

# REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



VOLUMEN 7 NÚMERO 1 AÑO 2016

## EDITORIAL

Como bien se ha definido, ganadero no es la persona que tiene semovientes, sino aquel que vive de lo que éstos producen, desafortunadamente en Colombia por falta de políticas gubernamentales abundan los tenedores de ganado, más no los productores, porque al parecer es el ganado quien vive de su propietario, que por falta de incentivos no enfoca su actividad con visión empresarial, para lograr que sus productos sean de calidad logrando así, tener una aceptación en los mercados nacionales e internacionales.

El primer eslabón en esta cadena productiva al cual se debe prestar atención es la alimentación, debido a que es el factor más importante que puede incidir sobre la productividad de un hato, independientemente de su sistema productivo (carne, leche o doble propósito); si se excluyen las causas de naturaleza infecciosa, la alimentación deficiente es el factor principal de la baja fertilidad, afectando el propósito de la ganadería, que debe asimilarse a una fábrica de terneros, y es por esto que se convierte en la base de la producción. Este factor no solamente tiene influencia sobre la fecundación y posterior desarrollo del ternero, sino que además es necesario considerar los efectos que tiene sobre la pubertad, la duración del anestro post-parto, la gametogénesis, el número de concepciones por servicio, mortalidad embrionaria y el comportamiento sexual (manifestación del celo); y es precisamente por este factor que la ganadería en Colombia presenta índices productivos bajos, puesto que el pensamiento de la mayoría de ganaderos establece que los bovinos solo necesitan estar en un potrero con algo de pasto, para que produzcan carne o leche, sin tener cuenta las condiciones de manejo y bienestar que se le está brindando al animal para que cumpla eficientemente este objetivo productivo.

(c) **MSc. MVZ. CESAR AUGUSTO NAVARRO ORTIZ**

## **Cerdas de cría a campo abierto en la zona tropical**

### **Breeding sows open field in the tropical zone**

Zuluaga Ruiz Oscar Javier<sup>1</sup> y Ocampo Duran Álvaro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Médico Veterinario Zootecnista y

<sup>2</sup>Zootecnista, MSc, PhD. Docente de la Universidad de los Llanos

[aocampo@unillanos.eu.co](mailto:aocampo@unillanos.eu.co)

Recibido 20 de Enero 2016, Aceptado 29 de Abril 2016

### **RESUMEN**

Se evaluó el comportamiento etológico de seis cerdas de cría (mestizas Landrace x Pietrain) bajo el sistema de producción a campo abierto utilizando una densidad de 450 m<sup>2</sup>/cerda en las dos temporadas del año (seca y lluviosa), con el objeto de determinar sus características etológicas. Observándose en principio adaptabilidad, reconocimiento, comportamiento individual y grupal, respuesta frente a estímulos de peligro o amenaza, selección de alimento, horas y áreas de descanso, hozado, y zonas sucias o de excreción. También se observó el comportamiento maternal, con el fin de determinar características etológicas en el sistema a campo abierto. Se llevó un registro diario de parámetros medioambientales como temperaturas máximas y mínimas (de 7:00 am a 5:00 pm), así como la precipitación, para determinar el impacto de estas condiciones en las cerdas. La alimentación de los animales se basó en una dieta balanceada elaborada en el mismo sitio, 2 kg/cerda/día y 200 g adicionales por lechón en animales lactantes. El alimento fue suministrado de manera restringida en dos raciones al día (7:30 a.m. y 4:30 p.m.). El manejo reproductivo se fundamentó en el uso de un reproductor comercial (Landrace x Pietrain), realizando el servicio una vez se identificaba el celo. Para establecer la diversidad, cobertura y grado de dominancia de las especies vegetales se realizaron aforos. Las acciones de consumo de agua, pastoreo, exploración, descanso, bañarse en la piscina y pelar, fueron altamente influenciadas por la época del año ( $P < 0.001$ ), también se evidenciaron cambios de actividades de los lotes en relación con los cambios de

temperatura ambiental registrados. El comportamiento de las cerdas sugiere una interesante capacidad de adaptación a las condiciones de temperatura, precipitación y características del terreno (drenaje), así como al sistema de manejo. Aunque existen coincidencias con los reportes de literatura, se requiere profundizar sobre el comportamiento animal en las condiciones de la Orinoquia y su dinámica de precipitación, radiación solar y temperatura ambiental, para el diseño de instalaciones apropiadas que garanticen condiciones de confort y estrategias de manejo.

**Palabras clave:** Lechones, etología, pastoreo.

### ABSTRACT

The ethological behavior of six sows was evaluated (Crossbred Landrace x Pietrain) under the system of open field production using a density of 450 m<sup>2</sup>/sow in the two seasons of the year (dry and rainy), in order to determine its behavioral characteristics. Adaptability observed in principle, recognition, individual and group behavior, response to stimuli of danger or threat, food selection, hours and rest areas, rooting, or excretion and dry areas. Maternal behavior was also observed, in order to determine ethological features in the open field system. A daily record of environmental parameters was carried as maximum and minimum temperatures (from 7:00 am to 5:00 pm), as well as precipitation, to determine the impact of these conditions in the sows. Feeding the animals it was based on a balanced diet made on the same site, 2 kg/sow/day and 200 g additional per piglet in lactating animals. The food was supplied narrowly in two servings a day (7:30 a.m. and 4:30 p.m.). The reproductive management was based on the use of a commercial player (Landrace x Pietrain), performing the service once identified the zeal. To establish the diversity, coverage and degree of dominance of plant species appraisals were conducted. Shares of water consumption, grazing, exploration, rest, swim in the pool and fighting were highly influenced by the time of year ( $P < 0.001$ ), changes batch activities regarding changes recorded ambient temperature were also evident. The behavior of the sows suggests an interesting ability to adapt to the conditions of temperature, precipitation and soil characteristics (drainage), as well

as the management system. Although there are coincidences with literature reports, required further animal behavior in the conditions of the Orinoquia and its dynamics of precipitation, solar radiation and ambient temperature for the design of appropriate facilities to ensure comfort conditions and management strategies.

**Keywords:** Piglets, ethology, grazing.

## RESUMO

O comportamento etológico de seis porcas foi avaliada (Mestiços Landrace x Pietrain) sob o sistema de produção em campo aberto usando uma densidade de 450 m<sup>2</sup>/porca em da duas estações do ano (seca e chuvosa), a fim de determinar as suas características de comportamento. Em princípio observa-se adaptabilidade, reconhecimento, comportamento individual e em grupo, resposta a estímulos de perigo ou ameaça, seleção de alimentos, horas e áreas de descanso, hozado, e áreas sujas ou excreção. Também observou-se o comportamento maternal, a fim de determinar características etológicas no sistema de campo aberto. Foi realizada um registro diário de parâmetros ambientais como temperaturas máximas e mínimas (das 7:00 às 5:00 da tarde), bem como precipitação, para determinar o impacto dessas condições sobre as cerdas. Alimentação dos animais foi baseado em uma dieta equilibrada feita no mesmo sítio, 2 kg/porca/dia e 200 g adicionais por leitão em animais em lactação. A comida foi fornecida por pouco em duas porções por dia (7:30 am. e 4:30 pm.). Manejo reprodutivo baseou-se no uso de um leitor comercial (Landrace x Pietran) execução do serviço, uma vez identificadas zelo. Para estabelecer a diversidade, cobertura e grau de domínio das espécies de plantas avaliações foram conduzidas. Ações de consumo de água, pastagem, exploração, descanso, nadar na piscina e briga, foram altamente influenciados pela época do ano ( $P < 0.001$ ). Alterações atividades de lote em relação às mudanças registadas temperatura ambiente também foram evidentes. O comportamento das cerdas sugere uma capacidade interessante de adaptação às condições de temperatura, precipitação e as características do solo (drenagem), bem como o sistema de gestão. Embora haja semelhanças com relatos da literatura, se requer ainda o comportamento

animal nas condições do Orinoco e sua dinâmica de precipitação, radiação solar e temperatura ambiente para a concepção de instalações adequadas para assegurar condições de conforto e estratégias de gestão.

**Palavras-chave:** Leitões, etologia, pastagens.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia, existe escasa información sobre los parámetros productivos e impacto ambiental del sistema de producción de cerdos a campo abierto. Una de las características fundamentales es que el estiércol porcino hace un gran aporte de materia orgánica, el cual mejora las condiciones físicas, estructura, capacidad de retención de humedad, aporte de nitrógeno e incremento en la población microbiana del suelo (Gomero y Velázquez, 1999). Estas características promueven la lenta liberación de minerales, lo cual ofrece beneficios productivos residuales a largo plazo; convirtiéndose de esta manera, en una alternativa para mitigar el impacto ambiental generado por las explotaciones porcícolas.

En este mismo sentido, en el país la cría de cerdos al aire libre ha sido asociada tradicionalmente a esquemas de manejo en áreas de bosque y de traspatio en zonas periurbanas, principalmente en las regiones del Pacífico y de los Llanos Orientales (Sarria *et al.*, 2001). Este sistema se originó con la llegada de los primeros animales de origen ibérico traídos por los colonizadores para la producción de carne y grasa; generando las razas criollas actuales por cruzamiento y selección, las cuales se han adaptado exitosamente a las condiciones ambientales de Colombia (Cardozo *et al.*, 2010).

Además en los sistemas productivos de cerdos es importante el bienestar animal, que es la manifestación de confort y ausencia de sufrimiento o estrés, que mantiene en equilibrio el estado fisiológico del animal frente a su entorno (Muñoz, 2002). En su ambiente natural el animal expresa costumbres y actividades propias de la especie como si estuviera en total libertad. El sistema de producción de cerdos a campo abierto ofrece en gran medida un estado saludable que minimiza

las situaciones de estrés favoreciendo al productor mayores índices de rentabilidad.

Rudine *et al.*, (2007) establecieron que los cerdos manejados bajo este sistema expresan en mayor proporción su comportamiento natural, lo cual redujo el estrés, mejoró el estatus sanitario y su inmunidad contra bacterias. Adicionalmente Muriel *et al.*, (2002) reportaron que un mayor bienestar animal asociado al sistema promueve la calidad del producto final, por incremento de los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA)  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, de lípidos neutros (ácidos grasos de más de 12 C, acilgliceroles, esteroides y sus ésteres, carotenoides, y otros) de lípidos polares (glicerofosfolípidos, glicosilglicerolípidos, esfingofosfolípidos, esfingoglicolípidos); lo cual genera un sabor superior en la carne y consecuentemente beneficios para la salud de los seres humanos.

La tecnificación de los sistemas de producción porcina rompió con el balance o estructura natural-social de los animales al imponer condiciones físicas extremas, con el fin de obtener mejores índices productivos en menor tiempo, llevando al animal a sufrir modificaciones morfofisiológicas empobreciendo su bienestar, además provocando mayor hacinamiento con la consecuente aparición de comportamientos estereotipados en los individuos conduciendo muchas veces a trastornos de comportamiento irremediables, que repercuten en la deseada rentabilidad (Muñoz, 2002). El sistema a campo abierto en la producción porcina surge como una alternativa para los medianos y pequeños productores bajo la primicia de obtener mejores o iguales utilidades a menor costo en comparación con un sistema tecnificado que requiere gran capital. Además ofrece la posibilidad a los animales de estar en un ambiente natural con la consecuente reducción en la incidencia de problemas en su conducta. Conocer el patrón de actividades de los cerdos constituye una herramienta fundamental para obtener buenos rendimientos productivos y ofrecer una mejor calidad de vida a los animales domésticos que sirven al hombre como fuente de alimento (Campiño y Ocampo, 2010).

Rodarte *et al.*, (2001) establecieron que el comportamiento de los cerdos domésticos es muy similar al de los cerdos silvestres, gracias a su capacidad de

adaptación, aprendizaje y memoria, lo cual permite que estos cerdos se pueden adaptar satisfactoriamente a los sistemas a campo. Sin embargo, es necesario considerar que en los cerdos las condiciones medioambientales tienen gran influencia sobre el bienestar y comportamiento. Algunos estudios han demostrado que la práctica de permanecer inmóvil durante largos periodos de tiempo en zonas de sombra y, de revolcarse en el lodo en épocas cálidas, son comportamientos instintivos de protección contra la hipertermia, quemaduras solares y golpe de calor.

En cerdos en crecimiento Andersen *et al.*, (2005), establecieron que el comportamiento se asocia con la zona destinada al pastoreo, la disponibilidad de forraje y la carga animal utilizada. Ellos estimaron una frecuencia de alimentación 18% más alta con carga animal baja (5 cerdos en 100 m<sup>2</sup>) en comparación con una carga alta (5 cerdos en 50 m<sup>2</sup>), siendo mayores el hozado y el comportamiento agresivo. Otras actividades naturales de los cerdos en el sistema a campo, tienen que ver con mordisquear objetos, el hozado y el pastoreo, las cuales se constituyen en la expresión de hábitos exploratorios naturales en los cerdos. Micklich *et al.*, (1999) establecieron que los comportamientos de hozado y pastoreo en los cerdos están orientados a la búsqueda de alimento y permiten a los animales evaluar el potencial de uso de las diferentes áreas en los potreros. Estos autores indicaron también que un incremento en alguna de estas actividades puede estar motivado por la necesidad de cubrir las demandas nutricionales de los animales.

Studnitz *et al.*, (2007) plantearon que, aunque el cerdo explora su ambiente en busca de alimentos y otros recursos para suplir sus necesidades inmediatas, también lo hace por curiosidad, para explorar nuevas características dentro de su medio ambiente y reconocer cambios ambientales. Adicionalmente, la conducta exploratoria se manifiesta mediante el hozado, olfateo, mordiendo y masticando objetos indigeribles y digeribles. Estos autores establecieron que la fabricación del nido es una modificación de esta conducta, siendo este un patrón predefinido, una acción de comportamiento heredada, que se expresa en machos y hembras.

Guy *et al.*, (2002) reportaron que lechones en lotes a campo durante los primeros días pasan la mayor parte del tiempo dentro del refugio, y cuando no están él, están hozando, revolcándose y explorando los lotes. También se observó que lechones nacidos al aire libre a partir de los 15 días de edad, pasaron menos tiempo en contacto con la cerda y se dedicaron a edad temprana al hozado y masticación de plantas y paja disponible. Esta actividad ejerce un efecto positivo sobre la adaptación de los lechones a la alimentación sólida, facilitando el destete. Además, esta disminución en el tiempo e intensidad del contacto entre la cerda y sus crías hace que paulatinamente disminuya la producción láctea, incrementando el consumo de alimento sólido por los lechones, lo cual disminuye el estrés posdestete.

Con relación al comportamiento de las cerdas de cría a campo, se ha establecido que sus hábitos son diurnos, después de la puesta del sol, las cerdas mantenidas en exterior reducen sus actividades y permanecen acostadas durante la noche. Este comportamiento en parte heredado, también se ve afectado por el entorno y la experiencia de cada animal, también las cerdas desarrollan comportamiento maternal a medida que avanzan en su reproducción, pero esto se ve afectado por el medio ambiente (Thodberg *et al.*, 2002). Sin embargo, Damm *et al.*, (2003) encontraron que las cerdas a campo tuvieron un comportamiento variado durante la construcción del nido, frecuencia cardiaca más baja en la última hora antes del parto, que las cerdas confinadas, lo cual permitió partos más rápidos y con menor incidencia de mortinatos. Previo al momento del parto, entre 6 y 12 horas antes del mismo, las cerdas inician la elaboración del nido, acopiando forraje, paja y palos sobre una depresión del suelo. La cantidad de material para el nido y los rasgos propios en su construcción, depende de las condiciones climáticas, pero puede ser muy variable; se han observado nidos con 20 kg de material y de 1 metro de alto.

Las manifestaciones naturales durante periparto incluyen la disminución en el tiempo del parto, lo cual ejerce efectos benéficos sobre la supervivencia de los lechones (Oliveiro *et al.*, 2010). Los partos breves liberan más oxitocina y con ello la producción de calostro, incrementando la inmunidad y vitalidad de los neonatos

siendo las cerdas más activas, pero dentro de la primera o segunda hora después del inicio del parto se hacen muy pasivas, exhibiendo una baja actividad, en decúbito lateral y no responden a los lechones. Esta reacción es considerada como estrategia evolutiva que reduce el riesgo de aplastamiento de los lechones durante las dos primeras horas posparto (Pedersen *et al.*, 2003).

Blumetto *et al.*, (2013) establecieron que los sistemas de producción a campo abierto evidencian menos problemas de salud, un comportamiento productivo aceptable y mayor calidad de la carne. Además los cerdos son más activos; mientras que los confinados son más sedentarios y tienen un patrón de comportamiento estable a lo largo del día. Sin embargo, el éxito de los sistemas de cerdos al aire libre puede depender de los detalles del diseño de la granja, el manejo productivo y la ubicación incluyendo el tipo de suelo y las condiciones climáticas.

Este trabajo muestra un análisis del comportamiento de cerdos bajo el sistema a campo abierto en las dos temporadas del año (seca y lluvias), donde el objetivo fue establecer información sobre el comportamiento animal en un sistema de cría de cerdos a campo abierto en el piedemonte llanero.

## **METODOLOGÍA**

Este proyecto se desarrolló en la Unidad de Producción de Cerdos de la Universidad de los Llanos (latitud 4° 04' 30.93" N, longitud 73° 34' 55.78" O), ubicada en la vereda Barcelona del municipio de Villavicencio, departamento del Meta, a una altitud de 423 msnm, temperatura promedio de 27°C, precipitación de 4050 mm, humedad relativa del 80% correspondiente a la zona de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (Silva *et al.*, 2013).

Se evaluó el comportamiento de seis cerdas de cría (mestizas Landrace x Pietrain), de edad aproximada entre 7 y 9 meses, nulíparas que parieron por primera vez en el proceso del experimento; se hicieron las evaluaciones en dos temporadas del año: seca (Diciembre a Febrero) y lluvias (Marzo a Mayo y Agosto a Octubre), teniendo en cuenta factores como la distribución del área por los

animales para actividades como el descanso, refugio, hozado, alimentación y consumo de agua. Además se registró el consumo de especies respecto a la oferta forrajera presente en los lotes. El proyecto tuvo una duración de 12 meses, cuyo protocolo de observación planteado fue el siguiente:

**Primera fase.** Establecimiento del área de observación donde se ubicaron los animales adecuando un refugio colectivo estático elaborado con ángulos metálicos y teja de zinc, con un área de 38 m<sup>2</sup>, que estaba dotado con comederos individuales y bebederos automáticos. El área estuvo definida para uso en pastoreo con tiempos de 30 días de ocupación y 30 de descanso, encerrado con cerca eléctrica, utilizándose una densidad de 450 m<sup>2</sup>/cerda, mantenidas en pastoreo con gramíneas

**Segunda fase.** En el monitoreo de las cerdas se observó adaptabilidad, reconocimiento, comportamiento individual y grupal, respuesta frente a estímulos de peligro o amenaza, selección de alimento, horas y áreas de descanso, hozado, y zonas sucias o áreas de excreción. También se estuvo pendiente del comportamiento maternal, con el fin de determinar características etológicas en el sistema a campo abierto.

Este proceso se realizó en las dos temporadas del año con el fin de comparar cambios en el comportamiento y su expresión con los índices productivos; también se registraron los datos de temperaturas máximas y mínimas a las 7:00 a.m., 12:00 m y 4:00 p.m., con termómetro de mercurio ubicado en la zona experimental, al igual que las precipitaciones registradas con un pluviómetro por periodos de 30 días, tanto en época de lluvias como en la seca; con el fin de establecer el efecto de estas sobre el comportamiento animal.

La alimentación de los animales se basó en una dieta elaborada en la granja, acorde al estado fisiológico de los animales. Se utilizó aceite crudo de palma como base energética y torta de soya como base proteica (Tabla1). El alimento fue suministrado de manera restringida en dos raciones al día (7:30 a.m. y 4:30 p.m.), 2 kg/día a cerdas gestantes, y en lactancia 2 kg/día más 200 g por lechón. El

manejo reproductivo se fundamentó en el uso de un reproductor comercial (Landrace x Pietran), realizando el servicio una vez se identificaba el celo.

**Tabla 1.** Materias primas y proporciones de la dieta suministrada a las cerdas

<b>Materia prima</b>	<b>%</b>	<b>Aporte de Nutrientes</b>
Torta de soya (molida)	25.00	Proteína
Torta de palmiste	32.50	Energía
Harina de Arroz	19.00	Lisina
Aceite de palma	17.00	Energía
Tricalfos	5.00	Calcio
Carbonato de calcio	1.00	Fósforo
Premezcla	0.30	Minerales y vitaminas
Sal blanca	0.20	
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	

**Fuente:** Ocampo, (2002).

Cerca al momento del parto (hasta 8 días antes) las hembras fueron trasladadas a corrales de parto, los cuales estaban dotados de bebederos y comederos independientes para la cerda y sus crías; cada grupo permaneció en el corral hasta el destete (25-32 días), tiempo en el cual las cerdas volvieron a los lotes de pastoreo, de ahí los lechones pasaron a corrales de refugios colectivos donde se incluyeron en programas de levante y engorde.

### **Registro de la información**

Como se indicó se realizaron monitoreos continuos con el fin de identificar las conductas manifestadas por las cerdas bajo este sistema durante 12 meses, haciendo observaciones desde las 07:00 am. hasta las 05:00 pm. (observación directa a los animales a intervalos de 5 minutos, repitiendo el proceso cada 15 minutos), determinando la actividad de las cerdas cuando estas se encontraran comiendo, bebiendo, pastoreando, descansando, hozando, peleando, bañándose, caminando o explorando, e interactuando, para establecer el impacto de las condiciones ambientales sobre estas actividades (Tabla 2). También se

determinaron las zonas utilizadas: limpias, húmedas y sucias, según el comportamiento de las cerdas.

**Tabla 2.** Descripción de los comportamientos observados

Comportamiento		Descripción
Comer concentrado	C	Cerda con la cabeza dentro del comedero o consumiendo concentrado
Consumo de agua	CA	Cerdas con su hocico en el bebedero de nipple.
Pastorear	PA	Cerda con la cabeza entre la vegetación o masticando forraje.
Exploración	E	Cerdas caminando por el terreno, hozando
Descansar	D	Cerdas con el cuerpo en decúbito esternal o lateral, o sentado sin actitud de exploración.
Baño en la Piscina*	BP	Cerdas con el cuerpo sumergido en las piscinas descansando u hozando
Hozar	H	Cerda con la cabeza en el suelo desnudo revolcando el suelo.
Pelear	P	Cerdas interactuando negativamente con otras cerdas.
Curiosear humanos	Ch	Cerdas desplazándose, persiguiendo y/o observando a las personas que se acercan a los potreros.

**Fuente:** Adaptado de Blumetto *et al.*, (2013). \*Durante la fase de adaptación de las cerdas se construyeron depósitos de agua aprovechando los drenajes naturales de los lotes, para su uso en actividades de termorregulación, comportamiento incluido en el análisis.

Para establecer la diversidad vegetal del campo utilizado por las cerdas y nivel de cobertura de las especies presentes, se realizaron transeptos y aforos por metro cuadrado para determinar el número de especies presentes y el grado de dominancia de las mismas. Los muestreos se realizaron simultáneamente con las de suelos, al inicio del periodo experimental y después cada 3 meses.

La información registrada fue analizada en IBM SPSS Statistic (IBM, 2011), versión 20; las variables fueron evaluadas para distribución normal, pruebas de Levene para homogeneidad de varianzas, prueba de *t-Student* para variables independientes; estas fueron el consumo de agua, pastoreo exploración, descanso, bañarse en la piscina, hozar, pelear y curiosear con humanos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las acciones de consumo de agua, pastoreo exploración, descanso, bañarse en la piscina y pelear, fueron altamente influenciadas por la época del año ( $P < 0.001$ ) (Tabla 3), También se evidenciaron cambios en las actividades de los lotes en relación con los cambios de temperatura ambiental registrados.

**Tabla 3.** Actividades desarrolladas y el tiempo (minutos) por las cerdas de cría en observaciones realizadas de 7:00 am a 5:00 pm.

Actividad	Época*	Media $\pm$ Desviación Estándar	Valor de P
Consumo de concentrado	Lluvias	11.81 $\pm$ 1.65	NS
	Seca	11.03 $\pm$ 2.87	
Consumo de agua	Lluvias	51.05 $\pm$ 5.07	0.001
	Seca	115.98 $\pm$ 10.81	
Pastoreo	Lluvias	130.07 $\pm$ 10.74	0.001
	Seca	118.98 $\pm$ 11.16	
Exploración	Lluvias	16.10 $\pm$ 1.64	0.001
	Seca	23.849 $\pm$ 4.23	
Descanso	Lluvias	309.27 $\pm$ 10.20	0.001
	Seca	185.49 $\pm$ 8.69	
Baño en Piscina	Lluvias	51.15 $\pm$ 5.07	0.001
	Seca	115.98 $\pm$ 10.81	
Hozar	Lluvias	14.31 $\pm$ 2.43	NS
	Seca	14.90 $\pm$ 4.62	
Pelear	Lluvias	5.96 $\pm$ 1.22	0.001
	Seca	14.90 $\pm$ 0.4.62	
Curiosear Humanos	Lluvias	10.38 $\pm$ 1.86	0.012
	Seca	11.19 $\pm$ 0.95	

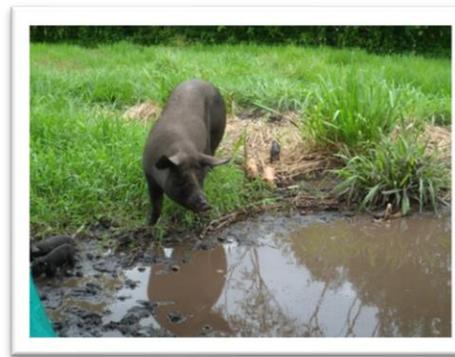
\*Precipitación pluviométrica acumulada para la época de lluvias 727 mm y en verano 54 mm

Respecto a las actividades realizadas por las cerdas durante un día normal de actividad (10 horas) (Figuras 1 y 2), bajo el sistema de cría a campo abierto según la temporada del año (seca o lluvias) en la densidad aplicada (450m<sup>2</sup>/animal), se

observó que la dedicación de tiempo a bañarse en la piscina y al consumo de agua, fue influenciado indudablemente por la época del año ( $P < 0.001$ ) (Tabla 3). En temporada seca, las cerdas dedicaron 36% de tiempo a estas actividades en comparación con la época de lluvias que solo fue el 12% (Gráficas 1 y 2). Igualmente, las estrategias de termorregulación utilizadas a lo largo del día fueron influenciadas por los cambios de temperatura, donde se evidenció la disponibilidad de alternativas para dicha actividad como la presencia de vegetación y refugios; las cerdas prefirieron el uso de las piscinas en las horas de altas temperaturas (11:00 am. a 3:00 pm.). Este comportamiento fue más prolongado en la temporada seca, mientras que en época lluvias se incrementó el tiempo de descanso en los refugios (47%), en comparación con 29% en la época seca (Gráficas 1 y 2).

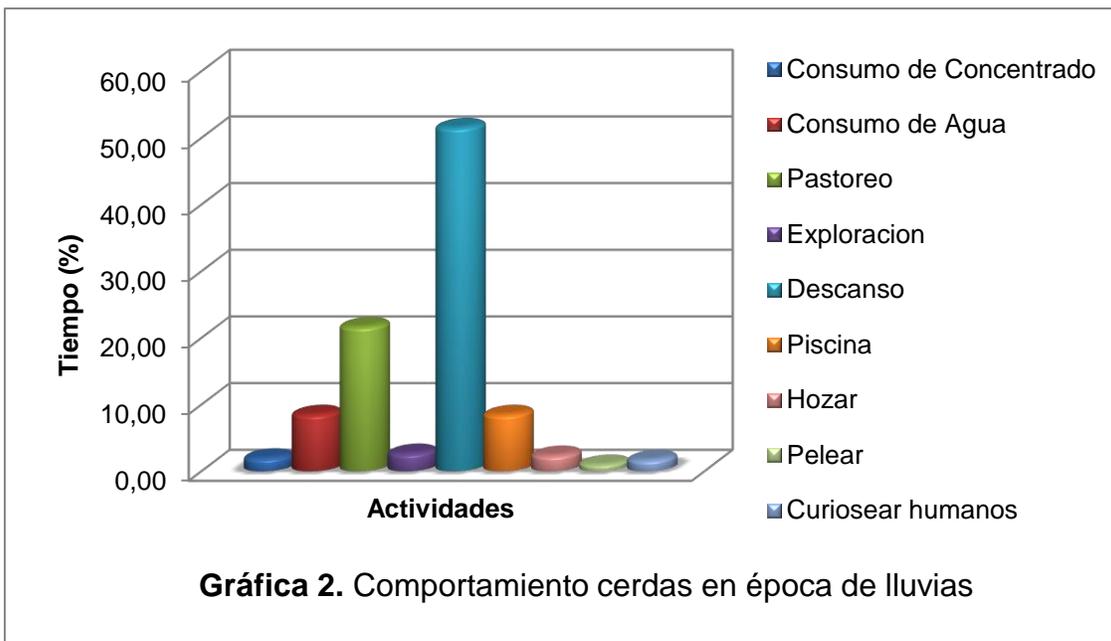
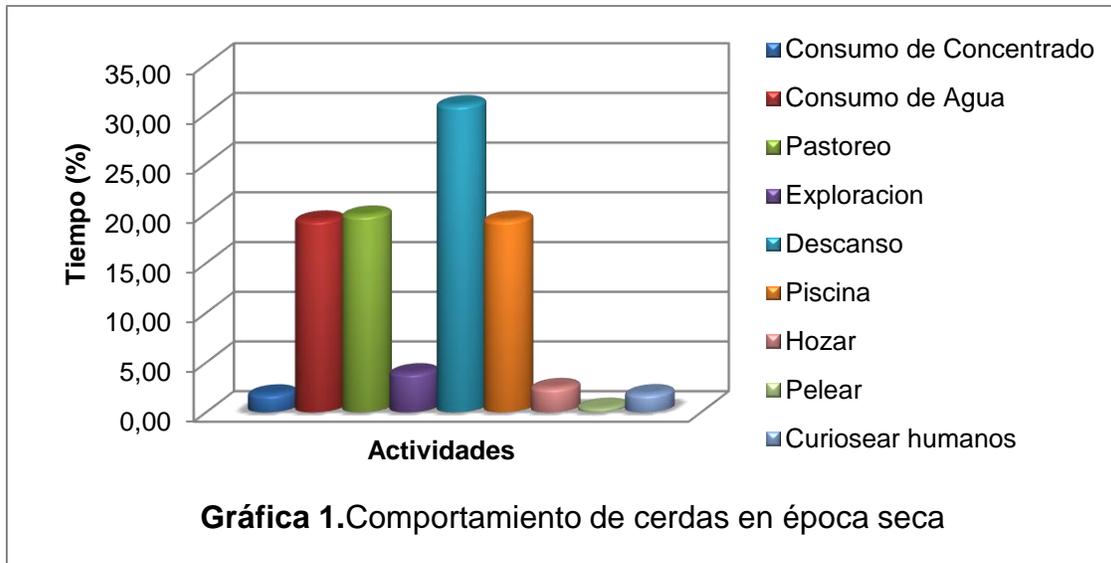


**Figura 1.** Actividades de las cerdas



**Figura 2.** Piscinas naturales

El hozado, fue la actividad que se incrementó en puntos focales del campo, generando depresiones de profundidad que, por acción de las pendientes y patrones de drenaje en diversos sitios, actuaron como depósito de agua en la época de lluvias, los cuales fueron denominados “piscinas” siendo usados como estrategia de termorregulación por las cerdas tanto en temporada seca como de lluvias. La observación directa permitió establecer el alto impacto de estas piscinas sobre el comportamiento de las cerdas, puesto que dedicaron  $115.98 \pm 10.81$  minutos para refrescarse durante la época seca, lo cual equivale a un 18% del tiempo utilizado para esta acción en un día de observación (10 horas) (Gráfica 1 y Tabla 3).



Se observaron cambios de comportamiento en las temperaturas máximas y mínimas entre épocas ( $P < 0.001$ ), las alteraciones en las actividades de termorregulación, bañarse o descansar, exploración, pastoreo y hozar pueden ser atribuidas a los cambios de temperatura ambiental durante el día; por otra parte, el incremento de las precipitaciones, conllevó a la disminución del tiempo dedicado a la exploración. Se puede notar, que las cerdas permanecieron mayor tiempo en la piscina durante la época seca, cuando las temperaturas promedio fueron de  $36.6^{\circ}\text{C}$ , los animales utilizaron este mecanismo para reducir el estrés calórico,

según el tiempo dedicado a dicha actividad fue de  $115.98 \pm 10.81$  minutos (20% del tiempo del día dedicado a esta actividad). En cuanto a la temporada de lluvias, el descanso en los refugios fue la actividad que mayor demanda tuvo durante el día ( $309.27 \pm 10.20$  minutos) lo que equivale al 53% del tiempo del día dedicado a esta acción. Las altas precipitaciones (16.52 mm/día) en temporada de lluvias, acompañada de tormentas eléctricas, representaba algún tipo de peligro para los animales, optando por esperar para consumir el concentrado de la ración de las 4:30 pm., lo cual ocasiono reducción en las demás actividades, exceptuado la de descansar en el refugio (Gráficos 1 y 2, Tabla 3). Se evidenció que la distribución de las actividades de los animales se ve afectada por diferentes estímulos, principalmente la presencia de humanos, posiblemente porque es interpretada como suministro de alimento, por lo cual las cerdas dejan de exhibir el comportamiento natural y lo sustituyen por expresiones de curiosidad, desplazándose hasta la persona y realizando algunos ruidos característicos. El uso de las áreas está determinado por las condiciones climáticas, encontrándose mayor uso de los sitios que tenían alternativas de termorregulación, sombra natural o piscinas.

La identificación de las especies vegetales presentes en el lote permitió establecer una mezcla de gramíneas nativas, leguminosas y arvenses; donde dominaba el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) principalmente en partes bien drenadas; se estableció una clara preferencia por el consumo de arvenses tales como *Mimosa púdica*, *Senna covanens Vss*, *Sida spinosa*, *Desmodium spp*, entre otras y brotes de gramíneas como *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* y *Cynodon nlenfluensis*; otra leguminosa encontrada en los lotes fue *Arachis pintoi* la cual fue consumida en preferencia por la cerdas. Pese a que el consumo de forraje se tuvo en cuenta como patrón de comportamiento, no fue considerado desde el punto de vista nutricional de acuerdo con Edwards, (2003). El tiempo dedicado a esta actividad para la época lluviosa y seca se redujo ( $118.98 \pm 1161$  Vs  $30.07 \pm 10.74$  minutos), reflejándose el impacto que tuvo el ambiente sobre el comportamiento de los animales (Gráficas 1 y 2, Tabla 3).

De manera rutinaria los animales después de alimentarse buscan la zona sucia del lote para depositar sus excretas, esta actividad va seguida de la búsqueda de un sitio apropiado para descansar, cuando el sitio está ocupado pueden dedicarse al hozado. Previo al momento del descanso, los animales tienden a socializar entre sí, mediante el juego y contacto entre ellos. Se observó que las cerdas tienden a escoger algunos sitios específicos para sus actividades (alimentarse, descansar). A medida que los animales crecían la competencia por el alimento se hacía más fuerte y de una manera más agresiva, notándose jerarquía a la hora de recibir el alimento, pero cabe resaltar que los animales dedicaron mayor tiempo al descanso, comprobando que el manejo en este tipo de producción ofrece un adecuado confort a los animales y en consecuencia un mayor bienestar animal. La constante incorporación de excretas, orina y efluentes a lo largo del periodo de observación, y el posterior pastoreo ejercido por los animales, terminaron convirtiéndose en abono, enriqueciendo el suelo y así logrando posiblemente mayor diversidad vegetal del lote donde se encontraban refugiadas.

### **Estación y partos**

Las cerdas gestantes fueron observadas diariamente por 2.5 horas, a intervalos de 15 minutos, el monitoreo permitió establecer cambios en la expresión de las actividades y ubicación de los animales en función de los cambios en la temperatura a lo largo del día, de acuerdo a Geonaga, (2010). Las cerdas fueron preñadas por monta directa; respecto a su cambio de actividades, las cerdas se apartan del grupo en promedio 2-3 días previos al parto, donde buscan cualquier tipo de material (ramas o pasto) para la elaboración del nido, buscando zonas limpias, bien drenadas y fuera de cualquier posible predador; en las cerdas primerizas las labores del parto implicaron mayor trabajo, viéndose esto reflejado en muertes de los lechones por aplastamiento.

