

19078  
3 cop.

MEMORIAS

# ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA PRODUCCION PECUARIA EN LOS DEPARTAMENTOS DEL META Y GUAVIARE

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA  
04 AGO. 1999



**Corpoica**

Biblioteca de Investigación Agropecuaria  
Regional 8

19078

3 cop.

**PLANTA**   
PLAN NACIONAL DE  
DESARROLLO ALTERNATIVO

Villavicencio - Meta  
Octubre de 1998

19078  
2008

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA  
04 AGO. 1999



**PLANTE**  
PLAN NACIONAL DE  
DESARROLLO ALTERNATIVO

# ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA PRODUCCION PECUARIA EN LOS DEPARTAMENTOS DEL META Y GUAVIARE

## MEMORIAS CURSO No. 05

C.I. La Libertad  
Villavicencio, octubre 6, 7, 8 de 1998

C.I. La Libertad Villavicencio - Meta - Colombia  
Octubre de 1998

## MEMORIAS CURSO

### ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA PRODUCCION PECUARIA EN LOS DEPARTAMENTOS DEL META Y GUAVIARE

#### Conferencistas

1. Hernando Florez Díaz
2. Hugo Jiménez S.
3. Jorge Luis Parra Arango - Manuel Martínez  
Hugo Pardo Castañeda - Santiago Vargas
4. Carlos Ernesto Villar Cleves
5. Juvenal Gómez - Hernán D. Cortés, Gustavo Hernández B.  
Jorge Lozano
6. José Guillermo Velásquez Penagos
7. Agustín Góngora O.
8. Alvaro Rincón Castillo
9. Jorge Luis Parra Arango - Clarita Bustamante - Jorge Useche  
Rosmery Durán y Víctor H. Sánchez
10. Pedro Julio Gómez Bilbao
11. Héctor Onofre
12. Guillermo Bueno Guzmán

Publicación: CORPOICA - PLANTE  
Editores: César Augusto Jaramillo Salazar  
Nora Elisa Cubillos Quintero  
Programa Regional Métodos de Transferencia de Tecnología  
CORPOICA Regional 8  
Tiraje: 500 ejemplares  
Villavicencio, octubre de 1998  
Código: 02.04.05.08.33.98  
Impresión: Ideas Publicidad Tel. 6643599

---

## PRESENTACION

Las crisis suelen ser cíclicas y de variada intensidad, dependiendo su ocurrencia y dinámica de factores acumulativos y diversos, que es precisamente lo que las hace casi impredecibles en su aparición y efectos.

La que afecta al sector rural tiene causas bien conocidas: la apertura, la improvisación, la ausencia de planeación del mediano plazo en adelante, la pérdida de liderazgo del sector en la sociedad y las económicas derivadas de las anteriores.

Como la crisis no da tregua es tiempo de actuar directamente, porque no se puede esperar a que se resuelva sin la participación del sector productivo que es su principal doliente y aunque no se crea, el que más herramientas de gestión tiene no sólo en lo tecnológico sino en administración y manejo empresarial, dos variantes generalmente desatendidas en nuestro medio.

La ganadería está doblemente amenazada: por la eficiencia de la avicultura, la piscicultura y ahora la porcicultura, que se apresta a recuperar espacio y ganar un porcentaje del mercado que tienen sus competidores y por su propia lentitud en adoptar las tecnologías probadas y disponibles.

Así planteada la confrontación, diríamos que la ganadería bovina tiene potencialmente más espacio para su desarrollo en el campo de la eficiencia que sus tres competidoras porque es la que menos ha aplicado tecnologías como: intensificación y racionalización del uso de las pasturas; rotación; abonamientos; uso de los residuos agrícolas; suplementación, etc.

Ya hay ejemplos de ganaderías de ceba con cargas de 10 cabezas o más por hectárea, y ganancias cercanas al kilo diario; lecherías tropicales tan eficientes y rentables en producción como las de las cuencas de clima frío y con mayor espacio que éstas para un crecimiento futuro. Hay estudios que plantean el inmenso potencial que tiene la ganadería bovina en el Piedemonte Llanero, donde se puede aprovechar la infraestructura productiva, pero sobre todo la empresarial.

Ya no se trata de tecnologías de punta, ni de futurología; el desafío ya está aquí, las importaciones de carne son inevitables por los acuerdos internacionales. Los mercados se globalizaron y no tenemos opción distinta de adaptarnos o perecer.

Lo que ya se ve es una tendencia creciente hacia la racionalización de la explotación de los recursos naturales involucrados en el proceso de convertirlos en carne y leche, suelos, agua, sol, gramíneas, leguminosas, residuos de cosechas y suplementos nutricionales.

El mensaje es tan claro como ineludible: el país le dedica algo más de 25 millones de hectáreas a solamente 22.5 millones de cabezas de ganado bovino y con los recursos disponibles, sin mayores sofisticaciones o altas inversiones de capital y tecnología. El desafío es masificar las explotaciones intensivas.

Solamente si logramos esa mayor producción podremos acercarnos a los niveles de eficiencia que tienen nuestros principales competidores: Brasil, Argentina, Uruguay y a mayor distancia pero igualmente amenazantes: Nueva Zelanda, Australia, USA, Canadá, Europa. Las versiones especiales que publicamos en este documento, son apenas un botón de muestra de lo que ha investigado CORPOICA sobre la materia, aparte de lo que ya está en marcha en el campo.

## TABLA DE CONTENIDO

|  | Pág. |
|--|------|
| 1. Manejo sanitario del temero neonato<br><i>Hernando Florez Diaz</i> .....  | 7    |
| 2. Lombricultura una alternativa en el manejo de excretas bovinas<br><i>Hugo Jiménez S.</i> .....  | 19   |
| 3. Mastitis y calidad de la leche en explotaciones doble propósito del piedemonte del Meta y Cundinamarca<br><i>Jorge L. Parra, Manuel Martínez, Hugo Pardo Castañeda, Santiago Vargas</i> ..... | 29   |
| 4. Principios de control de ecto y endoparásitos en bovinos<br><i>Carlos Ernesto Villar Cleves</i> .....   | 34   |
| 5. Comparación del rendimiento en canal del cebú y el cruce sanmartinero por cebú (Smxc)F1<br><i>Juvenal Gómez Soler, Hernán D. Cortés G., Gustavo Hernández B., Jorge E. Lozano L.</i> .        | 38   |
| 6. Conceptos y prácticas para el manejo de la reproducción asistida en bovinos del sistema doble propósito<br><i>José Guillermo Velásquez Penagos</i> .....                                      | 44   |
| 7. Fisiología del ciclo estral<br><i>Agustín Góngora O.</i> .....  | 56   |
| 8. Renovación y manejo de praderas en los Llanos Orientales de Colombia<br><i>Alvaro Rincón Castillo</i> .....   | 63   |
| 9. Potencial productivo de las gramíneas y leguminosas adaptadas en el piedemonte del Meta y Norte Amazónico<br><i>Oscar Pardo Barbosa</i> .....   | 73   |
| 10. Características tecnológicas de la ganadería bovina en San José del Guaviare<br><i>Jorge L. Parra, Clarita Bustamante, Jorge E. Useche, Rosmery Durán y Víctor H. Sánchez</i>                | 83   |
| 11. Análisis económico de las empresas pecuarias<br><i>Pedro Julio Gómez Bilbao</i> .....  | 96   |
| 12. Sistematización de la información en los hatos bovinos<br><i>Héctor Guillermo Onofre Rodríguez</i> .....   | 111  |
| 13. Sistemas silvopastoriles arreglos y usos<br><i>Guillermo A. Bueno Guzmán</i> .....   | 121  |

## ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA PRODUCCION PECUARIA DE LOS DEPARTAMENTOS DEL META Y GUAVIARE

**Lugar:** C.I. La Libertad

**Fecha:** Octubre 6, 7 y 8 de 1998

| <b>MARTES 6 DE OCTUBRE DE 1998</b> |   |
|------------------------------------|---|
| 08:00 - 09:30 Horas                | Inscripción participantes   |
| 08:30 - 09:00 Horas                | Instalación del evento<br>Dr. Jaime Triana Restrepo<br>Director Regional Ocho - Corpoica<br>Dr. Henry Hernández, Coordinador Departamental Plante     |
| 09:00 - 10:00 Horas                | Manejo del ternero en sus edades de neonato y lactante predesteto<br>Dr. Hernando Flórez Díaz, Programa Nacional de Ecofisiología Animal - Corpoica   |
| 10:00 - 10:15 Horas                | Café  |
| 10:15 - 11:15 Horas                | Lombricultura una alternativa en el manejo de excretos en el sistema de producción animal<br>Dr. Hugo R. Jiménez, Programa Regional Pecuario Corpoica |
| 11:15 - 12:15 Horas                | Control de ectoparásitos y manejo sostenible del uso de plaguicidas<br>Dr. Carlos E. Villar C., Programa Regional Pecuario Corpoica                   |
| 12:15 - 14:00 Horas                | Almuerzo  |
| 14:00 - 15:00 Horas                | Mastitis y calidad de la leche en explotaciones doble propósito del piedemonte del Meta.<br>Dr. Manuel Martínez, Unillanos                            |
| 15:00 - 15:15 Horas                | Café  |
| 15:15 - 16:15 Horas                | Control de endoparásitos en sistemas de cría y doble propósito<br>Dr. Carlos Villar Cleves, Programa Regional Pecuario Corpoica                       |
| 16:15 - 17:15 Horas                | Suplementación estratégica en la producción de carne y leche<br>Dr. Juvenal Gómez Soler, Corpoica   |

| <b>MIÉRCOLES 7 DE OCTUBRE DE 1998</b> |   |
|---------------------------------------|---|
| 08:00 - 09:00 Horas                   | Importancia de los F-1 en la producción de carne y leche<br>Dr. Juvenal Gómez Soler, Corpoica   |
| 09:00 - 10:00 Horas                   | Manejo de la reproducción en bovinos del sistema doble propósito<br>Dr. Guillermo Velásquez Penagos, Ecofisiología Animal, Corpoica                                 |
| 10:00 - 10:15 Horas                   | Café  |
| 10:15 - 11:15 Horas                   | Aspectos nutricionales y fisiológicos que influyen en el ciclo estral<br>Dr. Agustín Góngora O., Unillanos U. Nacional  |
| 11:15 - 12:15 Horas                   | Renovación y manejo de praderas en fincas<br>Dr. Alvaro Rincón Castillo, Programa Regional Pecuario, Corpoica   |
| 12:15 - 14:00 Horas                   | Almuerzo  |
| 14:00 - 15:00 Horas                   | Potencial productivo de gramíneas y leguminosas adaptadas al piedemonte del Meta y Norte Amazónico<br>Dr. Oscar Pardo Barbosa, Programa Regional Pecuario, Corpoica |
| 15:00 - 15:15 Horas                   | Café  |
| 15:15 - 16:15 Horas                   | Sistemas silvopastoriles, arreglos y usos<br>Dr. Guillermo Bueno, Programa Regional Pecuario, Corpoica  |
| <b>JUEVES 8 DE OCTUBRE DE 1998</b>    |   |
| 08:00 - 09:00 Horas                   | Resultados sobre tipificación de la ganadería bovina en San José del Guaviare<br>Dr. Jorge Luis Parra Arango, Programa Regional Pecuario, Corpoica                  |
| 09:00 - 10:00 Horas                   | Análisis económico de las empresas pecuarias<br>Dr. Pedro Gómez Bilbao, Coordinador Regional Sistemas de Producción - Corpoica                                      |
| 10:00 - 10:15 Horas                   | Café  |
| 10:15 - 11:15 Horas                   | Información y registro técnico-económico en producción pecuaria<br>Dr. Guillermo Onofre, Programa Regional Pecuario Corpoica  |
| 11:15 - 18:00 Horas                   | Almuerzo y gira a la finca Buenos Aires<br>Granada, Meta<br>Dr. Henry Velásquez Penagos, Programa Regional Pecuario<br>Corpoica                                     |

# 1. MANEJO SANITARIO DEL TERNERO NEONATO

Hernando Florez Díaz<sup>1</sup>

## INTRODUCCION

**E**n las empresas ganaderas de la región, el ternero hace parte importante de la cadena de producción, ya que si se destetan animales sanos y con buen peso corporal, se pueden garantizar posteriormente, hembras aptas para la reproducción y machos con buena calidad para el mercado. Los estudios de monitoreo de hatos en sistemas de producción doble propósito del país demuestran que la mortalidad en animales menores de un año de edad, es un problema que debe considerarse con mayor atención. Los trabajos realizados en la Costa Atlántica en hatos doble propósito de la región de Córdoba mencionan que las tasas de mortalidad en algunos casos alcanzan 8 %. Esta situación es más crítica según los reportes de zonas como el Piedemonte Llanero donde la mortalidad en muchos casos está cercana al 10 %.

Los estudios han demostrado que la mortalidad es mayor en terneros menores de dos meses de edad, lo que incluye la fase de neonato, crítica en términos de sobrevivencia en todas las especies. También se encuentra, que en algunas explotaciones, la mortalidad se observa en mayor proporción en los machos que en hembras, lo que supone que existe un factor de manejo involucrado, ya que en algunos hatos se privilegia en cuidado la hembra de reemplazo y se descuida el macho para ceba. En zonas como el Piedemonte llanero, se encuentra que el peso al destete es menor y la mortalidad aumenta cuando las crías nacen en las épocas de lluvias (Abril-Noviembre), mientras que en la época seca se reducen apreciablemente las muertes de animales recién nacidos y se mejoran las ganancias de peso predestete.

No se conocen totalmente las causas directas asociadas con la mortalidad de terneros en sistemas de producción del trópico bajo. El complejo diarreico, el neumónico y la septicemia son los tres grupos principales de enfermedades asociadas a la morbi-mortalidad de terneros de explotaciones lecheras. Sin embargo, para hatos doble propósito y de cría deben considerarse las enfermedades hemoparasitarias ya que algunos de los genotipos utilizados son susceptibles a la infestación por mosca y garrapatas vectores naturales de la Babesia, Anaplasma y Tripanosoma. También es necesario considerar los parásitos gastrointestinales, ya que en la época de lluvias aumentan considerablemente.

La pérdida de un ternero por muerte afecta apreciablemente la rentabilidad de la explotación ya que se dispone de menos animales para la venta, la ceba y el reemplazo de hembras para la reproducción. Un punto que también debe considerarse en sistemas doble propósito, es que si la cría muere, la vaca interrumpe su producción de leche y se

<sup>1</sup> MVZ Msc Programa Nacional de Ecofisiología Animal, C.I. La Libertad, Corpoica Km 21 vía Puerto López, Villavicencio, A.A. 3129

pierde una lactancia. Desde el punto de vista del uso de fármacos, se observa que se aumentan los costos de producción por este rubro, debido a que se invierte en animales que mueren. Los animales que enferman o que poseen enfermedades subclínicas son menos eficientes, ganan peso en menor proporción y son más susceptibles a morir en la épocas de escasez de alimento y condiciones ambientales adversas. La muerte del ternero en su primer mes también se refleja directamente en el problema de baja natalidad de los hatos en estos sistemas de explotación, ya que agudiza más la problemática, incidiendo directamente en los costos de producción y la rentabilidad de la explotación. El objetivo de esta revisión de literatura es presentar los principales factores relacionados con la presentación de enfermedad y muerte en terneros y en especial con la transferencia de inmunidad pasiva.

## **MORBILIDAD Y MORTALIDAD DE TERNEROS**

En nuestro país existe gran cantidad de información sobre tasas de mortalidad de terneros, pero no existen trabajos claros sobre las causas de enfermedad y muerte entre el nacimiento y el destete. Varios estudios realizados en Colombia en Sistemas de Producción doble propósito han demostrado que al menos el 10% de los terneros que nacen mueren antes del año de edad, siendo la mortalidad mayor en los primeros dos meses de edad (Navarrete et al., 1995). Estos reportes son diferentes a los mencionados en investigaciones realizadas por Lemka et al., (1973) en razas criollas colombianas quienes observaron casi un 20% de mortalidad en terneros Costeño con Cuernos y Blanco Orejinegro.

Se ha encontrado que existe alta mortalidad en ganado *Bos taurus* traído desde la zona templada al trópico cálido. Wilkins (1979), citado por Galina y Arthur, (1989), observó 35% de pérdidas en terneros de las razas Pardo Suizo y Holstein. Vaccaro et al. (1983), encontraron elevada mortalidad (81.3%) de los hijos de novillas Holstein gestantes importadas a Venezuela. Estas tasas de mortalidad encontradas en bovinos *Bos taurus* traídos al trópico, se debe en gran parte a la poca adaptación a las condiciones de alta temperatura de humedad y a la susceptibilidad a ecto y endoparásitos. Olivera et al. (1984) citados por Galina y Arthur (1989), en el Brasil, encontraron tasas de mortalidad del 2% en terneros Cebú nacidos en la época de verano, en contraste con tasas del 54% en terneros nacidos en la época de lluvias.

El ternero cuando nace llega a un ambiente con gran cantidad de patógenos. Su sistema inmune es competente para responder a estos antígenos, pero solo es capaz de brindar una protección parcial. En el período en el cual el sistema inmune desarrolla una respuesta adecuada, el neonato se encuentra susceptible a las enfermedades. En condiciones normales el ternero recién nacido se protege contra estos antígenos mediante la transferencia de inmunoglobulinas maternas, moléculas y células inmunoactivas y elementos nutricionales provenientes del calostro de la vaca. Los neonatos que por algún motivo no reciben calostro, tienen mayor probabilidad de enfermarse o morir en comparación con los que consumen una cantidad adecuada poco después del nacimiento.

Un estudio publicado por White y Andrews, (1986) con 6.566 animales en un período de 20 años, que describe la relación entre la concentración sérica de inmunoglobulinas de terneros y las tasas de sobrevivencia, demostró que terneros que presentaban un nivel inadecuado de IgG<sub>1</sub> tenían 4 veces mayor probabilidad de morir y dos veces más de enfermarse que los terneros que presentaban un nivel adecuado de inmunoglobulinas.

Numerosas publicaciones en los últimos 30 años han correlacionado las tasas de morbimortalidad en terneros, con bajos niveles de inmunoglobulinas séricas en el ternero recién nacido (Gay et al. 1965; Boyd, 1972; McGuire et al., 1976) concepto denominado comúnmente como falla de la transferencia pasiva de inmunidad (Aldridge et al. 1992). Sin embargo este no es el único factor que determina la probabilidad de enfermedad o muerte, ya que algunas investigaciones han demostrado que terneros con baja concentración de inmunoglobulinas, no se enferman y presentan un desarrollo corporal normal (Cadlow, 1988). Esta inconsistencia aparente demuestra que el desarrollo de una enfermedad infecciosa en estos animales está determinado por un balance entre las defensas del sistema inmune y la carga ambiental del agente. De tal forma, que un buen manejo y el control de las enfermedades son tan importantes para la salud del ternero como la transferencia de anticuerpos por el calostro.

Los estudios epidemiológicos que relacionan los bajos niveles de inmunoglobulinas séricas con alta morbimortalidad

en terneros, sugieren los beneficios de identificar terneros con bajos niveles de anticuerpos. Se ha observado que en estos casos las pérdidas económicas por tratamientos médicos y la mortalidad disminuyen cuando se identifican estos animales (White, 1983).

En investigaciones posteriores se ha examinado el comportamiento productivo del animal frente al estado inmune. Los terneros que no consumen calostro el primer día de nacido, muestran bajas tasas de crecimiento en comparación con animales que consumen calostro y reciben niveles adecuados de inmunoglobulinas (Nocek et.al., 1983). Otros trabajos en terneras Holstein muestran relaciones significativas entre el estado inmune el día del nacimiento y la ganancia de peso hasta los 180 días de edad (Robinson et.al., 1988). En un estudio posterior se demostró que terneras con baja concentración de inmunoglobulinas séricas el primer día de edad, tienen baja producción de leche y grasa en su primera lactancia y las tasas de descarte y mortalidad aumentan en sus lactancias posteriores (De Nise et.al, 1989). Por otra parte, se ha demostrado que la excreción de patógenos disminuye en terneros con alta concentración de inmunoglobulinas (López et.al., 1988).

### FALLAS EN LA ADQUISICIÓN DE INMUNIDAD PASIVA

El bovino y otros rumiantes poseen una placentación sindesmocorial que impide el transporte en el útero de inmunoglobulinas de la madre al feto. Estas especies son agammaglobulinémicas al nacimiento y necesitan de la ingestión y posterior absorción del calostro. En los rumiantes se afecta la salud cuando el calostro tiene una baja calidad o cuando existe problemas con la ingestión y su posterior absorción (Aldridge et.al., 1992).

Las inmunoglobulinas en el calostro son transferidas desde la sangre a la glándula mamaria (especialmente la IgG<sub>1</sub>) o son sintetizadas localmente por los linfocitos (IgM, IgA) (White, 1993). La inmunoglobulina G<sub>1</sub> (IgG<sub>1</sub>) es la inmunoglobulina que se encuentra en mayor concentración en el calostro, mientras que las inmunoglobulinas M, A y G<sub>2</sub> se encuentran en muy baja concentración. El proceso de transporte y síntesis de inmunoglobulinas (Igs) comienza aproximadamente 8 semanas antes del parto, aumentando la concentración de IgG en el calostro entre 5 y 10 veces y disminuyendo su concentración en el suero materno (Besser y Gay, 1994).

El contenido de inmunoglobulinas en el calostro está relacionado con la edad y el número de partos de la vaca, la raza, el estado nutricional, el parto prematuro y la duración del período seco (White, 1993).

Las investigaciones indican que las vacas de primer parto producen menos calostro y la concentración total de inmunoglobulina A es menor que el de vacas adultas (Muller y Ellinger, 1981). Esta diferencia se asocia con la que existe en concentración de inmunoglobulinas entre animales jóvenes y adultos (Devery-Pocius y Larson, 1983). Las vacas adultas también poseen una glándula mamaria con mayor capacidad funcional de las células secretoras y un transporte de inmunoglobulinas más eficiente (Aldridge et.al., 1992).

Se ha estudiado en vacas para carne y leche el efecto de la raza sobre el contenido de inmunoglobulinas en el calostro; las vacas para carne tienen mayor concentración de inmunoglobulinas que las vacas lecheras (IgG<sub>1</sub>: 113,4 mg/ml vs 42.7 mg/ml). Las bajas concentraciones de IgG<sub>1</sub> en vacas lecheras se relaciona con la mayor actividad lactogénica y por ende dilución de la IgG<sub>1</sub> (Guy et. al., 1994). Las vacas cruzadas, generalmente tienden a tener mayor concentración de inmunoglobulinas que vacas puras (Besser y Gay, 1994). La comparación de la concentración de inmunoglobulinas entre razas lecheras ha demostrado que el calostro de vacas Jersey tiene la mayor concentración de inmunoglobulinas G, M y A en comparación con la Ayrshire, Pardo suizo, Guernsey y Holstein. El calostro de las vacas Holstein muestra el nivel más bajo del IgG mientras que el de vacas Guernsey tiene la menor concentración de IgM e IgA (Muller y Ellinger, 1981). Debido a la elevada concentración de inmunoglobulinas en el calostro de vacas Jersey se sugiere que los hidrómetros (Calostrómetros) diseñados para predecir la concentración de Igs en vacas Holstein, no son aplicables a vacas Jersey porque no estiman correctamente la concentración de inmunoglobulinas en el calostro (Quigley et. at., 1994).

Las vacas Bos indicus poseen mayor inmunidad natural contra las enfermedades endémicas del trópico que vacas Bos taurus. Los terneros que lactan de madre Bos indicus obtienen un mayor espectro de inmunoglobulinas a través

del calostro. En un trabajo realizado en Texas por Vann et. al., (1990), se cruzaron 20 vacas Brahman (B) y 20 vacas Angus (A) para producir 10 terneros de los siguientes grupos raciales : AxA ; AxB ; BxA y BxB. Se determinó el efecto de la raza del toro y la vaca en la concentración de inmunoglobulinas calostrales. Se observó que las vacas Brahman tienen mayor disponibilidad de inmunoglobulinas que vacas Angus, debido a una mayor producción de calostro. Las vacas que producían terneros cruzados tuvieron mayor concentración de inmunoglobulinas calostrales que las vacas con terneros puros. Esta información sugiere que la heterosis del feto puede afectar la concentración calostrala de inmunoglobulinas. Con respecto al sexo de la cría, se encontró que las vacas que producen terneros machos cruzados tienen mayor concentración de inmunoglobulinas calostrales, que las que producen terneros hembras cruzados, pero esta situación no se observó en terneros puros.

Bonsma, (1969) estudió el efecto del genotipo en la transferencia de la inmunidad pasiva y la mortalidad de terneros. En esta investigación se intercambiaron terneros de vacas Hereford a vacas Cebú y viceversa. Se encontró que la tasa de mortalidad de los terneros que amamantaban de vacas Bos indicus fue menor que la de los que amamantaban de vacas Bos taurus, sugiriendo que la mejor calidad del calostro en términos de concentración de inmunoglobulinas aseguró una buena inmunidad pasiva a los terneros.

La relación entre el estado nutricional y la calidad del calostro se investigó en 24 novillas para carne gestantes que se asignaron a dos grupos de alimentación uno con un nivel adecuado de proteína y otro con un nivel de restricción. El consumo de energía fue similar en ambos grupos. La disminución en el consumo de proteína redujo el volumen de calostro producido pero aumentó la concentración de IgG e IgM. Estos resultados sugieren una relación inversa entre el volumen de calostro y la concentración de inmunoglobulinas. Sin embargo, la condición corporal al momento del parto no se relacionó con la concentración de inmunoglobulinas calostrales (Odde, 1988).

La regulación de la síntesis de calostro es compleja. Se ha sugerido que existe una regulación local y sistémica. Se conoce que la concentración de progesterona sérica ( $P_4$ ) en el bovino comienza a disminuir 2 a 3 semanas antes del parto y luego disminuye apreciablemente a concentraciones por debajo de 1 ng/ml los últimos 3 días antes del parto. Se ha propuesto que la disminución en la concentración de progesterona puede desencadenar el inicio de la síntesis calostrala, debido a que los cambios en la concentración de  $P_4$  se relacionan temporalmente con la iniciación de la formación del calostro y también porque se conoce que la  $P_4$  suprime la lactogénesis (Goodman et.al., 1983 ; Kuhn, 1977 ; citados por Guy et.al., 1994). Además de los factores mencionados, aspectos como el parto prematuro, el aborto en el tercio final de gestación y los periodos secos muy cortos inciden la calidad del calostro ya que afectan el periodo en el cual la producción de calostro es mayor (Aldridge et.al., 1992). También se conoce que la concentración de inmunoglobulinas en el calostro cambia rápidamente después del parto y su reducción es exponencial con cada ordeño. Otro factor que puede afectar la calidad del calostro es el ordeño antes del parto, porque disminuye apreciablemente el contenido de inmunoglobulinas (white, 1993).

El calostro protege únicamente cuando este contiene los anticuerpos contra patógenos a los cuales el neonato estará expuesto. Si una vaca gestante es llevada en el último mes de gestación a un ambiente antigénicamente diferente, el neonato estará expuesto a microorganismos contra los cuales no adquirirá inmunidad pasiva a través del calostro.

## **FALLAS EN LA INGESTION DE CALOSTRO**

El amamantamiento es el método más común de suministrar calostro al ternero. Los excelentes niveles de inmunoglobulinas que obtienen los terneros sugieren los beneficios del consumo de calostro en forma natural. Sin embargo, algunos factores pueden interferir con la ingestión de un volumen adecuado de calostro. Entre ellos tenemos las distocias, terneros débiles y la incapacidad física para alcanzar la glándula mamaria, agresividad de la vaca hacia el ternero, alteraciones de la glándula mamaria (ubre pendulosa, pezones muy grandes) o casos de mastitis severa (Besser y Gay, 1994).

Los casos de distocia afectan apreciablemente la ingestión de calostro. En los terneros se presenta anoxia y la consecuente acidosis. Se ha demostrado que estos animales son menos eficientes en la absorción de inmunoglobulinas

calostrales. Así mismo en casos de partos prolongados, la tracción ejercida para liberar el recién nacido se asocia con debilidad del ternero e incapacidad para incorporarse y consumir calostro (White, 1993). En animales con el síndrome del ternero débil, común en ganado Brahman, Bull et.al., (1978), citados por Stopp, (1980) encontraron evidencia que los neonatos con el síndrome no tuvieron la capacidad de absorber las Inmunoglobulinas calostrales normalmente. Las malformaciones musculoesqueléticas congénitas como la artrogrifosis y la contractura de los tendones flexores afecta también la ingestión de calostro.

Las vacas de primer parto por su falta de experiencia, no son "buenas madres" en lo relacionado con el estímulo de la cría o en su disposición para que el ternero alcance la glándula mamaria (Edwards et, al., 1982). El grado de habilidad materna se correlaciona positivamente con los niveles séricos de inmunoglobulinas (Odde, 1988). La conformación de la glándula mamaria es un factor crítico para la ingestión de calostro, especialmente en vacas adultas. La incapacidad del ternero para "mamar" de una ubre pendulosa y/o con pezones muy grandes predisponen al ternero a tener baja concentración de Igs séricas (Petrie, 1984).

## ABSORCION DE CALOSTRO

Después del nacimiento, el ternero depende de la rápida absorción de anticuerpos calostrales en el intestino, los que ejercen la primera protección específica contra la flora bacteriana del ambiente y regulan la subsecuente colonización de su mucosa intestinal por los microorganismos. El calostro bovino contiene los 5 tipos diferentes de inmunoglobulinas: IgA, IgM, IgG<sub>1</sub> e IgG<sub>2</sub> e IgE (Thatcher y Gershwin, 1989). El intestino del ternero recién nacido absorbe estas macromoléculas calostrales inespecíficamente e independiente del peso molecular (Pierce y Feinstein, 1965 ; citados por Bush y Staley, 1980).

La absorción de inmunoglobulinas se lleva a cabo totalmente en el intestino delgado, Comline et.al., (1951) citados por Busch y Staley, (1980). El mecanismo incluye la pinocitosis de las células epiteliales, el transporte por medio del sistema tubular apical y la entrada a la circulación sistémica a través de los vasos linfáticos y venosos de la submucosa. Los vasos linfáticos drenan su contenido al conducto torácico y este a la circulación. Los anticuerpos aparecen en la linfa entre 1 a 2 horas después del consumo de calostro (Brusch y Staley, 1980). La absorción de inmunoglobulinas se incrementa progresivamente hacia la porción distal del intestino delgado (James et.al., 1978 ; Jochimes et. al., 1994). Existe también evidencia que en las primeras horas de vida se presenta un transporte selectivo de la IgG mediado por receptor. Este se confirma con la presencia de la clatrina bovina, proteína que se encuentra en las vesículas transportadoras de IgG, ubicadas en la membrana de las microvellosidades de los enterocitos del duodeno y yeyuno. Esto indica la existencia de vesículas especializadas para el transporte de inmunoglobulinas (Jochims et. al., 1994). Una vez las células especializadas son reemplazadas por el epitelio intestinal, el proceso de absorción termina. Consecuentemente, la duración de la absorción de Inmunoglobulinas depende del tiempo de vida media de estas células. Su longevidad se relaciona con factores físicos, ambientales, genéticos, hormonales, nutricionales y fisiológicos. Deutsch y Smith (1957), encontraron que el intestino del ternero recién nacido pierde su permeabilidad a las grandes moléculas durante las primeras 24 a 30 horas después del nacimiento. A las 9 horas de edad se absorbe únicamente la mitad de Igs que se absorben una hora después del nacimiento (Odde, 1994).

Existe un "cierre" progresivo de los mecanismos de absorción de inmunoglobulinas, el cual opera independientemente para cada clase. En terneros normales el tiempo de "cierre" para la absorción de anticuerpos comienza con el consumo del primer calostro y es de 16 horas para la inmunoglobulina M, 22 horas para inmunoglobulina A y 27 horas para la inmunoglobulina G (Stott et. al., 1979). En ausencia de calostro la permeabilidad intestinal cambia poco durante las primeras 8 a 12 horas de vida. El consumo de leche antes del primer consumo de calostro no tiene efecto sobre la absorción de inmunoglobulinas (Aldridge et.al., 1992). Existe una alta probabilidad de que la mayor parte de las inmunoglobulinas que se ingieren 6 horas después del nacimiento, no se absorban. Esto es importante debido a que las inmunoglobulinas que tienen una actividad sistemática o que son reescretadas a la mucosa intestinal pierden su actividad protectora si el consumo de calostro se demora (White, 1993).

En cuanto a la cantidad de Igs absorbidas, Stott et. al., (1979), mencionan que la concentración de inmunoglobulinas séricas se relaciona directamente con la masa de inmunoglobulinas ingerida con el calostro (Volumen de calostro

ingerido y concentración de Igs en ese volumen). La ingestión de una gran masa de inmunoglobulinas aumenta hasta cierto punto la concentración de Igs séricas. El aumento en el consumo de Igs más allá de este punto parece reducir la absorción de IgM, aunque la concentración de IgG continua aumentando (Stott y Menefee, 1978 ; Aldridge, 1992). Con base en estos hallazgos se ha propuesto un sistema de transporte de Igs con saturación (Besser, et, al., 1985). Los terneros que ingieren calostro con bajo contenido de Igs, demuestran un aumento en la eficiencia de absorción de anticuerpos (Aldridge, 1992).

Otros factores que pueden afectar la absorción de inmunoglobulinas calostrales son: el método de suministro del calostro, la presencia de la vaca, los factores climáticos y la raza. La concentración de inmunoglobulinas es mayor cuando el calostro se consume por amamantamiento natural que cuando se suministra con botella y este a su vez es mayor que la ingestión con sonda esofágica, posiblemente porque no se estimula el cierre de la gotera esofágica. (Lee et, al., 1983 ; citado por Aldridge et. al., 1992).

Con relación a la presencia de la vaca, se conoce que el ternero consume mayor cantidad de calostro y por tanto obtiene mayor concentración de Igs séricas cuando se deja con la madre. Esto también se ha relacionado con la habilidad materna, factor importante en vacas de primer parto que muestran un comportamiento anormal, frecuentemente responsable de la ingestión de calostro en las primeras 24 horas de vida (Langholz et.al., 1978 y Kim et.al., 1984; citados por Besser y Gay, 1994).

El incremento de la temperatura ambiental por encima de la zona termoneutral del bovino es un factor que produce estrés, especialmente si iguala o aumenta por encima de la temperatura corporal. Los reportes de los países con estaciones muestran que las muertes en terneros son mayores en los meses de verano e invierno; sugiriendo una disminución de la inmunidad pasiva en estas épocas (Stott, 1980). Se sugiere que existe un factor calostrual ya que se ha encontrado una alta incidencia de falla en la transferencia pasiva de inmunidad en el verano en comparación con el invierno (Gay et. al., 1983). Con el fin de estudiar el efecto de algunos microambientes durante el verano, sobre la absorción de Igs, la concentración de corticoides y la viabilidad del neonato bovino, Stott et.al. (1976), sometieron 108 terneros a 3 ambientes diferentes (sombra, sombra con refrigeración y corrales al aire libre). Los resultados indicaron una relación positiva entre los corticosteroides séricos y la mortalidad y negativa con la concentración de IgG<sub>1</sub> en el suero, posiblemente atribuida a la elevada concentración de corticoides que afectan la capacidad de absorción a nivel del intestino delgado en animales bajo estrés.

Como se mencionó anteriormente, la cantidad de inmunoglobulinas absorbidas en el recién nacido depende de factores como la edad al primer consumo de calostro, la masa de inmunoglobulinas absorbidas y la concentración de inmunoglobulinas calostrales. Además se han demostrado diferencias entre razas en la concentración de Igs séricas.

Norman et.al., (1981) diseñaron un experimento para investigar las posibles diferencias en la absorción de IgG<sub>1</sub> e IgM en terneros de diferentes genotipos. Los resultados demostraron que la raza del toro y la raza y edad de la vaca fueron los principales factores de variación. Para la concentración de inmunoglobulinas se encontró que los terneros con padre Simmental y Pinzgauer tienden a tener menor concentración de IgG<sub>1</sub> e IgM, que terneros con padre Hereford o Hereford x Angus y con madre Hereford. Estas diferencias entre razas son similares a las encontradas por otros autores en razas lecheras. Baumwart et.al., (1977) encontraron que los terneros Holstein son más eficientes que los Ayrshire para absorber Igs. Tennant et.al., (1969), mencionan que la concentración de inmunoglobulinas en terneros Jersey es dos veces mayor que la del Holstein. Selman et. al. (1971), determinaron que terneros cruzados Holstein x Ayrshire absorben más inmunoglobulinas que terneros puros Ayrshire. McGary et.al., (1978), también determinaron que terneros cruzados (Simmental x Charolais - Pardo suizo) tienen mayor concentración de proteínas totales que los animales puros Charolais. Halliday et.al. (1978) encontraron que terneros Shorthorn x Galloway tienen concentraciones de IgG<sub>1</sub> e IgM significativamente mayores que terneros Hereford x Holstein.

Se han propuesto diversas teorías que explican las variaciones en la absorción de Igs en terneros de diferentes genotipos, entre ellas: diferencias en el vigor de terneros recién nacidos o diferencias en la eficiencia de absorción intestinal. El vigor del ternero se asocia generalmente con el peso corporal al nacimiento. Los animales muy

pesados o muy livianos tienen bajo vigor al nacer y por tanto están menos capacitados para ingerir calostro lo más pronto posible. Sin embargo, a nivel tropical, otro estudio que investigó los factores que afectan la concentración de inmunoglobulinas en neonatos de las razas Shorthorn x Hereford, Africander x Shorthorn y Brahman x Shorthorn no encontraron efectos significativos de la edad de la vaca, el sexo y la raza del ternero, sobre las inmunoglobulinas. Sin embargo, la ganancia de peso hasta los 10 días de edad fue mayor en los terneros que tenían mayor concentración de inmunoglobulinas (O'Kelly, 1991). A pesar de esto, los terneros Africander x Shorthorn tuvieron las concentraciones más altas de Igs a las 24 y 48 horas, seguidos de los terneros Brahman x Shorthorn y Shorthorn x Hereford respectivamente.

En una investigación realizada en el sur de los Estados Unidos se encontró que terneros cruzados Angus x Brahman y Brahman x Angus tienen altos niveles de Igs séricas en comparación con animales puros. Esto se relaciona con el mayor contenido de inmunoglobulinas calostrales de vacas que tuvieron terneros cruzados, sugiriendo que el vigor híbrido puede asociarse con la habilidad del ternero para absorber los anticuerpos del calostro. Por otra parte se observó que los animales que tienen altos niveles de Igs séricas tienden a ser más resistentes a las enfermedades (Vann et.al., 1990).

Varias investigaciones han demostrado que el tipo de alimentación que reciba la vaca en la gestación puede afectar el crecimiento del ternero después del nacimiento. Los mecanismos involucrados son : la condición corporal de la vaca, el peso del ternero al nacimiento, la producción de leche y la producción de inmunoglobulinas. Blecha et.al. (1981) desarrollaron una investigación para conocer el efecto de la restricción proteica impuesta a novillas gestantes durante los últimos 100 días de gestación, en la concentración de Igs calostrales y séricas en las hembras y en la habilidad de los terneros recién nacidos para absorber las Igs de una fuente común de calostro (Suministro de 1 litro de calostro previamente colectado). Se presentó una disminución selectiva de la absorción de IgG<sub>1</sub>, e IgG<sub>2</sub> de terneros hijos de vacas alimentadas con dietas bajas en proteína. En estudios recientes (Shell et.al., 1995), no encontraron efecto de la restricción de la proteína de la dieta en la concentración de Igs séricas en terneros, pero observaron que la concentración de Igs calostrales fue mayor en vacas subalimentadas debido a la disminución del volumen de calostro producido, aunque esto no afectó la transferencia pasiva de inmunidad. Olson et.al., (1981) sugieren que la vaca tiene una capacidad bien desarrollada, para mantener la homeostasis de su sistema inmune humoral durante la restricción de nutrientes.

## **IMPACTO DE LA INMUNIDAD PASIVA EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DEL TERNERO.**

La transferencia de inmunidad pasiva al momento del nacimiento, es un evento crítico que tiene efectos inmediatos y a largo plazo en la salud y la productividad del ternero. La absorción inadecuada de inmunoglobulinas generalmente trae como consecuencia altas tasas de morbilidad y mortalidad.

McGuine et.al., (1976) determinaron que muchos de los terneros que se enferman generalmente no absorben una cantidad suficiente de Igs calostrales. Aunque el tiempo de vida medio de las inmunoglobulinas es aproximadamente de 21 días, este directamente afecta el curso de las enfermedades en los primeros 4 a 6 meses de edad (Robinson et. al., 1988).

Se ha postulado que una buena inmunidad al nacimiento permite al animal controlar el establecimiento de infecciones sucesivas (Willians et. al., 1975) ; así, el sistema inmune puede producir cantidades adecuadas de anticuerpos específicos más que una sobreproducción en casos de una exposición masiva de patógenos. Los animales enfermos no pueden utilizar los nutrientes ingeridos solamente para su crecimiento y desarrollo, porque una porción de la reserva de nutrientes, se utiliza para inactivar y eliminar los patógenos invasores, así como para reparar los efectos deletéreos de su presencia. Robinson et. al. (1988), analizaron 1000 terneras Holstein de un hato comercial y encontraron que la concentración de Igs séricas a las 24 a 48 horas posnacimiento se relacionó con la ganancia promedio de peso durante los primeros 180 días de vida.

Existen varias entidades patológicas que afectan la salud de los terneros en sus primeros meses de vida, dentro de las principales afecciones se encuentran las enfermedades digestivas, respiratorias y la septicemia.

La diarrea neonatal es una de las mayores causas de morbimortalidad en terneros en varios países del mundo y generalmente ocasiona grandes pérdidas económicas (Quigley e.al., 1994). Los agentes infecciosos implicados los constituyen los virus, las bacterias y los protozoos, además de factores físicos medioambientales y de manejo, que pueden predisponer la presentación del síndrome. Dada la gran variedad de etiologías la entidad se conoce como Diarrea Neonatal Aguda Indiferenciada y se considera como una entidad patológica de gran impacto sanitario y económico.

La entidad generalmente se presenta en animales jóvenes (hasta 1 mes de edad) y el ambiente y factores como la nutrición y el manejo aumentan su incidencia. La alta precipitación pluvial y humedad relativa como factores predisponentes contribuyen a la presentación de la diarrea. Otros factores son: el estado nutricional al nacimiento y durante la fase predestete, el consumo de calostro, el cambio de dieta, la cantidad de leche consumida y aspectos de higiene en el sitio de estabulación y los utensilios utilizados en el manejo. Con relación al consumo del calostro se puede presentar incapacidad para su ingestión por problemas al parto como las distocias y el síndrome del ternero débil. Las distocias generalmente se acompañan de acidosis respiratoria. Se ha encontrado que en estas circunstancias se afecta la absorción de Igs calostrales. Las causas del síndrome del ternero débil incluyen, la Leptospirosis, la infección por *Hemophilus*, la deficiencia de Vitamina E y Selenio, la infección por el virus de la Diarrea Viral Bovina, el estrés por calor y posiblemente la infección por *Ureaplasma* (Heath, 1992).

Los enteropatógenos más comunes involucrados en la diarrea son de origen bacteriano como la *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella dublin*, *Clostridium perfringens* tipo A, B y C. Estos patógenos generalmente producen diarrea en los primeros días de vida del animal (hasta los 10 días generalmente).

La principal causa de la diarrea de origen bacteriano es la *E. coli* y como factores epidemiológicos importantes están la aglomeración de terneros, las temperaturas extremas (exceso de frío o calor), los períodos irregulares de alimentación y las malas condiciones higiénicas. La enfermedad se caracteriza por una hipersecreción que conlleva a una diarrea profusa, acuosa de heces amarillentas o blancas de mal olor y con la presencia en algunos casos de sangre (Mogollon, 1992).

Los agentes causantes de diarrea de origen viral son los Rotavirus, Coronavirus, el virus de la Diarrea Viral Bovina, Torovirus, Bredavirus, Parvovirus, y Calicivirus. El Rotavirus es el agente viral más común causante de diarrea en terneros. El virus afecta principalmente animales jóvenes entre 3 y 15 días de edad. La diarrea que produce es acuosa y profusa, las heces son de color amarillo pálido con rastros de sangre. El Coronavirus afecta terneros principalmente entre los 5 y 10 días de edad. Las heces en esta afección son de color verde oscuro o pardo y amarillo. La morbimortalidad en recién nacidos es alta. Las infecciones por Coronavirus generalmente son mixtas y pueden complicarse con Rotavirus o *E. coli*. Para los demás agentes virales causantes de diarrea en terneros es poco el conocimiento que se tiene de su epidemiología en Colombia. Otros agentes causantes de diarrea son los protozoos *Eimeria zurni*, *Eimeria bovis*, *Cryptosporidium* y *Giardia duodenalis*.

Algunos factores causantes de diarrea en terneros se relacionan con el manejo de la alimentación. La composición de la dieta después del consumo de calostro tiene gran efecto en la presentación de diarrea y mortalidad (Staples y Haygse, 1974). Los lactoreemplazadores, con proteína de origen vegetal generalmente no coagulan en el abomaso y reducen la secreción gástrica (una barrera importante para la multiplicación de *E. coli*), reducen la proteólisis, aumentan el paso de proteína sin digerir al duodeno y disminuyen la secreción pancreática.

La diarrea en terneros también se asocia con cambios en la composición de la leche como resultado del pastoreo de las vacas en ciertas áreas (Shanks 1950, citado por Roy, 1980). La fertilización con nitrógeno en las praderas puede afectar la coagulación de la leche. Además en estas circunstancias la leche contiene bajos niveles de calcio, lo que impide el proceso de coagulación produciendo distensión del abomaso y éxtasis gástrico. La diarrea también se presenta en dietas con alto contenido de grasa. El suministro de leche fría en baldes también es un factor que causa timpanismo o diarrea (Roy, 1980).

En terneros se presenta el complejo conocido como neumonía enzoótica que es producida por agentes virales e infección bacteriana secundaria. La morbimortalidad que ocasiona el síndrome es alta. Los agentes virales más

comunes son el virus de la Parainfluenza Bovina y el virus Sincitial Bovino, también son agentes causales pero de menor frecuencia los Coronavirus, Rinovirus, Reovirus, Adenovirus e Hipervirus 1. Los agentes bacterianos secundarios son la Pasterella hemolítica, Pasterella multocida, Micoplasmas y Ureaplasma. Algunos factores predisponentes del síndrome son : La temperatura ambiental y humedad relativa extremas, las corrientes de aire, el hacinamiento, la permanencia a la intemperie y la mala higiene.

La septicemia noenatal es un estado patológico que cursa con toxemia y fiebre. Se presenta con mayor frecuencia entre los 12 y 10 días de edad, siendo la susceptibilidad mayor durante las 12 a 18 horas después del nacimiento. Como factores predisponentes están la falla en el transporte de inmunoglobulinas calostrales y la presencia de una carga alta de microorganismos en el ambiente donde nace el animal. El ombligo es una de las vías más importantes de invasión de patógenos, especialmente si no existe una curación adecuada después del nacimiento. Otras formas de contaminación son las mucosas nasal y orofaríngea. En casos de infección a través del ombligo se encuentra onfaloflebitis, onfaloarteritis y abscesos en hígado, vejiga, articulaciones, ojo y sistema nervioso central.

Los principales agentes patógenos relacionados con el síndrome son de origen bacterial entre ellos : Escherichia coli, Streptococcus pyogenes, Salmonella typhimurium, Salmonella dublin y Listeria monocytogenes.

El destete es el segundo período crítico en la vida del ternero. El estrés del destete en terneros se ha relacionado con aumento de la incidencia de enfermedades respiratorias y digestivas (seymour et. al., 1995). El estrés desencadena la secreción de corticosteroides adrenales, los cuales a su vez pueden suprimir la función inmune. La reducción del estrés o de sus efectos al momento del destete reduce la incidencia de enfermedades.

## ESTIMACION DEL ESTADO INMUNE DEL NEONATO

Se ha propuesto que la evaluación del estado inmune de los terneros recién nacidos debe realizarse entre el nacimiento y los 7 días de edad. Existen varias pruebas que estiman la disponibilidad de Igs séricas. Las pruebas varían ampliamente en costo, facilidad de uso, tiempo requerido y naturaleza de la determinación (Garry et, al., 1993).

Debido a los factores anteriores algunas técnicas se pueden realizar a nivel de campo, mientras que otras son más costosas y su uso se limita al laboratorio. No todas las pruebas miden los mismos componentes. Algunos determinan las proteínas séricas y otros las Igs. La cuantificación de las globulinas séricas incluye todas las fracciones de globulinas y no es específica para las Igs. La refractometría (refractómetro de Golberg) de fácil uso, determina las proteínas totales en plasma. Sin embargo, no es selectiva y los valores se alteran con el grado de hidratación del ternero. Los animales que presenten con esta prueba concentraciones de proteínas totales por debajo de 5.0 g/dl tienen alta probabilidad de enfermarse, especialmente si están expuestos a gran cantidad de patógenos (Besser y Gay, 1994).

Otras pruebas para uso a nivel de campo son las de precipitación mediante el sulfato de zinc y el sulfito de sodio ; estos métodos son rápidos, de bajo costo, de uso relativamente fácil y determinan las Igs totales. La calificación de la prueba de sulfato de zinc se hace mediante el grado de turbidez medido en 3 escalas : < 10 unidades de turbidez ; se supone que la protección es insuficiente y el riesgo de mortalidad es alto ; de 10 a 20 unidades de turbidez, la protección es moderada y el riesgo de enfermedad es relativamente alto y > 20 unidades de turbidez la protección es adecuada.

La prueba de precipitación del sulfito de sodio, tiene un principio similar a la anterior ; se basa en la precipitación de las inmunoglobulinas séricas al entrar en contacto con las sales del sulfito de sodio. La prueba se realiza con 3 soluciones de la sal (14, 16 y 18%) las cuales se adicionan al suero. Si se observa precipitación en los tres tubos, indica que hubo una absorción adecuada de Igs, la precipitación en los tubos de 16 y 18%, indica una absorción parcial y la precipitación en el tubo de 18% significa que hubo falla total en la absorción de Igs (Besser y Gay, 1994). Otra prueba de fácil implementación es la del glutaraldehido, que al adicionarlo al suero causa coagulación si la concentración de Igs es mayor de 6mg/dl y no se produce coagulación si es menor de 4mg/dl. Este método da resultados variables si la concentración de Igs esta entre 4 y 6 mg/dl y no diferencia entre un ternero con 6 mg/dl

y uno con altos niveles de Igs. Se encuentra también disponible para uso en campo, la prueba comercial de aglutinación en Latex que determinan la IgG (Barry et.al., 1993).

Las demás pruebas necesitan para su desarrollo laboratorios especializados. Ellas son : la Inmunoturbidometría, la inmunodifusión en agar gel y ELISA. Los resultados de estas pruebas son importantes con relación a enfermedades específicas, dan resultados muy precisos, pero tienen una relación indirecta con el éxito de la transferencia pasiva de inmunidad y su uso a nivel de campo es limitado (Garry et.al., 1993).

Hay que tener en cuenta que las pruebas descritas anteriormente no son aplicables bajo todas las circunstancias de manejo, ni la determinación por sí sola refleja la susceptibilidad del neonato a las enfermedades. El riesgo para que un ternero se enferme es una "ecuación compleja" en la cual la concentración de Igs séricas son un solo factor. Por esta razón, los estudios que evalúan las relaciones entre las inmunoglobulinas séricas, la incidencia de enfermedades y el comportamiento productivo, son contradictorios. La conclusión de varios estudios es que las tasas de enfermedad en las explotaciones, son el resultado de un balance entre la resistencia del neonato y el grado del desafío de las enfermedades (Garry et.al., 1993). Algunos factores que se deben tener en cuenta para estimar el riesgo de enfermedad, son la virulencia del patógeno y su carga ambiental, el ambiente físico como la ventilación, temperatura y humedad, el estado nutricional y el estado de estrés del animal (Roy, 1980).

## **MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL CALOSTRO**

El calostro es la primera leche que se produce después del parto, contiene una combinación de inmunoglobulinas, componentes celulares inmunológicamente activos, factores de crecimiento (IGF-1) que promueven las síntesis de DNA y la división celular, lactoferrina, lactoperoxidasa, vitaminas liposolubles (especialmente vitamina A) y minerales (Powell et.al., 1984 ; citados por Aldridge et.al., 1992 ; Oda et.al., 1989 ; citados por O'Kelly, 1991).

En algunos casos es necesario el suministro artificial de calostro. Las situaciones son variadas como en las distocias, la debilidad del ternero, o la incapacidad para pararse, la falta de habilidad materna de la vaca, los defectos de conformación de la glándula mamaria o cuando los pezones son muy grandes. También se recomienda cuando no se presenta llenado de la glándula antes del parto, en mastitis severa y en casos en que la madre no está adaptada a las condiciones adversas del trópico. Antes de suministrar el calostro, este se debe evaluar con un calostrómetro (Higrómetro calibrado para indicar la calidad del calostro). Para el suministro de calostro a terneros con riesgo de enfermedad, es preferible el uso de calostro fresco (máximo 6 horas). En algunos casos se utiliza calostro refrigerado (2 - 8°C) almacenado máximo una semana. La refrigeración por más tiempo disminuye la concentración de inmunoglobulinas (White, 1993). Este calostro no se recomienda para terneros recién nacidos.

La literatura también reporta que se puede utilizar calostro congelado (-20°C) que mantiene su calidad por más de dos años (White, 1993). Es importante tener en cuenta la temperatura de descongelación, la cual no debe exceder los 56°C (Heath, 1992).

Se recomienda el suministro de calostro en una proporción del 10-15% del peso corporal (3-4 litros para un ternero de 30 Kg) a terneros recién nacidos en las primeras seis horas de vida. El calostro que no ha sido evaluado o se supone sea de baja calidad (calostro del segundo y tercer día), puede utilizarse con la leche como alimento o como protector de la mucosa intestinal en terneros mayores de un día de edad (White, 1993).

## **BIBLIOGRAFIA**

ALDRIDGE, B; GARRY, F.; ADAMS, R. 1992. Role of colostral transfer in neonatal calf management: Failure of Acquisition of Passive Immunity. The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian. 14(2): 265-270.

BAUMWART, A.L.; BUSH, L.J.; MUNGLE, M.; CORLEY, L.D. 1977. Effects of potassium isobutyrate on absorption of immunoglobulins from colostrum by calves. Journal of Dairy Science. 60: 759.

- BESSER, T.E.; GAY C.C. 1994. The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 10(1): 107-117.
- BLECHA, F.; BULL, R.C.; OLSON, D.P.; ROSS, R.H.; CURTIS, S. 1981. Effects of prepartum protein restriction in the beef cow on immunoglobulin content in blood and colostrum whey and subsequent immunoglobulin absorption by the neonatal calf. *Journal of Animal Science*. 53(5): 1174-1180.
- BONSMA, J.C. 1969. Climatology and breeding for adaptation. In *Factors Affecting Calf Crop*. Ed. Cunha et al., University of Florida press. pp. 146-175.
- BOYD, J.W. 1972. The relationship between serum immunoglobulin deficiency and disease in calves: a Farm Survey. *Veterinary Record*. 90(23): 645-649.
- BRADLEY, J.A.; NILO, L.; DORWARD, W.J. 1979. Some observations on serum gammaglobulin concentrations in suckled beef calves. *Canadian Veterinary Journal*. 20: 227.
- BUSH, L.J.; STALEY, T.E. 1980. Absorption of colostrum immunoglobulins in newborn calves. *Journal of Dairy Science*. 63(4): 672-680.
- CADLOW, G.L. 1988. Relationship of calf antibody status to disease and performance. *Veterinary Record*. 122: 63-65.
- DE NISE, S.K.; ROBINSON, J.D.; STOTT, G.H.; ARMSTRONG, D.V. 1989. Effects of passive immunity on subsequent production in the dairy heifer. *Journal of Dairy Science*. 72: 552-554.
- DEUTSCH, H.F.; SMITH, V.R. 1957. Intestinal permeability to proteins in the newborn herbivore. *American Journal of Physiology*. 191: 271.
- DEVERY-POCIUS, J.E.; LARSON, B.L. 1983. Age and previous lactation as factors in the amount of bovine colostrum immunoglobulins. *Journal of Dairy Science*. 66: 221-226.
- EDWARDS, S.A.; BROOM, D.M.; COLLIS, S.C. 1982. Factors affecting levels of passive immunity in dairy calves. *British Veterinary Journal*. 138: 233-240.
- GALINA, C.S.; ARTHUR, G.H. 1989. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. *Animal Breeding Abstracts*. 57(1): 899-909.
- GARRY F.; ALDRIDGE, B.; ADAMS, R. 1993. Role of colostrum transfer in neonatal calf management: Current concepts in diagnosis. *The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*. 15(8): 1167-1175.
- GAY, C.C.; ANDERSON, N.; FISHER, E.W.; McEWAN, A.D. 1965. Gammaglobulin levels and neonatal mortality in market calves *Veterinary Record*. 77: 5.
- GUY, M.A.; McFADDEN, T.B.; COCKRELL, D.C.; BESSER, T.E. 1994. Regulation of colostrum formation in Beef and Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 77(10): 3002-3007.
- HALLIDAY, R.; RUSSEL, A.J.F.; WILLIAMS, M.R.; PEART, J.N. 1978. Effects of energy intake during late pregnancy and of genotype on immunoglobulin transfer to calves in suckled herds. *Research in Veterinary Science*. 24: 26.
- HEATH, S.E. 1992. Neonatal diarrhea in calves: Diagnosis and intervention in problem herds. *The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*. 14(7): 995-1003.
- JAMES, R.E.; POLAN, C.E.; O'CONNOR, W.A. 1978. The distributional uptake of <sup>125</sup>I-globulin in the small intestine of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 61(Suppl.1): 176(Abstr.).
- JOCHIMS, K.; KAUP, F.J.; DROMER, W. 1994. An immunoelectron microscopic investigation of colostrum IgG absorption across the intestine of newborn calves. *Research in Veterinary Science*. 57: 75-80.
- LEMKA, L.; McDOWELL, R.E.; VLECK, L.D. VAN; GUHA, H.A.; SALAZAR, J.J. 1973. Reproductive efficiency and viability in two *Bos indicus* and two *Bos taurus* breeds in the tropics of India and Colombia. *Journal of Animal Science*. 36:644-652.
- LOPEZ, J.W.; ALLEN, S.D.; MITCHELL, J.; QUINN, M. 1988. Rotavirus and Cryptosporidium shedding in dairy calf feces and its relationship to colostrum immune transfer. *Journal of Dairy Science*. 71: 1288-1294.
- MCGARY, T.J.; REBER, L.W.; ELLERSIECK, M.R.; FRY, J.D.; LASLEY, J.F. 1978. Blood and colostrum sera immunoglobulin levels in the postpartum bovine. *Journal of Animal Science*. 47(Suppl.1): 241.
- MCGUIRE, T.C.; PFEIFFER, N.E.; WEIKEL, J.M.; BARTSCH, R.C. 1976. Failure of colostrum immunoglobulin transfer in calves dying from infectious disease. *JAVMA*. 1697: 713-718.
- MOGOLLON, J.D. 1982. Causas de diarrea en terneros. Primer Simposio Nacional e Internacional de Clínica y Medicina Bovina. ACOVEZ. Bogotá, Abril 27-30.
- MULLER, L.D.; ELLINGER, D.K. 1981. Colostrum immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 64(8): 1727-1730.

