



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

**Principales Avances en Investigación y
Desarrollo Tecnológico por Sistemas de
Producción Pecuaria**

Corpoica Cinco Años

Coordinador General
Alvaro Francisco Uribe Calad

Compilación y Edición
Martha Mercado de Duque
Nidia Ramírez González
Pedro A. Rodríguez Quijano

Santafé de Bogotá, D.C., Noviembre 1998

Publicación de la Corporación Colombiana de
Investigación Agropecuaria, Corpoica

Tiraje 2.500 ejemplares

Esta publicación se realizó gracias a la información
básica suministrada por las diferentes regionales de
Corpoica.

Diagramación e impresión:
Produmedios

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

Junta Directiva

Presidente
Carlos Murgas Guerrero
Ministro de Agricultura

Alvaro Abisambra Abisambra
Representante del ICA

Camilo Aldana Vargas (CEGA)
Representación Centros de Investigación Privados Asociados

Eliás Barrero Solano (Fedefondos)
Representación de los Gremios Asociados

Saúl Guayacán Gutiérrez
Representación de las Universidades

Representación de las Entidades Territoriales Asociadas

Cesar Augusto Londoño M.
Representación de las Juntas Regionales o de Centros de Investigación

Suplentes

Luis Arango Nieto
Viceministro de Coordinación de Políticas

Gabriel Cadena Gómez
CENICAFE

Francisco Dávila Ricciardi
CONALGODÓN

Germán Arteaga Meneses
Universidad de Nariño

Jaime Isaza Restrepo
Fundación Buen Pastor

Cuerpo Directivo

Alvaro Francisco Uribe Calad
Director Ejecutivo

Andrés Laigneith Sierra
Subdirector Investigación Estratégica

Juan Jaramillo Vásquez
Subdirector Sistemas de Producción

Ricardo Trujillo Pacheco
Subdirector Administrativo y Financiero

Darío Sánchez Pozzo
Oficina Asesora de Relaciones Externas

Jaime Jiménez Villarraga
Oficina Asesora de Planeación

Carlos Alberto Herrera Heredia
Director Regional 1

Beatriz Escobar González
Director Regional 2

Alvaro Toloza Palomino
Director Regional 3

Sergio Correa Peláez
Director Regional 4

Germán Aya Silva
Director Regional 5

Alvaro Bocanumenth
Director Regional 6

Christian Mora Padilla
Director Regional 7

Jaime Triana Restrepo
Director Regional 8

Claudia Walker Herrera
Director Regional 9

Salvador Rojas González
Director Regional 10

Revisión Técnica

Gustavo García G.
Grupo Regional Pecuario Regional 1

Nohora Delgado F.
Grupo Regional Pecuario Regional 1

Carlos J. Tobón Y.
Grupo Regional Pecuario Regional 4

Jorge Medrano L.
Grupo Regional Pecuario Regional 5

Alberto Navas C.
Programa Nacional Nutrición Animal

Pablo Cuesta M.
Programa Nacional Nutrición Animal

Jaime Cardozo C.
Programa Nacional Ecofisiología Animal

PRESENTACIÓN

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, ha desarrollado desde 1994 una serie de proyectos de investigación y transferencia de tecnología en especies agrícolas y pecuarias de importancia socioeconómica nacional, regional y local, lo cual le ha permitido consolidarse como la institución que marcha a la vanguardia en la generación de productos tecnológicos para el sector.

La positiva imagen institucional de la que hoy goza Corpoica es, sin duda, el resultado de la aplicación de una estrategia corporativa que privilegia la interacción de diferentes componentes del orden social, económico, técnico y político, principalmente relacionados con el desarrollo y el crecimiento del sector agropecuario nacional.

En este proceso, es legítimo resaltar la importancia de la integración activa de las comunidades productivas a la investigación, la incorporación de los criterios de competitividad, sostenibilidad y equidad en el desarrollo técnico-científico, las permanentes señales recibidas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología para la mejor definición y orientación de la generación tecnológica y, de manera fundamental, el permanente sentido de responsabilidad, en procura de la excelencia, de los investigadores de la Corporación.

Hoy, cuando Corpoica conmemora sus primeros cinco años de trabajo en el campo y cerca de los productores colombianos, me es particularmente grato ofrecer a la comunidad científica, técnica, académica, productiva y de política sectorial, los principales resultados y avances del desarrollo de nuestra Agenda Institucional de Proyectos de Investigación y de Transferencia de Tecnología.

Los productos logrados, parciales y finales, constituyen el esfuerzo de los investigadores de la Corporación, y de los de otras instituciones que nos antecedieron en la labor, y, de manera muy importante, de la confianza de aquellas entidades que actualmente nos apoyan con sus aportes científicos y operativos. De la misma manera, también se deben a la dedicación y a la capacidad de gestión, dirección y organización de nuestros directivos nacionales, regionales y locales y, por supuesto, al interés y a la convicción en el proceso,

por parte de agricultores y ganaderos localizados en los diferentes ambientes agroecológicos y socioculturales de nuestra geografía colombiana.

Este documento constituye, sin duda, una importante fuente de consulta de gran utilidad para todos los clientes corporativos. A partir de su lectura se pueden conocer los diferentes logros y el estado actual de desarrollo de los proyectos de investigación y de transferencia de tecnología de Corpoica, para las principales especies agropecuarias sobre las que se sustenta la producción agropecuaria nacional, regional y local.

Nuestra invitación es, pues, a que compartamos el arsenal tecnológico acumulado en tan sólo un lustro de labores de la Corporación, el cual seguramente será mayor y de excelente calidad en un plazo muy corto, en la medida en que contemos con el apoyo de toda la comunidad sectorial y con el permanente compromiso de nuestros investigadores para generar productos y procesos tecnológicos para el desarrollo del campo colombiano.