Por otra parte, el monitoreo de las temperaturas máximas y mínimas a lo largo del día (10 horas) permitieron establecer cambios en la expresión de las actividades y ubicación de los animales según la temperatura, la cual fue similar en cada época ( $P > 0.05$ ), para época seca fluctuó entre 28.1 y 39.1°C, y para la temporada de

lluvia entre 20.5 y 24.9°C. Aunque las observaciones realizadas evidenciaron picos marcados de actividad durante el día, las cerdas exhibieron mayores actividades de exploración en los intervalos 8:00-10:30 a.m. y 3:45-5:00 p.m.; el uso de las piscinas es continuo y más evidente en el intervalo 10:45 a.m.-3:30 p.m., los refugios son utilizados en mayor magnitud en el intervalo de 1:00-3:00 p.m. Pese a que tanto en las horas de la mañana como en la tarde las cerdas realizan todas las actividades descritas, es más intensa su expresión en horas de la mañana, esto podría estar definido por las temperaturas promedio que tanto para la temporada seca como de lluvias, fueron menores en las mañanas. La mayor expresión de actividades exploratorias se registró en la mañana después del suministro del alimento; otro pico de actividad de menor intensidad fue observado en la tarde, también posterior al suministro de alimento. Este comportamiento puede estar relacionado con el patrón natural de comportamiento de los cerdos (Wulbers *et al.*, 1990).

Con base en las temperaturas registradas se puede deducir que estas si influyeron en el comportamiento o actividad del animal puesto que el nivel de temperatura aumenta o disminuye los periodos de descanso o refugio bajo techo, de manera similar como ocurre con los mecanismos de termorregulación; los animales no se exponen a altas temperaturas o caso contrario cuando se registran fuertes lluvias, puesto que las cerdas prefieren esperar que la lluvia disminuya para así continuar con sus actividades; en condiciones extremas los animales prefieren resguardarse bajo techo y esperar que dicha condición empiece a descender. Al igual estos cambios influyen sobre la calidad y cantidad de forraje, lo que cambia sus actividades de pastoreo u hozado, disminuyendo o aumentando así los minutos dedicados a estas actividades por parte del animal durante el día.

Mediante la observación realizada a las cerdas establecidas en un sistema a campo abierto se pudo notar en gran medida conductas naturales propias de la especie, como la creación de un nido al momento del parto (Figura 3), o el establecimiento de zonas específicas diferenciándolas en sucias, limpias, de reposo, características que están implícitas en las cerdas, aun cuando estas no

han tenido contacto alguno con el campo o el medio ambiente. No se evidenció comportamientos estereotipados o conductas particulares que indicaran algún tipo de estrés como se pueden presentar en una explotación de tipo confinamiento.



**Figura 3.** Registro de un parto bajo el sistema a campo abierto

Las conductas o actividades para las dos temporadas del año, fueron diferentes para las variables consumo de agua, pastoreo exploración, descanso y baño en piscina, lo cual influyó en el tiempo de refugio bajo techo, evidenciando diferencias en el tiempo dedicado a las piscinas el cual fue mayor para la época seca como era de esperar; durante las dos épocas se mantuvieron las zonas establecidas por los propios animales. Los animales definieron una tendencia de comportamiento: consumo de alimento, seguido de búsqueda de la zona sucia para depositar sus excretas y posteriormente el descanso, siempre en sitios específicos, los cuales se mantuvieron durante todo el periodo.

### **CONCLUSIONES**

El comportamiento de las cerdas sugiere una interesante capacidad de adaptación a las condiciones de temperatura, precipitación y características del terreno (drenaje), así como al sistema de manejo, puesto que el sistema a campo abierto

permite expresar conductas naturales, mitigando comportamientos estereotipados, de ocio y peleas por jerarquía, debido a que el microambiente en el que se encuentran los animales simula que se encuentren en libertad, dando al animal la posibilidad de expresar todo su potencial en cuanto al comportamiento social, reproductivo, maternal e individual (hozar, explorar, comer y beber).

## RECOMENDACIONES

Se requiere profundizar sobre el comportamiento animal en las condiciones de la Orinoquía y su dinámica de precipitación, radiación solar y temperatura ambiental para el diseño de instalaciones apropiadas que garanticen condiciones de confort y estrategias de manejo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andersen IL, Berg S, Boe K. Crushing of piglets by the mother sow (*Sus scrofa*) - Purely accidental or a poor mother? *Applied Animal Behaviour*, 93 (3): 229-243. 2005.
2. Blumetto OR, Calvet S, Estellés F, Villagrà A. Comparison of extensive and intensive pig production systems in Uruguay in terms of ethologic, physiologic and meat quality parameters. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42 (7): 521-529. 2013.
3. Campiño GE, Ocampo Á. Comportamiento de cerdos de engorde en un sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite. *Revista Orinoquia*, 14 (2): 147-159. 2010.
4. Cardozo AF, Rodríguez LE. Potencial y necesidades de investigación sobre el cerdo criollo en los llanos de Colombia y Venezuela. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 17 (2): 107-115. 2010.
5. Damm BI, Lisborg L, Vestergaard KS, Vanicek J. Nest-building, behavioural disturbances and heart rate in farrowing sows kept in crates and Schmid pens. *Livestock Production Science*, 80 (3): 175-187. 2002.
6. Edwards SA. Intake of nutrients from pasture by pigs. *Proceeding of the Nutrition Society*, 62 (2): 257-265. 2003.
7. Goenaga P. Comportamiento materno de la cerda y sus implicancias en la producción. Actualización bibliográfica. Sitio Argentino de Producción Animal. 2010. Disponible En: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/154-Comportamiento\\_materno.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/154-Comportamiento_materno.pdf)
8. Gomero L, Velásquez H (Ed). Manejo ecológico de suelos. Conceptos, experiencias y técnicas. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Urb. Las Brisas, Cercado, Lima, Perú, p 11-12. 1999.

9. Guy J, Rowlinson P, Chadwick JP, Ellis M. Behaviour of two genotypes of growing-finishing pig in three different housing systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 75 (3): 193-206. 2002.
10. IBM Corp. Released. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. 2011.
11. Micklich D, Matthes HD. Die weidehaltung von sauen verschiedener rassen auf flußauenstandorten. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 42 (2): 161-173. 1999.
12. Muñoz L. Bienestar de los cerdos: Las normas europeas y una propuesta de bienestar razonable. En: Congreso Latinoamericano de Suinocultura. Foz de Iguazú. p 45-52. 2002.
13. Muriel E, Ruiz J, Ventanas J, Antequera T. Free-range rearing increases (n-3) polyunsaturated fatty acids of neutral and polar lipids in swine muscles. *Food Chemistry*, 78 (2): 219-225. 2002.
14. Oliveiro C, Heinonen M, Valros A, Peltoniemi O. Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Animal Reproduction Science*, 119 (1-2): 85-91. 2010.
15. Ocampo A. High lipid diets based on oil palm for growing-fattening pigs. PhD Thesis. University of London, Imperial College, Department of Agricultural Sciences. 352 p. 2002.
16. Pedersen L, Damm BI, Marchant JN, Jensen KH. Effects of feed-back from the nest on maternal responsiveness and postural changes in primiparous sows during the first 24 h after farrowing onset. *Applied Animal Behaviour Science*, 83 (2): 109-124. 2003.
17. Rodarte LP. Comportamiento, manejo y bienestar del cerdo. Departamento de Etología y Fauna Silvestre. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. p 7-9. 2001. Disponible En: <http://amaltea.fmvz.unam.mx/ETOLOGIA/TEMAS/CERDOS/COMPORTAMIENTO,%20MANEJO%20Y%20BIENESTAR%20CERDO.pdf>
18. Rudine AC, Sutherland MA, Hulbert L, Morrow JL, McGlone JJ. Diverse production system and social status effects on pig immunity and behavior. *Livestock science*, 111 (2): 86-95. 2007.
19. Sarria P, Pérez H, Silva J. Caracterización de las actividades de comportamiento de cerdos al aire libre. *Livestock Research for Rural Development*, 13 (4): Art 34. 2001. Disponible En: <http://www.lrrd.org/lrrd13/4/sarr134.htm>
20. Silva AC, Zuluaga AM., Roa ML. Evaluación de la utilización de *Cratylia argentea* como suplemento en dietas para pollos de engorde. *Rev. Sist. de Prod. Agroecol*, 4 (1): 140-152. 2013.
21. Studnitz M, Jensen MB, Pedersen LJ. Why do pigs root and in what will they root?: A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*, 107 (3-4): 183-197. 2007.
22. Thodberg K, Jensen K, Herskin M. Nursing behavior, postpartum activity and reactivity in sows: Effects of farrowing environment, previous experience and temperament. *Applied Animal Behaviour Science*, 77(1): 53-76. 2002.
23. Wood D, Jensen P, Algers B. Behaviour of pigs in a novel semi-natural environment. *Biology of Behaviour*, 15 (2): 62-73. 1990.

## **Hematología y química sanguínea de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*)**

### **Hematology and blood chemistry of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*)**

Caicedo Álvarez Camilo Andrés<sup>1</sup>, Hurtado Nery Víctor Libardo<sup>2</sup>,  
Torres Novoa Diana Milena<sup>3</sup> y Fuentes Reyes Edgar Edilberto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de los Llanos, <sup>2</sup>Médicos Veterinarios Zootecnistas. Esp. MSc. PhD. Docentes de la Universidad de los Llanos y <sup>3</sup>Médica Veterinaria Zootecnista MSc. Docente de la Universidad Abierta y a Distancia

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

Recibido 02 de Diciembre 2015, Aceptado 29 de Abril 2016

### **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar los valores de hematología y química sanguínea de la codorniz japonesa en la ciudad de Villavicencio, ya que en la actualidad no se encuentran resultados de estudios sobre este tema realizados en el país y en especial en la Región de la Orinoquía, a la vez se determinó cómo puede afectarse el metabolismo, cuando componentes esenciales de la dieta como lo son los aminoácidos L-lisina y DL-metionina se encuentran en diferentes niveles. Se emplearon 36 codornices de 45 días de edad, con peso promedio de 155.5 g, en un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos, cuatro repeticiones y tres aves por unidad experimental. Los tratamientos estaban constituidos por ración basal 1.036% de lisina y 0.393% de metionina. Se realizó análisis de varianza mediante el software de análisis estadístico Statistical Analysis System, SAS®. Las variables evaluadas fueron conteo total de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, volumen corpuscular medio, trombocitos, recuento diferencial de leucocitos, glucosa, lactosa, calcio, potasio, sodio, dióxido de carbono total, bicarbonato, saturación de oxígeno, presión parcial de dióxido de carbono y pH sanguíneo. Los parámetros de hematología, bioquímica y gases en sangre para codornices japonesas no fueron afectados ( $P > 0.05$ ) por los tratamientos evaluados excepto para el recuento de

leucocitos y la saturación de oxígeno en sangre. En conclusión, la suplementación de aminoácidos sintéticos L-lisina y DL-metionina aumenta el porcentaje de saturación de oxígeno en sangre, y niveles de 0.153% de lisina en la dieta pueden favorecer el sistema inmune de codornices japonesas en fase de postura, previniendo la aparición de patologías que afectan los sistemas productivos.

**Palabras clave:** Perfiles metabólicos, aminoácidos, metionina, lisina, huevo.

### ABSTRACT

This work was performed in order to determine the values of hematology and blood chemistry of Japanese quail in the Villavicencio city, because at present no are found results of studies on this issue conducted in the country and especially in the Orinoco's region, at a time determines how metabolism can be affected, when essential components of the diet as are the amino acids L-lysine and DL-methionine are at different levels. 36 quail 45 days old were used, with an average weight of 155.5 g, in a completely randomized experimental design with three treatments, four replicates and three birds per experimental unit. The treatments were composed of basal diet 1.036% of lysine and 0.393% of methionine. Analysis of variance was performed using statistical analysis software Stastistical Sistem Analysis, SAS®. The variables evaluated were total count of erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, thrombocytes, differential leukocyte count, glucose, lactose, calcium, potassium, sodium, total carbon dioxide, bicarbonate, oxygen saturation, partial pressure dioxide carbon and blood pH. In conclusion supplementation of synthetic amino acids L-lysine and DL-methionine increases the percentage of blood oxygen saturation, and levels of 0.153% lysine in the diet may favor the immune system of Japanese quail in stance phase, preventing the appearance of pathologies that affect production systems.

**Keywords:** Metabolic profiles, amino acid, methionine, lysine, egg.

## RESUMO

Este trabalho foi realizado a fim de determinar os valores de hematologia e química do sangue de codornas japonesas na cidade de Villavicencio, já que atualmente não existem resultados de estudos sobre o tema realizados no país e especialmente na região do Orinoco, tanto que é determinado como o metabolismo pode ser afetado, quando os componentes essenciais da dieta assim como os aminoácidos L-lisina e DL-metionina estão em níveis diferentes. 36 codornas 45 dias de idade foram usadas, com um peso médio de 155.5 g, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos, quatro repetições e três aves por unidade experimental. Os tratamentos foram compostos da dieta basal 1.036% de lisina e 0.393% de metionina. Análise de variância foi realizada utilizando o software de análise estatístico Statistical Analysis System, SAS®. As variáveis avaliadas foram contagem total de eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio, trombócitos, contagem diferencial de leucócitos, glicose, lactose, cálcio, potássio, sódio, dióxido de carbono total, bicarbonato, saturação de oxigênio, dióxido de pressão parcial carbono e pH do sangue. Em conclusão a suplementação de aminoácidos sintético L-lisina e DL-metionina aumenta a porcentagem de saturação de oxigênio no sangue, e níveis de 0.153% de lisina na dieta pode favorecer o sistema imunológico de codornas japonesas na fase de posição, evitando o aparecimento de patologias que afetam os sistemas de produção.

**Palavras-chave:** Perfis metabólicos, aminoácidos, metionina, lisina, ovo.

## INTRODUCCIÓN

La codorniz es un ave pequeña que pesa aproximadamente 170 gramos la hembra y 150 gramos el macho en su edad adulta. Es precoz, alcanzado la madurez sexual en poco tiempo (35 a 42 días) y tiene una extraordinaria facultad para reproducirse, es rústica y fácil de criar. En Colombia se han reportado más de cinco especies de codorniz, pero sólo tiene importancia económica la *Coturnix coturnix japonica* originaria de China y Japón. La explotación coturnícola ofrece

grandes posibilidades como son: producción de carne y huevos, aprovechamiento de subproductos (pluma y codornaza) y la comercialización de hembras de reemplazo (Tobón *et al.*, 2009).

Hurtado *et al.*, (2010) expresan que el promedio de peso del huevo es de 10.9 gramos, alrededor de un 8% del peso corporal de la codorniz hembra. Los polluelos pesan de 6-7 g al nacer y son de color café con rayas amarillas. Los cascarones son frágiles, por lo cual hay que manejarlos con mucho cuidado. Las investigaciones indican que por lo general agrupar un solo macho con dos o tres hembras resulta en alta fertilidad. Cuando la codorniz se mantiene en corrales de colonias, la relación de un macho a tres hembras es suficiente y reduce las peleas entre machos; los apareamientos en pares en jaulas individuales también dan buena fertilidad.

Atendiendo las necesidades nutricionales en las codornices, se logra que las aves expresen su máximo potencial genético para la producción de huevos. Se entiende que todo esto debe ser dado en condiciones ambientales óptimas que influyan en la buena salud de un plantel. Un exceso o déficit de un aminoácido esencial en la dieta, afectará directamente la producción, y por tanto afectará la fisiología de los animales en lo relacionado a su hematología y química sanguínea, que mediante exámenes de estos factores, sus resultados pueden aportar elementos de juicio para el manejo sanitario o nutricional de las codornices y así se podrá realizar una corrección adecuada en pro de mejorar el bienestar animal y aumentar los picos de producción (Rostagno *et al.*, 2005).

Las variables ambientales, como la temperatura y humedad relativa, interfieren con el desempeño productivo de las aves, así como también lo hace la deficiencia o exceso de algunos aminoácidos en la dieta. En términos de bienestar las aves responden a los cambios fisiológicos elevando su ritmo cardiaco, aumentando la liberación de corticosterona y catecolaminas, y en algunos casos presentando inmunosupresión (Nordi *et al.*, 2007; Rosa *et al.*, 2011). Se ha demostrado que el sistema circulatorio es particularmente sensible a los cambios de temperatura y es

un indicador importante de respuestas fisiológicas de las aves a los factores de estrés (Borges *et al.*, 2003).

Según Vega y Figueredo, (2005) los análisis complementarios de diagnóstico, entre los que ocupa un lugar fundamental la bioquímica sanguínea, aportan un gran conocimiento de la variación fisiológica de las aves, así como de las potenciales alteraciones inducidas por otros factores que provocan enfermedades patológicas sanguíneas, por lo tanto, para establecer los intervalos de referencia hemáticos y bioquímicos se necesita de animales clínicamente sanos. Este criterio incluye especie, edad, sexo, estado productivo, medicamentos aplicados, sitio de toma de la muestra y condiciones de su almacenamiento, entre otros, por lo tanto, los intervalos de referencia deben ser validados para cada técnica que se utilice en el laboratorio. La hematología constituye una herramienta fundamental en las evaluaciones toxicológicas y ecotoxicológicas. Estas pruebas son un requisito que exigen los organismos regulatorios internacionales para obtener la autorización y comercialización de nuevos productos.

Debido a que en nuestro medio no se cuenta con valores de referencia de hematología y química sanguínea propios de nuestra región, con este trabajo se pretende aportar datos básicos e imprescindibles para el manejo clínico y nutricional de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) en la ciudad de Villavicencio. Los resultados obtenidos servirán de guía en posteriores investigaciones institucionales o regionales, a la vez podrán ser utilizados como ayuda para afrontar diversos problemas productivos como calidad del huevo, ya que con estos exámenes podemos medir deficiencias o excesos de algunos minerales esenciales para su producción. Con base a experiencias de Cando, (2010) este trabajo se enfocó en evaluar los efectos de diferentes niveles de metionina y lisina sobre los valores medios de hematología y química sanguínea para Codornices japonesas en fase de postura (*Coturnix coturnix japonica*).

Según Ashraful, (2013) la hematología sanguínea es importante para descubrir cualquier enfermedad de las aves; estos exámenes incluyen hemograma, bioquímica y pruebas serológicas. En el hemograma se miden parámetros

comunes como porcentaje de hemoglobina y conteo de eritrocitos y leucocitos. En el estudio bioquímico se determinan algunos parámetros como el calcio, la glucosa y el colesterol. Para pruebas serológicas se estiman entre otras los niveles de albúmina y proteínas totales, tal como se puede apreciar en la Tabla 1.

**Tabla1.** Hematología sanguínea de la codorniz

Parámetro	Rango (%)	Bioquímica	Rango (mg/dl)	Serología	Rango (mg/dl)
Hemoglobina	13.3 ± 0.22	Calcio	10.06 ± 0.42	Albúmina	15.549 ± 141.85
Linfocitos	64.30 ± 3.47	Glucosa	193 ± 4.42	Globulina	14.915.50 ± 128.29
Monocitos	3.60 ± 0.97	Colesterol	144 ± 2.58	Proteínas Totales	30.464.50 ± 238.50

**Fuente:** Ashraful, (2013).

En anfibios, reptiles y aves se han considerado cinco líneas de células blancas denominadas heterófilos, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos; sin embargo hay quienes incluyen dentro de la clasificación neutrófilos caracterizados como células que no tienen núcleo segmentado, diferentes de los heterófilos, solo por la coloración de sus gránulos citoplasmáticos (Hernández, 2006).

Según Gálvez *et al.*, (2009) afirman que en hematología aviar se utiliza el EDTA como anticoagulante, afectando poco la morfología celular. No obstante, en aves muy pequeñas o muestras insuficientes el EDTA produce hemólisis y en estos casos es preferible el envío de capilares heparinizados junto con una extensión de sangre para el estudio hematológico (Tabla 2). Según Hernández, (2006) los trombocitos presentan formas variadas dependiendo de la especie; sin embargo son similares en cuanto a la presencia de núcleo voluminoso y denso parecido al núcleo de los linfocitos, el citoplasma aparece de color gris pálido y también muestra tendencia a la agregación. En el hemograma se cuantifica el número de plaquetas y el volumen plaquetario medio (VPM). El VPM proporciona información sobre el tamaño de las plaquetas; la serie plaquetaria compuesta por plaquetas o trombocitos, se relaciona con los procesos de coagulación sanguínea (Cando, 2010).

**Tabla 2.** Morfología de las células sanguíneas de las aves

<b>Eritrocitos</b>	La célula madura es oval o elíptica, con citoplasma anaranjado, núcleo oval de color púrpura situado centralmente. Las formas inmaduras son más redondeadas y con citoplasma azulado (basófilo). En aves sanas son frecuentes formas juveniles.
<b>Heterófilos</b>	Gránulos alargados o redondeados eosinófilos. Citoplasma incoloro.
<b>Eosinófilos</b>	Gránulos redondos, eosinófilos y refráctiles. Citoplasma azulado, ligeramente granuloso. Las rapaces sanas poseen un número elevado de eosinófilos
<b>Basófilos</b>	Célula de pequeño tamaño con gránulos intensamente basófilos.
<b>Monocitos</b>	Forma irregular. Núcleo redondo, bilobulado, normalmente excéntrico; citoplasma azul-gris, finamente granuloso o vacuolado.
<b>Linfocitos</b>	Núcleo normalmente redondo y central, con cromatina condensada. Alto ratio núcleo/citoplasma (escaso citoplasma) Citoplasma basófilo. Se diferencian tres poblaciones celulares (medianos, pequeños y grandes).
<b>Trombocitos</b>	Citoplasma claro o ligeramente azulado. Núcleo oscuro. Pueden observarse gránulos de color magenta. Menor tamaño que el eritrocito.

**Fuente:** Gálvez *et al.*, (2009).

En el examen de química sanguínea se puede evaluar: proteínas totales, albúminas, globulinas, colesterol, glucosa, creatinina, urea, calcio, fósforo, Según Vieites *et al.*, (2011) las proteínas del plasma son responsables de mantener el equilibrio osmótico coloidal del plasma, y por tanto una presión arterial dentro de límites normales. Además, ayudan a regular el equilibrio ácido-base de la sangre y participar en el transporte de nutrientes (calcio, fósforo, hierro, cobre, lípidos, vitaminas solubles en grasa y aminoácidos), hormonas, colesterol, bilirrubina y otras sustancias. Las proteínas sanguíneas son muy importantes en el mantenimiento de la homeostasis metabólica en las aves, promueven una presión osmótica adecuada para prevenir la extravasación de sangre y mantener un pH apropiado; mediante un efecto buffer, se puede ver un incremento verdadero en anomalías inflamatorias y en hemoconcentración por deshidratación; las fracciones proteicas son albúmina y globulina, la albúmina sirve como una proteína de reserva y como transportador de otras moléculas y las globulinas incluyen las proteínas inflamatorias, proteínas de coagulación e inmunoglobulinas;

aunque no está bien documentado en aves, se espera que la relación albúmina-globulina esté incrementada en muchas anomalías hepáticas y en enfermedades desgastantes como el ayuno (Franco *et al.*, 2009).

Según Cando, (2010) la mayoría de los animales pueden tener niveles elevados de colesterol después de alimentarse con alimentos ricos en grasa, también en disfunción hepática incluyendo la obstrucción del conducto biliar, porque la destrucción de las células hepáticas trae como consecuencia una disminución en la actividad metabólica del hígado y se reduce más la degradación del colesterol que la síntesis, por lo que los niveles en sangre aumentan. En hipotiroidismo los niveles de colesterol aumentan porque la carencia de hormonas tiroideas reduce la actividad metabólica de las células hepáticas, así como también de las células de otras partes del organismo. También aumentan los niveles de colesterol en diabetes mellitus y en nefrosis, pudiéndose presentarse un ligero incremento con infarto en el miocardio.

Según Franco *et al.*, (2009) el aumento de la concentración de creatinina en aves está asociado con la alimentación a base de dietas de alto contenido proteico (como alimento para perros), septicemias, traumas renales y drogas nefrotóxicas. Un incremento en los niveles de urea puede ocurrir en todas las condiciones que causen bajo flujo de orina como en deshidrataciones u obstrucción uretral bilateral.

El calcio se puede encontrar en las proteínas plasmáticas (albúmina, globulina), en otros compuestos orgánicos y también en fosfatos y aniones, el medio de su forma biodisponible es disociada. La concentración de calcio en la sangre se mantiene dentro de los límites por la acción de hormonas que controlan la absorción, excreción y el metabolismo óseo, tales como la paratiroidea y tirocalcitonina. El calcio en plasma es esencial para la coagulación de la sangre, permeabilidad de la membrana, la excitabilidad neuromuscular, transmisión de impulsos nerviosos y la activación de sistemas enzimáticos (Vieites *et al.*, 2011).

El calcio y el fósforo son los principales minerales utilizados en el desarrollo de las aves de corral principalmente relacionados con el metabolismo, en particular en la

formación de hueso, con 99% del calcio corporal total, y 80 a 85% de fósforo están presentes en los huesos (Vargas *et al.*, 2004). El aumento del fósforo puede ser visto en casos graves de daño renal debido a hipervitaminosis por vitamina D, hiperparatiroidismo secundario nutricional e hipoparatiroidismo, falsos aumentos pueden ocurrir en muestras hemolizadas (Franco *et al.*, 2009).

Los aminoácidos tienen un grupo amino que está unido al carbono contiguo al grupo carboxilo, diferenciándose por sus cadenas laterales. Son 20 los  $\alpha$ -aminoácidos: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, glutamina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina, valina, Estos son los aminoácidos que se incorporan a las proteínas para formarlas, otros al encontrarse en exceso son precursores, la metionina puede formar cistina cuando la primera se encuentra en exceso; los aminoácidos a su vez se clasifican en no esenciales y esenciales (Mathews *et al.*, 2002).

La metionina es el primer aminoácido limitante para las aves, por ser donadora de radicales metil necesarios en la biosíntesis de colina, creatinina, poliaminas, epinefrina y melatonina que son componentes corporales fundamentales para el crecimiento normal de los animales (Castro *et al.*, 2011). El cuerpo puede transformar la metionina a cistina, este catabolismo puede ser útil en los momentos en que hay excesos de metionina en el organismo y superar las deficiencias de cistina. La cistina participa en la estructura de muchas proteínas como la insulina, las inmunoglobulinas y la queratina, interconectando las cadenas polipeptídicas por puentes disulfuro (Corrêa *et al.*, 2006).

La lisina es considerada un aminoácido esencial porque es sintetizada en los tejidos en cantidades insuficientes para atender las necesidades de las aves, obligando al uso de lisina preformada presente en la proteína intacta del alimento o en fuentes sintética como L-lisina HCL. Este aminoácido es considerado como el patrón para determinar los requerimientos de los demás aminoácidos esenciales a la hora de formular una dieta utilizando el concepto de proteína ideal, lo que corresponde al perfil teóricamente exacto de aminoácidos digestibles en la dieta,

que contribuye a la reducción de nitrógeno excretado y a mejorar el desempeño zootécnico de las aves (Moura *et al.*, 2007). Según Ribeiro *et al.*, (2003) la lisina también juega un papel importante en el cuerpo participando en la síntesis de la carnitina, que opera en el transporte de ácidos grasos para la  $\beta$ -oxidación en la mitocondria, la formación de la matriz ósea en animales jóvenes y en el crecimiento muscular.

## METODOLOGÍA

La metodología propuesta correspondió a un proyecto de investigación aplicada, relacionado con la alimentación, nutrición y salud animal; el experimento se realizó en la Unidad de Codornices de la Granja Barcelona y en el laboratorio de la Clínica Veterinaria del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia perteneciente a la Universidad de los Llanos. Esta institución se encuentra a 465 msnm, con una humedad relativa del 85%, temperatura promedio de 25.6°C, y una precipitación anual entre 1830 y 3568 mm (Silva *et al.*, 2013).

Se utilizaron 36 codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) en fase de postura con 45 días de edad, en un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos, cuatro repeticiones y tres aves por unidad experimental, las cuales fueron alojadas en un galpón cerrado con techo de zinc, ubicadas en baterías de jaulas, elaboradas con alambre galvanizado, que constan de cinco pisos con tres divisiones, dotados de comederos convencionales y bebederos automáticos.

Las raciones eran granuladas y estaban constituidas por maíz, torta de soya, aceite, suplementos de vitamina y minerales, sal, fosfato bicálcico, carbonato de calcio y material inerte (Tabla 3). El suministro de ración en los comederos fue realizado dos veces al día (7:00 am y 4:00 pm). Estas dietas estaban balanceadas para suplir los requerimientos de fósforo disponible, calcio, sodio, treonina, energía metabolizable y proteína cruda recomendados por Rostagno *et al.* (2005).

Los tratamientos estaban constituidos por raciones isoprotéicas e isoenergéticas (Tabla 3) con dos niveles de suplementación de L-lisina-HCl (0.00 y 0.153%)

resultando en dos dietas con 0.917 y 1,037% de lisina digestible para codornices japonesas en fase de postura, la lisina sintética estaba incluida en sustitución al material inerte de la dieta. con dos niveles de suplementación de DL-metionina (0.00 y 0.121%) resultando en dietas con 0.274 y 0.394% de metionina digestible para codornices japonesas en fase de postura, quedando tres tratamientos: dieta basal, ración con lisina y ración con metionina.

**Tabla 3.** Ración experimental para codornices japonesas en fase de postura y composición nutricional

Ingredientes	Dieta Basal 100k	Ración con Lisina	Ración con Metionina	Nutrientes (%)	Testigo	Ración con Lisina	Ración con Metionina
Maíz	56.772	56.772	56.772	Proteína bruta	19.61	19.61	19.61
Torta de soya	31.98	31.98	31.98	Fósforo disponible	0.304	0.304	0.304
Fosfato Bicálcico	1.09	1.09	1.09	Sodio	0.196	0.196	0.196
Carbonato de calcio	6.664	6.664	6.664	Calcio	2.50	2.50	2.50
Aceite vegetal	1.61	1.61	1.61	Fibra cruda	2.7	2.7	2.7
Vitamix	0.5	0.5	0.5	Lisina	0.917	1.037	0.917
Sal	0.45	0.45	0.45	Metionina	0.274	0.274	0.394
L- Lisina HCL	0.00	0.153	0.00	Treonina	0.643	0.643	0.643
DL- Metionina	0.00	0.00	0.121	Energía Metabolizable kcal/kg	2791	2791	2791
Material inerte	0.934	0.934	0.934				

### Toma de muestras

La técnica utilizada fue la obtención a través de la vena yugular (en el lado derecho del cuello del ave) debido a su fácil localización; la aguja se alinea con la vena yugular teniendo la precaución de introducirla primero dentro de la piel y luego en la vena, el bisel hacia arriba dirigiéndose hacia la cabeza para aprovechar la sangre que corre de regreso hacia el corazón, lo cual facilita la extracción de la sangre en la jeringa; si la guja se encuentra dentro de la vena, la jeringa se llena de sangre con un mínimo jalón al succionarla; si el embolo se jala con demasiada fuerza, se crea suficiente presión negativa haciendo que la vena

sufra un colapso y pare la entrada de la sangre en la aguja. La sangre fue extraída lentamente hacia la jeringa para evitar dañar las células sanguíneas, luego se extrajo la aguja de la vena y se realizó presión con el dedo sobre el sitio de la venopunción para promover rápida coagulación (Grieve, 2013).

Las muestras de sangre se almacenaron en un tubo vial con anticoagulante (EDTA), para obtener los parámetros hemáticos éstas fueron procesadas en el Laboratorio Clínico Veterinario de la Universidad de Los Llanos y las de química sanguínea se procesaron en un analizador de sangre portátil EPOC® para uso Veterinario.

El método estadístico aplicado en este experimento fue bajo un diseño completamente al azar realizando un análisis de varianza, media y coeficiente de variación, mediante en el software de análisis estadístico Statistical Analysis System, (2000), para cada parámetro evaluado como: Hematología sanguínea. 1- Hematocrito, conteo total de: eritrocitos, hemoglobina, reticulocitos, linfocitos y recuento diferencial de leucocitos e índice eritrocitario. 2-Química sanguínea: glucosa, lactosa, calcio, potasio, sodio y gasometría venosa.



**Fotografía 1.** Distribución de las unidades experimentales

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Hematología

El comportamiento de los parámetros hematológicos de las codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) alimentadas con tres tratamientos diferentes (dieta basal, ración con lisina y con metionina) indicaron que no fueron afectados ( $P>0.05$ ) excepto para el recuento diferencial de leucocitos, aumentándose ( $P<0.05$ ) su número por el uso de lisina como suplemento en ración (Tabla 4 y Gráfica 1).

**Tabla 4.** Parámetros de hematología en sangre de codornices japonesas suplementadas con aminoácidos sintéticos

Parámetro	Ración Basal	Lisina	Metionina	Promedio	P*	CV
Erit ( $0^6/\text{mm}^3$ )	2.475	3.063	3.313	2.95	NS	25.41
Hgb (g/dl)	8.88	9.28	9.25	9.13	NS	8.75
HTC (%)	40.25	38.25	38.75	39.08	NS	12.10
VCM (fl)	164.25	114.13	126.00	134.79	NS	25.91
Tromb ( $10^3/\text{mm}^3$ )	16.00	18.88	19.50	18.17	NS	18.62
Leuc ( $10^3/\text{mm}^3$ )	106.75 <sup>b</sup>	122.00 <sup>a</sup>	96.00 <sup>b</sup>	108.25	S	11.13
Het ( $10^3/\text{mm}^3$ )	55.7	61.3	53.1	56.7	NS	15.20
Linf ( $10^3/\text{mm}^3$ )	34.4	51.5	40.6	42.17	NS	21.98
Eos ( $10^3/\text{mm}^3$ )	7.7	8.2	6.0	7.3	NS	28.23
Mon ( $10^3/\text{mm}^3$ )	5.0	6.5	5.6	5.7	NS	18.62
Bas ( $10^3/\text{mm}^3$ )	2.4	2.7	2.2	2.43	NS	33.55

Erit: Eritrocitos. Hgb: Hemoglobina. HTC: Hematocrito. VCM: Volumen corpuscular medio. Tromb: Trombocitos. Leuc: Leucocitos. Het: Heterófilos. Linf: Linfocitos. Eos: Eosinófilos. Mon: Monocitos. Bas: Basófilos.\*NS: no significativo. S: significativo. CV: Coeficiente de variación. Se aplicó la prueba de Tukey ( $P<0.05$ ).