- NAVARRETE, M. et al. 1995. Avances en monitoreo ganadero. Córdoba. Proyecto Coloombo-Alemán CORPOICA-GTZ. Asistencia Técnica Integral Pecuaria. Montería.
- NOCEK, J.E.; BRAND, D.C.; WARNER, R.G. 1983. Influence of neonatal colostrum administration, immunoglobulin and continued feeds on calf gain, health and serum protein. *Journal of Dairy Science*. 67: 319-333.
- NORMAN, L.M.; HOHENBOKEN, W.D.; KELLEY, K.W. 1981. Genetic differences in concentration of immunoglobulins G<sub>1</sub> and M in serum and colostrum of cows and in serum of neonatal calves. *Journal of Animal Science* 53(6): 1465-1472.
- ODDE, K.G. 1988. Survival of the neonatal calf. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 4(3): 501-508.
- O'KELLY, J.C. 1991. Serum immunoglobulin concentrations in genetically different types of suckling beef calves in a tropical environment. *Australian Veterinary Journal* 68(8): 261-263.
- OLSON, D.P.; WOODARD, L.F.; BULL, R.C.; EVERSON, D.O. 1981. Immunoglobulin levels in serum and colostrum whey of protein-metabolizable energy restricted beef cows. *Research In Veterinary Science*. 30: 49.
- PETRIE, L. 1984. Maximising the absorption of colostrum immunoglobulins in the newborn dairy calf. *Veterinary Record*. 114: 157-163.
- QUIGLEY, J.D.; MARTIN, K.R.; BEMIS, D.A.; POTGIETER, L.N.D.; REINEMEYER, C.R.; ROHRBACH, B.W.; DOWLEN, H.H.; LAMAR, K.C. 1994. Effects of housing and colostrum feeding on the prevalence of selected infectious organisms in feces of Jersey calves. *Journal of Dairy Science*. 77(10): 3124-3131.
- QUIGLEY, J.D.; MARTIN, K.R.; DOWLEN, H.H.; WALLIS, L.B.; LAMAR, K. 1994. Immunoglobulin concentration, specific gravity and nitrogen fractions of colostrum from Jersey cattle. *Journal of Dairy Science* 77(1): 264-269.
- ROBINSON, J.D.; STOTT, G.H.; DeNISE, S.k. 1988. Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *Journal of Dairy Science*. 71(5): 1283-1287.
- ROY, J.H.B. 1980. Factors affecting susceptibility of calves to disease. *Journal of Dairy Science*. 63(4): 650-664.
- SELMAN, I.E.; McEWAN, A.D.; FISHER, E.N. 1971. Absorption of immune lactoglobulin by newborn dairy calves. *Research In Veterinary Science*. 12: 205.
- SEYMOUR, W.M.; NOCEK, J.E.; SICILIANO-JONES, J. 1995. Effects of a colostrum substitute and of dietary brewer's yeast on the health and performance of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 78(2): 412-420.
- SHELL, T.M.; EARLY, R.J.; CARPENTER, J.R.; BUCKLEY, B.A. 1995. Parturition nutrition and solar radiation in beef cattle: II. Residual effects on postpartum milk yield, immunoglobulin, and calf growth. *Journal of Animal Science* 73: 1303-1309.
- STAPLES, G.E.; HAYGSE, C.N. 1974. Losses in young calves after transportation. *British Veterinary Journal*. 130: 374.
- STOTT, G.H. 1980. Immunoglobulin absorption in calf neonates with special considerations of stress. *Journal of Dairy Science*. 63(4): 681-688.
- STOTT, G.H.; MARX, D.B.; MENEFFEE, B.E.; NIGHTENGALE, G.T. 1979. Colostral immunoglobulin transfer in calves. I. Period of absorption. *Journal of Dairy Science*. 62: 1632.
- STOTT, G.H.; MARX, D.B.; MENEFFEE, B.E.; NIGHTENGALE, G.T. 1979. Colostral immunoglobulin transfer in calves. II. Amount of absorption. *Journal of Dairy Science*. 62(12): 1902-1907.
- TENNANT, B.; HARROLD, D.; REINA-GUERRA, M.; LABEN, R.C. 1969. Neonatal alterations in serum gammaglobulin levels of Jersey and Holstein-Friesian Calves. *American Journal of Veterinary Research*. 30: 345.
- THATCHER, E.F.; GERSHWIN, L.J. 1989. Colostral transfer of bovine immunoglobulin E and dynamics of serum IgE in calves. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 20: 325-334.
- VACCARO, R.; CARDOZO, R.; VACCARO, L.P. DE. 1983. Milk production reproduction and death rates of Holstein heifers imported into the tropics. *Tropical Animal Production*. 8: 77-86.
- VANN, R.C.; LAMMOGLIA, M.A.; NEVENDORFF, D.A.; HOLLOWAY, J.W.; CARSTENS, G.E.; RANDEL, R.D. 1990. Colostral immunoglobulins and their absorption by newborn beef calves. *Beef Cattle Research In Texas*. 60-62.
- WHITE, D.G.; ANDREWS, A.H. 1986. Adequate concentration of circulating colostrum proteins for market calves. *Veterinary Record*. 19: 112-113.
- WHITE, M.E. 1983. An algorithm for minimizing financial losses due to immune deficiency in calves. *Cornell Veterinarian*. 73: 76.
- WHITE, D.G. 1993. Colostral supplementation in ruminants. *The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*. 15(2): 335-350.
- WILLIAMS, M.R.; SPOONER, R.L.; THOMAS, L.H. 1975. Quantitative studies in bovine immunoglobulins. *Veterinary Record*. 96: 81.

## 2. LOMBRICULTURA UNA ALTERNATIVA EN EL MANEJO DE EXCRETAS BOVINAS

Hugo Jimenez S.<sup>1</sup>

**L**a presencia y disposición adecuada de las excretas en los sistemas de producción animal especialmente, en la ganadería bovina para los llanos orientales, es un problema ambiental al cuál se le ha prestado poco interés. Diariamente, se producen toneladas de estiércol y descargas biológicas en las fincas, las cuales se acumulan sobre las praderas de pastoreo y/o instalaciones para manejo de los animales (Corrales de encierro, corrales de ordeño y lugares de descanso principalmente).

Un manejo inadecuado de estos residuos puede convertirse en un verdadero problema sanitario tanto para las personas como para los animales de la finca y predios aledaños. Definitivamente, el ganadero o empresario ganadero debe diseñar planes para el desarrollo de operaciones que le permitan manipular adecuadamente el estiércol producido en la finca. El objetivo primordial del ganadero es el de mantener áreas de trabajo cómodas y limpias que le permitan prevenir riesgos potenciales de contaminación que afecten la salud animal y la salud humana.

En efecto, las estrategias más apropiadas, que se ajustan a las actuales circunstancias de manejo de las excretas y otros desechos orgánicos son las del reciclaje de nutrientes, por que además de ser un servicio social, puede llegar a convertirse en una actividad empresarial. La lombricultura es una de las alternativas que mas se ajusta a las actuales necesidades, debido principalmente, a que permite obtener humus y proteína animal

### Características del estiércol.

El estiércol esta formado por las deyecciones sólidas, semisólidas y líquidas del ganado, producto de la digestión, transformación y asimilación del alimento por su paso a través del tracto digestivo de los animales. Básicamente, el estiércol no es otra cosa que la combinación de orina y heces fecales y en algunas oportunidades, por la presencia de patógenos eliminados hacia el exterior por el animal a través del estiércol<sup>2</sup>.

La importancia del estiércol en el mantenimiento de la fertilidad del suelo es indiscutible, mas aún, cuando su eficacia ha sido demostrada a lo largo de siglos de existencia del hombre. Sin embargo, actualmente existe un desequilibrio entre el manejo de los animales y la disposición de las excretas, la especialización, concentraciones y masificación de animales en las fincas como respuesta a la demanda de alimentos ocasiona el incremento paralelo en la producción de excretas. En Colombia, desafortunadamente no existe aún la cultura de hacer uso correcto de este recurso.

<sup>1</sup> Biologo, Programa Regional Pecuario, CORPOICA - C.I. La Libertad Km 21 vía Puerto López A.A. 3129 Villavicencio Meta-Colombia

<sup>2</sup> Manure Management System (Collection, transfer and storage). Ohio livestock manure and wastewater management guide. Ohio University bulletin 68 1994.

Generalmente, las descargas biológicas que se producen diariamente en las fincas, en algunos casos, son manejadas cuidadosamente, intentando hacer un uso razonable y aprovechable para el medio ambiente y el productor, no obstante, y lo que predomina es la eliminación indiscriminada del estiércol y otros residuos hacia zonas bajas o fuentes de agua, ocasionando la respectiva contaminación. No se conocen reportes reales del impacto que ocasiona la liberación de las excretas a las fuentes de agua.

Tabla 1. Producción y Características del estiércol<sup>a</sup>

| Tipo de Animal           | Peso del Animal<br>lb | Producción total de estiércol |         | Porc. de Sólidos<br>% | Contenido de Nutrientes  |  |                               | Contenido de Nutrientes  |  |                               |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------|-----------------------|--------------------------|--|-------------------------------|--------------------------|--|-------------------------------|
|                          |                       | lb/día                        | ton/año |                       | N <sup>b</sup><br>lb/día | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>c</sup> | K <sub>2</sub> O <sup>d</sup> | N <sup>b</sup><br>lb/ton | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>c</sup> | K <sub>2</sub> O <sup>d</sup> |
| Bovinos de Leche         | 1000                  | 82.0                          | 15.0    | 12.7                  | 0.410                    | 0.168                                      | 0.324                         | 10.0                     | 4.1  | 7.9                           |
| Bovinos de Carne         | 1000                  | 60.0                          | 11.0    | 11.6                  | 0.339                    | 0.252                                      | 0.285                         | 11.3                     | 8.4  | 9.5                           |
| Cerdo de Engorde         | 150                   | 9.8                           | 1.8     | 9.2                   | 0.0676                   | 0.0529                                     | 0.0529                        | 13.8                     | 10.8                                       | 10.8                          |
|                          | 250                   | 16.3                          | 3.0     | 9.2                   | 0.1125                   | 0.0880                                     | 0.0880                        | 13.8                     | 10.8                                       | 10.8                          |
| Cerdo Gestante<br>y Cría | 275                   | 8.9                           | 1.6     | 9.2                   | 0.0619                   | 0.0481                                     | 0.048                         | 113.9                    | 10.8                                       | 10.8                          |
|                          | 375                   | 33.0                          | 6.0     | 9.2                   | 0.2343                   | 0.1766                                     | 0.1832                        | 14.2                     | 10.7                                       | 11.1                          |
| Oveja                    | 100                   | 4.0                           | 0.7     | 25.0                  | 0.0450                   | 0.0152                                     | 0.0390                        | 22.5                     | 7.6  | 19.5                          |
| Cabra                    | 100                   | 4.1                           | 0.7     | 31.7                  | 0.0450                   | 0.0110                                     | 0.0310                        | 22.0                     | 5.4  | 15.1                          |
| Gallina                  | 4                     | 0.21                          | 0.038   | 25.2                  | 0.0029                   | 0.0025                                     | 0.0014                        | 27.3                     | 23.5                                       | 13.2                          |
| Pollo                    | 2                     | 0.14                          | 0.026   | 25.2                  | 0.0023                   | 0.0012                                     | 0.0009                        | 33.4                     | 16.7                                       | 12.5                          |
| Pavo                     | 15                    | 0.71                          | 0.130   | 25.5                  | 0.0084                   | 0.0074                                     | 0.0060                        | 23.7                     | 20.8                                       | 16.9                          |
| Caballo                  | 1000                  | 45.0                          | 8.2     | 20.5                  | 0.2723                   | 0.1035                                     | 0.2025                        | 12.1                     | 4.6  | 9.0                           |

<sup>b</sup> N = Nitrógeno total.

<sup>c</sup> Fósforo elemental P = 0.44 X P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

<sup>d</sup> Potasio elemental K = 0.83 x K<sub>2</sub>O.

Los datos consignados en la tabla 1, no solo muestran la composición y calidad del estiércol, sino que, revela la potencialidad que representan los desechos animales como fuente de contaminación para el ecosistema, principalmente, porque los compuestos nitrogenados y fósforo son transformados a compuestos altamente tóxicos (amonio, nitritos, nitratos, fosfatos principalmente). De otro lado, la acumulación masiva de estos compuestos permite el desarrollo de flora microbiana potencialmente perjudicial para la salud animal y humana, además de su potencial contenido de parásitos, bacterias y virus.

### Riesgos que desconocemos

La mayoría de las personas incluyendo a los ganaderos no entienden que un manejo inadecuado del estiércol puede convertirse en un problema de salud animal y de salud pública. Actualmente, no existe ninguna controversia alrededor del manejo de estos desechos, ya que el desconocimiento de la problemática es general, pero llegará el día en que nos encontremos frente a frente y las consecuencias no se harán esperar.

Para entender la potencialidad del estiércol como una fuente contaminante (entomológica, microbiológica y química), se mencionan, algunas consideraciones que ayudarán a confirmar y desempolvar el conocimiento que se tiene acerca de este tema.

### **Las moscas**

El crecimiento y dispersión de moscas en las fincas se convierte en uno de los problemas más agudo para el ganadero. En el caso específico de los bovinos, se ha observado una estrecha relación entre 3 especies de moscas (***Lyperossia irritans*, *Musca domestica*, y *Stomoxys calcitrans***), las cuales utilizan el estiércol como refugio para la deposición y desarrollo de sus huevos. Es evidente, que en la finca deben existir programas de recuperación de estiércol para el control de la mosca. La acumulación de estiércol y demás desechos biológicos se convierten en un medio excelente para la proliferación de estos insectos. Es así como otros dípteros pueden estar asociados a estas condiciones. Los mosquitos (jejenes y zancudos), importantes por ser transmisores de enfermedades. Los tábanos, los cuales son dípteros hematófagos que ocasionan picaduras dolorosas. Están las moscas que causan las miasis, las cuales parasitan el animal en una de sus fases de desarrollo. Otras como la *Sarcophaga* y *Cochlomya* igualmente importantes <sup>4</sup>.

### **Microorganismos asociados a las heces.**

En las heces de animales y humanos, está presente un grupo de microorganismos especializados que habitan normalmente el sistema digestivo principalmente de los vertebrados. Estos gérmenes fecales son flora normal y común del tracto intestinal de animales y humanos, estos microorganismos son conocidos como bacterias coliformes, la presencia de estas bacterias en el agua es indicio y riesgo de contaminación con excretas, la deposición y acumulación de estos desechos biológicos en el agua facilita la permanencia y crecimiento de estas bacterias y otros patógenos, el consumo de aguas altamente contaminadas con estos microorganismos provocará la presentación de enfermedades en animales y humanos que ingieran el líquido

### **Contaminación de aguas**

La cercanía o eliminación directa de estiércol y productos biológicos sobre las fuentes de agua superficiales y profundas incrementa el riesgo de contaminación con nitratos. Los nitratos están formados a partir del nitrógeno orgánico presente en el estiércol a través de una serie de procesos biológicos. Igualmente, son compuestos solubles en agua con capacidad para infiltrarse por el suelo y alcanzar las aguas subterráneas. Altas concentraciones de nitrato en aguas de consumo humano o animal pueden ser perjudiciales, ya que reducen la disponibilidad de oxígeno en la sangre. Por otro lado, se ha establecido que la presencia de altos niveles de amonio y materia orgánica en el agua son letales para la vida acuática, concentraciones por encima de 2 mg/l son altamente tóxicas para una variedad de peces <sup>5</sup>.

### **Liberación de olores imperceptibles y/o desagradables**

La emanación de fuertes olores durante las operaciones diarias de manejo de animales en la finca es el resultado de

---

<sup>3</sup> Manure Management System (Collection, transfer and storage). Ohio livestock manure and wastewater management guide. Ohio University bulletin 68 1994.

<sup>4</sup> Animal manure. Manure Management strategies to control flies. Water Quality / Waste Management. Illinois Environmental Protection Agency. 1993.

<sup>5</sup> Understanding the pollution potential of livestock waste. Water Quality / Waste Management. Illinois Environmental Protection Agency. 1993.

la acumulación de estiércol y desechos biológicos dentro o fuera de las instalaciones de manejo de animales, o cerca de las áreas de vivienda. Estudios en el exterior revelan que durante la permanencia de estas acumulaciones biológicas, se detectan en el aire una variedad de olores producto de la descomposición microbial. Los principales productos volátiles identificados corresponden a compuestos que contienen alcoholes, ésteres, aminas, grupos carbonil y sulfurados, siendo el más prevalente el amoníaco <sup>6</sup>.

### **Transformación de desechos biológicos**

La transformación de la materia orgánica por acciones biológicas ha sido un proceso natural desde que apareció la vida en nuestro planeta, recientemente, el hombre ha intentado controlar y utilizar estos procesos biológicos para reciclar la mayoría de los desechos que diariamente se producen. Materiales tales como residuos vegetales, estiércol animal, basuras y otros materiales orgánicos pueden ser convertidos a compuestos molecularmente más estables<sup>7</sup>.

### **LOMBRICULTURA**

Es una actividad que consiste en criar y cultivar lombrices con la finalidad de reciclar desechos orgánicos. Esta práctica se inició en la década del 50 en los Estados Unidos, siguiendo Japón en los 70, pero, fue en Europa donde se introdujo a escala comercial. Esta industria necesita solo de una mínima inversión e infraestructura, y significa un gran avance contra la contaminación y el problema de los residuos orgánicos <sup>8</sup>.

#### **Ventajas de la lombricultura:**

- ◆ Nos permite trabajar en espacios reducidos
- ◆ En comparación con otras alternativas de reciclaje, la lombricultura es un proceso rápido y a bajo costo
- ◆ Nos permite mantener una unidad de reciclaje de materia en descomposición sin los inconvenientes de olores desagradables
- ◆ Igualmente, permite utilizar un amplio espectro de sustrato como fuente de alimentación de las lombrices.
- ◆ Se obtienen al final de la transformación un humus de excelente calidad y un material (lombriz) de alto contenido protéico.

### **Biología de la Lombriz de Tierra**

#### **Clasificación**

Reino: Animal    Subreino: Metazoos    Phylum: Protostomia    Grupo: Annelida    Orden: Oligochaeta  
Familia: Lumbricidae

La lombriz de tierra pertenece al grupo de los invertebrados anélidos, que tienen el cuerpo formado por numerosos anillos. Tiene un sistema muscular muy desarrollado, por medio del cual puede ejecutar movimientos en todos los sentidos. No posee ojos, pero sí unas células especiales distribuidas a lo largo de su cuerpo que son muy sensibles a la luz. Esto le permite retirarse con rapidez cuando se expone a la luz solar, ya que los rayos ultravioleta la matan en pocos minutos. Le perjudica tanto la falta como el exceso de humedad.

<sup>6</sup> Animal Manure. Dairy manure odor control. Water Quality / Waste Management. Illinois Environmental Protection Agency. 1993.

<sup>7</sup> Secretaría de Agricultura del Quindío. Lombricultura. Cultivo y utilización de la lombriz de tierra, cartilla divulgativa No. 6

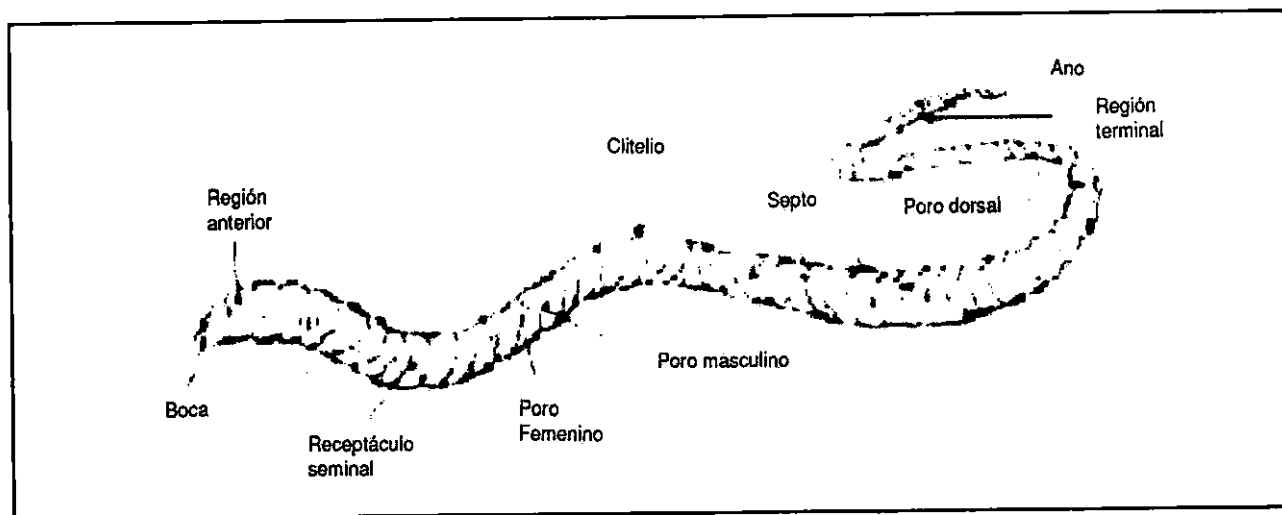
<sup>8</sup> Quiceno J. Producción de humus y lombriz. CORPOICA y DRI. 1995

## Morfología

La morfología de las lombrices es compleja, el cuerpo es cilíndrico y alargado formado por numerosos segmentos conocidos como metámeros o somitas.

Entre los metámeros 31 a 37 se localiza un abultamiento conocido como clitelio, el cual es el encargado de producir una sustancia mucosa que permite envolver los huevos. El tamaño de los huevos es variable de 2-3 mm, los cuales se desarrollan en periodo de 14 a 21 días .

En el primer anillo se localiza el prostomio y en el segundo el peristomio, a continuación y detrás del prostomio se encuentra la boca.



## Estructura interna

El cuerpo de la lombriz está formado por fibras musculares circulares y longitudinales, donde se alojan órganos y sistemas internos

**Sistema digestivo:** Empieza con la boca que no posee dientes, continúa con un bulbo muscular (o faringe) con glándulas lubricantes de alimento, el esófago, al que desembocan conductos de glándulas calcíferas, buche, estómago muscular, encargado de triturar alimentos, intestino, con células cloragógenas, que cumplen la función de hígado.

**Sistema circulatorio:** Formado por cinco pares de corazones, que rodean el esófago. Un vaso dorsal, distribuidor más importante del cuerpo. La sangre constituida por plasma de color rojo, debido a la hemoglobina y con corpúsculos libres (amebocitos).

**Sistema nervioso:** Constituido por un ganglio cefálico suprafaríngeo, que reemplaza al cerebro, a la altura del tercer anillo. Cordón nervioso, que extiende nervios a cada segmento. Carece de ojos y oídos, pero tiene en la epidermis, receptores sensitivos y luminosos, sensibles al tacto, al sonido, a las vibraciones y a la luz.

**Sistema respiratorio:** La lombriz carece de órganos respiratorios especiales, esta función la realiza a través de la superficie general del cuerpo. La sangre circula por capilares cercanos a la cutícula húmeda de la pared del cuerpo, permitiendo recibir el oxígeno y eliminar el anhídrido carbónico.

**Sistema excretor.** Lo conforman dos riñones por cada anillo, a través de los nefridios expulsa amoníaco, úrea, creatina, entre otros.

**Sistema reproductor.** La lombriz es hermafrodita, al no poder autofecundarse. Posee aparato reproductor masculino, con dos testículos y un aparato reproductor femenino con dos ovarios, localizados en la región ventral de los anillos, 10 a 13. Los orificios genitales femeninos se abren en el anillo 14 y los masculinos en el 15.

La lombriz excava galerías en la tierra y mientras realiza esta operación devora grandes cantidades de tierra, hojas descompuestas y, en general, cualquier residuo orgánico, que son transformados en su intestino y posteriormente expulsados por el ano en forma de «humus de lombriz». No se come las raíces de las plantas mientras aquellas permanecen vivas, por lo que no perjudica a los cultivos. Tanto la acción mecánica de excavación, que airea la tierra y facilita la penetración del agua de lluvia, como la acción química del humus que expulsa, contribuyen a enriquecer la fertilidad del suelo<sup>9</sup>.

### Especies

Hoy se conocen aproximadamente 8000 especies de lombrices, pero solo 3500 de ellas han sido estudiadas y clasificadas, aunque, solo unas pocas han podido ser domesticadas y adaptadas para cultivarlas en criaderos.

Lombriz de campo (*Allolobophora caliginosa*): mide entre 6 a 13 cm La principal desventaja de esta lombriz es su baja capacidad reproductiva; sin embargo, es muy útil en la agricultura, horticultura y jardinería. Se concentra en las raíces de las plantas entre los 10 a 25 cm de profundidad y en casos de falta de humedad o bajas temperaturas puede bajar aun más.

Lombriz de noche (*Lumbricus terrestris*): mide entre 9 y 30 cm y por lo general se encuentran entre las pasturas y campos cultivados; su hábito gregario de salir a buscar su alimento por la noche y su capacidad de romper los estratos compactados, permitiendo el flujo de materia orgánica, son sus principales características. Puede llegar hasta los 4,5 m de profundidad.

Lombriz verde (*Allolobophora chlorotica*): es muy común y frecuente; sin embargo, su incidencia en los beneficios para la agricultura son mínimos. Rara vez pasa los 7 cm, habita en suelos húmedos y es poco activa, porque le gustan los ambientes fríos.

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), este anélido fue seleccionado para ser criado en cautiverio, debido a su activa capacidad de reproducción, a su voracidad para consumir y transformar el sustrato en humus y a su longevidad 16 años.

### La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

Entre las pocas especies de lombrices que se pueden explotar en cautiverio está la lombriz roja de California, de la cual se han obtenido por selección, varios tipos, que se pueden explotar en terrenos al aire libre de cualquier zona de clima mediterráneo o tropical sin necesidad de ningún tipo de alojamiento fijo. La selección de esta lombriz estuvo orientada inicialmente a aumentar la cantidad de comida ingerida, con el fin de incrementar la producción de humus, pero no se obtuvieron resultados positivos, por lo que la selección se encamino a prolongar su vida y aumentar la frecuencia de la reproducción.

### Características de la lombriz roja Californiana

La lombriz roja, cuando es adulta, mide de 5 a 6 centímetros; su diámetro oscila entre 3 y 5 milímetros, es de color rojo oscuro y pesa aproximadamente un gramo. Cuando las condiciones de medio son favorables, esta lombriz

<sup>9</sup> Quiceno J. Producción de humus y lombriz. CORPOICA y DRI. 1995

ingere diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso, del cual expulsa un 60 % en forma de humus<sup>10</sup>.

La lombriz roja puede vivir hasta 16 años. Cuando la temperatura y la humedad del medio donde vive son adecuadas, se aparea cada 7 días. Las cápsulas se abren pasados entre 14 y 21 días de incubación, según sea la temperatura del medio, y de cada una de ellas sale un número de crías que oscila entre 2 y 20. Las lombrices recién nacidas son de color blanco, que se vuelve rosado a los 5 ó 6 días y se convierte definitivamente en rojo oscuro a los 15 ó 20 días. El tiempo necesario para alcanzar el estado adulto es de 7 meses.

En el trópico, la actividad sexual permanece invariable, sin embargo, bajo condiciones adversas como temperatura elevada en el lecho, pH extremadamente ácidos o básicos, niveles de humedad por encima del 80% o por el contrario, condiciones de sequedad impiden que la lombriz se reproduzca adecuadamente. La máxima actividad sexual se logra cuando la temperatura del medio donde habita oscila alrededor de los 20 °C. En términos generales, al cabo de un año, un módulo inicial de lombriz roja se multiplica de 8 a 12 veces.

### **Manejo de las excretas en fincas utilizando la lombricultura**

A pesar de la ubicuidad de las lombrices en el suelo y de su capacidad innata para transformar compuestos orgánicos complejos y en ocasiones infértiles, en compuestos semejantes a la capa superficial del suelo, el manejo de una explotación técnica de lombrices exige el conocimiento de ciertas reglas que determinan el éxito del proceso.

Dentro de los factores que determinan el desarrollo y reproducción exitosa de la lombriz roja Californiana están:

#### **Tipo de sustrato.**

Recibe el nombre de sustrato la primera capa del lecho, sobre la cual se incorporan las lombrices. El sustrato, que constituye la base del lecho, se forma con sustancias orgánicas, siendo lo más conveniente que tenga una cantidad de celulosa entre el 20 y el 25 por 100. El espesor del sustrato será de unos 15 centímetros en verano y 25 centímetros en invierno.

Normalmente, tanto el sustrato como la materia orgánica que sirve de alimento a las lombrices pueden estar constituidos por estiércol puro, aunque igualmente, se pueden utilizar combinaciones con distintos materiales orgánicos. Lo más importante, es que el material permita retener un buen porcentaje de humedad, que no se compacte fácilmente, que no contenga un alto contenido de nitrógeno y que el pH esté entre 6.5 y 7.

#### **Manejo de la humedad.**

La humedad óptima del lecho debe estar entre el 70 y el 80%, aunque, la lombriz puede vivir en un medio con menor grado de humedad, sin embargo, la transformación del alimento en humus se disminuye porque le resulta más trabajoso asimilar el alimento. Por el contrario, una humedad superior al 80% puede ser perjudicial para la supervivencia del animal.

Para superar los inconvenientes de saturación hídrica, se aconseja que en el lecho posean canales de drenaje hacia el exterior, facilitando la salida de los excesos de agua que se puedan presentar. De otro lado, cuando los lechos carecen de una humedad adecuada es indispensable realizar riegos periódicos, procurando no inundar el sistema.

---

<sup>10</sup> Secretaría de Agricultura del Quindío. Lombricultura. Cultivo y utilización de la lombriz de tierra, cartilla divulgativa No. 6 1984.

## **Temperatura**

La temperatura más favorable para el caso del trópico colombiano, es un rango entre 18 y 30 °C. Cualquier temperatura por encima o por debajo de estos límites, alterará el desempeño del animal.

Bajo condiciones de bajas temperaturas la lombriz aletarga su actividad productiva y reproductiva, se conoce que cuando la temperatura cae por debajo de los 7 °C, las lombrices no comen ni se reproducen. En caso de intenso calor, la temperatura del lecho se puede manejar cubriéndolo con mallas o soportes que impidan el calentamiento, así mismo, la temperatura se puede regular suministrando pequeñas dosis de agua fresca.

## **Aireación**

El comportamiento natural de la lombriz es vivir bajo la capa superficial del suelo, a través de un horizonte que puede comprender varios metros de profundidad, bajo estas condiciones la lombriz puede vivir con poca cantidad de oxígeno en un ambiente relativamente enriquecido con dióxido de carbono.

## **pH**

Antes de incorporar estiércol a los lechos (tanto en forma de sustrato como en forma de alimento) es necesario comprobar su acidez. El grado de acidez o de alcalinidad se expresa mediante la anotación pH, que varía desde 0 a 14. Las sustancias cuyo pH está comprendido entre 0 y 7 son ácidas, y aquellas otras cuyo pH está comprendido entre 7 y 14 son básicas. El pH = 7 indica que la sustancia es neutra. El alimento de las lombrices deberá tener un pH comprendido entre 6,5 y 7,5; los valores óptimos se encuentran entre 6,8 y 7,2.

## **Tipo de alimentación**

Las preferencias alimentarias de las lombrices no se conocen, sin embargo, estos anélidos están en la capacidad de transformar cualquier tipo de materia orgánica disponible, incluso, la lombriz puede someter materiales orgánicos en descomposición, pero ojo, el alimento que se le suministra a la lombriz debe cumplir dos (2) funciones muy importantes, la primera, es servirle de casa y la segunda, es proporcionarle los nutrientes indispensables para su desarrollo. Por lo tanto, a la hora de alimentar la lombriz, es importante que el alimento posea nutrientes.

La lombriz ingiere más alimento cuanto más fino sea el tamaño de los gránulos de comida. Por tanto, la producción será mayor cuanto más desmenuzado se encuentre el estiércol.

Los estiércoles más utilizados, cuyas características para el fin que nos interesa se citan a continuación, los siguientes:

**Estiércol de vacuno.** El estiércol de vaca es de muy buena calidad, tanto para formar el sustrato inicial como para utilizarlo de alimento durante la fase de producción. Necesita un período de maduración o envejecimiento de seis a siete meses.

**Estiércol de ternero** es de peor calidad que el de vaca, sobre todo el procedente de explotaciones que utilizan con un alto contenido de proteínas, que pasan, en parte, a los excrementos. Se puede reducir su contenido proteico añadiendo celulosa en forma de paja o papel triturado. El período de maduración varía de seis a doce meses, según su contenido de proteínas. En este estiércol es imprescindible hacer las pruebas de acidez.

**Estiércol de porcino.** En las explotaciones intensivas de porcino donde se utiliza proteínas (nitrógeno), no es aconsejable proceder a suministrar este alimento sin antes haber hecho tratamiento del mismo (maduración).

**Estiércol de ovino.** Es de buena calidad. Sin embargo, es un material que se apelmaza demasiado, se sugiere regarlo varias veces con agua para que ocurra una disgregación. El período de maduración es de 3 a 4 meses.

**Estiércol de conejo.** Estiércol de buena calidad, principalmente si se puede separar la parte sólida de la líquida; bajo esta condición no sería necesario la maduración.

**Estiércol de equino.** De buena calidad, especialmente, si se recoge mezclada con la paja que se utiliza para la cama.

**Estiércol de aves.** Por lo general, no es aconsejable el estiércol procedente de explotaciones intensivas de aves, debido a su elevada acidez, lo cual exige para su neutralización un largo periodo de tiempo de maduración (catorce a dieciocho meses). Tampoco es aconsejable el estiércol procedente de cualquier especie animal cuyo período de maduración o fermentación sea superior a dos años, ya que su contenido en proteínas y vitaminas es muy reducido. No conviene mezclar estiércoles de distintas procedencias, aunque sean de la misma especie animal, pues es casi seguro que tengan distinta composición o que estén en diferente fase de maduración<sup>11</sup>.

### Producción de humus

El producto final de la transformación de la materia orgánica se conoce como humus, el cual se caracteriza por ser un material de coloración oscura que se compone de carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno y en menor proporción elementos minerales<sup>12</sup>. En ensayos realizados en el Centro de Investigaciones de la Libertad (CORPOICA), utilizando estiércol de bovino como sustrato, la lombriz californiana (*Eisenia foetida*) transformó este material en humus con las siguientes características fisicoquímicas. Contenidos de elementos mayores 14.9 meq/100gr de suelo de Calcio, 11.6 9 meq/100gr de suelo de Magnesio, 62.7 9 meq/100gr de suelo de Potasio y 4.7 9 meq/100gr de suelo de Sodio. Elementos menores 16 ppm de Hierro, 19 ppm de Boro, 1.4 ppm de Cobre, 44 ppm de Manganeso y 3.8 ppm de Zinc. pH 7.6, disponibilidad de fósforo 1333 ppm, un contenido de materia orgánica de 34% y su textura franco arenosa.

Lo que primero llama la atención acerca de la disponibilidad de elementos y nutrientes en el humus, es la gran cantidad de materia orgánica presente (34%), la cual puede ser incorporada en el suelo y servir como fuente de nitrógeno para las plantas. La importancia de la materia orgánica radica principalmente en la estrecha relación con la fertilidad del suelo, si el suelo tiene gran cantidad de materia orgánica, el suelo puede ser igualmente fértil, dentro de los efectos mas sobresalientes sobre el suelo se tiene que la materia orgánica aumenta la retención del agua, ayuda a reducir la densidad del suelo, minimiza la exposición del suelo y las raíces de la planta, favorece el crecimiento de bacterias fijadoras de nitrógeno, igualmente, favorece la presencia de micro, meso y macrofauna<sup>13</sup>.

El paso del material orgánico de desecho a través del aparato digestivo de la lombriz (incubación in-vivo), no solo permite su humificación, sino también logra cambios químicos en el nitrógeno y minerales que él contiene, logrando su transformación hacia formas en que los vegetales los pueden utilizar.

Indudablemente, el contenido de nutrientes en formas asimilables para las plantas que contiene el humus de lombriz, varía dependiendo de la composición química de los residuos utilizados en su alimentación, por lo cual, para la obtención de un máximo beneficio, al nivel de criadero se formulan raciones basadas en la composición química de cada componente dentro de la mezcla de desechos orgánicos. En la (tabla 2) se compara los contenidos de algunos elementos con el lombricompuesto. Del análisis de estos valores se desprende que el lombricompuesto posee mayor

<sup>11</sup> Fuente L. J. La crianza de la lombriz roja. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Madrid España 1987.

<sup>12</sup> Hurtado, C. y Delgado, M. 1987. La lombricultura. Santiago de Chile. Incolda. 36 p.

<sup>13</sup> Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo (CLADES). 1994. Incrementando la materia orgánica en el suelo. Programa de Educación a Distancia. Lima 33-Perú.

cantidad de materia orgánica, así como disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio. Otro aspecto a destacar es el aporte de bacterias benéficas<sup>14</sup>.

Dentro de las ventajas que presenta el humus de lombriz, se encuentra su baja relación carbono - nitrógeno (13 a 9:10), lo cual permite al ser usado evitar fenómenos de competencia por nutrientes (nitrógeno) entre los microorganismos del suelo y los cultivos que en él se desarrollen. Por otra parte el uso directo de residuos orgánicos en suelos agrícolas, debido al hecho de presentar por lo general relaciones carbono - nitrógeno muy superiores a 20 desencadenan, por un período variable de tiempo, fuertes competencias por el nitrógeno presente en la solución de suelo, entre microorganismos telúricos edáficos y los que en el suelo crecen y se desarrollan, con la consiguiente depresión de la tasa de crecimiento de los primeros.

Paralelamente se produce un desequilibrio de las cadenas tróficas del sistema, lo que puede dar origen a plagas agrícolas. Es importante destacar que este material humificado por la acción digestiva enzimática de *Eisenia foetida*, presenta capacidad de intercambio catiónico entre 70 y 100 meq/100 gramos, lo que le permite aumentar fuertemente la capacidad de retención de nutrientes.

La alta superficie específica de este material húmico, se traduce en una mayor superficie de contacto que permite retener más agua, gran parte de la cual puede ser ocupada por los vegetales. En el humus de lombriz existe una relación entre ácidos húmicos y fúlvicos cercana a 2:1, lo que se traduce en un nivel de actividad química adecuada y de mayor persistencia en el tiempo que en relaciones más estrechas, producto de la menor estabilidad de los ácidos fúlvicos. Debido a la característica del humus de lograr mejoras físicas y aumentar la capacidad de retención de humedad en el suelo que lo contiene, presenta la propiedad de atenuar los fenómenos erosivos hídricos que se producen en suelos desnudos. Otra característica interesante del humus es su capacidad de comportarse como hormona estimuladora del crecimiento vegetal, ya que se conoce que 1 mg./1. de humus, es equivalente en actividad a 0.01mg./1. de A.I.A. Esta característica, adicionada a las anteriormente comentadas, le permite ser utilizado, con muy buenos resultados, en propagación clonal de plantas<sup>15</sup>.

En cálculos promediados una lombriz produce aproximadamente 0.3 grs de humus diariamente, lo que demuestra que en pequeñas superficies se pueden obtener grandes cantidades de humus. A manera de ejemplo se demuestra en el caso de 1 mt<sup>2</sup>; con unas 50.000 lombrices de las cuales unas 20.000 a 25.000 son adultas y consumen aproximadamente 0.5 grs diarios de alimentos del cual expulsan 0.3 grs en forma de humus, el cual a su vez es procesado por las lombrices medianamente adultas, las pequeñas y las recién nacidas. Tomando las 25.000 adultas solamente por 0.3 grs tendremos 7.500 grs diarios de humus, lo que extrapolado a 1.000 m<sup>2</sup>; se producirían 7.500.000 grs o 7.500 Kgs diarios de humus. Estas cifras resultan muy alentadoras en la búsqueda de alternativas ecológicas para la producción de fertilizantes biológicamente puros, altamente rentables y que solucionan a corto plazo un problema agobiante: LA CONTAMINACION.

<sup>14</sup> Hurtado, C. y Delgado, M. 1987. La lombricultura. Santiago de Chile. Incolda. 36 p.

<sup>15</sup> Hurtado, C. y Delgado, M. 1987. La lombricultura. Santiago de Chile. Incolda. 36 p.

# 3. MASTITIS Y CALIDAD DE LA LECHE EN EXPLOTACIONES DOBLE PROPOSITO DEL PIEDEMONTTE DEL META Y CUNDINAMARCA

Jorge L. Parra.<sup>1</sup>  
Manuel Martínez.<sup>2</sup>  
Hugo Pardo Castañeda.<sup>3</sup>  
Santiago Vargas.<sup>4</sup>

**L**a presente investigación se efectuó en el Piedemonte Llanero Colombiano, en el trópico bajo, en un transecto de 200 kms paralelos a la cordillera oriental, entre los municipios de Fuente de Oro en el Departamento del Meta y Medina en el Departamento de Cundinamarca, entre abril de 1996 y agosto de 1997.

Se efectuó un estudio seccional cruzado a Mastitis subclínica en 52 predios situados en vías primarias y secundarias, asumiendo una prevalencia de 20% sobre vacas y determinando por la formula de Martín y cols (1987) una población de 1145 animales de muestreo. Se evaluaron a la visita todas las vacas en ordeño, usando la prueba de California Mastitis Test (CMT) con un preparado comercial y tomando como reactores a la prueba aquellos que presentaron títulos mayores o iguales a  $CMT \geq ++$  según lo sugerido por (Rodríguez; 1988). Se colectó información referente a higiene y condiciones del ordeño para predios, edad del ternero, número del parto y grupo racial para vacas.

Se determinó calidad físico-química de la leche al ordeño a 318 vacas, 127 cantinas en finca, 25 cantinas en vehículos colectores y 47 expendios urbanos de Villavicencio, donde se muestrearon 47 leches crudas y 48 higienizadas, con las siguientes pruebas: Temperatura y densidad ajustada a 15°C con termo lactodensímetro, acidez titulable con NaOH OIN con fenoltaleina, grasa por Gerber (Unillanos 1996); sólidos totales en estufa, proteína, caseína, Nitratos, Nitritos, Plomo y Cadmio en el laboratorio de Calidad de Alimentos de Nestlé (Nestlé de Colombia; 1990)

Se efectuaron en la cadena de comercialización, recuentos bacterianos, para Mesófilos, Coliformes totales y fecales (UFC/ml) según procedimientos de Nestlé (Nestlé de Colombia 1990)

Los predios se estratificaron de acuerdo al número de vacas en ordeño por cuartiles, y de acuerdo a su ubicación geográfica en transectos así: 1: Fuente de Oro-Acacias; Transecto 2: Villavicencio y Transecto 3: Restrepo-Medina.

Los procedimientos cuantitativos empleados fueron: distribución de frecuencias, estadística descriptiva y mediana,

<sup>1</sup> DVM MSc CORPOICA. C.I. La Libertad Km. 21 vía Puerto López. <sup>2</sup> DMV, Unillanos. A.A. 2621 Villavicencio-Meta. <sup>3,4</sup> Químico Nestlé, Santafé de Bogotá.  
Resumen del informe final presentado a Pronatta. Villavicencio, agosto de 1998

análisis de varianza de 1 vía, las aplicaciones no paramétricas fueron chi-cuadrado, riesgo relativo, prueba de Kruskal wallis y media geométrica para los recuentos bacterianos.

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.**

El 81% de los predios presentó ordeño manual con ternero, el 13% ordeño mecánico con ternero y el 6% ordeño mecánico sin ternero. La mediana general de vacas en ordeño fue de 18 animales, siendo para cada cuartil de 6, 15, 23 y 47 vacas respectivamente. La mediana de ordeñadores fue de 2 para los estratos 1 a 3 y 3 para el estrato superior. El 13% de los predios presentó condiciones de higiene del ordeño aceptables, el 54% regular y el 33% deficiente. El grupo racial predominante en todos los estratos fueron los animales cruzados de Bos taurus lecheros por Bos indicus en diversa proporción, seguidos de los bovinos lecheros especializados (Pardo Suizo, Holstein y Jersey).

### **PREVALENCIA A MASTITIS SUBCLÍNICA.**

La prevalencia general a Mastitis subclínica (MSC) fue de 22% para vacas y 58% para predios. A nivel de predios la mastitis se encontró asociada al estrato siendo la prevalencia de 21, 43, 77 y 100% para cada uno ( $\text{Chi}^2=18.84$ ;  $\text{gl}=3$ ;  $p:0.0000$ ), y en vacas se encontró asociada al tipo de ordeño ( $\text{Chi}^2=15.19$ ;  $\text{gl}:1$ ;  $p: 0.0000$ ,  $\text{RR}=1.25-1.84$ ) donde por cada 100 vacas con MSC en el ordeño manual se presentan entre 125 y 194 en el ordeño mecánico. El grupo racial, el uso de sellantes, el transecto, la higiene del ordeño y el suministro de suplementos, presentaron asociación espúrea (confundida) con MSC y se asociaron ( $P<0.0001$ ) al tipo de ordeño.

El ordeño mecánico fue factor asociado a MSC en vacas taurus ( $\text{Chi}^2=6.70$ ;  $p=0.0096$ ;  $\text{RR}=1.14-2.57$ ) pero no en vacas cruzadas ( $\text{Chi}^2=2.14$ ;  $p= 0.1430$ ;  $\text{RR}= 0.94-1,68$ )

Se encontraron 25% de cuartos perdidos (114/4580) y 97.5% de cuartos funcionales, de los cuales el 10.5% (471/4466) presentó reactividad a MSC. Siendo la prevalencia sobre cuartos funcionales de 12.3%; 11.1%, 9.4% y 9.5% para los cuartos anteriores y posteriores derecho e izquierdo respectivamente. El ordeño mecánico se encontró asociado a la MSC con los cuartos anteriores derecho ( $\text{Chi}^2=>15.13$ ,  $\text{gl}:1$ ;  $p:0.0000$   $\text{RR}= 1.37-2.59$ ) e izquierdo ( $\text{Chi}^2= 15.84$ ;  $\text{gl}=1$ ;  $p=0.0000$ ;  $\text{RR}=1.42-2.77$ ) pero no con los posteriores.

Por cada vaca con uno o mas cuartos perdidos en el estrato 1, se encontraron 1.62 en el estrato 2, 3.73 en el estrato 3 y 3.13 en el estrato 4, siendo el cuartil (estrato) un factor asociado a la pérdida de cuartos ( $\text{Chi}^2=9.59$ ;  $\text{gl}= 3$ ;  $p=0.0224$ ). El 56% de los predios presentó animales con cuartos perdidos, el 8% de las vacas presentaron un cuarto perdido y el 1% dos cuartos perdidos.

### **COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA LECHE.**

#### **En vacas al ordeño**

La leche al ordeño (vacas) presentó 87.83% de agua de composición, y 12.17% de sólidos totales en estufa, que se distribuyeron en grasa 3.28% proteína 3.28%, cenizas 0.78% y lactosa/vitaminas 4.83%. La Caseína fue de 2.09% y proteínas no caseinosas de 1.19%, el calcio de 118.6 mg/100g.

La densidad corregida a 15°C fue de 1.0311 g/cm<sup>3</sup> y la acidez titulable de 15.8, el 39% de las vacas presentó porcentajes de grasa < 3.0%; el 25% entre 3.0 y <3.5% y el 36% =3.5%.

El 30% presentó sólidos totales en estufa < 11.5%, el 48% entre 11.5% y < 13% y el 22% ≥ 13%; El 47% de las vacas tuvo porcentajes de proteína < 2.5%, el 14% entre 2.5% y <3.0; el 53.5% entre 3.0 y <3.5%, el 23.8 entre 3.5% y 4.0 y el 4.7% ≥ 4%.

### **En cantinas en fincas al final del ordeño.**

La leche comercializable en cantinas en finca al final del ordeño, presentó 87.8% de agua de composición, 12.20% de sólidos totales en estufa, 3.44% de grasa, 3.41% de proteína, 2.27% de caseína, 1.14% de proteínas no caseínicas, 0.74% de cenizas y 124.7 mg de calcio/100 g de leche.

El 69% de las cantinas tuvieron sólidos totales en estufa  $\geq 12\%$ , la densidad como única medida de evaluación de la leche en finca no es suficiente ni adecuada, ya que El 18% de las cantinas presentó densidades  $< 1.030 \text{ g/cm}^3$ , el 51.2%  $> 1.030 \text{ Y } < 1.032 \text{ g/cm}^3$  y el 26.8% entre 1.032 y 1.034  $\text{g/cm}^3$ .

El 5.3% de la leche en cantinas en finca presentó proteínas  $< 3\%$ ; el 47.3% entre 3.0 y  $< 3.5\%$  y el 47,3% entre 3.5 y 3.6%. El 22% de las cantinas tuvo concentraciones de grasa  $< 3.0\%$ ; el 32.5% entre 3.0 y  $< 3.5\%$ , el 23.5%, entre 3.5 y  $< 4.0\%$  y el 22%  $\geq 4\%$ .

Se observa alta variabilidad en las concentraciones de grasas ( $Cv=19.9\%$ ) de la leche comercializable en finca, fruto del tipo de ordeño, el número de personas que intervienen en el ordeño, la distribución de grupos raciales de los estratos, el número de vacas en ordeño, la edad de los terneros y la finca entre otros. Castigar y apreciar la calidad de la leche por el componente grasa es erróneo, ya que se privilegian grasas sobre los sólidos no grasos y se pagan proteínas, cenizas y lactosa a precio de grasa.

El 4.8% de la leche en cantinas presentó, acidez titulable  $< 14 \text{ ml}$  de NaOH 0.1N, producto de predios con altas prevalencias de MSC; el 15.8% presentó acidez entre 14 y  $< 15$ ; el 25.4% entre 15 y  $< 16$ , el 24.6% entre 16 y  $< 17$ , el 17.8% entre 17 y  $< 18$  y 11.9%  $\geq 18 \text{ ml}$  de NaOH 0.1N.

### **Por tipo de ordeño.**

Con relación al tipo de ordeño, no se encontraron diferencias en densidad, acidez, sólidos totales en estufa y caseína ( $P > 0.05$ ) pero sí en grasa ( $P < 0.01$ ) donde, el promedio fue superior en el ordeño manual, proteína ( $P < 0.05$ ) con una media inferior en el ordeño manual y cenizas ( $P < 0.01$ ) con una menor concentración en el ordeño mecánico.

### **Por número de vacas en ordeño.**

Con relación al estrato, la leche no presentó diferencias para sólidos totales, densidad, proteína y caseína ( $P > 0.05$ ), pero sí en grasa y cenizas ( $P < 0.01$ ). En resumen la diferencia de la calidad de la leche entre estratos, se dio en el porcentaje de grasa, siendo mayor en los de menor cantidad de vacas en ordeño y menor en los de mayor cantidad.

## **CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE.**

### **En vacas al ordeño.**

Las medias geométrica (MGT) de recuentos bacterianos en leches al ordeño para vacas fueron de 47240 UFC/ml; 564 UFC/ml y 74 UFC/ml para Mesófilos, Coliformes totales y fecales respectivamente. La leche al ordeño en todos los casos, presentó coliformes totales en diverso grado, producto de la higiene y contaminación ambiental, ya que la prevalencia a MSC (22%) debería ser superior, si la carga de coliformes se originara en la glándula mamaria y no en el ambiente.

### **En cantinas en fincas al final del ordeño.**

La MGT de Mesófilos, Coliformes totales y fecales en cantinas en finca al final del ordeño fue de 127517 UFC/ml,

1329 UFC/ml y 244 UFC/ml respectivamente, el 31.25% de la leche en cantinas presentó recuentos  $<100000$  UFC/ml de mesófilos y el 68.75% una carga  $\geq 10^5$  UFC/ml. El recuento de mesófilos, entre el ordeño de las vacas y las cantinas se incrementó en 2.7 veces, el de Coliformes totales 1.6 y 2.8 veces el de coliformes fecales.

#### **Por tipo de ordeño.**

En el ordeño mecánico el recuento de mesófilos, coliformes totales y fecales, fue similar al momento del ordeño y al finalizar este en cantinas en finca. Mientras en el ordeño manual los mesófilos pasaron de 28719 UFC/ml a 137860 UFC/ml, incrementándose 4.8 veces, los coliformes totales pasaron de 503 UFC/ml a 2073/ml incrementándose 4.1 veces y los coliformes fecales de 54 UFC/ml a 301 UFC/ml incrementándose 5.6 veces más.

No se encontraron diferencias en los recuentos de Mesófilos, coliformes totales y fecales por estrato ( $P>0.10$ ), ni para mesófilos según higiene del ordeño ( $P>0.10$ ), pero si para coliformes totales y fecales ( $P<0.01$ ), ya que sus recuentos fueron 14 y 17 veces superiores en higiene deficiente con respecto a higiene aceptable.

#### **En la cadena de comercialización de la leche cruda.**

Todas las cantinas ( $n=13$ ) evaluadas en vehículos distribuidores, tuvieron recuentos de mesófilos  $>10^5$  UFC/ml. La leche cruda en expendios urbanos presentó en el 89.6% de los casos recuentos de mesófilos  $>10^5$  UFC/ml y coliformes totales y fecales en todas las muestras ( $n=47$ )

Las medias geométricas de Mesófilos, Coliformes totales y fecales en leche cruda de vehículos de transporte y distribución fueron: 725778 UFC/ml, 6804 UFC/ml, UFC; 1136 UFC/ml, mientras para la misma leche en expendios urbanos fueron 930986 UFC/ml, 28085 UFC/ml y 1295 UFC/ml respectivamente. Las leches enteras higienizadas en presentación de bolsa plástica ( $n=9$ ) presentaron 67846 UFC/ml de mesófilos, 820 UFC/ml de mesófilos y 41 UFC/ml de Coliformes fecales, siendo bacteriológicamente similar a la leche del Piedemonte al momento del ordeño en fincas.

La leche no presentó diferencias en la cadena de comercialización, (vacas, cantina en finca, vehículos, expendios y leche higienizada) para grasas y cenizas ( $P>0.10$ ), pero si en sólidos totales en estufa, sólidos no grasos, proteína, caseína y densidad ( $P<0.01$ ) donde los porcentajes fueron superiores en leches crudas con relación a leches pasteurizadas enteras envasadas en bolsa plástica, a su vez las leches más ácidas ( $P<0.01$ ) fueron las de vehículos distribuidores y pasteurizada entera con relación a la leche en finca (vacas y cantinas) y expendios.

Por cada UFC/ml de mesófilos al ordeño de vacas, se encontraron 2.7 UFC/ml en cantina en finca y entre 15 y 19 UFC/ml en leche cruda en carros colectores y expendios. Las MGT de mesófilos fueron 47241 UFC/ml en vacas al ordeño, 127516 UFC/ml al finalizar el ordeño en cantina en finca, 725778 UFC/ml en cantinas de vehículos distribuidores, 930986 UFC/ml en leche cruda en expendio y 67846 UFC/ml en leches enteras higienizadas en bolsa.

La composición de la leche en cantinas en planta ( $n=90$ ) de la sabana de Bogotá, dentro del mismo período de evaluación de la leche del Piedemonte, presentó diferencias a favor de la primera en acidez ( $P<0.0001$ ) y de la segunda en densidad, sólidos totales en estufa y proteína ( $P<0.0001$ ) y promedios similares en grasa ( $P>0.10$ ).

#### **CRECIMIENTO BACTERIANO EN LECHE CRUDAS.**

Se efectuó una curva de crecimiento bacteriano en leche, a la sombra, dentro de las instalaciones de un predio durante 14 horas, el recuento de mesófilos inició en 40000 UFC, similar al obtenido para leche al ordeño en vacas, y se ubicó a las 5 horas en 530000 UFC/ml donde adquirió sentido logarítmico llegando a  $294 \times 10^6$  UFC/ml a las 14 horas. El tiempo de reductasa fue explicado en forma lineal inversa y significativa por el recuento de mesófilos

( $R^2=0.94$ ) Esta prueba con los ajustes necesarios es de mayor utilidad para estimar contaminación bacteriana con relación a la determinación de acidez.

La acidez permaneció entre 16 y 17 durante las primeras 8 horas indicando, que durante las primeras 4 horas, si se preserva la leche en lugares sombreados, ventilados, lejos de corrales y sitios de ordeño y se almacena en recipientes limpios, la vida útil de la leche podría ampliarse entre 4 y 6 horas, dependiendo de la carga inicial, para aplicaciones en lactoindustria de escala y artesanal.

## **PLOMO Y CADMIO EN LECHE CRUDA**

El presente trabajo aporta evidencias de la presencia de plomo y cadmio en la cadena de comercialización de la leche, pero no infiere sobre la magnitud ni el riesgo para la salud humana.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El balance de componentes de la leche, especialmente grasas y proteínas, es excelente y óptimo para consumo humano en forma directa o a través de subproductos transformados por lactoindustria.

La calidad de la leche es similar por tipo de ordeño y por estrato de productores, observándose algunas variaciones, especialmente en grasa, debido a sistemas e intensidad del ordeño.

La calidad microbiológica de la leche en el piedemonte, tiene una gran limitante que es su alta contaminación microbiológica, la cual empieza durante el ordeño de los animales y se acentúa intensamente a lo largo de la cadena de comercialización, lo cual le resta la competitividad ganada en su composición. La mastitis subclínica ha venido incrementando su presentación especialmente en el ordeño mecánico, donde medidas sostenidas de higiene y saneamiento pueden controlar el problema sin recurrir a una aplicación intensiva de antibióticos.

Es conveniente efectuar un estudio complementario que incluya tóxicos en leches, tales como: Cadmio, plomo, organoclorados, organofosforados, antibióticos y toxinas bacterianas y agentes zoonóticos de riesgo para la salud humana.

## **BIBLIOGRAFIA**

- MARTÍN y Col. 1987. Veterinary Epidemiology.
- NESTLÉ DE COLOMBIA. 1990 Manual de Técnicas de Laboratorio Andino de Calidad de Leches. Santafé de Bogotá. Colombia.
- RODRIGUEZ G. 1988. La Mastitis Bovina y el Potencial para su Control en la Sabana de Bogotá. Colombia. Informe Técnico #2. ICA-GTZ.
- UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS. 1996. Manual de Técnicas de Laboratorio de Calidad de Leches. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Villavicencio

# 4. PRINCIPIOS DE CONTROL DE ECTO Y ENDOPARASITOS EN BOVINOS

Carlos Ernesto Villar Cleves \*

## INTRODUCCION

**L**os parásitos ocasionan graves pérdidas económicas a las especies domésticas de animales en todo el mundo, tanto en explotaciones extensivas como sucede con el ganado vacuno, quizás con mayor énfasis en países tropicales, donde las condiciones ambientales los favorecen, donde existe mayor biodiversidad y donde las condiciones de nutrición de los animales son más deficientes. Las pérdidas económicas se reflejan en: disminución de la productividad por daños mecánicos, transmisión de enfermedades, efecto anoréctico ocasionado por los daños sobre vísceras y la piel.

Los altos costos del control principalmente químico, aumentan las pérdidas económicas, sumado a que en muchos países del mundo son aplicadas en condiciones poco técnicas, lo que ha generado resistencia genética, a estos productos químicos, disminuyendo su efectividad.

### Localización de los parásitos.

Existen parásitos que se localizan en la piel y tejido subcutáneo y se denominan ectoparasitos, tales como: Garrapatas, moscas, piojos y ácaros, causantes de sarnas.