ALVARO FRANCISCO URIBE CALAD
Director Ejecutivo Nacional

Contenido

ESPECIE BOVINOS

INTRODUCCIÓN	13
1.GENÉTICA Y MEJORAMIENTO ANIMAL	20
1.1.Servicio Nacional de Evaluación Genética	20
1.2.Diversidad y Relaciones Filogenéticas del Ganado Criollo Colombiano	21
1.3.Manipulación de embriones	22
1.4.Potencial productivo de las razas criollas colombianas	23
2. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN	27
2.1. Recursos Forrajeros	27
2.1.1. Ampliación de la base forrajera para la producción decarne y leche en diferentes agroecosistemas del Trópico Bajo	27
2.1.2 Desarrollos tecnológicos para la producción de semilla de gramíneas y leguminosas a nivel de empresa ganadera	34
2.1.3. Estrategias tecnológicas sostenibles para optimizar la producción y calidad de las especies forrajeras para pastoreo	36
2.2. Desarrollo de Sistemas Silvopastoriles como alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la empresa ganadera	45
2.3. Alternativas de Suplementación Estratégica	48
2.3.1. Productos y procesos para optimizar la producción de carne y leche de bovinos en pastoreo en diferentes microregiones de trópico bajo	50
2.3.2. Suplementación con minerales	52
2.3.3. Utilización de subproductos fibrosos de cosecha en la alimentación de bovinos	53
2.3.4. Índices referenciales de estado nutricional de vacas en lactancia en sistemas de producción de doble propósito y de lechería tropical	54
2.3.5. Estudios de la Microbiota y el Funcionamiento Ruminal en el Trópico	56

3.ECOFISIOLOGÍA ANIMAL	57
3.1. Comportamiento fisiológico del bovino en el trópico colombiano.	57
3.1.1. Caracterización Fisiológica del Recurso Animal.	57
3.1.2. Comportamiento Fisiológico del bovino bajo estrés climático.	64
3.1.3. Comportamiento reproductivo del bovino en condiciones de trópico.	69
3.3. Estrategias tecnológicas para mejorar los índices reproductivos en sistemas de producción bovina del trópico colombiano.	71
3.2.1. Macho bovino.	71
3.2.2. Hembra bovina.	73
4. SALUD ANIMAL	75
4.1. Morbilidad y Mortalidad	75
4.1.1. Mastitis Bovina	75
4.1.2. Paratuberculosis	77
4.1.3. Muerte Súbita	78
4.1.4. Enfermedades Tóxicas y Carenciales	80
4.1.5. Enfermedades Parasitarias	82
4.1.6. Enfermedades de la reproducción	91
4.1.7. Morbilidad y mortalidad en Terneros	92
5.TRANSFORMACIÓN, CALIDAD Y CONSUMO	96
5.1.Evaluación de calidad de leches en el trópico bajo colombiano	96
5.2.Calidad y comercialización de la carne.	98

ESPECIES MENORES

INTRODUCCION	103
1. RESULTADOS	107
1.1. Porcinos	114
1.2. Aves	134
1.3. Ovinos y Caprinos	138
1.4. Cuyes	142
1.5. Abejas	143



Bovinos

ESPECIE BOVINOS

INTRODUCCIÓN

Los procesos de investigación estratégica, aplicada, y adaptativa que adelanta Corpoica, en las diferentes regiones del país, aportan su concurso al sector ganadero nacional, a través del desarrollo de metodologías, productos y procesos que permiten optimizar y hacer más sostenible y competitiva la producción de carne y leche en Colombia.

En esta sección, se ponen a consideración de la comunidad científica y tecnológica, y del sector productivo en general, los principales logros alcanzados en el área de bovinos por los programas de Recursos Genéticos, Nutrición, Ecofisiología, Salud y Epidemiología. Igualmente, se presentan las contribuciones a la investigación en bovinos de los programas de Agroecosistemas, Estudios Socioeconómicos, Métodos de Transferencia y de 10 programas regionales pecuarios.

Gestión de tecnología

La implementación del Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana permitió un acercamiento real entre el sector de Ciencia y Tecnología a través de Corpoica-COLCIENCIAS y del sector productivo a través de FEDEGAN-FNG. Los grandes componentes de investigación (ajuste y validación) y transferencia de tecnología se orientan a resolver la problemática identificada por productores, asistentes técnicos, investigadores y otros agentes de la cadena agroindustrial de cárnicos y lácteos.

El Plan ha permitido mediante un sistema de innovación tecnológica, mejorar los índices reproductivos y de producción de carne y leche, reducir el efecto de la estacionalidad de la producción, contribuir a la sostenibilidad de los sistemas de producción ganaderos y mejorar la competitividad de la producción de carne y leche bovina en regiones específicas.

Sistemas de Producción

El sistema de gestión incluye la participación de organizaciones e instituciones de los sectores público y privado en la planificación, financiación, ejecución y seguimiento de las actividades de investigación, transferencia y mercadeo de tecnología.

El Plan ha permitido visualizar estrategias para la especialización de agentes tecnológicos en función de capacidades gremiales y comerciales, y de sus ventajas comparativas; organizar redes por producto o por área de desarrollo tecnológico; fortalecer la participación de los diferentes agentes de la cadena, y focalizar acciones en las regiones de importancia actual o de mayor potencial para el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles.

Los principales resultados de los 11 proyectos de investigación y de la implementación de productos y procesos tecnológicos en empresas ganaderas de las regiones Caribe, Valles interandinos, Orinoquía y Piedemonte Amazónico, han sido entregados en talleres y seminarios en el presente año. Las memorias de estos eventos pueden obtenerse en las oficinas de Corpoica en las diferentes regionales del país.

El documento incluye, además de los logros de investigación, una breve reseña de la situación actual de la ganadería bovina nacional resaltando, el contexto tecnológico, económico y social, con una visión de cadena productiva. Se hace énfasis en las áreas temáticas más importantes para resolver la problemática planteada, teniendo en cuenta el ordenamiento de la producción en regiones y microregiones de importancia actual y potencial.