Los estudios hematológicos de las codornices son de interés veterinario y zootécnico, ya que a través de ellos se determina el estado nutricional y de salud de estas, y más aún, cuando los factores ambientales hacen que cada población presente sus propios parámetros según el lugar, y tipo de manejo. Corredor y

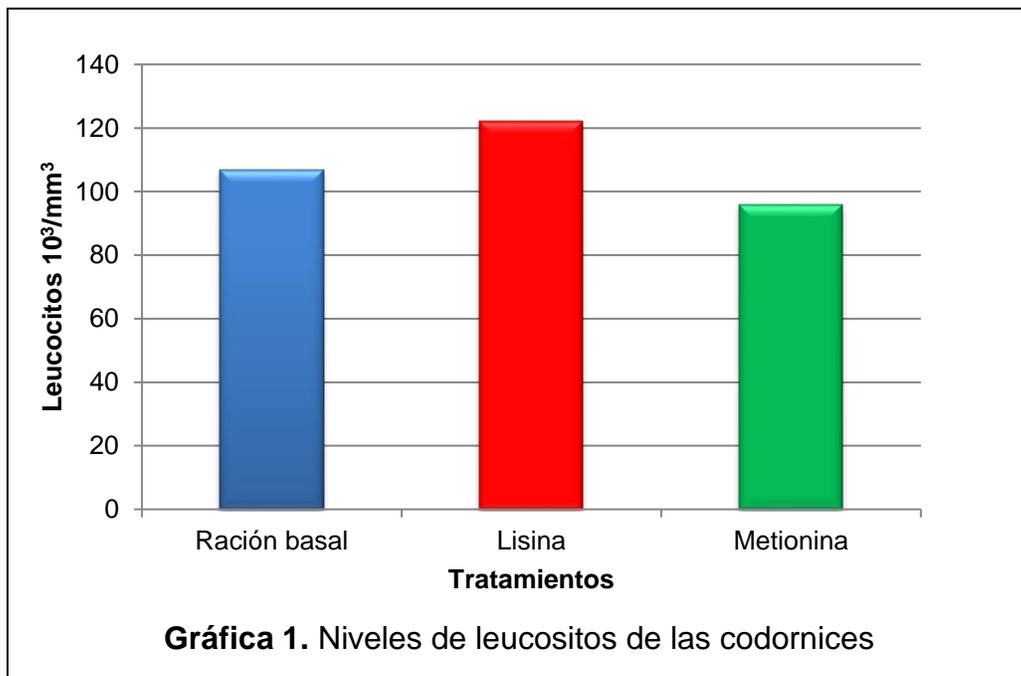
Rodríguez, (2010) indican que al manejar parámetros hemáticos y séricos de cualquier especie, se deben considerar que los métodos de captura, restricción (física y química) y de obtención de muestras, tienen efectos sobre los valores de estos parámetros. Igual influencia puede tener el tiempo de persecución para la toma, la temperatura ambiental, el comportamiento del animal, factores que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados.

Se puede observar aumento de los leucocitos ( $P < 0.05$ ), principalmente en los heterófilos para la ración basal, lisina y metionina ( $55.7$ ,  $61.3$  y  $53.1 \times 10^3/\text{mm}^3$  respectivamente), estos valores son mayores al compararlos con estudios realizados por Shivazad *et al.*, (2013) quienes obtuvieron  $20.25\%$  con  $1.0\%$  de lisina en dietas para codornices, y con los de Bouyeh, (2012) quien reportó  $34.75\%$  de heterófilos en pollos de engorde. Sandoval *et al.*, (2003) determinaron un aumento en heterófilos/linfocitos (H/L) y en el índice morfométrico bursal, los cuales fueron catalogados como indicadores de estrés crónico en pollos de engorde, estando asociados a situaciones en que las aves sufren de manera intensa estrés en breves lapsos de tiempo, por ejemplo en el momento de tomar las muestras sanguíneas, produciendo una leucocitosis fisiológica, sin que esté asociado a un proceso patológico, también se puede presentar liberación de epinefrina al torrente circulatorio manifestando excitación, temor, dolor y crisis convulsivas. Esta liberación aumenta el flujo sanguíneo y provoca heterofilia a partir del compartimiento marginal (Adeyemo *et al.*, 2010; Sandoval *et al.*, 2003).

El conteo de eosinófilos y basófilos fue similar para todos los tratamientos ( $P > 0.05$ ) ( $7.3 \pm 0.56 \times 10^3/\text{mm}^3$  y  $2.43 \times 10^3/\text{mm}^3$ ), resultados que concuerdan con los de Nordi *et al.*, (2007) y con los de Aengwanich y Chinrasri, (2003) quienes trabajaron con codornices japonesas alojadas en jaulas.

Según Gálvez *et al.*, (2009) hay cinco tipos de células blancas en aves: 1- heterófilos, eosinófilos y basófilos son conocidos como granulocitos por que poseen gránulos en su citoplasma; muchos granulocitos aviares poseen un núcleo polimórfico semejante a los granulocitos mamíferos; todas estas células se producen en la médula ósea y, 2- linfocitos y monocitos, conocidos como

leucocitos mononucleares, estos últimos son semejantes a los de los mamíferos y se pueden diferenciar de otros leucocitos, tal como linfocitos, por su citoplasma más abundante y algunas veces la presencia de vacuolas citoplasmáticas. Estos dos tipos de células tienen un sólo núcleo sin gránulos en su citoplasma. La variabilidad en las cuentas leucocitarias puede ocurrir debido al método utilizado, colección de la muestra y preparación, así como la utilización correcta de parámetros como el tiempo y la temperatura.



La concentración de eritrocitos ( $2.95 \pm 0.054 \times 10^6/\text{mm}^3$ ) fue similar en los tres tratamientos ( $P > 0.05$ ) (Tabla 4) concordado con los estudios realizados por Rosa *et al.*, (2011) quienes determinaron valores hematológicos y de proteína total en codornices a 25.5°C. Según Hernández, (2006) los eritrocitos son nucleados, biconvexos y ovals, la morfología difiere de los mamíferos por su forma ovalada y presencia de núcleo en las células maduras, el cual es de forma oval o redondo en posición central con cromatina condensada, siendo abundante en el citoplasma. Entre las funciones de los eritrocitos está el transporte de hemoglobina llevando oxígeno desde los pulmones a los tejidos, intervienen en el transporte de anhídrido carbónico y participan en la regulación del pH (Andrade, 2009).

Los valores de hemoglobina (9.13 g/dl) (Tabla 4) fueron similares ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, siendo muy semejantes a los encontrados por Ocampo *et al.*, (2012) en un estudio con pollos de engorde de la línea Coob-Vantres, bajo las condiciones estándares de alimentación y manejo de cada línea en granjas tecnificadas, en altitudes menores de 500 msnm. La hemoglobina es una proteína globular, que está presente en altas concentraciones en los glóbulos rojos y se encarga del transporte de  $O_2$  del aparato respiratorio hacia los tejidos periféricos; y del transporte de  $CO_2$  y protones ( $H^+$ ) de los tejidos periféricos hasta los pulmones para ser excretados (Brandan *et al.*, 2008).

El hematocrito (HCT) ( $39.08 \pm 0.7\%$ ) (Tabla 4), tampoco muestra variación ( $P>0.05$ ) siendo similar al resultado obtenido por Nordi *et al.*, (2007) en codornices confinadas en jaulas de 45 x 60 x 26.5 cm, cuyo trabajo tenía el propósito de diagnosticar el grado de bienestar de codornices japonesas en dos sistemas de crianza. El hematocrito es un factor clave que influye en el flujo de la sangre y la distribución de ésta dentro de los diferentes lechos vasculares de la circulación, por lo tanto, la regulación de HCT es de importancia crítica en la eficacia final de la perfusión y la oxigenación de los tejidos Andrewartha *et al.*, (2011). En la medición del volumen corpuscular medio (VCM) ( $134.79 \pm 8.64$  fl) no se observaron cambios ( $P>0.05$ ) siendo estos valores similares a los encontrados por Islam *et al.*, (2004) en pollos de línea Assil de tres meses de edad, en Bangladés.

Las dietas evaluadas no afectaron ( $P>0.05$ ) el conteo de trombocitos en sangre ( $18.17 \times 10^3/mm^3$ ), según Claver, (2005) estas células tienen una función parecida a las plaquetas de mamíferos en los procesos hemostáticos, donde se adhieren entre sí y agregan en el sitio de una injuria vascular formando un tapón hemostático, sin embargo, a diferencia de las plaquetas, no sólo poseen núcleo sino también una variada gama de organelos, entre los cuales se destaca un desarrollado lisosoma; no hay megacariocitos en la médula ósea de las aves por lo que se originan de precursores nucleados. Los trombocitos son el tercer tipo de células que más se encuentra en la sangre aviar y son participantes activos en la coagulación, además, tienen la habilidad de fagocitar material extraño (bacterias) y

ser capaces de llevar oxígeno como los eritrocitos si una condición anémica extrema así lo exige (Gálvez *et al.*, 2009).

### Química sanguínea

En la medición correspondiente a química sanguínea (Tabla 5) los niveles de glucosa no se afectaron por los tratamientos ( $P>0.05$ ) concordando con los obtenidos por Bardai *et al.*, (2005) de  $293.4 \pm 1.0$  mg/dL en codornices japonesas. El lactato tampoco cambió ( $P>0.05$ ), similar a los resultados reportados por Butkauskas *et al.*, (2006) quienes trabajaron con lactato en codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), siendo este componente el resultado de la reducción del piruvato al ser este catalizado por la enzima lactato deshidrogenasa, así pues al haber liberación de lactato en la sangre, este puede ser captado con facilidad por el corazón que lo oxida como combustible; parte del lactato que se produce entra en el hígado en donde se oxida a piruvato, el cual participa en el proceso de gluconeogénesis para generar glucosa que se devuelve al torrente sanguíneo y se capta por el músculo para generar las reservas de glucógeno (Mathews *et al.*, 2002).

**Tabla 5.** Parámetros de química en sangre de Codornices Japonesas suplementadas con aminoácidos sintéticos

Parámetro	Ración Basal	Lisina	Metionina	Promedio	P*	CV
Glucosa (mg/dl)	287.50	297.00	307.75	297.42	NS	10.01
Lactato (mmol/L)	3.73	3.29	3.77	3.59	NS	11.56
Ca (mmol/L)	0.51	0.54	0.65	0.56	NS	17.77
K (mmol/L)	3.95	2.83	3.00	3.26	NS	24.76
Na (mmol/L)	144.75	152.50	151.75	149.67	NS	7.79

Ca: calcio. K: potasio. Na: sodio. \*NS: no significativo. S: significativo. CV: Coeficiente de variación

Los tratamientos evaluados no causaron diferencias ( $P>0.05$ ) en los niveles de calcio en sangre (Tabla 5), obteniendo resultados menores (0.56 mmol/L) a los a

los de Babangida y Ubosi, (2005) (1.52 mmol/L). Los síntomas de la deficiencia de calcio causan cáscaras de huevo delgadas, pérdida del apetito, debilidad en las patas, fatiga y osteoporosis, de manera similar al caso de las gallinas, una deficiencia de éste mineral en la dieta de codornices causa disminución en la producción de huevos (Sultana *et al.*, 2007). Cabe destacar que en ningún momento durante este estudio la población de codornices presentó los síntomas anteriormente nombrados, ni hubo una disminución en su postura.

Los niveles de potasio y sodio (Tabla 5) observaron no cambió entre tratamientos ( $P>0.05$ ), en promedio 3.26 y 149.67 (mmol/L), siendo estos valores similares a los obtenidos por Bardai *et al.*, (2005) ( $3.29 \pm 0.5$  mmol/L y  $144.4 \pm 3.6$  mmol/L). La importancia del potasio radica en que es el tercer elemento más abundante del cuerpo del animal y el principal catión intracelular, participa en los procesos para la homeostasis del cuerpo, como el equilibrio ácido-base, regulación de la presión osmótica, el desarrollo de los potenciales de membrana de las células (la transmisión nerviosa, la actividad muscular, la función cardíaca), la activación de numerosas enzimas intracelulares, y la absorción de glucosa y aminoácidos y de transporte (Oliveira *et al.*, 2005). El sodio es el principal catión en el líquido extracelular y está estrechamente asociado con el cloruro y bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) en la regulación del equilibrio ácido-base, también es esencial para la síntesis de proteínas en los tejidos, reacciones enzimáticas y la presión osmótica (Zakaria *et al.*, 2009).

### **Gasometría venosa**

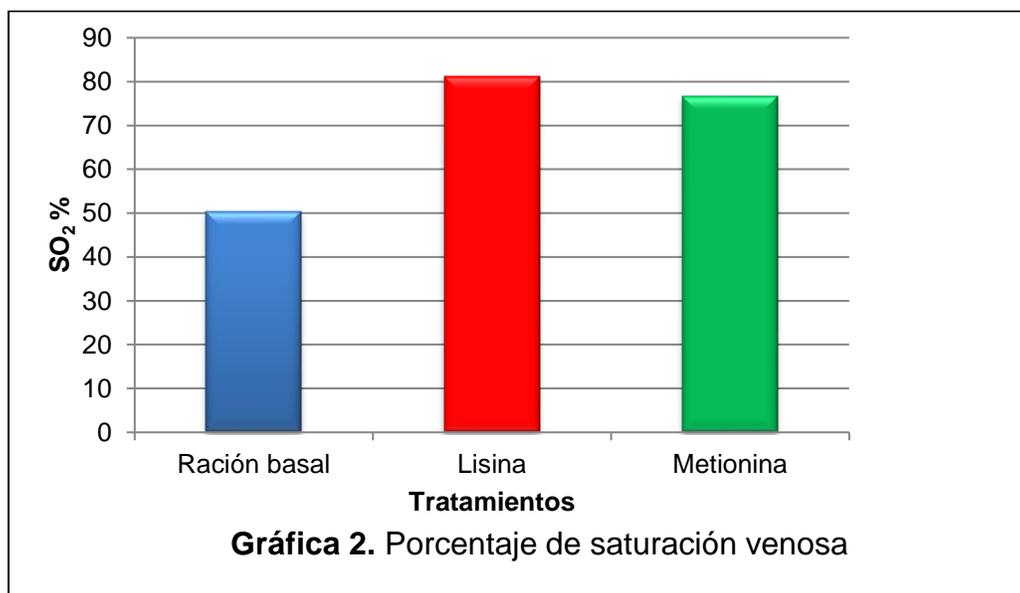
Los niveles de saturación venosa de oxígeno ( $\text{SvO}_2$ ) en la ración basal fueron más bajos ( $P<0.05$ ) respecto a la ración de lisina y de metionina (Tabla 6 y Gráfica 2), 50.23; 76.70 y 81.20%, respectivamente. La medición de la saturación venosa de oxígeno sirve para determinar la cantidad de oxígeno que retorna al corazón y los pulmones (Carrillo *et al.*, 2007). Las dietas evaluadas no afectaron ( $P>0.05$ ) los niveles de bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ), electrolito que es esencial en la unión del hierro a la transferrina para que éste sea transportado en la sangre; contribuye al mantenimiento del pH interno, también es de gran utilidad para la neutralización de

protones a nivel sanguíneo, ya que el  $\text{HCO}_3^-$  es convertido en  $\text{CO}_2$ , y cuando hay hidrogeniones en la orina, mediante su unión se produce ácido carbónico, y en presencia de la enzima anhidrasa carbónica, se disocia en agua y  $\text{CO}_2$ , que se difunde pasivamente hacia el interior de la célula tubular en donde es reconvertido en bicarbonato en presencia de la misma enzima, y devuelto a la circulación sanguínea (Diaz *et al.*, 1997). Tampoco en la medición del pH (Tabla 6) se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ), resultados que son similares al obtenido por Gálvez *et al.*, (2009), en pollos de engorde a 2.600 metros sobre el nivel del mar ( $7.50 \pm 0.05$  vs 7.61).

**Tabla 6.** Gasometría venosa de Codornices Japonesas suplementadas con aminoácidos sintéticos

Parámetro	Ración Basal	Lisina	Metionina	Promedio	P*	CV
$\text{HCO}_3^-$ (mmHg)	26.63	25.23	24.90	25.58	NS	20.77
SvO <sub>2</sub> (%)	50.23 <sup>b</sup>	81.20 <sup>a</sup>	76.70 <sup>a</sup>	69.38	S	14.73
PvCO <sub>2</sub> (mmHg)	41.33	36.10	35.95	37.79	NS	16.27
pH	7.33	7.45	7.61	7.46	NS	2.10

$\text{HCO}_3^-$ : Bicarbonato, SvO<sub>2</sub>: saturación venosa de oxígeno. PvCO<sub>2</sub>: Presión de dióxido de carbono en sangre venosa periférica.\*NS: no significativo, S: significativo.CV: Coeficiente de variación. Letras distintas en la misma línea indican diferencia significativa por la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).



## CONCLUSIONES

La suplementación con niveles de 0.153% de L-lisina-HCL en dietas para codornices japonesas en fase de postura, favorece el sistema inmune porque se incrementaron los leucocitos los cuales previenen la aparición de patologías que afectan los sistemas productivos. También la suplementación de aminoácidos sintéticos L-lisina-HCL y DL-metionina aumentan el porcentaje de saturación de oxígeno en sangre, lo cual es importante para el intercambio gaseoso en los tejidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adeyemo G., Ologhobo A., Adebisi O. The effect of graded levels of dietary methionine on the hematology and serum biochemistry of broilers. *International Journal of Poultry Science*. 9, (2): 158-161. 2010.
2. Aengwanich W., Chinrasri O. Effect of dexamethasone on differential white blood cell counts and heterophil/lymphocyte ratio in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 25, 183-189. 2003.
3. Andrewartha S.J., Tazawa H., Burggren W.W. Hematocrit and blood osmolality in developing chicken embryos (*Gallus gallus*): in vivo and in vitro regulation. *Respiratory physiology & neurobiology*. 179, (2): 142-150. 2011.
4. Ashraful K. Blood chemistry analyses of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Scholarly Journal of agricultural Science*. 3, (4): 132-136. 2013.
5. Babangida S., Ubosi C. Effects of varying dietary protein levels on the performance of laying Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in a semi-arid environment. *J. Animal Production*. 33, (1): 45-52. 2005.
6. Bardai G., Sunahara G., Spear P., Martel M., Gong P., Hawari J. Effects of dietary administration of CL-20 on Japanese quail *Coturnix coturnix japonica*. *Archives of environmental contamination and toxicology*. 49, (2): 215-222. 2005.
7. Borges S., Da Silva A.F., Ariki J., Hooge D., Cummings K. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. *Poultry Science*. 82, (2): 301-308. 2003.
8. Bouyeh M. Effect of excess lysine and methionine on immune system and performance of broilers. *Ann. Biol. Res*. 3, 3218-3224. 2012.
9. Brandan N., Aguirre M., CE G. Hemoglobina. *Catedra de Bioquímica - Facultad de Medicina*. Universidad Nacional del Nordeste Argentina, 2008.
10. Butkauskas D., Sruoga A., Tubelytė-Kirdienė V., Mozalienė E., Paulauskas A. Enzyme polymorphism in two Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) lines with different concentrations of plasma lactate. *Acta Zoologica Lituanica*. 16, (3): 177-184. 2006.
11. Cando M., *Química Sanguínea*, 2010. Recuperado 29 de Septiembre 2013, Disponible En: <http://www.actiweb.es/veterinarianorton/archivo9.pdf>
12. Carrillo R., Núñez J.J., Carrillo J.R. Saturación venosa central. *Conceptos actuales*. *Revista mexicana de anestesiología*. 30. 165-171. 2007.

13. Castro S.d.F., Alves B.D., Carrera J.C., Bertechini A.G., Borges L.S., Pinto A.A.J. Relação metionina e colina dietética sobre o desempenho de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. *Ciência Animal Brasileira*. 12, (4): 635-641. 2011.
14. Claver J. El trombocito aviar. *InVet*. 7, (1): 139-146. 2005.
15. Corrêa G., Silva M., Corrêa A., Almeida V., Fontes D., Torres R., Dionello N., Freitas L., Ventura R., Paulo A. Exigência de metionina+ cistina total para codornas de corte em crescimento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 58, (3): 414-420. 2006.
16. Corredor J.R., Rodríguez J.A. Hematic and metabolic study of chiguiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in captivity. *Orinoquia*. 14, 95-109. 2010.
17. Diaz J., Fernández M.T.z., Paredes F. Aspectos básicos de bioquímica clínica. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España. 1997.
18. Franco G., Hoyos L., Ramírez G.F., Correa A.M. Hallazgos hematológicos y química sanguínea en Amazona amazónica y Amazona ochrocephala cautivas de la reserva forestal Torre Cuatro. *Boletín científico de museos de historia natural*. 13, (2): 63-77. 2009.
19. Gálvez C., Ramírez G., Osorio J. El laboratorio clínico en hematología de aves exóticas. *Biosalud*. 8, 178-188. 2009.
20. Grieve D., Manera apropiada de extraer y de manipular las muestras de sangre y de suero en las aves. 2013. Recuperado 29 de Octubre 2013. Disponible En: [http://www.microclin.com/archivos/toma\\_de\\_muestras\\_de\\_sangre\\_y\\_suero\\_en\\_aves\\_Dr\\_D\\_Grieve.pdf](http://www.microclin.com/archivos/toma_de_muestras_de_sangre_y_suero_en_aves_Dr_D_Grieve.pdf)
21. Hurtado V.L., Corredor L.F., Torres-Novoa D.M. Grano de soya integral cocido en la alimentación de codornices. *Orinoquia*. 14, 27-32. 2010.
22. Islam M., Lucky N., Islam M., Ahad A., Das B., Rahman M.M., Siddiui M. Haematological parameters of Fayoumi, Assil and local chickens reared in Sylhet region in Bangladesh. *International Journal of Poultry Science*. 3, (2): 144-147. 2004.
23. Mathews C., Holde K., Ahem K. Introducción a las proteínas: nivel primario de la estructura proteica. Capítulo 5. Metabolismo de los hidratos de carbonoll: biosíntesis. Capítulo 16. Bioquímica. Madrid, España. 1340 p. 2002.
24. Moura A.M.A.d., Soares R.d.T.R.N., Fonseca J.B., Vieira R.A.M., Couto H.P. Exigência de lisina para codornas japonesas (*Coturnix japonica*) na fase de cria. *Ciênc. agrotec.*,(Impr.). 31, (4): 1191-1196. 2007.
25. Nordi W., Yamashiro K., Klank M., Soares D., Dittrich R., Molento C., Diagnóstico de bem-estar de codornas japonesas utilizando a liberdade sanitária em dois sistemas de criação, 2007. Recuperado 11 de Septiembre 2013. Disponible En: <http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos-cientificos/bioclimatologia-ambiencia/3031-Diagnostico-bem-estar-codornas-japonesas-utilizando-liberdade-sanitria-dois-sistemas-criao.html>
26. Ocampo J., Vásquez M., Cueva S., Ayón M., Lira B., Rodríguez J., Falcón N. Valores eritrocíticos, presión arterial pulmonar y peso del ventrículo derecho en pollos parrilleros de dos líneas comerciales bajo crianza intensiva a nivel del mar. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 23, (4): 406-413. 2012.
27. Oliveira J., Albino L., Rostagno H., Páez L., Carvalho D. Dietary levels of potassium for broiler chickens. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 7, (1): 33-37. 2005.

28. Ribeiro M.L.G., Silva J.d., Dantas M., Costa F.G.P., Oliveira S.d., Jordão Filho J., Silva E.d. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 32, (1): 156-161. 2003.
29. Rosa G.d.A.d., Sorbello L.A., Dittrich R.L., Moraes M.T.T.d., Oliveira E.G.d. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) sob estresse térmico. *Ciência Rural*. 41, 1605-1610. 2011.
30. Rostagno H., Albino L., Donzele J. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa. Minas Gerais, Brazil: Universidade Federal de Viçosa. 186 p. 2005.
31. Sandoval G.L., Terraes J., Revidatti J.C., Fernández R., Gauna C., G M. Hematocrito, relación heterófilo-linfocito e inmovilidad tónica en pollos con estrés psico-físico crónico criados en jaulas. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. 26, (1-3): 2003.
32. Shivazad M., Moravvej H., Zare-Shahneh A. Effect of dietary lysine on performance and immunity parameters of male and female Japanese quails. *African Journal of Agricultural Research*. 8, (1): 113-118. 2013.
33. Silva A., Zuluaga A., Roa M. Evaluación de la utilización de *Cratylia argentea* como suplemento en dietas para pollos de engorde. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*. 4, (1): 144-152. 2013.
34. Statistical Analysis System I.S., *User's Guide Statistics*, 2000.
35. Sultana F., Islam M., Howlider M. Effect of dietary calcium sources and levels on egg production and egg shell quality of Japanese quail. *International Journal of Poultry Science*. 6, (2): 131-136. 2007.
36. Tobón F.A., Román M.O., Molina S., Bothert J.P. Determinación del perfil de ácidos grasos de la secreción de la glándula uropigial de la *Coturnix coturnix japonica* (codorniz doméstica). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 15, (2): 169-179. 2009.
37. Vargas J., Albino L.F.T., Rostagno H.S., Gomes P.C., Cupertino E.S., Carvalho D.C.O., Silva M., Pinto R. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 7 a 12 semanas de idade. *Rev Bras Zootecn*. 33, 936-946. 2004.
38. Vega E., Figueredo J. Parámetros hemáticos por sexos de codornices (*Coturnix japonica*) mantenidas bajo las condiciones reguladas para pruebas ecotoxicológicas. *Revista de Salud Animal*. 27, (1): 59-61. 2005.
39. Vieites F., Fraga A., Moraes G., Vargas Junior J., Nalon R., Corrêa G., Nunes R. Cálcio, fósforo e proteína total no sangue de frangos de corte em função de níveis de balanço eletrolítico da ração. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 63, (4): 887-894. 2011.
40. Zakaria H., Tabbaa M., Alshawabkeh K., Altaif K. The effect of dietary sodium bicarbonate on performance and blood parameters of broiler chickens and local Balady breed inoculated with *Salmonella gallinarum*. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 18, (2): 335-347. 2009.

## **Anormalidades y patologías odontológicas en los equinos**

### **Dental abnormalities and diseases in horses**

Gutiérrez Martínez Daniel Mauricio<sup>1</sup> e Iregui Iregui Alberto<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>MVZ, UNILLANOS y <sup>2</sup>MVZ, Esp (c)MSc. Docente Programa de Licenciatura en  
Producción Agropecuaria UNILLANOS

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

Recibido 11 de Diciembre 2015, Aceptado 26 de Mayo 2016

### **RESUMEN**

Los problemas dentales en los equinos son de gran importancia en la práctica veterinaria, puesto que, sí no son tomados en cuenta se puede estar incurriendo en dificultades mayores que provocan grandes daños digestivos en el animal, comprometiendo su salud. Este trabajo se enfocó en estudiar y analizar los problemas odontológicos que presentan los equinos estabulados en fincas de Villavicencio, Meta, Colombia. Inicialmente se describieron las anomalías y patologías dentales, y una vez diagnosticados se instauraron los tratamientos de acuerdo al problema encontrado, además se realizó la estimación de la prevalencia de casos clínicos y subclínicos. Se encontró que el 100% de los equinos evaluados presentaron alguna patología odontológica, y apenas el 53% de los propietarios accedió a realizar alguna parte del tratamiento recomendado, se destaca que el resultado de los tratamientos, mejoraron el peso del animal en 9% en un periodo de dos meses, así como su manejo con la rienda; el sarro y cálculo dental son la segunda patología más frecuentes en equinos después de las espículas dentales u odontofitos. Además se observó en los equinos una relación braquignatismo, problemas comportamentales, y de rienda, sin importar cuál sea la actividad que se realice con el equino.

**Palabras clave:** Odontofitos, cálculo dental, prognatismo, braquignatismo, haba.

## ABSTRACT

Dental problems in horses are of great importance in veterinary practice, because if they are taken into account may be incurring higher digestive difficulties caused great damage to the animal, compromising their health. This work was focused on studying and analyzing the dental problems presented in horses stabled in farms of Villavicencio city, Meta, Colombia. Initially abnormalities and dental pathologies were described, and once diagnosed the treatments were initiated according to the problem found, moreover was performed to estimate the prevalence of clinical and subclinical cases. It was found that 100% of those tested showed some equine dental pathology, and only 53% of owners agreed to make some part of the recommended treatment, is highlighted that the result of the treatments, improved animal weight 9% in a period of two months, well as its management with reins; tartar and dental calculus are the second most common dental pathology in horses after spicules or odontophytes. It was further noted in horses one brachygnathism, behavioral problems, and rein relationship, no matter what the activity done with the horse.

**Keywords:** Odontophytes, dental calculus, prognathism, brachygnathism, bean.

## RESUMO

Os problemas dentários em cavalos são de grande importância na prática veterinária, porque sim não são tomados em consideração se pode estar causando maiores dificuldades digestivas que causou grande dano ao animal, comprometendo a sua saúde. Este trabalho se concentrou em estudar e analisar os problemas dentários que ocorrem em cavalos estabulados em fazendas no Villavicencio, Meta, Colombia. Inicialmente anormalidades e patologias odontológicas foram descritos, e os tratamentos foram iniciados uma vez diagnosticado de acordo com o problema encontrado, além foi estimado da prevalência de casos clínicos e subclínicos. Verificou-se que 100% dos equinos que foram testados mostraram alguma patologia dentária, e apenas 53% dos proprietários concordaram em fazer alguma parte do tratamento recomendado, é

salienta que o resultado dos tratamentos, melhoradas peso do animal 9% num período de dois meses, e manipulação de as rédeas; tártaro e cálculo dentário são o segundo patologia dental mais comum em cavalos após espículas ou odontofitos. Foi ainda observado em cavalos, uma relação braquygmatismo, problemas comportamentais, e rédea, não importa o que a atividade feita com o cavalo.

**Palavras-chave:** Odontófitos, cálculo dentário, prognatismo, braquygmatismo, feijão.

## INTRODUCCIÓN

Los problemas dentales en los equinos son de gran importancia en la práctica veterinaria, que en la mayoría de casos no son tomados en cuenta, lo cual puede conllevar a dificultades mayores que provocan grandes daños en el animal; estos problemas se pueden relacionar con la aprehensión de alimentos, mala masticación y deglución, y también con el mal uso de los frenos en el trabajo con los caballos. Es importante resaltar que la aparición de alteraciones dentales afecta de diversas formas la salud y compromete la digestión del animal, por lo tanto este trabajo fue realizado con un enfoque en los problemas odontológicos que se presentan en equinos estabulados en fincas del municipio de Villavicencio, Meta.

### Examen clínico de la boca del equino

Los tejidos blandos se comienzan a evaluar desde que se abre la boca del equino para determinar el color de las mucosas, las cuales en animales sanos se observan brillantes y cubiertas por una película delgada de saliva (Figura 1); esto no necesariamente se tiene que hacer metódicamente sino de manera práctica para no incomodar al equino por tener mucho tiempo la boca abierta sumado a la manipulación. Los factores a tener en cuenta al realizar este examen es la coloración e integridad de las mucosas, y que no evidencie signos de inflamación ni de crecimientos neoplásicos en los labios, encías y espacios interdentes, paladar, carrillos y lengua, valorando además su funcionalidad.

**Periodonto:** Se debe tener claro que el periodonto puede estar inflamado normalmente cuando están mudando los dientes deciduos por los permanentes, esto a la edad de 2.5 a 4.5 años. El periodonto se observa a simple vista y se determina si tiene signos de inflamación (gingivitis), o alguna neoplasia, o herida, o si por el contrario se encuentra normal, para que la evaluación dental sea más relevante, se recomienda realizarla en dos fases la primera, la primera consiste en examinar la integridad, morfología y funcionalidad de los incisivos y los colmillos, en los machos esto se realiza levantando el labio superior para observar los incisivos (101 a 104, 201 a 204, 301 a 304 y 401 a 404) examinando también los premolares, principalmente los superiores pasando una mano entre el carrillo y estos para detectar las espículas dentales u odontifitos, que es la patología dental más común en los equinos estabulados; en la segunda fase se utiliza el abre bocas o espejo oral equino (Figura 2), para poder observar con ayuda de una linterna las anomalías y patologías que se presentan en los carrillos, premolares y molares del equino, el examen va acompañado de una palpación de estas estructuras, teniendo en cuenta que estén todos los dientes, el rasamiento normal, y la integridad y coloración de los mismos, puesto que en el carrillo se pueden ver heridas o laceraciones causadas por las espículas dentales y neoplasias.



**Figura 1.** Membranas mucosas equino sano



**Figura 2.** Equino con espejo oral

Para realizar mejor el examen odontológico en equinos puede ser necesario la tranquilización del paciente, para esto se utiliza acepromazina o xilacina, y dependiendo de las circunstancias puede ir acompañada de un método de restricción como el axial, o se puede usar solo el método de restricción dependiendo el manejo que haya tenido el equino o la nobleza de este.

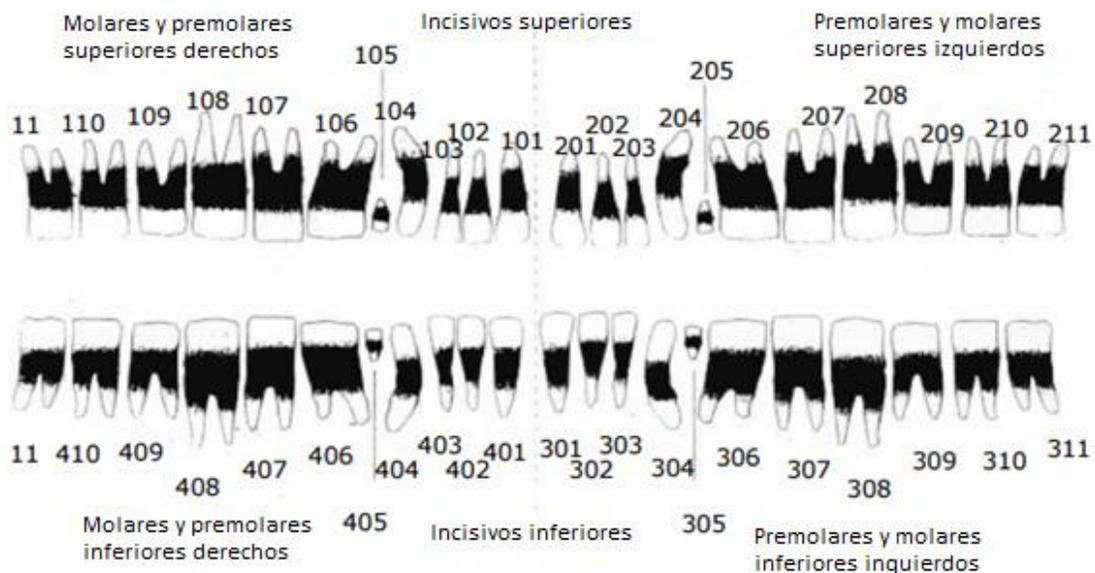
### **Principales anomalías y patologías odontológicas en los equinos**

Los problemas de oclusión son frecuentes, y de dos tipos: 1) Problemas en la formación de la mandíbula, y 2) Problemas únicamente de los incisivos; dentro de los primeros hay dos: braquignatismo (boca de loro), el cual consiste en que la mandíbula inferior es más corta, y el inverso es el prognatismo (boca de mono), mandíbula inferior es más larga (Cruz, 2004). Por otro lado, la mal-oclusión por problemas de los incisivos se dividen en cuatro: 1) boca de sonrisa, como su nombre lo indica los incisivos del equino se observan como si se estuviera riendo, 2) inclinada o diagonal, en ésta los incisivos rasan más de uno de los dos lados y se observan como si cayeran en diagonal, 3) escalera o irregular, su nombre indica que el rasamiento de los incisivos es irregular y estos se observan como si fuera una escalera unos más altos que los otros, y 4) el rasamiento excesivo ocasiona cara de enojo o triste.

### **Anormalidades odontológicas:**

Son casos que no son normales para los equinos, aunque no sean un problema y no son causadas por trauma, mal manejo o un agente infeccioso como las que se van a describir a continuación:

- a) **Diente de lobo:** Es el primer premolar de cada arcada es decir la pieza número cinco según la nomenclatura Triada, según la cual se denominarán 105, 205, 305 ó 405 dependiendo de su ubicación (Dixon, 2002), aunque generalmente sale en la parte superior, entre los 6 y los 18 meses de edad. Este se nombra como anomalía porque suele causar varios problemas entre los que están el dolor intenso, úlceras en la mucosa del carrillo y presión sobre el freno (Cardona y Álvarez, 2010).



**Fuente:** Modificado de Dixon (2002).

- b) **Colmillos en yeguas:** Los colmillos son dientes que salen una sola vez en la vida de equinos y generalmente emergen en machos, en yeguas salen de forma rudimentaria y según Dixon y Dacre, (2005) tiene una incidencia del 27.8%, no se ha encontrado una causa directa pero también se ha observado que las yeguas se tornan agresivas y territoriales (Cardona y Álvarez, 2010).
- c) **Braquignatismo:** La mandíbula inferior más corta que la superior conduce a una sobre mordida; en la mayoría de los casos, el defecto se limita a mal-oclusiones de los incisivos debido al acortamiento del componente rostral de la mandíbula y del espacio interdental.
- d) **Prognatismo:** La situación se invierte al braquignatismo, la mandíbula esta alargada respecto al maxilar, comúnmente se le denomina "belfo".
- e) **Mal-oclusión:** Además del braquignatismo y el prognatismo hay otras cuatro anomalías que se pueden encontrar en el examen clínico: 1) boca de sonrisa, 2) inclinada o diagonal, 3) escalera o irregular, y 4) cara de enojada, en la cual los incisivos se observan como una cara triste o enojada.