Dentro de este grupo las garrapatas y las moscas transmiten otras enfermedades parasitarias; así pues las garrapatas, transmiten protozoos como las Babesias, Rickettsias, como anaplasma, que a su vez son hematozoarios, según su localización que es el tejido sanguíneo, implicando el control de las dos enfermedades.

Las moscas picadoras transmiten a su vez Anaplasma y los tábanos son vectores mecánicos de Tripanosoma vivax a bovinos y T. evansi, en equinos, de vital importancia en los Llanos Orientales.

Los endoparásitos son parásitos que se localizan en las vísceras lo que conlleva a que deben ser ingeridos en sus estados infectivos, por vía oral, como es el caso de los nemátodos (gusanos cilíndricos), céstodos (gusanos anillados) y tremátodos.

---

\* Médico Veterinario, Programa Regional de Investigación Pecuaria, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Cl La Libertad, Km 21 vía Puerto López A.A. 3129 Villavicencio.

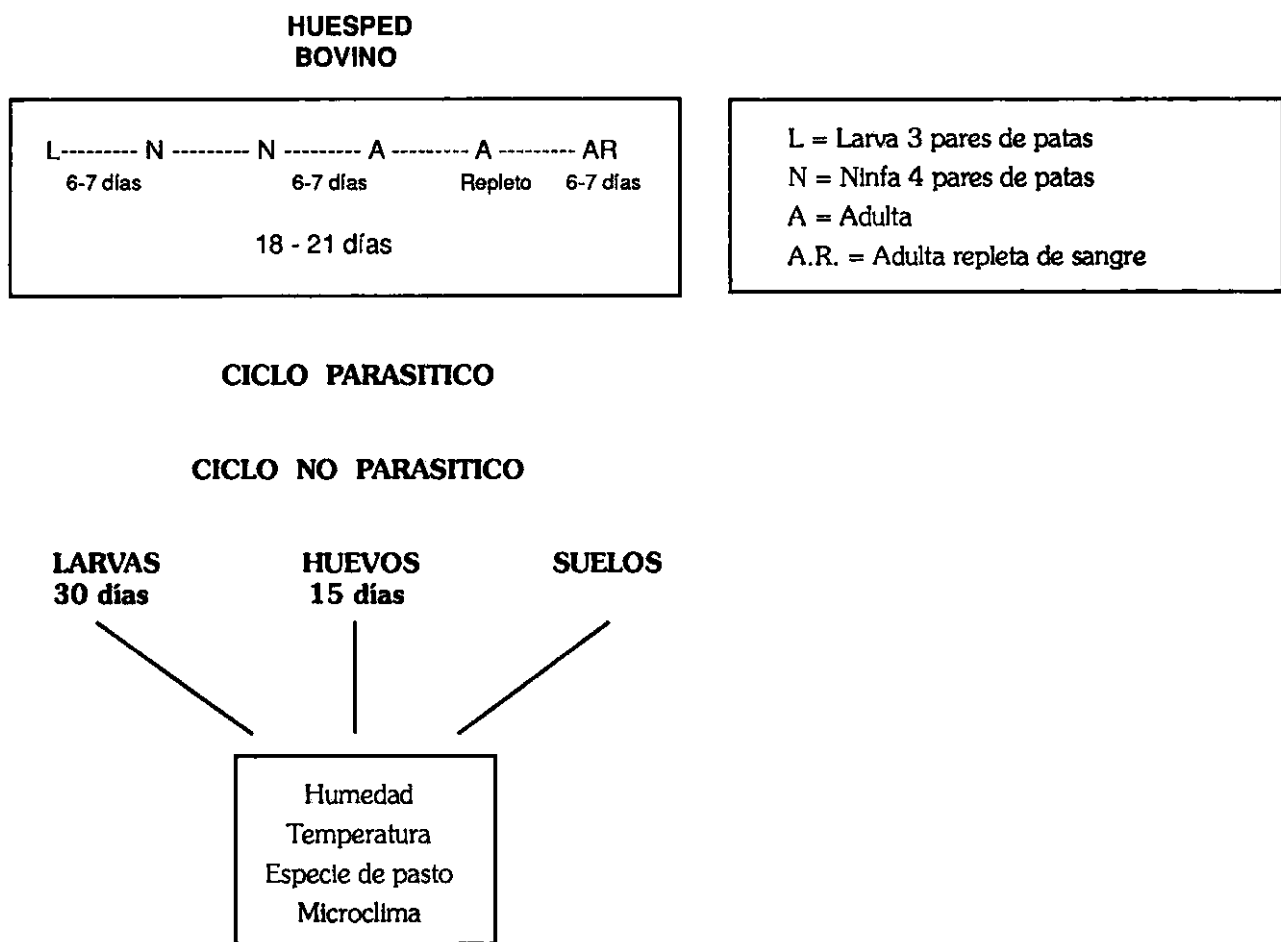
**Ciclo de vida vital de un ecto parásito.**

Todo parásito tiene dos ciclos vitales: el ciclo de vida no parasítico, que cumple en el medio ambiente, como fase de vida libre en busca de su huésped definitivo o intermediario.

La figura número 1, ilustra el ciclo de vida de una garrapata de un huésped como es el caso de *Boophilus microplus*, la garrapata de los vacunos mas importante en Colombia.

El ciclo parasítico tiene 18-21 días, desde que una larva se desarrolla a garrapata adulta y se desprende del animal para colocar huevos y reiniciar al ciclo.

**Figura 1. Esquema del ciclo de vida de la garrapata boophilus microplus**



**Ciclo de vida vital de un endoparásito.**

Los endoparásitos al cumplir su ciclo parasítico en las vísceras se han evolucionado a llegar a sus huéspedes vía oral, en forma de larvas que se desarrollan en el medio ambiente.

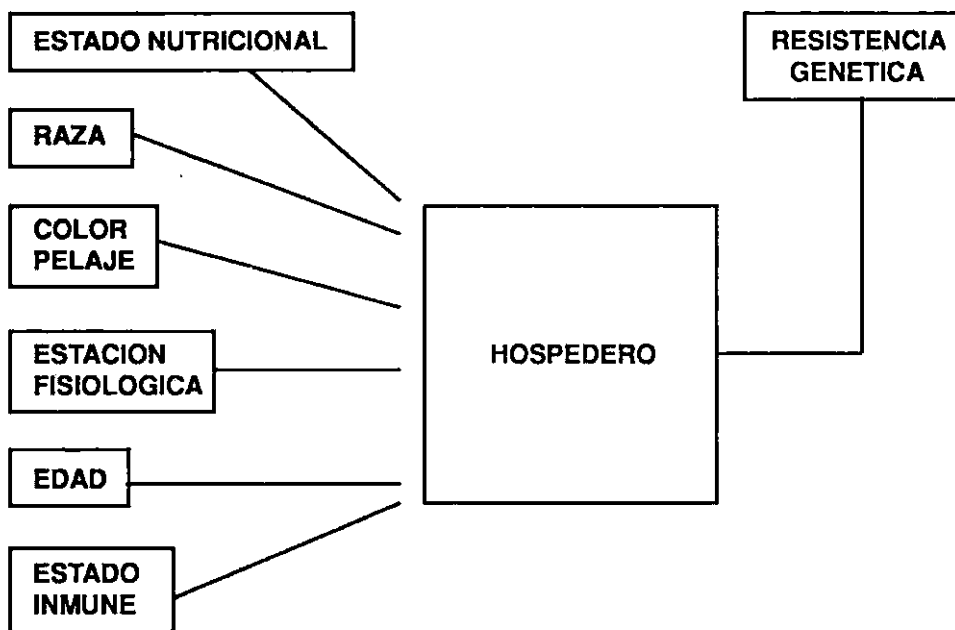
En el ciclo vital de los nemátodos los adultos depositan luego de aparearse machos y hembras, huevos que son excretados con la materia fecal de los cuales a los 7 días emerge una larva 1 que muda o larva 3, que de la larva infectiva para reiniciar al ciclo, al ser ingerida por el animal.

### RELACIONES ENTRE UN HOSPEDADOR Y UN PARÁSITO.

Las relaciones entre un hospedero y un parásito, se podrían esquematizar en la (figura 2). Se puede deducir que factores como la raza son determinantes para que ciertas enfermedades parasitarias prevelezcan o no; así por ejemplo las razas Bos indicus, son más resistentes a la infestación por garrapatas.

El color del pelaje es determinante; por ejemplo para la infestación con Dermatobai hominis (Nuche), los animales de color negro son más susceptibles. La edad es determinante, los animales más jóvenes son más susceptibles a los efectos de los parasitismos, mientras desarrollan inmunidad, por infestaciones repetidas.

Figura 2. Factores de resistencia natural de un hospedero a un parásito



### LA INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE EN LA DURACIÓN DEL CICLO DE VIDA NO PARASÍTICA

Los factores ambientales así como son benéficos para el desarrollo de los factores de vida libre, tienen efecto adverso. Alta humedad y alta sequía son adversos, se requieren microclimas propicios en los cuales los hábitos de pastoreo y los microclimas creados por los pastos, juegan un papel preponderante.

Altas cargas de animales por hectárea y factores que disminuyan la nutrición, aumentan la predisposición a las enfermedades parasitarias. Debe quedar claro el concepto de que los parásitos siempre buscan el equilibrio con el huésped, para no hacerle un daño que lo conduzcan a la muerte y termine con la fuente de alimentación.

## **PRINCIPIOS BASICOS PARA EL CONTROL DE PARÁSITOS**

En el éxito de una estrategia de control de parásitos sería fundamental si se lograra que las formas libres no llegasen a sus huéspedes a alimentarse y continuar el ciclo. Estas estrategias implican el uso de pastos repelentes a garrapatas o plantas inhóspitas para las moscas.

Pero quizás los huéspedes son determinantes para disminuir la multiplicación de las plagas, huéspedes con alta resistencia natural a las garrapatas permiten que muy pocas de ellas lleguen a adultas y las pocas que lo logren producirán pocos huevos de baja fertilidad. Animales con un excelente estado nutricional, tienen mayor respuesta inmunológica que no permite la adherencia de ecto o el establecimiento de endoparásitos, regulando además la excreción de huevos y su fertilidad.

## **EL USO DEL CONTROL QUIMICO**

El control químico es una herramienta útil en el control de parásitos pero deben tenerse estos principios para su utilización.

- No depender exclusivamente de ellos para el control de ecto o endoparásitos.
- Siempre que se usen deben aplicarse y deben garantizar una total efectividad que elimine el 100% de la población para evitar resistencia genética.
- Su utilización está sujeta a utilizarlos solo cuando sea estrictamente necesario para disminuir la población de parásitos en el huésped.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Benavides, E. Control de ecto y hemoparásitos en la ganadería bovina en el trópico. Revista Acovez. No.62. Vol.17 No.3, Diciembre 1993
- Betancourt A. Métodos no tradicionales en la lucha contra las garrapatas en Control de garrapatas No.39. ICA. Regional No.4. 1980
- Rodriguez, H. Aspectos Epidemiológicos de las helmintiasis en bovinos. Universidad Nacional de Colombia. Mimeografiado. 1986.
- Villar, C. Manejo integral para el control de parásitos. Plegable divulgativo Corpocola. Regional 8. 1997.

# 5. COMPARACION DEL RENDIMIENTO EN CANAL DEL CEBU Y EL CRUCE SANMARTINERO POR CEBU (SmxC)F1

Juvenal Gómez Soler  
Hernán D. Cortés G.  
Gustavo Hernández B.  
Jorge E. Lozano L.

## INTRODUCCION

**L**os estudios de rendimiento en canal es una tecnología mediante la cual se evalúa la calidad y la cantidad de carne producida en diferentes sistemas de producción de carne (extensivo, semiextensivo e intensivo) identificando las características que determina su valor, asociado con las cualidades al corte y su rendimiento.

Al calificar una canal, el evaluador debe considerar:

- La calidad de los novillos producidos en diferentes regiones del país
- Evaluar la respuesta de la calidad de la canal de acuerdo al manejo, alimentación y/o dietas suministradas en un determinado tiempo.
- Determinar las diferencias cualitativas y cuantitativas de las canales entre razas y cruces
- Valorar la potencialidad del material genético de los ganados en el país y en los sistemas adoptados para la producción de carne.
- Eliminar criterios subjetivos con los que se comercializa la carne en el país, especialmente para ganados cruzados y colorados.
- Con estudios programados se permite delinear los criterios técnicos que conduzcan a un método oficial de la tipificación y clasificación nacional de carnes
- Favorecer al productor que usa el sistema de cruzamiento entre el Cebú y razas *Bos taurus*, criollos y especializados, animales que alcanzan mayor peso a menor edad, mejor acabado de las canales al sacrificio y mayor cantidad de carne limpia, razones que interesan tanto al productor como al consumidor.

Estudios de rendimiento en el canal se han efectuado en las diferentes regiones del país, sobresaliendo en producción los animales que proceden de la región del caribe, por su edad, peso y rendimiento al sacrificio (4), los Llanos Orientales y la región Andina también ofrecen altos rendimientos, sin embargo, no son comparables ni competitivos con las ganadería de la Costa, en donde, se ha demostrado que la relación carne/hueso en el novillo es 4:1, en tanto que en la región Andina y en la de Orinoquía, esta relación solo alcanza 3:1, diferencias debidas a razones de mejor expresión del animal, a una alimentación más balanceada (5). La hibridación efectuada en las diferentes regiones colombianas ha demostrado que es una herramienta útil para producir canales que puedan competir eficientemente a nivel internacional (6). La reglamentación y orientación facilitada por el frigorífico ICTA U.N. Bogotá (1), propone

una tipificación y clasificación de las canales donde se garantiza la productividad a menor edad y mayor peso, favoreciendo de esta forma al productor de cruzamientos, por la cual las canales engrasadas tendrían un valor inferior en el mercado, debido a la ineficiencia de convertir alimento en carne por parte del animal y de salud en el consumidor (1). El propósito fundamental es demostrar al comercializador y expendedor mediante la información con criterios amplios y convincentes que no hay justificación técnica para que por el animal cruzado se pague menos en las ferias comerciales de ganados. En Brasil, (2), se está considerando un amplio programa de evaluación de rendimiento de los animales mediante ecuaciones de predicción, en donde el peso, la longitud y el grado de engrasamiento son variables que ofrecen una alta confiabilidad, lo cual asociado a la edad y al proceso de osificación del cartilago pectoral son determinantes en la calificación de la canal (3).

## MATERIALES Y METODOS

En un estudio efectuado en el Centro de Investigaciones Carimagua en la altillanura bien drenada, se realizó un ensayo con el propósito de comparar el rendimiento en canal de una muestra de 12 novillos de la raza Cebú y 12 del cruce Sanmartinero x Cebú (F1) Ambos grupos de animales fueron criados, levantados y cebados en praderas de (*Brachiaria decumbens*), bajo el sistema de pastoreo continuo, sal mineralizada al 6% de P y agua a voluntad. Una vez finalizada la ceba los animales se pesaron a las 6:00 a.m. y se embarcaron con rumbo a Bogotá para sacrificio en el Frigorífico ICTA-U.N. a una distancia de 420 km. Los animales permanecieron en el viaje 24 horas y se pesaron al momento del desembarque para comparar la pérdida de peso y calcular las mermas por transporte.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la (tabla 1), se presentan los valores obtenidos en el transporte. Durante el trayecto no se presentaron inconvenientes como caídas o lesiones en las partes corporales y musculares.

Tabla 1. Peso de los animales y pérdidas por transporte

| Raza     | (n) | Peso fin de Ceba<br>(Kg) | Peso Desembarque<br>(Kg) | Mermas<br>(Kg) | (%) |
|----------|-----|--------------------------|--------------------------|----------------|-----|
| Cebú     | 12  | 475                      | 437                      | 38             | 8   |
| SmxC     | 12  | 482                      | 448                      | 34             | 7   |
| Promedio | 24  | 478.5                    | 442.5                    | 36             | 7.5 |

Siguiendo las normas técnicas del Frigorífico, una vez sacrificado el animal se pesaron las partes corporales para determinar las diferencias entre los dos grupos. En la (Tabla 2), se hace una relación para conocer los valores obtenidos, los cuales corresponden a los subproductos del sacrificio.

**Tabla 2. Peso de las partes corporales**

|                             | Cebú |      | Cruzados |      | Promedio |      |
|-----------------------------|------|------|----------|------|----------|------|
|                             | (Kg) | %    | (Kg)     | %    | (Kg)     | %    |
| Peso presacrificio          | 437  |      | 448      |      | 442.5    |      |
| Visceras rojas              | 17.3 | 4.0  | 17.9     | 4.0  | 17.6     | 4.0  |
| Piel                        | 37.3 | 8.5  | 39.1     | 8.7  | 38.2     | 8.6  |
| Sangre                      | 11.7 | 2.7  | 12.7     | 2.8  | 12.2     | 2.8  |
| Cabeza                      | 17.3 | 4.0  | 18.3     | 4.1  | 17.8     | 4.0  |
| Manos                       | 5.2  | 1.2  | 4.9      | 1.1  | 5.0      | 1.1  |
| Patas                       | 5.4  | 2.4  | 5.3      | 1.2  | 5.3      | 1.2  |
| Estómagos e intestinos      | 68.5 | 15.7 | 70.9     | 15.8 | 69.7     | 15.8 |
| Estómagos e intest. vacíos  | 25.7 | 5.9  | 27.2     | 6.1  | 26.5     | 6.0  |
| Contenido rumino-intestinal | 42.8 | 10.5 | 43.7     | 9.8  | 43.3     | 10.0 |

% con relación al peso presacrificio

De acuerdo con la Tabla 2, se observa que las diferencias expresadas en porcentaje para ambos grupos no son significativas. Sin embargo, en el peso de los estómagos e intestinos vacíos no hay diferencias extremas, entre el Cebú y el Cruzado, como se afirma comúnmente al comparar la producción de estos novillos. Además, podemos notar que el porcentaje del contenido rumino-intestinal con relación al peso presacrificio es favorable al animal cruzado. En la evaluación del peso de la canal caliente y refrigerada a 5°C durante 18 horas se resume en la Tabla 3 Los rendimientos y las normas por refrigeración se adicionan a esta información.

**Tabla 3. Peso de la canal caliente y fría y sus rendimientos**

|                            | Cebú  |     | Cruzados |     | Promedio |      |
|----------------------------|-------|-----|----------|-----|----------|------|
|                            | (Kg)  | %   | (Kg)     | %   | (Kg)     | %    |
| Peso presacrificio         | 437   |     | 448      |     | 442.5    |      |
| Peso canal caliente        | 258.9 | 59  | 261.2    | 58  | 260      | 58.7 |
| Peso canal fría            | 254.2 | 58  | 256.2    | 57  | 255.2    | 57.7 |
| Pérdidas por refrigeración | 4.7   | 1.1 | 5.0      | 1.1 | 4.9      | 1.1  |

%, rendimiento con relación al peso presacrificio

El rendimiento promedio de esta muestra fue de 58.7%, siendo el Cebú el de mayor rendimiento que el cruzado en 1%, valor que no fue significativo. Las mermas por refrigeración fueron para ambos grupos del 1.1%, lo que indica un alto grado de acabado por su cobertura de grasa externa en ambos grupos, con lo que se obtiene un alto nivel de estancamiento de las canales con respecto a las mermas de peso. Los rendimientos de estos dos grupos son comparables con estudios realizados anteriormente con Cebú y Cruces (5), (6), lo cual indica que con esta producción, los animales cebados en la altillanura son competitivos, sin embargo la edad promedio de sacrificio fue de 34

meses, 2 a 4 meses superior a los ganados producidos en otras latitudes del país (6). Las condiciones nutricionales ofrecidas por los pastos en la altillanura no son las más adecuadas, para lo cual se necesitaría un mejoramiento de la calidad de las pasturas, a base de siembra de leguminosas o utilizar algún tipo de suplementación para acortar la edad al sacrificio.

Al corregir los rendimientos por el peso vacío de los novillos (pesos presacrificio menos el contenido rumino-intestinal), los resultados nos indican el grado de producción alcanzado en la altillanura ; esta información se agrupa en la (Tabla 4), muestra que se puede competir con los ganados cebados en el Piedemonte Llanero (4).

**Tabla 4. Rendimiento en canal caliente y fría conseguida por el peso vacío**

|                     | Cebú  |    | Cruzados |    | Promedio |    |
|---------------------|-------|----|----------|----|----------|----|
|                     | (Kg)  | %  | (Kg)     | %  | (Kg)     | %  |
| Peso vacío          | 394.3 |    | 404.3    |    | 399.3    |    |
| Peso canal caliente | 258.9 | 66 | 261.2    | 65 | 260.0    | 65 |
| Peso canal fría     | 254.2 | 64 | 256.2    | 63 | 255.2    | 64 |

%, rendimiento con relación al peso vacío (peso presacrificio-contenido rumino-intestinal)

Al separar la carne, el hueso y la grasa de la canal, una vez completado el proceso de refrigeración a 5°C por 18 horas, para cada uno de los grupos, mediante disección cuidadosa de los músculos que conforman los cortes comerciales y luego de limpiarlos y pesarlos se obtuvo la información que se presenta detallada en la (Tabla 5). En esta evaluación de los rendimientos de los cortes se compara la producción del Cebú y del Cruce, correspondiente a la misma que se hace en el sitio del expendio.

**Tabla 5. Peso y rendimiento de la carne, hueso y grasa al desposte de la canal**

| Raza  | (n) | Peso canal fría<br>(Kg) | Carne Limpia |    | Hueso |    | Grasa |    | Relación        |                 |
|-------|-----|-------------------------|--------------|----|-------|----|-------|----|-----------------|-----------------|
|       |     |                         | (Kg)         | %  | (Kg)  | %  | (Kg)  | %  | Carne/<br>Hueso | Carne/<br>Hueso |
| Cebú  | 12  | 254.2                   | 154.9        | 61 | 58.8  | 23 | 39.1  | 15 | 2.6 :1          | 4.0 :1          |
| SMxC  | 12  | 256.2                   | 161.5        | 63 | 56.1  | 22 | 36.9  | 14 | 2.9 :1          | 4.4 :1          |
| TOTAL | 24  | 255.2                   | 158.2        | 62 | 57.5  | 22 | 38    | 15 |                 |                 |

La información de la (Tabla 5), confirma los beneficios que un animal cruzado está aportando al expendedor. En carne limpia el novillo cruzado aporta un 2% más de fibra muscular que el Cebú, 1% menos en la cantidad de hueso y 1% menos en grasa, con lo cual se alcanzan valores muy económicos al comparar la relación carne a hueso.

El cebú aporta 2.6 kg de carne limpia por cada kilogramo de hueso y el cruzado 2.9Kg de carne por cada kilogramo de hueso producido, esta relación también es superior en el cruzado para la grasa, indicando que por cada 4.4 kg de carne se produce en kilogramo de grasa. La información favorece la producción del animal cruzado, el cual es apreciado en la cadena de supermercados por los menores desperdicios que se obtienen en la presentación de los cortes comerciales.

El uso de un toro criollo en una vacada Cebú, no solo mejora la producción de carne en el expendio por ser animales desengrasados sino que adicionalmente se mejora la reproducción en el hato. La economía del híbrido en términos relativos está representada en esta muestra de 12 novillos en producir 4% más de carne adicional que el Cebú (154.9 kg de carne del Cebú x 1.04 = 161 kg de carne el Cruce), lo que equivale a 79.2 kg en el total de la muestra analizada a la misma edad.

Los rendimientos de carne extra, primera, segunda y tercera se presentan en la (Tabla 6).

**Tabla 6. Rendimientos en carne**

|                 | Peso carne limpia | Extra       |             | Primera     |             | Segunda      |             | Tercera     |             |
|-----------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                 | (Kg)              | (Kg)        | %           | (Kg)        | %           | (Kg)         | %           | (Kg)        | %           |
| Cebú            | 154.9             | 18.56       | 12          | 46.9        | 30.0        | 29.58        | 19.1        | 59.4        | 38.3        |
| SmxC            | 161.5             | 21.33       | 13          | 47.6        | 29.5        | 30.14        | 18.6        | 62.7        | 38.0        |
| <b>Promedio</b> | <b>158.2</b>      | <b>19.9</b> | <b>13.5</b> | <b>47.3</b> | <b>29.8</b> | <b>29.86</b> | <b>18.9</b> | <b>61.1</b> | <b>38.2</b> |

En esta muestra se destaca el Cruce SmxC en producir más carne extra 1% que el Cebú. Con relación al hueso con carne y hueso poroso, los rendimientos de estas dos variables con relación al peso de la canal fría, se presentan en la (Tabla 7).

**Tabla 7. Rendimiento del hueso con carne y hueso poroso**

|                 | Peso canal fría | Hueso con carne |            | Hueso poroso |             |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-------------|
|                 | (Kg)            | (Kg)            | %          | (Kg)         | %           |
| Cebú            | 254.2           | 23.6            | 9.3        | 35.24        | 13.9        |
| SmxC            | 256.2           | 23.4            | 9.1        | 33.53        | 13.1        |
| <b>Promedio</b> | <b>256.2</b>    | <b>23.5</b>     | <b>9.2</b> | <b>34.4</b>  | <b>13.5</b> |

Los rendimientos de estas dos variables no fueron significativos, sin embargo, se observan diferencias a favor del animal cruzado.

Algunas medidas de la canal fueron registradas para comparar la longitud de la canal, el espesor de la grasa dorsal

a nivel de la sexta y doceava costilla y el perímetro de la pierna. La longitud de la canal del animal cruzado fue de 137.6 cm y del Cebú 136.4 valores acordes con los encontrados en otros estudios, donde el animal cruzado es más largo que el Cebú (5), el grado de acabado medido por el espesor de la grasa dorsal de cobertura fue muy semejante en los dos grupos, a la misma edad, con relación al perímetro de la pierna el Cebú superó al Cruce. (Tabla 8).

**Tabla 8. Medidas de la canal**

|                 | Longitud de la Canal<br>(cm) | Espesor de la Grasa |             | Perímetro de la grasa<br>(cm) |
|-----------------|------------------------------|---------------------|-------------|-------------------------------|
|                 |                              | G1 (mm)             | G2 (mm)     |                               |
| Cebú            | 136.4                        | 0.46                | 0.58        | 81.7                          |
| SmxC            | 137.6                        | 0.52                | 0.47        | 80.1                          |
| <b>Promedio</b> | <b>137</b>                   | <b>0.49</b>         | <b>0.53</b> | <b>80.9</b>                   |

G1= Espesor de la grasa a nivel de la sexta costilla  
 G2= Espesor de la grasa a nivel de la doceava costilla

### CONCLUSIONES

- Los estudios de rendimiento en canal ofrecen el recurso de comparar el producto finalizado del sistema de producción de carne de los grupos de animales que se explotan regionalmente.
- La hibridación es una tecnología que mejora la producción animal y aporte de carne al momento del sacrificio.
- No se establecieron ventajas significativas en la producción de carne del Cebú sobre el animal cruzado.
- El novillo cruzado al desposte de la canal produjo más carne limpia que el Cebú y menor porcentaje de hueso.
- El cruzamiento ofrece al mercado la mayor producción de carnes extras o finas aptas para expendios en supermercados.
- No se encontró una justificación técnica para que por el animal cruzado se pague menos en la comercialización de los ganados.

### BIBLIOGRAFIA

- AMADOR I. y PALACIOS A. 1995. Nuevo Sistema de Tipificación Cárnica. In Carne. Año 1 Edición No.2- Mayo-julio, Pág. 14-15
- FELICIO, P.E. 1981. Qualidade de carcasas en : II Curso Internacional sobre Tecnología de carne. Sao Paulo, Brasil.
- GALVIS, E. 1988. Madurez de canales bovinas por la osificación del sacro. Tests de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá.
- GOMEZ, J.S. 1997. Manejo y Transporte de la carne, Memorias Tame - Arauca
- \_\_\_\_\_. 1986. Peso, rendimiento y composición de la canal de Cebú y sus cruces con blanco orejinegro y Charolais II. Peso, rendimiento y composición de la canal. Revista ICA.

## 6. CONCEPTOS Y PRACTICAS PARA EL MANEJO DE LA REPRODUCCION ASISTIDA EN BOVINOS DEL SISTEMA DOBLE PROPOSITO

José Guillermo Velásquez Penagos \*

**L**as empresas ganaderas del sistema doble propósito en Colombia presentan una gran problemática en el área reproductiva especialmente en vacas de primer parto. Para la región del Piedemonte llanero, el intervalo entre partos oscila entre 616 y 671 días para un rango entre 326 y 381 días abiertos si tenemos en cuenta que cada día abierto representa un valor de \$1600, las pérdidas son incalculables para el sector pecuario. Este comportamiento es debido al mal manejo que reciben estos animales durante el crecimiento y, a la falta de criterios para determinar la madurez sexual de la novilla. El propósito de esta memoria, es presentar a consideración algunos conceptos y alternativas que pueden contribuir a disminuir significativamente el intervalo entre parto.

### CRECIMIENTO - PUBERTAD

Antes de empezar la vida reproductiva, tanto el macho como la hembra bovina deben pasar por una serie de cambios estructurales de su masa corporal, los cuales se pueden enmarcar dentro de un periodo bien definido de crecimiento corporal. Durante este periodo, una serie de factores medio ambientales, pueden influir favorable o desfavorablemente en el crecimiento y futura actividad reproductiva.

El crecimiento inicial sigue una curva sigmoidea, cuando se comparan por un lado, la edad y por otro lado el peso vivo. Esta curva está compuesta de la fase prepuberal (periodo de crecimiento acelerado) y la fase pospuberal (periodo de crecimiento desacelerado). Las razones del periodo desacelerado no se han entendido bien, a pesar, de años de estudio con cultivos de músculo y hueso. Estudios con cultivos de células musculares transformadas sugieren que la inhibición del crecimiento es debida, o a una limitación de recursos (espacio, oferta de nutrientes, factores de crecimiento), o a una acumulación de productos o factores inhibitorios que restringen la división celular. Las proteínas séricas específicas pueden estimular o inhibir in vitro, la proliferación de células musculares (Hathaway et al, 1990, Dayton and Hathaway, 1991).

La mal nutrición retarda el crecimiento, dependiendo este del estado de desarrollo y la severidad de la malnutrición (McCance and Widdowson, 1962). La mal nutrición temprana disminuye la tasa de la división celular y el animal puede no recuperarse, siendo posible alguna recuperación, cuando el retardo ocurre en etapas más tardías del

\* DMV MSc. Investigador Programa Nacional de Ecofisiología Animal - CORPOICA. C.I. La Libertad Km 21 vía Puerto López. A.A. 3129. Villavicencio-Meta-Colombia

crecimiento. Aún más, la estación de nacimientos ha sido reportada como alterando el tamaño adulto en los bovinos en los países en desarrollo (Abbasa 1987).

Las diferencias en la talla entre razas se deben a las diferencias en el tamaño del esqueleto, en el número y no en el tamaño de las células musculares (Hammond, 1961). La tasa de crecimiento en los estados finales del feto y después del nacimiento, pero antes de la madurez (peso adulto), puede ser influenciada ampliamente por factores como el nivel nutricional, el estatus hormonal y el medio ambiente (Glukman, 1986). Dichos factores pueden inhibir la división celular hasta el punto que el tamaño corporal adulto está por debajo del máximo determinado genéticamente.

A medida que el peso de destete de las novillas es mayor, la probabilidad de preñez al primer servicio se incrementa. Así mismo cuando el peso al destete y la ganancia diaria posdestete de las novillas son superiores, la producción de leche de su primer parto se incrementa. Un aumento en la ganancia diaria posdestete de estas novillas, de 0.07 a 1.17 Kg/día, aumentó tanto, el comportamiento reproductivo como producción de leche. Buskirk y colaboradores (1995). Finalmente, Yelich y cols (1995) en relación con la composición de la canal de novillas de carne concluyeron, que el porcentaje de grasa corporal no es el único factor regulador de la pubertad, y que la edad puede ser modulador importante en la determinación del inicio de la pubertad en novillas de carne.

Existe evidencia de nutrientes específicos o metabolitos que pueden estar involucrados en la iniciación de la pubertad y que se podrían utilizar para acelerar la madurez reproductiva. Randel, (1990) notó que la alimentación con lípidos a novillas en crecimiento demoró la pubertad. En contraste a su efecto con las novillas, la alimentación con jabones cálcicos o lípidos protegidos, a las vacas lactando acortó el intervalo posparto, posiblemente por disminución del déficit de energía (Randel, 1990; Hightshoe et al, 1991). Randel (1990) también encontró que la alimentación con ionóforos posiblemente a través del aumento de la insulina y la glucosa sanguínea, aceleró la pubertad en novillas en crecimiento. Meinert et al (1992) notó efectos similares con edades más tempranas al primer servicio y parto en novillas Holstein alimentadas con muneisina a pesar de no producirse cambios en la composición corporal y en el peso.

Parece existir evidencia de que la suplementación en la dieta de novillas durante su crecimiento reducirá el intervalo desde el nacimiento al primer parto (Oyedipe et al 1982). Probablemente porque las novillas que crecen más rápido presentan un ciclo más temprano y manifiestan el estro más fácilmente (Gauthier y Thimonier, 1982). Novillas que crecieron más rápido parieron más temprano (Chopra, S. C. y Khanna 1980) y esta característica tendió a permanecer en partos subsiguientes (Sarma 1981). Penzhorn y Kemm (1973) muestran que el alimento suplementario durante el invierno en novillas incrementó siete veces la tasa de concepción durante la época de cría. En Brasil, Mancio et, al (1982) encontraron que novillas suplementadas exhibieron estro más temprano que los controles.

El tamaño de la estructura corporal (altura a la cadera) tiene un efecto significativo en la eficiencia reproductiva en bovino. Olsor (1993) resumiendo una serie de trabajos sobre el tamaño de la vaca concluye que el ganado de gran tamaño produce un atraso en la madurez sexual y una disminución en la tasa de madurez. De la misma manera se reduce la capacidad de volver a concebir en las hembras lactantes jóvenes.

Es posible minimizar los problemas reproductivos a través de una mejora en la nutrición de los animales con estructura corporal grande. Por ejemplo las novillas más altas deben ser alimentadas de tal manera que alcancen un mejor peso al inicio de la época de apareamiento. El objetivo es alcanzar el 65% del peso adulto a la madurez sexual. De igual forma, las vacas de primer parto (ya sean de 2 o 3 años de edad) con estructura corporal grande deberán ser alimentadas en mayor cuantía que aquellas de la misma edad, pero de estructura corporal pequeña para que alcancen la misma eficiencia reproductiva (Olsor, 1993)

Trabajando en la Florida, USA, Plasse, Warnick y Koger (1968) en uno de los estudios detallados sobre pubertad en brahman, reportaron que la edad a la primera detección del cuerpo lúteo (inicio de la pubertad) por palpación fue a los 19.4 meses, contrastando con los cruces Brahman por Shorthorn, en los cuales la edad promedio fue de 17 meses. Ellos encontraron también variación estacional en el porcentaje de novillas Brahman detectadas con cuerpo lúteo, siendo mayor en verano (65 por ciento) y el más bajo en invierno (29 - 44 por ciento); este efecto no fue observado en ganado cruzado. Ordoñez et al (1974) observaron que en el ganado criollo el promedio de la edad a

la pubertad fue de 21.5 meses, mientras que en novillas Brahman fue de 24.5 meses, en tanto que en los cruces fue de 23.8 meses. En el mismo año, y trabajando con ganado criollo encontraron un promedio de 24.3 meses comparado con 22.1 meses en los cruces con Brahman.

La edad y peso a la pubertad pueden ser alterados al utilizar dietas alimenticias altamente concentradas, por períodos cortos de tiempo (Marston, et al, 1995). Según estos autores la cantidad de energía suplementaria en la dieta puede afectar las tasas de preñez, aún en el caso en que el peso corporal y la condición corporal no hayan sido afectados.

La pubertad es el punto en el cual, el crecimiento acelerado cambia a un crecimiento desacelerado y ese punto a la pubertad ocurre aproximadamente al obtenerse el 65% del peso adulto en todas las especies (Brody, 1964). La pubertad ha sido diversamente estimada, como la edad al primer estro, concepción o producción de espermatozoides. Aunque la pubertad está relacionada con el peso en algunas especies y con la edad en otras, en el bovino el peso y la edad son importantes en la determinación de la pubertad (Yelich et al 1992).

Desde el punto de vista reproductivo, la pubertad se puede definir como ese período de la vida en el cual el organismo pasa de una fase de tranquilidad sexual a una fase activa, caracterizada por la facultad de poder reproducirse (Holy 1987)

La pubertad aparece generalmente cuando se alcanza un peso determinado en el desarrollo somático al final de la etapa de crecimiento. Este hecho es el que respalda la teoría de que el inicio de la pubertad depende del cambio en equilibrio entre la secreción de hormonas gonadotrópicas y la producción de las hormonas de crecimiento (somatotrópicas), en otras palabras con la terminación del crecimiento disminuye la función somatotrópica y se inicia la función reproductora. Cuando termina el desarrollo somático, las hormonas gonadotrópicas bajo el influjo del sistema nervioso y otros reguladores orgánicos, se liberan y penetran en la sangre induciendo al proceso puberal, que finaliza con el primer celo, con la ovulación y la formación del primer cuerpo lúteo (Holy 1987).

Es lógico suponer que un buen comportamiento reproductivo del hato comienza con un adecuado levante y una preñez oportuna de las novillas de vientre. El servicio oportuno de las novillas está relacionado con el estado fisiológico y corporal que con la edad temprana (26 a 28 meses) ofrece ventajas, tales como un año más de vida reproductiva del animal, facilita la selección en corto tiempo y contribuye al aumento de la población en un período de tiempo menor (Rodríguez 1975).

## **CICLO ESTRAL**

El ciclo estral se define como el intervalo que hay entre dos estros consecutivos. El ciclo estral en la vaca dura aproximadamente 21 días, con una variación de 17 a 25 días considerada normal. En novillas el ciclo estral, generalmente es un día más corto que en la vaca (Ramos 1990).

Parece existir acuerdo en la literatura de que después de la pubertad, el ciclo estral es usualmente regular, aún en novillas que son privadas de adecuado pasto por períodos durante su crecimiento. Aunque muy pocos trabajos han sido reportados sobre la conducta del estro en novillas, la detección del estro aparentemente no es el mayor problema, dado que las observaciones son tomadas temprano en la mañana (Galina, C.S. y Arthur, G.H. 1989)

Las vacas Brahman y sus cruces no muestran comportamiento estral tan definido, ni prolongado como las europeas, de hecho se considera que el ciclo estral de éstas, es 15 - 21 días con promedio de 18 días. Incluso en las novillas Brahman o sus cruces, el ciclo estral puede ser más corto y menos definido que en las *Bos taurus* (Randel, 1987)

El estro se determina como el período en que la hembra es receptiva al macho y aceptará la cópula. La extensión del estro varía con las especies. En la vaca tiene una duración de 12 - 18 horas. Las vacas también presentan período de estro más corto en climas cálidos (10 - 12 horas), que las 18 horas promedio, de los climas fríos (Bearden, 1982).

La nomenclatura de las fases del ciclo estral fue extrapolada de la rata y en algunos casos, produce confusiones en las especies domésticas. De cualquier manera, es la que más se emplea en la literatura.

**Proestro:** Esta etapa se caracteriza por un crecimiento folicular previo a la receptividad sexual. Empieza con la regresión del cuerpo lúteo y la caída de los niveles de progesterona, y se prolonga hasta el inicio del estro. La principal característica que distingue el proestro es el rápido crecimiento folicular. Los efectos de los estrógenos se pueden observar en la parte final de este período, en el sistema de conductos, en el comportamiento de acercamiento al estro.

**Estro:** Esta etapa se caracteriza por la receptividad sexual. Cada especie inicia esta etapa de diferente manera. Así en la vaca, el inicio es brusco y en la yegua tarda varios días. La ovulación se produce en la vaca aproximadamente 12 horas después de finalizado el estro.

**Metaestro:** Esta etapa se inicia con la ovulación y termina al alcanzar el cuerpo lúteo su plena funcionabilidad. En otras palabras, esta es la etapa de maduración del cuerpo hemorrágico a cuerpo lúteo.

**Diestro:** Esta etapa se caracteriza por la plena funcionabilidad del cuerpo lúteo, el cual secreta sus máximas cantidades de progesterona.

## **MOMENTO OPTIMO DE LA INSEMINACION EN BOVINOS**

La dificultad en la determinación del momento de máxima fertilidad durante el celo en vacas, es uno de los mayores obstáculos para lograr el éxito completo de la inseminación en bovinos. El conocimiento de las características físico-químicas del moco cervical es de gran ayuda en la problemática del estro y el momento óptimo para la inseminación artificial, además de contribuir a valorar algunos cambios en el balance endocrino que puede ser causa de infertilidad o subfertilidad en hembras bovina.

En un estudio realizado en Cuba (Nuñez et al, 1989) se encontró que la cristalización típica del moco cervical (helecho) predominó en 80 - 90 % de los casos a las 12 horas de iniciado el estro y en un 10 - 20 % de los casos se presentaron formas no "helechicas" de cristalización. La forma de helecho típico aumenta la probabilidad de fecundidad (Viscassillas, 1988). Esto sugiere que el período óptimo para realizar la inseminación artificial esta entre 12 y 18 horas de iniciado el celo.

Estudios de Velásquez, G.; Cardozo, J.; Arce, J. y Cusme, W. (1998) en 15 vacas F1 del sistema Doble Propósito en el Piedemonte Llanero determinaron que la cristalización del moco cervical se inició a las 6:15 horas en promedio y entre 5:30 a 7 horas de iniciado el celo, a partir del cual se observó un alto porcentaje de formas atípicas (planas, burbujas, estrelladas), mientras que en el período comprendido entre las 12 y 18 horas predominaron las formas típicas (helechos bien definidos), en mayor proporción, para decrecer hacia las 24 y más horas del celo, donde predominaron las formas atípicas (helechos en destrucción). De acuerdo a la relación cristalización vs fertilidad se obtuvo que el momento óptimo para realizar la inseminación, correspondió a las 6 horas de iniciada la cristalización del moco cervical.

La anotación del fenómeno de la cristalización del moco se debe a Papanicolau en 1946. Consiste en la típica apariencia de hoja de helecho que adopta la estructura cristalina (Wagrowska, 1986).

## **PUERPERIO, DIAS ABIERTOS E INTERVALO ENTRE PARTOS Y ALTERNATIVAS PARA SU REDUCCION**

Un aspecto importante relacionado con los días abiertos y la eficiencia reproductiva, es la relación que existe entre peso corporal a la pubertad de la novilla, edad al primer parto y el número de días abiertos post primer parto (Olsor, 1993; Senseman, 1989; Castro, 1979,; Navarrete et al 1995) el grupo de vacas de primer parto es el que aporta el mayor número de días abiertos (> de 500 días) al análisis de la eficiencia reproductiva del hato.

El puerperio puede ser definido como el tiempo que transcurre desde el fin del parto, hasta la aparición del primer estro fértil (Zarco, I.a., 1987). Para que el estro sea fértil debe ir acompañado de ovulación, seguido de la formación de un cuerpo lúteo bien desarrollado y ocurrir cuando la involución uterina se haya completado.

La duración del puerperio es variable ya que el período posparto es una etapa de grandes ajustes en el aparato reproductor y el sistema endocrino de la vaca (Zarco, L.A. 1987). Se comprende entonces, que cualquier problema durante el puerperio de la vaca, puede llevar a un reinicio tardío en la actividad ovárica o a una lenta involución uterina, resultando en cualquiera de los casos en un retraso en la aparición del primer estro fértil y por tanto en un alargamiento del período parto concepción (Días abiertos).

La meta de todo productor debe ser la obtención de un parto por vaca-año, por lo que cada vaca debe volver a quedar gestante en un período no mayor a los 90 días después del parto. Se considera que para lograr este intervalo es necesario que la vaca comience a mostrar estros fértiles antes del día 50 posparto. La actividad ovárica posparto puede ser afectada por una gran variedad de factores: genéticos, medioambientales y de manejo. Entre estos factores se pueden mencionar el estado nutricional del animal, nivel de producción láctea, edad, enfermedades puerperales, tipo de parto, estación del año, frecuencia del ordeño y el amamantamiento.

### **Genética**

Con respecto al genotipo de la vaca hay factores ambientales, nutricionales y de manejo que influyen en su expresión. Así, las vacas de origen Europeo probablemente tendrán un potencial reproductivo superior que las vacas nativas, pero su tasa de extracción será mayor y su vida reproductiva será más corta, probablemente debido a su alta mortalidad e infertilidad (Rev. Galina y Arthur 1989). En vacas Jersey se pueden tener problemas para llevar a cabo una vida reproductiva larga por el uso excesivo de sus molares superiores, debido a la naturaleza del forraje disponible y a que el consumo de alimento no es adecuado para vacas maduras.

Cuando las razas bovinas Europeas son introducidas a países tropicales, ellas se enfrentan a algunos problemas relacionados con el clima caliente, particularmente a condiciones de estrés calórico. El resultado final de estas alteraciones son un daño en el crecimiento, en la producción de leche y en la reproducción. (Alnaimy et al, 1992)

A partir de la literatura disponible, parece evidente que las vacas Holstein y Pardo Sulzo criadas en condiciones tropicales tienen serias dificultades en el comportamiento reproductivo durante los meses de verano cálido. Ciertamente se ha documentado que mientras más sangre europea tenga una vaca en su genotipo, menos eficiente es su reproducción (Galina, C:S y Arthur, G:H. 1989)

### **La nutrición**

La inactividad ovárica puede resultar de una insuficiente secreción de Hormona luteinizante, asociada con inadecuado consumo de energía durante el inicio del posparto, ese tipo de anestro puede ser común en las vacas primíparas, en las cuales períodos extendidos de balance energético negativo permite que el intervalo a la primera ovulación posparto excede los 200 días (Lucy et al 1992). En los demás animales los resultados sobre el desarrollo y crecimiento folicular después del parto son inconsistentes, mientras que algunos animales presentan ovarios relativamente inactivos (crecimiento folicular menor de 10 mm), otros presentan folículos grandes (mayores de 10 mm) 10 a 15 días después del parto.

La falla del folículo ovárico para alcanzar su madurez y ovular (anestro) , o el desarrollo anormal del folículo sobre el ovario (folículos quísticos) son los hechos más significativos de la ineficiencia reproductiva del bovino que experimenta un balance energético negativo (Bauman and Currie, 1980).

Los efectos deprimentes de la mala nutrición sobre la actividad ovárica pueden ocurrir sobre alguno de los componentes del eje endocrino reproductivo (Schillo, k.k., 1992). El balance energético negativo que ocurre en la lactancia

y en el posparto de las vacas de carne y leche, provoca la disminución en la secreción de LH y demora el retorno al estro (Lucy et al 1992). Perry et al., (1991) comprobaron que niveles bajos de energía tanto en el pre como en el posparto, disminuyeron la frecuencia pulsátil de LH, mientras que las vacas que recibieron altos niveles de energía antes del parto, presentaron una concentración elevada de LH después del parto.

La relación entre la nutrición y la reproducción es un complejo dinámico, en donde tanto los excesos como los déficits de nutrientes pueden ocasionar alteraciones en el comportamiento reproductivo del animal. En el trópico existen deficiencias tanto en calidad como en cantidad de nutrientes y de biomasa forrajera que lleva en períodos críticos (época seca) a producir un déficit energético, protéico y mineral que puede ocasionar supresión de la actividad ovárica, interrupción de la gestación y desarreglos puerperales que inciden en los parámetros de eficiencia reproductiva (incremento en los días abiertos e intervalo entre partos)

Hay abundante información sobre el efecto del incremento de la calidad del forraje o de la suplementación en vacas finalizando la gestación, iniciando lactancia o en ambas situaciones. Lobo et al 1981 trabajando con vacas pitangueiras en Brasil, encontraron que aquellas que fueron suplementadas durante la estación seca, fueron servidas a los 147 días posparto aproximadamente; para los primeros partos el período fue de 161 días en promedio, comparado con 139 días, para vacas de cuatro partos.

La condición corporal de las novillas al parto afectará el subsecuente intervalo entre partos y la producción de leche, Así Martínez y García (1983) trabajando con Holstein, encontraron que novillas que parieron con 385 Kg tuvieron intervalos entre parto más largos que las que parieron con 479 kg, siendo estas 5 meses mayores.

La nutrición adecuada puede favorecer la tasa de partos, en un 97% frente a un 67% en vacas alimentadas en un plan bajo de nutrición (Rev. Galina y Arthur 1989).

Una de las propuestas para disminuir el número de días abiertos es el de la aplicación estratégica de planes alimenticios y nutricionales que incluyan el manejo energético, protéico y mineral como grandes áreas en las etapas de pre y posparto del animal.

## Salud

Las enfermedades metabólicas en el puerperium de vacas lecheras especializadas parecen presentarse raramente, tomando como referencia los escasos reportes de la literatura. La retención de placenta en el ganado tropical, también parece ser poco común, aunque se han reportado incidencias hasta del 25% en ganado Charolais y 13% para vacas Jersey x Gir, mientras para Gir puras fue de 7.4%. Se observó además que la incidencia de retención de placenta fue mayor en vacas con más de tres partos. (Revisión Galina y Arthur 1989).

## Clima

En relación con el factor climático está claramente demostrado que las altas temperaturas, asociadas con alta radiación solar y humedad relativa (características propias de nuestro trópico) tienen un efecto negativo muy fuerte sobre la eficiencia reproductiva del bovino. La pobre eficiencia reproductiva observada en el bovino bajo las anteriores circunstancias se manifiesta principalmente a nivel de perturbaciones de los procesos reproductivos como: Las alteraciones del ciclo estral (períodos de celo más cortos y/o silenciosos), anestro posparto prolongados, alta mortalidad embrionaria, bajas tasas de crecimiento a nivel fetal, baja calidad del semen y alta incidencia de enfermedades infectocontagiosas del tracto reproductivo (Ealy, 1994; Foote et al, 1990; Galina y Arthur, 1989, 1990 y Gwasdauskas et al 1975).

Desde el punto de vista de la reproducción en la hembra bovina las altas temperaturas ambientales, pueden llegar a suprimir el estro, provocando períodos de anestro el cual interfiere con la ovulación. La hipertermia puede interrumpir el inicio de la preñez, ocasionando muerte y reabsorción del embrión y aborto de los fetos bien desarrollados.

Numerosas investigaciones a nivel internacional y nacional han permitido comprobar como el efecto del estrés por calor provoca alteraciones en la edad a la pubertad, en la duración del ciclo estral y del estro, incrementos en la incidencia de anomalías del óvulo, en el porcentaje de mortalidad embrionaria y fetal, en el tiempo de duración de la gestación, en el número de ovulaciones fallidas, en el intervalo del parto a la concepción y en el número de servicios por concepción; igualmente, se ha reportado disminución en el tamaño y peso del ternero al nacimiento y nacimiento de terneros débiles. Los reportes dan cuenta además, de una disminución en la frecuencia de estros ovulatorios, en las tasas de fertilización y en la sobrevivencia neonatal debidas al efecto estresante del calor, así mismo se le atribuye la supresión de la libido del animal, de la actividad ovárica y disminución de las tasas de concepción (Alnaimy et al, 1992; Cavestany et al, 1985; Collier et al, 1982; Gwasduskas et al, 1975; Hernandez et al, 1983; Ingraham et al, 1974; Johnson, 1985; Roman-Ponce et al, 1978; Ron et al 1984; Thatcher y Collier, 1989; Wolfenson et al, 1988).

El conocimiento del comportamiento climático de las regiones donde están ubicadas las explotaciones de la ganadería del sistema de Doble Propósito nos permite recomendar planes de sombrero o refrescamiento y empleo de correctores farmacológicos y nutricionales que permitan mejorar el comportamiento productivo y reproductivo del animal.

### **Amamantamiento restringido**

Otra de las estrategias para disminuir el número de días abiertos es el uso del amamantamiento restringido o del destete precoz en el manejo del hato bovino. Se ha observado como el control de la frecuencia en el amamantamiento reduce sustancialmente el período de anestro posparto (Revisión Galina y Arthur 1989).

Las técnicas más populares para reducir el efecto del amamantamiento sobre el posparto de la vaca son el destete del ternero; 1) dentro de la primera semana después del parto 2) después de uno, tres y 5 meses después del parto 3) restringiendo el amamantamiento, durante unas 48 ó 72 horas por mes después del parto. 4) reduciendo la frecuencia de amamantamiento, permitiendo que ocurra sólo una o dos veces por día.

Estudios reportados por Galina y Arthur 1989 muestran que cuando el amamantamiento se daba una vez al día, dos veces diarias o continuamente, el anestro posparto promedio fue de 109.5, 140.2 y 168.4 días respectivamente.

Bastidas et. Al. (1984) encontraron que el amamantamiento restringido tiene un mejor efecto sobre el anestro posparto en vacas de primer parto. En este sentido Randel (1981) estudió el período de anestro de vacas de primer parto con cría en amamantamiento continuo y de vacas con cría amamantada una sola vez al día, por 30 minutos a partir del día treinta posparto hasta la aparición del primer celo. Con la aplicación de este método se logro reducir en alrededor de 100 días el período de anestro posparto en las vacas sometidas al amamantamiento restringido, sin encontrar diferencias entre los pesos de los terneros al momento del destete. En la vaca de carne el amamantamiento probablemente ejerce el efecto más dramático sobre el intervalo del parto a la aparición del primer estro y ha sido uno de los primeros factores en ser relacionados con el comportamiento reproductivo del posparto. Las vacas cuyos terneros son destetados al nacimiento presentan intervalos del parto a la aparición del primer estro más cortos que aquellas a las que no se les desteta el ternero.

En la vaca de carne el amamantamiento probablemente ejerce el efecto más dramático sobre el intervalo del parto a la aparición del primer estro y ha sido uno de los primeros factores en ser relacionados con el comportamiento reproductivo del posparto (Short et al, 1990). Las vacas cuyos terneros son destetados al nacimiento presentan intervalos del parto a la aparición del primer estro más cortos que aquellas a las que no se les desteta el ternero.

Si los terneros son destetados un tiempo después del nacimiento pero antes del inicio del ciclo estral de sus madres, (usualmente entre el día 20 y 40 después del parto), las vacas retornan al estro en pocos días, de tal manera que la regulación del estímulo por el amamantamiento y la lactancia es una opción viable de manejo para disminuir el intervalo del parto al primer servicio.

En los estudios de Williams et al., en 1982 se observó, que cuando los terneros eran destetados al nacimiento, las

madres reiniciaban su actividad ovárica del día 10 al 14 del posparto y este evento coincidía con un incremento en la liberación pulsátil de LH entre el día 7 y 14 del posparto, de tal manera que las vacas que no estaban amamantando comenzaban una liberación tónica y básica de gonadotropinas al día 20 del posparto, mientras que las vacas que estaban amamantando no lo hacían.

Velasquez et al 1984 Utilizando amamantamiento restringido una vez al día junto con una administración oral de 200 mg de monensina de 1.5 kg de alimento diario, por espacio de 60 días, encontraron tasas de concepción hasta del 88% en 60 días en la estación de cría. En otro documento elaborado por este mismo grupo, encontraron que un implante de progestageno (Syncromate B) además del tratamiento antes mencionado, acortó el período en el cual el servicio se llevaba a cabo.

El último recurso para reducir el número de días abiertos debe ser la manipulación del ciclo estral mediante procedimientos farmacológicos. El estro ha sido sincronizado en el ganado con progestágenos, prostaglandinas (PGF2a y sus análogos), combinaciones de progesterona y estrógeno, y combinaciones de progesterona y prostaglandina (Odde, 1990). Otro tratamiento consiste en la combinación del amamantamiento restringido y el uso estratégico de fármacos.

### **Cinco tratamientos hormonales para reducir los días abiertos**

Existen 5 protocolos hormonales para reducir los días abiertos, antes de desarrollar cada protocolo es necesario considerar lo siguiente:

Diferentes estudios consideran que el máximo intervalo entre parto es de 12.5 meses (100 días abiertos) para considerar una empresa ganadera productiva. Una revisión reciente en diferentes lugares consideran que cada día abierto después de los 100 días tiene un costo de 1, 3 y hasta 5 dólares (pursley, r. 1995; Ferry, J. 1994 ; Morrow d. 1966). El actual costo puede variar de finca a finca dependiendo del tamaño del hato.

Estudios en Kansas State University señalan la importancia de los tratamientos con Gn-RH y PGF2a para reducir los días abiertos en los bovinos (Benmrad, M; Stevenson, J. 1986) . Para que el efecto Gn-RH y PGF2a sean exitosas depende de muchas variables incluyendo la nutrición. La lactancia es uno de los estados fisiológicos de mayor requerimiento nutricional. Los días abiertos pueden ser reducidos con dietas balanceadas antes del parto especialmente 1 mes antes. La nutrición no puede ser remplazada por terapia hormonal (Nebel, R. 1990; Ferguson, J. 1994).

### **Protocolo A**

El uso de Gn-RH como terapéutico ha mostrado en vacas la presencia de estros más tempranos que en no tratadas y disminución de las quistosis ovárica. Sin embargo los resultados en varios estudios señalan un incremento en la ocurrencia de varias infecciones uterinas como resultado de la terapia con Gn-RH. Ensayos en campo en Kansas State University muestran que en vacas tratadas el día 14 posparto (Benmrad M. 1986) redujo de 43 - 48 los días abiertos.

### **Protocolo B**

Los estudios muestran que este tratamiento tiene efecto terapéutico en el útero, el tono muscular mejora provocando una involución uterina más rápida y un incremento en las contracciones uterinas, lo cual ayuda a reducir la ocurrencia de infecciones uterinas y piometra. La efectividad de las prostaglandinas en el tratamiento de las metritis es igual o superior a la de los antibióticos. (Ferry, J. 1994). La presencia de un cuerpo lúteo no es requerida por la PGF2a para producir estos efectos benéficos. Estudios en finca en Kansas State University mostraron que los días abiertos en vacas tratadas con PGF2a se redujeron en 43 - 48 d.

### Protocolo C

La administración repetida de PGF2a cada 2 semanas empezando el día 28 posparto y finalizando el día 90 posparto muestra efectos benéficos en la reproducción (Ax, R.L. 1991), como lo es en la regularización de los ciclos estrales. Esta terapia hormonal reduce la tasa de infecciones uterinas y ovarios quísticos, mejora las tasas de concepción y está positivamente correlacionado con la aparición temprana y regular de los ciclos estrales después del parto. Además el uso de PGF2a cada 2 semanas redujo los días abiertos en 21 días y los servicios por concepción en 0.5 (AX, R.L. 1991). La terapéutica genera signos de estro más intensos, lo que hace más exacto la detección del celo.

### Protocolo D

Este protocolo es muy utilizado en el tratamiento de ovarios quísticos más de naturaleza folicular, pero como por palpación rectal no es fácil diferenciar entre quistes foliculares y luteales, es importante apoyarse con las concentraciones de progesterona en leche. La aplicación de la Gn-RH (100ug) cuando el quiste es detectado (usualmente 30 a 90 días posparto), seguida de PGF2a (25 mg) 9 días después. Esta terapia puede causar desarrollo de tejido lútea 9 días después del tratamiento de Gn-RH. El tejido luteal puede ser respuesta a la PGF2a causando a la vaca retorno a el estro. El número de días abiertos se puede reducir si la vaca es cruzada en el primer estro después del tratamiento.