Importancia de la ganadería bovina en Colombia

La ganadería bovina ha mantenido una importancia relativamente estable en la economía nacional, alcanzando una participación del 5% en el PIB. Con respecto al sector agropecuario, muestra una tendencia creciente, al pasar de 24.5% a 25.3% entre 1990 y 1994. Este aumento en la participación de la ganadería al PIB sectorial, se debe al deterioro del subsector agrícola, principalmente, a la crisis de rentabilidad que han venido experimentando los cultivos transitorios y el café.

La situación anterior también se explica por la conversión de áreas agrícolas a ganaderas, proceso que está en función de las oportunidades de inversión, de los precios relativos, de la infraestructura vial disponible y de las condiciones de seguridad.

De manera desagregada, la producción de carne y leche constituyen renglones fundamentales de la economía pecuaria; así, la carne representa el 15.8% del PIB agropecuario, participación que se ha mantenido estable en los últimos años, mientras que la producción lechera ha mejorado en un 1% ubicándose en el último año en 9.5%.

Por su parte, en el contexto de la industria de alimentos, estos productos muestran una dinámica diferente. De acuerdo con el DANE, la industria de productos lácteos aumentó en 3.4% su participación en el valor agregado de la industria de alimentos del país, durante los últimos años.

La actividad ganadera como generadora de empleo ha ganado importancia dentro del sector agropecuario y en la economía en su conjunto. En 1996, el subsector generó 1.200.000 empleos, equivalentes a 37.5% de los empleos del sector rural y el 8.3% del empleo total del país. De otra parte, la población ganadera en 1996 se estimó en 18 millones de cabezas cuando en 1980 era de 23.9 millones, lo cual significa que el inventario se ha venido reduciendo a una tasa anual de 2.6%. Aunque se observan algunas oscilaciones debido a la influencia del ciclo ganadero, gran parte de esta disminución del inventario se origina en las dificultades derivadas por la inseguridad en el campo y la liquidación de hatos en algunas regiones.

De acuerdo con el CEGA, la población bovina de los sistemas de producción de leche se estima en alrededor de 6 millones de cabezas, cifra que se ha mantenido relativamente estable en los últimos años. De esta población, se calcula que los bovinos en sistemas de doble propósito representan el 89% y contribuyen con el 55% de la producción nacional de leche, la cual asciende a 5 millones de litros anuales. Esta contribución es significativa si se tiene en cuenta que hace diez años la producción de leche se originaba en un 59% en ganaderías especializadas.

A nivel regional, la Costa Caribe y el Piedemonte Llanero representan las zonas de desarrollo más dinámico de la ganadería de doble propósito. Se estima que este sistema contribuye con el 85% y el 90% de la producción de leche en las respectivas regiones.

El país produce anualmente cerca de 765 mil toneladas métricas de carne bovina (Fedegán, 1997), ubicándose como el cuarto mayor productor de la región después de Brasil, Argentina y México (USDA, Foreign Agriculture Service). Además, los acuerdos firmados en el marco de la Organización Mundial de Comercio (OMC), mejoran la situación del mercado internacional para la carne bovina colombiana, al reducir las barreras para-arancelarias al comer-

Sistemas de Producción

cio y el monto de los subsidios otorgados a los productores de los países desarrollados. Colombia exportó en 1996, en carne en canal, carne deshuesada y ganado en pie un equivalente a 12.695 cabezas, representando un monto de US\$ 6.062.950. De otra parte, la demanda de carne por parte de los países del sudeste asiático es creciente y en el caso específico de Japón esta demanda se concentra en productos de alta calidad.

A pesar de que la presencia de la fiebre aftosa en el país restringe actualmente el acceso de la carne bovina nacional a mercados internacionales más amplios y de mejores precios por calidad, la meta de la campaña liderada por FEDEGAN de erradicar esta enfermedad en los próximos 5 años, constituye un incentivo para empresas productoras de carne con perspectivas de mercados externos competitivos en el mediano plazo.

Durante los últimos años se han iniciado en el país un conjunto de procesos dinamizadores de la cadena productiva ganadera nacional como el Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina financiado por Minagricultura, Colciencias y Fedegán y liderado por Corpoica, el Plan Nacional para Erradicación de la Fiebre Aftosa, el Sistema Nacional de Clasificación de Cortes y Canales y la modernización de la infraestructura de industrialización y comercialización de productos cárnicos emprendida por Fedegán-FNG a través de inversiones en frigoríficos regionales.

Estos elementos dinamizadores originados de la interacción entre el estado y los gremios, permiten visualizar una mayor orientación de los sistemas de producción de carne hacia procesos de competitividad en el mediano plazo, y en su conjunto, crean las condiciones propicias para el diseño e implementación de sistemas tecnológicos que permitan mejorar la competitividad de la producción nacional de carne, con énfasis en el aseguramiento de la calidad del producto de acuerdo con las demandas del consumidor y los nuevos requerimientos de los mercados internacionales.

La búsqueda de sistemas más competitivos incluye, igualmente, la necesidad de priorizar regiones con base en su dotación de recursos naturales y la resiliencia de sus ecosistemas, los niveles de desarrollo actual de las empresas productoras de carne y leche, de la industria de transformación y comercialización de productos cárnicos y lácteos; y sobre todo, la generación de espacios de interacción entre los diferentes agentes de la cadena.

Limitantes tecnológicos de los sistemas de producción bovina y de las cadenas agroindustriales de lácteos y cárnicos del país.

Las especies forrajeras para pastoreo constituyen la base de la alimentación de los bovinos en los sistemas ganaderos de Colombia y ocupan más de 88.3% de los suelos destinados a la agricultura y el 35.1% del área total. Los sistemas ganaderos, se caracterizan en sus perfiles tecnológicos por una segmentación marcada en sus niveles de producción y productividad, la cual está asociada con la dotación y el manejo de los recursos naturales y el ambiente (la infraestructura vial, la escala de producción, las demandas del mercado, etc.).