- f) **Hipoplasia dental:** Esta anomalía no es muy común pero se observó en un caso el cual tenía hipoplasia de los caninos, pero no tenía ningún problema evidente; este problema es genético y se presenta por un daño en la germinación dental.
- g) **Oligodoncia:** Es la ausencia de uno o varios dientes, la cual suele ser el resultado o la secuela de la enfermedad periodontal o dental; cuando falta un solo diente los dientes vecinos se mueven generando un acortamiento de la arcada, y esto genera una oclusión anormal y cambio en el desgaste de los dientes (Baker y Easley, 2002); cabe resaltar que se debe tener en cuenta que el equino no esté en la edad que muda los dientes deciduos y realizar una radiografía para verificar que se encuentra ausente o si no hubo erupción.

#### **Patologías odontológicas:**

Son aquellas causadas por trauma, manejo, agentes infecciosos o algunas veces se desarrollan por alguna anomalía, que terminan generando una alteración en la morfología y fisiología odontológica del equino.

- a) **Odontofitos:** Es la patología odontológica más frecuente en los equinos, puesto que se ha estimado que el 100% de los animales estabulados la presentan debido al consumo de concentrado, porque el equino realiza más movimientos verticales que laterales, lo cual hace que los bordes vestibulares de las piezas superiores y los bordes linguales de las inferiores no se desgasten apropiadamente generando unas puntas (Dixon y Dacre, 2005), las cuales traumatizan la mucosa de los carrillos y la lengua, causando laceraciones y por ende con el tiempo ulceraciones dolorosas, lo cual genera bastante dolor, disminuyendo la masticación y por ende no se realiza una buena digestión del alimento predisponiéndolo a cólicos, bajando su condición corporal.
- b) **Rampa:** Generalmente es consecuencia de la mala oclusión ya sea el braquignatismo o el prognatismo, generando un desgaste anormal principalmente en los dientes 106, 206, 306 y 406, dependiendo de la

severidad estas rampas que se ubican rostralmente a la mandíbula, transmiten una presión extrema a las articulaciones temporo-mandibulares, y debido a las fuerzas mecánicas provocadas a los segundos premolares inferiores, se puede llegar a crear un diastema, en el cual se queda atrapada la comida, generando con el tiempo una enfermedad periodontal (Johnson y Porter, 2006).

c) **Desgaste anormal en premolares y molares:** Además de las rampas que se presentan hay tres formas de desgaste anormal que son las más comunes:

1. **Desgaste transversal exagerado u ondulaciones:** Este excesivo desgaste se presenta principalmente en los premolares y los molares formándose ondulaciones en su superficie oclusal; en cada diente existen de dos a tres o más de estas ondulaciones, que son creadas por plegamientos del esmalte dental, y en algunos animales con mordida anormal, aumentando estos surcos de manera exagerada en la mandíbula y el maxilar, de tal forma que cuando el animal cierra la boca, las arcadas dentales se traban, impidiendo los movimientos rostro-caudales de la mandíbula, y específicamente de la articulación temporo-mandibular (Dixon y Dacre, 2005); el tratamiento consiste en el limado de estos pliegues.
2. **Desgaste excesivo:** El desgaste excesivo de la cara oclusal de los premolares y molares se da por causas diversas, como vejez y anomalías del desgaste en los incisivos (boca en sonrisa); los caballos presentan un desgaste normal de 2-3 mm por año de los premolares y molares; si bien la reserva de crecimiento reemplaza la superficie gastada, en los animales con edades avanzadas (25 a 30 años) esta reserva se agota y los dientes se desgastan excesivamente (Dixon, 2003). El desgaste excesivo también puede ser causado por la poca dureza de los tejidos dentales, en estos dientes la superficie solo consta de dentina y cemento ya que se ha desgastado el esmalte; los alimentos son comprimidos pero no triturados provocando gastritis y enteritis con pérdida de condición corporal (Cruz *et al.*, 2010).

3. **Boca onda:** Se presenta cuando la superficie oclusal de varios dientes se desgasta en forma irregular y adquieren forma de onda; este defecto es común y con el tiempo empeora si no se corrige, el problema puede observarse en un solo lado o en ambos lados de la boca; su etiología es desconocida, pero se cree que tiene que ver con la diferencia de erupción de los dientes permanentes.
- d) **Sarro dental:** Es la acumulación de sales de calcio y fósforo sobre la superficie dental.
- e) **Calculo:** El sarro no es una patología relevante en los equinos pero el problema es cuando se acumula generando el cálculo dental que puede desarrollar una gingivitis, pero rara vez llevan a la enfermedad periodontal. Los casos severos presentan resorción del hueso y daño del aparato periodontal, siendo más común la enfermedad en los animales viejos (Easley, 2004). Los cálculos suelen afectar los dientes caninos, y se presenta generalmente en la arcada inferior, e inician de un tamaño mínimo y pueden aumentar progresivamente, y cuando están grandes causan úlceras a nivel de los labios; sin embargo, estos cálculos se pueden retirar fácilmente con fórceps (Dixon, 2003).
- f) **Enfermedad periodontal:** La enfermedad periodontal afecta a los equinos de todas las edades, sin embargo, hay mayor incidencia en los caballos viejos, siendo causa de dolor y la pérdida prematura de los dientes (Dixon y Dacre, 2005). La flora bacteriana normal de los equinos son bacterias Gram positivas, pero cuando aumentan las bacterias Gram negativas aeróbicas, anaerobias y espiroquetas dan como resultado procesos inflamatorios con posterior degradación y pérdida de los tejidos más profundos del ligamento periodontal (Klugh, 2005). La enfermedad también puede ser secundaria a los diastemas, a los desplazamientos hacia medial o lateral de los premolares y molares, a los crecimientos dentales excesivos, a las mal-oclusiones, a las anomalías como boca en onda, por lo tanto la corrección del problema primario puede

ayudar en la resolución de la enfermedad periodontal, a menos que se encuentre muy avanzada (Dixon y Dacre, 2005); sus estadios son:

1. Etapa cero, periodonto normal: Se caracteriza por la encía rosada, que se adhiere firmemente a los dientes y se ajusta estrechamente a la arcada dental, la encía se encuentra húmeda, la superficie es lisa y la profundidad del surco gingival es de 5 mm o menos, es decir una encía sana, la cual es mencionada para tener en cuenta los cambios que se van presentando
2. Etapa uno, gingivitis: Se caracteriza por la encía inflamada y rojiza, el surco gingival tiene una profundidad normal, pero puede sangrar en el sondeo.
3. Etapa dos, inicio de la enfermedad periodontal: Se reconoce por la presencia de forraje, desechos de la alimentación retenidos en los espacios que se forman. Esta etapa se caracteriza por la pérdida hasta de un 25% del periodonto, la profundidad de sondaje es superior a 5 mm, la encía se encuentra retraída, ulcerada, el cemento supragingival se degrada, existe pérdida de hueso alrededor de los dientes y la movilidad dental se presenta de forma ligera.
4. Etapa tres, moderada enfermedad periodontal: En esta etapa se encuentran espacios o bolsillos en las piezas dentarias, lesiones de la encía y el epitelio circundante son similares a la etapa anterior, pero aumenta la profundidad de sondaje y a veces supera la longitud de la sonda; esta etapa se caracteriza por la pérdida de un 25 a 50% del periodonto y la pérdida ósea es menor al 50% en torno a la raíz del diente.
5. Etapa cuatro, grave o avanzada enfermedad periodontal: En este caso se observa en el examen clínico retracción gingival severa, ulceración, edema, degradación del cemento supragingival y subgingival, necrosis del epitelio circundante, pudiéndose presentar descarga purulenta, la movilidad dental se encuentra aumentada; esta etapa se caracteriza por la pérdida de un 50% del periodonto, además se observan cambios radiográficos como

pérdida de hueso alveolar en un 50%, desgaste de los ápices, y cambios en la corona y las raíces.

- g) **Diastema:** Es el espacio entre dos dientes. El diastema en los premolares y molares es una de las principales causas de enfermedad periodontal en equinos pero no es muy fácil de identificar aparte de que no es muy común (Rucker, 2006), se debe recordar que en los equinos, todos los dientes de una arcada están muy próximos entre sí, de tal manera que no quedan espacios interdentes que permitan el paso y la acumulación de los alimentos; mientras que el diastema en los incisivos no causa importantes trastornos de aprehensión, si bien, el alimento acumulado genera inflamaciones y retracción gingival, se debe limpiar con un cepillos dos veces por semana para evitar estos problemas. No sobra aclarar que los diastemas más pequeños (de 1mm) se pueden desarrollar en la superficie oclusal en algunos caballos viejos, y generalmente no causan problemas clínicos porque no tienden a atrapar y compactar la comida, cuando los diastemas son más anchos (>5 mm) pueden atrapar comida causando periodontitis y retractación gingival (Collins y Dixon, 2005).
- h) **Fractura de incisivos:** Son ocasionadas generalmente por traumas severos, si no se tratan a tiempo pueden generar caries por problemas infecciosos. Cuando hay una fractura o pérdida de un incisivo el diente opuesto tiende a crecer exageradamente y debe ser limado dos veces al año, de no hacerlo así se desarrollan los llamados “escalones” (Crabill y Schumacher, 1998).
- i) **Incisivo astillados:** Estas son fracturas menores de la superficie oclusal de los dientes incisivos, y se producen debido al comportamiento anormal o los llamados comúnmente “vicios” que tienen algunos caballos, los cuales desgastan de forma anormal los incisivos cuando muerden objetos duros como madera, cemento o metal, lo cual es generado por el estrés de los caballos que se encuentran estabulados.

- j) **Caries:** Es una enfermedad de los tejidos calcificados del diente, resultado de la acción de los microorganismos sobre los hidratos de carbono de la cavidad oral, y se caracteriza por la desmineralización de la parte inorgánica y destrucción subsiguiente de la parte orgánica del diente (Dacre, 2006). Las caries del infundíbulo en los incisivos son raras, pero en los premolares y molares existen en algún grado en la mayoría de caballos de avanzada edad que son examinados; la afección es más común en el infundíbulo debido al relleno incompleto de esta estructura del diente con cemento. Todos los defectos del cemento dentro del infundíbulo, permiten que se acumule en el centro del diente la comida y las bacterias, dándose la fermentación y producción de ácido, lo cual lleva a descalcificación del cemento circundante y con el tiempo se afecta el esmalte y la dentina, pudiéndose provocar abscesos apicales causando sinusitis y tractos fistulosos. Los síntomas de las caries dentales son cambios de la coloración normal del diente, generalmente a color amarillo pardo o pardo negruzco, aspereza y pérdida de sustancia con formación de fosas y cavidades, a veces ocurre fractura espontánea del diente, olor fétido y odontalgia cuando queda al descubierto la pulpa, o pulpitis purulenta, lo cual coincide con trastornos en la masticación caracterizados por una masticación lenta, interrumpida, con salivación y presencia de acumulación de alimento, además la caries puede llegar a producir fistulas dentales (Cruz *et al.*, 2010).
- k) **Haba o hiperplasia del paladar duro:** Esta se genera inmediatamente por detrás del arco formado por los incisivos superiores, originando mucho dolor durante la aprehensión y masticación de los alimentos, es un problema frecuente que genera inapetencia y pérdida de peso progresiva del animal. No todas las palatitis son patológicas; existe una fisiológica que puede presentarse durante la erupción de los incisivos permanentes y la caída correspondiente de los deciduos, alrededor de los dos años y medio (Cruz, 2004), se genera por consumir alimentos muy fibrosos o forrajes muy cortos.

- l) **Heridas:** Son injurias que se presenta en la piel o la mucosa por algún trauma en el paladar, encías, labios, lengua y carrillos, pero los más comunes son las últimas tres.

## **METODOLOGÍA**

Este trabajo se realizó en nueve fincas de Villavicencio, Colombia, realizando exámenes dentales a 32 equinos, 19 machos y 13 hembras con el fin de detectar problemas odontológicos como normalidades y patologías, y de esta manera aplicar los tratamiento adecuados, además se estimó la prevalencia de estos problemas dentales.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Tratamientos realizados**

Las anormalidades y patologías que se nombraron anteriormente fueron las que se encontraron en los equinos que se examinaron en nueve fincas diferentes, es por eso que a continuación se muestra los tratamientos que se propusieron en los pacientes y al final se muestra un análisis estadístico de las patologías y anormalidades odontológicas que se presentaron en los equinos.

### **Profilaxis dental**

Comprende varios procedimientos tales como el limado (Figura 3), el cual se realiza con: 1) lima recta que se mueve de forma craneal a caudal para los premolares y molares inferiores y 2) lima angulada que se hace de forma lateral para los premolares y por la parte medial en los molares superiores, esto con el fin de eliminar y redondear las puntas de esmalte de los premolares y molares (odontofitos), y además con estas limas se pueden eliminar y nivelar las rampas en los primeros premolares dependiendo del caso (106, 206, 306 y 406) (Figura 4) para así eliminar las ondulaciones; es decir que con este procedimiento se corrigen tres patologías, por lo tanto es necesario que se realicé por lo menos dos veces al año, aunque es recomendable por experiencia que el limado se efectuó tres veces al año porque el equino se siente mejor.

### **Nivelación de incisivos**

Esta nivelación se realiza con discos de diamantes o con cualquier tipo de fresa que se maneja dentro de la profilaxis dental, es relativamente sencillo para nivelar el desgaste y la oclusión de incisivos con este procedimiento se pueden corregir los incisivos astillados, la oclusión en boca de sonrisa, en enojo y los desgastes anormales que se pueden ir generando por el prognatismo y braquignatismo. En los equinos estabulados este procedimiento se debe realizar una vez al año, puesto que estos ejemplares no usan sus incisivos.



**Figura 3.** Limado de premolares y molares



**Figura 4.** Profilaxis de los incisivos con fresa

### **Tratamiento para dientes fracturados**

Las fracturas dentales se pueden restaurar con resinas de fotocurado, o también con amalgama dental que son los mismos procedimientos que se realizan en humanos con diferencia en la cantidad usada, pero no en todos los casos es primordial realizar estos tipos de tratamientos porque depende del diente que este afectado; además es necesario realizar limpieza para evitar que las caries avancen.

### **Eliminación de sarro y calculo dental**

Se hace principalmente con una cureta dental, para raspar los incisivos y los colmillos, eliminando ese cálculo dental, lo cual no es una patología crítica puede

derivar en enfermedad periodontal, que si es grave, por lo tanto es preferible prevenir haciendo control temprano.

### **Corrección de prognatismo y braquignatismo**

No se realiza con frecuencia, es un procedimiento complejo que consiste en recortar los cóndilos, y debe realizarla un médico veterinario especializado en cirugía, siendo necesario en equinos de paso cuando es muy marcado el prognatismo y braquignatismo causando descalificación en exposiciones.

### **Extracción del diente de lobo**

Se debe resaltar que cualquier procedimiento de extracción de un diente debería ir acompañada de una radiografía, pero en nuestro medio, es muy difícil cumplir todas las expectativas, y en estos dientes no es tan necesario, ya que su raíz es muy corta (Figura 6). Para realizar la extracción del diente de lobo se debe tranquilizar el equino con Acepromacina a una dosis de 0.08 mg/kg de peso, luego se comienza a desbridar la encía hasta aflojar el diente, posteriormente con una pinza de extracción se saca sujetándolo y moviéndolo para los lados y hacia afuera (Figura 5), luego se limpia con agua sal.



**Figura 5.** Remoción de diente de lobo

**Figura 6.** Dientes de lobo extraídos

### **Recesión de la hiperplasia del paladar superior (haba)**

Este procedimiento quirúrgico es un poco rustico, luego de realizar el protocolo de tranquilización elegido, se procede a derribar el paciente por el método que más convenga, una forma es restringir las cuatro patas, luego se usa un cuchillo

previamente desinfectado, en lugar de un bisturí porque es un tejido muy fuerte y la hoja de bisturí se puede romper y el caballo fácilmente la puede ingerir, lo cual es peligroso ocasionando un problema grave, con este cuchillo y una pinza anatómica se procede a retirar el exceso de tejido (Figuras 7 y 8), finalmente se realiza un baño con una solución de agua con sal durante 3 días.



**Figura 7.** Recesión de Haba



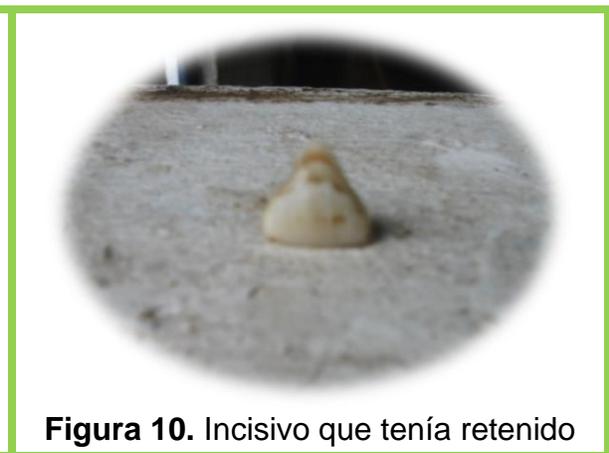
**Figura 8.** Luego de la recesión del haba

### **Extracción de los incisivos retenidos**

Es un procedimiento sencillo (Figuras 9 y 10), porque el incisivo está casi suelto, pero no se cae, por lo tanto, es necesario extraerlo porque se acumula comida dentro de éste, y se convierte en un foco de infección, el procedimiento se trata de sujetar el diente con una pinza de extracción y hacerle palanca para extraerlo.



**Figura 9.** Extracción de incisivo



**Figura 10.** Incisivo que tenía retenido

Se examinaron 32 equinos de los cuales 19 fueron machos y 13 hembras. Se resalta que el 100% de los equinos evaluados presentaban al menos dos patologías odontológicas, cabe destacar que ningún equino presentó solamente anormalidades, como se sabe, estas se convierten en el futuro en patologías odontológicas. Los equino con solo patologías fueron 14 que corresponde al 43.75% y 18 animales (56.24%) presentaron anormalidades y patologías.

Las yeguas son más predispuestas a tener anormalidades, a pesar de que el numero hembras con respecto a los machos en la población estudiada fue inferior en 9%, para determinar su prevalencia, se realizó un análisis por separado de cada anormalidad y patología (Tabla1). En las anormalidades se observó que no se presentaron de forma independiente, generalmente van acompañadas de alguna otra patología, y que la yeguas son las más afectadas con más de una anormalidad con relación a los machos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Anormalidades y patologías por genero

Grupo	Yeguas		Caballos	
	Número	Porcentaje (%)	Número	Porcentaje (%)
Equinos que presentaron únicamente patologías	3	21,4	11	78,5
Equinos que presentaron anormalidades y patologías	10	55.5	8	45,5
Una anormalidad	6	46,2 <sup>1</sup>	7	36,8 <sup>2</sup>
Dos anormalidades	4	30,8 <sup>1</sup>	1	5,3 <sup>2</sup>

Considerando población de: <sup>1</sup>solo yeguas y <sup>2</sup>Solo caballos

En los exámenes se detectaron 23 anormalidades en toda la población equina evaluada, cinco equinos presentaron dos patologías, los equinos que presentaron mala oclusión tenían diente de lobo, y en el caso de las yeguas y caballo que tenían dos anormalidades presentaron colmillos hipoplásicos (Tabla 2).

La anormalidad más frecuente fue la presencia de diente de lobo, particularmente una yegua presento los cuatro dientes, (dos superiores y dos inferiores) lo cual es muy raro. También, de los exámenes se puede deducir que las yeguas fueron las

únicas que presentaron braquignatismo, por lo tanto, en la población estudiada tienen mayor predisposición a sufrir esta anomalía, lo cual tiene un mayor porcentaje de incidencia (15.6%) con respecto a las otras anomalías.

**Tabla 2.** Anomalías en el total población equina observada

<b>Anomalías</b>	<b>Número Yeguas</b>	<b>Número Caballos</b>	<b>Total Población (%)</b>
Colmillos en yeguas	3	0,0	9,37
Dientes de lobo	4	3	21,87
Braquignatismo	5	0,0	15,6
Prognatismo	0,0	1	3,12
Boca de sonrisa	0,0	1	3,12
Enojo	1	0,0	3,12
Mala erupción	0,0	1	3,12
Oligodoncia	0,0	2	6,25
Retención de incisivo	1	0,0	3,12
Hipoplasia dental (colmillo)	0,0	1	3,12

Las espículas dentales u odontofitos, son la patología más frecuente, puesto que se presentó en el 100% de los equinos estabulados que fueron observados, esta alteración se presenta por el concentrado y granos que generan un desgaste anormal en los premolares y molares formando estas puntas del esmalte dental (Tabla 3).

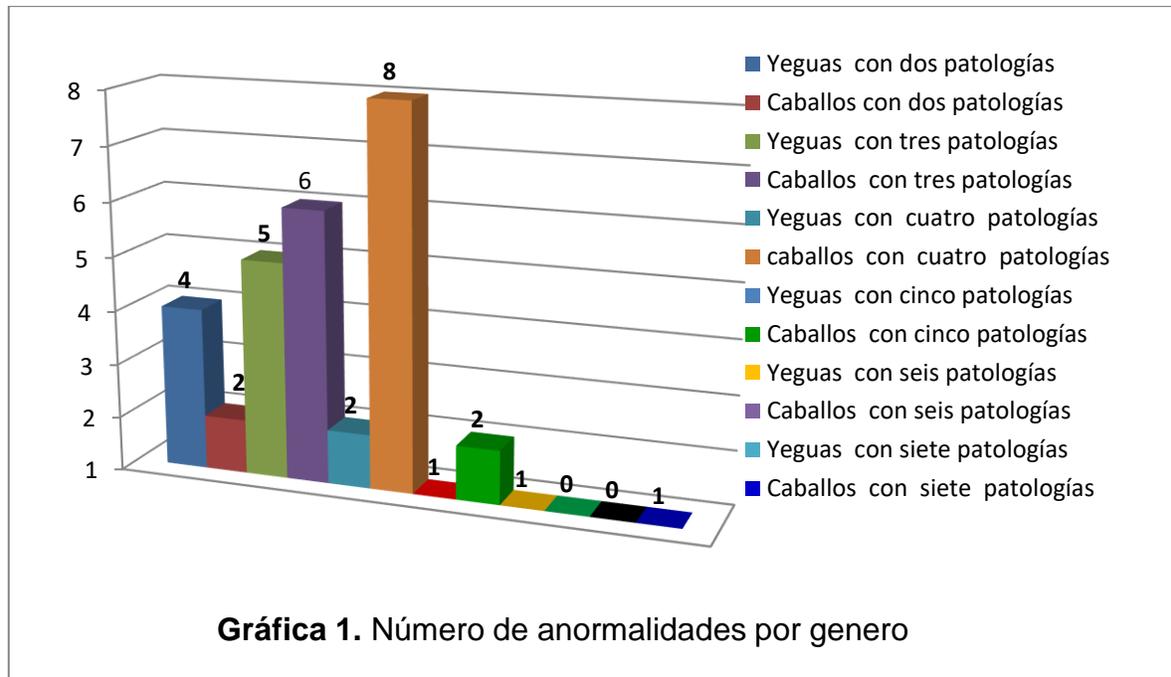
El cálculo y las rampas se presentaron con mayor frecuencia equinos examinados 68 y 31.25% respectivamente, siguiendo en frecuencia el sarro (28%) que con el cálculo podría verse como una sola patología, debido a que éste tiene su origen en el sarro, y los pacientes que lo tenían fueron los jóvenes. La cuarta patología con mayor frecuencia fueron las ondulaciones (25%), luego haba (21.9%), las demás enfermedades dentales se presentaron con frecuencias menores al 20% (Tabla 3).

**Tabla 3.** Prevalencia de patologías en la población equina

Patologías	Yeguas		Caballos		Total población evaluada	
	No	%	No	%	No	%
Sarro dental	5	15.5	4	12.5	9	28
Calculo dental	7	21.9	15	46.9	22	68,8
Ondulaciones	3	9.4	5	15.6	8	25
Rampas	4	12.5	6	18.75	10	31,25
Desgaste anormal premolares y molares	1	3.12	5	15.6	6	18,72
Gingivitis	2	6.25	3	9.4	5	15,65
Diastemas	1	3.12	2	6.25	3	9,37
Incisivos astillados	0,0	0,0	3	9.4	3	9,4
Fractura de incisivo	0,0	0,0	1	3.12	1	3,12
Desgaste anormal incisivos	2	6.25	2	6.25	4	12,5
Haba	3	9.4	4	12.5	7	21,9
Herida de tejido blando	0,0	0,0	3	9.4	3	9,4

Un hallazgo interesante fue incisivos astillados en un macho, posiblemente causado por el estrés de estar encerrado en la pesebrera, generando el desarrollo de algún tipo de “vicio” que terminó ocasionando la patología. Otro caso interesante es la alta prevalencia en los equinos que presentaron haba, puesto que en teoría tienen mayor predisposición a desarrollarla los ejemplares que permanecen en potrero, pero en este estudio el 21.9% de población afectada por esta patología. Se observaron dos causas frecuentes, la primera es que el equino la desarrolla en potrero antes de llegar a la pesebrera, trasladándolo allí sin hacerle la corrección, y la otra que es más frecuente, la adquieren cuando salen a pastoreo para evitar el estrés, porque los pastos no son adecuados porque generalmente son muy cortos y fibrosos, factores que ocasionan esta patología.

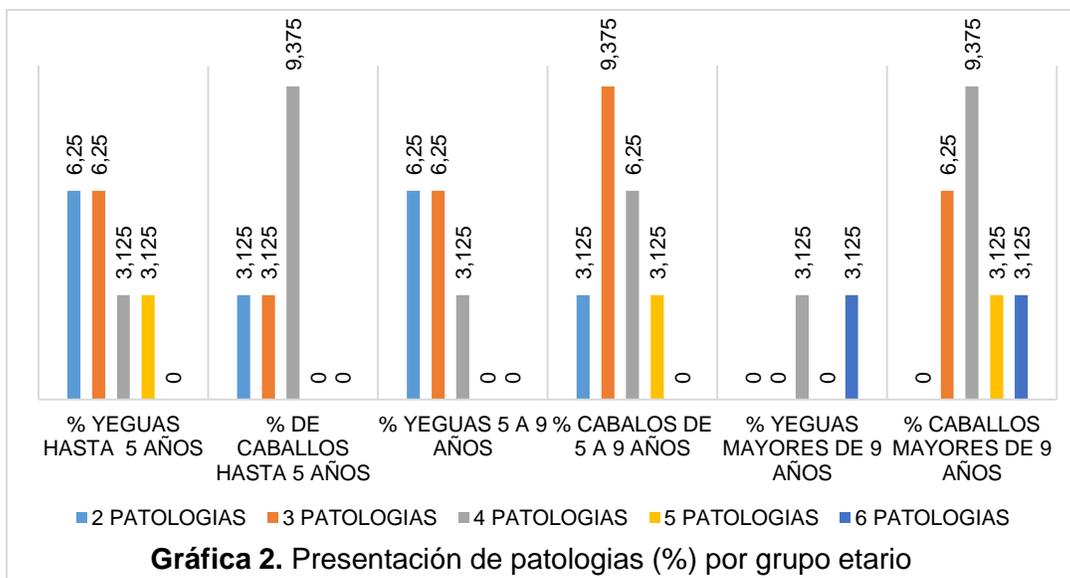
Es de anotar que ocho caballos presentaban dos patologías en forma simultánea y seis mostraban tres patologías, mientras que en las yeguas fue menor, cuatro y cinco respectivamente (Gráfica 1).



La relación del grupo etario con el número de patología por el sexo y la edad también influyó en la presencia de patologías, es así que se observó en ejemplares machos con más de 9 años de edad, un mayor número de enfermedades odontológicas (Tabla 4 y Gráfica 2)

**Tabla 4.** Patologías odontológicas por grupo etario

Numero patologías	Yeguas < 5 años	Caballos < 5 años	Yeguas 5 a 9 años	Caballos 5 a 9 años	Yeguas > 9 años	Caballos > 9 años
2	2	1	2	1	-	-
3	2	1	2	3	-	2
4	1	3	1	2	1	3
5	1	-	-	1	-	1
6	-	-	-	-	1	-
7	-	-	-	-	-	1



## CONCLUSIONES

El 100% de los equinos evaluados presentaron alguna patología odontológica, y apenas el 53% de los propietarios accedió a realizar parte del tratamiento recomendado, destacando el resultado puesto que, mejoraron su peso en 9% en un periodo de 2 meses, así como su manejo con la rienda, lo que es muy confortable para el propietario.

Hay una relación del género del equino con el braquignatismo, puesto que en este estudio toda la casuística se presentó en yeguas. El sarro y cálculo dental analizados en conjunto son la segunda patología más frecuente en equinos después de las espículas dentales u odontofitos.

Existe una gran relación de las anomalías y patologías odontológicas con problemas comportamentales y en el manejo de la rienda sin importar cuál sea la actividad que se realice con el equino.

La odontología equina es un campo de acción muy importante para el médico veterinario, puesto que no solo se afecta una parte orgánica del equino, sino que tiene alta incidencia en su comportamiento y en la generación de algunos “vicios” que complica el manejo normal del animal, cuando no se tratan las anomalías y patologías de los dientes.

## RECOMENDACIONES

Realizar la profilaxis dental a los equinos estabulados tres veces al año para prevenir problemas tales como el síndrome de abdomen agudo que pueden comprometer la vida de los mismos.

Dentro de la profilaxis dental que se maneja rutinariamente en la profesión, se debe implementar la eliminación del cálculo dental, a pesar de no ser una patología tan grave, si puede conllevar a una enfermedad periodontal.

Realizar una evaluación odontológica a los potros de seis meses de edad con valoración de la mordida para determinar la oclusión y así realizar una corrección a tiempo, lo cual es mejor para el animal y más económico para el propietario.

Es importante disminuir el estrés de los equinos estabulados sacándolos a pastorear o montarlos con mayor frecuencia, porque de lo contrario terminan desarrollando algún “vicio” que afecta principalmente los incisivos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baker G.J., Easley J. Odontología equina. Editorial Inter-médica, Buenos Aires, Argentina. 2002.
2. Cardona J.A., Álvarez J. Estimación de la edad de los caballos en el examen dentario. Revista UDC A Actualidad & Divulgación Científica. 13, (1): 29-39. 2010.
3. Collins N., Dixon P. Diagnosis and management of equine diastemata. Clinical techniques in equine practice. 4, (2): 148-154. 2005.
4. Crabill M.R., Schumacher J. Pathophysiology of acquired dental diseases of the horse. The Veterinary clinics of North America. Equine practice. 14, (2): 291-307. 1998.
5. Cruz A.J.M. Enfermedades de los senos paranasales en el caballo. 2004. Recuperado 15 Diciembre 2015. Disponible En: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3448/Articulos-otros-temas-archivo/Enfermedades-de-los-senos-paranasales-en-el-caballo.html>
6. Cruz A.J.M., Vera L.G., Sánchez J. Enfermedades orales más frecuentes del caballo criollo colombiano. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 4, (1): 49-66. 2010.
7. Dacre I.T. Caries of peripheral cementum. En: Proceedings American Association of Equine Practitioners, p 17-25. 2006.
8. Dixon P. The gross, histological, and ultrastructural anatomy of equine teeth and their relationship to disease. En: Proceedings of the 49<sup>th</sup> Annual

- Convention of the American Association of Equine Practitioners. 48: 421-437. 2002.
9. Dixon P. The etiology, diagnosis and current therapy of developmental and acquired equine dental disorders. En: 8<sup>th</sup> Congress on Equine Medicine and Surgery. 2003.
  10. Dixon P., Dacre I. A review of equine dental disorders. The veterinary journal. 169, (2): 165-187. 2005.
  11. Easley J. Equine canine and first premolar (wolf) teeth. En: 50<sup>th</sup> Proceeding American Association of Equine Practitioners. 2004.
  12. Johnson T.J., Porter C.M. Dental overgrowths and acquired displacement of cheek teeth. En: American Association of Equine Practitioners-Equine Dentistry Focus Meeting, 8. 2006.
  13. Klugh D.O. Equine periodontal disease. Clinical techniques in equine practice. 4, (2): 135-147. 2005.
  14. Rucker B.A. Treatment of equine diastemata. En: Focus Meeting, 10. 2006.

## **Sistemas productivos agroecológicos**

### **Agroecological production systems**

Roa Vega María Ligia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zootecnista, MSc. Docente Universidad de los Llanos

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

Recibido 04 de Noviembre 2015, Aceptado 29 de Abril 2016

### **RESUMEN**

La agroecología es una disciplina que provee las bases científicas y metodológicas para estudiar, manejar y evaluar agroecosistemas de una manera holística, la cual ha emergido como una opción tecnológica válida para el manejo de los recursos naturales puesto que, entre otras cosas, incorpora acciones sociales colectivas de carácter participativo, permitiendo el diseño de sistemas agropecuarios sostenibles como pilar de desarrollo que apunta al fundamento de la crisis ecológica y social de la producción campesina e industrial-capitalista en la región. En ese sentido, la agroecología no solo se centra en los cultivos y animales sino en la sostenibilidad ecológica, socioeconómica y cultural del sistema de producción. Además de suministrar una base científica para alcanzar una productividad sostenible, la agroecología enfatiza la capacidad de las comunidades locales para innovar, evaluar, y adaptarse a condiciones heterogéneas extremas, a través de métodos de investigación participativa y de extensión campesino a campesino. Las tecnologías agroecológicas enfatizan en la diversidad, la sinergia, el reciclaje e integración, y en los procesos sociales para que valoren la participación de la comunidad, que es el recurso humano clave, como piedra angular de cualquier estrategia que apunte a aumentar las opciones de la participación de población rural, sobre todo productores de escasos recursos. El enfoque de campesino a campesino es justamente, un aspecto de relevancia a tener en cuenta en la propuesta del pensamiento agroecológico, atendiendo por supuesto a la inclusión de profesionales técnicos como facilitadores del proceso, quienes en principio deben comprender la complejidad

del sistema agropecuario y sus interrelaciones antropológicas, sociales, económicas, políticas y ecosistémicas, para apoyar efectivamente los procesos de generación y transferencia de conocimientos. En conclusión, los diseños agroecológicos son propios en contexto local y tiene sus particularidades desde cada dimensión de la sostenibilidad entre los cuales se consideran aspectos: Culturales, ecológicos, políticos, productivos y económicos, entre otros; de esta manera, se define que los diseños agroecológicos se construyen a partir del análisis de contexto y de las necesidades puntuales existentes por los productores (sociocultural) quienes son los responsables y dolientes directos de los procesos agropecuarios en cada región.

**Palabras clave:** Agrosistemas, investigación participativa, procesos agroecológicos.

### **ABSTRACT**

The agroecology is a discipline that provides the scientific and methodological basis for study, manage and evaluate agro-ecosystems in a holistic way, which it has emerged as a valid technological option for the management of natural resources since, among other things, incorporates collective social actions of a participatory nature, enabling the design of sustainable farming systems as a pillar of development that points to the foundation of ecological and social crisis of peasant and industrial-capitalist production in the region. In that sense, the agroecology not only focuses on crops and animals but on ecological sustainability, socioeconomic and cultural of production system. Addition to supplying a scientific basis for achieving sustainable productivity, the agroecology emphasizes the ability of local communities to innovate, evaluate, and adapt to extreme heterogeneous conditions, through participatory research methods and farmer-to-farmer extension. The agroecological technologies emphasize in the diversity, synergy, recycling and integration, and in the social processes that value community involvement, which is the key human resource, as the cornerstone of any strategy aimed at increasing the options involving rural population, especially farmers with scarce resources. The approach farmer to farmer is precisely, one aspect of relevance to consider in

the proposal of agroecological thought, attending of course to the inclusion of technical professionals as facilitators of the process, who in principle should understand the complexity of the agricultural system and its anthropological, social, economic, political and ecosystems relationships, In conclusion, the agroecological designs are unique in the local context and has its peculiarities from each dimension of sustainability including aspects considered as: Cultural, ecological, political, productive and economic, among others; in this way, it define that agroecological designs are built from the analysis of context and existing specific needs by producers (sociocultural) who are responsible and direct mourners of agricultural processes in each region.