### Protocolo E

Un nuevo régimen desarrollado por la Universidad de Wisconsin para vacas y usado en cualquier momento del ciclo estral (después de la involución uterina) e aplica Gn-RH (100 ug) (Pursley, R. 1995), siete días después se aplica PGF2a (35 mg) y 32 horas después se aplica la segunda inyección de Gn-RH (100 ug). Las vacas se inseminan a las 18 horas de aplicada la segunda inyección de Gn-RH. Estudios realizados en campo reportan una reducción de 23 días abiertos. Este protocolo es inefectivo en sincronización de novillas.

## REFERENCIAS

- ABASSA, K.P. 1987. Analysis of growth curve parameters of grobe zebu females in senegal. *Trop. Animal. Health prod.* 19:223.
- ALNAIMY, A.; HABBEH, M.; FAYAZ, Y.; MARAI, M. And KAMAL, T.H. 1992. Heat Stress. In: *Farm animals and the environment*. Edit. C. Phillips and D. Piggins. University Press Book. Cambridge. U.K. Pag. 27-47.
- AX, R.L.; Realistic goals for a Dairy Breeding program. *Proc. Southwest Nutz. Manage. conf.*, University of Arizona, Tucson, 1991.
- BASTIDAS, P.; TRONCONIZ, J.; VERDE, O.; SILVA, O (1984). Effect of restricted suckling on ovarian activity and uterine involution in Brahman cows. *Theriogenology* 21, 525-532
- BAUMAN, D.E., and CURRIE, W.B. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63:1514.
- BEARDEN, H. J. Reproducción animal aplicada. El manual moderno México 1982.
- BENMRAD, M.; STEVENSON, J.S. Gonadotropin releasing hormone and prostaglandin F2a for postpartum Dairy Cows. Estrous, ovulation, and fertility traits. *J Dairy Sci.* 69:800; 1986.
- BRODY, S. 1964. Biogenetics and Growth Rein hold, New York.
- BUSKIRK, D.D.; FAULKNER, D.B. AND IRELAND, F.A. 1995. Increased Postweaning Gain of beef heifers Enhances fertility and milk production. *J. Anim. Sci.* 73:937-946.
- CASTRO, H., ALVARO. 1979. Importancia de la eficiencia reproductiva en la producción de carne. En: *Encuentro tecnológico sobre producción de bovinos para carne*. ICA. Compendio No 13. Bogotá, Colombia. Pp132.

- CAVESTANY, D., EL-WISHY, A.B. and FOOTE, R.H. 1985. Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. *J. of Dairy Sci.* 68,1471, 1985.
- CHOPRA, S.C. Y KHANNA, A.S. (1980). Relations between weight and age at sexual maturity in crossbred cattle. *Indian Journal of animal Genetics and Breeding* 2, 12-15.
- COLLIER, R.J., DOELGER, S.G. and HEAD, H.H. 1982. Effects of stress during pregnancy on maternal hormone concentrations calf birth weight and postpartum milk yield of holstein cows. *J. of Anim. Sci.* 54:309.
- DAYTON, W.R. AND HATHAWAY. 1991. Control of animal growth by glucocorticoids, thyroid hormones, autocrine and/or paracrine growth factors. In: A.A. Pearson and T.R. Dutson (De) Growth regulation in farm animals. *Advances in Meat Research* vol. 7, pp. 17-45. Elsevier Sc. Publisher, New York.
- EALY, A.D., LANNET HOWELL, J., MONTERROSO, V.H., ARECHUA, C.F. AND HANSEN, P.J. 1994. Developmental changes in sensitivity of bovine embryos to heatshock and use of antioxidants as termprotectants. *J. Of An. Sc.* 73:1401-1407.
- FERGUSON, J.D. *Patterns in Fertility in Dairy Cows.* Proc, AABP, AABP, Rome, Ga., 1994.
- FERRY, J. *The Veterinarian's Role: Improving the pregnancy rate,* Proc. AABP, AABP, Rome, Ga., 1994.
- FOOTE, W.C.; RIERA, G.S. AND SIMPLICIO, A.A. 1990. The effects of tropical environmental on reproduction efficiency in ruminants. En: 1er Simposio Internacional de Bioclimatología Animal nos Tropicós: Pequenos y Grandes Ruminantes. *Anais Fortaleza. Embrapa.* Pp 63-86.
- GALINA, C.S. y ARTHUR, G.H. *Review of cattle reproduction in the tropics. Part 1. Puberty and age at first calving.* *Animal Breeding Abstracts* Vol 57, No 7 Jul, 1989
- GALINA, C.S. y ARTHUR, G.H. *Review of cattle reproduction in the tropics. Part 2. Parturition and Calving Interval.* *Animal Breeding Abstracts* . 1989
- GALINA, C.S. y ARTHUR, G.H. *Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium.* *Animal Breeding Abstracts.* Vol 57, No 11, Nov, 1989.
- GALINA, C.S. y ARTHUR, G.H. *Review of cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrous Cycles.* *Animal Breeding Abstracts* Vol 58 August, 1990.
- GALINA, C.S. y ARTHUR, G.H. *Review of cattle reproduction in the tropics. Part 5. Fertilization and Pregnancy.* *Animal Breeding Abstracts* Vol. 58 No 9, sep 1990
- GAUTHIER, D; THIMONIER, J. *Seasonal variations in criollo heifer cyclicity: effect of growth, age and emotionalism.* *Reproduction, Nutrition, Developpement* 22, 681 - 688. 1982.
- GLUCKMAN, P.D. 1986. The regulation of fetal growth. In: P.J. Buttery, N.B. Haynes and Lindsay, D.B. (De) *Control and manipulation of animal growth.* Pp.85-104. Butterworths, london.
- GOLDSPINK, G. 1991. *Prospectives for the manipulation of muscle growth regulation in farm animals.* *Advances in Meat Research,* vol. 7, pp. 169-202. Elsevier Publisher, New York.
- GWAZDAUSKAS, F.C; WILCOX, C.J; THATCHER, W.W. 1975. Environmental factors affecting conception rate in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science* . 58:88-92.
- HAMMOND, J. 1961. *Growth in size and body proportion in farm animals.* In: *Growth in living systems.* Basic books, New York.
- HATHAWAY, M.R.; PAMPUSHC, M.S.; CORNELLIUS, S.G.; ALLEN, C.E. AND DAYTON, R. 1990. Antimicrobial supplementation of growing pigs: The effect of porcine sera fractions on in-vitro muscle cell proliferation. *J. Anim. Sci.* 68:3642.
- HERNANDEZ, J.J. y GONZALEZ, E. 1983. Comportamiento reproductivo del ganado lechero en clima tropical. Duración del estro y hora de ovulación. *Rev. Téc. Pec. (México)* 45: 17-20.
- HIGHTSHOE, R.B.; COCHRAN, R.C. CORAH, L.R.; KIRACOFE, G.H.; HARMON, D.L. AND PERRY, R.C. 1991. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. *J. Anim. Sci.* 69:4097.
- HOLY, L. *Bases biológicas de la reproducción bovina.* Diana, (México), 463, 1983.
- HOLY, L. 1987. *Ciclo reproductor en : Bases biológicas de la reproducción bovina* (Ed. Diana). México, pp. 47-48.
- INGRAHAM, R.H., GUILLETE, D.D. and WAGNER, W.D. Relationship of temperature and humidity to conception rate of holsteins cows in subtropical climate. *J. of Dairy Sci.* 57 (4): 476-481, 1974.
- JOHNSON, H.D. 1985. Physiological responses and productivity of cattle. In : M.K: Yousef (De) *Stress Physiology in livestock.* Vol. 2. Ungulates pp 3-23.: CRC Press Boca Ratón, Florida.
- KATZ, T.E.; SINGER, J.R. *Water Morbidity within bovine cervical mucus.* *Ofical Journal of the society for the study of reproduction,* 1978.

- LOBO, R.B.; DUARTE, F.A.; BEZERRA, L.; WILCOX, C.J. Factores que influyen en el intervalo part-monta de vacas Pitangueiras (Factors affecting the interval from parturition to mating in pitangueiras cows). Memoria, Asociación Latinoamericana de Producción Animal 16, 152 1981.
- LONG, R.A. 1988. Live animal evaluation for the determination of carcass traits. National beef cattle conference, Oklahoma State Univ. Coop. Ext. Serv. E-887, pp 102-107.
- LUCY, M.C.; SAVIO, J.D.; BADINGA, L.; DE la SOTA, R.L. and THATCHERT, W.W. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. J.Anim.Sci. 70:3615-3626.
- MANCIO, A.B.; VIANA, J.; AZEVEDO, N.A.; RUAS, J.R.M; AMARAL, M. Efeitos da suplementação com semente de soja e ureia no período da seca sobre o potencial reprodutivo de novilhas zebuínas. Effects of soya bean and urea supplements in the dry season on the reproductive potential of Zebu heifers. Arquivos de Escola de Veterinária de Universidade Federal de Minas Gerais 34, 573 - 585 1982.
- MARTINEZ, R.O. y GARCIA, R. Effect of liveweight at calving and concentrate level on the production of milk from grazing cows. Tropical Animal Production 8, 111 - 117. 1983
- MARSTON, T.T.; LUSBY, K.S. AND WETTEMANN, R.P. 1995. Effects of postweaning diet on age and weight at puberty and milk productions of heifers. J. Of Anl. Sci. 73:63-68.
- McCANCE, R.A. AND WIDDWSON, E.M. 1962. Nutrition and growth Proc. R. Soc. (London)
- MEINERT, R.A.; YANG, M.J.; HEINRICH, A.J. AND VARGA, G.A. 1992. Effect of monensin on growth, reproductive performance and estimated body composition in Holstein heifers. J. Dairy Sci. 75:257.
- MORROW, D.A.S. et al: Postpartum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle. JAVMA 149: 1596; 1966.
- NAVARRETE, M; ABUABARA, Y; MENDOZA, G; MARTINEZ, G; CORREDOR, G; SERRANO, G; DUENAS, G. 1995. Evaluación de la producción en ganaderías de doble propósito en Córdoba. En: Avances en monitoreo ganadero Córdoba. Proyecto Colombo-Alemán. CORPOICA-GTZ. Asistencia Técnica Integral Pecuaria. No 2 Montería.
- NEBEL, R.L. Dairy Cattle Fertility and Sterility, W.D. Hoard Sons, Fort Atkinson, Wis., 1990.
- NUÑEZ, D; ARAGON, J; HERNANDEZ, L; PEDROSO, R; RUIZ, T y OROZCO, R. Estudios de algunas características físico - químicas del moco cervical durante el estro. Revista Cubana de Reproducción animal. Vol 15 No 2 pag 17-30. 1989.
- ODEE, K.G. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. J. Anim. Sci. 68:817-830.
- OLSOR, T. 1993. Eficiencia reproductiva de las vacas según su tamaño. Departamento de Zootecnia. Universidad de Florida, Gainesville, U.S.A., pp 33-38.
- ORDOÑEZ, J.V; LINARES, T.G; PLASSE, D; VERDE, O.S; BURGUERA, M.H; GIL, R.A. Comportamiento productivo de Bos taurus Bos indicus y sus cruces. VI Estimación de heterosis en edad y peso a pubertad en novillas. Performance of Bos taurus and Bos indicus and their crosses. VI Estimated heterosis for age and body weight at puberty in heifers. Memoria Asociación Latinoamericana de producción Animal 9,90 1974
- OYEDIPE, E.O; OSORIO, D.I.K; AKEREJOLA, O; SAROR, D. Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rates of zebu heifers. Theriogenology 18, 525 - 739. 1982.
- PAPANICOLAOU, G.M. A general view of the vaginal smear its use in the researchs and diagnosis. American Journal Gynecology. 52: 1.023 . 1945.
- PENZHORN, e.j.; KEMM, e.h. 1973. The influence of supplementary feeding on the conception rate of young africaner cows. South African Journal of Animal Science 3.23.
- PERRY, R.C.; CORAH, L.R.; COCHRAN, R.C.; BEAL, W.E.; STEVENSONS, J.S.; MINTON, J.E.; SIMMS, D.D. and BERTHOURE, J.R. 1991. Influence of dietary energy on follicular development serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. J. Animal. Sciences. 69:37762 - 3773.
- PLASSE, D. Crossbreeding results from beef cattle in the latin American tropics. Animal Breeding Abstracts 51. 779 - 787. 1983.
- PLASSE, D., WARNICK, A.C.; KOGER, M. (1968). Reproductive Behavior of Bos indicus females in a subtropical environment. I Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman x British heifers. Journal of Animal Science 27, 94-97.
- PURSLEY, J.R. ET AL. Synchronization of ovulation in dairy cattle using Gn-RH and PGF2a. J Anim Sci. 72(suppl. 1); 1994.
- PURSLEY, J.R. ET AL. Breeding plan cut days open by 23. Hoard's Dairyman, Sept 10, 1995.
- RAMOS, J.I. Pubertad, ciclo estral y métodos para identificar el estro en bovinos. Proyecto medicina de la reproducción. CEISA: Tibatata, 1990.
- RANDEL, R.D. Características reproductivas únicas de vacas Brahman y con base Brannman. Universidad de Texas A y M Overton. Texas 1978.
- RANDEL, R.D. (1981). Effect of once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance of first-calf Brahman x Hereford heifers. Journal of Animal Science 53, 755-757.

- RANDEL, R.D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Animal.Sci.* 68:853.
- RODRIGUEZ, H. 1975. Pérdidas en la producción debido a prolongados intervalos entre partos. Tesis M.Sc. U.Nal.- ICA, Bogotá. Sección IV.
- ROMAN-PONCE, H., THATCHER, W.W., CATON, D., BARRON, D-H and WILCOX C.J. Thermal stress effects on uterine blood flow in dairy cows. *J. of Anim. Sci.* 46(1): 175-180, 1978.
- RON, M., BAR-ANAM, R. AND WIGGANS, G.R. Factors affecting conception rate of israeli holstein cattle. *J of Dairy Sc.* 67:854, 1984.
- SALVATORE, C.A. Mechanism of cervical mucus crystallization *Obstet. Gynecol.* Vol 18 No 5. 1961.
- SARMA, P.L.N. Influence of age at first calving on breeding efficiency in Ongole cattle. *Indian Veterinary Journal* 58, 300 - 302. 1981.
- SCHILLO, K.K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J Anim. Scie* 70:1271 - 1282
- SENSEMAN, K.J. 1989. A comparison of puberty traits in Angus, Brahman, Hereford and Senepol heifers. M.S. Thesis. Univ. Of Florida, Gainesville, USA.
- SHORT, R.E; BELLOW, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLI, J.G. and CUSTER, E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Scie* 68:799-816.
- THATCHER, W.W. and COLLIER, R.J. Effects of climate on bovine reproduction. *Current therapy in Theriogenology*, (Florida), 301-309, 1986.
- VELASQUEZ, P.J. G; CARDOZO, C. J.; ARCE, M. J. y CUSME, S. W. Caracterización de la cristalización del moco cervical en hembras doble propósito y su relación con la fertilidad bajo las condiciones climáticas del trópico bajo. (En proceso de publicación *Revista CORPOICA Reg 8*)
- VELASQUEZ, J.; BELTRAN, J.D.H; TRONCONIZ, J.; SILVA, O.; BASTIDAS, P.; DÉNJOY, G. Efecto del monensin y amamantamiento restringido en vacas Brahman lactantes de primer parto !0<sup>o</sup> International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination Paper No 432, 1984.
- VISCASILLAS, P. Control del período fértil. *Ser. Ginecología y Obs. Hospital Sta. Cruz y San Pablo. El Farmacéutico* No 60 pag 71 -72. 1988
- WAGROWSKA, M. The cervical mucus crystallization and other selected ovulation parameters. *Gin. Pol* Vol 57. No 6 pag 427 -432- 1986.
- WILLIAMS, G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A Review. *J. Anim. Sci.* 68:831-852.
- WOLFENSON, D.; FLAMENBAUM, J. and BERMAN, A. Hyperthermia and body energy store effects on estrous behavior, conception rate, and corpus luteum function in dairy cows. *J. of Dairy Sci.* 71(12): 3497-3504, 1988.
- ZARCO, L.A. 1987. Mecanismos que regulan el establecimiento de la pubertad en la vaca lechera. *ACOVEZ, IV Seminario Internacional de Medicina Bovina.* 23-34 de *Medicina Bovina.* 23-34p.

## 7. FISILOGIA DEL CICLO ESTRAL

Agustín Góngora O.\*

### INTRODUCCION

**L**a abundante información generada en recientes años en el campo de la biología reproductiva hace necesario que el profesional dedicado a esta área se vea enfrentado a un proceso permanente de actualización, lo cual implica una revisión profunda de los mecanismos fisiológicos y neuroinmunoendocrinos que gobiernan las complicadas interrelaciones de la actividad reproductiva. Esta labor resulta mucho más compleja debido al acelerado desarrollo de la investigación, lo que ha permitido que la explicación de los diferentes fenómenos reproductivos, se de no solo desde el aspecto fisiológico sino desde el punto de vista celular y molecular.

El descubrimiento de nuevos y mejores métodos para incrementar la eficiencia reproductiva están a la orden del día y su aplicabilidad dependerá en gran parte de los conocimientos que se tenga para hacer un uso racional de ellos. Dada la posibilidad que se tiene de manipular el ciclo estral (EC), este artículo revisa los mecanismos que se suceden en las diferentes etapas, solo con la buena comprensión de estos se logrará obtener mejores respuestas en los programas de sincronización, superovulación, transferencia de embriones (TE) y fertilización in vitro (FIV) y en el establecimiento de terapias adecuadas a los problemas reproductivos como la endometritis, el anestro y los quistes foliculares.

### Características del ciclo estral

Durante el ciclo estral (CE), período comprendido entre dos estros consecutivos, ocurren una serie de cambios endocrinos como resultado de la interacción de las hormonas liberadas por el hipotálamo, pituitaria anterior, ovarios y útero. Cada ciclo (18-24 días) se divide en una fase folicular y una fase luteal, cada una con un período de desarrollo que antecede a una función principal (Roche et al., 1992). La fase folicular comienza con el proestro que antecede al estro y ovulación, la fase luteal comprende el metaestro, seguido por el diestro ; la primera termina con la ovulación y el diestro con la luteólisis.

Se cataloga recientemente al bovino como un animal poliestrico estacional, en razón a que las variaciones de la temperatura ambiente, humedad, fotoperíodo y suministro de alimento, limitan su actividad reproductiva a ciertas épocas del año (Lamothe-Zavaleta et al., 1991). Aunque las características del CE son similares entre razas, se reportan importantes diferencias entre *Bos taurus* e *indicus*, las cuales se dan por una corta duración y menor intensidad del celo, menor intervalo del estro a la ovulación, menor liberación de LH preovulatoria, menor tamaño del cuerpo lúteo (CL) y bajas concentraciones de progesterona ( $P_4$ ) en la fase luteal características específicas del *Bos indicus* (Garverick y Smith 1993).

\* MV, MSc. Profesor Asociado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de los Llanos A.A. 2621 Villavicencio. Conferencia presentada al curso de ganadería bovina del Plante. Octubre 6-8 de 1998 Villavicencio, C.I. La Libertad.

Son escasos los estudios sobre el CE a nivel del trópico, de la información analizada por Galina y Arthur (1990) se concluye que en el *bos indicus* los signos de estro se presentan con mayor frecuencia en las horas de la mañana y el comportamiento de monta se observa casi que exclusivamente en vacas en estro.

### **Neuroendocrinología del ciclo estral**

El inicio de la pubertad en la hembra, requiere de la participación de un grupo especializado de hormonas hipotalámicas que a través de múltiples eventos en forma coordinada inducen finalmente la secreción de la hormona liberada de la hormona luteinizante (LHRH) la cual controla la madurez sexual y la función reproductiva. Esos eventos parece incluir una combinación entre los impulsos excitatorios transinápticos a LHRH mediados por los neurotransmisores norepinefrina (EN) y neuropéptido y (NPY) y los inhibitorios como el ácido gamma aminobutírico (GABA) y los péptidos opiáceos (beta endorfinas BE) (Ojeda et al., 1997).

Estos péptidos facilitan la secreción de LHRH via autocrina o paracrina mediante la coordinación con receptores tirosinkinasa y la liberación de moléculas bioactivas de las células de glia capaces de estimular directamente la liberación de LHRH.

La secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en los vasos portahipofisarios ocurre en forma pulsátil y actúa en la pituitaria anterior en donde se liga a receptores específicos localizados en los gonadotropos, los cuales se hacen insensitivos si ésta se secreta continuamente. El patrón de secreción de GnRH determina a la vez la secreción en forma pulsátil de la LH (Mihm et al., 1996).

### **Desarrollo folicular**

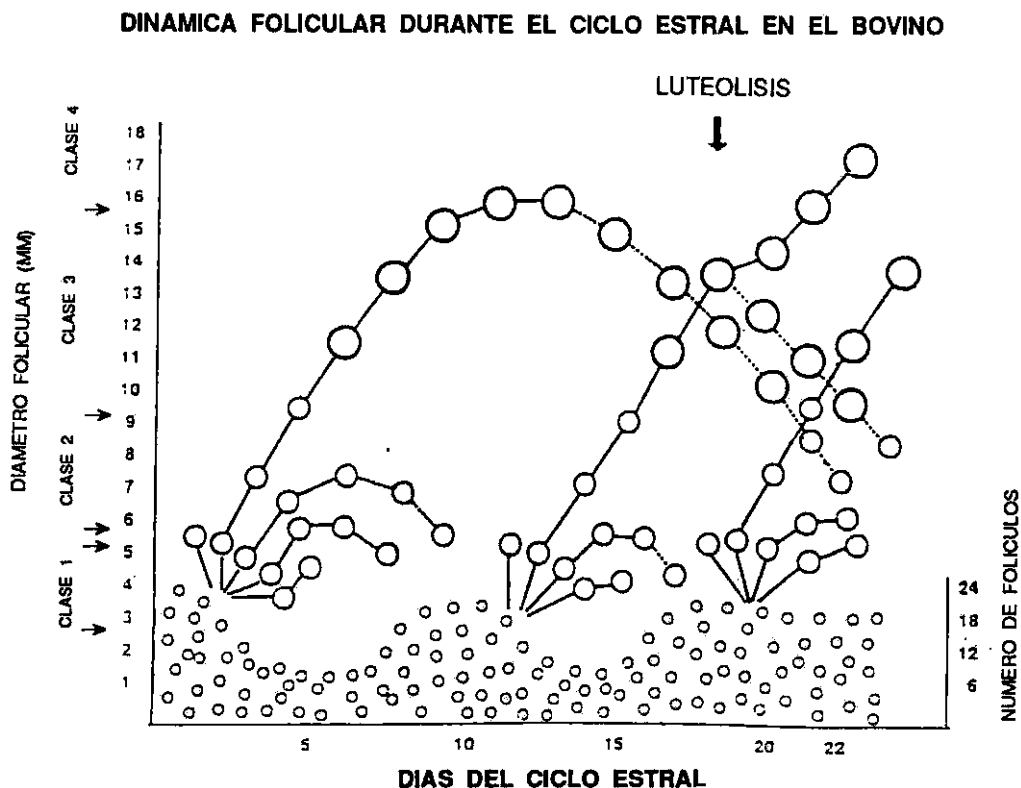
Los mecanismos responsables del crecimiento inicial de los folículos primordiales no se conocen, en este período las gonadotropinas no se requieren hecho que lleva a pensar que son los reguladores locales a nivel ovárico los que están directamente implicados. Se ha sugerido que su crecimiento comienza en el orden en que son formados y de acuerdo a su asociación con la rete ovárica (Findlay et al., 1996). El crecimiento folicular envuelve el paso de un folículo primordial que ha estado en reposo a una fase de crecimiento, caracterizada por tres eventos principales : cambio de forma de las células de la granulosa (CG) de una forma escamosa a cuboidal, proliferación de las mismas y alargamiento del oocito.

El desarrollo folicular envuelve dos fases, la primera conocida como desarrollo folicular basal la cual está principalmente bajo control de los factores de crecimiento (FC) que tiene un origen paracrino, en esta fase la FSH puede ejercer un efecto mitogénico indirecto sobre las células de la granulosa por aumento en la expresión de los FC o sus receptores. La segunda fase se conoce como desarrollo folicular terminal y depende estrictamente de las gonadotropinas, el crecimiento es rápido y ocurre por agrandamiento del antro folicular debido a importantes cambios en la diferenciación de las células foliculares, el folículo preovulatorio adquiere alta capacidad esteroidogénica produciendo altas concentraciones del estradiol ( $E_2$ ) sin embargo la capacidad del folículo a ovular solo se obtiene en las últimas horas del desarrollo folicular (Monniaux, 1997).

El crecimiento folicular terminal sigue un patrón de onda "ondas de crecimiento folicular" el cual fue descubierto con la aparición del ultrasonido. En los rumiantes las ondas foliculares se presentan antes de la pubertad (Hopper et al., 1993), en la fase luteal del CE y durante la preñez. En el bovino se han identificado de dos a cuatro ondas (Ginther et al., 1989) (figura 1.)

Dentro de cada onda se suceden las fases de reclutamiento, selección y dominancia que consiste que en cada onda un número de folículos inicia su crecimiento, uno de ellos alcanza un crecimiento mayor y se selecciona como folículo dominante (FD) que es el responsable de la atresia del resto de folículos. La primera onda emerge el día de la ovulación (día 0), la segunda el día 11 ó 12 (de dos ondas) y en el caso de presentar tres ondas la segunda se da en el día 8 ó 9 y la tercera alrededor del día 16 del ciclo. El FD de la última onda es el folículo ovulatorio y la duración

Figura 1. Esquema general del crecimiento y desarrollo folicular durante el ciclo estral en el bovino (Savio et al 1990).



del ciclo estral dependerá del número de ondas (Ginther et al., 1996). En síntesis tendremos animales con CE cortos (18-21 días) y otros con CE largos (22-24 días).

El FD controla el desarrollo de los otros folículos a través de hormonas como estradiol, inhibina, activina, folistatina y FC actuando en forma local o sistémica (Lucy et al., 1992). Se ha sugerido que el mecanismo de atresia folicular es mediado vía apoptosis (muerte celular programada) (Yoshimura, 1997).

Un folículo primordial tarda de 60-100 días para volverse el folículo dominante (FD) por tanto, lo ocurrido en la vaca en los dos últimos meses es esencial para predecir con exactitud los resultados de un programa para mejorar la eficiencia reproductiva. La lactancia y el balance energético afectan el desarrollo folicular, lo cual predispone a la presentación de quistes foliculares, baja fertilidad y una pobre respuesta a los programas de sincronización (Lucy et al., 1992).

Es de interés anotar que el desarrollo folicular no se afecta por la presencia ipsi o contralateral del CL, a pesar de determinarse que en el bovino un 70% de ovulaciones ocurren en el ovario derecho (Punwantara et al., 1992).

### Patrones hormonales durante el ciclo estral

El ciclo estral es regulado por las hormonas secretadas por hipotálamo, hipófisis, ovario y útero. Se ha dividido en tres fases. Folicular terminal (maduración del folículo preovulatorio), estro y fase luteal.

En la hembra vacía la fase folicular comienza una vez ocurre la regresión del cuerpo lúteo (CL). Al caer las concen-

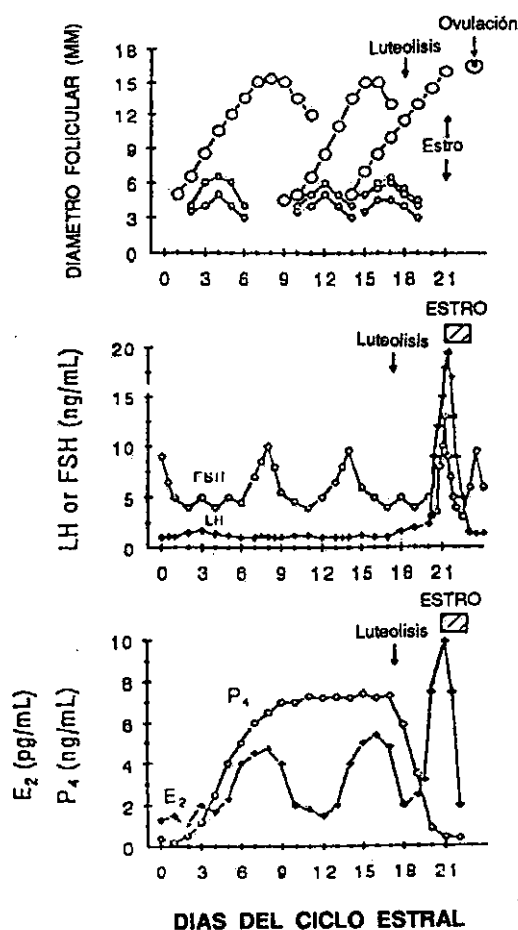
traciones de P4 se incrementa la secreción en forma pulsátil de la LH, aumentando a la vez las concentraciones de estrógenos, cuando llegan a sus máximos niveles se estimula un pico de secreción de LH que alcanza niveles de hasta 50ng/ml comparado con las concentraciones basales de 1-2 ng/ml, este pico ocasiona la maduración nuclear del oocito, la ruptura del folículo y la luteinización de las células de la granulosa y de la teca interna (Jiménez, 1995).

Los estrógenos inducen las manifestaciones del celo y se sintetizan en su mayor parte en las células de la granulosa del folículo maduro, el principal estrógeno es el 17  $\beta$  estradiol y alcanza concentraciones máximas al momento del celo de 7.5 pg/ml. Durante el resto del CE los estrógenos mantienen niveles basales con leves fluctuaciones cuando se presenta un folículo dominante en algunas de las ondas, estos niveles no ocasionan síntomas de celo debido a la existencia de un CL secretando P4 (Jiménez, 1995).

Las concentraciones de P4 se incrementan en forma continua durante la fase luteal temprana (días 1-5) y alcanzan máximas concentraciones entre los días 8-11. La P4 es la hormona clave que determina la duración del CE, ya que ejerce un feed back negativo sobre la LH suprimiendo la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) vía neuronas inhibitorias (Mihm et al., 1996).

Existen leves cambios en la frecuencia pulsátil de LH durante la fase luteal, debido a las altas concentraciones de P4. Hasta el momento no existe claridad si estos cambios son debidos a un patrón variable en la producción de E2 o por el contrario a otro feedback regulador no identificado (Mihm et al., 1996). Elevados picos de FSH anteceden el inicio de cada onda folicular (Ginther et al., 1996) (Figura 2).

Figura 2. Desarrollo folicular y perfiles hormonales durante el ciclo estral Pastor (1997)



### Comportamiento durante el Estro.

La duración del estro puede ser corto (3 horas) o largo (28 horas), en general el promedio es 12 a 16 horas, la duración esta definida por el intervalo que transcurre entre la primera monta y la última monta observada, la ovulación ocurre aproximadamente 30 horas después de iniciado el estro. El signo más notorio de celo es la aceptación o estado inmóvil que presenta la hembra al ser montada por el macho o sus compañeras de grupo, aunque no es el único criterio, ya que otros comportamientos pueden ser exhibidos como topeteos, intentos de monta, montas homosexuales, inquietud combinada con bramidos y presencia de moco cervical.

Existe una larga variación individual en la duración del celo, hecho que complica la detección de los estros. De las fallas que presentan los programas de inseminación artificial (IA) un porcentaje mayor del 50% se ha atribuido a una mala detección de celos, en fincas en donde se ha aumentado la frecuencia de detección en una hora, se ha obtenido un incremento del 30% de los celos presentados (Jiménez, 1995).

El estrés por calor (EC) reduce la intensidad del estro, haciendo más difícil la detección de los animales en celo, este hecho ha llevado a proponer que en los días de altas temperaturas se inseminen las vacas al inicio del celo, esta práctica ha mejorado las tasas de concepción ((Badinga et al., 1985).

En ganado Holstein se reporta una reducción en la duración del estro en los meses de verano comparado con el invierno (5.3 vs 10.2 horas) (Arthur y Rahim, 1984) situación similar se observa en ganado Brahman en el cual la diferencia fue de 6 horas entre las dos épocas (Plasse et al., 1970).

El comportamiento del estro es menos intenso en las vacas lactantes comparado con las no lactantes y novillas (Thacher, 1996), hecho atribuido a menores concentraciones de  $E_2$  en el proestro (de la Sota et al., 1993).

### Ovulación

La ovulación en sentido etimológico estricto, denota la liberación del óvulo, como resultado de una serie de cambios en varios de los comportamientos foliculares inducidos por la fuente preovulatoria de gonadotropinas (Tsafriri y Dekel, 1994).

La maduración del oocito, como otros procesos de la ovulación son regulados por las gonadotropinas hipofisarias. Los eventos celulares en la ovulación incluyen adenosin monofosfato cíclico (cAMP), esteroides, prostaglandinas (PGs), activador de plasminógeno (PA), leucotrienos, bradikina e histamina y recientemente se involucra de manera significativa, el sistema renina-angiotensina (SRA) el cual regula principalmente la presión sanguínea sistémica y la homeostasis de fluidos (Yoshimura, 1997).

El papel de los esteroides ováricos en la ovulación ha sido discutido, sin embargo se ha demostrado que la  $P_4$  induce distensión de los folículos de cerdas, mientras la FSH y los estrógenos no, por otro lado, el efecto de la LH sobre folicular pudo ser disminuido por cAMP y prevenido por un inhibidor de la  $3\beta$ -hidroxiesteroide dehidrogenasa, a su vez esta inhibición puede revertirse por  $P_4$  exógena.

En igual sentido, la administración de aminoglutetimida y cianoketona, bloquean el ciclo sintético de la  $P_4$  inhibiendo la ruptura folicular. La hipofisectomía de ratas el día del estro bloqueó la ruptura folicular sin embargo esta fue revertida por 3 inyecciones consecutivas de  $P_4$ . Los anteriores estudios demuestran que los esteroides juegan papel esencial en la ovulación y más probablemente la  $P_4$  involucrada en la ruptura folicular (Tsafriri y Dekel, 1994). Los componentes del SRA ovárico son regulados por estimulación endógena o exógena de gonadotropinas (Yoshimura, 1997).

Los cambios estructurales más importantes que permiten la ovulación, se relacionan con el tejido conectivo de la túnica albugínea y teca externa, a medida que la ovulación se acerca hay disolución de la matrix extracelular y disociación del colágeno techal, los vasos sanguíneos invaden el espacio del antro folicular y se desarrolla una extensa red vascular debido a la producción de factores angiogénicos (Tsafriri y Dekel, 1994).

El proceso de angiogénesis (formación de vasos sanguíneos) hace parte de la luteinización y sus mecanismos no han sido completamente resueltos. El factor de crecimiento fibroblástico básico (Bfgf) es uno de los más potentes péptidos angiogénicos, durante la luteinización existe una significativa hipertrofia e hiperplasia de las células de la teca las cuales migran dentro de lo que fuera la cavidad folicular y se dispersan entre las células de la granulosa luteinizadas, las cuales acumulan retículo endoplásmico liso, las mitocondrias se hacen redondeadas y acumulan granulos de glicógeno (Niswender et al., 1994).

Factores ambientales como el estrés por calor (EC) pueden afectar el almacenamiento y secreción de gonadotropinas durante la fase folicular del ciclo estral, principalmente en las vacas que presentan bajas concentraciones de estradiol, sin embargo existe poca información sobre la naturaleza de esta relación (Gilad et al., 1993). El EC puede ser responsable de la secreción de altos niveles de  $P_4$  (de posible origen adrenal) los cuales previenen el pico preovulatorio de LH y así la ovulación (Sirois y Fortune, 1990). Los resultados de otro estudio indican que la dominancia y desarrollo folicular puede ser afectada durante los meses de verano, sin embargo, esos cambios, no se han relacionado con certeza con la baja eficiencia reproductiva observada en ambientes tropicales (Badinga et al., 1994).

Estudios posteriores confirman que el EC induce alteraciones en el número de folículos grandes y medianos, asociados con una disminución de las concentraciones de  $E_2$  y la emergencia temprana de un folículo preovulatorio, cambios que se relacionan positivamente con la infertilidad en los meses de verano (Wolfenson et al., 1995).

### **Función del cuerpo lúteo**

El cuerpo lúteo es un órgano endocrino transitorio altamente vascularizado necesario para el mantenimiento de la preñez en los mamíferos (Niswender et al., 1994). En su mayoría el parénquima del CL esta constituido por células luteales y aproximadamente un 20% lo conforman elementos de soporte como células endoteliales, pericitos, macrófagos, células musculares y fibroblastos. Se han identificado dos tipos de células luteales (grandes y pequeñas) las cuales difieren en su morfología, origen y funciones bioquímicas. Las células luteales grandes (CLG) provienen de la granulosa y producen más del 80% de la  $P_4$  durante la fase luteal del CE, mientras las células luteales pequeñas (CLP) se originan de la teca (Fields et al., 1996).

Durante el CE, el CL presenta dos poblaciones de gránulos los cuales contienen oxitocina y neurofisiina, durante la preñez, los primeros son reemplazados por un contenido hasta el momento desconocido (Fields et al., 1996).

A su vez el CL secreta 14 proteínas con pesos moleculares de 20-70 kildaltons (Kd) y puntos isoeléctricos de 5.5 a 8.0, siete de estas fueron observadas únicamente el día 3 del ciclo de las cuales 3 se identificaron como isoformas de apolipoproteína E, las otras 7 proteínas se encontraron el día 7 y se observan por el resto del CE y la preñez. A pesar de no conocer con exactitud la función de estas proteínas, se cree que tienen importancia en los procesos fisiológicos del CL y mantenimiento de la preñez (Fields et al., 1996).

La función principal del CL es la secreción de  $P_4$ , la cual prepara el endometrio para la implantación y mantiene la preñez temprana. Si la preñez no ocurre el CL regresa para permitir el siguiente ciclo, su función es regulada por la pituitaria, útero, ovario y embrión, mediante un balance entre estímulos luteolíticos y luteotrópicos. Se considera a la LH una hormona esencialmente luteotrópica (Garverick y Smith 1993).

Se cree que los mecanismos de comunicación intercelular a nivel de CL juegan papel importante en el mantenimiento de su función, las uniones Gap (estructuras vacías de  $\approx 3\text{nm}$  que aparecen en la unión de las membranas celulares) y varias conexinas se han identificado en folículos, CL y vasos sanguíneos ováricos. Las uniones Gap permiten la intercomunicación de varias células y probablemente están involucradas en la producción de hormonas esteroides, señales de transducción y luteólisis (Grazul-Bilska et al., 1997).

La vida media del CL no siempre es constante ya que una regresión prematura puede ocurrir durante la pubertad (González-Padilla., 1975) y durante el posparto (Zollers et al., 1991) posiblemente debido a una liberación repentina de  $\text{PGF}_2$ .

### **Luteólisis.**

La luteólisis es un proceso complejo que envuelve cambios en la expresión de múltiples genes en tres tipos de células: CLG, CLP y endoteliales. La exposición del útero a la  $P_4$  durante la fase luteal temprana y media es esencial para iniciar la producción de PG y la luteólisis. La  $P_4$  incrementa el almacenamiento de fosfolípidos y la actividad de la prostaglandina sintasa, necesaria para la conversión de ácido araquidónico (AA) a PGF (Bazer et al., 1997).

Existen dudas acerca del mecanismo que dispara la luteólisis, un modelo propuesto sugiere que la oxitocina (OT) de la neurohipófisis liberada de manera pulsátil es la responsable, al actuar sobre el útero induce la liberación de bajos niveles PGF<sub>2</sub>. La OT luteal tendría dos funciones principales por un lado estimular una mayor liberación de PGF<sub>2</sub>, y por el otro los altos niveles inducirán un estado refractorio del útero a la OT (Silvia et al., 1991).

Para que ocurra una luteólisis completa, el CL debe estar expuesto a aproximadamente 5 pulsos de PGF<sub>2</sub>, por un periodo de 25 horas, la PGF<sub>2</sub>, se une a sus receptores en las células luteales e inicia una serie de eventos intracelulares que terminan la producción de  $P_4$  e inician la muerte celular. Los efectos luteolíticos de la PGF<sub>2</sub>, se han atribuido a: disminución en el flujo sanguíneo, reducción en los receptores de LH, no unión de receptores de LH de adenilciclasa, activación de la proteína kinasa C, afluencia de altos niveles de calcio y/o activación de una cascada citotóxica (Bazer et al., 1997).

Se empieza a conocer que la PGF<sub>2</sub>, no es el único metabolito que interviene en la luteólisis, otros productos del ciclo de la lipooxigenasa del AA como los leucotrienos  $B_4$  y  $C_4$  cobran importancia en la regresión natural del CL (Hansel y Blair 1996; Blair et al., 1997).

### **Factores que afectan el ciclo estral**

Diversas condiciones de estrés pueden afectar la fisiología del CE, por tanto la capacidad del animal para reproducirse es una medida inequívoca del bienestar animal (Moberg, 1985).

Las hormonas relacionadas con el estrés afectan la función sexual en los tres niveles del eje hipotálamo-hipófisis-gónada (H-H-G), a nivel del cerebro inhiben la secreción de Gn RH, en la hipófisis, interfieren con la liberación de LH y en las gónadas afectan la estimulación de las gonadotropinas para la secreción de los esteroides sexuales (River y Revest, 1991).

No obstante la notoria influencia de la nutrición en el proceso reproductivo se deben evaluar por separado las deficiencias nutricionales de los efectos estrictamente climáticos (Moberg, 1985). El estrés debido a causas climáticas principalmente el EC del cual ya se habló disminuye la intensidad y duración del celo y tiene efectos dramáticos sobre la fertilidad principalmente en nuestro caso en animales no adaptados a las condiciones tropicales.

La interacción social, efecto poco estudiado tiene gran importancia, si se aumenta el tamaño del hato, las vacas jóvenes al ser agredidas por las de mayor edad presentan CE más cortos. Igualmente el transporte y las actividades de manejo diarias pueden prevenir la secreción preovulatoria de LH (Moberg, 1985).

El anestro posparto es otra condición que afecta el CE, el cual se ve agravado por el amamantamiento, el reinicio de la actividad ovárica se afecta al disminuir las concentraciones basales de LH, debido a una disminución en la frecuencia y amplitud de los pulsos. Es de interés recordar que el estado nutricional pre y posparto está relacionado directamente con la actividad cíclica reproductiva posparto.

## BIBLIOGRAFIA

Arthur, G.H., Rahim, A.T.A. Temporal features of oestrus in Saudi Arabian imported cattle. 10<sup>th</sup>. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, Urbana, Illinois, USA 3, 304 1984.

Badinga, L., Collier, R.J., Thatcher, W.W. Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 68 : 78 1985.

\_\_\_\_\_, Thatcher, W.W., Wilcox, C.J., Morris, G., Entwistle, K. and Wolfenson, D. Effect of season on follicular dynamics and plasma concentrations of estradiol-17 $\beta$ , progesterone and luteinizing hormone in lactating holstein cows. *Theriogenology* 42 : 1263-1274, 1994.

Bazer, F.W., Spencer, T.E., Ott, T.L. Interferon tau: A novel pregnancy recognition signal. *American Journal of Reproductive Immunology.* 37 : 412-420 1997

Blair, R.M., Saatman, R., Liou, S.S., Fortune, J.E., Hansel, W. Roles of leukotrienes in bovine corpus luteum regression: An in vivo microdialysis study. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 216, 1 : 72-80 1997.

De la Sota, R.L., Lucy, M.C., Staples, C.R. and Thatcher, W.W. Effects of recombinant bovine somatotrophin (somatotrobove) on ovarian function in lactating and nonlactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76 : 1002 1993.

Fields, M.J., Nidkum, F.M., Simmen, R.C.M., Buhi, W.C., Rollyson, K., Kowalski, A.A., Chang, S.M.T. and Fields, P.A. Bovine luteal secretory proteins of the oestrus cycle and pregnancy. *Reprod. Dom. Anim.* 31, 407-425 1996.

Findlay, J.K., Drummond, A.E., Fry, R.C. Intraovarian regulation of follicular development and ovulation. *Am. reprod. Sci.* 42 : 321-331 1996.

Galina, C.S. and Arthur, G.H. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrus cycles. *Anim. Breed. Abst.* 58 1990.

Garverick, H.A. and Smith, M.F. Female reproductive physiology and endocrinology of cattle. In: *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 9, 2 : 223-247 1993.

Gilad, E., Meidan, R., Berman, A., Graber, Y. and Wolfenson, D. Effect of heat stress on tonic and GnRH-induced gonadotrophin secretion in relation to concentration of oestradiol in plasma of cyclic cows. *J. Reprod Fertil* 99, 315-321 1993.

Ginther, O.J., Kastelic, J.P. and Knopf, L. Ovarian follicular dynamics in heifers during early pregnancy. *Biol Reprod.* 41 : 247-254 1989.

\_\_\_\_\_, Kot, K., Kulick, L.J., Martin, S. and Willbank, C. Relationship between FSH and ovarian follicular waves during the last six months of pregnancy in cattle. *J. Reprod. Fertil.* 108, 271-279 1996.

González-Padilla, E., Niswender, G.D., Willbank, J.N. Puberty in beef heifers: Effect of injections of progesterone and estradiol-17 $\beta$  on serum LH, FSH, and ovarian activity. *J. Anim. Sci.* 40 : 1105-1109 1975.

Grazul-Bilska, A., Reynolds, L.P. and Redmer, D.A. Gap Junctions in the ovaries. *Biol Reprod.* 57, 947-957 1997.

Hansel, W. and Blair, R.M. The role of lipoxygenase products of arachidonic acid metabolism in bovine corpus luteum function. *Reprod Dom Anim.* 31, 427-429 1996

Hopper, H.W., Silcox, R.W., Byerley, D.J. and Kiser, T.E. Follicular development in prepubertal heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 31, 7-12 1993.

Jiménez, E.C. El ciclo estral en la vaca. Pérdidas gestacionales y biotecnología de la reproducción en ganado bovino (Memorias) Corpoica-Ceisa Santafé de Bogotá, Noviembre 1995.

\_\_\_\_\_ y Hernández, V.A. Lecturas sobre reproducción bovina. II. El ciclo estral en la vaca Universidad Nacional de Colombia, Mayo 1995.

Lamotte-Zabaleta, C., Fredriksson, G. and Madry A. Reproductive performance of zebu cattle in Mexico. 2. Seasonal influence on the levels of progesterone, estradiol-17 $\beta$ , cortisol and LH during the oestrous cycle. *Theriogenology*, 36, 6 : 897-912 1991.

Lucy, M.C., Savio, J.D., Badinga, L., De la Sota, R.L. and Thatcher, W.W. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J. Anim. Sci.* 70, 3615-3626 1992.

- Moberg, G.P. Influence of stress on reproduction: Measure of well-being in: *Animal Stress*, de Gary, P. Moberg. American Physiological Society. Bethesda Maryland 1985.
- Monniaux, D., Huet, C., Besnard, N., Clément, F., Bose, M., Pisselet, C., Monget, P. and Mariana, J.C. Follicular growth and ovarian dynamic in mammals, *J. Reprod. Fertil Suppl* 51, 3-23 1997.
- Mihm, M., Diskin, M.G. and Roche, J.F. Regulation of follicle wave growth in cattle. *Reprod. Dom Anim.* 31, 531-538 1996.
- Niswender, G.D., Juengel, J.L., McGuire, W.J., Belfiore, C.J. and Wiltbank, M.C. Luteal function: The estrous cycle and early pregnancy. *Biol. Reprod.* 50, 239-247 1994.
- Ojeda, S.R., Ma, Y.J. and Rage, F. The transforming growth factor alpha gene family is involved in the neuroendocrine control of mammalian puberty. *Mol. Psych.* 2, 355-358 1997.
- Pastor, P.J. Nuevos conceptos sobre la sincronización de ondas foliculares. (Mimeografiado) Intervet 1997.
- Pleasse, D., Warnick, A.C., Koger, M. Reproductive behaviour of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV. Length of estrus cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. *J. Anim. Sci.* 30, 63-72 1970.
- Purwantara, B., Assey, R.J., Schmidt, M., Hytel, P., Greve, T. Dynamics of the first follicular wave in cattle following cloprostenol-induced luteolysis. *Int Cong Anim Reprod and AI* 260-262 1992.
- Rivier, C., Rivest, S. Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonal axis: Peripheral and central mechanism. *Biol Reprod.* 45:523-532 1991
- Roche, J.F., Crowe, M.A. and Boland, M.P. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 28:371-378 1992.
- Savio, J.D., Thatcher, L., Badinga, L., and De La Sota, L. Turnover of dominant ovarian follicles as regulated by progestins and dynamic of LH secretion in cattle. *J. Reprod. Fertil. Abstr. Ser.* 6:23 1990c.
- Silvia, W.J., Lewis, G.S., McCracken, J.A., Thatcher, W.W. and Wilson, J.R. Hormonal regulation of uterine secretion of prostaglandin F<sub>2α</sub> during luteolysis in ruminants. *Biol Reprod.* 45, 655-663 1991.
- Shupnik, M.A. Gonadotropin gene modulation by steroids and gonadotropin-releasing hormone. *Biol Reprod.* 54, 279-286 1996.
- Thatcher, W.W. Enhancement of fertility in heat stressed cows. In: *Proceeding of the International Conference on livestock in the tropics.* Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida. Gainesville, Florida 1996.
- Tsafriri, A. and Dekel, N. Molecular mechanisms in ovulation. *Molecular Biology of the Reproductive System.* 1994.
- Wolfenson, D., Thacher, W.W., Badinga, L., Savio, J.D., Meidan, R., Lew, B.J., Brawtal, R. and Berman, A. Effect of stress on follicular development during the estrus cycle in lactating dairy cattle. *Biol Reprod.* 52, 1106-1113 1995
- Yoshimura, Y. The ovarian renin-angiotensin system in reproductive physiology. *Frontiers in neuroendocrinology.* 18, 247-291 1997.
- Zollers, W.G. Jr. Garverick, H.A., Youngquist, R.S., Ottobre, J.S., Silcox, R.W., Copelin, J.P., Smith, M.F. In vitro secretion of prostaglandins from endometrium of postpartum beef cows expect to have short or normal luteal phases. *Biol Reprod.* 44: 522-526 1991.

# 8. RENOVACION Y MANEJO DE PRADERAS EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Alvaro Rincón Castillo

## INTRODUCCIÓN

La Orinoquia colombiana posee 26 millones de hectáreas de las cuales 16 millones son potenciales para el desarrollo de sistemas pastoriles. De esta gran extensión, el 11% se localiza en el Piedemonte llanero, el 63% en la Altillanura y el 25% en la Orinoquia inundable. La región cuenta con 3 millones 500 cabezas de ganado y una capacidad de carga de una cabeza por hectárea en gramíneas introducidas y 0.2 cabezas en sabana nativa. De esta población ganadera el 90% se dedica a la cría, levante y ceba, el 9% al doble propósito y el 1% a lechería especializada.

Los suelos de los Llanos Orientales poseen características físicas de alta fragilidad estructural que limitan el uso de implementos agrícolas. Su topografía plana hace que sean fáciles de trabajar para fines agropecuarios. Sus propiedades químicas se caracterizan por la alta acidez, toxicidad de aluminio, baja disponibilidad de fósforo, baja capacidad de intercambio catiónico y deficiencias en la mayoría de nutrimentos para las plantas.

Las sabanas bien drenadas tienen una vegetación de pastos nativos como *Trachipogon sp*, *Axonopus sp*, *Paspalum sp*, *Andropogon sp*, que en su mayoría presentan bajas producciones y deficiente calidad, los que se constituyen en la base de la alimentación para los sistemas de producción bovina, caracterizados por ser explotaciones de tipo extensivo, dedicadas a la cría fundamentalmente. Con el fin de incrementar el consumo de forraje y mejorar la calidad del mismo, el ganadero quema las sabanas nativas sobremaduras. En el Piedemonte predominan los pastos introducidos, como las especies de Brachiarias, en sistemas de producción semiintensivo dedicados a la ceba y al doble propósito.

En busca de alternativas forrajeras más productivas, se han introducido al país especies de gramíneas como el *Brachiaria decumbens* (pasto amargo), *Brachiaria humidicola* (pasto dulce), *Brachiaria dictyoneura* (pasto llanero), *Brachiaria brizantha* (La Libertad y Marandú), procedentes de África tropical; y las leguminosas como el Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), Capica (*Stylosanthes capitata*), maní forrajero (*Arachis pintoi*) originarios de Asia y Latinoamérica.

El establecimiento de pastos introducidos se inició en el Piedemonte llanero con el *Brachiaria decumbens* que marcó una etapa importante en el desarrollo de esta región. De los 2.5 millones de hectáreas calculadas para el Piedemonte llanero (Meta, Casanare y Arauca), se estima que un millón de hectáreas están cubiertas de *Brachiaria decumbens*.

\* I.A. Investigador Programa Regional de Investigación Pecuaria. Corpoica, Regional 8 C.I. La Libertad, Km 21 vía Puerto López. A.A. 3129, Villavicencio, Meta.

En Altillanura la introducción de pastos mejorados es más reciente. Se considera que existen 300 mil hectáreas en *Brachiaria sp*, que corresponden al 3% del área total de esta amplia región.

## DEGRADACION DE PRADERAS

La degradación de praderas es la pérdida de la capacidad productiva de una pastura, que se manifiesta con baja producción y calidad de forraje, pérdida de cobertura e invasión de malezas. La productividad de las pasturas introducidas ha decrecido en forma preocupante, lo que influye directamente en la rentabilidad de la ganadería. Teniendo en cuenta que el sistema de explotación de estas pasturas es la ceba, se estima que por causa de la degradación de las praderas se están dejando de producir 95.000 toneladas de carne al año, lo que representa un menor ingreso a la región de 120.000 millones de pesos.

## CAUSAS DE LA DEGRADACION DE PRADERAS

### 1. Problemas en el establecimiento y utilización de especies no adaptadas a las condiciones de la región.

Las gramíneas y leguminosas forrajeras se desarrollan bajo exigencias de clima y suelo propias de cada especie.

En los Llanos Orientales se ha evaluado un gran número de especies de gramíneas y leguminosas. En un comienzo se trabajó bastante con los pastos Gordura (*Melinis minutiflora*) y Puntero (*Hiparrhenia rufa*) pero con el paso de los años desaparecieron de las praderas por su mayor exigencia en fertilidad principalmente. Después de varios años de investigación se tienen unas variedades de *Brachiaria* que han mostrado buena adaptación a las condiciones de acidez y déficit de nutrientes de estos suelos.

Cuando se va a establecer una especie forrajera en la finca, el productor debe tener conocimiento sobre diferentes aspectos relacionados con el pasto seleccionado y el sitio en donde va a realizar la siembra. Los más importantes son:

- Las características de la planta : crecimiento erecto o estolonífero e invasor, calidad nutritiva, resistencia a plagas y enfermedades.
- Las condiciones de clima y suelos de la finca: época lluviosa del año, meses de mayor precipitación, temperatura y humedad relativa promedio, topografía plana o quebrada que dificulte o facilite la mecanización, suelos bien drenados o con problemas de encharcamiento prolongado, características químicas del suelo que se basan en el análisis de laboratorio.
- La historia del sitio seleccionado para la siembra : antecedentes de plagas, enfermedades, malezas, manejo del lote si ha sido utilizado en agricultura o ganadería. En general, se tiene que áreas que han sido cultivadas tienen como principal problema la alta presencia de malezas que deben ser controladas con mecanización adecuada y/o herbicidas específicos.

El establecimiento de la pastura puede ser exitoso y productivo durante el primer año de pastoreo, pero por deficiencias nutricionales en la planta, plagas o manejo del pastoreo inadecuado, como alta carga animal, largos períodos de ocupación y/o cortos períodos de descanso puede iniciar su degradación. También es posible que desde un comienzo las praderas queden mal establecidas por baja calidad de la semilla, mala preparación del suelo, época inadecuada de siembra, fallas en la siembra por problemas en la calibración de la maquinaria y mala distribución de las semillas en el lote dando como resultado baja población de plantas forrajeras y alta invasión de malezas

Las especies que se han desarrollado en los Llanos, como producto de la investigación, son específicas para suelos

bien drenados, logrando un desarrollo adecuado a bajos insumos y con alto potencial de respuesta en producción, a mayor fertilidad de los suelos.

En áreas muy invadidas por malezas o por susceptibles a la erosión, es recomendable sembrar una especie de establecimiento estolonífero e invasor como el Pasto Llanero (*Brachiaria dictyoneura*) o pasto dulce (*Brachiaria humidicola*). En suelos arenosos se recomienda sembrar la leguminosa (*S. capitata cv Capica*) y en suelos franco arcillosos se desarrolla mejor el (*Arachis pintoi*) cv. mani forrajero. El Kudzú presenta buen desarrollo y persistencia cuando se asocia con gramíneas de crecimiento erecto y en suelos que tengan buen contenido de nutrientes.

## 2. Plagas

Las plagas como el mión de los pastos (*Aeneolamia sp*), Zulia colombiana y las hormigas (*Atta sp* y *Acromirmex sp*) afectan notablemente el establecimiento y producción de las praderas en la Orinoquía colombiana.

El mión de los pastos en estado de adulto y ninfa causa daños considerables a especies susceptibles como el (*Brachiaria. decumbens*) produciendo un amarillamiento y posterior necrosis de las hojas en épocas de alta precipitación (junio y julio). Esto ocasiona pérdidas en producción animal por falta de forraje para su alimentación (Figura 1).

La solución inmediata a este problema es sobrecargar los potreros con un alto número de animales, lo cual hace que baje las poblaciones de adultos y ninfas. En una evaluación realizada en el C.I. La Libertad en (*Brachiaria decumbens*), al pasar de 1.5 animales/ha que es normal en praderas de (*Brachiaria decumbens*), a 4.0 animales/ha durante 15 días de pastoreo, la población de adultos se redujo en un 80% y la de ninfas en un 70% (Tabla 1).

La hormiga es la principal plaga en el establecimiento de los pastos en la Altillanura colombiana por los cortes que hace a las plantas a ras del suelo. Una de las causas para que desapareciera de los Llanos Orientales el (*Andropogon gayanus*) cv Pasto Carimagua, fue el ataque de hormiga (*Acromirmex landolty*) en plántulas y en plantas adultas. En renovación de praderas con leguminosas forrajeras éstas pueden ser afectadas durante el primer mes del establecimiento (estado de plántula) por la hormiga arriera (*Atta sp*).