A pesar de esta segmentación que define en buena medida las características de la tecnología utilizada en los sistemas ganaderos predominantes, se observa una brecha tecnológica generalizada cuando se analizan sus potenciales y los patrones internacionales de competitividad. Muchos sistemas ganaderos se han desarrollado en ecosistemas frágiles (trópico bajo y márgenes de bosque), los cuales presentan efectos ambientales negativos. De otra parte, la ganadería nacional ha evolucionado hacia sistemas de doble propósito con ventajas sociales, económicas y ambientales que deben ser potencializadas. Igualmente, surgen sistemas mixtos (agricultura-ganadería) como alternativa al manejo eficiente y sostenible de los recursos naturales que son el principio de consolidación de cadenas agroalimentarias especializadas en la producción de carne y leche.

En general, la ganadería colombiana se fundamenta en la producción de pastos y forrajes, por lo cual afronta riesgos durante la época seca (principalmente por el fenómeno del niño), ante la baja disponibilidad de biomasa en las praderas. El efecto se traduce en declinación de la producción, incrementos de costos en suplementación alimenticia de los bovinos, bajas ganancias de peso, pérdidas de animales por mortalidad, y baja rentabilidad de las empresas ganaderas. Para abocar el problema de la estacionalidad de la producción, Corpoica ha desarrollado procesos y productos tecnológicos relacionados con el uso estratégico de forrajes y materias primas para alimentación animal, sistemas mejorados de manejo y conservación de forrajes, y estrategias de manejo animal ajustadas a los ciclos biológicos y ambientales del trópico.

Diferentes elementos del entorno influyen en conjunto con el sistema tecnológico en la eficiencia de los sistemas de producción de leche, carne y doble propósito predominantes en Colombia. Desde el punto de vista del comportamiento estructural de la producción bovina se podrían globalizar así:

Sistemas de Producción

El uso de los recursos naturales y el ambiente.

La ganadería bovina colombiana ha expandido la frontera agropecuaria a través de los procesos de colonización y en muchos ecosistemas frágiles se convierte en la única opción de producción económicamente viable para el productor. De otra parte, el desarrollo de sistemas de producción intensivos ha deteriorado la base del recurso natural, debido al desconocimiento de los procesos biológicos y físicos que caracterizan las praderas, su manejo y presión de pastoreo. Así mismo la ausencia de prácticas adecuadas de manejo del agua y de conservación de los suelos incrementa los procesos de erosión y degradación.

Recursos genéticos foráneos de especies forrajeras y razas bovinas han sido introducidos sin guardar los niveles adecuados de complementariedad y armonía con otros componentes del sistema de producción, mientras que la biodiversidad nativa ha recibido poca atención. Lo anterior, ha ocasionado niveles preocupantes de erosión de los suelos y la pérdida de los hábitats de recursos vegetales y animales.

Para contribuir a resolver esta problemática y como apoyo al ordenamiento de la producción, los procesos de caracterización agroecológica, socioeconómica y tecnológica de los sistemas de producción bovina emprendidos por Corpoica en los últimos años, se convierten en herramientas estratégicas para la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo prospectivo sostenible de regiones y nichos ganaderos del país.

Recursos forrajeros y suplementación estratégica.

Los avances tecnológicos en oferta de germoplasma forrajero (gramíneas y leguminosas) adaptados a suelos de baja fertilidad, han sido un factor fundamental para la expansión y mayor eficiencia de los sistemas ganaderos. Sin embargo, los modelos de evaluación de forrajes no han incluido la relación suelo- planta- animal y los criterios de optimización para su utilización.

Las leguminosas mantienen limitantes en su establecimiento y utilización, en algunos casos por la disponibilidad insuficiente de semillas y en otros como en las prácticas de renovación de praderas, por la baja persistencia en su asociación con gramíneas.

Los costos de establecimiento de las praderas han limitado la adopción de tecnologías de manejo y utilización. En algunos casos, las praderas en mono-

cultivo han sido factor fundamental para el ataque de plagas que afectan la disponibilidad de biomasa, la persistencia de especies y la productividad de las praderas .

Se han evaluado un gran número de suplementos alimenticios no-convencionales; sin embargo, los trabajos han sido realizados en centros experimentales, con modelos entrada-salida y sin considerar los procesos metabólicos y fisiológicos que genera su utilización. En este contexto, la capacidad de extrapolación de los resultados es bastante restringida.

La información es limitada en cuanto a estrategias que incrementen la calidad de los subproductos agroindustriales (agrícolas y de matadero) y su utilización estratégica en sistemas de alimentación ajustados a las demandas específicas de mercados de carne y leche.

Salud animal.

Aunque se han alcanzado importantes desarrollos en la detección y descripción de algunas enfermedades animales que producen pérdidas en la producción y en otras de naturaleza zoonótica (leptospirosis, brucelosis etc.), persisten problemas de salud que requieren un análisis integral con otros componentes de la producción como la calidad y disponibilidad de alimento, la capacidad productiva del recurso genético, el manejo reproductivo y sanitario, entre otros. Algunas de estas enfermedades (diarrea viral, rinotraqueitis infecciosa, intoxicación por plantas, etc.) predominan debido a la carencia de tecnologías efectivas de control, y otras, por la limitada atención que se ha dado a la presencia de enfermedades crónicas (leucosis, tuberculosis, mastitis etc.) especialmente las de evolución subclínica. Por lo anterior se hace necesario, no solo fortalecer la capacidad diagnóstica sino favorecer los sistemas de información y vigilancia epidemiológica y la implementación de metodologías que evalúen los factores de riesgo que propician la aparición de procesos patológicos para el animal.