**Keywords:** Agrosystems, participatory research, agro-ecological processes.

## RESUMO

O agroecologia é uma disciplina que fornece a base científica e metodológica para o estudo, gerir e avaliar os agro-ecossistemas de uma forma holística, que emergiu como um opção tecnológica válido para a gestão dos recursos naturais, já que, entre outras coisas, incorpora a ação social coletiva de participação, permitindo o desenho de sistemas agrícolas sustentáveis como um pilar do desenvolvimento que aponta a fundação da crise ecológica e social dos camponeses ea produção industrial-capitalista na região. Nesse sentido, o agroecologia não só incide sobre as culturas e animais, mas sobre a sustentabilidade ecológica, socioeconômico e cultural o sistema de produção. Além de fornecer uma base científica para alcançar uma produtividade sustentável, o agroecologia enfatiza a capacidade das comunidades locais para inovar, avaliar e adaptar-se às condições heterogêneas extremas, através de métodos de pesquisa participativa e extensão de agricultor para agricultor. O tecnologias agroecológicas enfatizar na diversidade, sinergia, a reciclagem e integração e processos sociais que apreciam a participação da comunidade, que é o recurso humano fundamental, como a pedra angular de qualquer estratégia destinada a aumentar das opções a participação da população rural, especialmente agricultores, com poucos recursos. A abordagem agricultor a

agricultor é precisamente, um aspecto de relevância para considerar a proposta do pensamento agroecológico, em resposta naturalmente, à inserção de profissionais técnicos como facilitadores do processo, que, em princípio, devem compreender a complexidade do sistema agrícola e as suas relações antropológicas, social, econômico, político e dos ecossistemas, a apoiar activamente os processos de geração e transferência de conhecimento. Em conclusão, os modelos agroecológicos são únicas no contexto local e tem suas peculiaridades de cada dimensão da sustentabilidade, incluindo os aspectos considerados: Cultural, ecológica, política, produtiva e econômica, entre outros; de esta maneira, definido que modelos agroecológicos são construídos a partir da análise do contexto e necessidades específicas existentes pelos produtores (sociocultural) que estão diretos responsáveis dos processos agrícolas em cada região.

**Palavras-chave:** Agrossistemas, pesquisa participativa, processos agroecológicas.

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de estudios relacionados con procesos agropecuarios se han direccionado a establecer las barreras biológicas y tecnológicas que limitan su desarrollo, sin considerar las relaciones entre el productor y la sociedad agraria que se supone están tratando de mejorar. La propia “neutralidad” de la ciencia proclamada por la academia, inculca en sus investigadores, la objetividad y la imparcialidad, aislándolo de la realidad social sin tener en cuenta el enfoque agroecológico que ofrece una nueva perspectiva. Los productores y su familia interactúan con los sistemas agropecuarios buscando diferentes estilos de agricultura en su interacción con la naturaleza, entre ellos y el mercado. Por lo tanto se trata no solo de experimentar con sistemas sostenibles, sino también generar cambios en los sistemas agrarios especialmente en las relaciones de producción (hombre-naturaleza; hombre-hombre), combinando los métodos de investigación cuantitativos propios de las ciencias naturales con los cualitativos de las ciencias sociales ya que en los sistemas nos encontramos unidos naturaleza y sociedad (Herrera, 2006).

La práctica empírica forma parte importante del enfoque agroecológico, ya que asume en la diversidad de los sistemas una gran cantidad de los conocimientos necesarios para su transformación, donde se reconoce el carácter investigador de los campesinos y por tanto lo incorpora en cada fase experimental. La agroecología busca progreso endógeno de la sociedad donde se trabaja, aplicando dentro de su arsenal metodológico, la investigación- acción- participativa (IAP), (Guzmán *et al.*, 2001). La perspectiva de la investigación agroecológica se adapta a las categorías para caracterizarla en las ciencias sociales que se estructura en tres niveles: Distributivo, estructural y dialéctica. Abordar el manejo de los recursos naturales desde una perspectiva ecológica, socioeconómica y política, no es excluyente, sino al contrario, pueden constituir niveles acumulativos que permiten una indagación cada vez más profunda de la realidad.

En primer lugar, la categoría distributiva es la forma de indagación del sistema para la obtención de datos empíricos de carácter físico, ecológicos, tecnológicos, económicos o sociales para expresarlos cuantitativamente con el mayor apoyo estadístico posible. En segundo lugar, la estructural trata de explicar las relaciones existentes entre los fenómenos analizados y los discursos desarrollados por los actores involucrados en los sistemas agropecuarios, también se genera una información cualitativa que da sentido sociocultural a los procesos generados en la realidad. En tercer lugar, la dialéctica es la articulación que se establece entre el investigador y la parte investigada, en forma crítica, en el transcurso de la transformación, lo cual supone una clara ruptura con el proceder científico convencional. Otra característica de la agroecología es el enfoque holístico y el análisis de sistema aplicado a los estudios agrarios, en la que se aplica la *Teoría General de Sistemas*, conocida como *Farm System Research* (FSR), con la cual se han diseñado modelos para el manejo de fincas y la aplicación de programas de desarrollo comunitario, y su meta es elevar la productividad del sistema agrario en un contexto de intereses sociales y privados, identificando la unidad productiva como familiar y analizando las relaciones existentes entre el medio ambiente con el humano (Collinson, 2000).

Para realizar una adecuada investigación de los sistemas agroecológicos se deben tener en cuenta cuatro fases: 1) Diagnóstico de las explotaciones, se busca toda la información secundaria disponible, en la toma de datos de campo se emplea principalmente información suministrada por la comunidad y otras técnicas distributivas como sondeos y encuestas. 2) El Diseño que se realiza de acuerdo al diagnóstico, estableciendo los problemas a resolver con sus prioridades de investigación. 3) Evaluaciones de los resultados comparando experiencias de campo con los campesinos. 4) Proyección social una vez obtenidas las soluciones, y estando de acuerdo las tres partes implicadas (productor, investigador y extensionista), se pueden introducir estos resultados a los sistemas agroecológicos, que pueden ser utilizados en zonas con problemas similares. (Sarandón y Flores, 2014).

Se considera que el conocimiento de los sistemas agroecológicos es un proceso social, donde la participación y educación son elementos centrales para el desarrollo y la transformación de las comunidades sobre los cuales se trabaja, que unido a la investigación dio como resultado el surgimiento de la *Investigación-Acción-Participativa*, la cual surge en los años 60, con el objetivo de procurar, a partir del conocimiento adquirido por los grupos sociales y los investigadores, y mediante su interacción, realizar las transformaciones sociales. La agroecología desarrolla un enfoque de sistema integrador, donde los componentes ecológicos, (recursos naturales), tecnológicos-económicos y los sociales son considerados a un mismo nivel (Gliessman, 2002).

### **FUNDAMENTOS PARA LA FORMACIÓN DE UN AGROECOSISTEMA**

En cualquier sistema existen gradientes de calor o energía, y se dice que el sistema está en un equilibrio termodinámico cuando la producción y consumo es igual (Haden, 2002). Sin embargo, la realidad marca algún estado de desequilibrio termodinámico, en cualquier sistema la importación de energía a través de sus límites está dada por la exportación de entropía. La energía disponible en un sistema que condicione procesos de trabajo es una función del gradiente que existe entre el sistema y su medioambiente y su medición refleja el estado lejos

del equilibrio termodinámico. Dado que en los sistemas agropecuarios se utilizan muchas fuentes de energía almacenada o concentrada que fluye a través del ecosistema natural como resultado de un complejo conjunto de interacciones tróficas, con ciertas cantidades disipadas en diferentes puntos y momentos de la cadena alimenticia, finalmente mucha de esta energía libre, se mueve por la ruta de los desechos.

La agroecología orienta la conversión de sistemas convencionales de producción (producción intensiva, monocultivos dependientes de insumos y agroquímicos) a sistemas más diversificados y autosuficientes (Figura 1). Para esto, la agroecología utiliza principios ecológicos que favorecen procesos naturales e interacciones biológicas que optimizan sinergias de modo tal que, la agrobiodiversidad sea capaz de subsidiar por si misma procesos claves tales como la acumulación de materia orgánica, fertilidad del suelo, mecanismos de regulación biótica de plagas y la productividad de los cultivos (Gliessman, 2002). Estos procesos son cruciales pues condicionan la sustentabilidad de los agroecosistemas; la mayoría de estos procesos se optimizan mediante interacciones que emergen de combinaciones específicas espaciales y temporales de cultivos, animales y árboles, complementados por manejos orgánicos del suelo.



## PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN AGROECOSISTEMA

El punto de partida debe ser con la comunidad que va participar en esta actividad conformado un equipo de trabajo para lo cual se requiere un diagnóstico de la situación local para tener claro aspectos sociales, ambientales y económicos que determinan el éxito de una propuesta de un diseño agroecológico o de agricultura sostenible (Primavesi, 2008). Una vez organizada la comunidad, se identifican los aspectos más críticos entre los problemas para el logro de la sostenibilidad agropecuaria para las condiciones locales, para lo cual se deben realizar preguntas como: ¿Qué tan limitantes son los problemas enunciados en lo ambiental, social y económico para el conjunto de las fincas involucradas en el programa?; ¿cuáles problemas son los más relevantes para la sostenibilidad, es decir, aquellos problemas determinantes para el cumplimiento del objetivo ambiental, social o productivo, y cuáles representan los más altos riesgos para el logro de los objetivos? Hecho este análisis se seleccionan, participativamente, alrededor de cinco aspectos críticos para la sostenibilidad por cada dimensión, los principales aspectos que se consideran, por consenso, como los más riesgosos para alcanzar la sostenibilidad de los sistemas productivos (Acevedo, 2009; Primavesi, 2008) (Tabla 1).

Para conocer las variaciones es este aspecto crítico, algunas características esenciales que deben ser tenidas en cuenta al momento de formular indicadores para un sistema específico son: 1) Deben ser medibles y tangibles, 2) Recolección de información fácil y no costosa, 3) Adecuarlos al nivel de agregación del sistema, 4) Involucrar población local, 5) Centrarse en aspectos prácticos, 6) Se podrán repetir a través del tiempo, 7) Ser significativos para la sostenibilidad, 8) Ser sensibles a los cambios del sistema, 9) Analizar relaciones con otros indicadores y 10) Permitir su aplicación en otros agroecosistemas para comparar. Cada indicador debe incluir: Nombre, concepto o definición y escala de medición, (Acevedo, 2009; Primavesi, 2008).

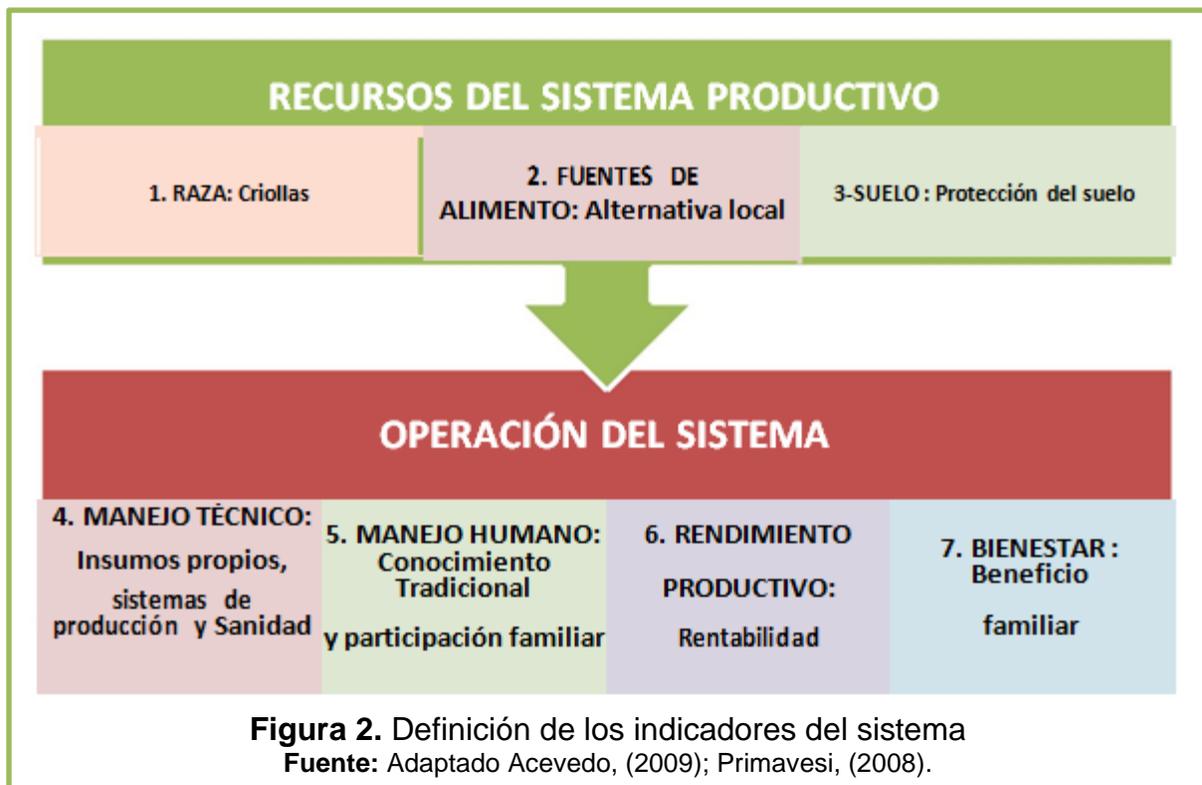
**Tabla 1.** Determinación y priorización de los puntos críticos, de un agroecosistema en Colombia

RECURSOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO	OPERACIÓN DEL SISTEMA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RAZA:</b> Subvaloración y desaparición de razas criollas.</li> <li>• <b>FUENTES DE ALIMENTO:</b> 1. Poca diversidad de fuente de alimento. 2. Baja disponibilidad de fuentes proteicas. 3. Estacionalidad de la producción de forrajes.</li> <li>• <b>SUELO:</b> Las aves son fuertes agentes erosivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MANEJO TÉCNICO:</b> 1. Dependencia de insumos externos. 2. Monocultivo granjas avícolas. 3. Alta susceptibilidad a enfermedades en razas mejoradas. 4. Mal manejo de la producción de forrajes. 5. Las aves hacen daño a lombricultivos y huertos</li> <li>• <b>MANEJO HUMANO:</b> 1. Pérdida de conocimientos tradicionales. 2. Distribución inequitativa de ingresos</li> <li>• <b>RENDIMIENTO PRODUCTIVO:</b> 1. Baja rentabilidad. 2. Altos costos de producción.</li> <li>• <b>BIENESTAR:</b> 1. Baja calidad de productos. 2. Riesgos para la salud humana.</li> </ul>

**Fuente:** Adaptado de Acevedo, (2009); Primavesi, (2008).

El nombre y concepto deben ser concretos y claros, de modo que al leerlo se entienda, qué es lo que pretende evaluar y cuál es su alcance; la escala debe ser la sencilla de cero a cinco, siendo cero el nivel menos deseable para la sostenibilidad o el punto crítico extremo y cinco el nivel óptimo o deseable. Desde cero, y de manera gradual, se irán formulando niveles intermedios que signifiquen los pequeños pasos que se deberían ir logrando hasta alcanzar el nivel óptimo formulado. La escala también puede construirse en porcentaje dependiendo del tipo de indicadores, en tal caso el nivel máximo será 100 y puede establecerse hasta 10 niveles. Se debe comparar la sostenibilidad de una finca en varios momentos, al inicio del programa y cada vez que se aplique posteriormente la evaluación; así mismo confrontar unas fincas con otras dentro del mismo programa con predios de regiones diferentes donde se apliquen el mismo conjunto de indicadores. En cada finca se puede obtener el índice de sostenibilidad como el

promedio de los valores obtenidos en los indicadores y se debe diagramar los datos para mejorar su comprensión (Acevedo, 2009; Primavesi, 2008).



## ANÁLISIS CRÍTICOS DE SISTEMAS AGROECOLÓGICOS

Indudablemente los sistemas agroecológicos están ligados a las actividades agropecuarias es un ecosistema dentro del cual ocurren otras transformaciones como: Ciclos de nutrientes, interacción de depredador/presa, competencia, comensalía y cambios sucesionales, por lo tanto, la agroecología se centra en las relaciones ecológicas en el campo y su propósito es hacer las funciones dinámicas y eficientes en esta relación. También está implícito que por medio del conocimiento de estos procesos y relaciones los sistemas agroecológicos pueden ser administrados mejor, con menores impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, haciéndolos sostenibles con menor uso de insumos externos. Por lo expuesto anteriormente se empieza a considerar los predios agropecuarios como un tipo especial de ecosistema llamado *agroecosistema*, con el fin de formalizar el análisis del conjunto de procesos e interacciones que intervienen en un sistema agrícola o pecuario. El marco analítico de la filosofía agroecológica le debe mucho

a la teoría de sistemas y a los intentos teóricos y prácticos para integrar los numerosos factores que afectan la producción en el campo (Cerdea y Sarandon, 2011).

Los agroecosistemas no están estrictamente determinados por factores de origen biótico o ambiental, sino que los elementos socioeconómicos como: Precios del mercado o cambios en la tenencia de las tierras, pueden influir en estos sistemas tan decisivamente como una sequía, explosiones de plagas o la disminución de los nutrientes en el suelo; además el manejo de la energía y recursos materiales puede aumentar la recuperación de un ecosistema dañado, aunque su administración con fines de producción a menudo han alterado en forma dramática la estructura, la diversidad, los patrones de flujo de energía y de nutrientes, y los mecanismos de control de poblaciones bióticas (Ramos *et al.*, 2007).

La magnitud de las diferencias entre un ecosistema natural y uno agropecuario depende de la intensidad y frecuencia de las perturbaciones naturales y humanas, siendo el resultado de la interacción entre características endógenas como: Biológicas y ambientales, y de factores exógenos como: Sociales y económicos, que finalmente generan la estructura particular del agroecosistema. Por esta razón, a menudo es necesaria una perspectiva más amplia para explicar un sistema de producción que está en observación (Chapin *et al.*, 2011).

Un sistema agropecuario difiere de un sistema ecológico natural tanto en su estructura como en su función; los agroecosistemas son semi-domesticados y han sufrido un mínimo impacto humano, y se caracterizan por: 1) Requerir fuentes auxiliares de energía, que pueden ser humana, animal y combustible para aumentar la productividad de organismos específicos. 2) La diversidad puede ser muy reducida en comparación con la de otros ecosistemas. 3) Los animales y plantas que dominan son seleccionados artificialmente y no por selección natural y 4) Los controles del agroecosistema son, en su mayoría, externos y no internos, ya que se ejercen por medio de retroalimentación del subsistema (Ramos *et al.*, 2007).

Considerando la interacción que se establece entre los actores sociales (grupos indígenas, campesinos, agricultores, técnicos y otros) y la naturaleza, se ha desarrollado el concepto de agroecosistema, el cual refleja la forma de apropiación por grupos humanos de los recursos naturales, y la forma como se relacionan con ellos y el exterior de los mismos, o sea el mercado, como el conjunto de explotaciones que posee una naturaleza análoga respecto a las tecnologías utilizadas, fruto de un conocimiento local común y de similares estrategias de producción, reproducción y consumo; se toma como punto de partida la capacidad estratégica de los actores locales para desarrollar los agroecosistemas o sea, lo que se denomina *Capacidad Endógena* desarrollada desde el agricultor familiar hasta el latifundista. Estos saberes locales contribuyen desde cómo se debe trabajar la tierra, cómo debe organizarse el hogar, (hombre, mujer e hijos), hasta cómo relacionarse con el exterior, mercado y tecnología disponible (Guzmán *et al.*, 2001).

Por otro lado el proceso de “modernización rural”, fenómeno por el cual el modo campesino de apropiación se ve transformado o sustituido por el modo agroindustrial, es realizado por un segmento periférico de la sociedad considerados como productores rurales, quienes son los encargados de “internalizar” al organismo social diversos materiales y energías de la naturaleza; para realizar esta apropiación cada unidad de producción, establece dos tipos de intercambios materiales: Ecológicos y con el resto de la sociedad a través de diferentes circuitos y mercados e intercambios económico, se asegura que para diferenciar los modos históricamente determinados de apropiación de la naturaleza que prevalecen en el mundo contemporáneo, se deben tener cuenta los siguientes aspectos: 1) Tipo de energía utilizada durante la producción, 2) Escala de las actividades productivas, 3) Grado de autosuficiencia del agroecosistema, 4) Nivel de fuerza de trabajo, 6) Diversidad (eco-geográfica, biológica y genética), 7) Productividad ecológica o energética, 8) Eficiencia del trabajo, 9) Conocimientos empleados en la apropiación/producción y 10) Visión del mundo (natural y social) que prevalece como causa invisible u oculta de la

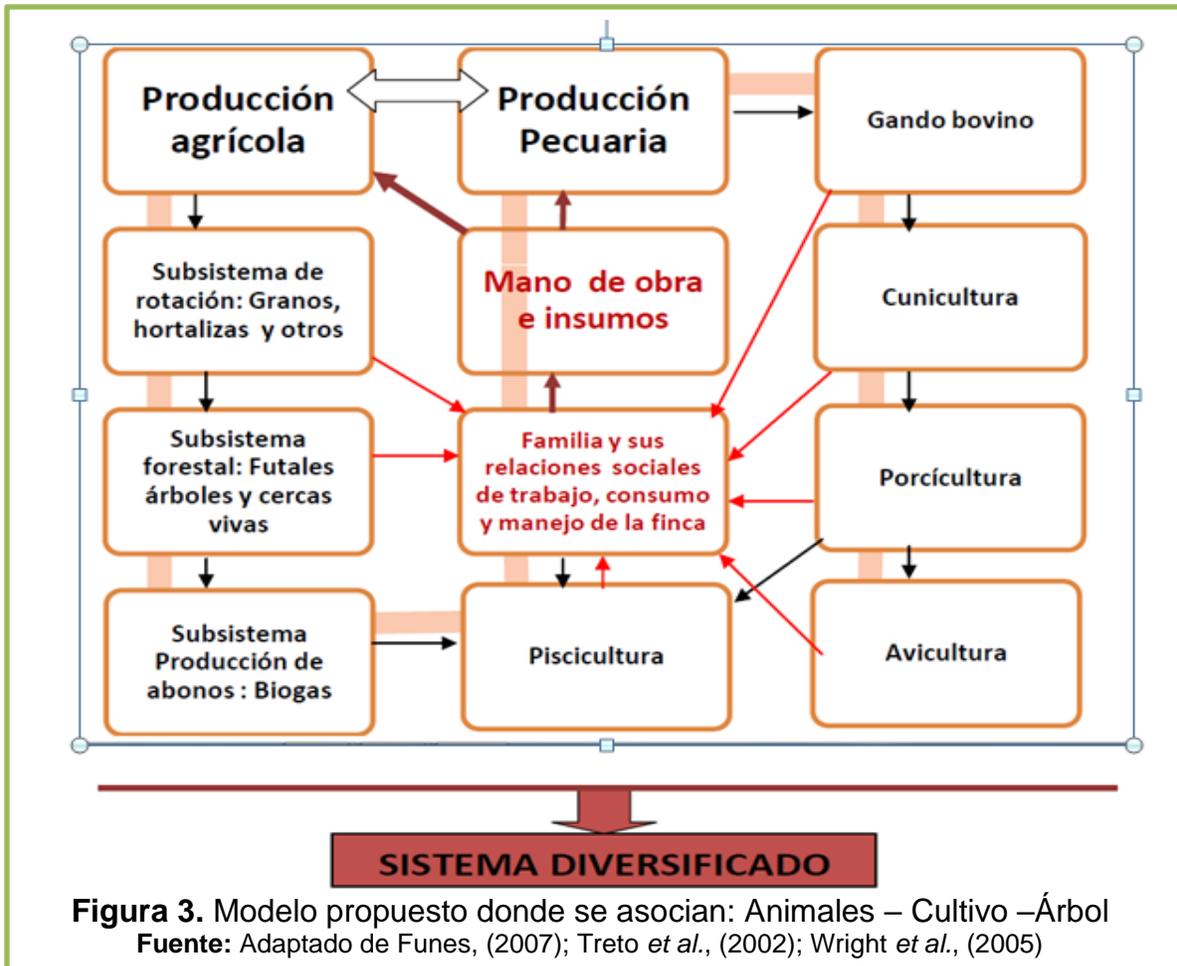
racionalidad productiva. Para cada factor mencionado anteriormente se buscan indicadores a los que se les asignan valores desde cero (sistema tradicional) hasta 5 (sistema agroindustrial); este entendimiento genera una herramienta muy importante para la agroecología, para entender la gran heterogeneidad de los sistemas agropecuarios, influenciados por las fuerzas endógenas y exógenas que actúan en su evolución, donde es importante la escala agroecológica, para establecer la posición que ocupa, los subsistemas que lo forman y los sistemas mayores a que pertenecen o están vinculados (Vivar, 2012).

### **Asociaciones agropecuarias (Animales-Cultivo-Árbol)**

Los sistemas especializados requieren generalmente de un flujo exógeno de recursos, y su mantenimiento y estabilidad no dependen de su capacidad propia de sustento; en cambio, los sistemas productivos agroecológicos, que miran hacia los procesos, muestran mayor dimensión de sostenimiento, generando sinergias que permiten potenciar los factores naturales para producir alimentos de origen vegetal y animal, y de restaurar el equilibrio productivo, ecológico y económico, ante la influencia negativa de cualquier factor interno o externo. En Cuba se han experimentado una serie de combinaciones y modelos de agricultura ecológica, principalmente en fincas privadas, las cuales han tenido éxito en el tiempo y sus resultados se han venido diseminando a través de los programas de transferencia de tecnología “De campesino a campesino”, “Fitomejoramiento participativo”, “Iniciativa para el desarrollo local”, “Programa de Agricultura Urbana”, “Movimiento Agroecológico de la ANAP”, “Popularización del arroz y otros” (Funes, 2007).

En los últimos años se ha hecho énfasis en la reconversión de los sistemas de producción estatales, los cuales tienen las limitaciones de dependencia de los insumos externos provenientes del estado y que poseen grandes extensiones de tierra, con una agricultura o ganadería de monocultivo principalmente, lo que ha provocado una explotación indiscriminada de los recursos naturales y causado enormes impactos ambientales sobre el suelo y pérdida de biodiversidad. En este proceso de reconversión propuesto (Figura 6) denominado “modelo de sustitución de insumos”, se visualiza una disminución de las áreas agrícolas dedicadas a la

producción para exportación, cambios profundos de las estructuras productivas, una mayor orientación hacia la autosuficiencia alimentaria y por la protección del medio ambiente (Funes, 2007; Treto *et al.*, 2002; Wright *et al.*, 2005).



Un sistema agroecológico no es considerado como la suma de sus partes, sino el resultado del todo, formado por las partes, donde se implanta no solo la racionalidad biológica del funcionamiento del suelo, las plantas y los animales, sino que se relaciona con el hombre y su entorno social, económico y político, También se desecha la visión antropocéntrica del mundo y toma lugar la visión biocéntrica, que explica el funcionamiento y evolución de cualquier cambio; otro aspecto a tener en cuenta son las técnicas y conocimientos tradicionales y los conocimientos locales, las experiencias acumuladas, incluso los conocimientos empíricos, en la actividad agropecuaria, se transmiten de generación en generación y son de mucha importancia para lograr resultados productivos y eficientes.

En la orientación biológica dinámica de la agroecología, los ritmos biológicos, la periodicidad entre día y noche, las fases lunares y constelaciones astrales, se aprovechan conscientemente en la producción agrícola y ganadera y sus efectos se manifiestan, evidentemente, en la calidad de los productos y en el resultado económico. En la agricultura tradicional muchas veces se enfrentan con el balance energético negativo, donde se invierte más energía que el resultado final del proceso de producción, esta energía es de fuentes no renovables como petróleo, gas natural o carbón; mientras que en la agricultura ecológica sostenible, domina el principio del uso mínimo de energía externa y del balance energético positivo (Wright *et al.*, 2005).

### **INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN EN SISTEMAS**

La evaluación de sistemas de manejo incorporando “Indicadores de Sustentabilidad” ha sido muy empleada por agroecólogos, con el fin de analizar con índices a escala de finca desde una triple perspectiva: económica, social y ecológica, la cual sigue los siguientes pasos metodológicos: 1) Selección y caracterización previa del agroecosistema mediante la obtención de la información básica (entrevista, información secundaria) para definir el itinerario técnico, la estructura y los límites del mismo. 2) Determinación de puntos críticos que amenazan la sustentabilidad del sistema, y selección de indicadores correspondientes que están relacionados con los atributos de la sustentabilidad productividad, estabilidad, equidad, autonomía y adaptabilidad cultural. 3) Definición de los criterios operativos a considerar los máximos y mínimos admisibles. 4) Medición y monitoreo de los indicadores (ej. erosión, rendimiento, eficiencia y autonomía energética). 5) Integración de los resultados mediante análisis multicriterio y presentación en un modelo como se ilustra en la Figura 5. 6) Discusión de los resultados y recomendaciones (Sarandón y Flores, 2009).

El seguimiento de tales pasos metodológicos permite que un sistema agropecuario se adapte al paradigma agroecológico, una rápida extracción y análisis de información referente a la estructura y funcionamiento del agroecosistema, es la consideración de la *sustentabilidad* como propiedad emergente y la generación de

indicadores cuantitativos y cualitativos para su evaluación de en la finca; como resultado, la información que ofrece es útil para la discusión y toma de decisiones en distintos niveles: 1) Agricultores, que pueden tomar medidas para mejorar la sustentabilidad, 2) Políticos, que tienen la posibilidad de elaborar programas que corrijan los puntos críticos que ponen en peligro la sustentabilidad del sistema, y 3) Investigadores, a los que ofrecen la posibilidad de trabajar en grupos multidisciplinares y de obtener una información sistémica clave para reconducir sus actividades experimentales disciplinares hacia la resolución de los problemas que afectan a los agroecosistemas. Estas soluciones deben ser posteriormente evaluadas igualmente desde una perspectiva sistémica y participativa, con criterios de sustentabilidad (Astier, 2007).

Sin embargo, aplicando estas metodologías se sigue presentado puntos débiles que podrían ser mejorados, como es la escasa participación del productor primario y la marginación del conocimiento tradicional en el proceso completo de análisis. También se pueden encontrar otras deficiencias de difícil mejora, entre las que se halla el hecho de que el diagnóstico obtenido es rígido, incapaz de revelar el proceso evolutivo seguido hasta llegar a la situación actual; esta información es básica para poder reconducir la producción agropecuaria actual hacia mayores niveles de sustentabilidad desde la óptica de la agroecología, que concede al principio de co-evolución de los sistemas sociales y ecológicos una dimensión central en sus bases epistemológicas (Guzmán *et al.*, 2001).

La Investigación Acción Participativa (IAP) surge de las Ciencias Sociales en los años 40 del pasado siglo, aunque en el ámbito del trabajo con la población campesina, partió de un cuestionamiento a fondo de los sistemas de extensión y capacitación utilizados para la modernización del agro, que inició Paulo Freire con su obra *¿Extensión o Comunicación? La concientización en el medio rural* (1978). La IAP parte de la base de que cualquier proceso de desarrollo que se emprenda estará sesgado, si no integra las realidades, necesidades, aspiraciones y creencias, y más aún, si no integra a los beneficiarios de este proceso como protagonista del mismo. El objetivo de la IAP es generar un conocimiento liberador

que parte del propio conocimiento popular y que explica su realidad globalmente (enfoque sistémico), con el fin de iniciar o consolidar una estrategia de cambio (procesos de transición), paralelamente a un crecimiento del poder político, destinados ambos a alcanzar transformaciones positivas para la comunidad local; y a niveles superiores en cuanto a que es capaz de conectarse con experiencias similares (redes). El hecho de partir del conocimiento popular, de los campesinos, que sitúa su participación en el centro del proceso de investigación generando una percepción sistémica del agroecosistema, garantiza la comprensión holística de la realidad por parte del investigador. Con la IAP se ha demostrado eficacia y gran experiencia en promover cambios sociales, esto es, procesos de transición, porque es capaz de trabajar a distintos niveles: Finca, sociedad local y sociedad mayor, tal como se observa en los ejemplos de las Fotografías 1, 2 y 3. En este sentido, intenta no sólo promover el cambio tecnológico, sino también favorecer la adquisición de capacidades y organización por parte de los grupos implicados para que puedan continuar el proceso por sí mismos, así como incidir en ámbitos superiores sociedad local o mayor (Martínez *et al.*, 2003).



**Fotografía 1.** Sistemas pastoriles y agrosilvopastoriles con producción de cultivos anuales en áreas segregadas, así como granos de interés forrajero (Pérez, 2001).



**Fotografía 2.** Producción agroecológica de leche de cabras en pastoreo, forraje de arbóreas y residuos de cosechas diversas, (Iglesias, 2006).



**Fotografía 3.** Producción cunícula y porcina con forrajeras proteicas, (Iglesias, 2006).

## RELACIONES CON EL MEDIO AMBIENTE

El estudio de la agricultura y la ganadería ha sido siempre de particular interés para la humanidad, desde hace 10.000 años las comunidades establecieron los primeros cultivos e iniciaron asentamientos permanentes, hasta el siglo XXI, en el cual la globalización es cada vez mayor, y en el que el entendimiento del funcionamiento de los sistemas agropecuarios ha sido un objetivo prioritario para nuestras sociedades; sin embargo, el interés para alcanzar dicho objetivo ha confluído en diferentes enfoques para entender los procesos que explican la estructura, funcionamiento, y actualmente, la sostenibilidad de los sistemas de productivos. El concepto clave, que guía el razonamiento metodológico y epistemológico en este análisis, es el de la sostenibilidad, definiéndola como un enfoque integral y holístico hacia la producción de alimentos, fibras y forrajes que equilibra el bienestar ambiental, la equidad social, y la viabilidad económica entre todos los sectores de la sociedad, incluyendo la comunidad internacional y a través de las generaciones. Inherente a esta definición, está la idea de que tiene que extenderse no sólo globalmente, sino también por tiempo indefinido (Gliessman, 2002).

Luego de realizar el análisis del contexto “finca”, se evalúa la estructura de biodiversidad con el fin de insertar procesos que fortalezcan la inmunidad del sistema mediante las estructuras ecológicas, definiendo la biodiversidad como el conjunto de estructuras ecológicas interrelacionadas en espacios y corredores que sostienen los procesos ecológicos esenciales a través de un territorio, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, dotando al mismo de servicios ambientales para su desarrollo sostenible. Los tipos de biodiversidad en los sistemas agropecuarios desde la visión agroecológica son:

1) **Funcional:** Está asociada con el beneficio que prestan las estructuras de especies arbóreas y arbustivas, y la incorporación de materia orgánica como fuente principal del equilibrio de organismos vivos en la conservación del suelo, y al control natural de plagas y enfermedades. Varios estudios sugieren que las estructuras vegetales asociadas a campos particulares de cultivo influyen en la

clase, abundancia y tiempo de llegada de fitófagos y sus enemigos naturales. La diversidad del mosaico vegetal de la finca, definido por la variedad de plantas cultivadas y silvestres y su estructura espacial (ej. el tamaño de los cultivos y la heterogeneidad de su distribución espacial) es un factor clave en la abundancia, diversidad y dispersión de las especies de insectos en el agroecosistema, factor que proporciona inmunidad a los cultivos (Odum, 1996).

2) **Productiva:** Se considera que las especies arbóreas y vegetales prestan servicios ambientales en términos de lo productivo – económico, del control natural de plagas y enfermedades, y de eficiencia energética en el sistema productivo. Un aspecto importante, es que al definir la producción a pequeña escala, se otorga mayor valor al reducir los riesgos que al elevar la producción al máximo; por lo general, los pequeños productores están más interesados en optimizar la eficiencia de los recursos o factores que les son escasos, que al incremento en la eficiencia del suelo o del trabajo, también prefieren elegir tecnologías de producción sobre la base de decisiones que toman en cuenta la totalidad del sistema agropecuario y no un cultivo en particular. El rendimiento por área puede ser un indicador, pero la productividad también puede ser medida por unidad de labor o trabajo, por unidad de inversión de dinero, en relación con necesidades o en una forma de coeficientes energéticos; cuando los patrones de producción son analizados mediante estos coeficientes, queda de manifiesto que los sistemas biodiversos son más eficientes que los agroecosistemas simples o de monocultivo en cuanto al uso de energía (Altieri y Nicholls, 2010).