**TABLA 1. Población de mión de los pastos (*Aeneolamia sp*) antes y después del sobrepastoreo de una pradera de (*Brachiaria decumbens*) en el Piedemonte llanero. C.I. La Libertad.**

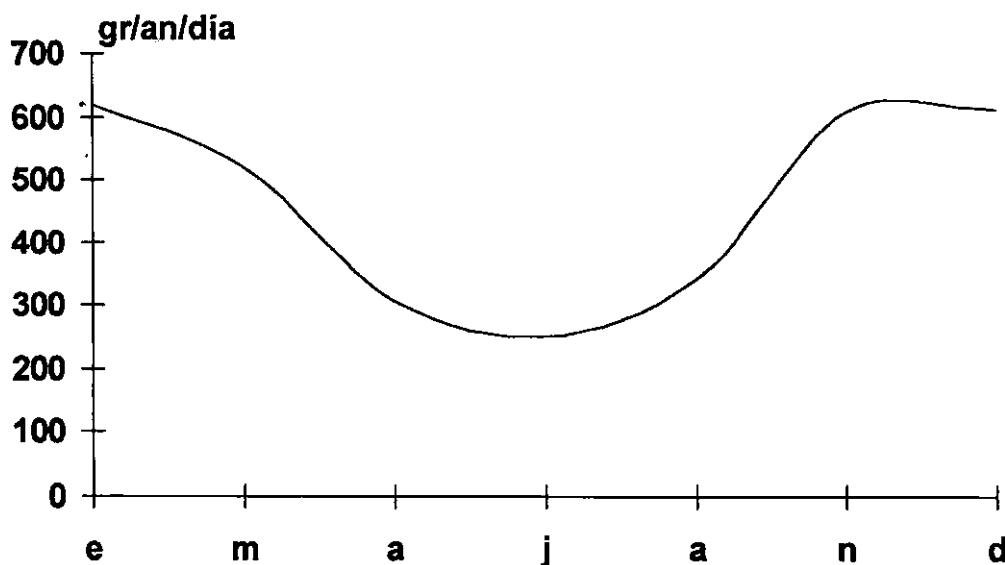
| ESTADO DE LA PRADERA     | CARGA ANIMAL<br>u.a./ha* | POBLACIÓN ADULTOS<br>(No./ha) | NINFAS<br>(No./ha) |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Antes de sobrepastoreo   | 1.5                      | 8.067                         | 490.000            |
| Después de sobrepastoreo | 4.0                      | 1.489                         | 150.000            |

\*u.a. = 350 kg de peso vivo

## 3. Aspectos Nutricionales

Los suelos de los Llanos Orientales son deficientes en fósforo, calcio, magnesio, potasio, nitrógeno y azufre. Posee además, altos contenidos de aluminio, que limitan el crecimiento de las plantas. Las especies forrajeras recomendadas aunque crecen bajo condiciones limitadas de fertilidad tienen requerimientos mínimos de fertilizantes que deben ser aplicados en el establecimiento de la pastura o posteriormente en producción (fertilización de mantenimiento). Cada uno o dos años de acuerdo con las deficiencias que se manifiesten.

**Figura 1. Producción animal durante el año en una pradera afectada por el «mión de los pastos» en el Piedemonte Llanero, Villavicencio.**



Una de las principales causas de la baja productividad y calidad de las pasturas, es la falta de fertilización, que se manifiesta con una lenta recuperación de las plantas después del pastoreo, clorosis e invasión de malezas.

Como ejemplo de fertilización se puede recomendar aplicar a un suelo representativo de la región, tres bultos de roca fosfórica, tres bultos de cal dolomítica, un bulto de cloruro de potasio y 25 kilogramos de flor de azufre por hectárea. Estos fertilizantes sólo cuestan \$50.000 (a precio de 1998) y pueden mantener la producción animal en 250 kg/ha/año, generando ingresos por valor de \$325.000. Pero si no se aplican, los rendimientos pueden bajar a 100 kg/ha/año, que equivale a una disminución de los ingresos en un 70%.

Estas diferencias se evidencian más cuando se tienen pasturas asociadas con leguminosas forrajeras o en pasturas puras fertilizadas con nitrógeno en las que se pueden obtener producciones de 450 a 550 kg/ha/año en condiciones del Piedemonte llanero.

#### 4. Características físicas del suelo

Como consecuencia del escaso vigor y desaparición de las plantas forrajeras por diversas causas como la utilización de especies no adaptadas, presencia de plagas, falta de fertilización o sobrepastoreo, aparecen en la pradera áreas descubiertas que son más susceptibles a la compactación por pisoteo del animal, afectando las características físicas del suelo, impidiendo el normal desarrollo radicular por reducción del espacio poroso, deficiencia de oxígeno, disminución de la infiltración y aumento de la escorrentía que favorece la erosión de los suelos.

En evaluaciones realizadas en fincas con praderas compactadas se ha encontrado que los suelos presentan una conductividad hidráulica lenta y una densidad aparente de 1.57 g/cc valor superior al de un suelo normal que es de 1.3 g/cc. (Tabla 2).

**TABLA 2. Características físicas de los suelos de una pradera degradada de *Brachiaria decumbens* en la Altillanura colombiana**

| PARAMETRO                          | PROFUNDIDAD (cm) |               |
|------------------------------------|------------------|---------------|
|                                    | 0-10             | 10-20         |
| Densidad aparente (g/cc)           | 1.57             | 1.42          |
| Densidad real (g/cc)               | 2.51             | 2.57          |
| Porosidad (%)                      | 38               | 45            |
| Conductividad hidráulica (cm/hora) | 1.78 Mod. lenta  | 2.38 Moderada |

## 5. Manejo del pastoreo

En la relación planta-suelo-animal, el manejo del pastoreo incide directamente en el equilibrio de estos componentes. El pastoreo en praderas de gramíneas introducidas o en la asociación gramínea-leguminosa, debe estar de acuerdo con la disponibilidad de forraje y con la proporción de los componentes de la asociación.

Se presenta deterioro de las pasturas por sobrepastoreo al utilizar cargas muy altas o por falta de un adecuado descanso de la pradera, impidiendo la producción suficiente de rebrote del material vegetal. El sobrepastoreo o la utilización de bajo número de animales también afecta el buen rendimiento de los pastos, por sobremaduración y pérdida de calidad, que reducen el consumo por el animal. En la degradación de las praderas, uno o más factores pueden estar incidiendo en la baja producción y calidad del forraje que afectan directamente las ganancias de peso en el animal (Tabla 3).

Ante los problemas de degradación de praderas, Corpoica Regional 8 está investigando en diferentes métodos de renovación de praderas. Con el apoyo del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología "PRONATTA" y del Fondo Nacional del Ganado, se ha podido iniciar y continuar con los trabajos de validación y ajuste de tecnología en este aspecto, en las diferentes fincas de los productores.

## RENOVACION DE PRADERAS

### 1. Labranza y fertilización

La labranza vertical en suelos compactados mediante el uso de implementos mecánicos como el arado de cincel, permite romper el suelo y estimular los procesos de mineralización de la materia orgánica, poniendo a disponibilidad de la planta nitrógeno y azufre.

Las labores mecánicas se complementan mediante la fertilización con fósforo, calcio, magnesio y potasio en cantidades que van de acuerdo con el análisis de suelos, la respuesta en producción y calidad de forraje se incrementa en más de tres y dos veces respectivamente (Tabla 4), esto es muy importante porque se mejora la ganancia de peso por animal y se aumenta el número de animales por hectárea. En aquellas áreas degradadas, con baja población de pastos, es necesario aplicar junto con el fertilizante, uno o dos kilogramos de semilla de pasto por hectárea.

En suelos sin problemas de compactación, pero con alta invasión de malezas, ha dado resultado el uso de la rastra. También se encuentran praderas en donde la sola fertilización (sin mecanización), incrementa la producción de forraje en más del 80%.

Se debe tener en cuenta que la sola mecanización, sin la aplicación de fertilizantes, permite un incremento momen-

**TABLA 3. Productividad de una pradera de *Brachiaria decumbens* en buen estado y un *Brachiaria decumbens* degradado**

| Espece Forrajera        | Producción Forraje en M.S. (kg/ha) | Contenido Proteína (%) | Ganancia de Peso Animal (kg/ha/año) |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| B. decumbens productivo | 1200                               | 8                      | 250                                 |
| B. decumbens degradado  | 350                                | 5                      | 80                                  |

M.S. : materia seca

Fuente : Informe anual Programa Regional Pecuario 1997

**TABLA 4. Producción y contenido de proteína de *Brachiaria decumbens* renovado con labranza y fertilización en la Altillanura colombiana. Finca La Maloca, Puerto López.**

| Mecanización y Fertilización             | Producción (kg/ha) | Proteína Cruda (%) |
|--|--------------------|--------------------|
| Cinzel vibratorio                        | 1512               | 10.5               |
| Rastra (2 pases)                         | 1480               | 9.6                |
| Testigo sin labranza y sin fertilización | 550                | 4.5                |

Fertilización : 20 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 Ca, 10 Mg, 10 S, 25 K<sub>2</sub>O (kg/ha)

táneo en la producción de forraje, que decae después de dos o tres pastores, a los mismos valores que se obtenían antes de aplicar el tratamiento de labranza.

Si no se introducen leguminosas forrajeras en la renovación de la pradera, esta debe fertilizarse con 50 a 100 kg/ha de nitrógeno, para mantener buena producción y contenido de proteína del forraje.

## 2. Introducción de leguminosas

Para la renovación de las praderas, como complemento a las labores de labranza y fertilización, se recomienda la introducción de leguminosas forrajeras.

El balance gramínea-leguminosa tiene efecto positivo sobre la estabilidad de la producción de la pradera. El nitrógeno incorporado al sistema a través de la leguminosa gracias a la simbiosis con las bacterias en las raíces de la planta, mantiene el vigor de la gramínea asociada y mejora su calidad. Este efecto es bien notorio en el (*Brachiaria humidicola*) que es una gramínea con excelentes características de producción y cobertura pero con limitantes en calidad, especialmente en contenido de proteína cruda que es menor del 6% en condiciones de la Altillanura; cuando se asocia con mani forrajero el contenido de proteína del (*Brachiaria humidicola*) se aumenta a 8.7 (Tabla 5). El reciclaje de nutrientes por la descomposición de los residuos de la planta incorporan al suelo buena cantidad de materia orgánica y otros elementos. Las leguminosas que se están utilizando para estos fines son el Capica

**TABLA 5. Calidad nutritiva del (*Brachiaria humidicola*) estando solo y asociado con mani forrajero en la Altillanura plana. C.I. Carimagua**

| Pastura                          | Proteína Cruda (%) | Degradabilidad (%) |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| B. humidicola sin leguminosa     | 5.5                | 60                 |
| B. humidicola con mani forrajero | 8.7                | 65                 |

(*Stylosanthes capitata*) para suelos arenosos de la Altillanura y el mani forrajero (*Arachis pintoi*) y el Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) para suelos francos arcillosos de mejor fertilidad.

Los trabajos de renovación de praderas en fincas de productores, que realiza actualmente Corpoica, tienen como componente esencial la utilización de leguminosas forrajeras (mani forrajero, Kudzú y Capica), materiales que durante varios años han mostrado sus bondades, con aporte de nitrógeno al suelo que van de 85 a 200 kg/ha/año, eliminando de esta forma la fertilización química con nitrógeno, que tiene un alto costo para el productor. En los tres últimos años, el precio de un bulto de urea pasó de \$9500 en 1994 a \$20.000 en 1997.

En la renovación de praderas de (*Brachiaria decumbens*) degradadas, en fincas del Piedemonte y la Altillanura, con la introducción de mani forrajero y Kudzú, después de dos años de haber realizado la siembra se ven efectos positivos en la producción y calidad del forraje, en las características químicas del suelo y en la producción animal. Como ejemplo se tienen algunos resultados obtenidos en la finca Andremoni, ubicada en la Altillanura colombiana, municipio de Puerto López (Meta), en donde se está comparando la renovación de praderas con leguminosas, con fertilización nitrogenada y con el testigo; se tiene que en producción de forraje se han obtenido 2700, 2500 y 900 kg/ha de materia seca, respectivamente; en calidad de forraje, el mayor incremento observado fue el contenido de proteína cruda (Tabla 6). Especialmente en donde se fertilizó con nitrógeno, sin embargo, en los otros minerales, su incremento ha sido mayor en la pradera asociada.

Con respecto a las características químicas del suelo, los cambios observados son importantes a favor de la pradera asociada (Tabla 7) especialmente en los contenidos de materia orgánica, calcio, magnesio y potasio, a pesar del corto tiempo de evaluación (18 meses).

Como respuesta a la mayor producción y calidad de forraje en la pradera asociada, las ganancias de peso obtenidas en este tratamiento son superiores, esto se manifiesta principalmente en las ganancias obtenidas por ha/año que superan al testigo en un 169% (Tabla 8).

### 3. Renovación de praderas con cultivos

La utilización de cultivos para recuperar praderas, es una práctica que ha dado buenos resultados en Colombia y Brasil. En esta actividad se hace una preparación del suelo con labranza vertical preferiblemente, y se realiza la siembra del cultivo con su correspondiente fertilización. Simultáneamente, se siembran leguminosas forrajeras y en caso de presentarse baja población de plantas de pasto en la pradera degradada.

Incluye en la siembra 1 ó 2 kg de gramínea forrajera. Al término de cuatro meses se hace la cosecha del cultivo y la pastura queda lista para iniciar el pastoreo inmediatamente.

En los Llanos Orientales de Colombia, el cultivo que mejor resultado ha dado en sistemas agropastoriles (pastos más cultivo) es el arroz, por su mejor adaptación a las condiciones de alta saturación de aluminio (70 a 80%) de estos suelos, con una producción promedia de 2 t/ha, que genera al productor ingresos hasta de \$600.000 (año 1997),

**TABLA 6. Calidad del forraje de (*Brachiaria decumbens*) cuando se asocia con leguminosas forrajeras y cuando se fertiliza con nitrógeno en la Altillanura colombiana. Finca Andremoni.**

| Tratamiento                       | Proteína Cruda | Degrada-bilidad | P    | K    | Ca   | Mg   |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|------|------|------|------|
| <i>B. decumbens</i> + leguminosas | 8.5            | 67              | 0.21 | 1.90 | 0.32 | 0.22 |
| <i>B. decumbens</i> + nitrógeno   | 8.7            | 70              | 0.19 | 1.70 | 0.30 | 0.18 |
| <i>B. decumbens</i> testigo       | 6.0            | 63              | 0.13 | 1.20 | 0.21 | 0.16 |

**TABLA 7. Evaluación de las características químicas del suelo durante 18 meses, bajo tratamientos de renovación de (*Brachiaria decumbens*) en la Altillanura plana. Finca Andremoni, Puerto López.**

| Tratamiento                       | pH  | M.O. (%) | P (ppm) | meq/100 g |      |      |      |
|-----------------------------------|-----|----------|---------|-----------|------|------|------|
|                                   |     |          |         | Al        | Ca   | Mg   | K    |
| Antes de aplicar los tratamientos | 4.7 | 3.5      | 2       | 2.1       | 0.15 | 0.07 | 0.04 |
| <i>B. decumbens</i> + leguminosas | 4.7 | 4.1      | 2       | 1.7       | 0.50 | 0.13 | 0.08 |
| <i>B. decumbens</i> + nitrógeno   | 4.7 | 3.7      | 2       | 1.8       | 0.26 | 0.09 | 0.05 |

Fertilización en los dos tratamientos : (kg/ha) : 50 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 120 Ca, 30 K<sub>2</sub>O, 15 Mg, 14 S

**TABLA 8. Ganancia de peso de novillos pastoreando praderas renovadas de (*Brachiaria decumbens*). Altillanua colombiana, finca Andremoni, Puerto López**

|                                  | Pradera (u.a./ha) | kg/ha/año | Carga gr/an/día |
|----------------------------------|-------------------|-----------|-----------------|
| <i>B. decumbens</i> + leguminosa | 1.8               | 520       | 790             |
| <i>B. decumbens</i> + nitrógeno  | 1.5               | 385       | 703             |
| <i>B. decumbens</i> + testigo    | 1.3               | 193       | 407             |

u.a. : unidad animal equivalente a 350 kg de peso vivo

los cuales cubren el 90% de los gastos directos de recuperación (\$691.000). Es decir, en términos reales el productor sólo invierte \$91.000 en la recuperación de la pastura (Tabla 9).

## EVALUACION ECONOMICA DE LOS METODOS DE RENOVACION DE PRADERAS EN LA ALTILLANURA COLOMBIANA

En la (Tabla 9) se presentan los costos ocasionados en cada método de renovación de praderas de acuerdo con experiencias en el C.I. Carimagua y algunas fincas de productores. Es claro que cuando se introducen leguminosas o se utilizan cultivos como el arroz, los costos iniciales son más altos pero se obtienen pasturas de mejor calidad y producción que se refleja en la buena ganancia de peso animal.

Sin embargo, con cualquier método que se utilice para renovar pastos se obtienen incrementos en productividad en más del 100% (Tabla 10).

Si la pradera degradada se mejora con la introducción de maní forrajero, el primer año presenta utilidad más baja en relación con los otros dos métodos, ocasionado por el costo de la semilla, pero, se ha demostrado con el paso del tiempo, que la producción animal se incrementa con menor aplicación de fertilizantes.

En la renovación de pastos con arroz, se obtiene una buena utilidad cuando se cosecha al menos dos toneladas de arroz. Su valor, sumado a los buenos rendimientos en producción animal, representa al productor ganancias de más de \$300.000 por hectárea (Tabla 11).

**TABLA 9. Costos directos ocasionados para la recuperación de una pradera de (*Brachiaria decumbens*) con tres métodos.**

| Insumo       | Labranza Fertilización | Introducción Leguminosas | Arroz-Pastos   |
|--------------|------------------------|--------------------------|----------------|
| Fertilizante | 60.000                 | 60.000                   | 263.000        |
| Maquinaria   | 40.000                 | 60.000                   | 150.000        |
| Semillas     |                        | 100.000                  | 150.000        |
| Plaguicidas  | 2.000                  | 2.000                    | 20.000         |
| Empaques     |                        |                          | 40.000         |
| Acarreo      | 5.000                  | 5.000                    | 20.000         |
| Mano de obra | 12.000                 | 12.000                   | 48.000         |
| <b>Total</b> | <b>119.000</b>         | <b>239.000</b>           | <b>691.000</b> |

Fuente: Informe anual Programa Regional Pecuario 1997

**TABLA 10. Producción animal en praderas recuperadas de (*Brachiaria decumbens*) en condiciones de la Altillanura colombiana.**

| Método de Recuperación   | Carga u.a./ha | Ganancia Peso g/u.a./día | Ganancia Peso kg/ha/año |
|--------------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| Labranza y fertilización | 1.5           | 400                      | 219                     |
| Introducción leguminosa  | 1.5           | 515                      | 282                     |
| Con el cultivo de arroz  | 2.0           | 535                      | 390                     |
| Pastos degradados        | 1.0           | 250                      | 92                      |

\*u.a. : unidad animal que equivale a 350 kg de peso vivo.

Fuente : Informe Anual Programa Regional Pecuario 1997

**TABLA 11. Utilidad durante el primer año de pasturas en una pradera de *Brachiaria decumbens* con tres métodos de recuperación en condiciones de Altillanura colombiana.**

| Método de Recuperación   | Costo   | Ingreso    |          |
|--------------------------|---------|------------|----------|
|                          |         | Primer Año | Utilidad |
| Labranza + fertilización | 119.000 | 262.800    | 143.800  |
| Introducción leguminosas | 239.000 | 338.400    | 99.400   |
| Arroz-Pasto              | 691.000 | 1.068.000  | 377.000  |

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cantarutti, R.B.; Arauda, N.G.; Moreira, E.M. 1985. Eficiencia dos macronutrientes na recuperacao de pastagens de *Brachiaria decumbens* Staff. Informe de Pesquisas de 1983. Ilhéus, Brasil. p. 282-284.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. Programa de Pastos Tropicales, informe anual. Cali, Colombia.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1989. Programa Pastos y Forrajes, Informe anual C.I. Cartmagua.
- Proctropicos, 1993. Regeneración y manejo sostenible de los suelos degradados de las sabanas: una estrategia para la preservación del medio ambiente. Perfil del proyecto. 63 p.
- Rincón, A. 1990. Recuperación de *Brachiaria decumbens* y mejoramiento nutritivo de *Brachiaria humidicola* con base en *Arachis pintol*. Sociedad de Ingenieros Agrónomos del Llano "SIALL". Vol. 7 No. 3. p. 70-74.
- Salindas, J.G. 1989. Fertilización de pastos en suelos ácidos. CIAT. Cali, Colombia. 11 p

# 9. POTENCIAL PRODUCTIVO DE LAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS ADAPTADAS EN EL PIEDEMONTES DEL META Y NORTE AMAZÓNICO

Oscar Pardo Barbosa <sup>1</sup>

**D**esde el punto de vista nutricional, la producción bovina de la Orinoquia colombiana y el Norte amazónico, esta basada principalmente en el consumo de pastos. Estos también denominados "mejorados", por la serie de ventajas que han aportado a los sistemas de producción bovina, ocupan el 0.03% del área utilizable en pastos de la Orinoquia colombiana, (Pérez y otros, 1994), siendo el (*Brachiaria decumbens*) Stapf, la especie con mayor número de hectáreas sembradas en la región, además de ser considerada como la especie que partió en dos la historia de la ganadería en los Llanos Orientales, porque con ella se logró entre otras ventajas, incrementar la capacidad de carga, y mejorar los rendimientos de carne (15 veces), con respecto a la sabana nativa.

Las especies introducidas reseñadas en el presente documento se caracterizan por su adaptación, producción de materia seca y un alto valor nutritivo, comparadas con las especies forrajeras nativas de la región. El objetivo primordial, es resaltar de manera breve las características, importancia productiva de las principales especies de gramíneas y leguminosas adaptadas a la Orinoquia y Norte Amazónico Colombiano. La utilización de cualquiera de las especies forrajeras depende de factores como la fertilidad, acidez, textura y humedad del suelo, así como del objetivo de uso por parte del productor.

## **(*Brachiaria decumbens*) Stapf**

Los nombres más comunes para esta gramínea son: pasto amargo, pasto peludo, braquiaria común.

El (*Brachiaria decumbens*) Stapf es originario de África Ecuatorial, crece bien en sabanas abiertas o con presencias de arbustivas. Fue introducido a Colombia en 1953, procedente de Puerto Rico y su evaluación en los Llanos Orientales se inició en 1961 (Pérez y otros, 1994).

### 1. Características Agronómicas

El pasto *brachiaria*, crece bien en regiones de baja fertilidad con sequías prolongadas, como el Piedemonte del Meta, norte Amazónico y Altillanura de Colombia, con altos rendimientos de forraje (Tabla 1). En el Piedemonte del Meta los reportes de producción de forraje puede fluctuar entre 9.8 toneladas de materia seca/año (Pérez, 1994) y 12 ton de M.S./ha/año (Lemus L.H y otros, 1995) para el Piedemonte Llanero. Pérez reporta una producción de forraje para la localidad del Retorno Guaviare de 10.8 t/año de M.S. En general los mayores rendimientos de forraje se obtienen en suelos francos a arcillosos y con alta precipitación.

<sup>1</sup> Zootecnista Programa Regional de Investigación Pecuaria C.I. La Libertad Km 21 vía a Puerto López, Corpoica. AA 3129, Villavicencio-Meta-Colombia

**Tabla 1. Producción de forraje de pasto (*Brachiaria decumbens*) en diferentes localidades de los Llanos Orientales.**

| Localidad                          | Tipo de Suelo | Forraje seco t/ha/año |
|------------------------------------|---------------|-----------------------|
| La libertad, Villavicencio, Meta * | FAr           | 7.9                   |
| Iracá, San Martín, Meta*           | F             | 8.3                   |
| Villanueva, Casanare*              | A             | 3.8                   |
| Yopal, Casanare*                   | FA            | 9.1                   |
| Arauca, Arauca*                    | FAr           | 11.3                  |
| Puerto Carreño, Vichada*           | A             | 2.2                   |
| El Retorno, Guaviare**             |               | 10.8                  |

\* Promedio de tres años \*\* promedio de dos años  
Fuente: Pérez B. R.A. y col. 1994.

En regiones donde el crecimiento es denso y vigoroso, son limitadas las posibilidades de permitir una asociación estable y duradera con leguminosas. Sin embargo con (*Arachis pintoi*), se ha logrado establecer asociaciones productivas, que además son estables, casos similares se han observado con Kudzu y (*Desmodium heterophyllum*), aunque con menos persistencia de la leguminosa.

## 2. Valor nutritivo y Producción animal

El valor nutritivo del (*Brachiaria decumbens*), puede considerarse como moderado en términos de composición química, digestibilidad y consumo voluntario.

Aunque la calidad nutricional de las especies forrajeras fluctúa de acuerdo con factores de manejo, de la especie y de las condiciones edafoclimáticas, en la (Tabla 2) se relacionan algunos valores promedio del contenido de nutrientes de esta especie, obtenidos en el C. I. La Libertad.

El contenido de proteína cruda (P.C.) disminuye de 9,28 % a los 30 días de rebrote hasta 4,56% a los 75 días de edad, similar comportamiento se observa en la digestibilidad de la materia seca (DIVMS).

La (Tabla 3) muestra las fluctuaciones que se presentan en la P.C. y DIVMS debido al manejo del pastoreo animal al cual es sometida la pastura. Asimismo las ganancias de peso por animal y por ha/año fueron mayores en el pastoreo alterno de 14 días con 133 y 400 kg de peso respectivamente, las menores respuestas en ganancia de peso se presentaron cuando el período de alteración fue de 42 días que concuerda con la menor calidad nutritiva del pasto debido a la madurez.

La asociación de esta gramínea con leguminosas permite que las ganancias de peso de los animales sean mayores. En asociación con el kudzu tropical las ganancias de peso de novillos fueron 22% superiores con respecto a la gramínea pura. Cuando al (*Brachiaria decumbens*) se le introdujo (*Desmodium heterocarpum*) ssp. *ovalifolium* + Azufre, en franjas, cubriendo el 20% del área del pasto, los rendimientos que se obtuvieron fueron 29% superiores al testigo.

Una de las mejores asociaciones del (*Brachiaria decumbens*) es con (*Arachis pintoi*) mani forrajero, alcanzando incrementos de peso que oscilan entre 520 y 550 g/animal /día y rendimientos por hectárea de 600 kg de carne/año (Tabla 4.).

**Tabla 2. Concentración de proteína, digestibilidad "In vivo" de la materia seca y de la proteína cruda del pasto (*Brachiaria decumbens*) en cuatro edades de rebrote. C. I. La Libertad. 1992.**

| Edad de rebrote (días) | P.C. | DIVMS | DPC  |
|------------------------|------|-------|------|
| 30                     | 9.28 | 56.0  | 60.1 |
| 45                     | 8.52 | 52.9  | 58.3 |
| 60                     | 6.52 | 47.6  | 53.7 |
| 75                     | 4.56 | 45.5  | 48.1 |

Fuente: Pérez y colaboradores, 1994. Datos del laboratorio de Nutrición Animal, Tibaitata.

**Tabla 3. Calidad nutritiva del pasto *Brachiaria* a diferentes edades de rebrote, y ganancias de peso de novillos en pastoreo alterno en el Piedemonte Llanero<sup>a</sup> C. I. La Libertad. 1992.**

| Alternación (días) | P.C. % | DIVMS % | Kg/Animal |     | Kg/ha/año |
|--------------------|--------|---------|-----------|-----|-----------|
|                    |        |         | Día       | Año |           |
| Continuo           | 8.0    | 60.0    | 0.352     | 128 | 385       |
| 14                 | 8.3    | 61.3    | 0.365     | 133 | 400       |
| 28                 | 7.6    | 58.8    | 0.300     | 109 | 328       |
| 42                 | 6.3    | 55.7    | 0.269     | 98  | 294       |

\* Promedio de tres años de evaluación, carga 3.0 animales/ha.

Fuente: Pérez y colaboradores, 1994.

**Tabla 4. Producción de carne en pasto (*Brachiaria decumbens*) solo y asociado con leguminosas, en el Piedemonte Llanero. C. I. La Libertad. 1993.**

| Praderas                              | Manejo del pastoreo | Carga animal/ha | Producción de carne |               |           |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------|-----------|
|                                       |                     |                 | g/animal/día        | Kg/animal/año | Kg/ha/año |
| <i>B.decumbens</i>                    | Continuo            | 3.0             | 351                 | 128           | 385       |
| <i>B.decumbens</i>                    | Alterno 1           | 3.0             | 365                 | 133           | 400       |
| <i>B.decumbens</i> + N                | Rotacion            | 3.3             | 334                 | 122           | 403       |
| <i>B.decumbens</i> + kudzu bco. prot. | Alterno             | 3.0             | 428                 | 156           | 469       |
| <i>B.decumbens</i> + D.h. + S         | Continuo            | 3.0             | 452                 | 165           | 495       |
| <i>B.decumbens</i> + kudzu            | Alterno 4           | 3.0             | 460                 | 168           | 504       |
| <i>B.decumbens</i> + A. pintoí        | Alterno 2           | 3.0             | 548                 | 200           | 600       |

Fuente: Pérez y col 1994.

1. Alternación cada 14 días.

3. D.h. *ovalifolium*: franjas 20% del área

2. Rotación: 7 días de ocupación y descanso + 50kg /ha de N estacional.

4. Alternación cada 35 días.

### 3. Plagas

El "salvazo" o "mión de los pastos" (*Zulia colombiana* y *Aeneolamia ssp*), son insectos chupadores y pertenecen al orden homóptera, familia cercopidadae; son la plaga mas importante del (*Brachiaria decumbens*), ya que esta puede afectar seriamente la productividad y persistencia de la gramínea; agravándose esta situación por el difícil control de las poblaciones del insecto, debido a que el habito de crecimiento decumbente de la gramínea crea las condiciones optimas de protección para el desarrollo del insecto (Acosta, A. 1993).

### 4. Ventajas y desventajas del (*Brachiaria decumbens*) pasto amargo

#### VENTAJAS

- Rápido establecimiento
- Buena producción de semilla
- Calidad nutritiva
- Fácil manejo
- Compatible con leguminosas

#### DESVENTAJAS

- Susceptible a salvazo
- Susceptible a encharcamiento
- Fotosensibilizador
- No palatable a los equinos

### 5. VENTAJAS DE LA ASOCIACIÓN GRAMÍNEA - LEGUMINOSA

- Mayor productividad por animal y por hectárea
- Mejor comportamiento reproductivo
- Mayor amortización de la época seca
- Menos malezas
- Gramínea más vigorosa
- Praderas más persistentes
- Mejoramiento de la fertilidad del suelo

**(*Brachiaria brizantha*) (Hochst) Stapf cv la Libertad** Nombre vulgar: pasto la Libertad.

Esta gramínea es originaria de Africa tropical y se encuentra distribuido en regiones que van desde el nivel del mar hasta los 1800 m de altura y precipitaciones que van desde los 800 a 3500 mm al año. Fue introducida al país en el año de 1955, y se inicio su evaluación en 1966 en el centro experimental ICA-Palmira. Desde 1970 se intensificaron los trabajos con esta especie en el C. I. La Libertad, reportándose como las de mejor comportamiento junto con el (*Brachiaria decumbens*); esta especie se ha difundido en diferentes localidades del Piedemonte Llanero y Amazónico.

#### 1. Características Agronómicas.

El pasto la libertad presenta buena producción de forraje en los suelos ácidos y de baja fertilidad. En pruebas regionales realizadas en el Piedemonte Llanero la producción anual de materia seca ha variado entre 8.600 a 11.100 kg/ha. En el Centro experimental ICA- Macagual, Florencia, Caqueta la producción de forraje (corte a las 12 semanas) de este pasto fue superior al decumbens y humicicola con 3.53 y 3.00 ton/ha de M.S. para la época de máxima y mínima precipitación. (Maldonado G. 1990).

### Esta gramínea sobresale por las siguientes características:

- Buena adaptación y producción de forraje en condiciones de suelos de mediana fertilidad
- Excelente comportamiento en suelos arenosos.
- El sistema radicular profundo le permite alcanzar el agua en condiciones de extrema sequía.
- Su calidad o valor nutritivo es el mejor comparado con las demás especies de **Brachiarias** adaptadas a la región.
- Se recupera bien después de la quema.
- Al igual que el decumbens, requiere de suelos bien drenados y no tolera encharcamientos prolongados.
- Tolerancia al ataque de mióidos de los pastos y se recupera de manera rápida.
- Por su hábito de crecimiento erecto tiene mayor compatibilidad con leguminosas forrajeras que otras especies de Brachiaria.
- La latencia de la semilla de esta gramínea se rompe con el almacenamiento, aunque se puede acelerar mediante la escarificación con ácido sulfúrico.
- Tiene mejor palatabilidad que otras especies de Brachiaria, y los equinos la consumen bien.
- Se propaga por cariópside o cepas, pero sus tallos no emiten raíces.

## 2. Valor nutritivo y producción animal.

Con relación a la palatabilidad, consumo, digestibilidad y composición química el pasto la Libertad se considera de valor nutritivo de moderado a bueno. Los parámetros nutritivos como proteína fluctúan entre 7 y 15%, y la digestibilidad de la materia seca entre 65 y 72%.

En pastoreo continuo en el C. I. La Libertad con cargas estacionales de 1.5 animales/ha en sequía y 2.5 animales/ha en lluvias, se han obtenido entre 100 y 650 g/animal/día respectivamente.

Las evaluaciones realizadas en el centro de investigaciones de la Libertad, de este pasto asociado con leguminosas, muestran que cuando se asocia con kudzu tropical, en pastoreo alterno y con carga fija de 3.0 animales/ha., se mostraron ganancias entre 472 y 518 gramos, lo que indica que se pueden obtener cerca de 552 kg de carne/año. En asociación con **Arachis pintoi** en pastoreo rotacional y carga de 3.0 animales/ha, se obtuvo una producción de 559 kg de carne/año.

### **Brachiaria dictyoneura (figari & De Not.) Stapf cv. Llanero.** Nombre vulgar: pasto Llanero

Originario de África tropical, fue introducida por el CIAT en el año de 1978 por el programa de Pastos Tropicales, se adapta bien a las condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad, con textura franco arcillosa y buen drenaje. Se adapta bien a las regiones tropicales, desde el nivel del mar hasta los 1800 m. y a precipitaciones entre los 1500 a 3500 mm./año.

## 1. Características Agronómicas

Este pasto tiene una buena producción de forraje en las regiones del Piedemonte Llanero y Amazónico, así como en la Altillanura plana bien drenada de los Llanos Orientales de Colombia. Pérez y otros (1994) reportan entre 8.4 y 9.6 t de M.S./ha/año, para el Piedemonte Llanero y 10.6 t /ha/año de M.S. para el Guaviare.

El pasto Llanero liberado por el ICA en 1987, se destaca por las siguientes características:

- Se adapta bien a las condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad.
- Es tolerante a la sequía y se recupera bien después de la quema.
- Tolerancia al ataque de mióidos de los pastos y se recupera rápidamente.

- Requiere de suelos bien drenados y no tolera encharcamientos prolongados .
- Tiene buena compatibilidad con leguminosas.
- Tiene buena palatabilidad.
- Se propaga por estolones, cepas o por carióspside.
- Es de establecimiento lento tanto por estolones como por carióspside, por lo cual requiere mayor densidad de siembra en zonas con alto potencial de malezas.
- La latencia de la semilla es mayor y más difícil de romper que las otras especies de Brachiarias.
- Es susceptible al ataque de hormigas.

## 2. Valor Nutritivo y Producción Animal

El valor nutritivo del pasto (*Brachiaria dictyoneura*) se puede considerar como moderado, en términos de composición química, digestibilidad y consumo. El contenido de proteína varía entre 6.0 y 8.0 % y la DIVMS entre 55 y 60%. Para la época de Lluvias, la proteína puede disminuir hasta un 3%, la digestibilidad a un 45%. Para el Piedemonte Llanero se reportan contenidos de proteína entre 6.5 y 10.6%, y digestibilidad del 65% para rebrotes de 35 a 50 días de edad.

En el C. I. La libertad de CORPOICA en Villavicencio, esta gramínea asociada con Kudzú tropical y con una carga permanente de 3.0 animales/ha, reportó ganancias diarias de 490 g/animal, lo que indica que alcanza cerca de 179 kg/animal y 538 kg/ha.

## 3. Ventajas y desventajas del (*Brachiaria dictyoneura*) (pasto Llanero)

### VENTAJAS

- Buena calidad de la semilla
- Medianamente compatible con leguminosas
- Gran capacidad estolonífera
- Tolerante al salivazo
- Calidad nutritiva media
- Fácil manejo

### DESVENTAJAS

- Lento establecimiento
- Medianamente susceptible al encharcamiento
- Semilla susceptible a enterramiento
- Susceptible a ataque de hormigas

### *(Brachiaria humidicola)* (Rendle) Schweickerdt cv. Pasto humidicola

Nombre vulgar: pasto dulce, braquiaria dulce, pasto humidicola.

Es nativo de África tropical oriental y sur oriental, especialmente de zonas con alta precipitación. Fue introducido por el CIAT y ha sido evaluado en ecosistemas como el de la Altillanura plana, Piedemonte de los llanos orientales y Piedemonte Amazónico.

El pasto humidicola se ha difundido ampliamente entre los ganaderos de los Llanos Orientales de Colombia, debido a su adaptación a condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad, por su densa cobertura, alta capacidad de carga y tolerancia a suelos húmedos.

## 1. Características Agronómicas

Crece bien en las regiones tropicales desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm y con precipitaciones que van desde los 1500 mm hasta los 4000 mm/año. Se comporta bien en diferentes tipos de suelo, desde fértiles hasta ácidos y pobres, y de franco-arenoso hasta arcillosos.

Es una gramínea perenne y estolonífera, de hábito de crecimiento semierecto a postrado, los estolones son largos y fuertes, de color púrpura y enraizan con gran facilidad.

Las observaciones y experiencias con el (***Brachiaria humidicola***), indican que esta gramínea sobresale por:

- Buena adaptación a suelos ácidos, con alta saturación de aluminio y baja fertilidad.
- Se propaga fácilmente por material vegetativo (estolones y cepas) y por semilla.
- Tiene crecimiento estolonífero vigoroso, presenta cobertura densa, es agresiva, poco compatible con leguminosas, excepto con (***Arachis pintoi***) maní forrajero, y (***Desmodium heterocarpum***) spp. *Ovalifolium*.
- Tolera bien los excesos de humedad en el suelo, pero no el encharcamiento prolongado.
- Tolera bien la sequía, sin embargo en suelos arenosos, durante la época seca disminuye la producción de forraje.
- Soporta altas cargas animales en pastoreo.
- Es tolerante a las quemaduras, plagas y enfermedades, aunque en zonas muy húmedas puede ser atacado por la roya (***Uromyces setariae italicae***). El pasto humidicola puede hospedar altas poblaciones de miótilo de los pastos que en determinado momento pueden ocasionar daño a la gramínea y a otras especies susceptibles.
- Produce poca semilla viable y presenta latencia prolongada.
- Su calidad nutritiva es baja, principalmente en términos de proteína cruda, lo cual afecta su consumo voluntario y la ganancia de peso animal.
- La calidad disminuye rápidamente a través del tiempo y la productividad animal es menor que las otras especies de ***Brachiaria***.

## 2. Valor Nutritivo y Producción Animal

El pasto humidicola se considera bajo en proteína y en consumo voluntario. En Carimagua en una pastura se observó un contenido de proteína cruda en oferta y seleccionado por los animales entre 3.0 y 3.5% en la época de Lluvias y entre 2.0 y 3.0% en época seca, lo que trajo como consecuencia bajas ganancias de peso en ambas épocas.

En el C. I. La Libertad, piedemonte llanero, en pastoreo continuo con 3.0 animales/ha, y con fertilización de mantenimiento de 100kg/ha de 10-20-20, produjo 362 g/animal/día, durante el primer año; en el segundo año de pastoreo las ganancias fueron de 125 g/animal/día; esta reducción en la ganancia de peso se observó sin que la pastura mostrara signos de degradación.

En asociación con kudzu, establecido con fertilización de 40 kg/ha de P y K, 15 kg/ha de Mg y S, mas una fertilización de mantenimiento cada año, en un 50% de la dosis de establecimiento, monitoreadas durante 4 años en pastoreo alterno con cargas de 2,3, y 4 animales/ha, se encontraron unas ganancias de 440, 469 y 350 g/animal/día. La leguminosa desapareció al final del primer año de pastoreo. La producción del humidicola en monocultivo es la menor de las otras especies de brachiaria y en algunos casos ha sido inferior a la obtenida con los pastos naturales de los Llanos Orientales.

Por su agresividad y dominancia, el pasto humidicola ha mostrado poca compatibilidad con leguminosas como el kudzu, (***Centrosema*** sp.) y (***Stylosanthes*** sp), sin embargo con (***Desmodium heterocarpum*** spp). (***Ovalifolium***) y (***Arachis pintoi***) se ha logrado asociaciones estables y productivas. Con estas asociaciones se logra aumentar el porcentaje de P.C. hasta un 9% , lo que se traduce en una mejora de las ganancias de peso.

Durante 4 años, se evaluó en el C.I. la Libertad la producción de carne en pasturas de (***Brachiaria humidicola***) solo y asociado con Maní forrajero perenne, con 3.0 animales/ha, se obtuvieron 90 y 151 kg de carne/año para el monocultivo y asociado respectivamente.

### 3. Ventajas y desventajas del (*Brachiaria humidicola*) pasto Dulce

#### VENTAJAS

- Fácil establecimiento por material vegetativo
- Poco compatible con leguminosas
- Gran capacidad estolonífera
- Tolerante al salivazo
- Buen establecimiento en suelos húmedos
- Buen comportamiento en época seca
- Fácil manejo
- Soporta alta carga animal

#### DESVENTAJAS

- Lento establecimiento por semilla
- Calidad nutritiva media a baja
- Buen hospedero del salivazo
- Inhibe la nitrificación

***Panicum maximum* jacquin.** Nombre vulgar: pasto guinea, pasto india, saboya

Existen más de 500 especies de *Panicum*, anuales y perennes, la mayoría son nativas de África tropical; la especie más importante de *Panicum* es originaria de Rodesia del sur, su introducción a América ocurrió en el año 1774 en barcos que arribaron a las Antillas y al Brasil.

Las plantas de (***Panicum Maximum***), son cespitosas, perennes y forman macollas que alcanzan hasta 3 m, de altura y diámetros de 1 metro. Los tallos son erectos y contienen hasta 12 nudos. Las plantas poseen raíces largas y nudosas que forman pequeños bulbos y pueden alcanzar profundidades hasta de 4 metros, lo que le confiere cierta tolerancia a la sequía.

#### 1. Características Agronómicas.

Existe una amplia variedad de cultivares de (***Panicum Maximum***) utilizados en América tropical, no obstante los cultivares tienden a presentar altos requerimientos nutricionales.

El (***Panicum Maximum***) se cultiva entre los 20 ° latitud norte y 20 ° latitud sur, en zonas con precipitaciones alrededor de 1300 mm., y hasta los 1700 msnm, la temperatura y la longitud del día son factores ambientales que influyen en el crecimiento y producción de esta gramínea.

Este pasto se caracteriza:

- Es exigente en suelos drenados, de textura ligera (profundos), preferiblemente arenosos y fértiles.
- No tolera suelos arcillosos e inundables.
- Soporta inundaciones por períodos cortos de tiempo.
- Tolerancia a suelos ácidos siempre y cuando presenten un buen drenaje.
- Se ha observado que requiere de altas cantidades de agua.

La producción de biomasa de los cultivares de (***Panicum Maximum***), es variable y esta condicionada por factores de clima, suelo, manejo, edad y madurez de la planta. Los rendimientos o producción de forraje reportado por Franco y col. (1990) y 1992, a las 12 semanas de rebrote fue de 1.07 t/ha en el piedemonte llanero; el comportamiento para la parte amazónica fue inferior, 0.2 y 1.4 t/ha para máxima y mínima precipitación.

#### 2. Valor Nutritivo y producción Animal

Como la mayoría de las gramíneas, la calidad nutritiva disminuye con la edad. La proteína cruda varía de 21% a las 2 semanas de rebrote hasta 5.5% con cortes cada 3 meses. La reducción de la calidad nutritiva se acentúa en la época de sequía.

La DIVMS del (***Panicum Maximum***) es la más alta en comparación con las gramíneas tropicales, con un promedio de 70% con pequeñas fluctuaciones entre las épocas climáticas.

Por su buen valor nutritivo, es posible obtener sin fertilizar, ganancias de peso animal entre 100 y 175 g/animal/día lo que equivale a 200 o 400kg de peso vivo.

**Arachis pintoi Krapovickas y gregory. Nom. Nud, cv Maní forrajero.** Nombre vulgar: maní forrajero, maní perenne.

Las especies de *Arachis* son originarias de América del sur en la región comprendida entre el este de los Andes, el sur del Amazonas y el norte de la Plata, el maní forrajero fue colectado por Geraldo C. P. Pinto, en Bahía, Brasil. En 1978 se introdujo a los Llanos Orientales de Colombia desde Australia.

Es una especie de germinación epigea, rastrera y estolonífera que alcanza una altura de entre 20 y 40 cm. Su raíz pivotante alcanza una profundidad de 35 cm. El tallo es circular ligeramente aplanado entre nudos cortos, llega a tener 1.5 m. de largo con producción abundante de raíces.

### 1. Características agronómicas

**(Arachis pintoi)** se desarrolla bien en regiones que van desde los 0 metros a los 1800 m.s.n.m. ; con precipitaciones de 1500 a 3500mm/año. Se adapta bien a suelos de mediana fertilidad, aunque tolera suelos ácidos con niveles altos de aluminio, pobres en nutrientes y con contenidos no altos de arena.

La producción de forraje va desde 1.4 toneiadas de M. S./ha/año en la Altillanura hasta 5.5 t. de M. S. /ha /año en el Piedemonte Llanero. La sequía prolongada afecta severamente la producción de forraje, sin embargo con las primeras lluvias reinicia su crecimiento y la mayoría de las semillas presentes en el suelo germinan.

Una característica importante es que **(Arachis pintoi)** tolera muy bien la sombra, otorgándole un gran poder de asociación con gramíneas agresivas, además de poder usarse como cobertura en cultivos arbóreos.

### 2. Valor Nutritivo y Producción Animal

El **(Arachis pintoi)** presenta altos contenidos de proteína cruda y calcio, además que cuando esta asociado con gramíneas, la calidad de la dieta animal mejora sustancialmente, presentándose mayores ganancias de peso animal. En el C. I. Carimagua en época de lluvias la asociación de **(Brachiaria humidicola)** con **(Arachis pintoi)** presentó ganancias de peso superiores en un 46% con respecto a la gramínea sola.

En el Piedemonte Llanero, en pastoreo alterno y con carga fija de 3 animales/ha, la producción animal de las gramíneas solas y asociadas fueron las siguientes: en **(Brachiaria humidicola)** 90 y 151 kg/animal , en **(Brachiaria dictyoneura)** de 131 y 168 kg /animal, con **(Brachiaria Brizantha) cv la libertad** la producción de peso vivo fue de 187 kg/animal, con **(Brachiaria decumbens)** la ganancia animal fue de 200kg/animal/año. El potencial de producción de los pastos asociados con maní forrajero es de 150 a 200 kg/animal/año y de 400 a 600 kg de carne/año.

### 3. Ventajas y desventajas del (Arachis pintoi) maní forrajero

#### VENTAJAS

- Planta estolonífera
- Compatible con gramíneas agresivas
- Excelente valor nutritivo
- Buena palatabilidad
- Tolerante al sombrero
- Tolerante a la humedad del suelo

#### DESVENTAJAS

- Difícil establecimiento por semilla
- Difícil cosecha de semilla
- Necesita suelos mediana a bien fértiles

***Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. Cv. Kudzú.** Nombre vulgar : Kudzú tropical, Kudzú.

Esta leguminosa es nativa del Este y Sureste de Asia, Malasia e Indonesia. Se adapta bien a regiones tropicales desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm., con mas de 1500mm. de precipitación. Es una leguminosa herbácea perenne de germinación epigea, con sistema radicular profundo, planta voluble y trepadora.

### 1. Características agronómicas

El Kudzú crece bien en suelos con pH 4.0 a 5.5, no tolera suelos salinos, soporta suelos inundados, a suelos de mediana a baja fertilidad, aunque se ha observado en alturas de 2000 m.s.n.m. En regiones húmedas de Colombia con altura superior a los 800 m. desaparece, posiblemente debido a la baja radiación solar.

La producción de materia seca en San José del Guaviare con frecuencia de cote de 12 semanas presentó 1581 y 1343 kg de M.S. para época de máxima y mínima precipitación. Bajo corte la producción de forraje seco ha sido de 10 t/ha/año. Responde bien a aplicaciones de fósforo, especialmente en suelos ácidos.

Las asociaciones mas estables se obtienen cuando se siembra con ***Brachiaria ecumbens*** en franjas separadas.

### 2. Valor Nutritivo y Producción Animal

Su valor nutritivo es alto en términos de contenido de proteína, entre el 15 y el 23%, la DIVMS es media de 47% a 74%, la calidad del Kudzú depende principalmente de la edad del rebrote y de la época estacional de máxima o mínima precipitación. En Carimagua, en asociación con *Andropogon*, produjo ganancias de peso de 500 a 600 g/animal/día, con cargas de 2 y 2.5 animales por ha. en época de lluvias, lo que se traduce en una producción entre 200 y 225 kg/animal/año y entre 350 y 400 kg de carne /ha/año. Se reportan ganancias en asociación con ***P. maximum*** de 542 kg/ha/año en América tropical.

En el C. I. la libertad, el Kudzu en asocio con ***Brachiaria brizantha*** cv la Libertad, en pastoreo alterno y con carga fija de 3.0 animales/ha produjo ganancias de 472 y 518 g/animal/día en época seca y lluviosa respectivamente.

## BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA A. ALFONSO E. 1993. Plagas insectiles en especies forrajeras, prevención y control. En Curso de producción de pastos en suelos ácidos. Yopal- Casanare. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 20 -31p.
- CUESTA, M. P. A. y PEREZ B., R.A. 1987. PASTO LA LIBERTAD *Brachiaria la brizantha* (Hochst). Stapf. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Boletín Técnico No. 150 16 p.
- GIRALDO, V. L. ALFONSO. 1996 . Manejo y utilización sostenible de pasturas. Universidad Nacional de Colombia. 3ra. Edición
- LEMUS L. H.; J. BELALCAZAR.; C. V. DURAN. 1995 Especies Forrajeras Tropicales de Interes para pasturas en suelos ácidos de Colombia Fascículo 2. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia p. 10 – 98.
- PEREZ B., R.A.; y LASCANO C. 1992. Pasto Humidicola (*Brachiaria humidicola* (Rendle, Schweickl). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Boletín Técnico No. 181 20 p.
- PEREZ B., R.A.; J. GOMEZ, S. A. E. ACOSTA A. Y G. E. NAVAS R. 1994. El PASTO BRAQUIARIA características, manejo y producción animal en la Orinoquia Colombiana. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Boletín Técnico No. 227 32 p.
- TERGAS L. E. y SANCHEZ, P. A. 1978. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT). Cali, Colombia. 501 p.

# 10. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA GANADERÍA BOVINA EN SAN JOSÉ DEL GUAVIARE

Jorge L. Parra\*, Clarita Bustamante\*, Jorge E. Useche\*\*,  
Rosmery Durán\*\*\* y Víctor H. Sánchez\*.

**E**n el municipio de San José del Guaviare, dentro del área intervenida de la reserva del Norte Amazónico, se seleccionaron 80 predios con ganadería bovina, distribuidos en las trochas: Leona (10/80); vía al Retorno (8/80); San José-Puerto Arturo (8/80); Nuevo Tolima (4/80); Trocha Oriental (6/80); Puerto Arturo-Raudal (7/80) y Trocha ganadera (37/80). Se aplicó una encuesta personalizada en predios, en el primer semestre de 1995, con aspectos referentes a uso de áreas, forrajes, alimentación y salud animal, infraestructura disponible y poblaciones animales domésticas.

## AREA DE LOS PREDIOS Y USO DEL SUELO

La información se almacenó y depuró en la base de datos PANACEA (Pan Livestock service, 1982). Con el fin de no perder información, gran cantidad de variables nominales se condensaron en variables continuas, asignando puntajes arbitrarios de acuerdo a su importancia en ganadería bovina y constituyendo coeficientes de infraestructura pecuaria y de calidad de vida.

Se efectuó correlación entre variables continuas, excluyendo selectivamente una de las que presentó correlaciones  $\geq 0.50$ , seguidamente se empleó el método factorial multivariado de análisis de componentes principales, donde se seleccionaron 5 componentes que explicaron el 70% de la variación, procediendo a jerarquizar por conglomerados los predios de acuerdo a la distancia euclidiana (Bautista y cols; 1990), obteniendo así los diferentes subsistemas de importancia en la muestra evaluada. Finalmente el proceso se efectuó con 15 variables continuas y 22 variables ilustrativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la depuración de la información se perdió el contenido de 10 encuestas (11%), ya que la muestra inicialmente era

\* Investigadores CORPOICA; \*\* MVZ Ejercicio privado; \*\*\* Estadística. Universidad Nacional de Colombia (1) Proyecto financiado por el PNR, Minagricultura y CORPOICA. Conferencia presentada al curso de ganadería para el Plante. Octubre 6-8/98. Villavicencio.

de 90 predios, esto resalta la importancia de adicionar un margen de seguridad razonable (10%) cuando se efectúan muestreos en poblaciones.

La clasificación Jerárquica (Cluster por conglomerados) puede resumirse como fraccionar un conjunto (en este caso las fincas encuestadas) en subconjuntos, de tal modo que la diferencia entre elementos de un mismo subconjunto sea mínima y máxima para los elementos de los diferentes subconjuntos, la idea principal asociada a un dendograma (árbol de partición) es encontrar el punto de corte deseado (Bautista y Cols; 1990)

De acuerdo a lo anterior se efectuó un corte de acuerdo a la similitud y divergencia de las fincas, obteniendo 3 subsistemas, los 2 primeros con un claro agrupamiento y el tercero constituido por predios heterogéneos y con variabilidad entre ellos, el cual se denominará subsistema 3 ó residual.

El área aproximada de los predios evaluados fué de 37665 ha, de las cuales 19746 correspondieron a pasturas (52%); 17590 a bosques intervenidos y rastrojos en diverso grado de recuperación (47%), 329 a cultivos (1%) representados en 156 ha en cultivos de Pancoger y 173 en caucho.

En el subsistema 1 se encontró el 60% de los predios, el 15% del área total, el 18% del área en bosques y rastrojos, el 56% del área en cultivos de Pancoger, el 46% del área en caucho, el 11% del área en pasturas y el 36% de los bovinos.

En el subsistema 2 se encontró el 23% de los predios, el 28% del área total, el 27% del área en bosques y rastrojos, el 8% del área en cultivos de pancoger, el 9% del área en caucho, el 29% del área en pasturas y el 44% de los bovinos

En el tercer subsistema (residual) se encontró el 17% de los predios, el 57% del área total, el 55% del área en bosques y rastrojos, el 36% del área en cultivos de pancoger, el 45% del área de caucho, el 60% del área en pasturas y el 20% de los bovinos.

Las características generales en cuanto a áreas se presentan en la (tabla 1).

En general, por cada hectárea en bosque intervenido y/o rastrojos se encontraron 1.12 ha en pasturas, siendo esta razón de 0.69 en el subsistema 1 y 1.21 en los otros 2 subsistemas.

En general la clasificación presentó variabilidad de los predios en cuanto al uso de áreas dentro del subsistema, debido a la clasificación multivariada del análisis. Por tanto la mediana, como medida de tendencia central, que remueve valores extremos en las colas de la distribución, es la mas adecuada para aproximarse a la áreas promedios y su uso. (Tabla 2).

**Tabla 1. Distribución y uso de áreas, depredios en ganadería en San José del Guaviare. 1995**

| Area (Ha)           | Subsistema 1 | Subsistema 2 | Subsistema 3 | General      |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Pasturas            | 2132         | 5798         | 11816        | 19746        |
| Cultivos Pancoger   | 88           | 12           | 56           | 156          |
| Caucho              | 80           | 15           | 78           | 173          |
| Bosques y rastrojos | 3080         | 4779         | 9731         | 17590        |
| <b>Area total</b>   | <b>5380</b>  | <b>10604</b> | <b>21681</b> | <b>37665</b> |

**Tabla 2. Mediana de uso de áreas por subsistema en predios con ganadería en San José del Guaviare. 1995**

| Area (ha)         | Subsistema 1 | Subsistema 2 | Subsistema 3 | Mediana General |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Pasturas          | 40.0         | 120.0        | 80.0         | 57.5            |
| Cultivos Pancoger | 2.0          | 0.0          | 2.0          | 2.0             |
| Caucho            | 1.0          | 0.0          | 5.0          | 2.0             |
| Rastrojo/bosque   | 37.5         | 96.0         | 112.0        | 53.5            |
| <b>Area total</b> | <b>80.0</b>  | <b>210.0</b> | <b>195.0</b> | <b>122.5</b>    |

El 75% de los predios (60/80) no tienen pasturas nativas, el 16.3% tienen entre 4 y 50 ha y el 8.7% tienen entre 200 y 6000 ha, por tanto las pasturas nativas representan un bajo porcentaje de los productores, aunque el área que presentaron en el muestreo fue alta: 14741 ha representando el 74% del área en pasturas, en contraste los pastos introducidos fueron el 26% del área de pasturas (5004 ha), distribuidos en el 99% de los predios, presentando entre 7-10 ha el 10% de estos, entre 21-40 ha el 36%; entre 41-60 ha el 14%, entre 61-80 ha el 14%, entre 81-100 ha el 7.5% y entre 101-350 ha el 17.5%. Son los pastos introducidos en San José del Guaviare, de mayor importancia que los pastos nativos, debido al número de productores, al impacto que puedan tener sobre la conservación de suelos y aguas y a la misma sustentabilidad de la ganadería en el mediano y largo plazo.

Los predios del subsistema 2 y 3 fueron 2.6 y 2.4 veces más grandes que el subsistema 1 ( $P < 0.01$ ) y tuvieron un área en pasturas introducidas 3.6 y 1.8 veces superior al primero ( $P < 0.01$ ), siendo a su vez, los 3 grupos diferentes entre sí, por tanto, esta variable es de gran ayuda en la clasificación y en la selección de predios, cuando se requiera ejecutar acciones tecnológicas por oferta o demanda.

### **Población bovina y distribución porcentual por grupos de edad**

Se encontró una población bovina de 7336 cabezas, de las cuales el 37% fueron vacas, el 21% terneros, el 20% novillas, el 19% animales para ceba y el 3% reproductores. (Tabla 3). Algunas particularidades generales del sistema de producción bovino pueden verse en la distribución etárea de la muestra (Tabla 3), que tiene un sistema de producción de cría que ejecuta en el área, las fases de cría, levante y ceba, ya que por cada 2 vacas se tiene un animal para ceba, así mismo las razones novillo/novilla; ternera/novilla de levante y ternero/novillo de levante son muy cercanos a uno, indicando (ver valores absolutos) que la población de terneros es similar a la de novillas y novillos, señalando permanencia parcial de los animales en el sistema y un comportamiento similar de su natalidad y supervivencia en los últimos 3 años. (Tabla 4).

La razón ternero/vaca que aproxima a la tasa de destete indica que, por cada 100 vacas, se tienen 55 terneros menores de un año de edad, requiriéndose 1.81 vacas por cada ternero viable. (Tabla 4). El porcentaje de vacas paridas, que se ordeñan fué del 33%, (tabla 4) situando una coexistencia de doble propósito y cría - carne, suficiente para la demanda regional en la cabecera municipal, esta práctica puede estar favoreciendo parcialmente la tasa de natalidad de la región, debido al amamantamiento restringido, propio del ordeño de vacas con ternero, que se utiliza con buenos resultados para inducir el celo en vacas de cría-carne que tienen efecto mamogénico del ternero.

Después de los bovinos, las aves de corral fueron la especie doméstica de mayor importancia con 2212 animales, una mediana general de 25 aves y con presencia en el 88% de los predios, seguido de los equinos con una población de 198 animales, una mediana general de 2 animales, presentes en el 84% de los predios y finalmente los porcinos, con una población de 100 animales, 1 animal promedio por predio y presencia en el 54% de ellos. La población y medianas de especies domésticas por subsistema se presentan en la (Tabla 5).