Los problemas existentes en el área de las parasitosis (parásitos gastrointestinales, garrapatas, moscas, tábanos, babesias, anaplasmas y tripanosomas) han sido tradicionalmente enfrentados mediante métodos convencionales que privilegian el uso de químicos, (pesticidas y parasiticidas) con repercusiones para el ambiente y la salud humana; en este campo se requiere la evaluación y ajuste de métodos de control, de naturaleza mas sostenible, de carácter no químico y, complementariamente, el desarrollo de recomendaciones para un uso más racional y estratégico del control químico.

Sistemas de Producción

Transformación, Calidad y Consumo.

A pesar de que se han realizado progresos importantes en la identificación de los canales de comercialización, sus distorsiones y cuellos de botella, y se han desarrollado nuevos productos de acuerdo con las preferencias de los consumidores, se presentan problemas de ineficiencia en la cadena de producción, estacionalidad de la oferta de carne y leche de bovino y una baja calidad de los productos ofrecidos (contaminación microbial e inadecuadas características organolépticas).

Además, el productor no se ha integrado efectivamente a la cadena agroindustrial, limitando así la creación de valor agregado a nivel de empresa ganadera.

Gestión tecnológica y empresarial.

En general, los sistemas pecuarios y especialmente los de bovinos se caracterizan porque en el contexto del desarrollo de capacidades tecnológicas a nivel de la empresa se observan bajos perfiles de la mano de obra, ineficiencia en la administración de los recursos de la producción, la inserción de sistemas tecnológicos (carne-leche) rezagados de la modernidad y de una visión diferenciada del desarrollo de cadenas productivas, con componentes que agregan valor a los diferentes procesos y, en ciertos subsectores, se persiste en un propuesta tecnológica tradicional que se enfrenta a una visión moderna y competitiva de la producción de proteína animal.

En muchas regiones ganaderas del país, los servicios tecnológicos de apoyo a la producción son escasos e inclusive inexistentes.

PRINCIPALES RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA LA EMPRESA GANADERA.

1. GENÉTICA Y MEJORAMIENTO ANIMAL.

1.1. Servicio Nacional de Evaluación Genética.

Se creó un servicio de evaluación genética de bovinos, con la conformación de una red de investigadores en el área de genética animal; el cual está siendo utilizado por las asociaciones colombianas de criadores de razas bovinas

como una herramienta para optimizar los planes de mejoramiento de los sistemas ganaderos del país.

El servicio de evaluación genética le proporciona a los criadores de ganado una herramienta que permite identificar individuos genéticamente superiores que utilizados en programas adecuados de apareamiento pueden generar crías con un alto potencial de rendimiento en características de importancia económica.

El servicio incluye el análisis de las variables peso al nacer y al destete, estimación de la heredabilidad para estas dos variables, correlaciones genéticas, ambientales y fenotípicas, e identificación de los individuos de mayor potencial y mejor adaptación al medio ambiente en las características peso al nacer y al destete a través de las respectivas DEP, utilizando para ello la información registrada durante varios años en una finca. A nivel gremial han participado de este servicio Asocebú y Asodoble.

1.2. Diversidad y Relaciones Filogenéticas del Ganado Criollo Colombiano.

En el ganado criollo colombiano (gcc) se han estudiado algunas características relacionadas con producción de carne, comportamiento reproductivo y adaptación a ambientes tropicales, y se han caracterizado genéticamente el peso a diferentes edades y la fertilidad. Estos estudios resaltan el valor de las razas criollas en programas integrales productivos y sostenibles de carne, leche y/o doble propósito basados principalmente en cruzamiento con razas especializadas y, han creado la necesidad de intensificar los programas de conservación y multiplicación de este ganado. Sin embargo, no se han evaluado en detalle la diversidad genética ni sus relaciones filogenéticas con otras razas comerciales del mundo.

Para llenar en parte este vacío se inició un proceso de análisis genético de las razas criollas en un proyecto cooperativo entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y el Laboratorio de Genética Molecular de la Universidad de Antioquia (U de A), con la colaboración de la Universidad de Texas A & M (TAMU). Se incluyeron las siete razas reconocidas: Blanco Orejinegro (BON), Romosinuano ®, Sanmartinero (S), Costeño con cuernos (CCC), Chino Santandereano (Ch), Hartón del Valle (H) y Casanareño (Ca) y además se incluyó el Cebú © como raza externa. Se utilizaron siete microsatélites (STR) con amplificación de los loci por PCR.

Sistemas de Producción

Se estudiaron parámetros de genética de poblaciones tales como frecuencias alélicas, heterocigosidad, desviaciones del equilibrio de Hardy-Weinberg, diversidad genética y construcción del árbol filogenético.

Se encontró que el grupo de razas criollas colombianas posee una buena diversidad genética, mayor que en las razas *Bos taurus* Europeas (5.2) y similar al encontrado en criollos Africanos, Cebuínos Africanos y Cebuínos Asiáticos (9.0) pero menor que el reportado para las razas criollas Españolas (10.0). La heterocigosidad promedio observada fue de 0.52 con un rango de 0.25 a 0.96.

El árbol filogenético construido con el programa Phylip y empleando la distancia de Nei (1972) y el algoritmo de neighbour-joining agrupó las razas criollas BON, S, R, CCC y H, separándolas de C, Ch y Ca; estos resultados demuestran el acierto del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Corpoica y la Secretaría de Agricultura del Valle en el manejo que dichos entes le han dado a las razas criollas BON, S, R, CCC y H al mantenerlas aisladas como hatos puros puesto que de acuerdo con el árbol filogenético estas cinco razas presentan menos mestizaje con C (no detectado en este estudio) que las razas Ca y Ch.

1.3. Manipulación de embriones.

Actualmente se tienen criopreservados aproximadamente 120 embriones de las siete razas criollas, que harán parte del Banco de Germoplasma Animal. También se ha obtenido un mayor número de datos sobre la respuesta a los tratamientos superovulatorios con dosis altas y bajas de la hormona FSH y se tienen avances importantes sobre el desarrollo de embriones bovinos *in vitro* (mórulas y blastocistos), cultivados bajo diferentes condiciones en células BRL y VERO, encontrándose porcentajes de desarrollo que fluctúan entre el 6.3 y el 8.4%.