3) **Auxiliar:** Son estructuras ecológicas adicionales, que permiten una barrera de beneficios en el sistema, para el control natural de plagas y enfermedades (ej. principios de alelopatía), aumento de controladores y aumento de la riqueza nutritiva del suelo (leguminosas rastreras), para favorecer los recursos naturales en la conformación de un agroecosistema se deben tener en cuenta:

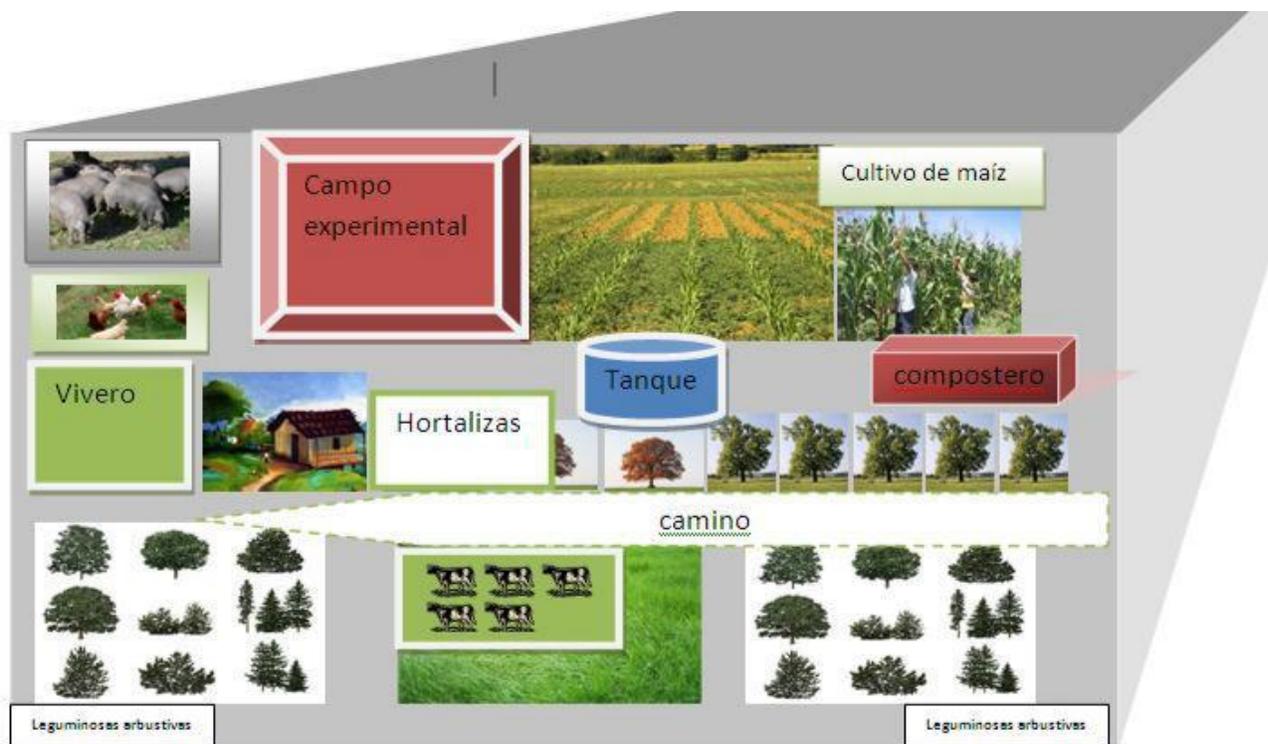
a) **Flujos de energía:** Que son en forma unidireccional o irreversible entre sus componentes vivos a partir de la energía solar que entra al mismo como fuente única, su transferencia de un punto a otro se realiza con pérdidas, por

lo tanto, no existe una eficiencia del 100% en las transformaciones de energía; en efecto, la mayor parte de la de la solar se dispersa en forma de calor; sólo cerca de un 10% de la energía de que dispone un nivel trófico es transferida al próximo nivel.

- b) **Alta diversidad de especies:** Un gran número de especies de microorganismos, vegetales y animales, que ocupan cada espacio disponible en el agroecosistema estableciendo relaciones de competencia, depredación, cooperación, comensalismo, simbiosis y otros.
- c) **Cadenas y redes tróficas complejas:** Hay relaciones alimentarias múltiples entre todos los organismos, es así que los primarios autótrofos (vegetales) sirven de alimento a los heterótrofos y entre éstos existen diferentes niveles de interdependencia alimentaria; finalmente muchos microorganismos obtienen su energía a partir de otros en estado de descomposición. Mientras más grande es la diversidad entre los organismos autótrofos, mayor lo es entre los heterótrofos y descomponedores.
- d) **Arreglo espacial:** Cada pequeño espacio es ocupado por especies diferentes interactuando entre sí; la distribución horizontal y vertical define una gran densidad poblacional por metro cuadrado y un aprovechamiento extraordinario del espacio superficial y aéreo.
- e) **Los nutrientes se mueven cíclicamente:** provienen del suelo (de la transformación de las rocas) y son tomados por organismos autótrofos y, posteriormente, por los heterótrofos que al entrar al proceso de descomposición, los liberan para retornar nuevamente al suelo de donde serán extraídos nuevamente por otros organismos en proceso de desarrollo. El agroecosistema, especialmente el suelo, ha desarrollado mecanismos de retención de nutrientes dentro de sus límites físicos de modo que puedan circular sin disminuir en su cantidad.
- f) **Tienen un alto grado de estabilidad funcional a partir del cambio dinámico:** El cambio se refiere a la gran cantidad de sucesos que ocurren dentro del ecosistema como la cantidad de energía que fluye, nutrientes que circulan de organismos que nacen o se descomponen, que se consumen entre

sí o logran mejores niveles de adaptación; todas estas modificaciones determinan su estabilidad. Con el tiempo, la diversidad de especies, la estructura vegetativa y trófica de una comunidad, genera un equilibrio; dicha propiedad es la que permite a los ecosistemas recuperarse cuando se presentan fenómenos que distorsionan su normal funcionamiento (Altieri y Nicholls, 2010; Hiba *et al.*, 2005).

Muchos estudios han revelado que los sistemas complejos como los de multi-especies son más fiables y sostenibles en cuanto a la conservación de recursos que los agroecosistemas simplificados. Se han reportado aumentos significativos de rendimiento en sistemas de cultivos diversos, en comparación con los monocultivos. Los rendimientos mejorados en los sistemas de cultivos y especies animales diversos (Figura 4) pueden ser resultado de una variedad de mecanismos, como un uso eficaz de los recursos (luz, agua, nutrientes), también se reduce el daño de cultivos por plagas (Altieri y Nicholls, 2010).



**Figura 4.** Formación de una finca agroecológica multiespecie a partir de un sistema tradicional.

**Fuente:** Adaptado de González, (2004); Hiba *et al.*, (2005).

## OPINIÓN PERSONAL DEL TEMA

Antes de pensar en la adopción de algunos de los diseños propuestos es necesario realizar un estudio cuantitativo financiero en el cual se pueda realizar un cálculo de costos de implementación, operación y sostenimiento del sistema, para que, con base en las condiciones sociales y culturales de los productores, como acceso a créditos, disponibilidad de recursos propios, condiciones sociales y de empleabilidad en la zona, se pueda definir el riesgo y la potencialidad de asumir dicho costo.

Un elemento básico necesario para garantizar la implementación de los diseños es tener unas condiciones mínimas de asociatividad en los productores, para que lideren la búsqueda de mercados, la creación de redes productivas y comerciales, la exploración de fuentes de financiación y apoyo a productores. Desde esta perspectiva, los niveles organizacionales de las comunidades son un factor decisivo que afecta de manera directa la implementación de los diseños, pues sin organización social de base, no existe garantía que los agroecosistemas sean exitosos, y generen confianza y fidelidad en los productores.

La investigación científica sobre la diversificación de sistemas de cultivos descubre la importancia de la diversidad en un entorno de los agroecosistemas por varias razones: 1) A medida que aumenta la diversidad, también lo hacen las oportunidades para la interacción benéfica entre las especies, que pueden mejorar la sostenibilidad del agroecosistema. 2) Una mayor diversidad siempre permite un mejor uso de los recursos porque permite aumentar la heterogeneidad del hábitat, llevando a una complementariedad en las necesidades de las especies de cultivo y animales conllevando a la partición de los recursos. 3) Los ecosistemas en los cuales especies de plantas y animales están entremezclados, poseen una resistencia asociada puesto que existe una mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales de las plagas, manteniendo bajo control las poblaciones de especies individuales de herbívoros. 4) Un ensamblaje de cultivos diversos puede crear una diversidad de microclimas dentro de los sistemas de cultivo, que pueden ser ocupados por un rango de organismos silvestres incluyendo predadores

benéficos, parasitoides, polinizadores, fauna del suelo y antagonistas, que resultan importantes para la totalidad del sistema. 5) La diversidad reduce el riesgo para los productores, especialmente en áreas marginales con condiciones ambientales poco predecibles, puesto que si un cultivo no anda bien, el ingreso derivado de otros puede compensarlo.

Consideró que los modelos diseñados agroecológicamente representan ventajas tanto ecológicas, como socioeconómicas, requieren atención (manejo de cultivo, podas, fertilización y otros) y manejo de la calidad del producto. Cualquier actividad productiva pensada para el mercado ya es un agro-negocio que modifica el sistema natural de la finca y por lo tanto, si el productor decide hacerlo debe responder con rigor en los temas centrales de calidad, equidad y equilibrio del ecosistema intervenido. El éxito en un agro-negocio está en la minimización del gasto energético, es decir dependencias de factores externos, tales como: insumos de síntesis química, asistencia técnica, comercialización, entre otros.

## **CONCLUSIÓN**

A partir del análisis exploratorio a través de indicadores de sostenibilidad, se puede aumentar el nivel de ingresos familiares e incrementar la autosuficiencia alimentaria mejorando la eficiencia del subsistema agropecuario mediante la disminución de los costos, aumentando el ciclaje de nutrientes, aumentando los alimentos y superficie cultivada en el subsistema agrícola y forestal, y de esta manera se puede disminuir la dependencia de insumos generando un banco de semillas. También es importante trabajar en el diseño y la ejecución de talleres comunales en los que puedan participar habitantes de la localidad y que tengan como objetivo fundamental el fortalecimiento de redes sociales, intercambio de conocimientos, inserción en las cadenas comerciales, formación de centros comunitarios para la formación en técnicas agroecológicas. Para ello podría ser necesario evaluar aspectos como el reconocimiento de sistema de valores y creencias relacionadas a prácticas agropecuarias en su entorno, ej.: Cómo percibe la comunidad y el subsistema familia las posibles relaciones entre la agricultura y

la alimentación, la conservación, el trabajo, la dignificación de la comunidad, el cooperativismo, entre otros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acevedo Á. ¿Cómo evaluar el nivel de sostenibilidad de un programa agroecológico? Un procedimiento metodológico para diseñar, monitorear y evaluar programas rurales con enfoque de desarrollo sostenible. Bogotá, Colombia, Universidad de la Amazonia, 2009. Disponible En: <http://www.udla.edu.co/documentos/docs/Programas%20Academicos/Ingenieria%20Agroecologica/Memorias/I%20Simposio%20Internacional%20de%20Agroecologia/Construccion%20Indicadores%20Sostenibilidad.%20A.Acevedo.pdf>
2. Altieri M.A., Nicholls C. Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. 1: 82. 2010.
3. Astier M., Curso internacional de Agroecología, Evento efectuado en la Facultad de Agricultura de la Universidad de Antioquia., Medellín, Colombia, 2007.
4. Cerda E., Sarandon S.J. Aplicación del enfoque de la Agroecología para el manejo sustentable de sistemas extensivos de clima templado. El caso de “La Aurora” en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Benito Juárez. Argentina. Cuadernos de Agroecología. 6 (2): 6 p. 2011.
5. Collinson M.P. A history of farming systems research. Food and Agriculture Organization of the United Nations and CABI Publishing, United Kingdom. 2000.
6. Chapin I., F Stuart, Matson P.A., Vitousek P. Principles of terrestrial ecosystem ecology. Springer Science & Business Media, New York, USA. 528 p. 2011.
7. Funes F. Towards sustainable agriculture in Cuba. Universidad de Salamanca, 24 p. 2007. Disponibles En: <http://campus.usal.es/~ehe/Papers/Microsoft%20Word%20-%20Towards%20sustainable%20agriculture%20in%20Cuba%201st%20August%5b1%5d.pdf>
8. Gliessman S.R. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE, Costa Rica. 361 p. 2002.
9. González L. La extensión agraria en Cuba. Algunas reflexiones necesarias. Pastos y forrajes. 27 (3): 211-218. 2004.
10. Guzmán C.G., González d.M.M., Sevilla G.E. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Revista Española de Investigaciones Sociológicas. 95: 213-217. 2001.
11. Haden A.C. Emergy analysis of food production at S&S homestead farm. S&S Center for Sustainable Agriculture, Lopez Island, WA, USA. p 1-33. 2002.
12. Herrera F.T. Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana. Una aproximación teórica. Gaceta Laboral. 12 (1): 2006.
13. Hiba J.C., Ciciliani A., Cópola A. Cómo mejorar las condiciones de trabajo y la productividad en empresas agrícolas y agroindustriales: Guía para la acción. Organización Internacional del Trabajo, Buenos Aires, Argentina. 197 p. 2005.

14. Martínez A.C., Mendoza H.M.T., Alvarez M.M.R. Análisis multivariado: un manual para investigadores. Editorial Biblioteca Nueva, Barcelona, España. 120 p. 2003.
15. Odum H.T. Environmental accounting: EMERGY and environmental decision making. Jhon Wiley & Sons, Inc, New York, USA. 372 p. 1996.
16. Primavesi A.M. Agroecología e manejo do solo. Revista Agriculturas: Experiências em Agroecología. 5 (3): 7-10. 2008.
17. Ramos A.E., Ojeda R., Porto F., León O., Romero I., Estéves Y., Oramas J., Pérez A., Martínez Y., Reiner M. Actividad física, agroecología y calidad de vida. Revista Digital - Buenos Aires. 12 (109). 2007.
18. Sarandón S.J., Flores C.C. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. Agroecología. 4 19-28. 2009.
19. Sarandón S.J., Flores C.C. Agroecología bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. 467 p. 2014.
20. Treto E., García M., Viera R.M., Febles J.M. Advances in organic soil management. Sustainable agriculture and resistance: Transforming food production in Cuba, Food First, Oakland. p 164-189. 2002.
21. Vivar J. Feminización y valorización del trabajo. Un análisis desde las prácticas laborales y el uso de las herramientas. Textual. (60): 61-80. 2012.
22. Wright P., Triggs C., Burge G. Control of bacterial soft rot of calla (*Zantedeschia* spp.) by pathogen exclusion, elimination and removal. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 33 (2): 117-123. 2005.

## **Digestibilidad *in vivo* en cuyes alimentados con cuatro variedades de *Brachiaria spp***

### ***In vivo* digestibility in guinea pigs fed with four varieties of *Brachiaria spp***

Velásquez Rivera Liseth Liliana<sup>1</sup>, Monsalve Sánchez Madeleini<sup>1</sup>, Ríos Jaimes Jorge Alberto<sup>1</sup> y Roa Vega María Ligia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Curso de Producción Tropical Sostenible I y <sup>2</sup>Zoot, MSc. Docente UNILLANOS

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

Recibido 09 de Febrero 2016, Aceptado 31 de Mayo 2016

### **RESUMEN**

El desarrollo en la producción del cuy (*Cavia porcellus*), como fuente alternativa de proteína para la población, es una iniciativa que ha venido tomando fuerza en Colombia; teniendo en cuenta que las especies gramíneas del género *Braquiaria*, representan una fuente de fibra y energía para el trópico, su inclusión en dietas para cuyes es limitada por la escasa información disponible sobre su valor nutritivo y su aprovechamiento digestivo en estos animales, por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar el valor nutricional y los coeficientes de digestibilidad de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), grasa (GR) y fibra cruda (FC), y estimar el extracto no nitrogenado (ENN), porcentaje de nutrientes digestible totales (NDT), energía (Mcal/kg MS) bruta (EB), digestible (ED) y metabólica (EM). Los forrajes utilizados y tratamientos fueron: *Brachiaria híbrido* cv. mulato (T1), *Brachiaria decumbens* cv amargo (T2), *Brachiaria brizantha* cv. toledo (T3) y *Brachiaria brizantha* cv. marandú (T4). Para el experimento se emplearon doce cuyes machos criollos, con un peso promedio de  $778 \pm 10$  g, instalados en jaulas metabólicas, distribuidos en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, cuatro especies de *Braquiaria* y tres replicas cada uno. Se pesó la cantidad de forraje consumido ad libitum, y también se recolectaron y pesaron las heces durante seis días, para posteriormente analizarlas en el laboratorio, con el fin de estimar sus coeficientes de digestibilidad y la distribución de la energía. Los

coeficientes de digestibilidad de MS fueron superiores ( $P < 0.05$ ) para pasto amargo y marandú (0.80 y 0.88). Así mismo, los coeficientes de digestibilidad de la PC, GR, FC, ENN y EB fueron superiores ( $P < 0.05$ ) para estos mismos forrajes, observándose, el mayor coeficiente en la PC del pasto marandú (0.90) y el más bajo en la FC del pasto toledo (0.66). El pasto amargo fue el forraje mejor aprovechado por los cuyes, debido a una menor energía fecal (EF) desperdiciada (15.5%), dejando mayor disponibilidad de energía para las funciones metabólicas en comparación con los otros forrajes, siendo su EF del 25.4, 21.4 y 22.6% para el pasto mulato, toledo y marandú respectivamente. La energía digestible y metabólica fue mayor en pasto amargo a pesar de su menor contenido PC (6%) en comparación con el marandú (7.8%).

**Palabras clave:** *Cavia porcellus*, gramíneas, digestibilidad, especies menores.

### ABSTRACT

The development in the production of guinea pig (*Cavalia porcellus*), as an alternative source of protein for the population, is an initiative that has been gaining strength in Colombia; considering that the species *Brachiaria* grasses, represent a source of fiber and energy for the tropics, its inclusion in diets for *C. porcellus* is limited by the lack of information on its nutritional value and digestive harnessing in these animals, therefore, the objective of this study was to determine the nutritional value and digestibility coefficients of dry matter (DM), crude protein (CP), fat (GR) and crude fiber (CF), and estimate the nitrogen-free extract (ENN), percentage of total digestible nutrients (TDN), gross energy (Mcal/kg MS) (EB), digestible (ED) and metabolic (EM). The forages and treatments used were: (*Brachiaria hybrid* cv. mulato (T1), *Brachiaria decumbens* cv. amargo (T2), *Brachiaria brizantha* cv. toledo (T3) and *Brachiaria brizantha* cv. marandú (T4). For the experiment twelve creole male *Cavalia porcellus* were used, with an average weight of  $778 \pm 10$  g, installed in metabolic cages, distributed in a completely randomized design with four treatments, four species of *Brachiaria* and three replicates each one. The amount of forage consumed *ad libitum* was weighty, and also, they were collected and weighed feces for six days, to later analyze them in the laboratory, in order to

estimate their digestibility coefficients and energy distribution. Digestibility coefficients of MS were higher ( $P < 0.05$ ) for *B. decumbens* and *B. brizantha* cv marandú (0.80 and 0.88). Likewise, the digestibility coefficients of CP, GR, CF, ENN and EB were higher ( $P < 0.05$ ) for these same fodder, observing, the highest ratio in CP of *B. brizantha* cv marandú (0.90) and the lowest in CF of *B. brizantha* cv toledo (0.66). *B. decumbens* was the best forage profiteer by *C. porcellus* due to lower fecal energy (EF) wasted (15.5%), leaving more energy for metabolic functions compared with other forages, being its EF 25.4, 21.4 and 22.6% for the *B. híbrida* cv. mulatto grass, *B. brizantha* cv. toledo and *B. brizantha* cv. marandú respectively. The digestible energy and metabolic was higher in *B. decumbens* despite its lower content PC (6%) compared to *B. brizantha* cv. marandú (7.8%). *C. porcellus*, grasses, digestibility, lesser species.

**Keywords:** *Cavia porcellus*, grasses, digestibility, minor species.

## RESUMO

O desenvolvimento na produção de porquinhos-da-índia (*Cavalia porcellus*), como uma fonte alternativa de proteínas para a população, é uma iniciativa que vem ganhando força na Colômbia; considerando que as espécies gramíneas de *Brachiaria*, representam uma fonte de fibra e energia para os trópicos, o inclusão em dietas para *Cavalia porcellus* é limitada pela falta de informação sobre o seu valor nutritivo e a sua utilização digestivo nestes animais, portanto, o objetivo deste estudo foi determinar o valor nutritivo e coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura (GR) e fibra bruta (FB), e estimar o extrato não nitrogenado (ENN), porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT), energia bruta (Mcal/kg MS) (EB), digestiva (ED) e metabólica (EM). Forragem e tratamentos utilizados foram: (*Brachiaria híbrida* cv. mulato (T1), *Brachiaria decumbens* cv. mmargo (T2), *Brachiaria brizantha* cv. toledo (T3) e *Brachiaria brizantha* cv. marandú (T4). Para o experimento foram utilizados doze machos crioulas *Cavalia porcellus*, com um peso médio de  $778 \pm 10$  g, instalados em gaiolas metabólicas, distribuídos em um desenho inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, quatro espécies de *Brachiaria* e três repetições cada um.

É peso a quantidade de forragem consumida *ad libitum*, e também foram recolhidos e pesados fezes durante seis dias, para depois analisá-los no laboratório, a fim de estimar seus coeficientes de digestibilidade e distribuição de energia. Coeficientes de digestibilidade da MS foram maiores ( $P < 0.05$ ) para *B. decumbens* e *B. brizantha* cv marandú (0.80 e 0.88). Da mesma forma, o coeficientes de digestibilidade da PB, GR, FC, ENN e EB foram maiores ( $P < 0.05$ ) para estes mesmos forragem, observados, o rácio mais elevado no PC o *B. brizantha* cv. marandú (0.90) ea menor em FC o *B. brizantha* cv. toledo (0.66). *B. decumbens* foi o melhor gramínea forrageira utilizada por *C. porcellus* devido à menor energia fecal (EF) desperdiçado (15.5%), deixando mais energia para as funções metabólicas em comparação com outras forrageiras, siendo sua EF 25.4, 21.4 e 22.6% para a grama *B. híbrida* cv. mulato, *B. brizantha* cv. toledo e *B. brizantha* cv. marandú respectivamente. A energia digestível e metabólica o grama *B. decumbens* foi maior, apesar de seu PC de conteúdo inferior (6%) em comparação com *B. brizantha* cv. marandú (7.8%).

**Palavras-chave:** *Cavia porcellus*, gramíneas, digestibilidade, espécies menores.

## INTRODUCCIÓN

Los recursos forrajeros en la zona tropical pueden ser una alternativa de alimentación para especies menores como el conejo y el cuy, puesto que los altos costos de los cereales, la soya y otras materias primas, no permiten una producción rentable, por lo tanto, las especies gramíneas del género *Brachiaria* y algunas leguminosas, representan fuente de fibra y proteína para el trópico, sin embargo, su inclusión en dietas es limitada por la escasa información disponible sobre valor su nutritivo y su aprovechamiento digestivo en estos animales (Nieves *et al.*, 2006).

*Brachiaria híbrido* cv. mulato, es el resultado de tres generaciones de cruzamiento y selección realizadas por el proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT, a partir de cruces iniciados en 1989 entre *B. ruziziensis* x *B. decumbens* x *B. brizantha*, esta gramínea perenne se desarrolla en regiones tropicales húmedas y subhúmedas;

presenta crecimiento decumbente en forma de macollas, posee tallos color verde intenso, con abundante pubescencia, hojas lanceoladas e inflorescencia en panícula. Son plantas vigorosas y con buen macollamiento, tolerante al salivazo (*Aenolamia reducta*, *Zulia carbonaria*, *Zulia pubescens* y *Monarva trifissa*) pero altamente susceptible a pudrición de raíz causada por *Rhizoctonia* (Argel *et al.*, 2007). En estudios realizados por Ramírez *et al.*, (2009) con la variedad mulato, se encontró que el contenido de materia seca es 22.6%, 7% de proteína, 31.5% de fibra cruda, con una digestibilidad de la materia seca en bovinos de 53.3%.

*Brachiaria decumbens* cv. amargo es una gramínea de porte bajo, que presenta hojas lanceoladas moderadamente vellosas; es una especie decumbente con capacidad para formar una capa densa de pasto, es susceptible a *Spodoptera spp.*, a salivazo (*Aeneolamia spp.*) Es originaria de África central y oriental, con buena adaptación en zonas tropicales de Asia y América. Al momento de la siembra se debe realizar escarificación para romper dormancia. Es un forraje con buena palatabilidad y es uno de los forrajes con mayor difusión en el Piedemonte Llanero de Colombia, siendo la principal fuente de alimentación para el ganado (Olivera *et al.*, 2006). Estudios en esta zona realizados por Rincón *et al.*, (2008) determinaron que el pasto amargo contiene: 9.8% de proteína, 53.4 de fibra detergente neutro y 60% de digestibilidad de la materia seca en bovinos.

El pasto toledo es una alternativa forrajera derivada directamente de la accesión *Brachiaria brizantha* CIAT 26110. la cual fue recolectada en Burundi (África) en 1985; fue introducida a Colombia en la década de los 80 por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) para evaluación con otras especies de *Brachiaria* en diferentes ecosistemas. Es una planta que crece formando macollas y tiene un amplio rango de adaptación a climas y suelos ácidos, crece bien en trópico húmedo y subhúmedo, tolera mejor la época seca que otros cultivares de *B. brizantha* como marandú y la libertad, tiene baja susceptibilidad a manchas foliares causadas por el hongo *Rhizoctonia solani*, y tiene baja resistencia al salivazo; la planta se establece fácilmente por medio de semilla aunque también es posible utilizar cepas enraizadas como medio de propagación debido al

crecimiento en macollas de este pasto (Lascano *et al.*, 2002). En cuanto a su calidad nutricional el pasto toledo contiene: 10.5% de proteína, 58,4% de fibra detergente neutro y 58% de digestibilidad de la materia seca en bovino (Rincón *et al.*, 2008).

*Brachiaria brizantha* cv. marandú es una especie forrajera perenne, que fue desarrollada por Embrapa (Brasil), presenta densas vellosidades en los colmos, lo que probablemente explica su resistencia al ataque de la “cigarra de los pastos”; es de hojas erectas, largas y altamente palatables, prospera en zonas con registros pluviométricos superiores a los 750 mm anuales. Se adapta a distintos tipos de suelo, tanto de texturas arenosas como pesadas, así como también a suelos con pH ácido, y tiene alta capacidad de retención de humedad. Es tolerante al salivazo y compite hábilmente con las malezas hasta erradicarlas (Oliveira *et al.*, 2005). Este forraje contiene 8.2% proteína, 67.2% de fibra detergente neutro y 63.3% de digestibilidad de la materia seca (Euclides *et al.*, 2000).

Mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza de tal modo que se lograría obtener un mejor provecho de su precocidad y prolificidad, así como su habilidad materna. Los cuyes como productores de carne precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente gramíneas, a pesar que el cuy tiene una gran capacidad de consumo, solamente con una leguminosa puede conseguirse un buen desarrollo, así como resultados óptimos en hembras en producción. Sin embargo en algunas zonas de Colombia, la principal fuente de fibra son las especies del género *Brachiaria*, por lo cual es importante saber cómo es el comportamiento de estos forrajes en el tracto digestivo del cuy (*Cavia porcellus*) (Vargas y Yupa, 2011). Los requerimientos para cuyes en crecimiento son los recomendados por el Consejo Nacional de Requerimientos de Estados Unidos (NRC, 1978), donde los cuyes son utilizados como animales de laboratorio y en algunos países Suramericanos como Perú, Ecuador y Colombia, existen producciones de carne para el consumo humano.

Para determinar la calidad nutricional de los forrajes se han utilizado las pruebas de digestibilidad, estas valoraciones se han realizado con diferentes métodos. La digestibilidad *in vivo* de un alimento se puede medir directamente con el uso de animales experimentales, pero se requiere hacer un registro exacto del consumo de forraje y la excreción fecal de un animal sometido a un tratamiento en un período de tiempo dado; como desventaja de este método, puede existir contaminación entre excretas y orina; además el confinamiento de los animales reduce el tono muscular y probablemente disminuye el tránsito de ingesta, pudiéndose sobre estimar la digestibilidad con respecto a los animales no alojados en jaulas (Church *et al.*, 1990; Nieves *et al.*, 2006).

En un trabajo para determinar la digestibilidad aparente de maní forrajero (*Arachis pinto*), en cuyes (*C. porcellus*) machos con 600 g de peso, y tres meses de edad, se observó que la calidad nutricional y el consumo fue superior con el heno de maní forrajero en pre-floración (320.33 g/día) en comparación con el maní en floración (277 g/día); similar comportamiento se presentó con el contenido de proteína y digestibilidad de la materia seca, siendo de 23.3 y 58.0 % vs. 19.7 y 51% respectivamente, para el heno elaborado en prefloración y floración (Ordóñez, 2012).

En otro experimento de digestibilidad *in vivo* en cuyes machos (*C. porcellus*), con peso promedio de 900 g, se evaluaron las harinas de: *Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia* e *Hibiscus rosa-sinensis*, observando los mayores ( $P < 0.01$ ) coeficientes de digestibilidad de la materia seca, proteína y fibra cruda en *T. diversifolia* (62.7, 79.7 y 54.4%) y *H. rosa-sinensis* (62.8, 84.2 y 83.8%, respectivamente), en comparación con los otros dos forrajes, obteniéndose valores de: 55.9, 83.7 y 45.1% y 41.3 78.21 y 77.3% respectivamente para *M. alba* y *E. poeppigiana* (Meza *et al.*, 2012).

Tratando de conocer el efecto del tamaño del alimento ofrecido a los cuyes, se evaluaron partícula de tamaños de 0.25, 0.31 y 0.35 mm y niveles de fibra cruda de 8 y 12% en alimento balanceado para cuyes machos en crecimiento. Las dietas suministradas contenían 2.7 Mcal de ED/Kg y 19% de proteína, adicionando como

forraje el rastrojo de brócoli al 20% del peso vivo. El tamaño de partícula y nivel de fibra cruda no afectó ( $P>0.05$ ) el consumo de materia seca, energía digestible, conversión alimenticia, peso de hígado y tracto digestivo. La ganancia de peso mostró diferencias ( $P<0.05$ ) a favor del 8% de fibra cruda (13.0 g/día) comparado 12% de fibra cruda (11.8 g/día). El rendimiento de canal fue mayor ( $P<0.05$ ) para 8% de fibra cruda (68.6%) comparado con el 12% de fibra (66.9%). La eficiencia fue mayor con 12% de fibra cruda, con mayor tamaño de la partícula 0.35 mm; (2.13) en comparación con 0.25 y 0.31 mm, siendo su eficiencia de 2.21, 2.40 (Ciprian y Hidalgo, 2007).

## METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la granja Barcelona de la Universidad de los Llanos, ubicada a 12 km de Villavicencio, Meta. Esta zona tiene una altitud de 465 metros sobre el nivel del mar, una temperatura promedio de 27°C y precipitación anual de 1900 a 4050 mm, humedad relativa del 80% correspondiente a la zona de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (IDEAM, 2014).

Los forrajes utilizados fueron las gramíneas *Brachiaria hibrido* cv. mulato, *Brachiaria decumbens* cv amargo, *Brachiaria brizantha* cv. marandú y *Brachiaria brizantha* cv. toledo, que están establecidas en parcelas, a las que se les hacen cortes cada 40 días; el suministro de estos forrajes fue fresco *ad libitum*. Se utilizaron 12 cuyes machos cruzados (Gráfica 1), con un peso promedio de  $778 \pm 10$  g, que fueron alojados en canastas plásticas con orificios las cuales fueron adaptadas como metabólicas artesanales (Gráfica 2), con sus respectivos comederos y bebederos tipo chupón. El período de adaptación al consumo de las gramíneas fue de dos días y se colectaron las heces durante tres días. Se suministró el alimento a cada animal (promedio 150 g) lo cual equivalió al 30% de su peso vivo y se cuantificó el rechazo; el alimento se suministró dos veces al día.

Se realizaron los análisis nutricionales de los forrajes y las excretas: de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), grasa y extracto no nitrogenado (ENN) (AOAC, 2005). Esto con el fin de determinar los coeficientes de

digestibilidad (Cod) de cada nutriente mencionado, utilizando la metodología de Church *et al.*, (1990) y Nieves *et al.*, (2006), y con base en estos valores estimar: nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestible (ED) y energía metabólica (EM). Según investigaciones de Church *et al.*, (1990), se ha estimado que 1 kg de NDT es igual a 4.4 Mkal de ED ó a 3.8 MKcal de EM; y el Cod se puede calcular aplicando las siguientes formulas:

$$\text{Cod de un nutriente} = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente consumido}}$$

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

Se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, que fueron los pastos: T1 (mulato), T2 (amargo), T3 (toledo), T4 (marandú) y tres repeticiones. Las variables de respuestas evaluadas fueron: Cod de: MS, PC, FC, grasa ENN, NDT, ED, y EM; para comparar los tratamientos se utilizó la prueba Duncan. Su modelo estadístico fue:

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

En donde:

$Y_{ij}$ : Variable respuesta de la ij-esima unidad experimental.

$\mu$ : Efecto de la media general.

$t_i$ : Efecto del i-esimo tratamiento (T1, T2, T3 y T4).

$\varepsilon_{ij}$ : Efecto del error experimental asociado a la i-esima unidad experimental.



**Gráfica 1.** Raza de cuy (*C. porcellus*) utilizados en el experimento



**Gráfica 2.** Canastas plásticas donde se alojaron los cuyes

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis proximal de los forrajes se observó un mayor contenido de proteína en el pasto marandú, mientras que el ENN que representa los carbohidratos solubles fue mayor en el amargo. En este mismo sentido, de acuerdo a los análisis se puede deducir que la variedad toledo es la de menor calidad nutricional, debido a sus bajos porcentajes de proteína y ENN (39.3%), en comparación con las otras variedades (55% mulato, 63.6% amargo y 60.7% marandú) (Tabla 1); mientras que el pasto marandú tiene mayor porcentaje proteína (9.2%), en comparación al mulato (5.1%), amargo (6%) y toledo (4.1%).

**Tabla 1.** Análisis proximal (%) de las cuatro gramíneas consumidas por los cuyes

Nutrientes*	Mulato	Amargo	Toledo	Marandú
Materia Seca	20.1	22.4	23.1	19.4
Proteína	5.1	6	4.1	9.2
Cenizas	6.3	6.1	8.3	8
Grasa	3.6	3.0	3.5	2.6
Fibra Cruda	19.7	17.7	34.9	15.2
Extracto no nitrogenado	55	63.6	39.3	60.7

\*Análisis realizados por triplicado en el Laboratorio de Nutrición Animal de UNILLANOS

Euclides *et al.*, (2000) reportaron menor porcentaje proteína (8.2%), en comparación con las obtenidas en este trabajo. Mientras que ocurrió lo contrario con las otras tres gramíneas con relación a estudios realizados por Rincón *et al.*, (2008) quienes encontraron que el contenido de proteína en amargo fue 9.8% y 10.5% en toledo; y en trabajos con mulato llevados a cabo por Ramírez *et al.*, (2009) se obtuvo 7% de proteína, valor superiores al observado en este experimento (Tabla 1). En el análisis proximal de las excretas es de resaltar un alto contenido de extracto no nitrogenado en los animales que consumieron mulato y amargo, y se observó, el mayor valor de fibra cruda en la dieta de toledo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Análisis proximal (%) de excretas de cuyes

<b>Nutrientes*</b>	<b>Mulato</b>	<b>Amargo</b>	<b>Toledo</b>	<b>Marandú</b>
Materia Seca	12.1	11.8	12.5	11.4
Proteína	5	6.2	5.8	7.8
Cenizas	11	10.8	10.6	8.8
Grasa	3.6	2.5	3.5	2.5
Fibra Cruda	24.3	25.4	40.6	25.3
Extracto no nitrogenado	49.5	54.1	22.2	40.6

\*Análisis realizados por triplicado en el Laboratorio de Nutrición Animal de UNILLANOS

Los consumos fueron superiores ( $P < 0.05$ ) en los cuyes que recibieron marandú, lo cual pudo suceder por la calidad nutricional de este forraje, obteniendo valores mayores de proteína y bajos en fibra cruda en comparación con las demás gramíneas (Tablas 1 y 3). Lo contrario se observó con la excreción de materia seca, pues este forraje junto con el pasto amargo, presentaron los valores más bajos ( $P < 0.05$ ) en la cantidad de excretas secas diarias por animal (18.8 y 23.6 g) con relación al mulato y toledo (31.1 y 35.8 g respectivamente) (Tabla 3). Ordóñez, (2012) realizó experimentos con cuyes de 600 g de peso, alimentados con *Arachis pinto* en floración, reportando consumos superiores (277g/día de MS) a los observados en este trabajo, en donde el consumo más alto fue con pasto marandú 89.5 g/día de MS, de lo cual se deduce que las leguminosas tienen una mayor aceptación que las gramíneas por parte de los cuyes, además el *A. pinto* ofrece un mayor contenido de proteína, proporcionando una ración más balanceada en comparación con los nutrientes que suministran las gramíneas. Las excreciones diarias de materia seca por cuy fueron mayores ( $P < 0.05$ ) para los animales que consumieron mulato y toledo, se puede sugerir que su alto contenido de fibra cruda (Tabla 1) pueden ocasionar este aumento.