**Tabla 3. Población bovina y distribución porcentual por grupos de edad, en 80 predios de San José del Guaviare. 1995**

| Grupo de edad                  | Numero de cabezas | Porcentaje dentro del grupo | Porcentaje general |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|
| Vacas paridas (ordeño)         | 498               | 18.3                        | 6.8                |
| Vacas paridas sin ordeño       | 1068              | 39.0                        | 14.6               |
| Vacas horras                   | 1169              | 42.7                        | 15.9               |
| Total vacas                    | 2735              | -                           | 37.3               |
| Terneros < 12 meses            | 772               | 51.0                        | 10.5               |
| Terneros < 12 meses            | 741               | 49.0                        | 10.1               |
| Total terneros < 12 meses      | 1513              | -                           | 20.6               |
| Novillas de levante (1-2 años) | 799               | 54.1                        | 10.9               |
| Novillas de vientre (>2 años)  | 677               | 45.9                        | 9.2                |
| Total novillas                 | 1476              | -                           | 20.1               |
| Machos (1-2 años)              | 777               | 56.8                        | 10.6               |
| Machos (>2 años)               | 591               | 43.2                        | 8.1                |
| Total machos para ceba         | 1368              | -                           | 18.7               |
| Toro en servicio               | 134               | 54.9                        | 1.8                |
| Toretas en levante             | 110               | 45.1                        | 1.5                |
| Total reproductores            | 244               | -                           | 3.3                |
| Total bovinos                  | 7336              | -                           | 100.0              |

**Tabla 4. Razones poblacionales de la ganadería bovina en San José del Guaviare. 1995**

| Razón o proporción         | Valor |
|----------------------------|-------|
| Ternero/vaca               | 0.55  |
| Novillo/vaca               | 0.50  |
| Novillo/Novilla            | 0.92  |
| Ternero/novilla de levante | 0.93  |
| Ternero/novillo de levante | 0.97  |
| Vacas/toro                 | 20.4  |
| % vacas horras             | 43.0  |
| % vacas paridas            | 57.0  |
| % Vacas paridas en ordeño  | 33.0  |

Los subsistemas 1 y 3 ordeñan una cantidad mínima de vacas, destinadas para autoconsumo y eventualmente a cuajar un ligero excedente, que sería comercializado en la cabecera municipal y áreas circunvecinas, ya que supera en 3 veces aproximadamente, la cantidad de vacas en ordeño de los otros 2 subsistemas. (Tabla 6).

La cantidad de bovinos presentes por predio (mediana) fue de 43 animales en el subsistema 1, 175 en el subsistema 2 (4 veces más que el No.1) y 97 en el subsistema 3 (2.3 veces más que el No. 1 y 1.8 veces menos que el No.2) (Tabla 6). Esta variable también fue de importancia en la clasificación de subsistemas

La razón ternero/vaca fue similar en todos los 3 subsistemas, así como las proporciones de vacas horras y vacas paridas. Aspecto que no se presentó en la razón novillo/vaca, donde el subsistema 2, además de la cría, tiene un muy fuerte componente de levante y/o ceba de machos, ya que por cada vaca se encontraron 0.82 machos, o lo que es igual por cada novillo existen 1.22 vacas. Este subsistema está reteniendo los machos producidos en los 3 últimos años, para hacer un ciclo completo de producción y posiblemente algunos predios absorben animales destetos de los subsistemas 1 y 2. (Tabla 7).

El subsistema 3, por lo heterogéneo de su agrupamiento, presenta una muy alta razón vacas/toro, debido posiblemente a que aquí se ubicaron uno o mas predios, que producen o importan reproductores, que se comercializan en la región.

Así mismo el segundo subsistema resalta, no solo por tener la mayor cantidad de vacas, sino porque es el que dedica mayor proporción de vacas paridas para ordeño. Por tanto este matiz de producción se destaca por tener las

**Tabla 5 Especies domésticas. Población y medianas por subsistema. San José del Guaviare. 1995 (Me= mediana)**

| Especie  | Subsistema 1 |    | Subsistema 2 |     | Subsistema 3 |    | Mediana General |
|----------|--------------|----|--------------|-----|--------------|----|-----------------|
|          | Pob.         | Me | Pob.         | Me  | Pob.         | Me |                 |
| Bovinos  | 2637         | 43 | 3251         | 175 | 1448         | 97 | 73              |
| Aves     | 1037         | 25 | 630          | 30  | 545          | 28 | 25              |
| Equinos  | 83           | 4  | 44           | 2   | 71           | 3  | 2               |
| Porcinos | 50           | 1  | 8            | 0   | 42           | 1  | 1               |

Me=Mediana

**Tabla 6. Distribución de poblaciones bovinas por grupo etáreo y medianas por subsistema. San José del Guaviare. 1995**

| Grupo de edad    | n= 48<br>Subsistema 1 |    | n=18<br>Subsistema 2 |     | n=14<br>Subsistema 3 |    | n=80<br>Mediana general |
|------------------|-----------------------|----|----------------------|-----|----------------------|----|-------------------------|
|                  | Pob.                  | Me | Pobl                 | Me  | Pob.                 | Me |                         |
| Vacas en ordeño  | 188                   | 3  | 243                  | 14  | 67                   | 4  | 4                       |
| Vacas (total)    | 1048                  | 16 | 1054                 | 55  | 633                  | 31 | 24                      |
| Terneros (as)    | 607                   | 9  | 577                  | 30  | 329                  | 21 | 15                      |
| Novillas         | 545                   | 10 | 704                  | 30  | 227                  | 14 | 14                      |
| Machos para ceba | 330                   | 3  | 866                  | 48  | 172                  | 3  | 6                       |
| Reproductores    | 100                   | 2  | 58                   | 3   | 86                   | 4  | 2                       |
| Total bovinos    | 2630                  | 43 | 3259                 | 175 | 1447                 | 97 | 73                      |
| Porcentaje       | (36)                  | -  | (44)                 | -   | (20)                 | -  | -                       |

Me: Mediana

**Tabla 7. Razones poblacionales bovinas por subsistema. San José del Guaviare. 1995**

| Razón o proporción        | Subsistema 1 | Subsistema 2 | Subsistema 3 | General |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| Ternero/vaca              | 0.58         | 0.55         | 0.52         | -       |
| Novillo/vaca              | 0.31         | 0.82         | 0.27         | -       |
| Novillas/Novillos         | 1.65         | 0.81         | 1.31         | -       |
| Vacas/toro                | 11           | 18           | 7            | -       |
| % vacas horras            | 43           | 40           | 37           | -       |
| % vacas paridas           | 57           | 60           | 63           | -       |
| % vacas paridas en ordeño | 33           | 40           | 30           | 33.0    |
| % predios que ordeñan     | 71           | 83           | 64           | 73.0    |
| Bovinos/ha                | 1.08         | 1.46         | 1.21         | 1.27    |
| Lts leche/fincas/día      | 12           | 35           | 12           | 15.0    |
| Lts leche/vaca/día        | 3            | 2.5          | 2.9          | 2.86    |
| No.de potreros            | 3            | 5            | 4            | 4       |

mayores áreas en pasturas, el mayor número de bovinos, el mayor número de vacas en ordeño y el mayor número de machos en levante y/o ceba, con un sistema de producción integral, importante para el suministro de leche a la región, la adquisición parcial y permanencia en el área de algunos machos «sobrantes» de los otros 2 subsistema.

#### Distribución de predios y subsistemas por trochas

Como se aprecia en la (Tabla 8), la mayor cantidad de predios, correspondió a la trocha ganadera, seguido de la Leona, la vía al Retorno y San José-Puerto Arturo, por tanto la información presentada tiene validez para el municipio de San José y la trocha ganadera, pero difícilmente pueden inferirse resultados en particular para las demás trochas.

Aunque la información de la (Tabla 8), tiene sus límites, es conveniente consignar algunas observaciones sobre ella,

**Tabla 8. Distribución porcentual de los productores de los diferentes subsistemas dentro de trochas y entre trochas**

| Trocha              | Muestra |      | Subsistema 1 |       | Subsistema 2 |       | Subsistema 3 |       |
|---------------------|---------|------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
|                     | n       | %    | (%)          | (%*)  | (%)          | (%*)  | (%)          | (%*)  |
| La leona            | 10      | 12.5 | 90.0         | 18.75 | 10.0         | 5.56  | 0.0          | 0.0   |
| Vía al retorno      | 8       | 10.0 | 87.5         | 14.58 | 12.5         | 5.56  | 0.0          | 0.0   |
| San José-Pto Arturo | 8       | 10.0 | 37.5         | 6.25  | 25.0         | 11.11 | 37.5         | 21.43 |
| Nuevo Tolima        | 4       | 5.0  | 50.0         | 4.17  | 25.0         | 5.56  | 25.0         | 7.14  |
| Trocha Oriental     | 5       | 7.5  | 33.3         | 4.17  | 0.0          | 0.0   | 66.7         | 28.57 |
| P.Arturo-Raudal     | 7       | 8.8  | 42.8         | 6.25  | 28.5         | 11.11 | 28.6         | 14.29 |
| Trocha ganadera     | 37      | 46.3 | 59.5         | 45.83 | 29.7         | 61.11 | 10.8         | 28.57 |

dado que no se originaron en supuestos sino en la aplicación de la encuesta en los predios, es decir una fuente primaria de información.

El primer porcentaje pertenece a la distribución entre subsistema y el segundo dentro de subsistemas en trochas. En las trochas La Leona y la vía al retorno, donde se evaluó el 22.5% de la muestra, no se encontraron productores clasificados en el subsistema 3 (residual).

En las trochas San José-Puente. Arturo, Oriental, Puerto Arturo-Raudal y Ganadera, donde se evaluó el 72.5% de los predios se localizó el 93% de los productores del subsistema 3.-

En las trochas La Leona, vía al Retorno y Ganadera, donde se evaluó el 68.8% de los predios se encontró el 79% de los productores del primer subsistema, dentro de las citadas trochas se encontró el mayor porcentaje de productores, siendo el único subsistema que presentó productores en todas las trochas.

En las trochas San José-P. Arturo, P. Arturo-Raudal y Ganadera, donde se evaluó el 65% de los predios, se localizó el 83% de los productores del segundo subsistema, dentro de trochas, el menor porcentaje se ubicó en la trocha oriental, La Leona y la vía al Retorno.

En resumen las trochas San José-P. Arturo, P. Arturo-Raudal y Ganadera presentaron una proporción importante de los 3 subsistemas dentro de ellas.

### Distribución de áreas en pasturas, bosques y cultivos de pancoger

Se encontraron 6 especies de gramíneas forrajeras introducidas, en su mayoría pertenecientes al género *Brachiaria*, así:

| Especie       | Area (ha) | %     |
|---------------|-----------|-------|
| B.decumbens   | 4153      | 83.0  |
| B.humidicola  | 51        | 1.0   |
| B.brizantha   | 14        | 0.2   |
| B.dictyoneura | 2         | 0.1   |
| Puntero       | 782       | 15.6  |
| Guinea        | 2         | 0.1   |
| Total         | 5004      | 100.0 |

El pasto predominante y mas importante es el (***Brachiaria decumbens***), los otros brachiarias y el guinea (***Panicum maximun***), tienen una presencia escasa en el sistema, el puntero (***Hiparrhenia rufa***) es después del (***Brachiaria decumbens***) la gramínea forrajera mas importante en la zona.

El (***Brachiaria decumbens***) se presenta en casi todos los productores de los 3 subsistemas, siendo las áreas promedio de los que poseen la gramínea de 34, 106 y 54 ha en cada subsistema respectivamente. El pasto puntero (***Hiparrhenia rufa***) fue introducido al Guaviare por colonizadores, es el segundo en área y porcentaje de productores en los subsistemas, siendo las áreas promedio de quienes la poseen de 15, 66 y 18 has respectivamente. El subsistema 2 es el que posee el mayor número de productores con esta especie. (Tabla 9).

Las demás brachiarias, (***Brachiaria brizantha***) (***Brachiaria dictyoneura***) y (***Brachiaria humidicola***) tienen áreas escasas y bajo porcentaje de productores con la especie, siendo el (***Brachiaria humidicola***) con 51 ha y el 14% de los productores, el que tiene mayor perspectiva y aceptación en los ganaderos, así como el (***Brachiaria dictyoneura***) cuya demanda de semilla en el área ha sido creciente en los últimos años (CORPOICA; 1998)

En ninguno de los 3 subsistemas la proporción de productores con sabanas nativas fue superior al 21%, siendo por tanto poco representativo este recurso forrajero, pese a su extensión, como indispensable para agrupar un predio en uno de los 3 subsistemas señalados, en el subsistema 3 fué donde se encontró de mayor proporción de predios con este recurso forrajero. (Tabla 9.), situados en las sabanas de la fuga y otras formaciones que no corresponden a tierra firme.

El 65% del área en plátano, el 68% del área en yuca y el 46% del área en caucho se encontró en el subsistema 1, presentándose los 2 primeros en el 71 y 69% de los predios, el caucho no es un cultivo predominante de este subsistema, pues se apreció en el 36% de las fincas. (Tabla 9).

En el segundo subsistema, con una dedicación agrícola muy inferior a los otros dos subsistemas, se halló el 11% del área en plátano, el 8% del área en yuca y el 9% del área en caucho, encontrando cada cultivo en el 39, 27 y 33% de los predios, lo cual acentúa la dedicación ganadera de estas fincas, con una baja presencia de cultivos para autoconsumo.

En el tercer subsistema se encontró el 23% del área en plátano, el 24% del área en yuca y el 45% del área en caucho, presentándose cada cultivo en el 75, 71 y 93% de las explotaciones. Este subsistema presentó el mayor promedio de áreas sembradas por predio, especialmente en caucho, que es un cultivo que identifica a este tipo de subsistema.

El maíz, solo se observó en forma importante en un predio del subsistema 3, aspecto que puede estar influenciado por la época de aplicación de la encuesta, siendo escasa su participación como cultivo en los predios evaluados.

En resumen, por cada ha en cultivos de Pancoger del primer subsistema es de 0.28 ha en el subsistema 2 y 0.71 en el subsistema 3, siendo este factor importante, respecto a la intensidad de la agricultura de autoconsumo y/o comercialización local en la diferenciación de subsistemas.

**Tabla 9. Distribución de áreas en pasturas, cultivos y bosques por subsistema, de la ganadería bovina en San José del Guaviare. 1995**

| Especie       | n=48<br>Subsistema 1 |           |       | n= 14<br>Subsistema 2 |           |       | n= 18<br>Subsistema 3 |           |       | n=80<br>Total |           |       |
|---------------|----------------------|-----------|-------|-----------------------|-----------|-------|-----------------------|-----------|-------|---------------|-----------|-------|
|               | Ha                   | $\mu$ (1) | % (2) | Ha                    | $\mu$ (1) | % (2) | Ha                    | $\mu$ (1) | % (2) | Ha            | $\mu$ (1) | % (2) |
| B.decumbens   | 1595                 | 34.0      | 98    | 1803                  | 106.0     | 94    | 755                   | 54.0      | 100   | 4153          | 53.2      | 98    |
| B.humidicola  | 28                   | 4.6       | 13    | 20                    | 5.0       | 22    | 3                     | 3.0       | 7     | 51            | 4.6       | 14    |
| B.brizantha   | 8                    | 4.0       | 4     | 3                     | 3.0       | 6     | 3                     | 3.0       | 7     | 14            | 3.5       | 5     |
| Puntero       | 149                  | 15.0      | 21    | 598                   | 66.0      | 50    | 35                    | 17.5      | 14    | 782           | 37.0      | 26    |
| Guinea        | 2                    | 2.0       | 2     | -                     | -         | -     | -                     | -         | -     | 2             | 2.0       | 1     |
| B.dictyoneura | 3                    | 1.0       | 6     | -                     | -         | -     | -                     | -         | -     | 2             | 2.0       | 1     |
| Gramma        | 69                   | 14.0      | 10    | 74                    | 24.6      | 17    | 20                    | 10        | 14    | 163           | 16.3      | 13    |
| Sabanas       | 278                  | 69.5      | 8     | 3300                  | 1100      | 17    | 11000                 | 3666      | 21    | 14578         | 1457.8    | 13    |
| Plátano       | 42                   | 1.2       | 71    | 7                     | 1.0       | 39    | 15                    | 1.4       | 79    | 64            | 1.2       | 65    |
| Yuca          | 42                   | 1.3       | 69    | 5                     | 1.0       | 27    | 15                    | 1.5       | 71    | 62            | 1.3       | 60    |
| Maiz          | 4                    | 4.0       | 2     | -                     | -         | -     | 26                    | 26.0      | 7     | 30            | 15        | 3     |
| Caucho        | 80                   | 2.8       | 36    | 15                    | 2.5       | 33    | 78                    | 6.0       | 93    | 173           | 3.6       | 60    |
| Rastrojo      | 1494                 | 35.6      | 83    | 1833                  | 130.0     | 77    | 2536                  | 195       | 93    | 5863          | 84.9      | 86    |
| Bosque        | 1586                 | 39.7      | 83    | 2916                  | 208.0     | 77    | 7295                  | 521       | 100   | 117           | 173       | 85    |

(1): El Promedio se refiere a los predios que poseen la especie

(2): Se refiere al porcentaje de predios que poseen la especie

Así mismo, por cada hectárea en caucho del primer subsistema es de 0.19 y 0.98 hectárea en los subsistemas 2 y 3 respectivamente. El área de los predios que poseen caucho en el subsistema 3 es el doble de los que poseen el mismo cultivo en el primer subsistema. Lo anterior señala la capacidad económica del tercer subsistema en tener áreas en cultivos permanentes de usufructo «tardío», con relación a los pequeños productores del subsistema 1 y al sistema ganadero «empresarial» (subsistema 2) que tiene poco interés en cultivos perennes y de Pancoger.

Por cada hectárea en bosque intervenido en el subsistema 1, se hallaron 1.83 en el subsistema 2 y 4.6 en el subsistema 3, la misma tendencia se apreció para rastrojos, siendo de 1.22 y 1.69 en los subsistemas 2 y 3 por cada hectárea en el primer subsistema 1, el 17% y 23% de los predios de los subsistemas 1 y 2 no poseen subsistema de bosques, ni rastrojos.

En cuanto a la infraestructura para manejo bovino, en casi todos los predios existe corral, que generalmente, es empleado como sitio de ordeño, ya que solo el 6% poseen establo. El subsistema 2 tiene las mejores condiciones de infraestructura, maquinaria y equipo, sin que esto le dé alguna característica de intensificación del sistema de producción (Tabla 10). El tercer subsistema aparece con una alta proporción (50%) de predios con motosierra, equipo que es innecesario en explotaciones ganaderas y/o agrícolas y tiene un carácter degradante sobre bosques y rastrojos, no en vano, este subsistema es el que tiene la mayor extensión de rastrojos y bosques en su entorno.

La sostenibilidad y conservación de los aportes al planeta del bosque húmedo tropical amazónico, en el área sustrada de la reserva se vé mas amenazado por la presencia de elementos como: motosierra, guadaña y fumigadora agrícola, que por la presencia de establos, forrajes y bovinos, que están ahí por coyunturas históricas, generalmente originados en el círculo vicioso de miseria-recursos naturales, o por la demanda externa de sustancia sicotrópicas.

**Tabla 10. Distribución porcentual por subsistema de maquinaria, equipo e Infraestructura. San José del Guaviare. 1995**

| Denominación             | Subsistema 1 |     | Subsistema 2 |     | Subsistema 3 |     | General |     |
|--------------------------|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|---------|-----|
|                          | n            | %   | n            | %   | n            | %   | n       | %   |
| Fumigadora agrícola      | 46/48        | 96  | 17/18        | 94  | 13/14        | 93  | 76/80   | 95  |
| Fumigadora pecuaria      | 2/48         | 4   | 1/18         | 6   | 4/14         | 29  | 7/80    | 9   |
| Planta eléctrica         | 6/48         | 13  | 7/18         | 39  | 5/14         | 36  | 18/80   | 23  |
| Motobomba                | 7/48         | 15  | 7/18         | 39  | 4/14         | 29  | 18/80   | 23  |
| Motosierra               | 0/48         | 0   | 0/18         | 0   | 7/14         | 50  | 7/80    | 9   |
| Motor estacionario       | 1/48         | 2   | 0/18         | 0   | 2/14         | 14  | 3/80    | 4   |
| Guadaña                  | 9/48         | 19  | 10/18        | 56  | 2/14         | 14  | 21/80   | 26  |
| Vivienda                 | 48/48        | 100 | 18/18        | 100 | 14/14        | 100 | 80/80   | 100 |
| Corral                   | 40/48        | 83  | 16/18        | 89  | 10/14        | 71  | 66/80   | 83  |
| Establo                  | 1/48         | 2   | 3/18         | 17  | 1/14         | 7   | 5/80    | 6   |
| Saladeros                | 37/48        | 77  | 15/18        | 83  | 11/14        | 79  | 63/80   | 79  |
| Bebederos (no naturales) | 1/48         | 2   | 0/18         | 0   | 00/14        | 0   | 1/80    | 1   |

#### **Infraestructura, calidad de vida y fuentes de agua naturales.**

Se encontró asociación entre subsistemas y la presencia o ausencia de caños veraneros ( $\chi^2=5.75$ ;  $gl=2$ ;  $p=0.0562$ ) siendo significativamente mas frecuente la presencia de reservorios de agua en el subsistema 1, que a su vez, es el que posee la menor proporción de nacaderos de agua y caños veraneros, en contraste con el subsistema 3 donde la proporción de predios con nacaderos de agua y caños veraneros fue superior. Tabla 11.

**Tabla 11. Coeficientes antiecológico, de calidad de vida, infraestructura y fuentes de agua en San José del Guaviare.**

| Indicador                               | Subsistema 1 | Subsistema 2 | Subsistema 3 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Coeficiente antiecológico               | -0.96        | -0.94        | -1.92        |
| Coeficiente calidad de vida             | 4.83         | 6.00         | 5.57         |
| Coeficiente de infraestructura pecuaria | 6.41         | 8.55         | 5.42         |
| % Propietarios que viven en el predio   | 83.0         | 61.0         | 93.0         |
| Caño veranero (Si) (%)                  | 60.0         | 56.0         | 86.0         |
| Nacederos de agua (Si) (%)              | 10.0         | 17.0         | 36.0         |
| Reservorios de agua (Si) (%)            | 57.0         | 38.0         | 5.0          |
| % Propietarios practican rezo           | 17.0         | 11.0         | 36.0         |

Los coeficientes señalados en la (tabla 11), se calcularon, asignando subjetivamente una calificación a la presencia de atributos y multiplicándolos por el número de observaciones por predio. En el caso del coeficiente de calidad de vida se asignaron los siguientes puntajes: Planta eléctrica: 2; Motobomba= 3, vivienda=4 y aljibe: 1; para el coeficiente de infraestructura fueron: Corral=4; Establo=3, saladero=2, Guadaña 1, Reservorio de agua=5 y fumigadora de espalda (Pecuaria)=1. Se construyó, en forma parcial subjetiva y seguramente deficiente, un coeficiente de equipo antiecológico, asignando: -1 a la presencia de fumigadora agrícola y -2 a la de motosierra.

Los coeficientes de calidad de vida ( $P<0.05$ ), infraestructura pecuaria ( $P<0.01$ ) y antiecológico ( $P<0.001$ ), fueron significativamente diferentes entre subsistemas. Con respecto al primero de ellos el primer subsistema tiene las condiciones mas deficientes en comparación a los otros 2 que fueron similares y superiores.

El coeficiente de infraestructura pecuaria fué similar entre los subsistemas 1 y 3, e inferior al encontrado en el segundo subsistema. Así mismo, el equipo «antiecológico» del subsistema 3 fue el doble del encontrado en los otros 2 grupos de predios. (Tabla 11).

### Salud Animal

Un verdadero desorden en el manejo de ixodíctidas se presenta en la ganadería de San José del Guaviare, se encontraron en uso de los productores 25 marcas comerciales de productos para control de garrapatas y moscas, que involucran Organofosforados, Organoclorados, Piretroides y Cipermetrinas. En una alta proporción de predios se emplean dos ixodíctidas, siendo mas frecuente su uso en el subsistema 2, donde el 17% de los ganaderos emplean hasta 3 ixodíctidas, el uso se refiere a cambios frecuentes de productos y no a mezclas de productos para baños. (Tabla 12).

En los subsistemas 1 y 2 donde posiblemente se encuentre una pequeña proporción de animales con sangre taurus, entre el 75% y 78% de los productores hacen entre 12 y 17 baños al año, en el subsistema 3 esta frecuencia de baños es efectuada por el 64% de los productores. En general, el uso indiscriminado de productos y la alta frecuencia de baños, hacen de esta práctica una actividad insostenible con grave riesgo para aguas, fauna, avifauna y microfauna, desarrollo de resistencia simultánea a los principios activos disponibles por las poblaciones de garrapatas, la salud humana tiene también riesgo por esta actividad.

El uso de sal mineralizada es deficiente, solamente en el segundo subsistema el 50% de los productores la emplean, siendo lo mas común el suministro de sales blancas solas o mezcladas con melaza y/o microelementos, o en el mejor de los casos la dilución de la sal mineralizada mezclándola con sal blanca. (Tabla 12).

**Tabla 12. Prácticas generales de manejo en subsistemas de producción bovina en San José del Guaviare. 1995.**

| Práctica                          | Subsistema 1 | Subsistema 2 | Subsistema 3 | General |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| % Medidas preventivas del ternero | 52           | 61           | 71           | 56.0    |
| % Vacunan contra C. Sintomático   | 60           | 78           | 43           | 49.0    |
| % Vacunan contra F. Aftosa        | 10           | 17           | 21           | 11.0    |
| No usan Ixodicidas (%)            | 10           | 0.           | 0.           | 6.0     |
| Usan 1 Ixodicida (%)              | 42           | 28           | 36           | 37.5    |
| Usan 2 Ixodicidas (%)             | 42           | 56           | 57           | 47.5    |
| Usan 3 Ixodicidas (%)             | 6            | 17           | 7            | 9.0     |
| Baños cada 20-30 días (%)         | 75           | 78           | 64           | 74.0    |
| Baños > de 30 días (%)            | 15           | 22           | 36           | 20.0    |
| Sal blanca (1) (%)                | 56           | 17           | 43           | 45.0    |
| Sal mineralizada rebajada (2) (%) | 21           | 33           | 43           | 27.5    |
| Sal mineralizada (3) (%)          | 23           | 50           | 14           | 27.5    |
| Destete entre 7 y 8 meses (%)     | 71           | 72           | 86           | 74.0    |
| Destete > 8 meses (%)             | 29           | 28           | 14           | 26.0    |
| Pastoreo alterno (%)              | 21           | 11           | 29           | 20.0    |
| Pastoreo rotacional (%)           | 71           | 89           | 71           | 75.0    |
| Pastoreo continuo extensivo (%)   | 8            | 0.           | 0.           | 4.0     |

(1): Incluye sal blanca, sal blanca + Melaza, sal blanca + premezcla microminerales

(2): Incluye sal mineralizada + sal blanca, sal mineralizada + sal blanca+ premezcla micromineral

(3): Incluye sal mineralizada, sal mineralizada + melaza

En los 3 subsistemas la proporción de predios que aplican vacuna contra Carbón sintomático es alto, siendo para Fiebre Aftosa un bajo cubrimiento, (Tabla 12), ningún predio efectúa vacunación de terneros contra brucelosis ni de «peste boba» en terneros.

El problema de salud más prevalente, por predios, fue la diarrea en terneros, seguido de gusto depravado, Carbón sintomático, intoxicación por plantas y enflaquecimiento progresivo en adultos. Tabla 13. La diarrea en terneros, fue un problema de salud de igual importancia en las tres formas de producción descritas, los productores hacen énfasis en que la forma de presentación mas común es la diarrea negra (*Eimeria* sp), aspecto que debe abordarse con más profundidad, sin embargo la información generada es suficiente para aplicar medidas de control. No se encontró asociación entre la aplicación de medidas de salud preventiva al ternero y diarrea ( $\chi^2=0.4909$ , 1 gl,  $p=0.4835$ ), lo cual puede indicar que las medidas de salud del recién nacido, como curación de ombligo, se hacen después de observar onfalitis o masas umbilicales o, que la diarrea tiene un origen parasitario (helminfos y/o *Eimeria* sp) o bacteriano (*salmonella*, *E.coli*, Coronavirus, Rotavirus) no relacionado con onfalitis.

La vacunación contra carbón sintomático no se encontró asociada a la menor presentación de enfermedad ( $\chi^2=0.0296$ , 1 gl;  $p=0.8633$ ), lo cual señala que la proporción de predios con y sin vacunación que presentan la enfermedad fue similar (18 y 23%), indicando que esta práctica no tiene un efecto protector suficiente en predios, debido posiblemente, a las difíciles condiciones para una adecuada conservación de los inmunógenos, no solo en las droguerías veterinarias del área urbana (servicio interrumpido de energía eléctrica) sino en su transporte hasta la aplicación en las fincas. Seguramente esta apreciación es válida para todas las vacunas que se comercializan en el Guaviare.

**Tabla 13. Problemática de salud por predios, en bovinos de San José del Guaviare. 1995**

| Problema de salud          | Subsistema 1 |      | Subsistema 2 |      | Subsistema 3 |      | Total |      |
|----------------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|-------|------|
|                            | n            | %    | n            | %    | n            | %    | n     | %    |
| Diarrea en terneros        | 29           | 60.0 | 10           | 56.0 | 8            | 57.0 | 47    | 59.0 |
| Intoxicación por planta    | 8            | 17.0 | 2            | 11.0 | 4            | 29.0 | 14    | 18.0 |
| Carbón sintomático         | 8            | 17.0 | 6            | 33.3 | 2            | 14.0 | 16    | 20.0 |
| Depravación del gusto      | 20           | 42.0 | 2            | 11.0 | 4            | 29.0 | 26    | 33.0 |
| Enflaquecimiento (adultos) | 6            | 13.0 | 2            | 11.0 | 5            | 36.0 | 13    | 16.3 |
| Hematuria                  | 2            | 4.0  | -            | -    | 3            | 21.0 | 5     | 6.3  |
| Ataque de vampiros         | 6            | 13.0 | 1            | 5.5  | 1            | 7.1  | 8     | 10.0 |
| Abortos                    | 1            | 2.1  | -            | -    | 1            | 7.1  | 2     | 2.5  |
| Retención de placenta      | 3            | 6.3  | -            | -    | -            | -    | 3     | 3.8  |
| Muerte sin causa aparente  | 1            | 2.1  | 1            | 5.6  | 2            | 14.3 | 4     | 5.0  |
| Enfermedad vesicular       | -            | -    | -            | -    | 1            | 7.1  | 1     | 1.3  |

Los problemas de consumo de tierra, cemento y otros materiales inertes por parte de los bovinos, se encontró ligeramente asociado al subsistema siendo en el primero de ellos, donde ésta anomalía en el consumo fue más prevalente ( $\chi^2=5.6908$ , 1 gl=;  $p=0.0581$ ), esto se debe primordialmente a deficiencias de macrominerales y a un bajo suministro de sal mineralizada en forma continua a todos los grupos de edad. Obsérvese (Tabla 12) como en los subsistemas 1 y 3 se encuentra la mayor proporción de predios que suministran sal blanca sin macrominerales, y la mayor proporción de predios con alteraciones del gusto. Esto podría predisponer a la presentación de síndrome parapléjico bovino, como sucede actualmente en la Altillanura.

El enflaquecimiento progresivo, principalmente en adultos, fué superior en el subsistema 3, debido posiblemente a imbalance energía-proteína-minerales en vacas y/o novillas, lactantes o en gestación, que podrían eventualmente estar asociada con hemoparásitos, o deficiencias de Tiamina por carencias de azufre. La presencia de hematuria puede asociarse a la localización de algunos predios con presencia del helecho (*Pteridium aquilinum*).

Finalmente en la (tabla 14), se presenta una guía de variables numéricas y atributos, importantes para identificar al subsistema que pertenecen los predios. Cuando la variable fue importante en los 3 grupos, especialmente los atributos, es importante para clasificación estadística, lo cual no indica que sea una fortaleza o una debilidad (problema) común a los 3 subsistemas.

Como la definición por número es inexpresiva del conjunto de características que tipifican cada subsistema, la denominación adecuada sería:

**Subsistema 1:** Pequeño productor, que no puede subsistir con los ingresos derivados de sus 43 bovinos, que tiene unas áreas agrícolas para autoconsumo y que comercializa muy pocos excedentes de leche o sus derivados, con una deficiente infraestructura pecuaria y de calidad de vida, escasa tecnología debido a su iliquidéz para reinvertir en una ganadería más intensiva y más sostenible, baja cantidad de animales producto (destetos, levante o vacas y novillas de descarte) comercializables, irracional uso de ixodicidas y una ganadería enferma que no permite optimizar la capacidad de producción potencial de los animales. Necesariamente para sobrevivir, necesita emplearse en otras actividades que mejoren su ingreso o en la explotación irracional del bosque, y la ganadería, a pesar de ser su mejor activo, es fuente secundaria de ingresos.

**Subsistema 2:** Mediano productor con tendencia a intensificar su producción, estos productores derivan ingresos importantes de su predio como son: el abastecimiento de leche comercializable a la capital del Departamento, una

**Tabla 14. Guía para Identificación de productores por subsistemas bovinos en San José del Guaviare.**

| Variable                   | Pequeño productor<br>Subsistema 1 | Mediano productor<br>Empresarial<br>Subsistema 2 | Mediano productor<br>Extensivo<br>Subsistema 3 |
|----------------------------|-----------------------------------|--|--|
| Area en pasturas Ha        | 40                                | 120  | 80   |
| Cultivos Pancoger Ha       | 2                                 | 0  | 2  |
| Cultivos caucho Ha         | 1                                 | 0  | 5  |
| Rastrojo/bosque Ha         | 37.5                              | 96   | 112  |
| No. bovinos                | 43                                | 175  | 97   |
| Vacas en ordeño (No.)      | 3                                 | 14   | 4  |
| Machos para ceba (No.)     | 3                                 | 48   | 3  |
| Vacas (No.)                | 16                                | 55   | 31   |
| No. de potreros            | 3                                 | 5  | 4  |
| Guadaña                    | No                                | Si   | No   |
| Motosierra                 | No                                | No   | Si   |
| B.decumbens                | Si                                | Si   | Si   |
| Puntero                    | No                                | Si   | No   |
| Reservorio de agua         | Si                                | No   | Si   |
| Vacuna Carbón Sintomático  | Si                                | Si   | No   |
| Sal blanca                 | Si                                | No   | Si   |
| Diarrea en terneros        | Si                                | Si   | Si   |
| Depravación gusto          | Si                                | No   | No   |
| Enflaquecimiento (adultos) | No                                | No   | Si   |
| Propietario vive en finca  | Si                                | Si/No  | Si   |

**NOTA:** Las variables numéricas tienen un margen normal por encima y por debajo de la tendencia central presentada

buena proporción de machos levantados o empostados que son extraídos a otros centros de la Orinoquia, haciendo un ciclo completo de producción, una alta proporción de propietarios tiene actividades complementarias a la ganadería (40% no vive en el predio), poseen una aceptable infraestructura pecuaria y de calidad de vida, y una alta carga de animales por hectárea, lo cual podría estar originando deterioro ambiental progresivo, sino se hace un manejo racional de pasturas, suelos y aguas superficiales de caños y nacedores de agua.

**Subsistema 3:** Mediano productor extensivo heterógeno (de por sí su agrupación es convencional) con áreas importantes en caucho, maneja en su entorno la mayor cantidad de bosques y rastrojos y posee los equipos antiecológicos (motosierra) más lesivos para el ecosistema, su aptitud ganadera esta en la cría, con escasa infraestructura acorde con el número de animales que maneja, no retiene animales para levante y ceba y es una ganadería con limitantes en salud.

## BIBLIOGRAFIA

- Bautista L. y Ramos J. 1990. Análisis de datos de encuestas y de tabulado. Universidad Nacional de Colombia. 96p
- Pan Livestock service. Software Panacea. Reading University. England. 1982
- CORPOICA. 1998. CRECED- Guaviare. Informe de actividades primer semestre 1998.

# 11. ANALISIS ECONOMICO DE LAS EMPRESAS PECUARIAS

Pedro Julio Gómez Bilbao\*

## INTRODUCCIÓN

**E**l mejoramiento de la industria bovina en Colombia requiere de insumos de muchas fuentes diferentes. Se necesita planificación por parte de un sin número de entidades gubernamentales y privadas para poder proporcionar herramientas que optimizan los recursos. Se requerirá planificación para llevar una compleja gama de proyectos interrelacionados de investigación y desarrollo, y será necesario estar seguro que los procedimientos operativos y las inversiones serán eficaces en función de costos.

Un aspecto fundamental para el requerimiento de la industria bovina, en cualquier país, es la inversión de capital y la asignación óptima de recursos, sean a través de proyectos de gran magnitud iniciados por un gobierno, como por ejemplo la implementación de distritos de riego o a través de proyectos muy pequeños, orientados y financiados por el productor, como por ejemplo, la instalación de cercas en los potreros, el mejoramiento del sistema de agua potable, o el tratamiento de la cascarilla de arroz para mejorar su valor nutritivo. Parecería que las inversiones y los análisis económicos, asociados en la industria bovina, deberán ser relativamente sencillos y claves, especialmente porque ya se dispone de varias guías buenas sobre el manejo de fincas, una cantidad de artículos y libros sobre el mejoramiento y análisis económico de la empresa ganadera. Sin embargo, un repaso de la literatura, indica que existe muy pocas referencias que se dediquen especialmente a establecer la estructura y los métodos para evaluar las inversiones y tomar las decisiones económicas relacionadas con industrias pecuarias de los países en vías de desarrollo.

## ANALISIS DE LA INVERSIÓN Y ECONOMÍA DE SISTEMAS PECUARIOS

Se ha logrado considerable progreso en el mejoramiento de la producción y comercialización de la ganadería a nivel mundial durante las últimas décadas. Pero el patrón de mejoramiento, tanto entre países como en ciertos productos básicos, es bastante disparejo. Algunos países están altamente automatizados y dependen mucho de los dispositivos mecánicos y electrónicos. Todas las señales indican que la dependencia de esos países en la tecnología nueva y en las inversiones de capital que esa implica, continuará al mismo paso, o con mayor rapidez que antes. Al otro extremo existen solamente el manejo y la tecnología más básica a nivel de subsistencia<sup>1</sup>.

Es indudable que el establo de conocimientos técnicos sobre la producción pecuaria y la comercialización de sus productos excede mucho la capacidad humana de absorberlo. Como resultado, la brecha de adopción, al determi-

\* Economista MSc. Coordinador Programa Sistemas de Producción Corpoica Regional 8, Villavicencio Cl La Libertad Km. 21 Vía Pto. López 1 Simpson, James. 1989. Economía de Sistemas de producción ganadera en América Latina. Edif. Agropecuario Gaimerville. Florida.

nar la "tecnología apropiada" y su posterior integración, probablemente es mayor de lo que fue, tanto en los países desarrollados como en los menos desarrollados. Una de las causas principales de esa brecha es la falta de comprensión, uso de los criterios básicos de la inversión, los principios del uso de recursos, y los análisis económicos a nivel de producción animal por parte de los grupos interesados, sean especialistas en desarrollo, productores de ganadería, intermediarios financieros o legisladores.

Existen muchos enfoques que se podrían usar para presentar materiales sobre análisis de inversiones a nivel de finca para la industria pecuaria en los países en desarrollo. El que se ha elegido para este artículo es el que coloca la decisiones económicas dentro del contexto de los sistemas pecuarios, definición del problema y factores humanos. Por esta razón, el primer tema se dedica principalmente a suministrar una estructura para delinear los sistemas pecuarios. Los problemas que se tratan se enfocan mayormente a inversiones y asignación de recursos. En este análisis, se hacen muchas referencias a sistemas y a prácticas de producción en los países desarrollados porque un objetivo es proporcionar información sobre la tecnología que podría ser pertinente para los países en desarrollo. Es más, se enfatiza el desarrollo y los cambios en vez de describir lo que se practica en la actualidad.

### **El análisis de sistemas y la toma de decisiones sobre inversiones**

Las decisiones sobre inversiones cubren la gama, desde la muy sencilla, que prácticamente no requiere ningún análisis cuantitativo, hasta la que puede requerir meses de evaluación por equipos de expertos. Un ejemplo de una decisión relativamente sencilla es cuando un productor dado tiene que decidir entre alimentar sus cerdos bajo condiciones de confinamiento, o mantenerlos en el potrero detras de su casa- Al extremo más complejo, está el análisis de hasta qué punto debería un país enfatizar sus exportaciones de productos ganaderos y, si decide hacerlo, cuáles, de qué región y cómo. En este caso es posible que se requerirán análisis completos de sistemas de producción y comercialización.

### **FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE SISTEMAS PECUARIOS**

Los sistemas pecuarios van evolucionando debido a un sin número de factores. Los sistemas no son estáticos, pero van cambiando en el transcurso del tiempo en respuesta a las fuerzas tecnológicas, políticas y económicas. El propósito de esta sección es examinar los factores que actúan como estímulos o restricciones, porque la comprensión de esos factores explica por que ciertos tipos de sistemas de producción pecuaria evolucionaron del modo en que lo hicieron.

Las características de los suelos actúan como determinante principal de los sistemas de producción pecuaria, porque las tierras altamente fértiles probablemente se dedicarán a la agricultura, mientras que las tierras de menor calidad se usarán para la producción pecuaria. Como resultado, la cría de diferentes especies de ganadería es generalmente la alternativa de mayor justificación económica. Pero, operaciones de cría de terneros también se encuentran en tierras bastante bien adaptadas al cultivo.

La complementariedad de producción ocurre en muchas zonas agrícolas. Por ejemplo en algunas reuniones de America, los cultivadores de maíz tienen la opción de vender sus cosechas o comercializarlas a través del ganado (Boykin, Gilliam y Gustafson, 1980<sup>2</sup>). Históricamente, muchos de estos empresarios han seleccionado alimentar ganado con esos granos porque eso proporciona una fuente de empleo durante los meses inactivos de invierno, y un medio de comercializar el maíz. Más recientemente algunos agricultores/cebadores se han juntado para engordar ganado en base cooperativa, aprovechándose así de las economías de escala. Otros mantienen un pequeño hato de ganado de carne que proporciona terneros para las operaciones de ceba. En Europa, el ganado de doble propósito (leche y carne) es un excelente ejemplo de la complementariedad entre leche, carne y cultivos. Esos agricultores frecuentemente ceban la cría como medio de comercializar sus productos y subproductos agrícolas. Los sistemas

<sup>2</sup> Boykin, C., Structural characteristics of Beel Cattle Raising in the United States. USDA. AER. Report 450 Washington. D.C. 1980.

con ganado de doble propósito se usan extensivamente en América Central para reproducir el riesgo de la baja en precios de uno u otro producto, y como medio de generar un flujo de efectivo todos los días (CATIE, 1983; Pearson de Vaccaro, 1982).

Las tradiciones y condiciones sociales, tales como la densidad de población y la distribución de los recursos también tienen gran efecto sobre el uso de la tierras. Los campesinos del centro de México cultivan tierras semidesérticas, rocosas, escabrosas y de pobre calidad que aparentemente se adecuarían mejor a la cría de bovinos, caprinos u ovinos. Indudablemente, a escala nacional o internacional, esas tierras claramente deberían usarse para la ganadería. Pero no se puede movilizar gente como si fueran peones en un juego de ajedrez. Por lo tanto, si los campesinos no tienen usos alternativos para la mano de obra de sus familias, ellos pueden realizar un retorno total neto más alto de la agricultura que de la cría de ganado. El retorno por hora del tiempo invertido es probablemente menor cuando procede de la agricultura de la cría de ganado, pero el retorno total es más alto. Uno de los objetivos de los proyectos de desarrollo pecuario es determinar el mayor y mejor uso de las tierras a nivel nacional, sujeto a las relaciones individuales de costos y beneficios, y luego diseñar los proyectos de acuerdo con eso.

El nivel de desarrollo económico de una nación, junto con sus tradiciones culturales, tiene gran influencia sobre los sistemas pecuarios. Gran parte de las tierras en África son habitadas por tribus nómadas o seminómadas, quienes tienen poco interés efectivo en expandir su producción (Simpson y Sullivan, 1984)<sup>3</sup>. Un interés efectivo quiere decir que las entrevistas con los dueños del ganado pueden indicar un deseo aparente para mejorar la producción, pero ese deseo no es lo suficientemente fuerte como para traducirse en acción. En muchos países, con potencial de exportación, las restricciones sociales impiden el mantenimiento de plantas empacadoras a estándares internacionales, excluyendo a esos países que compiten en los mercados mundiales de la carne.

La localidad es otro factor que influye en los sistemas de crianza en ganadería. Existen zonas, como en Suecia, en donde la producción pecuaria tiene que ser subsidiada para que las operaciones puedan competir con países exportadores como Australia o Uruguay. Además, la ley de la ventaja comparativa dicta el tipo de producto agropecuario que se puede producir en cierta zona. Por ejemplo, el Japón tiene una alta demanda efectiva para carne de res, pero un bajo consumo per cápita de la misma (Simpson, Yoshida, Miyazaki y Kada, 1985)<sup>4</sup>. Los japoneses, por lo tanto, se han concentrado en el arroz porque ese es el mayor y mejor uso de sus tan limitados recursos naturales. Por otra parte, los suecos reconocen que en ciertas regiones la cría de ganado es mejor alternativa que en otras opciones, como por ejemplo, árboles maderables.

Otro aspecto de la localidad es el predominio de las enfermedades. Gran parte del África Central se adecuaba bien a la cría de ganado, pero la mosca tsetsé imposibilita esa cría en muchas áreas, a menos que se usen condiciones especiales. Es más, el predominio de ciertas enfermedades como la peste bovina y la fiebre aftosa impiden a la mayoría de los países africanos el poder competir en el mercado mundial.

El nivel de la demanda efectiva, junto con las fronteras nacionales de Naciones - Estados, pueden limitar muy efectivamente los aumentos en la producción de muchos países. El consumo per cápita de carne en todo el continente africano y gran parte del Oriente Medio es muy bajo porque la mayoría de las personas no tienen el ingreso necesario para comprar mayores cantidades de carne per cápita de lo que hacen en la actualidad. Como otro ejemplo, la producción de carne puede quedar esencialmente restringida a ciertos límites porque no hay mercado efectivo para el producto. Esa es la situación en los países sudamericanos como Argentina, Paraguay y Uruguay. Esos países, al igual que la mayoría de los países latinoamericanos, podrían aumentar enormemente su producción de carne de res si hubiera mercado y precios atractivos.

El precio de la carne es un determinante importante en los sistemas de crianza en ganadería. Los precios de la carne son bajos, los ganaderos no pueden invertir tanto en insumos como cuando los precios son altos. Los sistemas de producción en Europa y en Estados Unidos son bastante intensivos en términos de capital invertido

<sup>3</sup> Simpson, J. Gregory. S. 1984. «Planning for Institutional Change in Utilization of Sub-Saharan - Africa's. Communitary Property Range Resources.

<sup>4</sup> Simpson, J. 1985. *Technological Change in Japan's Beef Industry*. Boulder, Colo; Westview Press.

porque los precios son relativamente altos. En América del Sur las altas tasas de interés, la inflación, la falta de capital, los bajos precios de la carne y los bajos sueldos hacen que las operaciones sean mucho más intensivas en términos de mano de obra. Los precios bajos también tienden a que la crianza de ganado sea básicamente un negocio atractivo porque el retorno administrativo es bajo en comparación con otras oportunidades de inversión.

Las políticas gubernamentales, como ya se dijo, son uno de los factores más importantes en la evolución de los sistemas de crianza de ganado porque la industria requiere incentivos para crecer y mejorar. La mayoría de los países interfieren con el mercado libre para, de alguna manera, influenciar los precios pecuarios (Simpson, 1984). Con frecuencia se fijan los precios al por menor o al por mayor de algunos, o de todos los cortes de carne. Algunos países que exportan carne y ganado, tal como Costa Rica, tienen un sistema de doble precio, uno para el consumo nacional y el otro para exportación. Otros, tales como los países de la Comunidad Económica Europea (CEE), proporcionan subsidios a los productores y exportadores, trastornando así el mercadeo y desarrollo que de otro modo estaría ocurriendo en los países en desarrollo (Simpson y Hillman, 1985). Un ejemplo ya citado es la desmesurada desventaja que enfrentan muchos países en desarrollo al tratar de desenvolver una industria lechera nacional debido a los subsidios dados para la exportación de leche en polvo por muchos países, como los de CEE.

Otro aspecto de la política gubernamental se relaciona con la estabilidad y el suministro de un clima favorable para los inversionistas. La producción pecuaria, especialmente de ganado bovino, requiere una inversión substancial, y debido a la naturaleza biológica de la industria, los retornos frecuentemente se ven postergados por varios años. Si encima existe el temor de la expropiación, o involucramiento adverso por parte del gobierno, o mudas radicales en la política, los terratenientes van a preferir guardar la mayor parte de sus capitales en ganadería (un activo relativamente líquido) en vez de mejorar las tierras o hacer otras inversiones. Chile, Perú, Uruguay y Zimbabwe son buenos ejemplos de países en donde la política gubernamental o la agitación política han impedido periódicamente a las industrias ganaderas intensificarse y evolucionar de manera más eficiente.

## ENFOQUES HACIA LA CATEGORIZACIÓN DE SISTEMAS

La manera como un sistema agropecuario se categoriza depende del interés del investigador y del problema que existe. Por ejemplo, Grigg (1974) asume un enfoque evolucionario. Ruthenberg (1971) tiene interés en los sistemas tropicales. Kolors y Bell (1975) combinan geografía con el medio ambiente y el ser humano. Tillman (1981) coloca los sistemas pecuarios dentro de la perspectiva del desarrollo de la industria pecuaria. McDowell y Hildebrand (1980) se concentran en sistemas para el pequeño agricultor que combinan cultivos y animales. Hoveland et al. (1977) se acercan al tema desde el punto de vista de los sistemas de forraje. Bredahl, Burst y Warnken (1985) usan los sistemas de producción de ganado como base para analizar el crecimiento y la estructura de la industria pecuaria de un país. Conrad (1984) divide los sistemas en los confinados, los semiconfinados y los no confinados. Los investigadores de Winrock International han desarrollado una clasificación acumulativa que divide los sistemas pecuarios del mundo en tres categorías: basada en animales, basada en cultivos y animales, y basada en cultivos. Estos investigadores han identificado nueve subclases en los países en desarrollo (Winrock, 1981; Fitzhugh, 1983). Un repaso de éstos y otros estudios sugiere que las clasificaciones de los sistemas se van desarrollando según las necesidades específicas de cada quien.

Una inclinación o deseo natural, al trabajar a nivel mundial, es clasificar los sistemas pecuarios por país. Por ejemplo, se puede decir que el sistema Estadounidense de ganado de carne se caracteriza por las operaciones de cría de terneros para vender los terneros destetados a operaciones de recría, después de lo cual los terneros son finalizados en corrales de engorde (Petritz, Ericson y Armstrong, 1982) o que una porción substancial del ganado en Kenia se mantiene para leche por sus poblaciones pastorales. Aunque ese enfoque es útil como introducción al negocio pecuario mundial (Simpson y Farris, 1982), es un enfoque algo voluminoso para un trabajo analítico debido a la amplia gama de subsistemas que se encuentran en prácticamente todo país del mundo. Además, la ganadería es más específica en términos de problemas que de sitios (lo cual ocurre con los cultivos). Por lo tanto, para fines operativos o analíticos, es más útil describir sistemas según la actividad, el arreglo institucional, el tamaño y la fuente de alimento.

### Comparación de los sistemas extensivo e intensivo para ganado bovino

Un manera útil de separar sistemas de ganado de carne en términos generales es mediante las operaciones extensivas e intensivas (Cuadro 1)

No existe una definición sólida para la diferencia, pero en términos generales, se puede decir que las operaciones extensivas son las que requieren una gran extensión geográfica por animal, mientras que las operaciones intensivas se refieren a las que tienen una relación de alta densidad entre ganado y terreno. Para evitar cualquier difusión de terminología, la definición en este libro no se referirá a niveles de manejo, ni se clasificarán las operaciones intensivas, como lo han hecho algunos investigadores, en aquellas donde los alimentos son llevados al ganado (Prestón y Willis, 1974); sino que la definición significará solamente una relación de "alta" densidad entre ganado y terreno para las condiciones climáticas dadas.

Cuadro 1. Factores para clasificar los sistemas pecuarios

| OPERACIONES EXTENSIVAS   | OPERACIONES INTENSIVAS   |
|--|--|
| ACTIVIDAD  |  |
| Vaca/ternero<br>Integrado, vaca/ternero y crecimiento  | Vaca/ternero<br>Integrado, vaca/ternero y crecimiento<br>Lechería<br>Integrado, cultivos y ganadería<br>Integrado, ganado y otra ganadería<br>Preparación para ceba<br>Recría<br>Finalización<br>Forraje<br>Corral de engorde<br>Ganado de doble propósito |
| CATEGORÍAS INSTITUCIONALES   |  |
| Operaciones familiares o propietario único<br>Haciendas corporativas<br>Cooperativas<br>Granjas estatales<br>Tradicional vs moderno  | Operaciones familiares o propietario único<br>Corporaciones<br>Cooperativas<br>Granjas estatales   |
| TAMAÑO   |  |
| Muy pequeño (19 UA o menos)<br>Pequeño (20 - 149 UA)<br>Mediano (150 - 399 UA)<br>Grande (400 - 799 UA)<br>Muy grande (800 UA o más) | Muy pequeño (19 UA o menos)<br>Pequeño (20 - 149 UA)<br>Mediano (150 - 399 UA)<br>Grande (400 - 799 UA)<br>Muy grande (800 UA o más)   |
| ALIMENTACIÓN   |  |
| Pradera nativa<br>Pradera mejorada<br>Preacondicionamiento<br>Preparación para ceba<br>Corral de engorde                             | Pradera<br>Pastizal mejorado<br>Preacondicionamiento<br>Preparación para ceba<br>Corral de engorde   |

UA = Unidad animal

Las operaciones extensivas, por lo general, se encuentran en zonas que son sólo marginalmente útiles para otras operaciones agrícolas. Zonas secas, como desiertos o áreas semiáridas, montañas o regiones rocosas, son las que normalmente se usan para las operaciones extensivas. Arizona, un Estado en el sudoeste árido de los Estados Unidos, se caracteriza por sus operaciones ganaderas extensivas debido a la baja precipitación pluvial. Por otra parte, el sur de la Florida tiene abundante precipitación pluvial y también se caracteriza por sus operaciones ganaderas extensivas. En parte, eso se debe a los suelos pobres, pero más que nada se debe a la tradición, a su ubicación grande de engorde (desde la finalización hasta el peso de sacrificio), y a los pocos usos alternativos que existen para esas tierras. Además, una relación adversa entre los precios del fertilizante y el de la carne ha impedido el uso mucho más intensivo de esos pastizales.

La Florida también es un ejemplo de la naturaleza dinámica de los sistemas. Hasta principios de la década de los 50, hubo muy poco ganado de carne mejorado y casi todo el ganado en existencia pastaba en las praderas abiertas (sin cercas). Las décadas de los 50, 60 y comienzos de los 70, vieron la adopción de prácticas intensivas, tal como la siembra de forrajes mejorados, avances en las prácticas de manejo, mejor nutrición y mejoramiento de los animales a través del encaste (Simpson y Bordelon, 1984). A nivel estatal, el inventario bovino en 1950 requería 3.7 hectáreas (ha) de tierras agrícolas por cabeza. En 1982, requería sólo 1.4 ha, o una tercera parte. Así es que a medida que avanzaba la tecnología crecía la población y se desarrollaba la infraestructura del transporte. Muchas de las operaciones ganaderas pasaron a ser mucho más intensivas.

Los sistemas extensivos se caracterizan por las operaciones de vaca/ternero en donde la actividad principal se concentra en el hato de vacas vientre mantenido para producción y venta de terneros destetados. Ese tipo de sistema se encuentra en el oeste de los Estados Unidos, en las partes más secas de Australia, y en las áreas más remotas de Latinoamérica. La distancia al mercado y las relaciones entre costos de transporte y precios del ganado también son importantes (Simpson y Steglin, 1981). Gran parte de Latinoamérica, Australia y África tienen explotaciones extensivas que combinan la gama completa de operaciones desde la cría hasta la finalización y todo con base en forrajes.

Otro factor que se ha de considerar al categorizar las operaciones ganaderas es el arreglo institucional (Ver Cuadro 1). En la mayoría de los países en donde predomina la libre empresa, las operaciones extensivas son sociedades formadas por miembros de una familia, o de propiedad de una sola persona, o de corporaciones. En contraste, en gran parte del África y en las comunas de las estepas de la Unión Soviética y de China, predomina el sistema pastoral en el cual el ganado es de propiedad privada, pero se trabaja en praderas comunales. Por lo general, la tierra se mantiene en fideicomiso por el gobierno federal. El arreglo institucional en las economías centralmente planeadas puede ser una granja estatal, en donde la mayor parte teniendo la tierra en fideicomiso, pero con el resto de los activos como propiedad de la cooperativa. Sin embargo, aún los países de mayor doctrina comunista, como la Unión Soviética, permiten la limitada propiedad privada de ganado y otras especies de ganadería (Gray, 1981).

El tamaño es la tercera consideración principal al caracterizar los sistemas de ganado. Aunque las clasificaciones por tamaño son necesariamente arbitrarias, las que han surgido de los estudios comparativos de costos y retornos en el oeste de los Estados Unidos (Boykin, 1968 y Forrest, 1971; Goodsell, 1974; Gray, 1968) pueden tomarse como un punto de referencia para zonas que tienen operaciones de cría extensivas, como Latinoamérica, África, Oceanía y China. Las operaciones pequeñas son las que tienen 800 UA, y las grandes entre 400 y 799 UA, mientras que las muy grandes tienen 800 UA, o más. Además, se puede agregar una clasificación denominada muy pequeña para operaciones de 19 UA, o menos. Cada investigador puede establecer sus propias clasificaciones dependiendo de los objetivos de la investigación y la zona bajo estudio. Por ejemplo, no tendría sentido atenerse a las clasificaciones dichas si casi todos los propietarios de la zona de estudio tienen 19 UA, o menos.

## **MEDIDAS CON UNIDADES DE ANIMAL**

La gran variedad que existe en la composición de los hatos en una explotación por causa de la diversidad de los terrenos, las clases de ganadería, las condiciones climática, los valores de la tierra, los costos de los insumos y los precios del ganado, han llevado a que los investigadores se rigieran en una medida estandarizada que se llama la Unidad Animal (UA).

La definición legal de una unidad animal en los Estados Unidos es un bovino de carne de más de seis meses de edad, o cinco ovejas o cabras adultas, o un caballo (Gray, 1968, p. 122). Esa también es la definición que las agencias gubernamentales usan en los Estados Unidos al determinar los permisos de apacentamiento.