Los resultados anteriores contribuirán desde el punto de vista científico a los programas de mejoramiento genético y multiplicación del germoplasma, que permitan un mayor uso tanto de las razas criollas como de las más recientemente introducidas, aprovechando de manera más eficiente las características positivas del componente materno, con reducción de los costos de la tecnología de transferencia de embriones.

En cuanto a la caracterización genética molecular para el mejoramiento animal, se han logrado acumular alrededor de 300 muestras de material criopreservado de origen bovino para su análisis (DNA, leucocitos, fibroblastos). Con la utilización de marcadores moleculares, tipo microsatélite se observó que de

diez de estos, siete estuvieron presentes en los bovinos criollos colombianos, presentando diversos polimorfismos. Esta información contribuirá en el futuro al Banco Mundial del Genoma Bovino, permitiendo aumentar el potencial de uso productivo de nuestras razas criollas y mejorar las estrategias para su conservación. La metodología utilizada es aplicable también al reconocimiento rápido de características positivas de producción, calidad de la carne y leche y de adaptación al trópico, en procesos de selección del recurso genético bovino.

Los resultados de los avances preliminares sobre resistencia de las razas criollas (BON) a fiebre aftosa analizada *in vitro* sobre 47 líneas de fibroblastos diferentes, sugieren una menor permisibilidad de estos con respecto a la infección observada en células control BHK21. Esta información permitirá la selección futura de bovinos resistentes como estrategia alternativa de prevención, aplicable a esta y otras enfermedades infecciosas en Colombia.

1.4. Potencial productivo de las razas criollas colombianas.

Corpoica continua igualmente con la evaluación del potencial productivo de las diferentes razas criollas bajo las condiciones de los distintos sistemas de producción. Esta evaluación se efectúa principalmente a través de la valoración del vigor híbrido en cruces con animales *Bos taurus* y/o *Bos indicus*.

En colaboración con la Regional 4, desde 1995 esta en ejecución un ensayo para comparar el cruzamiento de toro Holstein con vaca BON contra el cruzamiento de toro Holstein con vaca Cebú. Hasta el presente se tienen los terneros nacidos en 1996 y 1997. A los 16 meses de edad, los machos H x BON pesan 235.2 K., y los H x Cebú 273.7 (14.4% de diferencia).

Las cifras correspondientes para las 2 clases de hembras son 213.2 y 252.3 Kg. (18.3% de diferencia). Una vez que las hembras entren en estado de madurez reproductiva se evaluarán características tales como edad al primer parto, producción de leche, duración de la lactancia, mansedumbre, etc.

◆ Evaluación del comportamiento productivo de la raza Blanco Orejinegro hasta los 18 meses de edad.

Se analizaron las características de crecimiento predestete y postdestete de las progenies resultantes de la vacada Blanco Orejinegro (BON), de los 9117 registros existentes desde el año 1939 hasta 1991 en El C.I. El Nus (Ant.)

Sistemas de Producción

localizado a 800 m.s.n.m., 2200 mm de precipitación anual, 23°C de temperatura media y 87% de humedad relativa. Para efectos del trabajo se extrajeron sólo aquellos datos de los animales que tenían la información necesaria para analizar las características de crecimiento predestete y postdestete; equivalentes a 8595, 2828, y 1928 observaciones para las características peso al nacimiento, peso ajustado a los 240 días y peso ajustado a los 18 meses, respectivamente. Para las ganancias de peso predestete, postdestete y ganancias diarias acumuladas, el número de observaciones correspondió a 2828, 1928 y 2314, respectivamente.

Por comparación estadística de promedios ajustados por mínimos cuadrados, se analizaron los efectos de época de nacimiento, año de nacimiento, sexo de la cría y número de parto sobre el peso al nacimiento, peso ajustado a los 240 días, peso ajustado a los 540 días, ganancia de peso predestete, ganancia de peso postdestete y ganancia total. Las características de crecimiento estudiadas y los valores promedios de los terneros BON fueron: para peso al nacimiento 26.96 kg., peso ajustado a los 240 días 164.55 kg., ganancia predestete 0.570 kg./día, peso ajustado a los 540 días 231.32 kg., ganancias de peso postdestete 0.205 kg./día y la ganancia total 0.389 kg./día.

En los análisis de varianza para las características antes mencionadas, la fuente de variación sexo del ternero afectó de una manera altamente significativa ($P < 0.0001$) el peso al nacimiento, peso ajustado a los 240 días, ganancia diaria de peso predestete, peso ajustado a los 540 días y la ganancia total; el sexo no afectó ($P > 0.2064$) la ganancia diaria postdestete. El año de nacimiento afectó de una manera altamente significativa ($P < 0.0001$) todas las características analizadas.

La variable época de nacimiento tuvo efecto altamente significativo ($P < 0.0001$) sobre el peso al nacimiento, el peso ajustado a los 240 días, y la ganancia diaria de peso postdestete y de una manera significativa ($P < 0.0191$) el peso ajustado a los 540 días pero no afectó ($P > 0.8393$) la ganancia total.

El número de parto afectó de manera altamente significativa ($P < 0.0001$) todas las características. Se calcularon factores de corrección multiplicativos al nivel de máxima producción para el peso al nacimiento, peso ajustado a los 240 días y peso ajustado a los 540 días.

Los promedios de peso para cada una de las características después de corregir por cada uno de los factores medioambientales sexo del ternero, número de partos, época y año de nacimiento fueron de 31.35, 206.58 y 296.62 kg.

para el peso al nacimiento, peso ajustado a los 240 días y peso ajustado a los 540 días, respectivamente.