Los coeficientes de digestibilidad de la materia seca fueron superiores ( $P < 0.05$ ) para pasto amargo y marandú (0.80 y 0.88), estos valores fueron también mayores a los obtenidos por Rincón *et al.*, (2008) y Euclides *et al.*, (2000) siendo de 0.60 y 0.58, respectivamente para estos dos forrajes en bovinos. Lo mismo sucedió con mulato y toledo, en estudios realizados por Ramírez *et al.*, (2009) y

Rincón *et al.*, (2008) quienes reportaron coeficientes de 0.53 y 0.58 que al compararlos con los resultados de este estudio son inferiores (0.72 y 0.71, respectivamente) (Tabla 3). Esto puede suceder por la diferencia en la calidad nutricional de los forrajes y la especie animal con las cuales se realizaron las pruebas de digestibilidad.

Los coeficientes de digestibilidad de la proteína, grasa, fibra cruda, extracto no nitrogenado y energía bruta fueron superiores ( $P < 0.05$ ) para pasto amargo y marandú (Tabla 3), observándose la mayor digestibilidad en la proteína de marandú (0.90) y más baja en la fibra cruda del pasto toledo (0.66). Según investigaciones de Ciprian y Hidalgo, (2007) se argumenta que el tamaño de la partícula y nivel de fibra cruda en el forraje no afectan variables como consumo y energía digestible, pero si, la ganancia de peso disminuye por el alto contenido de fibra, lo cual depende del aprovechamiento de la energía metabólica, ocasionando un mayor gasto energético para convertir la celulosa a energía dejando una menor cantidad disponible para el aumento de peso.

**Tabla 3.** Consumo. excreción y coeficientes de digestibilidad de los cuyes

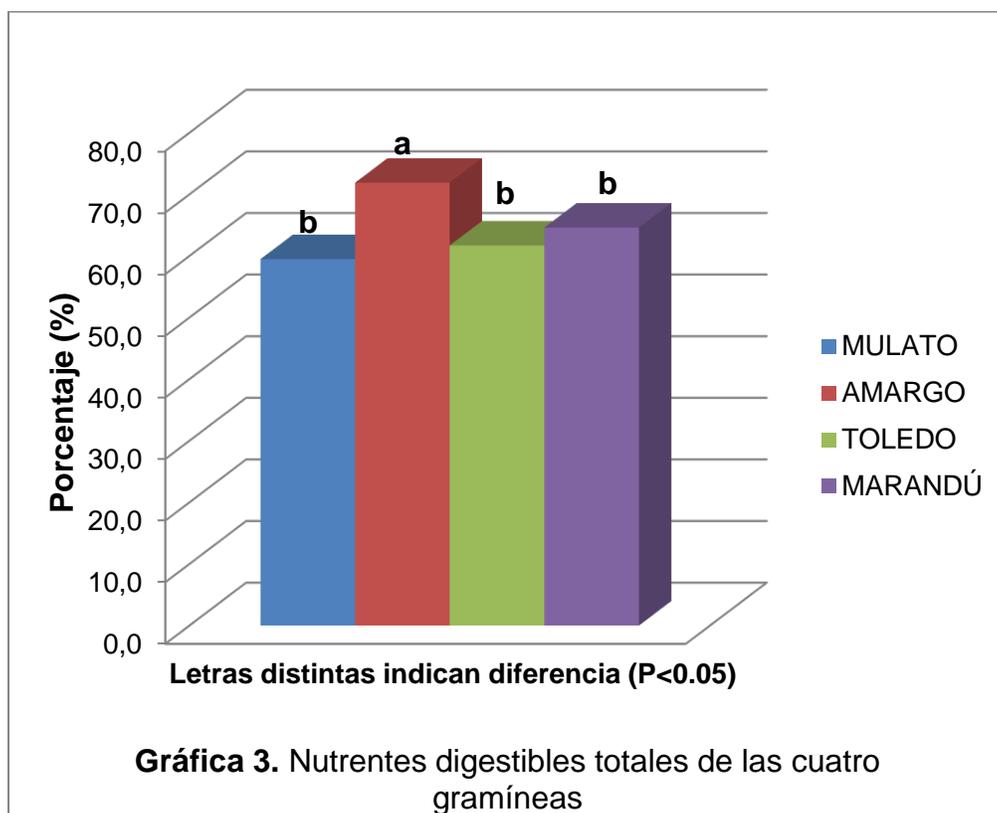
Parámetros	Mulato	Amargo	Toledo	Marandú
Consumo de MS/cuy/día (g)	67.5 <sup>b</sup>	66.7 <sup>b</sup>	66.8 <sup>b</sup>	89.5 <sup>a</sup>
Excreción de MS/cuy/día (g)	31.1 <sup>a</sup>	23.6 <sup>b</sup>	35.8 <sup>a</sup>	18.8 <sup>b</sup>
Cod de materia seca	0.72 <sup>b</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.71 <sup>b</sup>	0.88 <sup>a</sup>
Cod de proteína	0.72 <sup>b</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.59 <sup>c</sup>	0.90 <sup>a</sup>
Cod de grasa	0.72 <sup>b</sup>	0.84 <sup>a</sup>	0.71 <sup>b</sup>	0.88 <sup>a</sup>
Cod de fibra cruda	0.65 <sup>b</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.66 <sup>b</sup>	0.79 <sup>a</sup>
Cod de ENN	0.75 <sup>b</sup>	0.84 <sup>a</sup>	0.70 <sup>b</sup>	0.86 <sup>a</sup>
Energía Bruta Mcal/Kg de MS	3.51 <sup>b</sup>	3.74 <sup>a</sup>	3.45 <sup>b</sup>	3.65 <sup>a</sup>

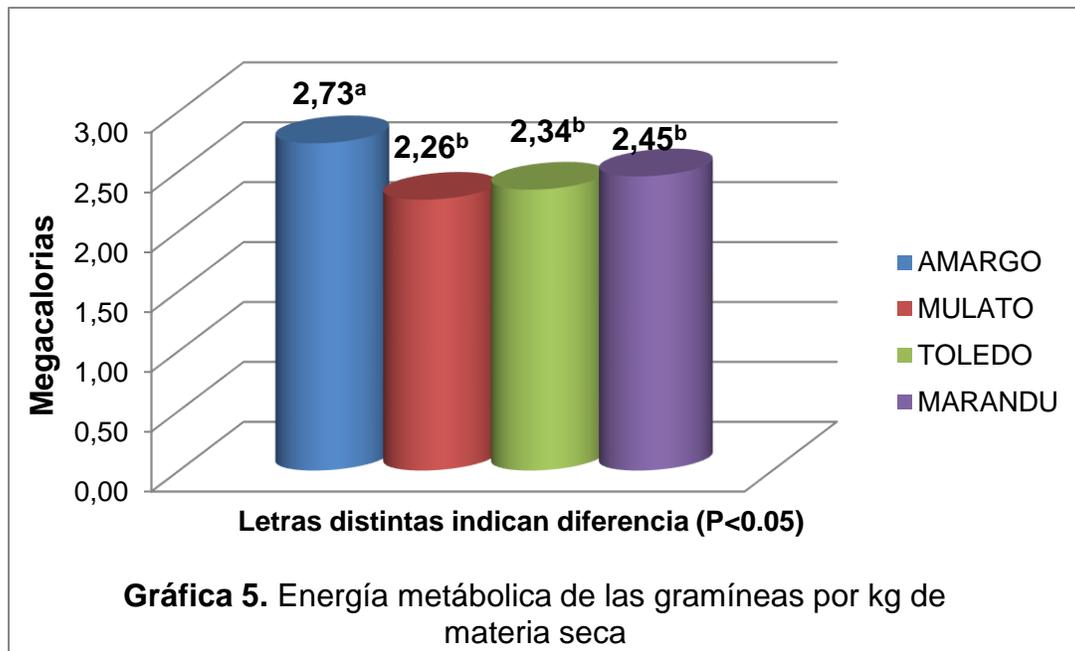
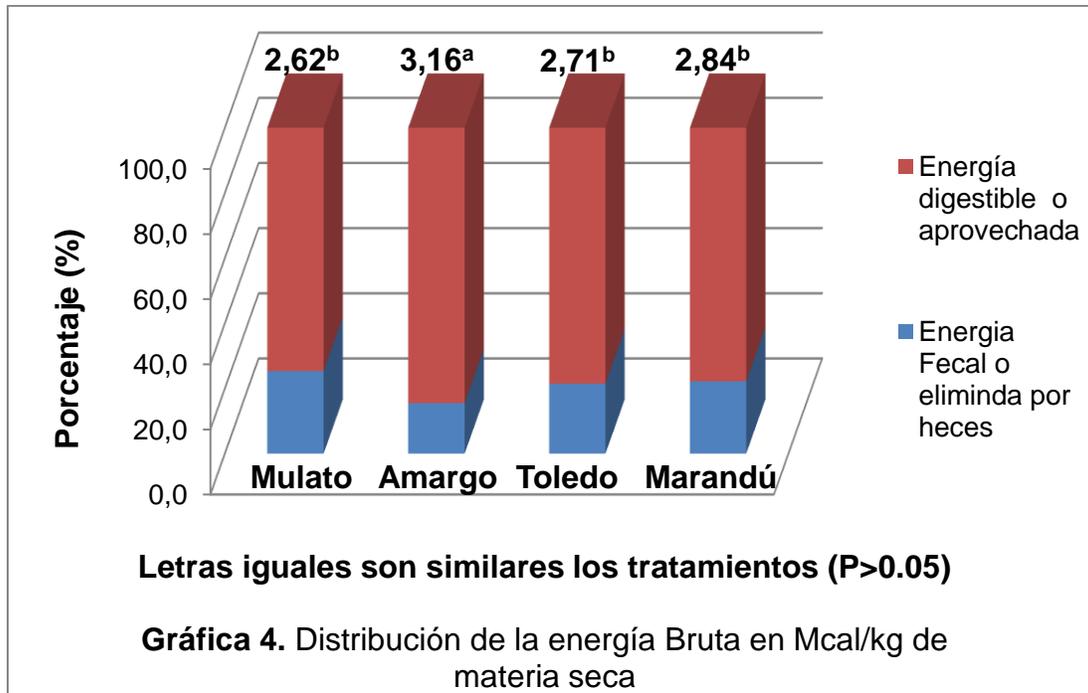
Letras diferentes en la misma fila. los tratamientos son distintos  $P < 0.05$ .

MS= materia seca. ENN= extracto no nitrogenado.

Los nutrientes digestibles totales, y energía digestible aprovechada y metabólica fueron mayores ( $P < 0.05$ ) en pasto amargo (Tabla 3, Gráficas 3, 4 y 5) lo cual indica que este forraje es el mejor aprovechado por los cuyes, debido a una menor

energía fecal (EF) desperdiciada (15.5%), dejando mayor disponibilidad de energía para las funciones metabólicas en comparación con los otros forrajes, siendo su EF del 25.4, 21.4 y 22.6 para los pastos mulato, toledo y marandú respectivamente (Gráfica 4), aunque este último forraje fue el de mayor contenido y digestibilidad de proteína (9.2% y 0.90. respectivamente) no fue aprovechado de la misma manera que el pasto amargo en forma de energía metabólica, de lo cual se deduce que su calidad de fibra puede ser mejor, por un menor contenido de elementos lignocelulosos, además es de resaltar que su alto contenido de extracto no nitrogenado (54.1%), que representa los carbohidratos solubles, influyó de forma notable, aumentando la disponibilidad energética (Tablas 1 y 2; Gráficas 4 y 5). Realizando la comparación con los estudios realizados por Meza *et al.*, (2012) quienes utilizaron *Tithonia diversifolia*, en cuyes para determinar los coeficientes de digestibilidad *in vivo* de materia seca, proteína y fibra cruda, obtuvieron valores en superiores que con pasto amargo: 80. 81 y 73% Vs 62.7, 79.7 y 54.4% respectivamente.





### CONCLUSIONES

Los coeficientes de digestibilidad de la materia seca, proteína, grasa, y extracto no nitrogenado, así como que la energía bruta, fueron superiores (P<0.05) en el pasto amargo y el marandú; mientras que la energía digestible y metabólica fue mayor

en pasto amargo a pesar de su menor contenido de proteína (6%) en comparación con el marandú (7.8%).

Los forrajes *B. decumbens* (pasto amargo) y *Brachiaria brizantha* cv. marandú pueden ser una buena alternativa como fuente energética en la producción de cuy (Cavia porcellus), aunque su palatabilidad está asociada a la cantidad de pubescencias, su contenido nutricional y disponibilidad en el medio, por lo tanto estos factores deben tenerse en cuenta.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AOAC, Official methods of analysis of AOAC International. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA, Ed: 18<sup>th</sup>. 746 p. 2005.
2. Argel P., Miles J., García J., Cuadrado H., Lascano C. Cultivar mulato II (Brachiaria híbrido CIAT 36087): Gramínea de alta calidad y producción forrajera, resistente a salivazo y adaptada a suelos tropicales ácidos bien drenados. CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 22 p. 2007.
3. Ciprian R., Hidalgo V. Evaluación del tamaño de partícula y nivel de fibra en el concentrado para cuyes (Cavia Porcellus L.) en crecimiento. Anales Científicos. Universidad Nacional Agraria la Molina. 68, (1): 114-118. 2007.
4. Church D.C., Pond W.G., Pond K.R. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Limusa, México. 438 p. 1990.
5. Euclides V.P.B., Cardoso E.G., Macedo M.C.M., Oliveira M.P.d. Consumo voluntario de Brachiaria decumbens cv. Basilisk e Brachiaria brizantha cv. Marandu sob pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia. 29, (6): 2200-2208. 2000.
6. IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Información Histórica, Climatografía de las principales ciudades, Cartas Climatológicas - Medidas Mensuales, Aeropuerto Vanguardia. 2014. Recuperado 25 Septiembre 2015. Disponible En: <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/villavo/tabla.htm>
7. Lascano C., Pérez R., Plazas C., Medrano J., Argel P. Pasto Toledo (Brachiaria brizantha CIAT 26110): Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Villavicencio, Meta, Colombia. 22 p. 2002.
8. Meza G., Sánchez A., Meza A., Meza C., Franco N., Avellaneda J., Estupiñán K., Barrera A., Cabrera R., Vera D. Digestibilidad in vivo de forrajeras arbustivas tropicales para la alimentación de cuyes (Cavia porcellus Linnaeus), en el Litoral Ecuatoriano. Veterinaria y Zootecnia. 6, (2): 8-16. 2012.
9. Nieves D., Araque H., Terán O., Silva L., González C., Uzcátegui W. Digestibilidad de nutrientes del follaje de morera (Morus alba) en conejos de engorde. Revista Científica. 16, (4): 364-370. 2006.

10. NRC, National Research Council, Nutrient Requirements of Laboratory Animals. Washington, DC Ed: 3. 105 p. 1978.
11. Oliveira P.P.A., Trivelin P.C.O., Oliveira W.d., Corsi M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34, (4): 1121-1129. 2005.
12. Olivera Y., Machado R., Del Pozo P. Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. 29, (1): 5-29. 2006.
13. Ordóñez R.A. Determinación de la digestibilidad aparente del maní forrajero (*arachis pintoi*), en cobayos en el cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, Médico Veterinario Zootecnista. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 87 p. 2012.
14. Ramírez J., Vega M., Acosta I., Verdecia D. Caracterización nutritiva de las especies *Brachiaria decumbens* e híbrido en un suelo fluvisol de Cuba. *Livestock Research for Rural Development*. 21, (2): Art. 23. 2009.
15. Rincón Á., Ligarreto G., Garay E. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del Piedemonte llanero colombiano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 61, (1): 4336-4346. 2008.
16. Vargas S.C., Yupa E.E. Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*cavia porcellus*), con dos tipos de alimentos balanceados, Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 63 p. 2011.

## **Puntos críticos de control en una planta de beneficio animal de Villavicencio-Meta**

### **Critical control point in a benefit animal plant of Villavicencio-Meta**

Murillo Poveda César Augusto<sup>1</sup> y Hernández Martínez María Cristina<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Médica Veterinaria Zootecnista, Esp., (c)MSc, Docente Universidad de los Llanos

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

Recibido 02 de Diciembre 2015, Aceptado 29 de Abril 2016

### **RESUMEN**

El programa de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), es un proceso sistemático que se aplica para garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos, y a su vez, funciona como un sistema de seguridad que se basa en la prevención de riesgos mediante el análisis de los procesos de producción, definiendo los posibles peligros y estableciendo los puntos de control crítico para evitar que lleguen al cliente alimentos no seguros. La norma ISO 22000 es un estándar internacional certificable, que especifica los requisitos para un Sistema de Seguridad Alimentaria, mediante la incorporación de todos los elementos de las Buenas Prácticas de Fabricación (GMP) y el HACCP, junto a un sistema de gestión adecuado, que permite a la organización, demostrar que los productos que suministra cumplen con las exigencias de sus clientes, así como con los reglamentos que son aplicados para la seguridad alimentaria. La norma ISO y el sistema HACCP poseen un enfoque formalizado para asegurar la calidad de los alimentos ayudando a las empresas a demostrar su compromiso por satisfacer las exigencias de la legislación y de los clientes; la implementación de esta normatividad en una planta de beneficio animal ubicada en Villavicencio, Colombia, que ofrece sus productos finales, teniendo en cuenta: las propiedades físico-químicas de la carne, procesos de maduración, cuidados para prevenir el riesgo de contaminación con diversas sustancias a las que se ve expuesta la canal durante el faenado: grasa mecánica, pelos, médula espinal, piel, heces, contenido

ruminal, esquirlas de sierra, arena, abscesos, residuos de medicamentos o vacunas. La plena identificación y corrección de las contaminaciones observadas contribuye a asegurar la calidad del producto que se entrega al consumidor, de tal forma que es importante que se preserve la imagen y la confianza del producto al satisfacer los requerimientos del mercado local, con una carne de excelente calidad, presentación e inocuidad que llega hasta el consumidor final. Una óptima identificación de los factores que alteran el proceso, permite implementar medidas correctivas, que al aplicarlas oportunamente aumentan la eficiencia del proceso, con lo cual se mejora las actividades de los operarios disminuyendo sus jornadas con adecuados intervalos de descanso, además lograr agilidad en los despachos de canales, para que a su vez otras áreas de la planta como desposte, lavado de vísceras y otras, posean la materia prima para procesar.

**Palabras clave:** HACCP, inocuidad, alimentos, legislación, bovinos.

### **ABSTRACT**

The program of hazard analysis and critical control points (HACCP), is a systematic process that applies to ensure the safety and quality of food, and at the same time, functions as a security system that relies on risk prevention by analyzing the production process, defining potential hazards and establishing critical control points to keep them from reaching the customer unsafe food. The rule ISO 22000 is a certifiable international standard which specifies the requirements for a Food Safety System, by incorporating all the elements of Good Manufacturing Practice (GMP) and HACCP, together with a proper management system, which allows the organization demonstrate that the products it supplies meet the demands of its customers, as well as regulations that are applied to food security. ISO rule and HACCP have a formalized approach to ensure the quality of food helping companies to demonstrate their commitment to meeting the demands of legislation and customers; the implementation of this regulation in a plant of benefit animal located in Villavicencio, Colombia, which offers its end products taking into account: the physicochemical properties of meat, maturation processes, care to prevent the risk of contamination with various substances to which the

channel is exposed during preparation: mechanical grease, hair, bone marrow, skin, feces, rumen contents, saw splinters, sand, abscesses, residues of drugs or vaccines. Full identification and correction of observed contaminations helps to ensure the quality of the product delivered to the consumer, so it is important that be preserved the image and trust of the product to meet local market requirements, with a meat of excellent quality, presentation and safety that reaches the final consumer. Optimal identification of factors that alter the process, allows to implement corrective measures, which when applied promptly increase the efficiency of the process, whereby is improved the activities of operators reducing their days with adequate rest intervals, also achieve agility in deliveries of channels, turn to other areas of the plant and butchering, washing of viscera and other, have the raw material for processing.

**Keywords:** HACCP, safety, food, legislation, cattle.

## RESUMO

O programa de análise de perigos e pontos críticos de controle (HACCP), é um processo sistemático aplicado para garantir a segurança e qualidade dos alimentos, e a sua vez, funciona como um sistema de segurança com base em prevenção de riscos através da análise do processo de produção, definindo o riscos potenciais e estabelecer o pontos de controlo críticos para evitar que cheguem ao cliente alimentos não seguros. ISO 22000 é uma norma padrão internacional certificável, que especifica os requisitos para um Sistema de Segurança Alimentar, por incorporação de todos os elementos de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e HACCP, junto a um sistema de gestão adequada, que permite a organização, demonstrar que os produtos fornecidos atender às demandas de seus clientes, bem como os regulamentos que são aplicadas para a segurança alimentar. A norma ISO e HACCP tem uma abordagem formalizada para garantir a qualidade dos alimentos ajudando as empresas a demonstrar seu compromisso de atender as exigências da legislação e os clients; a implementação deste regulamento em uma planta de benefício dos animais localizada em Villavicencio, Colômbia, que oferece seus produtos finais, endo em

conta: as propriedades físico-químicas da carne, amadurecimento, cuidado para evitar o risco de contaminação com várias substâncias a qual é exposto o canal durante a preparação: graxa mecânica, cabelo, medula óssea, pele, fezes, conteúdo ruminal, viu lascas, areia, abscessos, resíduos de medicamentos ou vacinas. A identificação completa e correção da poluição observada contribui para assegurar a qualidade do produto fornecido ao consumidor por isso é importante que é preservada a imagem e confiança no produto para atender às exigências do mercado local, com uma carne de excelente qualidade, apresentação e segurança que chega ao consumidor final. Um identificação óptima dos factores que alteram o processo, permite a implementação de medidas correctivas, que, quando são aplicá-las prontamente aumentar a eficiência do processo, segundo o qual as actividades dos operadores é melhorada reduzindo seus dias com intervalos de descanso adequados, para que na sua vez outras áreas da planta, tais como o corte, lavagem de vísceras e outras, têm a matéria-prima para o processamento.

**Palavras-chave:** HACCP, segurança, alimentos, legislação, gado.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversas normas y sistemas de gestión de calidad que se rigen bajo el propósito del cumplimiento del decreto 2270 de 2012 del Ministerio de Protección Social, todas sin excepción buscan una producción libre de agentes infectocontagiosos, con óptimas condiciones para el consumo humano controlando los diversos factores o alteraciones que se pueden presentar durante el proceso de producción, corrigiendo falencias inmediatamente con el fin de ofrecer un producto con sello de calidad (MSPS, 2012).

El sistema HACCP se define como un sistema de prevención para evitar la contaminación y garantizar la inocuidad alimentaria, en el cual se identifica, evalúa, previene y registra los riesgos de contaminación a lo largo de toda la cadena de producción, desde el inicio hasta que llega a manos del consumidor. Las siglas del HACCP significan Hazard Analysis Critical Control Points; en español se utiliza la sigla APPCC que significa Análisis de Peligros y Puntos

Críticos de Control (Arispe y Tapia, 2007). El sistema de HACCP tiene fundamentos científicos y carácter sistemático, que permiten identificar peligros específicos y tomar medidas para su control, que se centran principalmente en la prevención (FAO, 2005).

Todo sistema de HACCP es susceptible a cambios que pueden derivar de los avances en el diseño del equipo, los procedimientos de elaboración o el sector tecnológico, lo importante es la aplicación a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor final, y se basa en pruebas científicas de peligros para la salud humana, además de mejorar la inocuidad de los alimentos, la aplicación este sistema puede ofrecer otras ventajas significativas, como facilitar la inspección de las autoridades de reglamentación, y promover el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos (Rosas y Reyes, 2009).

Para que la aplicación del sistema de HACCP genere buenos resultados, es necesario que tanto la dirección como el personal se comprometan y participen plenamente del proceso; también se requiere un enfoque multidisciplinario en el cual se deberá incluir, a expertos agrónomos, veterinarios, personal de producción, microbiólogos, especialistas en medicina y salud pública, tecnólogos de los alimentos, expertos en salud ambiental, químicos e ingenieros, según el estudio de que se trate. La aplicación del sistema de HACCP es compatible con la aplicación de sistemas de gestión de calidad, como la serie ISO 9000, y es el método utilizado de preferencia para controlar la inocuidad de los alimentos en el marco de tales sistemas (Cartín *et al.*, 2014).

### **PRINCIPIOS DEL SISTEMA HACCP**

Según la FAO, (2002) y SAE, (2013) existen seis principios a tener en cuenta para la aplicación del APPCC que son: 1) Realizar análisis de peligros, 2) Determinar puntos críticos de control (PCC), 3) Establecer límite o límites críticos, 4) Implementar un sistema vigilancia y control de PCC, 5) Instaurar medidas correctivas cuando la vigilancia indica que un PCC no está controlado y 6)

Disponer procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema de APPCC funciona eficazmente y 7) Sistematizar documentación de procedimientos y registros apropiados para estos principios y su aplicación.

**Tabla 1.** Definiciones utilizadas por el HACCP

<b>Desviación</b>	Situación existente cuando un límite crítico es incumplido.
<b>Diagrama de flujo</b>	Representación sistemática de la secuencia de fases u operaciones llevadas a cabo en la producción o elaboración de un determinado producto alimenticio.
<b>Fase</b>	Cualquier punto, procedimiento, operación o etapa de la cadena alimentaria, incluidas las materias primas, desde la producción primaria hasta el consumo final.
<b>Límite crítico</b>	Criterio que diferencia la aceptabilidad o inaceptabilidad del proceso en una determinada fase.
<b>Medida correctiva</b>	Acción que hay que realizar cuando los resultados de la vigilancia en los PCC indican pérdida en el control del proceso.
<b>Medida de control</b>	Cualquier medida y actividad que puede realizarse para prevenir o eliminar un peligro para la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable.
<b>Peligro</b>	Agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso en salud.
<b>Plan de HACCP</b>	Documento preparado de conformidad con los principios del sistema de HACCP, de tal forma que su cumplimiento asegura el control de los peligros que resultan significativos para la inocuidad de los alimentos en el segmento de la cadena alimentaria considerado.
<b>Punto crítico de control (PCC)</b>	Fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable.
<b>Sistema de HACCP</b>	Sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos.
<b>Transparente</b>	Característica de un proceso cuya justificación, lógica de desarrollo, limitaciones, supuestos, juicios de valor, decisiones, limitaciones, e incertidumbres de la determinación alcanzada están explícitamente expresadas, documentadas y accesibles para su revisión.
<b>Validación</b>	Constatación de que los elementos del plan de APPCC son efectivos.
<b>Verificación</b>	Aplicación de métodos, procedimientos, ensayos y otras evaluaciones, además de la vigilancia, para constatar el cumplimiento del plan de APPCC.
<b>Vigilar</b>	Llevar a cabo una secuencia planificada de observaciones o mediciones de los parámetros de control para evaluar si un PCC está bajo control.

**Fuente:** FAO, (1998).

### **1. Realizar un análisis de peligros**

En este principio se debe enumerar todos los peligros biológicos, químicos o físicos que pueden producirse en cada fase y analizar cada uno de ellos, es necesario observar el significado de los mismos mediante la evaluación de su gravedad y probabilidad de ocurrencia, luego se debe determinar qué medidas preventivas pueden aplicarse para eliminar los peligros o reducir sus consecuencias a niveles aceptables, a veces puede ocurrir, que sea necesaria más de una medida preventiva para controlar un peligro específico o que con una determinada medida preventiva se pueda controlar más de un peligro. En la aplicación de este principio se hace necesario identificar las materias primas, ingredientes y alimentos que puedan contener algún tipo de contaminante (físico, químico o biológico), y por otro lado, establecer las condiciones que faciliten la supervivencia o multiplicación de gérmenes. Finalmente, se realiza el análisis del proceso en su conjunto, desde la recepción de materias primas, proceso de elaboración, almacenamiento, distribución, hasta el momento en que el alimento es utilizado por el consumidor, de este modo se logra determinar la posibilidad de supervivencia o multiplicación de los microorganismos y de contaminación con agentes físicos o químicos.

### **2. Determinar puntos críticos de control (PCC)**

La determinación de un PCC en el sistema APPCC se ve facilitada por la aplicación de un árbol de decisiones, la cual es posible sólo en aquellas etapas que representan un peligro significativo de acuerdo a lo determinado en el principio uno; si se determina la existencia de un peligro en una fase y no existe ninguna medida preventiva que permita controlarlo, debe realizarse una modificación del producto o proceso que permita incluir la correspondiente medida preventiva.

### **3. Establecer límite o límites críticos**

Este principio requiere la especificación de los límites críticos para cada medida preventiva, en ciertos casos puede establecerse más de un límite crítico para una

determinada fase, que son los niveles o tolerancias y restricciones que no deben superarse para asegurar que el PCC es controlado efectivamente; si cualquiera de los parámetros referentes a los puntos de control está fuera del límite crítico, el proceso se encuentra fuera de control. Por otra parte, las medidas preventivas están asociadas a esos límites críticos que funcionan como frontera de seguridad, para definir el límite y estado para un producto o proceso, suelen utilizarse parámetros objetivos como son: tiempo y temperatura, nivel de humedad, pH, actividad acuosa, cloro disponible, especificaciones microbiológicas y otras, asimismo, pueden considerarse parámetros organolépticos como aspecto, aroma, color, sabor y textura.

#### **4. Implementar un sistema vigilancia de control de PCC**

El sistema para asegurar el control de los PCC se realiza mediante ensayos u observaciones programados mediante un monitoreo para la medición de la observación programada de un PCC en relación con sus límites críticos, los procedimientos de vigilancia deben ser capaces de detectar una pérdida de control, lo ideal es que se proporcione esta información a tiempo para que se adopten medidas correctivas con el objeto de recuperar el control del proceso antes de que sea necesario rechazar el producto. La información obtenida a través del monitoreo debe ser evaluada por una persona responsable, debidamente entrenada y con el poder de decisión suficiente para aplicar medidas correctivas, el responsable de la vigilancia debe conocer la técnica de monitoreo de cada medida preventiva, entender su importancia y completar las planillas de registro y firmarlas. En el caso que la vigilancia no sea continua, su frecuencia debe ser programada de modo de garantizar que el PCC esté bajo control y disminuir al mínimo el riesgo; en todos los casos, deben existir planes que contengan frecuencias y métodos de observación. La mayoría de los procedimientos de vigilancia de los PCC deben efectuarse con rapidez, porque se refieren a procesos continuos y no hay tiempo para realizar análisis prolongados, frecuentemente se utilizan mediciones físicas y químicas dado que funcionan como indicadores del estado microbiológico del producto. En este principio es recomendable que la

persona que realice la vigilancia y el encargado del examen firme todos los registros y documentos relacionados, asimismo, estos documentos se utilizan para cumplir con los principios 6 y 7 referidos a la verificación y el establecimiento de registros y documentos, respectivamente.

#### **5. Instaurar medidas correctivas para adoptarse cuando la vigilancia indica que un PCC no está controlado**

Cuando el monitoreo indique que un determinado PCC no está bajo control o que existe una desviación de un límite crítico debe formularse un plan de medidas correctivas específicas para cada PCC del programa APPCC, estas deben aplicarse cuando los resultados de la vigilancia indican una tendencia hacia la pérdida de control y enfocarse a restablecer el control del proceso antes que la desviación dé lugar a una pérdida de la inocuidad. Las mencionadas medidas deben estar claramente definidas previamente y tener un responsable para su aplicación, que conozca el proceso y comprenda el sistema APPCC. Cuando indefectiblemente se produce una desviación de los límites críticos establecidos, los planes de medidas correctivas deben corresponderse con: 1) Tener definido con antelación cuál será el destino del producto rechazado, 2) Corregir la causa del rechazo para tener nuevamente el control el PCC, y 3) Registro de medidas correctivas tomadas ante una desviación del PCC. Este principio debe ser documentado en planillas en las que se identifiquen los PCC y las medidas correctivas, asimismo se debe archivar, por el plazo que se considere adecuado.

#### **6. Disponer procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema de APPCC funciona eficazmente**

Se pueden utilizar métodos, procedimientos y ensayos de vigilancia y comprobación, incluidos el muestreo aleatorio y el análisis, cuya frecuencia de verificación debe adecuarse a la dinámica del sistema de producción; las actividades de verificación pueden ser: 1) Examen del APPCC (sistema y responsabilidades) y de sus registros, 2) Revisión de desviaciones y del destino

del producto, 3) Operaciones para determinar si los PCC están bajo control, 4) Validación de los límites críticos establecidos

### **7. Sistematizar la documentación de procedimientos y registros apropiados para estos principios y su aplicación**

Para aplicar el programa HACCP es fundamental contar con un sistema de registro eficiente y preciso, lo cual considera la elaboración de un manual que incluya la documentación sobre todos los procedimientos del programa, así: 1) Responsabilidades del equipo HACCP, 2) Modificaciones introducidas al programa HACCP, 4) Descripción del producto a lo largo del procesamiento, 5) Uso del producto, 6) Diagrama de flujo con PCC indicados 7) Peligros y medidas preventivas para cada PCC, 7) Límites críticos y desviaciones, y 8) Acciones correctivas.

De los principios se deduce que la clave para el buen funcionamiento de un sistema HACCP es la concientización de cada uno de los empleados en la línea de producción, así como de las personas responsables del mantenimiento, la provisión de insumos y el despacho de productos es un elemento indispensable. Cada involucrado debe tener pleno conocimiento de la importancia que tiene su rol en la producción y en la prevención. También, es necesario que las personas estén comprometidas en cada eslabón de la cadena agroalimentaria con el objetivo de producir un alimento inocuo, desde las primeras etapas. Los beneficios de la implementación de un sistema HACCP son consecuencia del aseguramiento de la inocuidad de los alimentos producidos, un primer efecto se observa en la reducción de los costos por daños a los consumidores, en segundo término y desde el punto de vista comercial, se cuenta con una herramienta de marketing que puede utilizarse para mejorar el posicionamiento de la empresa en el mercado, y en tercer lugar, se logra eficiencia en el funcionamiento de la empresa.