El número total de unidades de animal se calcula multiplicando los números de cada tipo de animal por los coeficientes apropiados. Aunque se determinan los coeficientes según la cantidad de forraje que un animal come, lo que a su vez relaciona con la superficie corporal (tamaño del animal), los siguientes coeficientes son válidos para ganado tipo cebuino o británico y para la ganadería pequeña:

| TIPO DE ANIMAL                                   | COEFICIENTE DE UNIDAD ANIMAL |
|--|------------------------------|
| Vaca adulta                                      | 1.00                         |
| Ternero de más de 12 y menos de 24 meses de edad | 0.80                         |
| Ternero destetado                                | 0.50                         |
| Ternero manón                                    | 0.40                         |
| Vaquilla preñada                                 | 1.00                         |
| Vaca con ternero                                 | 1.40                         |
| Toro adulto                                      | 1.25                         |
| Novillos de 2 años de edad                       | 1.00                         |
| Caballo  | 1.25                         |
| Oveja  | 0.20                         |
| Cabra  | 0.20                         |

El procedimiento para convertir ganado que no sea el mencionado arriba a UA, o para ganado cuyo tamaño varía de modo significativo del ganado cebuino o británico, es el de usar una fórmula que convierte el peso corporal en unidades animal. La fórmula es:

$$UA = 0.01693 \frac{(P^{2/3})}{p^2}$$

$$= 0.01693 \sqrt[3]{\frac{P^2}{p^2}}$$

Como ejemplo, supongamos que el peso promedio de una vaca adulta en la región bajo consideración es de 343 kgs. La UA resultante sería:

$$UA = 0.01693 \left( \sqrt[3]{343} \right)^2$$

$$= 0.01693 (7)^2$$

$$= 0.01693 (49)^2$$

$$= 0.83$$

lo cual se interpreta como una vaca adulta cuya UA es 0.83 en vez de 1.0. Para estandarizar las unidades, todos los demás animales tendrán que ser recalculados también. Se debe tener cuidado especial con la ganadería pequeña porque esos animales no siempre serán proporcionalmente más pequeños.

La fórmula tiene la desventaja de resultar en valores de unidad animal que son algo más altos de lo que justificaría el peso solamente. También se debe tener cuidado al usar unidades animal para especificar algún nivel nutricional porque las prácticas varían considerablemente. La suposición implícita en los coeficientes de unidad animal dados anteriormente es que son válidos para "buenos niveles de nutrición — es decir, aquellos que cuando se combinan en otras "buenas prácticas de manejo resultarán en una producción de terneros promedio (año tras año) de más de 80% o 85%, y en donde la producción de terneros significa el porcentaje de terceros destetados de las hembras en el hato de vientres. También se debe tener cautela al definir las palabras producción de terneros, animal adulto, vaquilla, y otros, tal como el cuidado que se usa al definir la unidad animal. Sin embargo, estas advertencias no deben considerarse onerosas, porque lo esencial es desarrollar interrelaciones entre los animales y las diferentes zonas, y no totales exactos.

Analistas en ganadería que llevan a cabo estudios detallados, muchas veces dividen el año en meses con inventarios en base al mes de unidad animal (MUA) porque los números del inventario pecuario cambian durante el año en respuesta al impacto de las estaciones sobre la disponibilidad de forrajes, de las fechas de parición, la venta de ganado, la transferencia de ganado para recría o cría, etc. El uso del MUA también es especialmente útil al comparar zonas radicalmente diferentes. Un ejemplo es una operación de recría en el desierto o en una región montañosa donde el ganado se apacienta sólo unos pocos meses al año, en contraste con una zona tropical donde una parcela de tierra irrigado y plantada con forrajes de alto rendimiento permitirá el pastoreo continuo durante todo el año.

## **SISTEMAS INTENSIVOS PARA GANADO**

Las zonas que se prestan a operaciones intensivas potencialmente aumentan el tipo y el alcance de las actividades de crianza de ganado. Por ejemplo las operaciones de vaca/ternero, igual que la ceba o finalización de novillos, pueden ser intensivas, con la naturaleza del emprendimiento que cambia con el tiempo, si las relaciones entre los precios de productos e insumos varían lo suficiente. Un ejemplo es la relación al alza repentina de los precios de la carne a comienzos de la década de los 70, cuando algunos ganaderos en los Estados Unidos comenzaron a guardar sus vacas vientre en confinamiento, alimentándolas con alimentos cosechados mecánicamente. Ultimamente, se ha usado otro método para intensificar la etapa vaca/ternero en la producción de carne: la transferencia de embriones de vacas donadoras de alta calidad a vacas más baratas que luego llevan el embrión hasta su nacimiento. También se podría decir que el pastoreo de vacas de carne en pastos mejorados es un modo de intensificar la producción de carne. Otro sistema del tipo intensivo que se practica con frecuencia en las zonas de mucho frío es guardar las vacas de carne en instalaciones de confinamiento durante el invierno.

Los sistemas intensivos integrados de vaca/ternero y crecimiento son comunes en Europa, gran parte del Asia y hasta cierto punto, en prácticamente todo el mundo. Por ejemplo, la industria ganadera europea se basa casi exclusivamente en la producción lechera (Poitevin, Mallard y Picon, 1977) porque esas operaciones tienden a ser unidades pequeñas (aparte de las granjas cooperativas de Europa Oriental) y porque están sujetas a inviernos rudos, especialmente en las regiones más septentrionales. Las tres cuartas partes, aproximadamente, del ganado europeo es de raza de doble propósito -carne/leche- porque el ganado solamente de carne no ha proporcionado un alto ingreso total neto para la finca. Es más, aparte de Inglaterra, Francia, Irlanda e Italia, las razas de carne forman sólo un 2% a 5% de todo el ganado en Europa.

Generalmente, las operaciones agrícolas se asocian con las operaciones más intensivas de ganado de carne, como por ejemplo la cría de novillos destetados o su finalización hasta los pesos de sacrificio. La dramática expansión en la producción de maíz, especialmente para ensilaje, fue una de las razones por la cual la CEE cambió de ser el principal bloque importador de carne durante la década de los 60, a ser el segundo exportador neto más grande de carne (después de Austria) para mediados de la década de los 80. El desarrollo de alimentos para ganado es una de las razones por la cual los corrales de engorde han proliferado tanto en Europa. Dichas operaciones, sean conducidas en pastizal o en confinamiento, tradicionalmente han sido un método de usar la mano de obra, tierras o capital durante períodos de poca actividad, en vez de ser el punto focal de la unidad de producción.

En Europa, la ceba de terneros de lechería hasta el peso de sacrificio, sea como ternera o adulta, es un ejemplo de la asociación que se forma entre la agricultura y la cría de ganado. Otro ejemplo es la práctica común de terminar novillos comprados, con el maíz almacenado por los agricultores de las pampas argentinas. Muchos agricultores en el sudeste de los Estados Unidos acondicionan los novillos durante los meses de invierno en tierras arables, momentáneamente inactivas, sembradas con centeno o raygrás (pasto ballico). En otras áreas del mundo, donde todavía se usa la fuerza de tiro, como en África, Asia y el Oriente Medio, los precaristas tienen vacas de triple propósito para leche, tiro y producción de terneros. Las terneras hembras se usan para reemplazos, mientras que los machos se castran y usan para tiro.

## **OTROS SISTEMAS PECUARIOS**

Los comentarios precedentes sobre ganado de carne son suficientes como para proporcionar una idea de la manera como se pueden categorizar y analizar los sistemas para cabras, ovejas, búfalos, ganado lechero y porcino serán presentados más adelante. Esos temas se han postergado para permitir la presentación de técnicas cuantitativas para que se puedan presentar los ejemplos de análisis al mismo tiempo.

## **LA PREPARACIÓN DE PRESUPUESTAS Y LA TEORÍA ECONÓMICA DE PRODUCCIÓN**

La investigación de los sistemas pecuarios, tal como se describen en esta memoria, se compone de un elemento descriptivo y otro analítico. La técnica principal para analizar un sistema pecuario, sea para fines comparativos a nivel mundial o para mejorar las utilidades de una finca de una hectárea con una vaca lechera y dos marranas, es la presupuestación por actividad. Si se está evaluando sólo un aspecto pequeño de la finca, entonces la presupuestación parcial podría ser el enfoque apropiado. El determinante que debe guiar las estrategias administrativas es la economía de la producción. Esta estructura teórica, más los presupuestos de las actividades y las curvas de los costos, se explican y comentan en esta parte, en relación a la investigación de los sistemas pecuarios. Se proporciona la aplicación en temas subsiguientes.

### **El proceso presupuestario**

La presupuestación es un método económico potente para trabajos analíticos a nivel regional y nacional, así como a nivel de finca. Por ejemplo, la presupuestación es el método apropiado para determinar el cobro de comisiones en una cooperativa comercializadora de ganado o para estimar el costo por unidad en un matadero. Además, la presupuestación es la base para gran parte de los análisis de proyectos regionales, como se demostrará en capítulos posteriores. Muchas técnicas complejas de modelado y optimización, tal como la programación lineal, no lineal, cuadrática y lineal dinámica, se basan en datos generados por el proceso de la presupuestación. Es el fundamento para mejorar el diseño de los sistemas pecuarios, porque el éxito o el fracaso de innovaciones depende a la larga de los costos y los retornos. Por lo tanto, el punto sobresaliente es que los analistas pecuarios, sean economistas o no, entiendan los principios de la presupuestación, su relación con la teoría económica, cómo y cuando aplicarla. Empezamos haciendo una distinción entre la contabilidad y la economía.

### **Registros contables y presupuestos económicos**

Se pueden preparar presupuestos de muchas maneras diferentes, dependiendo de su fin. Por ejemplo, los contadores se preocupan del movimiento de efectivo, dividiéndolo en deber y haber. Los contadores básicamente se concentran en ingresos y gastos durante un período de tiempo específico; ellos asientan esos movimientos para fines de control, como por ejemplo, declaración de impuestos o auditoría de una firma para inventario. Sin embargo, los datos de esos registros mantenidos por los contadores pueden ser usados para fines analíticos en muchas situaciones (Osburn y Schneeberger, 1983). Métodos más complejos de la contabilidad son el desarrollo de un estado de ganancias y pérdidas, un estado de fuentes y usos de fondos, un estado del activo neto (o capital contable), e índices financieros (Penson, Klinefelter y Lins, 1982). Enfocar la presupuestación de esa manera es un método útil para resolver ciertos problemas en la investigación de los sistemas pecuarios (Kay, 1981).

Los economistas, a diferencia de los contadores, se preocupan del análisis (Richardson, Camp y McVay, 1982). En la investigación de los sistemas pecuarios se le podría pedir al economista analizar la salud económica de una operación en particular, en cuyo caso él podría usar técnicas tradicionales de administración de empresas, que comienzan con los estados de ganancias y pérdidas, de fuentes y usos de fondos y del activo neto (Harsh, Connor y Schwab, 1981). Luego, el economista podría tener interés en el potencial económico de la operación según las prácticas administrativas actuales y según algunos métodos alternativos. A esas alturas, el problema es desarrollar análisis que representen a la operación de un modo típico, para eliminar la influencia de prácticas poco comunes en un año dado. Eso se puede hacer al crear es decir, sintetizar un presupuesto en vez de usar la contabilidad en sí.

Una ventaja de la presupuestación es que permite a los analistas calcular los costos y los retornos usando datos fácilmente accesibles, en vez de tener que fiarse de la buena voluntad de los ganaderos en revelar sus estados financieros. Es más, los productores casi nunca disponen de los datos en forma fácilmente utilizable. Quizás, lo más importante es la falta de estandarización entre productores sobre qué costos deben ser incluidos o no; por lo tanto, las respuestas sobre el retorno neto o las utilidades varían enormemente. Sin embargo, por lo general, los productores pueden fácilmente proporcionar la cantidad de unidades físicas y precios apropiados de los cuales se pueden crear presupuestos estandarizados. Otra ventaja de pasar por el proceso de presupuestación es la que proporciona una mejor comprensión de la operación.

### **Presupuesto por actividad**

Los presupuestos por actividad es decir, estudios de costos y retornos para una operación individual en una unidad de producción se pueden usar por separado o en combinación para proporcionar un cuadro completo de la finca o propiedad entera. Debido a que la investigación de sistemas a nivel de finca se relaciona, en general, con la finca entera u operación controlada por una persona, muchos analistas prefieren desagregar la finca o el sistema en cada una de sus varias actividades y luego combinarlas nuevamente en un todo. Ese es el enfoque para la investigación de sistemas pecuarios. Por supuesto, si una unidad de producción tiene solamente una operación, digamos vacas de carne, entonces ese presupuesto por actividad constituye el presupuesto de la finca. Cuanto mayor sea la interacción entre las varias actividades tanto más razón hay para reagregarlas nuevamente en un todo integrado.

Este escrito se dirige a los sistemas pecuarios y, por lo tanto, los ejemplos se orientan principalmente hacia la ganadería. El método que se usa en estos primeros capítulos es desarrollar presupuestos para variedad de insumos comprados y, luego, demostrar cómo esos conceptos se pueden aplicar a situaciones más de nivel de subsistencia. Pero se debe recordar que los conceptos y las técnicas son valederas para todo tipo de actividad y pueden aplicarse, con ciertas modificaciones, a prácticamente cualquier tipo de negocio, desde una planta para enlatado de carne hasta la producción y comercialización de leche de cabra. Los conceptos también son valederos en operaciones de cualquier tamaño y de cualquier situación económica, sin importar si es primitiva o sofisticada. Así es que el objetivo es, primero desarrollar una comprensión clara de la teoría y los conceptos, y luego aplicarlos a una gran variedad de situaciones.

Un presupuesto es un listado sistemático de ingresos y gastos para un período específico de producción y se usa para una o todas las actividades de una operación: financiamiento comercial, planificación, control administrativo y desarrollo de estrategias. El ingreso proyectado se deriva al multiplicar el rendimiento anticipado por el precio anticipado. Los gastos proyectados se derivan de los costos variables y los costos fijos. El retorno neto se calcula restando los gastos del ingreso bruto.

Los presupuestos se desarrollan usando una variedad de fuentes de datos. El más apropiado depende del propósito que tiene en mente el investigador. En muchos casos, se necesita una muestra representativa para obtener el entendimiento de las áreas de estudio. Ese aspecto, que podría tener lugar en la fase descriptiva de la investigación, se conduciría, por ejemplo, a través de la encuesta. Otro uso podría ser el control administrativo o la evaluación de una operación en particular, en cuyo caso los archivos del operador serían la fuente de información apropiada. Otro uso más sería determinar el potencial de prácticas de producción mejoradas o alternativas en áreas seleccionadas. En ese caso, la información probablemente procedería de estaciones de investigación, experiencia en otras áreas, o algunos de los mejores empresarios en la región de estudio.

### **Costos variables, fijos y producción**

Existe considerable confusión con respecto a la terminología de costos variables y costos fijos, principalmente, porque las categorías pueden cambiar de una finca a otra o dentro de una misma finca. La dificultad está en las definiciones algo nebulosas. Por ejemplo, los costos variables son aquellos que varían dentro de un período de producción; los costos fijos son los que no varían dentro de un período de producción. La semilla es un costo variable antes de ser sembrada, pero un costo fijo al plantarse. El fertilizante pasa a ser costo fijo después de haberse colocado en la tierra. Por lo tanto, a medida que avanza el período de producción, más y más insumos pasan a ser costos fijos.

Los economistas en administración de fincas hacen una distinción entre los costos fijos y los variables para poder usar la cantidad de los costos fijos en el análisis de la estrategia administrativa. Por ejemplo, un alto porcentaje de los costos de una operación vacas/terneros en una región desértica son fijos, porque el operador tiene pocas opciones de producción a su disposición. En contraste, un agricultor en una zona subtropical, quien de vez en cuando cría terneros destetados, tiene mayor flexibilidad y menos costos fijos que el operador en el desierto. Por lo tanto, el tipo de recurso es un factor al determinar si un factor es fijo o variable.

Otro uso para la palabra fijo tiene que ver con la manera en que se usa el insumo fijo. Por ejemplo, se puede reducir el costo fijo promedio (costo total dividido por el uso) al usar una máquina grande relativamente eficiente, en vez de varios implementos pequeños. Otra manera de reducir el costo promedio de la producción es usar un recurso fijo por más tiempo para repartir el costo de la depreciación. Debido a que el tiempo es tan importante, los recursos fijos y variables también se usan para clasificar la duración del período de producción. Esos períodos de tiempo son:

|                        |   |
|------------------------|---|
| De muy corta duración: | Un período tan corto que los recursos son fijos.  |
| De corta duración      | Un período durante el cual por lo menos un recurso es variado mientras que los demás son fijos. |
| De larga duración:     | Un período durante el cual todos los recursos pueden ser variados.                              |

### **Costos monetarios y no monetarios**

Otro grupo de palabras que causa confusión es la diferencia entre costos monetarios y no monetarios. Algunos insumos se diferencian con facilidad mientras que otros son muy nebulosos. Por ejemplo, terneros comprados para el engorde son claramente un costo monetario, mientras que no hay duda alguna de que la depreciación es un costo no monetario. ¿Pero qué es la administración por el propietario de la unidad de producción? Esa persona pasa tiempo que podría ser usado en otras actividades como, por ejemplo, un trabajo fuera de la finca. Esa persona debería recibir algún sueldo por el tiempo que pasa trabajando en su propia operación, pero a menos que el operador sea muy sofisticado, generalmente él no prevé un sueldo mensual que se asentará como gasto monetario. Lo que típicamente ocurre es que la persona simplemente usa sus ahorros o parte del préstamo de la producción para gastos personales, o toma parte del ingreso cuando queda vendido el producto agrícola de la finca. En ese sentido, porque no existe un desembolso específico y directo, el costo, habiendo sido monetario, pasa a ser un costo no monetario. Esta dificultad terminológica se soluciona en este libro presentando a los presupuestos con varias otras subdivisiones, y evitando el uso de las palabras costos monetarios y no monetarios.

### **Valores de insumos no comerciales**

Otra dificultad que se encuentra al presentar actividades pecuarias es asignar un valor a los insumos y los productos que no pasan por los canales de comercialización. Ejemplos sería: la semilla que se cultiva en la finca y que se usa para producir forrajes; los terneros destetados del hato de vientres de la finca y engordados hasta el peso de sacrificio en vez de venderlos al destete; o el consumo casero de la carne producida por los animales de la finca. Esto se maneja colocando el precio corriente del mercado a cada rubro tratado.

## **FUNCIONES DE PRODUCCIÓN**

El propósito es llenar el vacío entre la discusión general sobre presupuestación y toma de decisiones ya presentada y el uso de la economía de la producción a través de algunos ejemplos que se darán en el capítulo siguiente. Se discutirán dos conceptos: las funciones de producción y las curvas de costos. Ambos son métodos efectivos para evaluar muchos problemas de los sistemas pecuarios, principalmente porque esos conceptos proporcionan un medio teórico para comprender la unidad de producción e impacto de los cambios propuestos. Así es que, aunque las funciones de producción y de costos casi nunca se miden empíricamente, éstas son esenciales para el proceso de conceptualización. Las funciones de costos y de producción se derivan de la misma relación técnica de insumo/producto (Doll y Orazem, 1978). Como tal, esas funciones tienen que estudiarse en conjunto para poder entender y utilizar efectivamente estos importantes métodos en el análisis de sistemas pecuarios.

La función de producción describe la tasa a la que los insumos se transforman en productos durante un periodo de tiempo dado, por ejemplo, fertilizante en forraje o grano a ganancia de peso en novillos. Algunas funciones de producción, que serían de interés para el ganadero al evaluar alternativas de producción, incluyen interrelaciones de ganancia por clases de peso, por sexo y por razas de ganado en diferentes tipos de forrajes. Otras informaciones útiles serían las diferentes respuestas en rendimiento de forraje bajo diferentes combinaciones de insumos, como por ejemplo, fertilizante, agua o secado. Además, datos sobre interrelaciones, como por ejemplo la ganancia diaria promedio obtenida de la alimentación suplementaria y de varias capacidades de carga podría ser útil.

Simbólicamente, una función de producción se puede escribir como:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3 \dots X_n)$$

en donde Y es el producto y  $X_1 \dots X_n$  son diferentes insumos (también denominados recursos o factores de producción). La "f" significa "función de", mostrando que una cantidad singular de producto se obtiene de un grupo dado de insumos. Algunos de los insumos pueden ser variados mientras que no se permite la variación de otros. Una línea vertical separa los insumos en los que están siendo variados y los que quedan fijos. Por ejemplo:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3 \dots X_n)$$

significa que  $X_1$  está siendo variado mientras que los demás se mantienen constantes.

Una dificultad, al trabajar con sistemas, es la escasez de datos para la función de producción. Como consecuencia, los investigadores (sin hablar de los propietarios de ganadería) muchas veces tienen que utilizar las pocas observaciones que tienen a disposición para sus estimaciones y hacer interpolaciones algo toscas entre los puntos de los datos. El desarrollo de las funciones de producción para los sistemas pecuarios existentes y para aquellos que podrían ser posibles, es un área principal de trabajo para los investigadores de sistemas. Debido a que los economistas son los que más usan las funciones de producción, pero que éstas se derivan de situaciones de la producción misma, nos indica que las funciones serán mejor desarrolladas por el esfuerzo de un equipo interdisciplinario.

### Productos físicos total, promedio y marginal

El producto Y, frecuentemente se denomina el producto físico total (PFT). El producto físico promedio (PFP), también sólo una medida física, se calcula dividiendo la cantidad total del producto Y por la cantidad total del insumo variable. El PFP mide la tasa promedio a que un insumo se transforma dividiendo el producto por el insumo. Por lo tanto, al usar más y más insumo, la eficiencia por fin baja, y la tasa de crecimiento en el PFY también comienza a bajar. En cierto momento, la eficiencia en realidad disminuye y el PFT desciende.

El producto físico marginal (PFM) es el cambio en el producto que resulta de un cambio de unidad en el insumo variable. El PFM mide la cantidad que cambia el producto total a medida que se La cantidad de cambio se puede medir por la distancia entre dos puntos (la manera como normalmente se hace con trabajos empíricos) o en un punto, usando cálculo.

### Las tres fases de producción

La función de producción puede ser dividida en tres regiones o fases. El PFT es la función clásica refleja en una situación en la que el producto primero aumenta a una tasa creciente, luego aumenta a una tasa decreciente, y finalmente comienza a caer. Durante la primera fase (Fase I), en la cual el producto está aumentando a una tasa creciente, el PFP (la medida de eficiencia) está continuamente aumentando. Esta primera fase también se caracteriza por el PFM, siendo mayor que el PFP.

La Fase II comienza cuando el  $Pfp = PFM$  y termina cuando el  $PFM = 0$ , es decir, el punto en que se torna negativo. La eficiencia de usar el insumo variable (tal como se mide con el PFP) es máxima al comienzo de la Fase II. Pero la eficiencia del insumo fijo es máxima al final de la Fase II, el punto en que el  $PFM = 0$ , porque el producto es máximo para el insumo fijo. El uso óptimo de insumos, en algún momento durante la Fase II, depende de los costos de los insumos y los precios de los productos. La Fase III se caracteriza por el producto decreciente y un PFM negativo.

Estas fases, aunque delimitadas por factores físicos, proporcionan la transición a la determinación de los niveles óptimos de productos desde un punto de vista económico.

## PRODUCTO OPTIMO

Lo esencial de la economía de la producción en el análisis de sistemas pecuarios, es que existen tres decisiones principales sobre producción que todo ganadero tiene que tomar, consciente o subconscientemente, sin importar si opera bajo condiciones nomádicas muy primitivas, o si usa un manejo extremadamente sofisticado. Esas decisiones son: 1) Cómo producir; 2) Cuánto producir, 3) Qué producir.

La primera de las tres decisiones "cómo producir", proporciona los antecedentes necesarios para determinar qué y cuánto producir. Esas decisiones no se toman solamente en las fases formativas de una operación, sino que deben ser periódicamente reevaluadas en vista de datos nuevos y las relaciones cambiantes entre los precios de los insumos y los productos.

El primer paso es establecer una gran propuesta para la finca con actividades alternativas. Luego, se desarrollan los presupuestos para proporcionar las relaciones económicas para la decisión de "Cómo producir". Después de eso, se calcula un nivel óptimo de producción, dadas las consideraciones económicas y administrativas. Esta es la decisión para determinar "Qué producir". Parecería que el "Qué producir" debiera ser la primera decisión. Sin embargo, es la última porque se tienen que comparar las alternativas, y eso implica que primero hay que determinar los niveles óptimos del producto y el ingreso neto de cada uno.

### Las decisiones de "cómo" y "cuánto" producir

Como ejemplo de una decisión de "cómo" producir, supongamos primero que los resultados de una estación experimental local muestran que uno de los métodos de producción para novillos es en pastos perennes mejorados con alimento suplementario. Por supuesto existen varios suplementos, pero la investigación indica que un concentrado con 16% de proteína (llamado el insumo o factor  $X_1$ ) ha dado buenos resultados. Se pueden reemplazar estos dos factores en diferentes proporciones y cantidades para proveer varios niveles del producto, los cuales, representados por las líneas curvas llamadas isocuentas, se denotan  $Y_{1a}$ ,  $Y_{1b}$ ,  $Y_{1c}$ . El producto más bajo es  $Y_{1a}$  mientras que el nivel más alto del producto es  $Y_{1c}$ . Líneas rectas entre los dos ejes se llaman las líneas isocosto o líneas de costo constante ya que representan varias combinaciones de insumos que pueden ser comprados por un desembolso dado.

A medida que se van utilizando cantidades más grandes de esos dos factores, se obtienen niveles más altos del producto, digamos kilos de carne por novillo o hectárea. Por supuesto, existe un número infinito de isocuentas (porque existe un número infinito de niveles del producto), tal y como existe un número infinito de combinaciones del producto (a lo largo de sólo una isocuentas). Por razones de simplicidad, se muestran sólo dos insumos. El punto de tangencia entre una línea isocuenta y una de isocosto es, económicamente, la combinación más eficiente (de menor costo) de insumos para producir ese nivel de producto. Los puntos de tangencia pueden conectarse por una línea que indica la combinación de menor costo de los insumos para producir ese nivel de producto. Los puntos de tangencia pueden conectarse por una línea que indica la combinación de menor costo de los insumos (a los precios de insumos dados) para producir cualquier nivel del producto en particular. Las demás combinaciones de insumos (a los precios dados) que no sea el punto de tangencia, no son soluciones óptimas. El punto óptimo considerando  $Y$  como el nivel del producto y  $P$  como su precio, es donde

$$\frac{\Delta Y_2}{\Delta Y_1} = - \frac{P_{y1}}{P_{y2}}$$

Ahora nos apartamos hacia un aspecto importante de la decisión de "cómo producir" (un problema de factor - factor). Al mantener constantes todos los insumos, salvo los que están siendo evaluados, es posible retratar la ley del rendimiento decreciente (también llamada la ley de las proporciones variables) que dice que si un insumo se aplica a factor fijo, a la larga, si le aplica suficiente cantidad del factor variable, el producto total comenzará a aumentar a una tasa decreciente (el punto de inflexión) y podría acercarse al máximo, momento en el cual el

producto comenzaría a disminuir. En nuestro ejemplo, si se suministra el suplemento a niveles demasiado altos (en relación a la capacidad de digestión del animal), especialmente en terneros recientemente destetados, muchos de ellos probablemente se enfermarán y dejarán de comer, y es posible que algunos se mueran. El resultado sería una disminución del producto.

### La decisión de "que producir"

La tercera de estas tres decisiones, "qué producir", se toma después de que se haya obtenido suficientes conocimientos sobre las alternativas de producción pertinentes. Es la última de las tres decisiones porque primero se tienen que recaudar los datos y análisis sobre cómo y cuánto producir. Sólo entonces se puede tomar la decisión de "qué producir", al comparar los óptimos de las varias alternativas.

Después de haberse obtenido la información de la función de producción para varias alternativas, o por lo menos algunas estimaciones, el problema será relacionar los costos del insumo con los precios del producto. En esta interrelación, las líneas curvas representan dos interrelaciones posibles del producto. Por ejemplo, un ganadero tiene la opción de usar sus tierras para una operación lechera ( $Y_1$ ), el engorde de novillos ( $Y_2$ ), o una combinación de las dos actividades. Por supuesto existen muchas combinaciones posibles del producto. La cantidad del producto potencial depende de las funciones de producción que, a su vez, se relacionan al uso de insumos que finalmente se limitan por la disponibilidad de recursos. Las líneas curvas, por lo tanto, se llaman curvas de isorecurso o de posibilidad de producción.

La cantidad óptima de cada producto posible se determina por la tangencia de la línea de isoingreso con las curvas de producción. En otras palabras, los criterios para determinar la cantidad óptima de productos se basa en una combinación de las interrelaciones físicas, el costo y el precio. Si se usan más insumos en los procesos de producción, la curva de isocosto se desplaza hacia afuera digamos de  $C_1$  a  $C_2$ , para que se pueda producir más de cada producto potencial, es decir, leche o novillos engordados. La ubicación de  $C_1$  a  $C_2$  se determina por los limitantes de los insumos, por ejemplo, la cantidad de terreno disponible.

La tangencia de las nuevas líneas de isoprecio con las nuevas curvas de isocosto pueden o no conducir a la misma proporción de productos. Se puede trazar un camino de expansión por los puntos de tangencia para mostrar las posibilidades de producción que se asocia con la limitante dada. La decisión económica más racional para maximizar el ingreso neto es, como se había descrito anteriormente producir a los puntos de tangencia, donde la inclinación de las líneas de isoprecio ( $C_1$  y  $C_2$ ) a inversa de los precios relativos del producto.

La decisión de "qué producir" en esta sección se restringe a las actividades  $Y_1$  y  $Y_2$  pero combinaciones de muchas actividades son posibles, y para simplificar la laboriosa tarea de tener que calcular cada una individualmente, se ha desarrollado una técnica denominada programación lineal.

## COSTOS DE PRODUCCIÓN

Las palabras costos totales y costos promedios se usan a menudo en el proceso de presupuestación. Por ejemplo, en un presupuesto de costos y rendimientos para una operación de ovinocultura, el costo total anual de producción se puede calcular sumando cada rubro de los gastos de producción. Ese costo total se puede dividir por el número de corderos vendidos para calcular el costo promedio por cordero producido. Estos costos promedios y totales corresponden a un punto en la función PFT. Es imposible determinar, en un presupuesto de costo único, en que fase está la producción. Sin embargo, los economistas calculan costos totales y promedios de producción sobre operaciones existentes y muchas veces desarrollan presupuestos de simulación para determinar el efecto de cierta práctica de producción.

### Costos totales

Es posible desarrollar estimaciones de costos para una multitud de alternativas de producción y derivar curvas de costos de esas estimaciones. Esas curvas son bastante útiles, tanto conceptual como empíricamente, porque proporcionan normas generales sobre el efecto de varias situaciones de producción y precios. Por razones de sencillez, supongamos nuevamente que todas las variables menos una quedan constantes. Por lo tanto, sólo hay un costo variable.

Los costos fijos totales (CFT) — es decir, aquellos que no varían durante el período de producción — son una línea

recta horizontal porque no cambian cuando cambia el producto. El costo variable total (CVT) se calcula tomando la cantidad del insumo variable usado y multiplicándolo por el precio de la unidad de insumo. Ya que el C.V.T. aumenta a medida que el producto aumenta, la forma de la curva del CVT depende de la forma de la función de producción. Para la función de producción clásica, el CVT aumentará continuamente, aunque se encorva para atrás para reflejar la reducción en producto después de haberse pasado el punto máximo en la curva del PFT, el costo total (CT) es la suma del CFT y el CVT.

### **Costos promedios**

Los costos fijos promedio (CFP) se determinan al dividir los costos fijos totales por el producto. Ya que los costos fijos son una constante y la producción varía, el CFP disminuye a medida que los niveles del producto aumentan.

El costo variable promedio (CVP) se calcula al dividir el costo variable total por el producto correspondiente. La forma de la curva del CVP depende del costo unitario del insumo variable. El CVP se relaciona inversamente al PFP de modo que cuando el PFP está al máximo, el CVP está al mínimo. El CVP también empieza a encorvar para atrás cuando el PFT está al máximo.

Se puede calcular el costo total promedio (CTP) sumando el CFP y el CVP, o dividiendo el costo total por el nivel del producto correspondiente. Cada CTP que se ha calculado en los presupuestos presentados en los dos capítulos siguientes, representa un punto en una curva.

El costo marginal (CM) se define como el cambio en el costo total de un aumento por unidad en el producto. En otras palabras, es el costo de producir una unidad adicional de producto. En términos de cómputo el CM es el producto. Como se demostrará en el capítulo siguiente, el CM es la cifra, junto con el ingreso marginal, que se usa para determinar el producto óptimo.

### **OPTIMIZACIÓN: PRINCIPIOS MARGINALES Y PROGRAMACIÓN LINEAL**

La pregunta de "cuanto" en la economía de la producción se comentó solo brevemente en el capítulo anterior para no complicar los principios teóricos. Ahora pasamos a prestar atención a las técnicas que se usan para determinar el nivel óptimo de insumos, productos y otros recursos, es decir, el "cuanto" de la decisión de producción. El primer paso es definir los términos; luego se da un ejemplo de dos operaciones lecheras alternativas, una con ganado de raza pura (Holstein) y la otra con ganado de doble propósito (cruza con Cebú). El objetivo es demostrar cómo se calcula el nivel óptimo del alimento suplementario, así como introducir el formato de la presupuestación.

La última parte de este capítulo se dedica al método de determinar una combinación óptima de sistemas pecuarios en una finca que tiene limitantes de terreno, mano de obra y capital. Luego se compara el sistema más óptimo de doble propósito con la actividad de vaca/ternero de carne. El objetivo es demostrar, con análisis gráficos, como se puede usar la programación lineal para determinar una combinación óptima de actividades, es decir, la decisión de "qué producir".

### **La cantidad de insumo a usarse: Principios Marginales**

El concepto de operar al margen se relaciona a la pregunta en la economía de la producción sobre "cuanto producir". Se recordará que se llegó a la conclusión en el último capítulo de que la utilidad se maximiza al producir en la Fase II de la función de producción. El propósito de esta sección es explicar la técnica que se usa para determinar los niveles óptimos del insumo y del producto en esa Fase.

### **Regla de decisión del insumo**

La regla de decisión para determinar el insumo óptimo es: producir donde el costo marginal del insumo (CMI) es igual al valor marginal del producto (VMP). CMI se define como el cambio en el costo total del insumo, o la agregación al costo total del insumo al usarse una unidad adicional del insumo. CMI se calcula por la ecuación.

# 12. SISTEMATIZACION DE LA INFORMACION EN LOS HATOS BOVINOS

Héctor Guillermo Onofre Rodríguez\*

**L**a actividad ganadera en nuestro país se viene manejando a través de cientos de años en forma tradicional, trayendo una baja optimización de recursos físicos, humanos y de capital. Los sistemas bovinos en un alto porcentaje carecen de registro de información de los eventos que se suceden tanto en la parte técnica, como en la económica, que le permitan al propietario y también a su asistente técnico tomar decisiones sobre el manejo del hato y evidenciar problemas potenciales antes de que causen pérdidas.

Los problemas en el campo se consideran ser de naturaleza multifactorial, en donde confluyen la alimentación, la salud, el manejo, la administración, la dinámica de los mercados locales, regionales, nacionales e incluso internacionales y por ello deben ser abordados conjuntamente para su adecuada solución.

Con los avances tecnológicos se dispone de herramientas que facilitan registrar, analizar y conocer de manera más profunda la estructura técnica, financiera y económica de la explotación; entre ellas se viene implementando el modelo conocido como "MONITOREO DE HATOS" en el cual; mediante la utilización de registros de los eventos relacionados con salud, alimentación, reproducción, producción y movimientos económicos, se detectan cuantifican y priorizan los principales factores limitantes de producción y de la productividad en fincas ganaderas.

El modelo se ve favorecido por la disponibilidad de sistemas computarizados para el sector ganadero, que aunque no es un factor condicional, facilita la tarea de análisis de registros.

## REGISTROS PARA INICIO DEL MONITOREO

### 1. INFORMACIÓN RELACIONADA CON LA FINCA:

#### Localización

- Nombre de la finca
- Propietario
- Municipio
- Vereda
- Dirección
- Teléfono
- Asistente técnico
- Primera fecha de monitoreo

#### Aspectos físicos

- Suelo predominante
- Topografía ( % plano, % ondulado, % quebrado).
- Precipitación fluvial mm/año
- Fuentes de agua

\* MVZ Investigador Programa Regional Pecuario CORPOICA, C.I. La Libertad Km. 21 vía Puerto López A.A. 3129 Villavicencio (Meta)

## 2. INFORMACIÓN RELACIONADA CON ANIMALES

- **Uso de la tierra**
  - Area en pastos (ha)
  - Pastos nativos
  - Pastos mejorados
  - Pastos de corte
  - Area en cultivos
  - Area en bosques
- **Alimentación**
  - Numero de praderas
  - Tipo de pastoreo
  - Horas de pastoreo vacas/día
  - Tipo de suplementación
  - Otros suplementos
- **Actividades Pecuarias**
  - Cría / Levante / Ceba / Lechería .
  - Usan inseminación artificial
  - Otras especies
  - Registran servicios
  - Registran leche
  - Edad mínima de novilla
- **Instalaciones y trabajadores**
  - Principales instalaciones y maquinaria (Establo, Sala de ordeño, corrales, riego, tractor, otros).
  - Otras instalaciones
  - Número de trabajadores
  - Observaciones

## 3. INFORMACION PARA ABRIR REGISTRO INDIVIDUAL DE LOS ANIMALES

El sistema de registro e información en finca, debe proveernos con certeza el desempeño individual y colectivo del predio y los grupos etéreos, de acuerdo al objetivo de la empresa ganadera, para ello debemos tener por individuo la siguiente información: número; nombre; raza; sexo; color; fecha de nacimiento; número de partos; grupo racial; peso al nacimiento; número de la madre; raza ; número del padre; raza; si el animal fue nacido o comprado; fecha de entrada al hato; fecha de destete; peso al destete; número de la cría y sexo de la cría.

Con la información anterior se procede a sistematizar, dando inicio a la apertura de registros a cada uno de los animales. La información debe actualizarse y analizarse periódicamente estar tan actualizada como sea posible, de ello depende la toma de decisiones en los problemas potenciales identificados.

### PROCESO DE ANALISIS

Debe iniciarse visualizando la consistencia de los datos, evitando que estos puedan presentar ciertos sesgos. El comparar inventarios iniciales con finales de los animales establece si hubo aumentos o disminuciones que deban ser investigadas para establecer el cambio drástico. Estos cambios se pueden dar por introducción o extracción de animales o animales que estaban en el hato y no habían sido registrados. Estos movimientos no registrados durante un periodo de análisis repercuten en el cálculo de tasas y especialmente en la natalidad, siendo de vital importancia tener presente el parámetro vaca-año

Al iniciar el monitoréo , generalmente no se dispone de información retrospectiva adecuada, siendo necesario estimar algunas variables como la edad de los animales, la que al no ser debidamente ajustada puede llevarnos a errores como: vacas de 4 años con cuatro partos ; afectando el análisis del comportamiento productivo. Otros errores frecuentes, se dan al introducir la información; En general debe realizarse un proceso de depuración de información antes de iniciar el establecimiento de análisis confiables.

Asegurada la calidad de los datos las siguientes son las opciones de análisis:

- |                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Estructura del hato.              | Producción de leche.       |
| Partos, abortos y días abiertos.  | Peso y condición corporal. |
| Servicios concepción y celos.     | Comparación de toros.      |
| Mortalidad, compras y salidas.    | Análisis financieros.      |
| Terneros (muertes, ventas, etc.). |                            |

El siguiente formato puede servir de guía para el seguimiento y actualización de la información.

**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA  
CORPOICA**

**INFORME MENSUAL DE NOVEDADES**

Diligenciado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Período de novedades: \_\_\_\_\_

**1. PARTOS Y ABORTOS**

| Nº Vaca | fecha Parto | Reten Placen | Sexo Cria | Nº Cria | Nº Padre | Raza Padre | Fecha Aborto |
|---------|-------------|--------------|-----------|---------|----------|------------|--------------|
|         |             |              |           |         |          |            |              |
|         |             |              |           |         |          |            |              |
|         |             |              |           |         |          |            |              |
|         |             |              |           |         |          |            |              |

En caso de aborto indique si es posible, la edad fetal aproximada.

NM: Mortinato (ternero nacido muerto a termino)

V: Ternero viable, nacido vivo

**2. INGRESO Y EGRESO DE ANIMALES**

| Nº Animal | Fecha | Ingreso Egreso | Salida M.T.V.H. | Causa Muerte | Transferido A : |
|-----------|-------|----------------|-----------------|--------------|-----------------|
|           |       |                |                 |              |                 |
|           |       |                |                 |              |                 |
|           |       |                |                 |              |                 |
|           |       |                |                 |              |                 |

M: muerte - V: venta - T: transferido - H: hurto.

**3. EXAMEN REPRODUCTIVO**

FECHA: \_\_\_\_\_

| Nº Animal | Fecha Insemac. o Monta | Raza Toro | Identific. Toro | Fecha Diagnóstic | Edad Gestación | Hallazgo |
|-----------|------------------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|----------|
|           |                        |           |                 |                  |                |          |
|           |                        |           |                 |                  |                |          |
|           |                        |           |                 |                  |                |          |
|           |                        |           |                 |                  |                |          |
|           |                        |           |                 |                  |                |          |
|           |                        |           |                 |                  |                |          |
|           |                        |           |                 |                  |                |          |

**4. PRODUCCION DE LECHE**

| N° Vaca | Fecha 1 | Fecha 2 | Fecha 3 | Fecha 4 |
|---------|---------|---------|---------|---------|
|         |         |         |         |         |
|         |         |         |         |         |
|         |         |         |         |         |

**5. PESO CORPORAL**

| N° Animal | Fecha (D/M/A) | Peso Kgs | N° Animal | Fecha (D/M/A) | Peso Kgs |
|-----------|---------------|----------|-----------|---------------|----------|
|           |               |          |           |               |          |
|           |               |          |           |               |          |
|           |               |          |           |               |          |

**4. EVENTOS DE SALUD**

| N° Animal | Evento | Tratamiento | N° Animal | Evento | Tratamiento |
|-----------|--------|-------------|-----------|--------|-------------|
|           |        |             |           |        |             |
|           |        |             |           |        |             |
|           |        |             |           |        |             |

**5. SECADO DE VACAS Y DESTETE DE TERNEROS**

| N° Animal | Fecha Secado | N° Ternero | Fecha Destete |
|-----------|--------------|------------|---------------|
|           |              |            |               |
|           |              |            |               |
|           |              |            |               |

**REGISTRO DE ACTIVIDADES ECONOMICAS**

Municipio: \_\_\_\_\_ Finca : \_\_\_\_\_

| Fecha | Concepto | Cantidad | Unidad | Ingreso (I) | Egreso (E) | Valor \$ |
|-------|----------|----------|--------|-------------|------------|----------|
|       |          |          |        |             |            |          |
|       |          |          |        |             |            |          |
|       |          |          |        |             |            |          |
|       |          |          |        |             |            |          |

**\*\*\*ESTUDIO DE CASO \*\*\***

**Estructura del hato el 30/12/95**

| Grupo edad    | Novillos (czas) | Toros (Czas) | Novillas (Czas) | Vacas (Czas) | Cabezas total | % del hato |
|---------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|------------|
| <1            | 5               | —            | 8               | —            | 13            | 18.3       |
| 1-2           | 15              | —            | 7               | —            | 22            | 31.0       |
| 2-3           | 2               | —            | 6               | 1            | 9             | 12.7       |
| 3-4           | —               | —            | 3               | 5            | 8             | 11.3       |
| 4-5           | —               | —            | —               | —            | —             | 0.0        |
| 5-6           | —               | 1            | —               | 6            | 7             | 9.9        |
| 6-7           | —               | —            | —               | 3            | 3             | 4.2        |
| 7-8           | —               | —            | —               | 2            | 2             | 2.8        |
| 8-9           | —               | —            | —               | 3            | 3             | 4.2        |
| ≥ 9           | —               | —            | —               | 4            | 4             | 5.6        |
| <b>Total:</b> | <b>22</b>       | <b>1</b>     | <b>24</b>       | <b>24</b>    | <b>71</b>     |            |

Edad prom(años):      1.20                      5.12                      1.61                      6.47

En la estructura del hato se establece la relación porcentual de animales en cada categoría la cual debe estar acorde con los objetivos específicos de cada explotación. Si el objetivo es vacas de cría el mayor porcentaje estará dado en este grupo, caso contrario si fuera ceba.

Se pueden identificar animales con edades altas sin productos que debe ser evaluados para posibles descartes, o confirmar errores de información u omisiones de eventos, igualmente observar las tasas de remplazo atendiendo el objetivo de la explotación.

**\*\*\* ESTUDIO DE CASO \*\*\***

**Composición genética de las 24 vacas**

| Raza | Todas Vacas | Animales individuales |     |     |     |
|------|-------------|-----------------------|-----|-----|-----|
|      |             | 100%                  | 75% | 50% | 25% |
| ME   | 41%         | 3                     | 0   | 3   | 0   |
| CE   | 39%         | 0                     | 1   | 7   | 0   |
| PS   | 14%         | 0                     | 0   | 3   | 0   |
| CR   | 7%          | 0                     | 0   | 1   | 1   |

La composición racial del hato tiene relación directa con los aspectos de producción , leche, carne y susceptibilidad de la explotación a ciertos eventos.

\*\*\*\* ESTUDIO DE CASO \*\*\*\*

Número de partos por edad para hembras el 30/12/95

| Grupo edad  | Sin parto | Número del parto |    |    |    |   |   |   |   |   |     | Total hembras |
|-------------|-----------|------------------|----|----|----|---|---|---|---|---|-----|---------------|
|             |           | 1                | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | >10 |               |
| <1          | 8         | .                | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | .   | 8             |
| 1-2         | 7         | .                | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | .   | 7             |
| 2-3         | 6         | 1                | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | .   | 7             |
| 3-4         | 3         | 5                | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | .   | 8             |
| 4-5         | .         | .                | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | .   | 0             |
| 5-6         | .         | .                | 5  | 1  | .  | . | . | . | . | . | .   | 6             |
| 6-7         | .         | .                | 1  | 1  | 1  | . | . | . | . | . | .   | 3             |
| 7-8         | .         | .                | .  | 1  | 1  | . | . | . | . | . | .   | 2             |
| 8-9         | .         | .                | .  | 1  | 1  | 1 | . | . | . | . | .   | 3             |
| ≥ 9         | .         | .                | .  | .  | 1  | 1 | . | 1 | . | 1 | .   | 4             |
| % de partos |           | 25               | 25 | 17 | 17 | 8 |   | 4 |   | 4 |     | 48            |

Determinar la edad a la cual las novillas están pariendo, evalúa la velocidad de crecimiento desde el nacimiento y la edad para aportar leche y/o terneros al sistema para retomar la inversión de su levante. En vacas se puede aproximar a la vida útil y eficiencia reproductiva

\*\*\*\*\*ESTUDIO DE CASO \*\*\*\*\*

Natalidad sobre vacas en el periodo 31/12/94 - 30/12/95

| No. parto      | Años vaca | Partos en periodo | Tasa de natalidad | No. de abortos | Nacidos muertos | No. de salidas | Primer reg/entradas |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------|
| 1              | 1         | 6                 | 4.91              | 0              | 0               | 2              | 1                   |
| 2              | 8         | 2                 | 0.25              | 0              | 0               | 5              | 1                   |
| 3              | 4         | 2                 | 0.50              | 0              | 0               | 1              | 0                   |
| 4              | 5         | 1                 | 0.20              | 0              | 0               | 1              | 0                   |
| 5              | 2         | 0                 |                   | 0              | 0               | 1              | 0                   |
| 6              | 1         | 0                 |                   | 0              | 0               | 2              | 0                   |
| 7              | 2         | 0                 |                   | 0              | 0               | 3              | 0                   |
| 8              | 0         | 1                 | %11.41            | 0              | 0               | 0              | 0                   |
| ≥9             | 1         | 0                 |                   | 0              | 0               | 0              | 0                   |
| Vacas novillas | 24        | 12                | 0.49              | 0              | 0               | 15             | 2                   |
|                | 2         | 7                 | -                 | 0              | 0               | 4              | 11                  |
| Total          | 27        | 19                | 0.71              | 0              | 0               | 19             | 13                  |

(19 partos incluyendo los nacidos muertos pero excluyendo los abortos)

\*\*\*\*\*ESTUDIO DE CASO\*\*\*\*\*

Natalidad sobre vacas en el periodo 31/12/94 - 30/12/95  
Se excluyeron novillas que parieron en el periodo

| No. parto | Días vacas | Partos en el periodo | Tasa de natalidad |
|-----------|------------|----------------------|-------------------|
| Novillas  | -          | 0                    |                   |
| 1         | 446        | 6                    | 4.91              |
| 2         | 2911       | 2                    | 0.25              |
| 3         | 1457       | 2                    | 5.50              |
| 4         | 1858       | 1                    | 0.20              |
| 5         | 641        | 0                    |                   |
| 6         | 368        | 0                    |                   |
| 7         | 900        | 0                    |                   |
| 8         | 32         | 1                    | %11.41            |
| ≥9        | 334        | 0                    |                   |
| Total     | 8947       | 12                   | 0.49              |

\*\*\*ESTUDIO DE CASO \*\*\*

Muertes entre 31/12/94 y 30/12/95

| Grupo edad | Muertes |         | Años animal |         | Prob.  |         |
|------------|---------|---------|-------------|---------|--------|---------|
|            | Machos  | Hembras | Machos      | Hembras | Machos | Hembras |
| <1         | -       | -       | 16          | 8       | 0.00   | 0.00    |
| 1-2        | -       | -       | 5           | 8       | 0.00   | 0.00    |
| 2-3        | -       | -       | 2           | 10      | 0.00   | 0.00    |
| 3-4        | -       | -       | —           | 2       | —      | 0.00    |
| 4-5        | -       | -       | 1           | 5       | 0.00   | 0.00    |
| 5-6        | -       | -       | 0           | 5       | 0.00   | 0.00    |
| 6-7        | -       | -       | —           | 4       | —      | 0.00    |
| 7-8        | -       | -       | —           | 2       | —      | 0.00    |
| 8-9        | -       | -       | —           | 2       | —      | 0.00    |
| ≥9         | -       | -       | —           | 6       | —      | 0.00    |
| Nvos/as    | 0       | 0       | 22          | 26      | 0.00   | 0.00    |
| Rep/vac    | 0       | 0       | 1           | 27      | 0.00   | 0.00    |
| Total      | 0       | 0       | 23          | 52      | 0.00   | 0.00    |

\*\*\*\*ESTUDIO CASO \*\*\*

Ventas entre 31/12/94 y 30/12/95

| Grupo edad | Ventas |         | Años animal |         | Prob   |         | Precio Machos | (mediana) Hembras                               |
|------------|--------|---------|-------------|---------|--------|---------|---------------|---|
|            | Machos | Hembras | Machos      | Hembras | Machos | Hembras |               |   |
| <1         | -      | -       | 16          | 8       | 0.00   | 0.00    | 215000        | 240000<br>347500<br>300000<br><br>345<br>250000 |
| 1-2        | -      | -       | 5           | 8       | 0.00   | 0.00    |               |   |
| 2-3        | 1      | -       | 2           | 10      | 0.47   | 0.00    |               |   |
| 3-4        | -      | 1       | —           | 2       | —      | 0.37    |               |   |
| 4-5        | -      | 2       | 1           | 5       | 0.00   | 0.33    |               |   |
| 5-6        | -      | 3       | 0           | 5       | 0.00   | 0.45    |               |   |
| 6-7        | -      | 1       | —           | 4       | —      | 0.22    |               |   |
| 7-8        | -      | -       | —           | 2       | —      | 0.00    |               |   |
| 8-9        | -      | 1       | —           | 2       | —      | 0.45    |               |   |
| ≥9         | -      | 5       | —           | 6       | —      | 0.54    |               |   |
| Nvos/as    | 1      | 0       | 22          | 26      | 0.04   | 0.00    |               |   |
| Rep/vac    | 0      | 13      | 1           | 27      | 0.00   | 0.39    |               |   |
| Total      | 1      | 13      | 23          | 52      | 0.04   | 0.22    |               |   |

\*\*\*\*ESTUDIO DE CASO \*\*\*\*

Cambios de inventario entre 31/12/94 y 30/12/95

|                   | Terneras novillas | Terneros novillos | Vacas | Toros |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|
| Inv. inicial:     | 25                | 18                | 31    | 1     |
| Tot. nacimiento   | 10                | 8                 | —     | —     |
| Compras:          | 0                 | 0                 | 0     | 0     |
| Trans. adentro:   | 0                 | 0                 | 0     | 0     |
| Otras entradas:   | 0                 | 0                 | 0     | 0     |
| Regresan al hato: | 0                 | 0                 | 0     | 0     |
| Novillas paridas: | —                 | —                 | 7     | —     |
| Nuevos registros  | 0                 | 0                 | 1     | 0     |
| Nac. muertos:     | 0                 | 0                 | —     | —     |
| Muertes:          | 0                 | 0                 | 0     | 0     |
| Ventas:           | 0                 | 1                 | 13    | 0     |
| Trans. afuera:    | 4                 | 3                 | 2     | 0     |
| Otras salidas:    | 0                 | 0                 | 0     | 0     |
| Novillas paridas: | 7                 | —                 | —     | —     |
| Inv. final:       | 24                | 22                | 24    | 1     |

**\*\*\*ESTUDIO DE CASO LOTE No. 1 \*\*\***

**Datos (valores medianos) de lactancias terminadas entre 1/1/97 y 31/12/97**

|                                  |            |                                  |
|----------------------------------|------------|----------------------------------|
| <b>DURACIÓN DE LACTANCIA:</b>    |            |                                  |
| Primera Lactancia:               | 274 días   | (prom=203 n= 64)                 |
| Segunda y tercera lactancia:     | 289 días   | (N=8)                            |
| ≥ Cuarta lactancia:              | 274 días   | (N=37)                           |
| <b>PRODUCCIÓN POR LACTANCIA:</b> |            |                                  |
|                                  | 1096 ltrs, | P=1035 n=59)( Meta:1490 ltrs)    |
| Primera lactancia:               | 916 ltrs   | (N=17) (Meta: 1018 ltrs)         |
| Segunda y tercer lactancia:      | 1036 ltrs  | (N=7) (Meta: 1170 ltrs)          |
| ≥ Cuarta lactancia:              | 1435 ltrs  | (N=35) (Meta: 1668 1 ltrs)       |
| <b>PRODUCCION A 305 DIAS *:</b>  |            |                                  |
|                                  | 1117 ltrs, | (Prom=1109 n=62) Meta: 1539 ltrs |
| Primera lactancia:               | 977 ltrs   | (N=18) (Meta: 1098 ltrs)         |
| Segunda y tercera lactancia:     | 1072 ltrs  | (N=6) (Meta:1228 ltrs)           |
| ≥ Cuarta lactancia:              | 1406 ltrs  | (N=38) (Meta:1667 ltrs)          |

\* - La producción a 305 días incluye lactancias terminadas antes de 305

**\*\*\* ESTUDIO DE CASO \*\*\***

**Producción mensual de leche entre 1/1/97 y 31/12/97**

| Mes        | Año  | Vacas en prod. | Vacas secas | % vacas en prod. | Promdías en prod. | Prod. promedia | Produccion total (est) |
|------------|------|----------------|-------------|------------------|-------------------|----------------|------------------------|
| Enero      | 1997 | 46             | 33          | 58.2             | 51                | 5.0            | 7,130                  |
| Febrero    |      | 44             | 37          | 54.3             | 64                | 4.8            | 5,862                  |
| Marzo      |      | 47             | 36          | 56.6             | 91                | 5.1            | 7,467                  |
| Abril      |      | 48             | 28          | 63.2             | 121               | 5.4            | 7,776                  |
| Mayo       |      | 49             | 25          | 66.2             | 135               | 4.9            | 7,405                  |
| Junio      |      | 50             | 18          | 73.5             | 157               | 3.7            | 5,563                  |
| Julio      |      | 43             | 25          | 63.2             | 181               | 4.2            | 5,599                  |
| Agosto     |      | 43             | 25          | 63.2             | 205               | 4.5            | 5,999                  |
| Septiembre |      | 41             | 29          | 58.6             | 232               | 4.3            | 5,228                  |
| Octubre    |      | 42             | 36          | 53.8             | 196               | 3.8            | 4,948                  |
| Noviembre  |      | 36             | 53          | 40.4             | 101               | 4.1            | 4,455                  |
| Diciembre  |      | 32             | 47          | 40.5             |                   | 4.2            | 4,166                  |
| Promedio   | 43   | 33             |             | 57.1             | 135               | 4.5            | 5,966                  |

Leche por vaca por día: 2.6 litros Prod.total en periodo: 71.586

**\*\*\*\*ESTUDIO DE CASO \*\*\*\***

**Datos de peso para el periodo del 1/1/97 al 31/12/97**

El peso reportado es la mediana del peso (promedio si el animal se pesa mas de una vez) de los animales individuales. Se utiliza la mediana porque esta medida es menos sensible a los valores extremos que el promedio.

|                                |                |               |
|--------------------------------|----------------|---------------|
| <b>VACAS de un parto</b>       | <b>408 kgs</b> | <b>(N=35)</b> |
| <b>VACAS de 2 partos</b>       | <b>417 kgs</b> | <b>(N=7)</b>  |
| <b>VACAS de 3 o mas partos</b> | <b>500 kgs</b> | <b>(N=30)</b> |

\*\*\*\*ESTUDIO DE CASO \*\*\*\*

Datos de peso para el período del 1/1/97 al 31/12/97  
**TERNERAS/NOVILLAS**

|                    |           |         |        |                 |
|--------------------|-----------|---------|--------|-----------------|
| Peso mediano a los | 1 meses:  | 43 Kgs  | (N=30) | (Meta: 49 Kgs)  |
|                    | 2 meses:  | 52 kgs  | (N=17) | (Meta: 54 kgs)  |
|                    | 3 meses:  | 63 kgs  | (N=7)  | (Meta: 76 kgs)  |
|                    | 4 meses:  | 77 kgs  | (N=16) | (Meta: 85 kgs)  |
|                    | 5 meses:  | 89 kgs  | (N=16) | (Meta: 96 kgs)  |
|                    | 6 meses:  | 100 kgs | (N=15) | (Meta: 107 kgs) |
|                    | 7 meses:  | 112 kgs | (N=31) | (Meta: 116 kgs) |
|                    | 8 meses:  | 124 kgs | (N=20) | (Meta: 127 kgs) |
|                    | 9 meses:  | 133 kgs | (N=16) | (Meta: 143 kgs) |
|                    | 12 meses: | 167 kgs | (N=27) | (Meta: 175 kgs) |
|                    | 18 meses: | 206 kgs | (N=50) | (Meta: 231 kgs) |
|                    | 24 meses: | 308 kgs | (N=34) | (Meta: 343 kgs) |
|                    | 30 meses: | 371 kgs | (N=35) | (Meta: 397 kgs) |
|                    | 36 meses: | 400 kgs | (N=5)  | (Meta: 424 kgs) |
|                    | 42 meses: | 467 kgs | (N=42) | (Meta: 476 kgs) |
|                    | 48 meses: | 481 kgs | (N=5)  | (Meta: 565 kgs) |

\*\*\*\*ESTUDIO DE CASO \*\*\*\*

Datos de peso para el período del 1/1/97 al 31/12/97  
**MACHOS (Novillos y reproductores)**

|                    |           |         |        |                 |
|--------------------|-----------|---------|--------|-----------------|
| Peso mediano a los | 1 meses:  | 44 kgs  | (N=36) | (Meta: 56 kgs)  |
|                    | 2 meses:  | 57 kgs  | (N=20) | (Meta: 59 kgs)  |
|                    | 3 meses:  | 67 kgs  | (N=18) | (Meta:77 kgs)   |
|                    | 4 meses:  | 81 kgs  | (N=14) | (Meta:92 kgs)   |
|                    | 5 meses:  | 92 kgs  | (N=19) | (Meta:100 kgs)  |
|                    | 6 meses:  | 109 kgs | (N=20) | (Meta: 124 kgs) |
|                    | 7 meses:  | 116 kgs | (N=32) | (Meta: 124 kgs) |
|                    | 8 meses:  | 121 kgs | (N=13) | (Meta: 136 kgs) |
|                    | 9 meses:  | 138 kgs | (N=16) | (Meta: 150 kgs) |
|                    | 12 meses: | 183 kgs | (N=41) | (Meta: 201 kgs) |
|                    | 18 meses: | 258 kgs | (N=48) | (Meta: 338 kgs) |
|                    | 24 meses: | 334 kgs | (N=7)  | (Meta: 343 kgs) |
|                    | 30 meses: | (-)     | (N=0)  |                 |
|                    | 36 meses: | (-)     | (N=0)  |                 |
|                    | 42 meses: | 663 kgs | (N=3)  |                 |
|                    | 48 meses: | (-)     | (N=0)  |                 |

# SISTEMAS SILVOPASTORILES ARREGLOS Y USOS

Guillermo A. Bueno Guzmán\*

## INTRODUCCION

**L**os sistemas de producción ganadera tanto de carne como de doble propósito basado en el ganado bovino, ha sido fundamentalmente cuestionado desde el punto de vista ambiental, en la medida que se asocia con la degradación del ecosistema causado por la deforestación para establecer pasturas. La explotación indiscriminada de los bosques es también producto del acelerado crecimiento poblacional, del mercadeo de maderas de alto valor comercial, del establecimiento de cultivos limpios y de la necesidad de conseguir leña. Es evidente la necesidad de desarrollar tecnologías ecológicamente sostenibles y que sean económicamente competitivas, para prevenir el acelerado ritmo de la tumba de bosques y buscar disminuir las extensas áreas de pasturas degradadas que se han identificado en la región.