◆ **Comparación de cruzamientos Holstein por Blanco Orejinegro y Holstein por Cebú como ganado de doble propósito.**

Se analizó la información existente de 25 bovinos de H x BON y H x C para peso al nacimiento (PN), peso ajustado al destete de 240 días de edad (P240), peso ajustado a los 16 meses de edad (P16), ganancias diarias del nacimiento al destete (GDND), ganancia diaria del destete a los 16 meses (GDD16) y total o acumulada (GDT). Se analizaron los promedios ajustados por mínimos cuadrados. El modelo matemático utilizado para PN, P240 y GDND, consideró los efectos de raza, sexo y año. Para GDD16 y P16 se consideraron sólo los efectos de raza y sexo.

El PN presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) para raza (32 kg para H x B y 28 kg para H x C); la GDD mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) con respecto al año de nacimiento con 0.469, kg/día para H x B y 0.573 kg/día para H x C en el primer año, y 0.659 y 0.575 para el segundo. El P240 también fue afectado significativamente ($P < 0.05$) por el año de nacimiento: H x C con 145.2 kg y 190.3 kg y H x B con 166,2 kg y 165.7 kg para primero y segundo año. El P16M fue influenciado significativamente por la variable independiente raza con 224.2 y 263 kg para H x B y H x C, respectivamente, y tendencias a ser significante, el sexo, así: machos H x B 235.2 kg, hembras H x B 213.2 kg; machos H x C 273.7 kg y hembras H x C 252.3 kg.

De otra parte, Corpoica en convenio con El Comité de Cafeteros de Antioquia, en la granja El Rosario, localizada en el municipio de Venecia (Antioquia), con una altitud de 1600 msnm, temperatura de 21°C, precipitación pluvial de 2500 mm/año, textura del suelo franco arcillosa, topografía ondulada, realizó varios estudios. En uno de ellos se utilizaron novillos H x C F2, H x CF4 y PS x CF2 para evaluar el comportamiento productivo en un sistema mejorado de rotación de praderas y se encontró que entre las novillas H x CF2, H x CF4 y Ps x CF2 no hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) en sus ganancias diarias de peso que fueron 0.349 Kg, 0.347 Kg y 0.389 Kg, respectivamente.

El proceso experimental fue de 209 días para los 20 novillos con una carga de 4.4 animales por hectárea; y una ganancia diaria de 1.447 gr., que comparada con el sistema de manejo tradicional, utilizado en la zona cafetera, es 4.4 veces mayor.

Sistemas de Producción

En otro experimento se compararon, en el mismo sistema de pastoreo, novillos H x CF2 y PS x CF2, encontrándose en promedio ganancias diarias de 0.340 y 0.314, respectivamente, sin encontrarse ninguna diferencia significativa entre los dos grupos raciales comparados. Con un período experimental de 286 días y una carga de 4.4 animales por hectárea, se produjo una ganancia diaria de 1.602 gramos por hectárea por día, 4.4 veces más que en el sistema de manejo tradicional en la zona.

◆ Evaluación productiva de la raza Cebú Comercial y sus cruces con ganado Blanco Orejinegro y Romosinuano.

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación Tulenapa, de la Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria, Corpoica. Los suelos de esta zona son de mediana fertilidad. La topografía es completamente plana.

El objetivo del trabajo fue el estudiar el comportamiento del crecimiento, desde el nacimiento hasta los 18 meses de edad, de los grupos raciales Cebú y los F1 BxC y RxC. Los terneros fueron criados a toda leche y destetados a 270 días. Los pesajes se realizaron al nacimiento, al destete y a los 540 días. Los datos se analizaron por el método de Cuadrados Mínimos.

Los análisis de varianza para peso al nacimiento revelaron efecto significativo ($P < 0.05$) para la fuente de variación grupo racial. Las variables peso ajustado a los 270 días, peso ajustado a los 540 días, ganancia diaria del nacimiento al destete, ganancia postdestete y ganancia diaria total, se vieron afectadas por todas las fuentes de variación, es decir, sexo, número de parto, época de nacimiento y grupo racial, a diferencia de la época de nacimiento en las variables peso a los 270 días y ganancia diaria predestete donde no hubo efecto significativo ($p > 0.05$).

Los grupos raciales BxC y RxC, superaron al Cebú en la variable peso a los 540 días. El BxC (315.16 kg.) superó al Cebú (245.39 Kg.) en 28.4%. El RxC (299.5 kg.) lo superó en 22%. En la ganancia diaria total, los cruces también superaron a la raza Cebú (0.389 kg.). El cruce BxC (0.515 kg.) lo superó en 32.4% y el RxC (0.488 kg.) lo superó en 25.4%.

Los anteriores resultados demuestran la utilización del vigor híbrido como una herramienta económica para aumentar la productividad en la producción de carne, sobre todo en una zona como Urabá, libre de Fiebre Aftosa y con vocación exportadora.

2. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

La producción de leche y carne de origen bovino en Colombia, tanto en los sistemas especializados de leche y carne como en los sistemas de cría y doble propósito, están caracterizados por el pastoreo de praderas con cobertura básicamente de gramíneas, algunas leguminosas herbáceas y muy baja cobertura arbustiva y arbórea. La condición nutricional, y por ende, la productividad de los animales en estos sistemas, depende entonces de tres factores principales: a) la disponibilidad y valor nutritivo de los forrajes en las praderas, b) del balance de nutrientes para los microorganismos del rumen que permita optimizar el proceso de fermentación ruminal y c) de estrategias de suplementación que mejoren el balance proteína energía de los nutrientes producidos en el rumen y absorbidos por el animal.

En este sentido, los proyectos de investigación de Corpoica en las áreas de nutrición y alimentación de rumiantes están diseñados con el propósito de mejorar la competitividad y sostenibilidad de la ganadería bovina del país, con base en el logro de cuatro objetivos principales:

- Reducir el efecto de la estacionalidad de las lluvias sobre la productividad de la empresa ganadera.
- Mejorar el consumo voluntario y la eficiencia de conversión de los forrajes en carne y leche en los diferentes sistemas de producción.
- Mejorar la calidad de la leche y de las canales ofrecidas y,
- Contribuir a la recuperación de los ecosistemas en los cuales predomina la actividad ganadera.