### **DIRECTRICES PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP**

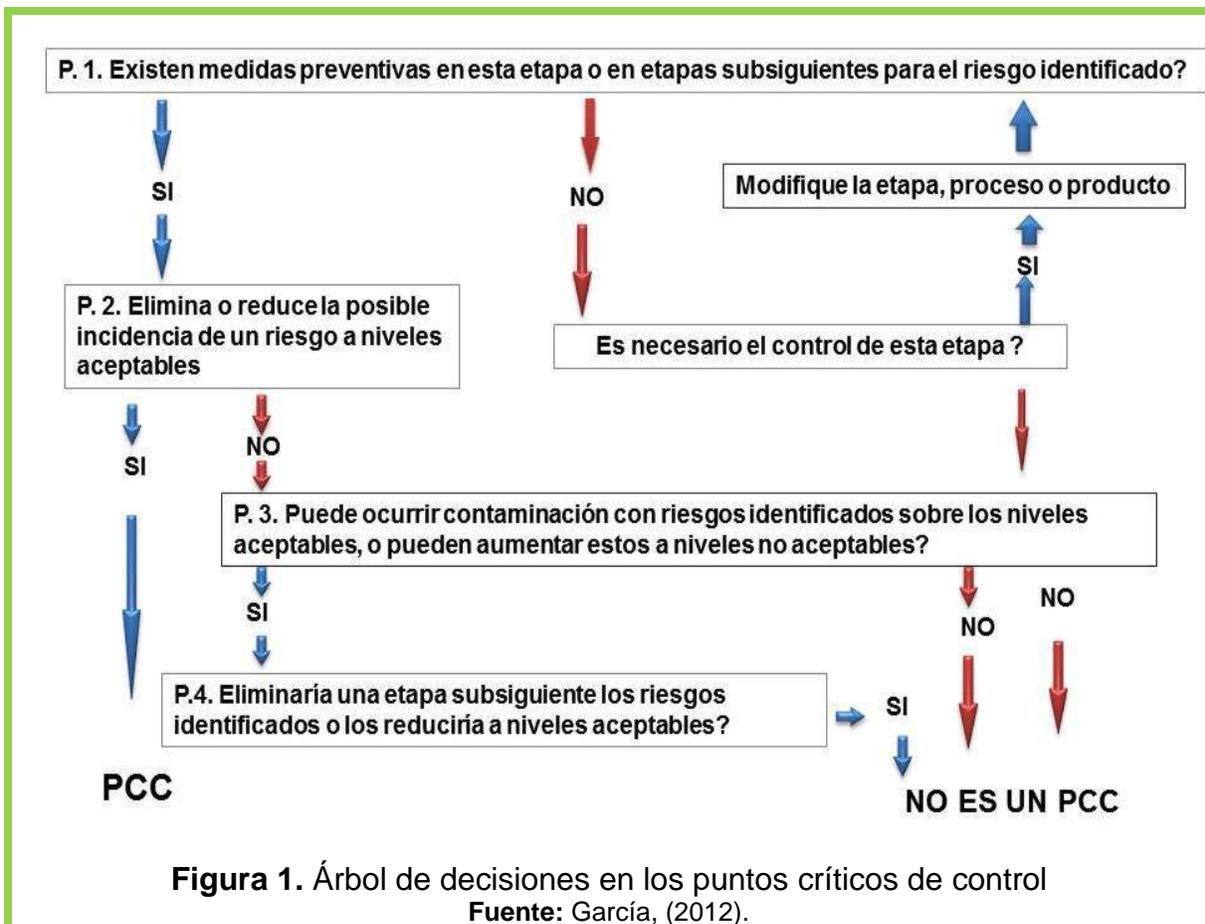
Antes de aplicar el sistema HACCP a cualquier sector de la cadena alimentaria, la empresa deberá estar funcionando de acuerdo con los principios generales de

higiene de los alimentos del Codex, a sus códigos de prácticas pertinentes, y la legislación de inocuidad de los alimentos. Cuando se identifiquen y analicen los peligros, y se efectúen las operaciones consecuentes para elaborar y aplicar sistemas HACCP, deberá tenerse en cuenta todo lo referente a las materias primas, los ingredientes, las prácticas y funciones de fabricación de alimentos, los posibles peligros, el probable uso del producto, las categorías de consumidores afectados y las pruebas epidemiológicas relativas a la inocuidad de los alimentos. La finalidad del sistema HACCP es lograr que el control se centre en los puntos críticos; en el caso de que se identifique un peligro que debe controlarse pero no se encuentre un PCC para hacerlo, deberá considerarse la posibilidad de formular una nueva operación, puesto que el sistema HACCP se aplica por separado a cada operación concreta; puede darse el caso que los PCC identificados en algún código de prácticas de higiene del Codex no sean los únicos para una aplicación concreta, o que sean de naturaleza diferente. Cuando se introduzca alguna modificación en el producto, el proceso o en cualquier fase, será necesario examinar la aplicación del sistema HACCP y realizar los cambios oportunos; es importante que el sistema HACCP se aplique de modo flexible, teniendo en cuenta el carácter y la amplitud de la operación (MINAG, 2013).

### **APLICACIÓN DEL HACCP**

Según el MSP *et al.*, (2001) y Álvarez, (2005) la aplicación de los principios del sistema HACCP consta de las siguientes operaciones, que el productor o empresario debe poner en práctica en una secuencia lógica: 1) Formación del equipo HACCP, 2) Descripción del producto 3) Determinación del uso, 4) Elaboración y confirmación *In situ* del diagrama de flujo (Figura 1), 5) Enumeración de posibles riesgos en cada fase, análisis de peligros, y estudio de medidas para controlarlos, 6) Determinación de los puntos críticos de control (PCC), 7) Definición de límites críticos para cada punto de control, 8) Implementación de un sistema de vigilancia para cada PCC, 9) Ejecución de medidas correctivas, y 10) Establecimiento del sistema de comprobación, documentación y registro.

**Formación del equipo HACCP.** La empresa deberá asegurar que se disponga de conocimientos y competencia específicos para los productos que permitan formular un plan HACCP eficaz, para lograrlo, lo ideal es crear un equipo multidisciplinario. Cuando no se disponga de servicios de este tipo dentro de la empresa, deberá buscarse asesoramiento técnico de otras fuentes e identificarse el ámbito de aplicación del plan HACCP, dicho ámbito de aplicación determinará qué segmento de la cadena alimentaria está involucrado y qué categorías generales de peligros han de abordarse, es decir que se debe indicar si se abarca toda clase de peligros o solamente ciertas clases (García, 2012).



**Descripción del producto.** La descripción completa del producto que incluye información pertinente sobre su inocuidad, por ejemplo: composición, estructura física/química (incluidos actividad acuosa, pH, entre otros factores), tratamientos estáticos para la destrucción de los microbios, tales como los térmicos, de

congelación, salmuera, ahumado y otros; envasado, durabilidad, condiciones de almacenamiento y sistema de distribución (García, 2012).

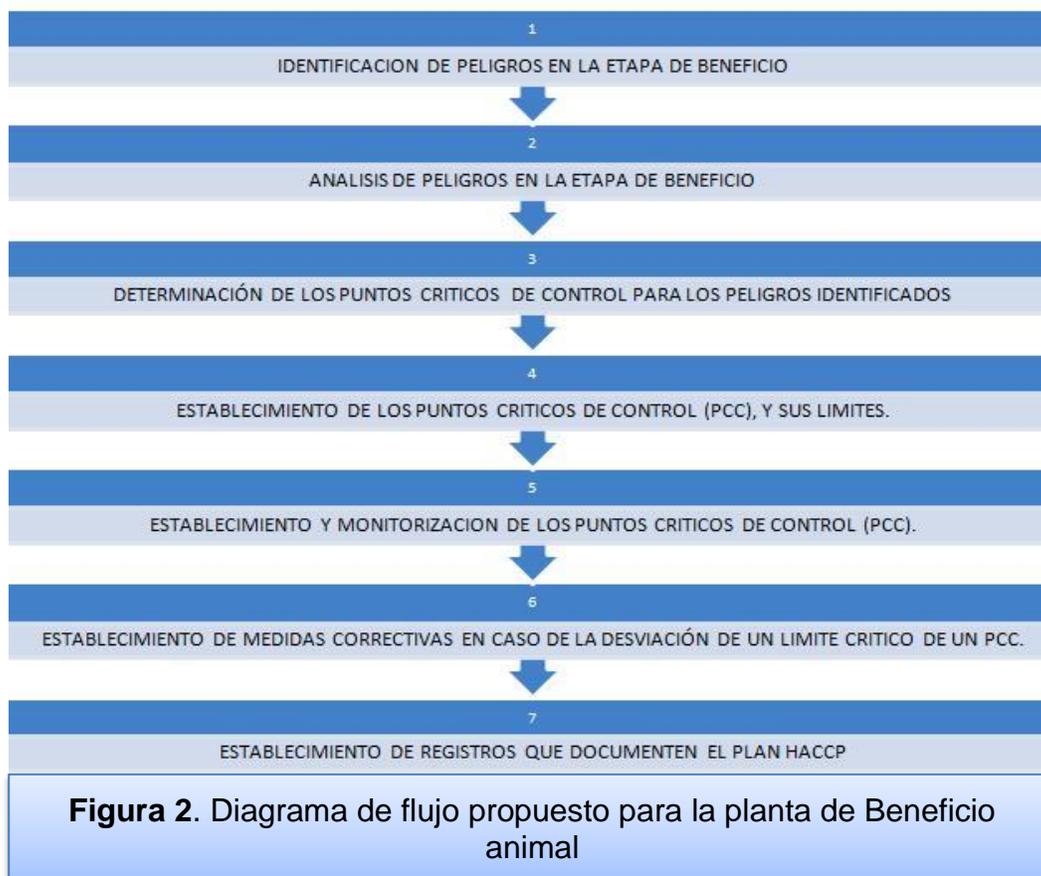
**Determinación del uso.** Se tiene que fundamentar en los usos previstos del producto por parte del usuario o consumidor final. En determinados casos, como en la alimentación en instituciones, habrá que tener en cuenta si se trata de grupos vulnerables de la población (Álvarez, 2005).

**Elaboración y confirmación *in situ* del diagrama de flujo.** Se elabora por el equipo de HACCP para cubrir todas las fases de la operación (Figura 2). Cuando el sistema de HACCP se aplique a una determinada operación, deberán tenerse en cuenta las fases anteriores y posteriores a dicha operación, además es importante comparar el diagrama de flujo con la operación de elaboración en todas sus etapas para corregirlo (Figura 1) (García, 2012; SAGPYA, 2013) .

**Enumeración de posibles riesgos en cada fase, análisis de peligros, y estudio de medidas para controlarlos.** El equipo HACCP deberá especificar y prever los peligros que se producirán en cada fase, desde la producción primaria, la elaboración, la fabricación y la distribución hasta el punto de consumo; luego, el equipo HACCP llevará a cabo un análisis de peligros para identificar, en relación con el plan HACCP, cuáles son los peligros cuya eliminación o reducción a niveles aceptables resulta indispensable, por su naturaleza, para producir un alimento inocuo. Al realizar un análisis de peligros, deberán incluirse, siempre que sea posible, los siguientes factores: la probabilidad de que surjan y la gravedad de sus efectos perjudiciales para la salud, la evaluación cualitativa y cuantitativa de su presencia, supervivencia o proliferación de microorganismos, persistencia de toxinas, sustancias químicas o agentes físicos en los alimentos; el equipo determinará medidas de control, y como pueden aplicarse a cada peligro (Álvarez, 2005).

**Determinación de los puntos críticos de control (PCC):** Es posible que haya más de un punto crítico al que se le aplican medidas de control para hacer frente a un peligro específico. La determinación del PCC en el sistema HACCP se puede

facilitar con la aplicación de un árbol de decisiones en el que se indique un enfoque de razonamiento lógico (Figura 1), el cual deberá aplicarse de manera flexible, considerando si la operación se refiere a la producción, el sacrificio, la elaboración, el almacenamiento, la distribución u otro fin, y deberá utilizarse con carácter orientativo en la determinación de los PCC; este ejemplo de árbol de decisiones puede no ser aplicable a todas las situaciones, por lo cual podría utilizarse otros enfoques. Es recomendado que se imparta capacitación en la aplicación del árbol de decisiones. Si se identifica un peligro en una fase en la que el control es necesario para mantener la inocuidad, y no existe ninguna medida de control que pueda adoptarse en esa fase o en cualquier otra, el producto o el proceso deberán modificarse en esa fase, o en cualquier fase anterior o posterior, para incluir una medida de control (SAGPYA, 2013).



**Definición de límites críticos para cada punto de control.** En determinados casos, para una fase, se elaborará más de un límite crítico, los criterios aplicados

suelen figurar las mediciones de temperatura, tiempo, nivel de humedad, pH, actividad acuosa ( $A_w$ ) y cloro disponible, así como parámetros sensoriales como el aspecto y la textura (Álvarez, 2005).

**Implementación de un sistema de vigilancia para cada PCC.** La vigilancia es la medición u observación programada de un PCC en relación con sus límites críticos en los cuales se detecta una pérdida de control en el PCC, además lo ideal es que la vigilancia proporcione esta información a tiempo como para hacer correcciones que permitan asegurar el control del proceso para impedir que se infrinjan los límites críticos. Los procesos deberán corregirse cuando los resultados de la vigilancia indiquen una tendencia a la pérdida de control en un PCC, y las correcciones deberán efectuarse antes de que ocurra una desviación, tal como se especificó en el principio número cuatro.

**Ejecución de medidas correctivas.** Con el fin de hacer frente a las desviaciones que puedan producirse, deberán formularse medidas correctivas específicas para cada PCC del sistema HACCP, las cuales deberán asegurar que el PCC vuelva a estar controlado, y generar un sistema adecuado de eliminación del producto afectado, lo cual deberá documentarse en los registros del HACCP.

**Establecimiento del sistema de comprobación documentación y registro.** Deberán establecerse procedimientos de comprobación para determinar si el sistema HACCP funciona eficazmente, para ello, podrán utilizarse métodos, procedimientos y ensayos de comprobación y verificación, incluyendo el muestreo aleatorio y el análisis, cuya frecuencia deberá ser suficiente para confirmar que el sistema HACCP está funcionando adecuadamente. Entre las actividades de comprobación pueden estar: el examen del sistema HACCP y de sus registros, y del examen de las desviaciones y los sistemas de eliminación del producto. Para aplicar un sistema HACCP es fundamental contar con un sistema de registro eficaz y preciso, por lo cual se debe documentar los procedimientos del sistema HACCP, y el sistema de documentación y registro se ajustará a la naturaleza y magnitud de la operación. Los ejemplos de documentación son: el análisis de peligros, y la determinación de los PCC y límites críticos; como ejemplos de

registros se pueden mencionar: las actividades de vigilancia de los PCC, las desviaciones y las medidas correctivas, las modificaciones introducidas en el sistema HACCP (Suárez *et al.*, 2007).

## DESVIACIÓN EN HACCP

Las directrices del Codex para la aplicación del sistema HACCP definen la desviación como una “situación existente cuando un límite crítico es incumplido”. Se debe contar con procedimientos para identificar, aislar y evaluar productos cuando se han excedido los límites críticos; de lo contrario los productos no serán inocuos y las desviaciones serán recurrentes, se recomienda aplicar el siguiente procedimiento para controlar las desviaciones:

- 1. Identificar la desviación:** establecer un sistema para identificar las desviaciones cuando ocurran (Torres *et al.*, 2005).
- 2. Aislar el producto afectado:** marcar y controlar todo producto que se haya elaborado durante el período de una desviación, que fue procesado después de la última fase en la que se comprobó que el PCC estaba bajo control, se pueden marcar con etiquetas permanentes que contengan información sobre: número de retención, producto, cantidad, fecha y razón de la retención, nombre de la persona que retuvo el producto. El productor debe responsabilizarse de mantener el control del producto desde la fecha de retención hasta la fecha de su eliminación (Torres *et al.*, 2005).
- 3. Evaluar el producto afectado:** una persona calificada o un centro de referencia especializado deberá evaluar las desviaciones que se produzcan en un determinado proceso; el procedimiento de evaluación debe detectar los posibles peligros y garantizar que el muestreo sea el apropiado para identificar la magnitud del problema mediante ensayos pertinentes para que el juicio se base en principios científicos, y que el producto no se libere hasta que la evaluación haya determinado que no existe un peligro potencial (Torres *et al.*, 2005).

## **PROCEDIMIENTOS PARA ADOPTAR MEDIDAS CORRECTIVAS**

La principal razón para poner en práctica el HACCP es prevenir la aparición de problemas, implementando la medida correctiva evita así, una desviación en un punto crítico de control, la cual debe adoptarse después de que ocurra una desviación, con el fin de garantizar la inocuidad del producto, además se debe prevenir que sea la desviación sea recurrente. Los procedimientos relativos a las medidas correctivas son necesarios para identificar la causa del problema, y con ello adoptar las medidas para impedir que éste se repita, realizando un seguimiento de la vigilancia y evaluaciones para asegurarse que son eficaces. Además es necesario efectuar una reevaluación del análisis de peligros o una modificación del plan HACCP, a fin de evitar la reiteración de las desviaciones. El programa de medidas correctivas del productor debe incluir una investigación para determinar la causa de la desviación (Torres *et al.*, 2005).

### **Registro de desviaciones y de medidas correctivas**

Es necesario llevar al día los registros que permitan demostrar y verificar que el productor ha tenido las desviaciones bajo control, y que ha adoptado medidas correctivas efectivas, en los cuales se registra la siguiente información acerca de desviaciones y sus medidas correctivas: producto/código, fecha de producción-retención-liberación, motivo de la retención, cantidad del producto retenido, resultado de la evaluación (cantidad e informe del análisis, número y naturaleza de los defectos, firma del personal responsable de la retención y evaluación, eliminación del producto retenido, autorización firmada de la eliminación, causa de la desviación identificada, medida correctiva adoptada, seguimiento-evaluación de la eficacia de la medida, fecha y firma de la persona responsable (FAO, 2005).

### **MEDIDAS CORRECTIVAS EN LA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL**

Las plantas de beneficio animal cuentan con un tratamiento distintivo de las desviación frente a las otras actividades donde es posible aplicar el sistema HACCP, y radica en la naturaleza de sus agentes contaminantes junto con el producto, el órgano afectado debió ser retirado del producto lo antes posible para

evitar migración bacteriana, se eliminó la fascia que recubre los tejidos y una extracción del tejido circundante de dicho órgano contaminado, lo cual se hizo a una profundidad considerable tal que aseguró que los tejidos que quedaron en la canal no hayan sido alcanzados por microorganismos que pudiesen alterar la calidad del producto a comercializar. Así mismo se hizo un especial énfasis en el lavado, en los cuales, el grupo de operarios tardaron más tiempo de lo normal, y por ende más agua que ayudó a limpiar posibles residuos de la limpieza que no se hubiesen alcanzado a retirar. En el área de desinfección, los productos que contenían la marcación, identificaron las desviaciones, al igual que como ocurre con el lavado, los operarios realizaron mayor énfasis aplicando más cantidad de desinfectante en la canal y aún más en el área donde ocurrió la desviación, que según el sistema de identificación y su codificación le dio una clara idea al operario de realizar dicha acción. La planta proporcionó los operarios inspectores que identifican, limpian y marcan los productos contaminados, tanto en la parte alta como en la parte baja, para que las áreas de limpieza y desinfección aseguren que las canales se están almacenando asépticamente, y que la probabilidad de enfermedades transmitidas por alimentos se reduzcan al mínimo, lo que se traduce en consolidación de la calidad y en menores reclamación por parte de los clientes. La importancia de un buen sistema de identificación radica en una buena desinfección y a su vez, lo cual genera un producto de excelente calidad.

### **METODOLOGÍA QUE SE SIGUIÓ EN LA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL**

Las desviaciones son alteraciones en el proceso de sacrificio que principalmente se aprecian como contaminaciones en el producto final; su óptima y oportuna identificación y retiro, asegura una buena vida útil del producto que se genera, además que ratifica la calidad con la cual está manufacturando la empresa. Los puntos críticos de control (PCC) son estadios dentro de la línea de sacrificio, en los cuales la canal es susceptible a contaminación, principalmente se han identificado cinco puntos, en los que realizó un mayor énfasis:

1. **Anudado de recto:** Se ejerció control por posibles rupturas de recto o contaminación de las canales con heces provenientes de la manipulación de

esta parte anatómica, es importante verificar la tensión del anudado, y la ausencia o no de materia fecal sobre la zona anatómica o vertimientos en otras partes (Figura 3).

2. **Anudado de esófago:** El animal se manipulo en una posición en la cual la panza o rumen estuviese más alta que la epiglotis, y por insensibilización los músculos se encuentran relajados, entre ellos los del esfínter cardial, por lo cual ocurre una salida de contenido ruminal vía aboral-oral, por lo que ruptura de esófago o rayado sobre este, tiene un posible riesgo de contaminación de la canal por jugos ruminales. Se verificó la tensión del anudado y la presencia o ausencia de secreciones gástricas sobre las zonas aledañas.
3. **Corte de esternón y evisceración blanca:** Principalmente se determinó su control por posible ruptura de panza con la cuchilla de la sierra o con el cuchillo, con el que se corta el peritoneo, generalmente esto puede ocurrir cuando la cuarentena es muy corta y la panza se encuentra distendida, se realizó inspección visual para determinar la presencia de contenido ruminal por corte.
4. **Corte de canal:** Muy pocas veces se ejerció control en este punto y se dio cuando hubo ruptura de la cinta de la sierra, el cual es el único contaminante que puede desprenderse de este proceso, es necesario observar la limpieza en el corte de separación.
5. **Desinfección de canales:** Último punto de control en el cual se ejerció supervisión y se puede garantizar su óptima calidad, usualmente se hizo con lavado para desinfección con ácido per-acético o láctico. Así mismo para un control eficiente, se marcaron las canales que presenten desviaciones en cada uno de los anteriores puntos críticos con un sistema de stickers de diferentes colores, los cuales identifican el punto en el cual ocurrió la desviación y el lugar anatómico para hacer énfasis en la desinfección y lavado:
  - a. **Amarillo:** indica un anudado de recto y punto de control alto, determina la contaminación de la canal con materia fecal desde la pelvis hasta la punta de la cola.

- b. **Azul:** se aplica en anudado de recto e indica que la contaminación es por contenido ruminal y se ubica principalmente en cuello.
- c. **Rojo:** se coloca en el corte de esternón y evisceración blanca significa que la contaminación es exclusivamente por contenido ruminal por ruptura de la panza, y que la contaminación se va a encontrar en la sobrebarriga y la parte interna de las costillas.
- d. **Verde:** Se ubica en el corte de canal e indica que se rompió la cuchilla de la sierra canal, la cinta y que es necesario buscar esquirlas por la falla mecánica y enfatizando en toda la línea media por donde pasa la sierra. En los puntos de control bajo se retira demás contaminantes pero no se marca y adicionalmente en el punto de control alto se marca igualmente con amarillo cuando se encuentran residuos de medula espinal, piel, pelos o grasa mecánica.

PROCEDIMIENTO	
	1. Esperar que el operario de transferencia 2 termine su proceso.
	2. Ubicar la res para que corran las poleas en el gato del riel de proceso.
	3. Enjuagar con agua el ano de la res para evitar contaminación con materia fecal .
	4. Colocar el brazaletes de trazabilidad que identificara a la canal en cada pierna de la misma.
	5. Tome el cuchillo del esterilizador y realizar una incision desde la parte media de la cola, y terminela en la piel alrededor de ano, buscando extraer el recto sin causar ruptura en sus paredes evitando con esto una contaminación fecal. Al terminar el proceso lave e introduzca el cuchillo en el esterilizador.
	6. Luego de haber extraido el ano y el recto de la res, tomar una bosa 12x18 cm y con esta embolsar el ano y el recto hasta donde permita la bolsa.
	7. Tomar un resorte de ajuste y colocarlo en la pistola neumatica para anudado, activar a pistola para que el resorte se estire; pasar el ano y el recto a través del espacio hasta lograr que el resorte apriete la bosa de recto evitando una contaminación fecal.
	8. Vuelva a repetir el procedimiento con el siguiente animal

**Figura 3.** Anudado del recto de la res para evitar contaminación con materia fecal

En las partes donde se tomaron los datos de desviaciones fueron el PCC3 y punto crítico alto, en los cuales los operarios colocaron stickers, por ende la toma de datos se apoyó en estos operarios y su habilidad para establecer la causa contaminante, siempre con un constante acompañamiento de un supervisor o líder

de sacrificio, quien corroboró que se realizara eficientemente la labor. Terminada las dos jornadas diarias, los operarios firmaron sus formatos de desviaciones y son entregados a un líder; posteriormente se inició las labores de tabulaciones y correlaciones con el total de animales sacrificados por día, para determinar un patrón de desviaciones teniendo en cuenta que el trabajo es realizado por operarios, y por tanto se pueden cometer errores, lo que significa que las desviaciones van a ser cero (0) y que cuando estas disminuyen puede deberse a fallas en la identificación o a falta de registro de estas.

### **OBSERVACIONES EN LA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN VILLAVICENCIO**

La tendencia de la planta se mantuvo igual, pocas veces se sobrepasó el límite establecido por el INVIMA de 700 animales por día. Siempre el pico más alto durante el mes, se presentó al iniciar sacrificio los días lunes, posiblemente relacionado con los horarios de atención al público y prestación de servicios, en los cuales se sacrifica de lunes a sábado, dejando el domingo como día de descanso para los trabajadores, tiempo en el cual se aprovechó para realizar mantenimiento preventivo a los equipos, y disminuir su presentación de fallas mecánicas, pues diariamente se trabajan 18 horas continuas.

La baja tasa de sacrificio en algunos meses, obedeció a daños presentados en la caldera, lo cual disminuyó la disponibilidad de vapor y agua caliente para las maquinas escaldadoras y esterilizadores, alterando el funcionamiento de la línea de sacrificio, lo cual afectó el orden de sacrificio de los animales en la planta, por tal motivo, debieron retrasarse sacrificios e impedir el ingreso de más animales. También se observó que los días con más baja tasa de sacrificio en la semana, son los martes y viernes, y por el contrario, los sábados y lunes fueron los días con mayor tasa de sacrificio bovino, dejando los días miércoles y jueves, como días de transición entre estas tendencias.

El mes de diciembre fue el de mayor demanda, y en varias ocasiones la planta sacrificó los 700 animales diarios, siendo el nivel óptimo de capacidad máxima

instalada, siendo los días 24 (navidad) y 31 (fin de año), con menos número de animales sacrificados, lo cual se debió a que únicamente se sacrificaron animales cuyo destino fueron las cavas de conservación, los cuales requieren un tiempo no menor a 48 horas para ser despachadas.

Para el presente estudio, las desviaciones fueron identificadas inmediatamente después del paso de la canal por los puntos de control, registradas y tabuladas diariamente; las canales fueron marcadas con un sistema de stickers que sirven de codificación para indicar el lugar anatómico que se encuentra la desviación y el sitio donde se identificó. Los principales códigos de colores del sistema HACCP implementados en esta planta de sacrificio fueron: amarillo, azul, rojo y verde (Tabla 1).

Los daños en la caldera obligaron a los operarios a trabajar más horas de las debidas, puesto que tuvieron que esperar hasta que los trabajadores de mantenimiento la repararan; este tipo de fallas mecánicas causaron bloqueos en la línea de sacrificio que oscilaron entre 1 a 4 horas, efecto que fue evidenciado en el alto índice de desviaciones marcadas con los stickers amarillos (Tabla 1), por cansancio acumulado por parte del operario encargado del anudado de recto, hecho que obligó a los trabajadores de puntos de control a detener el proceso para realizar la limpieza de la canal, agravando aún más la situación, puesto que no se procesaban las 50 o 60 canales por hora, sino 40, hecho que aumentó más la jornada laboral, por tales motivos se produjeron desviaciones que debían ser corregidas por el personal de despacho y desposte, quienes no poseían la misma carga laboral que los operarios de la línea de sacrificio.

Al igual que sucedió con los stickers amarillos, los azules mostraron una tendencia de incremento durante cuatro semanas, tiempo tras el cual, los operarios de mantenimiento controlaron la falla, retornó la normalidad en el proceso. Se estimó que las desviaciones no debían ser mayor de 20, cuando estas excedían este índice era porque algo estaba fallando en la línea de sacrificio o en los corrales, y por lo tanto las desviaciones aumentaban, aunque 20 animales entre 700 es bajo (2.86%), la corrección de cada desviación tomó entre 5 a 10 minutos

dependiendo del grado de contaminación, y teniendo en cuenta que son 4 tipos diferentes de stickers, lo mejor es mantener estos índices bajos.

**Tabla 1.** Sistema de marcado en la línea de sacrificio

<b>Punto Crítico de Control</b>	<b>Causa</b>	<b>Acción correctiva</b>	<b>Posibles riesgos en la canal</b>
Anudado recto	Perforación del recto	Marcado de canal con sticker amarillo, para reforzar limpieza, lavado y desinfección en el PPC	Presencia de materia fecal
Anudado esófago	Operación incorrectamente realizada	Marcado de canal con sticker azul, para reforzar limpieza, lavado y desinfección en el PPC	Presencia de contenido ruminal
Corte del esternón	Perforación panza con sierra de pecho	Marcado de canal con sticker rojo, para reforzar limpieza, lavado y desinfección en el PPC	Presencia de contenido rumial
Evisceración Blanca	Rupturas accidentales de panza, intestinos y demás vísceras blancas	Marcado de canal con sticker rojo, para reforzar limpieza, lavado y desinfección en el PPC	Presencia de contenido rumial
Corte de la Canal	Cuchilla de la sierra se rompe o se deteriora por uso	Marcado de canal con sticker verde, para reforzar limpieza, lavado y desinfección en el PPC	Presencia de esquirlas

Las canales marcadas con sticker de color rojo, aunque son consideradas las más graves, no fueron tan recuentes como sucedió con los anteriores, y obedecieron al entrenamiento y capacitación que poseía el operario de la sierra esternón, aun así, su tendencia tan variable como en los casos anteriores, obedeció al cansancio acumulado de los operarios, pero esta vez, del operario de evisceración, que al estar agotado físicamente, incrementaba inconscientemente la velocidad de la línea para salir más rápido a descansar, parando únicamente cuando uno del área cometía un error, que terminaba contaminando las canales. Las desviaciones marcadas con sticker rojo, son el tipo de canales que tarda más tiempo en corregir, puesto que el líquido ruminal que entra en contacto con la carne y/o huesos, es difícil de eliminar, lo que implica el retiro de grandes cortes de carne y a veces retiros de fascias, además del tiempo extra que genera el lavado de canales, desinfección e inspección por los auxiliares de calidad, para poder ser almacenada y despachada.

Por último, las canales marcadas con sticker verde, son las de menor presentación, ya que el operario de la sierra canal, posee amplia experiencia y conocimiento de la maquinaria, y al detectar que la hoja de la sierra se deterioraba procede a cambiarla, evitando que esta se pudiera romper al incidir la canal, dejando residuos de esquirlas, que son la causa primordial del marcaje de las canales con el sticker verde, presentándose dos durante el mes, provenientes de animales de raza brahmán, lo cuales poseen una giba abundante, factor que forzó la sierra a intensificar el trabajo, y con ello el desgaste de la hoja, la cual se rompió.

Las desviaciones provocadas por incorrecto anudado de esófago aunque fueron pocas y de baja afectación en la canal, no son causa de preocupación sobre los cortes de mayor valor, por tal motivo estas desviaciones no fueron de mayor interés en la planta, aunque deja de evaluarse su comportamiento. Las desviaciones de sticker verde, no se manifestaron, indicando buen proceso de faenado, pero esto último nunca se puede asegurar por factores tan variables como mecánicos, químicos y biológicos.

Como la base para el funcionamiento de la planta de sacrificio son los operarios, la ausencia de uno de ellos se percibe en la línea de sacrificio aumentando los tiempos de los procesos afectando su calidad, por tal motivo las desviaciones identificadas con el sticker rojo se incrementaron cada vez que un operario se ausentaba o era reemplazado con otro operario con conocimiento de la labor pero sin la habilidad de la anterior.

## **CONCLUSIONES**

La inspección las canales por una sola persona es muy dispendioso, por las múltiples tareas que es necesario realizar, ya que no es posible concentrarse en una sola actividad, además el proceso requiere la inspección en diversos puntos a la vez, es por esto que el apoyo en los operarios capacitados es fundamental para que puedan identificar las desviaciones, permitiendo facilitar el proceso de inspección.

Las desviaciones en la planta no solamente están ligadas a errores humanos, sino que el uso de maquinaria también incide en su presentación, puesto que alto número de animales sacrificados, el uso continuo de las maquinas, y en ocasiones su descalibración, afectan su desempeño, afectando la normal ejecución de los procesos debido a que cualquier corrección sobre estas debe hacerse con la sala de sacrificio totalmente vacía y esto implica un bloqueo de 30 minutos como mínimo, sumado al lavado y esterilización nuevamente de sala, es por ende, que si la falla es mínima, y su afectación en el producto es nulo, se prefiere continuar con el sacrificio hasta terminar, y en horas de descanso del personal de sacrificio realizar los ajustes necesarios en las maquinas; única y exclusivamente cuando hay fallas que comprometen la calidad del producto, se permite hacer ajustes inmediatos y sin necesidad de vaciar la línea de faenado.

La alta carga laboral es otro factor que también incide sobre la presentación de las desviaciones, ya sea por fallas internas o por cansancio de los operarios, lo cual ocasiona prolongación del tiempos de la jornada laboral en la planta, generando un cansancio que ocasiona un incremento de las desviaciones, lo cual se corrige con el constante monitoreo por parte de los analistas de calidad y los supervisores de área que controlan cada uno de los procesos; aun así, este factor no pierde importancia a la hora de estudiar las causas de las mismas.

El número de animales sacrificados y el índice de desviaciones no están directamente relacionados, pero a veces sí indirectamente, al aumentar los animales a sacrificar, también se incrementa el uso de maquinaria, generando un mayor desgaste y ocasionando múltiples fallas que retrasan los procesos y elevan los tiempos de permanencia en la planta.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Álvarez J. Aplicación de los conceptos del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control en la mejora de proceso, Tesis Ingeniero Industrial, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos., La Habana, Cuba. 2005.
2. Arispe I., Tapia M.S. Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. *Agroalimentaria*. 13 (24): 105-117. 2007.

3. Cartín A., Villarreal A., Morera A. Implementación del análisis de riesgo en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF: enfoque práctico y conceptual. *Revista de Medicina Veterinaria*. (27): 133-148. 2014.
4. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - Organización Mundial de la Salud, Código Internacional Recomendado Revisado de Prácticas-Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev 3 (1997) y Anexo: Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control. HACCP. Directrices para su aplicación. Roma, Italia, Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. 1998.
5. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Alimentación, Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos. Manual de capacitación sobre higiene de los alimentos y sobre el sistema de Análisis de Peligros t de Puntos Críticos de Control (APPCC). Roma, Italia, FAO y Ministerio de Sanidad y Consumo de España, 46 p. 2002.
6. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - Organización Mundial de la Salud, Higiene de los alimentos. Roma, Italia, FAO/OMS, 2005.
7. García S. Aplicación de un sistema HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) en un proceso de jamones cocidos de una empacadora de la región Córdoba-Orizaba, Ingeniería Agroquímica. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, México. 65 p. 2012.
8. MINAG, Ministerio de Agricultura y Riego, Importancia de la calidad en las Agroexportaciones Normas y Controles Internacionales de Calidad/Seguridad. 2013. Recuperado 15 Diciembre 2014. Disponible En: <http://minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/193-exportaciones/importancia-de-la-calidad-en-las-agroexportaciones/713-normas-y-controles-internacionales-de-calidadseguridad?limitstart=0>
9. MSP, VHE, DNSA, Ministerio de Salud Pública - Viceministerio de Higiene y Epidemiología - Dirección Nacional de Salud Ambiental, Programa nacional de inocuidad de los alimentos. La Habana, Cuba, MSP, 20 p. 2001.
10. MSPS, Ministerio de Salud y Protección Social, Decreto 2270 de 2012. Bogotá, DC, 11 p. 2012.
11. Rosas P., Reyes G. Diseño de un plan HACCP en el procesamiento industrial de sardinas congeladas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 59 (3): 310-317. 2009.
12. SAE, Dirección de servicio de asesoría integral al exportador, Guía de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control – HACCP. Quito, Ecuador, PRO ECUADOR, Instituto de Promoción Exportaciones e Inversiones, 9 p. 2013.
13. SAGPYA, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Análisis de peligros y puntos Críticos de control (HACCP). *Boletín De Difusión*. Argentina, Ministerio de Producción, 9 p. 2013.
14. Suárez Y.E., Suasnavas N., Calzadilla C., Cepero O., Castillo J.C. Procedimientos evaluativos de algunos prerrequisitos para la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) en mataderos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 8 (8): 2007.
15. Torres E.G., Matos M.A.R., Otero C.M. El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) como instrumento para la reducción de los peligros biológicos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 6 (9): 1-14. 2005.