En la Altillanura la ganadería bovina constituye la principal fuente de carne para el consumo Nacional y su importancia se ha incrementado más del 70% en los sistemas de producción dedicados a la obtención de carnes se basa en el pastoreo tradicional con uso extensivo de la tierra y baja productividad. Para el caso de la leche, el alto porcentaje de la producción proviene de ganadería de doble propósito con bajos índices de producción lechera. La importancia de la ganadería en el país juega un papel importante no solo en lo económico sino también en términos sociales y culturales

La región de los Llanos Orientales se constituye en una de las áreas más importantes dedicadas a la actividad ganadera, pero factores como la disminución de alimentos durante la época seca que se traduce en una reducción de la producción de materia seca y de su valor nutritivo, los altos costos de los suplementos alimenticios para rumiantes, las políticas estatales y los deficientes servicios de apoyo (crédito) y mercados, no incentivan o impulsan a que los productores inviertan y mejoren el manejo, la productividad, la sostenibilidad de los sistemas de producción, el procesamiento y la comercialización animal.

Lo anterior plantea un nuevo reto para el desarrollo de la ganadería en el trópico, consistente en producir alimentos para suplir la demanda la población creciente, generar empleo y divisas, con sistemas que mantengan estable su producción y rentabilidad a largo plazo y que garanticen la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

Esta propuesta la constituye el uso de árboles multipropósito existentes en cada región integrado con pasturas y animales, en sistemas de producción que busquen mejorar el nivel alimenticio y productivo, la utilización racional de

\* Zootecnista. MSc. Investigador Programa Regional Pecuario CI. La Libertad Corpoica Regional 8

los recursos, mejorar el desempeño económico y ambiental de la ganadería y por último que permita romper la estacionalidad de la producción en donde la cantidad de biomasa disponible para el consumo es baja.

La introducción de árboles para diferentes propósitos, responde en parte a los problemas de tala y/o deforestación de bosques, como la degradación del ecosistema y la sostenibilidad de la ganadería. Los árboles fijadores del nitrógeno aparecen como prometedores para reducir el proceso de degradación e intensifican en forma sostenida la producción de proteína de origen animal (BOREL 1987).

De otro lado, en ambientes tropicales seco y subhúmedo, los rumiantes en pastoreo utilizan como fuente de alimento el follaje, frutos, flores y ramas delgadas de plantas nativas obtenidas a través del rameo o tomadas después de caer de los árboles y arbustos; estos por su sistema radicular y adaptación resisten el prolongado déficit hídrico que se presenta en la región, así como a los excesos de vientos, luz, calor y poseen la capacidad de sobrevivencia en suelos de baja fertilidad (RONCALLO y otros, 1996). Igualmente, los autores encuentran que las especies leguminosas tienen la particularidad de fructificar durante la época de verano, época en la cual la escasez de alimento en la región es acentuada, muchas de estas por su palatabilidad y su amplia disponibilidad son consumidas en pastoreo: el productor de la región en la época seca utiliza los bajos, los cuales terminan en los bosques de galería o mata de monte; donde el animal selecciona y ramonea especies de árboles y arbustos que le permiten suplementar su dieta<sup>1</sup>. Varios estudios han demostrado, que dentro de los sistemas agroforestales, los silvopastoriles han desarrollado clara importancia de la integración del componente arbóreo en las pasturas como elemento mejorador de las condiciones productivas de las áreas dedicadas a la actividad ganadera y especialmente en lo referente a los beneficios económicos aportados a la actividad con el uso de árboles y arbustos forrajeros y/o multipropósito complemento en la producción de carne y leche.

## **CONCEPTOS GENERALES**

### **¿Qué son los sistemas agroforestales?**

La agroforestería es el nombre genérico usado para designar los sistemas de uso de la tierra en los cuales las plantas leñosas perennes (árboles, arbustos y bambúes) crecen en asocio con plantas herbáceas (cultivos y pastos) y/o ganado, en un arreglo espacial, una rotación o ambos y en los cuales se dan interacciones ecológicas y económicas incluyendo los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema. (Young, 1989).

Escobar, (1994) citado por Giraldo, (1996), lo considera como una técnica que combina los principios de la agricultura, la ganadería y la silvicultura, para aumentar la productividad de la tierra conservando los suelos, las aguas y la vegetación.

### **Clasificación de los sistemas agroforestales en función de los cultivos asociados**

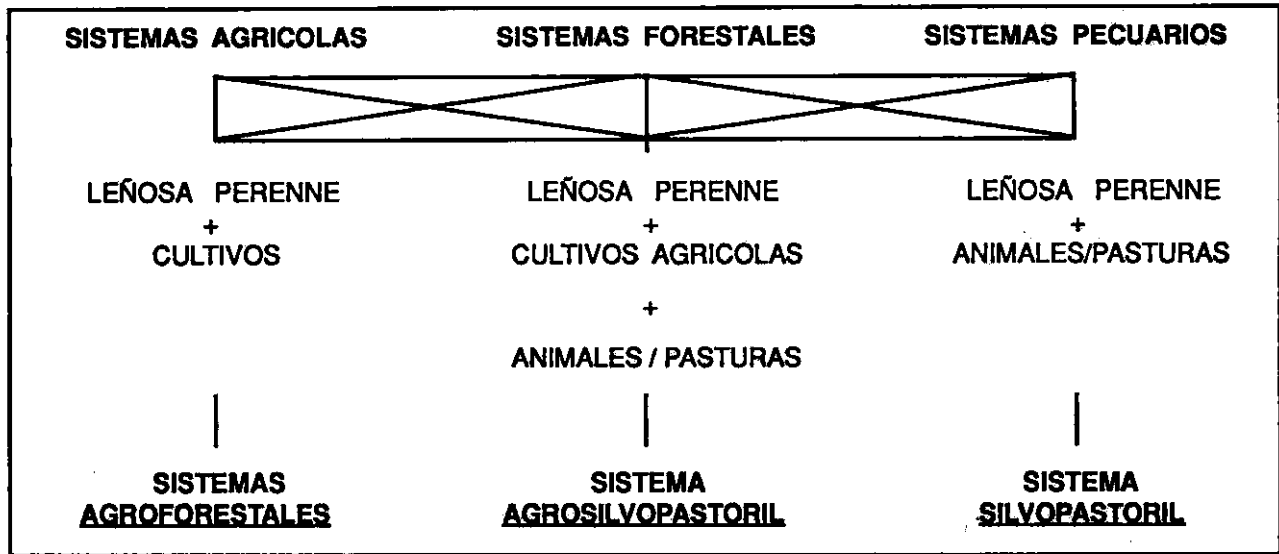
Los sistemas agroforestales (SAF) son complejos y diversos de allí la necesidad de clasificarlos en diferentes categorías, con el fin de evaluarlos adecuadamente y desarrollar algún plan para su mejoramiento.

Según Fassbender (1987,1993) y Young, (1989), los SAF se agrupan siguiendo el criterio de su base estructural, denominando cada sistema por la combinación de los tres componentes básicos que son manejados por el hombre: Los leñosos perennes, plantas herbáceas y el ganado, de esta manera se tiene un primer nivel de clasificación, resultando tres grupos a diferenciar de acuerdo al siguiente esquema:

---

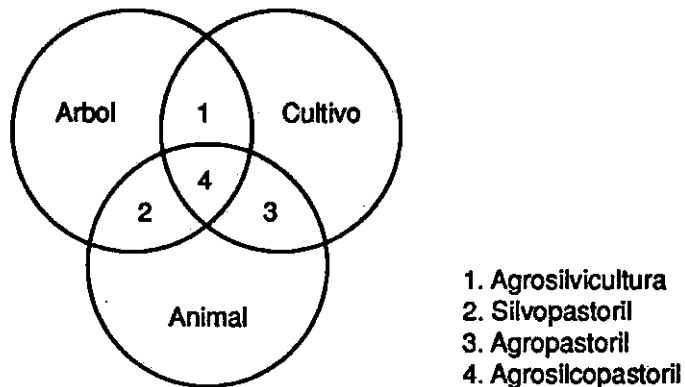
<sup>1</sup> Conversaciones personales con productores de la región.

**Figura N° 1: Clasificación de los Sistemas Agroforestales según su estructura**



De acuerdo con las modalidades de arreglos agroforestales se obtiene una estructura en términos de su función en su aplicación. Es así como Torres, (1985) y Giraldo, (1996), plantean que el uso de árboles tiene como objetivo conformar un sistema multiestratificado que tiene el bosque tropical y que ayude a asegurar el reciclaje de nutrimento, así como el uso óptimo de la energía solar y otros, mientras proporciona productos y servicios múltiples. La figura 2 resume las combinaciones.

**(Figura 2) Clasificación de los sistemas agroforestales según su función.**



**Modalidad de arreglos agroforestales**

Los diferentes arreglos espaciales o modalidades en sus diferentes combinaciones dan un uso adecuado de los árboles y un aprovechamiento eficiente de las áreas y del suelo. Entre los arreglos mas utilizados e identificados por diferentes estudios están:

- Plantación de árboles, arbustos y cultivos: huerto casero

- Plantación de árboles y arbustos combinados con cultivos
- Plantación de árboles alrededor de la finca (potreros – cercas vivas)
- Árboles como sombra de cultivos permanentes
- Cultivos en callejones
- Árboles dispersos en los potreros
- Bosquecillo en fincas (potreros).

Los anteriores arreglos espaciales son alternativas viables para las fincas y posiblemente existan otras, lo importante es conocer las características de los árboles que se ajusten a dichos modelos. En cualquier caso, se presenta un listado de especies utilizadas para que sean consideradas. (Tabla 1), Especies potenciales para ser utilizadas en sistemas agroforestales y Silvopastoriles en la Altillanura Colombiana.

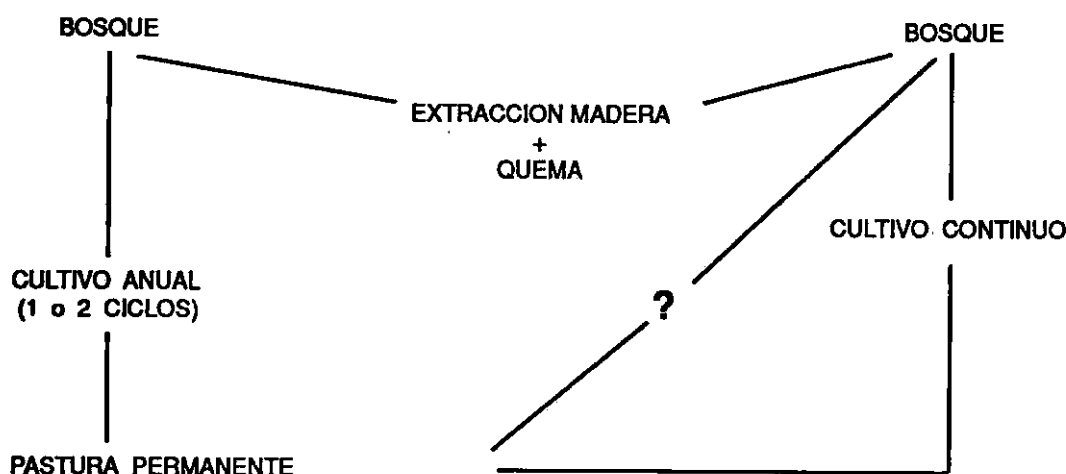
### LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA ACTIVIDAD GANADERA

La creciente expansión de la actividad ganadera tiene su explicación en gran medida por que los suelos de los llanos pobres e infértiles han sido percibidos como recursos relativamente abundantes y que es un sector de la producción que adquiere cada vez mayor importancia en la economía de la región, donde se dedica un alto porcentaje de la superficie a este sistema de producción. La baja productividad y la degradación del ambiente caracterizan las explotaciones pecuarias tradicionales de muchas regiones del país. Diferentes estudios han reconocido el fenómeno y se ha descrito los procesos típicos de degradación de pasturas tropicales, cuando son utilizadas especies no adaptadas a las condiciones edafo-climáticas, bióticas y de manejo de los sistemas de producción de las diferentes zonas agroecológicas prevalecientes en zonas ganaderas tropicales (Salinas, 1987).

La (figura 3), muestra la dinámica en el uso de las áreas de bosque en el trópico propuesto por Giraldo, (1996). Las maderas se extraen como cultivo comercial o continuo. Con los cultivos anuales sacan dos o tres cosechas (arroz, yuca, maíz). Pero con el tiempo ambos sistemas terminan en una pastura permanente. Se debe tener presente, que la ganadería bajo este dinamismo, es un punto culminante de un proceso de varios años, que se inicia con el interés comercial de explotar las maderas por su alto costo, luego venden dos o tres años de cultivo limpio y sólo después de que la productividad de los suelos ha disminuido, se establecen pasturas permanentes .

Para responder al deterioro de los recursos naturales y a la insostenibilidad creciente de los sistemas ganaderos, la selección de las técnicas pecuarias más apropiadas, deberían responder a los siguiente criterios básicos sostenibles:

Figura 3. Esquema simplificado de los procesos dinámicos de la tala y quema de Bosques tropicales para terminaren pasturas



- Favorecer la biodiversidad
- Responder a las necesidades locales
- Aprovechar los recursos autóctonos
- Reducir la dependencia
- Rescatar los conocimientos campesinos
- Favorecer la equidad
- Estimular la creatividad
- Ser dinámicas
- Ser fácilmente realizables
- Reducir el riesgo
- Ser económicamente viables.

No se trata de la simple combinación caprichosa de árboles, cultivos y animales, sino de la toma de decisiones con base en la evaluación responsable de muchos parámetros diversos, lo que requiere del trabajo interdisciplinario, Vélez y otros, (1993), citado por Giraldo, (1996). De otro lado, la agroforestería esta basada principalmente en árboles de uso múltiple, los cuales pueden hacer una contribución significativa a las funciones productivas y de servicios de los sistemas de uso de la tierra donde ellos crecen. Las principales características deseables de los árboles de uso múltiple son:

- \* Existencia de uno o más productos distintos a la madera; como fuentes de forraje, leña, frutos, medicinal, estacas para cercas vivas, madera para construcción, postería, tablones, etc.
- \* Permitir el crecimiento de plantas bajo el dosel; como cultivos en callejones, sombra para cultivos perennes (café, cacao) y como soporte de otras plantas.
- Tener efectos favorables sobre conservación del suelo: Restaurar fertilidad y estructura del suelo mediante:
  - Producción de materia orgánica
  - Descomposición de la hojarasca
  - Fijación de nitrógeno y fósforo
  - Amarre del suelo
  - Mejorar la aireación en el suelo
  - Aumentar la retención de agua
- \* Capacidad de resistir podas repetidas y buena habilidad de rebrotes
  - Capacidad de retoñar
  - Capacidad de resistir al pisoteo
  - Flexibilidad de sus tallos
- \* Aspectos económicos a través de :
  - Venta de productos
  - Alimentación animal
  - Flores melíferas
  - Abrigo para otras especies menores

Se debe tener en cuenta también los efectos perjudiciales como:

- Efectos tóxicos en los animales
- Alelopatía
- Ramas quebradizas
- Malos olores

Existen varias experiencias orientadas al diseño de alternativas agrosilvopastoriles que permiten intensificar las interacciones agroforestales en los sistemas ganaderos basados en rumiantes. Su objetivo principal es desarrollar alternativas tecnológicas para lograr la integración de árboles y arbustos en los sistemas de producción, orientados

a mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, utilización racional de los recursos y evaluación del impacto económico y ambiental de las alternativas. Benavides, (1991) citado por Giraldo (1996).

Se reconoce que la ganadería bajo pastoreo en áreas y suelos no apropiados provoca degradación del suelo y produce retornos económicos por debajo del óptimo sin embargo persisten estas formas de uso, cuyas causas son resumidas por Dickinson y Jorgenson (19994) citados por Giraldo (1996) así:

- Preferencia cultural por la ganadería sobre la agricultura
- Una gran proporción de las mejores tierras ha sido tradicionalmente usada para la actividad ganadera
- La falta de servicios esenciales a una economía basada en los cultivos, incluyendo la investigación, favorece la producción ganadera tradicional sobre formas de uso agrícola más complejas y productivas.
- El manejo del bosque natural es percibido como una forma posible de manejo de la tierra; se piensa que el bosque debe ser deforestado y se debe vender la madera, pero solo como actividad transitoria que luego será seguida por su conversión a pasturas o áreas de cultivos
- La conservación de la diversidad biológica es un concepto que sólo recientemente ha comenzado a ser reconocido e incorporado a nivel de la producción animal
- El énfasis excesivo en los sistemas ganaderos que es reforzado por la "cultura de potrero" los créditos y la transferencia han tenido un impacto en los recursos naturales al no prestar atención a la capacidad de uso de la tierra, a las técnicas hoy disponibles en el manejo de los recursos forrajeros y a la consideración de fuentes de proteína alternativa; todo ello ha llevado a la máxima pérdida de la cobertura boscosa con un mínimo beneficio económico sostenido.

Se ha postulado que los Sistemas Silvopastoriles (SSP), en donde se combinan diversas formas de producción animal con árboles para diferentes propósitos, responden en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de la ganadería. Los árboles fijadores de nitrógeno aparecen como particularmente prometedores para reducir el proceso de degradación e intensificar en forma sostenible la producción de proteína de origen animal (Borel, 1987; Velez y otros, 1993, citado por Giraldo, 1996).

Los SSP deben incluir entre sus componentes, especies herbáceas (gramíneas y leguminosas), arbóreas que se denominan productores del sistema y germoplasma animal consumidores del sistema (pastoreadores) rumiantes o herbívoros, adaptados a las condiciones bióticas y abióticas prevalente en cada ecosistema, en tal forma que permitan incrementar la productividad animal de manera acelerada y sostenida. Adicionalmente, se debe determinar las interacciones entre los componentes del sistema para conocer hasta que punto son benéficas las relaciones árbol - pastura y como influyen estas relaciones en la productividad de los forrajes, en reciclaje dentro del sistema, en su manejo y resultado en producción animal. Lo anterior cobra importancia debido a que condicionan el éxito del sistema y proveen los principales puntos de intervención del hombre para su manejo (Borel, 1987).

Las interacciones entre los componentes de los sistemas silvopastoriles, pueden ser benéficas o perjudiciales. La magnitud de estas interacciones dependerá, principalmente de las especies seleccionadas, de la densidad del componente arbóreo, del arreglo espacial y el manejo aplicado. Esta interacción de los componentes dentro de un mismo sistema implica que se dé una dinámica al interior de éstos, la que se manifiesta por los efectos entre los componentes, los cuales pueden originar nuevas características como la de permitir un uso múltiple del suelo. Desafortunadamente, son pocos los trabajos en que se cuantifiquen estos aspectos, Giraldo y Velez, (1987) citado por Giraldo, (1996).

En los SSP, el componente plantas herbáceas se refiere básicamente a gramíneas y leguminosas, especies que conforman la mayor parte del alimento de los animales (consumidores del sistema), rumiantes o herbívoros, de donde sacan la mayor parte de sus requerimientos energéticos, mientras que el componente animal pertenece al grupo alimenticio de los pastoreadores. El suelo y el subsuelo, este último comprende los estratos de suelo no explotados por el pasto, pero sí potencialmente alcanzables por las raíces de los árboles. Otro componente del sistema es el conjunto de las leñosas (árboles y arbustos), estos y las plantas herbáceas constituyen los productores del sistema.

El efecto de los árboles se presenta, según la especie y la presencia o no de simbiosis efectiva entre el rizobium y el árbol, controlando la entrada de nitrógeno atmosférico. La forma de crecimiento y la densidad de plantación de las arbóreas ( así como la podas) controlan las cantidades de precipitación y radiación interceptadas y por lo tanto las cantidades que llegan a los pastos y al suelo, reflejándose en el potencial de producción de pasto. Las podas y raleos tienen un control sobre la cantidad y calidad del forraje potencialmente disponible para el animal.

Las leñosas perennes asociada con gramíneas y sometidas a pastoreo debe tener como característica la resistencia al pisoteo, la flexibilidad de sus tallos y la capacidad de rebrotar (Libreros, 1992).

El sistema de pastoreo y la biomasa del árbol controlan la cantidad de residuos o detritus al suelo. Finalmente, el árbol juega papel importante de protección, dando condiciones de sombra a los animales.

Los efectos mas importantes de los animales en los sistemas, se relacionan con la carga animal y/o presión de pastoreo, la que se manifiesta sobre la biomasa de la pastura y sobre la compactación del suelo. Cuando los animales tienen acceso directo y cuando los árboles son pequeños, los animales pueden causar su destrucción. En muchos árboles, el pasaje de sus frutos por el tracto digestivo incrementa la capacidad germinativa de las semillas y por tanto la probabilidad de su diseminación efectiva (Borel, 1987).

Otro efecto debido a la presión de pastoreo, tiene que ver con la cobertura y persistencia vegetal que conlleva por un mal manejo a la exposición del suelo a la erosión, especialmente en áreas pendientes, el que puede ser parcialmente contrarrestado por su eficiente reciclaje de nutrimentos, así como el anclaje de los suelos por los árboles.

También se ha reportado que el continuo descanso y sombreado de los animales bajo los árboles, produce disminución sobre la cobertura herbácea y causa compactación más acentuada del suelo en los lugares (Giraldo, 1994).

Por otro lado, el pisoteo de los animales destruye partes de la planta, que pueden luego ingresar al depósito del suelo como material muerto que es descompuesto para ser incorporados como nutrimentos para todo el sistema .

En segundo lugar, se reconoce que los árboles ejercen efectos en las pasturas de los sistemas silvopastoriles, por la competencia por luz y espacio. Sin embargo, en los SSP la producción total de biomasa es usualmente mayor que la de los monocultivos, en la (tabla 1) se puede apreciar como, la presencia de los árboles leguminosos en las pasturas incrementa la producción de materia seca disponible total (árboles + pastura), con respecto al tratamiento sin la presencia de árboles; así se manifiesta la ventaja de la presencia de los árboles dentro de las pasturas, sin que ello represente una disminución de la productividad animal, como es la creencia general Giraldo, (1996).

Otra forma de utilizar los árboles leguminosos es asociarlos con los pastos de corte. Así, en asociaciones de 1667 árboles/ha de poró (E. Poeppigiana) con King-grass, se aumentó la producción de pasto de 13 a 20 toneladas de M.S/ha con el sólo hecho de asociar los árboles y el pasto. Esta producción se aumentó linealmente hasta las 30 toneladas, cuando el follaje podado de los árboles cada cuatro meses, se depositó en un 33,66 y 100 % entre los surcos del pasto (Libreros et al,1990).

**TABLA 1. Efecto del asocio de arboles leguminosos sobre la disponibilidad de la materia seca**

| TRATAMIENTO              | MATERIA SECA OFRECIDA (kg/ha/año) |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Solo pasto               | 4019 c                            |
| Pasto + árboles          | 4160 ab                           |
| Pasto + ganado           | 4240 b                            |
| Pasto + ganado + árboles | 4518 a                            |

Valores con diferente letra son diferentes (P >0.07)  
Fuente: Giraldo, (1996); CATIE, (1991)

Otro aspecto, relacionado con la densidad de árboles en los SSP, es el diámetro de la copa de estos, dado que condiciona el área de sombra sobre la pastura. Las plantas que se desarrollan bajo los árboles disponen de menores cantidades de luz. Con frecuencia no satisfacen sus necesidades para una óptima producción; esto difiere según el tipo de forrajes. Las pasturas que se conocen como C4, tipo metabólico al que pertenecen la gran mayoría de gramíneas tropicales, alcanzan su máxima producción con altos niveles de intensidad lumínica. Por ejemplo, una gramínea como el maíz se aproxima a su máxima producción con intensidades de 100 cal/cm<sup>2</sup>/hora cuando una planta del tipo C3 alcanza su máxima producción con 20 cal/cm<sup>2</sup>/hora. Lo anterior quiere decir que cuando las gramíneas reciben sombra, se esta sacrificando producción de este tipo de vegetación.

Para incrementar los SSP es necesario seleccionar aquellas gramíneas que sean más tolerantes a la sombra, ya que hasta el momento la selección de este germoplasma ha sido en potrero abierto. Es así como Bustamante (1991) asoció diferentes gramíneas promisorias con árboles de poró en Costa Rica, para determinar el efecto de la sombra sobre varias características. La tabla 2 ilustra el efecto de la sombra sobre la producción de los pastos.

**TABLA 2. Producción acumulativa de M.S. (kg/ha) de varias gramíneas, asociadas con Poro y solas**

| ESPECIE           | CON ARBOLES | SIN ARBOLES | DIF. (%) |
|-------------------|-------------|-------------|----------|
| P. maximum 16061  | 29804       | 20790       | 30.25    |
| P. maximum 16051  | 27780       | 24986       | 10.00    |
| B. brizantha 6780 | 14437       | 10470       | 27.48    |
| B. brizantha 664  | 8885        | 6175        | 20.50    |
| B. humidicola     | 9787        | 8161        | 16.61    |
| B. dictyoneura    | 8393        | 9467        | -11.35   |
| C. niemfuensis    | 6818        | 4490        | 34.16    |

Datos de cinco ciclos de corte  
FUENTE: Bustamante, (1991)

En el caso de la tabla 2, los árboles son podados dos veces por año, lo cual significa un aumento de reciclajes de nutrientes y de incidencia de luz en las pasturas que crecen bajo los árboles de poró, situación que difiere en muchos otros trabajos, en donde los árboles no se podan y además se establecen o asocian en altas densidades.

También se reporta que, el efecto de la sombra causada por los árboles en los forrajes, afectan la estructura de la pastura, lo cual influye marcadamente en el consumo de los animales, de pasturas tropicales bajo pastoreo. En este sentido, en Brasil la presencia de árboles en pasturas de *B. brizantha* y *B. decumbens* tuvo efectos diferentes como se reporta en la tabla 3. En *B. decumbens*, hay aumento en la cantidad de hojas verdes, pero la disponibilidad de forraje, cuando este crece bajo árboles, efecto debido a la menor cantidad de material muerto.

La magnitud del sombreado depende de la cantidad de árboles por unidad de superficie, de la altura que éstos alcancen así como de la arquitectura y fenología que caracterice la especie del árbol. La densidad de árboles que hacen parte del sistema silvopastoril, pueden modificar la producción de biomasa de la pastura, al haber competencia intra e interespecífica por recursos.

Un estudio llevado a cabo en Australia, Cameron y otros, (1994) encontraron un sistema silvopastoril (*Eucalyptus grandis* con *Setaria sphacelata*), que en los espaciamientos menores de árboles (594 árboles/ha), la producción de la pastura es menor (por encima del 30 % de la cobertura de la copa). Después de cuatro años, el óptimo

**TABLA 3. Disponibilidad de forraje de dos pasturas de *Braquiara* sp. y su estructura, creciendo bajo árboles y al sol, Minas Gerais. Brasil.**

| VARIABLES                  | <i>B. brizantha</i> |      | <i>B. decumbens</i> |      |
|----------------------------|---------------------|------|---------------------|------|
|                            | Sombra              | Sol  | Sombra              | Sol  |
| Disponibilidad (kg MS/ha)  | 5433*               | 6824 | 4941                | 4197 |
| Hojas Verdes (Kg MS/ha)    | 2212                | 2376 | 1358                | 1207 |
| Tallos Verdes (Kg MS/ha)   | 2059                | 1971 | 2331*               | 1668 |
| Material Muerto (Kg MS/ha) | 1162*               | 2476 | 1224                | 1244 |

Fuente: Adaptado de Mesquita y otros, (1994).

de producción de biomasa de la pastura se consiguió con 300 árboles/ha, que producen una cobertura de sombra por los árboles del 20 %.

En tercer lugar, otra de las interacciones de los árboles, tiene que ver con en el ciclo de los nutrientes, en la estructura y en el balance hídrico del suelo. La descomposición del material arbóreo que se deposita como detritus en el suelo, puede ser rápida y otra proporción de residuos se incorporan en la fracción orgánica del suelo o se absorbe directamente por las gramíneas forrajeras.

Según las especies y las condiciones edáficas, los árboles pueden llegar a horizontes más profundos del suelo, absorber nutrientes y retomarlos a la superficie con la caída natural del follaje, ramas y frutos Budowski. (1981), citado por Giraldo, (1996). Evaluaciones realizadas e SSP naturales en este sentido, con la utilización de animales bovinos en Pinto (Magdalena). Durante varios años en pasturas de *P. Maximum*, asociado con una diversidad de árboles como guásimo (*Guazuma ulmifolia*), carbonero (*Senegalia sp*), Orejero (*Eterolubium ciclocarpum*) y cañahuate (*Tabebuia chrysea*), se reporta para el caso de carbonero en la Tabla 4, el aporte en elementos nutritivos. Russo (1983), en Costa Rica, encontró un aporte de biomasa de 23t MS/ha/año, mediante una poda anual en plantaciones con 280 árboles/ha de *Erythrina poeppigiana*, que aportan en kg/ha/año: 331 de nitrógeno, 32 de fósforo, 156 de potasio, 319 de calcio y 86 de magnesio. Esto indica el potencial económico en el uso de fertilizantes químicos. Si además la especie arbórea es maderable, es muy importante el crecimiento del fuste, ya que retiene cantidades altas de nutrientes que serán luego importados al sistema con la cosecha.

**TABLA 4. Aportes de elementos nutritivos de árboles de carbonero (*Senegalia sp*) en un sistema silvopastoril natural, con tres densidades de árboles, Pinto (Magdalena)**

| DENSIDAD DE ARBOLES | NITROGENO (KG/HA)     | FOSFORO (KG/HA)    | POTASIO (KG/HA)     |
|---------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Alta                | 41.791<br>(98.84) a   | 1.61 a<br>(3.22) a | 2.54 a<br>(17.69) a |
| Media               | 48.42 a<br>(101.68) a | 1.88 a<br>(3.22) a | 2.07 a<br>(11.53) a |

Letras diferentes difieren (P < 0.05). Entre paréntesis datos del invierno  
Fuente: Giraldo y otros, (1995)

Un cuarto efecto de la sombra de los árboles es sobre la calidad de la biomasa, en este caso el efecto es positivo pues la composición química de forraje, especialmente de los componentes celulares, cambia cuando se modifica la intensidad de luz que recibe, Deinum, 1986; Cantifle, 1972; Pezo, 1981, citados Giraldo, (1996). Al variar la composición química se modifica también su valor nutritivo y su palatabilidad, afectando el consumo voluntario de los animales. Adicionalmente, la planta sombreada o en la oscuridad, requiere de mucha energía para lograr reducir los nitratos, para lo cual utiliza rápidamente los carbohidratos solubles, disminuyendo así su concentración.

La sombra de los árboles, al atenuar la intensidad de luz y la temperatura foliar de las plantas, modifica también el contenido de proteínas crudas de los pastizales tropicales. Daccarett y Blyndestein, (1986) citados por Giraldo, (1996) encontraron que la estrella africana (*Cydon nlemfuensis*) asociada a la *Erythrina poeppigiana* (44% de luz) tuvo un 8.4% de proteína, mientras que ese mismo pasto a pleno sol tenía una concentración del 6%. Igualmente, cuando se trabaja con asociaciones de *Pennisetum purpureum* con jaúl (*Alnus jorulensis*) se encontró en el pasto sin sombra una concentración del 10% de proteína cruda, mientras que en el asociado con plantaciones jóvenes y más desarrolladas, la concentración de proteínas varió entre el 15 y el 20% (Venegas, 1971).

En Pinto (Magdalena), recientemente no se ha encontrado efecto de la densidad de árboles, en los contenidos de proteína cruda del pasto guineas en épocas tanto de verano como de invierno, en sistema silvopastoriles naturales. En la tabla 5 se presentan los valores para las dos épocas, en los que los valores de proteína son bajos incluso para el período de invierno. Los contenidos de pared son altos y mayores en orden para la densidad media, baja y alta, respectivamente; en cambio, los valores de FDA son menores en épocas de invierno y no difieren por los tratamientos de densidad de árboles en los sistemas silvopastoriles de la región de Pinto (Magdalena).

**TABLA 5. Contenido de proteína cruda y composición de la fibra del pasto guinea (*P. maximum*) durante el verano durante un sistema silvopastoril natural, en tres densidades de árboles, Pinto (Magdalena).**

| DENSIDAD ARBOLES | PROTEINA (%) |        | FDN (%) |         | FDA (%) |         |
|------------------|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|
|                  | VERANO       | INV.   | VERANO  | INV.    | VERANO  | INV.    |
| Alta             | 3.83 a       | 8.07 a | 75.94 c | 72.16 a | 57.47 a | 48.59 a |
| Media            | 3.74 a       | 7.68 a | 79.47 a | 72.65 a | 57.63 a | 49.15 a |
| Baja             | 3.56 a       | 7.67 a | 77.91 b | 71.17 a | 56.17 a | 46.75 a |

Letras iguales no difieren ( $P < 0.05$ ), según Tukey.  
Fuente: Giraldo y otros, 1995

En Brasil, la presencia de árboles en pasturas de *B. Brizantha* y *B. Decumbens* tuvo efectos diferentes, en la concentración de proteínas, fósforo y calcio de las hojas verdes de los dos forrajes como se reporta en la Tabla 6.

En quinto lugar, numerosos trabajos en diferentes zonas Agroecológicas del país han reportado una gran diversidad de especies con alto potencial para la alimentación animal en SSP. Simón, (1966) y Roncallo et al (1996), plantean, en forma general, que el follaje y los frutos de las plantas nativas consumidas por los rumiantes, presentan una serie de características favorables como fuentes de alimento y permite inferir que son fuentes importantes de proteína, carbohidratos solubles, vitamina A y minerales, sin olvidar que los principales aspectos que influyen en el contenido de nutrientes son entre otros: La especie de la planta, la fase vegetativa, parte de la planta (hojas, tallos, frutos), edad de la planta y las condiciones de su entorno (suelo, clima, etc.).

Labelle, (1987); Yung, (1989) citados por Giraldo, (1996), Moncallo y otros (1996), Murguelto y otros, (1993),

**TABLA 6. Concentración de proteína cruda, fósforo y calcio de dos especies de *Braquaria* creciendo bajo árboles y al sol, Minas Gerais, Brasil.**

| VARIABLES          | <i>B. Brizantha</i> |      | <i>B. decumbens</i> |      |
|--------------------|---------------------|------|---------------------|------|
|                    | SOMBRA              | SOL  | SOMBRA              | SOL  |
| Proteína Cruda (%) | 12*                 | 7.5  | 12.5*               | 9.87 |
| Fósforo (%)        | 0.23                | 0.24 | 0.19                | 0.20 |
| Calcio (%)         | 0.24*               | 0.33 | 0.32                | 0.33 |

\*Indica diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos

FUENTE: Adaptado de Mesquita et al, 1994

Cardona y otros, (1996), han identificado una gran diversidad de especies de gran potencial para la alimentación animal en SSP o como bancos de proteína de las cuales se pueden mencionar: *Acacia sp. (auriculiforme, albida, totilis, mangium)*, *Albizzia falcataria*, *Alnus sp.* (especialmente *acuminata*), *Anacardium occidentale*, *Cajanus cajan*, *Calliandra spp.* (principalmente *callothyrsus*), *Cassia spp* (principalmente *siamea*), *Casuarina equisetifolia*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Erythrina spp (poeppigiana, fusca etc.)*, *Gliricidia sepium*, *Inga spp*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa scabrella*, *Parkia spp*, *Parkinsonia aculeata*, saman y terminalia spp (Labelle, 1987; Young, 1989).

En general, el mayor potencial se encuentra en las especies leguminosas: sin embargo, casi cualquier especie de árbol es potencialmente apta dependiendo de las condiciones medio ambientales y socioeconómicas locales, así como de las especies a asociar, del arreglo de los componentes y de la función para la cual se incluye.

En la zona de Pinto, Magdalena, evaluaciones realizadas en varias fincas, muestran producciones de forraje de Guácimo altas, dependiendo del número de árboles por hectáreas. ( Cuadro 7).

El valor nutritivo de los árboles varía en los diferentes componentes de la biomasa arbórea: las hojas presentan mayores concentraciones que las ramas y los tallos. La variación también se ha relacionado con la edad y con la posición en el árbol: las hojas jóvenes son más ricas que las viejas y éstas además presentan porcentajes de digestibilidad bajos, debido a las concentraciones mayores de lignina y posiblemente de tanino.

En general, los forrajes de árboles y arbustos, muestran valores de proteína cruda relativamente altos, dependiendo de la especie y tipo de árbol. En Costa Rica se reportan contenidos de proteínas crudas por encima del 14% en varias especies consideradas como promisorias para incluirlas en sistemas silvopastoriles. (Tabla 8).

**TABLA 7. Densidad de arboles y producción de forraje de guacimo, en varias fincas de Pinto, Magdalena (1)**

| PARÁMETRO                         | FINCA 1 | FINCA 2 | FINCA 3 | FINCA 4 |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Arboles / ha                      | 20      | 12      | 10      | 10      |
| Producción forraje (2) (kg/MS/ha) | 1224    | 734     | 612     | 536     |

(1) Muestreo 20, cada uno de una hectárea. (2) Promedio de tres árboles.

FUENTE: Giraldo, 1996

**TABLA 8. Composición química, fraccionamiento de la fibra y consumo de forrajes de tres arboles en sistemas silvopastoriles, Costa Rica.**

| VARIABLE                 | LEUCAENA | M. RATON | GUASIMO |
|--------------------------|----------|----------|---------|
| Proteína Cruda (%)       | 25.0     | 25.8     | 14.7    |
| FDN (%)                  | 47.8     | 43.5     | 49.5    |
| FDA (%)                  | 28.5     | 26.2     | 31.4    |
| Consumo MS (% peso vivo) | 0.512 a  | 0.868 a  | 0.709 b |

Medidas con letras distintas son diferentes (P<0.05)

FUENTE: Adaptado de Pezo y otros, 1990

Así por ejemplo, *Gliricidia sepium* tiene 35% de MS, 25 % de proteína cruda y 2% de energía metabolizable/kg de MS. *Erythrina poeppigiana* tiene valores similares (23% de MS, 25% de proteína y 2% de EM); en cambio el pasto guinea (*P. Maximum*), tiene 19.5% de MS, 10.7% de proteínas y 2% de EM.

En Pinto (Magdalena), los valores de proteínas cruda para guásimo (*G. ulmifolia*) y carbonero (*Senegalia sp.*), reportan cifras bajas para el guásimo, pero altas para el carbonero, ya que este último es leguminosa, colocándolo en ventaja como especie promisoría para SSP (Tabla 9)

Roncallo y otros, (1996), en sus análisis de calidad nutricional de los frutos de arbóreas, reporta la alta concentración de azúcares en la vaina (24.3 % +/- 13.3) y de proteína cruda particularmente en la semilla (> 25%), la Figura 4, presenta las concentraciones de proteína cruda por especie, los valores mínimos obtenidos corresponden a la palma de vino (*Scheelea butyraceae*) de 5.04% y el máximo presentado por el algarrobillo (*Pithecellobium saman*) con 29.3%.

**TABLA 9. Contenido de proteína cruda de dos árboles con potencial Forrajero durante el verano en un sistema silvopastoril natural con tres densidades de árboles, Pinto (Magdalena)**

| DENSIDAD DE ARBOLES | GUASIMO ( <i>G.Ulmifolia</i> ) |          | CARBONERO ( <i>Senegalia sp.</i> ) |          |
|---------------------|--------------------------------|----------|------------------------------------|----------|
|                     | VERANO                         | INVIERNO | VERANO                             | INVIERNO |
| Alta                | 10.40 a                        | 18.30 a  | 15.36 a                            | 23.98 a  |
| Media               | 8.45 a                         | 15.49 a  | 17.31 a                            | 24.24 a  |
| Baja                | 9.78 a                         | 14.57 a  | 18.09 a                            | 24.98 a  |

Letras iguales no difieren (P < 0.05)

FUENTE: Giraldo y otros, 1995.

Comparativamente, en la altillanura se evaluaron varios materiales de árboles los cuales reportan valores que permiten confirmar el aporte en calidad de estos materiales, las tablas 10,11 y 12, resume las especies evaluadas en esta región.

FIGURA 4. CONTENIDO DE PROTEINAS CRUDA DE FRUTOS DE PLANTAS NATIVAS

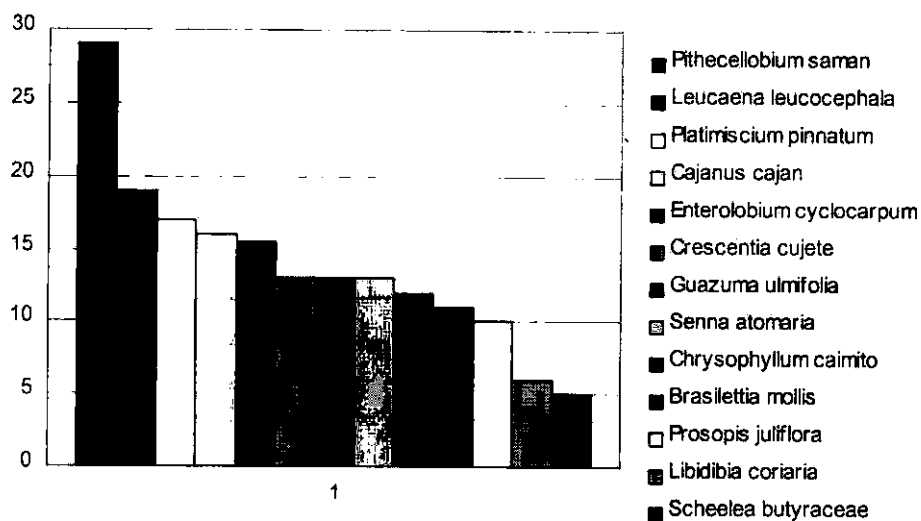


Tabla 10. Análisis nutricional especies arboreas finca la Maloca-Puerto López (Meta) 1997

| Lote | Nombre común      | Nombre científico     | % P.C. | F.D.N. | Degradabilidad |
|------|-------------------|-----------------------|--------|--------|----------------|
| 1-   | Cratilia          | Cratylia argentea     | 18.8   | 59.8   | 46.1           |
| 2-   | Cedro Rosado      | Cedrela angustifolia  | 14.4   | 55.8   | 43.4           |
| 3-   | Algarrobo         | Hymenaca courbaril    | 9.4    | 50.2   | 37.4           |
| 4-   | Ocobo             | Tabebecia rosear      | 14.4   | 48.6   | 57.9           |
| 5-   | Cedro Amargo      | Cedrola Mexicana      | 17.7   | 54.8   | 31.8           |
| 6-   | Caño Fistol       | Cassia grandis        | 13.1   | 38.2   | 61.8           |
| 7-   | Acacia Roja       | Acaccia decurrens     | 16.6   | 30.4   | 54.9           |
| 8-   | Leucaena          | Leucaena leucocephala | 17.7   | 40.8   | 50.2           |
| 9-   | Payande           | Phithecellibium dulce | 18.5   | 48.4   | 59.0           |
| 10-  | Bucaro-Cachimbo   | Erytrina Glauca       | 17.7   | 58.8   | 40.6           |
| 11-  | Cambulo           | Erythrina poeppigiana | 18.5   | 53.8   | 53.5           |
| 12-  | Lluvia de Oro     | Cassia Fistula        | 18.1   | 52.4   | 61.5           |
| 13-  | Guacimo comercial | Guazuma ulmifolia     | 10.7   | 39.8   | 69.2           |
| 14-  | Cedro Macho       | Bombacopsis guinata   | 11.3   | 50.4   | 45.2           |
| 15-  | Saman             | Samanea saman         | 25.1   | 35.2   | 76.0           |

PC : Proteína Cruda; FDN : Fibra en detergente neutro  
Fuente: Bueno, (1997)

Tabla 11. Análisis nutricional de especies arbóreas en finca la Frontera-Puerto López (Meta) 1997

| Lote | Nombre común | Nombre científico    | P.C.<br>% | F.D.N<br>% | Degradabilidad |
|------|--------------|----------------------|-----------|------------|----------------|
| 1-   | Algarrobo    | Hymenaea courbaril   | 9.2       | 51.4       | 38.9           |
| 2-   | Saman        | Samanea saman        | 17.4      | 44.6       | 54.8           |
| 3-   | Acacia Roja  | Acacia decurrens     | 11.3      | 26.2       | 68.2           |
| 4-   | Caño Fistol  | Cassia grandis       | 10.3      | 39.8       | 65.4           |
| 5-   | Cedro Rosado | Cedrola angustifolia | 10.3      | 38.2       | 63.7           |
| 6-   | Ocobo        | Tabebecia rosear     | 13.3      | 57.2       | 44.4           |
| 7-   | Guandul      | Cajanus cajan        | 12.2      | 48.2       | 51.6           |

PC : Proteína Cruda; FDN: Fibra en detergente neutro  
Fuente: Bueno, (1997)

Tabla 12. Análisis de calidad de árboles finca Costarica

| ESPECIE       | Nombre Científico        | % P.C. | % T.D.N. | DEGRADABILIDAD |
|---------------|--------------------------|--------|----------|----------------|
| 1. Matarraton | Gliricidia sepium        | 22.5   | 52.8     | 48.3           |
| 2. Leucaena   | Leucaena<br>Leucocephala | 19.9   | 29.4     | 71.3           |

PC : Proteína Cruda; FDN : Fibra en detergente neutro  
Fuente: Bueno, (1997)

En nutrición animal de rumiantes, los estudios de degradación ruminal *in situ*, usando la técnica de la bolsa de nylon, permite estimar la degradación de los forrajes a nivel ruminal, seleccionar forrajes que maximicen la síntesis de proteínas microbiana en el ecosistema ruminal y utilizar la información en modelos dinámicos de digestión que permiten simular el consumo de forrajes por las animales.

Estos estudios sobre la degradabilidad ruminal *in situ*, se llevaron a cabo en la región de Pinto (Magdalena), con los materiales antes expuestos y encontraron que para el pasto guinea en verano, es muy baja (alrededor del 40%) a las 96 horas de incubación intraruminal, independientemente de la densidad de árboles en el sistema silvopastoril. En época de invierno, la degradabilidad de la MS es mayor respecto al verano 65% para densidad alta y baja, en cambio 57% para densidad media o testigo a las 96 horas de incubación ruminal). Adicionalmente, la velocidad de degradación es muy lenta, lo cual indica que la cantidad de energía que puede ser extraída del forraje durante el tiempo que permanece en el rumen es poca.

Pero el forraje comestible del guásimo en verano, es mayor la degradabilidad ruminal de los árboles en la densidad alta (alrededor del 80% a las 72 horas de incubación intraruminal) y más rápida (mayor pendiente), a pesar de tener menor fracción soluble (33% a las seis horas de incubación). Ello mostraría al follaje del guásimo, cuando crecen los árboles en los sistemas silvopastoriles en altas densidades, con mayor potencial de aporte de energía a la nutrición animal y al ambiente ruminal, como una manera de hacer efectivo el potencial alimenticio de este recurso forrajero natural. Para la época de invierno, no se presenta efecto notorio de la densidad en la dinámica de la degradabilidad ruminal del follaje del guásimo.

Para la leguminosa carbonero, durante el verano se presenta efecto de la densidad alta de la degradabilidad ruminal del follaje del árbol, lo que significa menor potencial de fermentación ruminal. En cambio en invierno en tres densidades de la velocidad de la degradación de la MS del follaje del carbonero es muy rápida, lo que indica que tiene un potencial de fermentación rápido en el rumen, especialmente en los SSP cuya densidad de árboles de carbonero, es alta.

Roncallo y otros, (1996), analizaron la calidad nutricional de los frutos de arbóreas con respecto a la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y reporta que el promedio general es de 59.86 +/- 15.9%. De manera general, resumen los autores que el 62.5% de las plantas muestreadas presentan niveles de DIVMS superiores a 60%.

Camero, (1991) citado por Camero, (1996), evaluó el efecto del follaje de poró (*Erythrina sp*) y madero negro (*G. Sepium*), como suplemento proteico en comparación con urea, en la producción y composición de la leche de vacas estabuladas alimentadas con heno de jaragua (*H. Rufa*), de baja calidad los resultados indicaron que la producción de leche fue igual para los tratamientos a base de árboles y diferentes al que contenía urea. El análisis económico de presupuestos parciales demostró que la suplementación con base en madero negro y poró fue superior en 20 y 19%, respectivamente, al tratamiento con urea (Tabla 13)

**Tabla 13. Efecto de la suplementación con tres fuentes proteicas sobre la producción de leche de vacas alimentadas con heno de Yaraguá**

| VARIABLE                          | SUPLEMETOS |        |      |
|-----------------------------------|------------|--------|------|
|                                   | PORO       | MADERO | UREA |
| Producción de leche (Kg vaca/día) | 7.3        | 7.4    | 6.7  |
| Beneficio neto (US\$/vaca/día)    | 1.08       | 1.10   | 0.88 |
| % de ingreso total                | 57         | 58     | 51   |

Fuente: Camero, (1991)

El efecto de la sombra de los árboles en los SSP, también se relaciona con el balance térmico del animal. Cuando la temperatura ambiental es inferior a la del cuerpo, el forraje consumido es metabólicamente transformado en biomasa animal, al tiempo que se genera la energía necesaria para compensar la pérdidas de calor del cuerpo. Pero cuando la temperatura del ambiente se aproxima o supera la corporal, el calor metabólico generado debe eliminarse y representa un costo para el animal; la ingesta en este caso aumenta el desequilibrio térmico hasta inhibir el consumo del forraje, que conduce a la pérdida de peso corporal.

Bacari, (1989), resume los resultados de varios autores en cuanto a los tratamientos de sol y sombra sobre la producción lechera. Teniendo en cuenta las investigaciones disponibles, se concluye que para razas puras el ofrecimiento de sombra propicia un aumento en la producción de leche. (Tabla 14)

**Tabla 14. Producción de leche de vacas de acuerdo con los tratamientos sol y sombra y porcentaje de aumento debido a la sombra.**

|                            | Producción de leche Kg/día |        |      | Roman-Ponce et al (1977) |
|----------------------------|----------------------------|--------|------|--------------------------|
|                            | Sol                        | Sombra | %    |                          |
| Holstein, Jersey, Guernsey | 15.0                       | 16.6   | 10.7 | Ingraham et al (1979)    |
| Holstein                   | 14.5                       | 18.5   | 21.5 | Collier et al (1981)     |
| Holstein y Jersey          | 12.7                       | 15.1   | 16.0 |                          |
| Cruce (Cebú x Europeo)     | 2.8                        | 2.7    | 0.0  | Baccari et al. (1982)    |

Fuente: Bacari, (1989)

En los sistemas silvopastoriles, se pueden dar otras interacciones benéficas:

- La presencia de los árboles proporciona sombra y atenúa el efecto de las temperaturas altas, que como ya se mencionó origina un ambiente más favorable para la producción y reproducción de bovinos.
- El contenido de materia orgánica y de nutrientes se incrementa en el sistema, al retomar al suelo los diferentes tipos de hojas, frutos, ramas, heces y orina. En el caso de árboles y arbustos leguminosos, habrá una contribución de nitrógeno al suelo, tanto en el fijado como en el reciclado, proveniente de las hojas de los árboles. Prácticas de manejo sobre la vegetación arbórea como las podas y raleos tiene efecto sobre la calidad y cantidad de los productos arbóreos (frutos, leña y madera) y el de todas las plantas del sistema.
- En árboles frutales y palmas, la limpia que hace el ganado, facilita la cosecha y posterior aprovechamiento de los productos del sistema en cultivos ya establecidos.
- El pastoreo de la vegetación herbácea reduce el riesgo de incendio, especialmente en ecosistemas ubicados en zonas con época seca definida.

Pero, también se pueden dar interacciones negativas entre los componentes del sistema tales como:

- La ya mencionada competencia por luz, debida a la sombra que los árboles ejercen sobre los estratos inferiores, afectan los rendimientos de forraje en la asociación.
- En el caso de ecosistemas establecidos en áreas de suministros críticos de agua, la competencia por agua y nutrientes puede ser perjudicial a la herbáceas.
- El descanso y sombreado de los animales bajo los árboles, produce disminución de la cobertura herbácea y causa compactación del suelo en estos lugares.

Otras interacciones entre los productores y consumidores en el sistema son:

- El consumo de biomasa herbácea por los animales, lo que disminuye su capacidad fotosintética y les crea un estrés fisiológico; no obstante la remoción de los ápices puede estimular la aparición de nuevos rebrotes.
- La selectividad de los consumidores por tejido succulento como hojas y ramas, trae como consecuencia la acumulación de tejido lignificado menos apetecido por los animales.
- El pisoteo de los animales destruye partes de la planta, que pueden luego ingresar al depósito del suelo como material muerto que es descompuesto para ser incorporado como nutrientes para todo el sistema.
- La compactación del suelo depende tanto del tipo de animal y de su peso como de la cobertura del suelo y condiciones físicas del mismo, así como el hábito del crecimiento de las herbáceas.
- Los animales, a través de la heces y la orina que depositan en los pastizales, reciclan parte de los nutrientes, favoreciendo de este modo a los productores del sistema.
- El valor nutritivo de las herbáceas que los animales consumen, tiene una gran importancia en los rendimientos y productividad de éstos.
- Los animales pueden afectar el componente arbóreo de los sistemas, al consumir partes diferentes de las hojas y ramas, reduciendo la calidad del producto.
- Las condiciones microclimáticas creadas por los árboles en el sistema, favorecen la presencia de poblaciones de animales que en algunos casos afectan el desempeño de las especies que se tratan de favorecer.

- Algunos animales pueden actuar como agentes de dispersión de materiales de propagación ya sea sexuales o asexuales; de esta manera influyen en la composición botánica del pastizal.
- Ciertos animales pueden, mediante su acción, exponer materiales de propagación que estaban profundos en el suelo a condiciones más favorables para su desarrollo y crecimiento.

## BIBLIOGRAFIA

- BACARI, F. 1989. Manejo ambiental para producción de leche en los trópicos. En: 1° Ciclo Internacional de Palestras sobre "Bioclimatología animal". Ed. Da Costa, M. Anais, Jaboticabal. Brasil. pp 45-53
- BOREL, R. 1987. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en alimentación animal. En: Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali. 24p.
- BUENO, G. 1997. Informe técnico final de actividades del proyecto PRONATTA "Producción de carne y leche en la altillanura plana a base de gramíneas mejoradas: mezcla de gramíneas y leguminosas e implementación del sistema silvopastoril" CORPOICA Regional ocho. Puerto López. Meta.
- ESCOBAR, L. 1994. Conceptos de agroforestería y principales sistemas silvopastoriles para la producción Bovina bajo Sistemas Sostenibles. Realizado en Santafé de Bogotá.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1991. Sistemas silvopastoriles para el trópico húmedo bajo. Informe anual 1991. Área de ganadería tropical. Turrialba. Costa Rica. Catie.
- CAMERON, D ; RANCES, S ; CHARLES, D. y SONES, D. 1994. Árboles y pasturas. En: Estudio sobre los efectos del espaciado. Agroforestería en las Américas. CATIE - ICRAF. Turrialba, Costa Rica. Año 1 N.1. enero - marzo. P. 18 - 20.
- FASSBENDER, H.W. 1987. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica.
- GIRALDO, L.A. 1994a. Manejo y utilización sostenible de pastura. 3a Edición. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad Ciencias Agropecuarias. P.323.
- GIRALDO, L.A. 1996. El potencial de los sistemas silvopastoriles para la Ganadería Sostenible. En: Memorias del Curso Pasturas Tropicales. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. Medellín pp. 141 - 172.
- GIRALDO, L.A. 1996. Potencial de la arborea Guacimo (*Guazuma Ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. En: Sistemas silvopastoriles; determinativo para una ganadería moderna y competitiva. Memorias II Seminario Internacional. p 43 - 56.
- LIBREROS, H. 1992. La explotación pecuaria en un contexto agropastoril; una alternativa para el desarrollo integral y sostenido de la ganadería en el trópico. Palmira, Colombia. ICA-Regional 5. CRECED sur del Valle. p 16.
- MESQUITA, M. DE PAULA ; V. SETTE, D. ASSIS, H. 1994. Efeito de árvores isolados sobre a disponibilidade e composição mineral de forragem em pastagem de *Brachiaria*. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Vol. 23 N.5 709 - 718 p.
- MURGETIO, R. y PERESTON, T. 1993. Los sistemas de producción como respuesta a la cría de la producción pecuaria tropical. Serie de trabajos y conferencias No. 6, centro pasra la investigación en sistemas sostenible de producción agropecuaria CIPAV.
- RONCALLO, B. NAVAS, A. y GARIBELLO, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En memorias del II seminario internacional sobre sistemas silvopastoriles: Alternativas en la ganadería. Valledupar, Neiva, Villavicencio: 2 - 6 diciembre de 1996. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Villavicencio. p. 15.
- RONCALLO, B. NAVAS, A. Y GARIBELLO, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: Sistemas silvopastoriles: Alternativas para una ganadería moderna y competitiva. Memorias II Seminario Internacional. p 82 - 92.
- RUSSO, R.G. 1994. Los Sistemas Agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. En: Agroforestería en las Américas. Año 1 No. 2. Abril - junio 1994. pp. 10 - 13.
- SALINAS, S. Experiencias sobre recuperación de áreas disponibles con pasturas en el trópico húmedo. En: Curso - taller sobre establecimiento, mantenimiento y producción de pasturas en la Selva Peruana. INIAA - IVITA - CIAT. P. 161 - 186. Pucallpa.