Las actividades de investigación que Corpoica está desarrollando con el propósito de generar sistemas de alimentación y manejo de recursos naturales orientados hacia el logro de los objetivos mencionados podríamos agruparlos en 4 áreas temáticas: Recursos Forrajeros, Desarrollo de Sistemas Silvopastoriles, Estrategias de Suplementación y Microbiología y Funcionamiento Ruminal.

2.1. Recursos Forrajeros.

2.1.1. Ampliación de la base forrajera para la producción de carne y leche en diferentes agroecosistemas del Trópico Bajo.

La investigación en recursos forrajeros ha privilegiado la evaluación y selección de especies introducidas; sin embargo, la evaluación del potencial pro-

Sistemas de Producción

ductivo de los recursos autóctonos es esencial para mejorar la sostenibilidad y productividad de los sistemas de producción bovina del Trópico.

En razón a la importancia de la Orinoquía mal drenada en la producción de bovinos de carne, se adelantó un estudio de la vegetación nativa de las sabanas de Arauca, incluyendo el inventario de las principales especies vegetales y su caracterización botánica y nutritiva en las 4 unidades fisiográficas de este ecosistema.

Se identificaron 16 géneros de gramíneas, 12 de leguminosas, 5 de hoja ancha y algunas ciperáceas (Tabla 1).

En relación con las zonas fisiográficas de las sabanas, las de mayor disponibilidad de forraje en las diferentes épocas del año son los bancos y las banquetas (Tabla 2); en tanto que por época del año, la mayor disponibilidad de forraje se registra en la transición de invierno a verano.

TABLA 1. Principales géneros de gramíneas y leguminosas de las sabanas de Arauca.

GENEROS	Banco	Banqueta	Bajo	Estero
Gramíneas	14 espec.	28 espec.	26 espec.	13 espec.
Andropogon	X	X	X	X
Axonopus*	X	X		
Paspalum	X	X	X	
Trachypogon		X		
Sorghastum			X	
Arundo			X	
Digitaria	X	X		
Eragrostis		X	X	
Leptocoriphium	X	X		
Panicum*	X	X	X	X
Paspalum*	X	X	X	
Leersia*			X	X
Setaria	X	X		
Imperata		X		
Sporobolus	X			
Aristida		X		
Parateria*			X	X
Acroceras*				X

(Continúa página siguiente)

(Continuación tabla 1)

GENEROS	Banco	Banqueta	Bajo	Estero
Gramíneas	14 espec.	28 espec.	26 espec.	13 espec.
LEGUMINOSAS	9 espec.	11 espec.	9 espec.	2 espec.
Desmodium*	X	X	X	
Centrosema*	X	X	X	
Phaseolus*		X	X	
Mimosa	X	X	X	X
Eriosema	X	X	X	
Vigna		X	X	
Indigofera	X	X		
Aeschynomene*			X	X
Casia	X	X		
Chamaecrista	X	X		
Stylosanthes*	X			
Crotalaria	X	X		
Calopogonium*	X	X		

* Géneros con potencial forrajero

TABLA 2. Disponibilidad de forraje verde(kg/ha) en las diferentes posiciones fisiográficas de la llanura inundable.

Posición fisiográfica	Invierno-Verano	Verano	Verano-Invierno	Invierno
Banco	2369	960	1095	1341
Banqueta	3800	1532	1130	1489
Bajo	2250	827	1495	1055
Estero	1013	370	847	1072

En relación con calidad nutritiva sobresalen cinco gramíneas y una leguminosa, especialmente, en términos de contenido de proteína (Tabla 3).

Sistemas de Producción

TABLA 3. Especies de mejor calidad nutritiva en la sabana inundable de Arauca.

Especie	PROMEDIOS (%)					
	Proteína	FDN	Degrad.	Ca	P	Mg
<i>Panicum versicolor</i>	8.46	59.42	47.0	0.17	0.12	0.22
<i>Leersia hexandra</i>	11.75	54.60	57.5	0.23	0.21	0.13
<i>Axonopus purpussi</i>	8.30	58.20	55.3	0.19	0.14	0.22
<i>Panicum laxum</i>	11.50	54.70	59.0	0.22	0.17	0.24
<i>Panicum sp</i>	11.25	56.50	60.0	0.24	0.20	0.24
<i>Parateria postratra</i>	12.36	63.80	50.8	0.19	0.26	0.26
<i>Aeschynomene sp</i>	26.6	44.70	-	0.57	0.40	0.50

♦ **Evaluación y selección de nuevos materiales de maní forrajero perenne para sistemas ganaderos.**

Las leguminosas forrajeras son componentes importantes de las praderas mejoradas a través del aporte de materia seca y proteína al animal en pastoreo, y con el aporte de nitrógeno a las gramíneas asociadas. El maní forrajero perenne es una leguminosa de buena adaptación y producción en praderas de los Piedemonte Llanero y Amazónico; sin embargo, el material comercial no ha tenido la acogida y difusión esperados, debido a su lento establecimiento y baja tolerancia a la sequía; lo cual incrementa considerablemente los costos de establecimiento de las praderas.

Se introdujeron y evaluaron 56 ecotipos de *A. pintoi* en el Piedemonte y la Altillanura de El Meta; de los cuales se seleccionaron 3 ecotipos: CIAT 22160, CIAT 18748 y CIAT 18744. Estos materiales superan al material comercial "maní forrajero perenne", CIAT 17434 por el tamaño de sus estolones, cobertura y producción de forraje; a los 120 días de establecidos, la cobertura del material comercial alcanzaba un 55% de cobertura, mientras que los materiales seleccionados tuvieron coberturas de 75 a 88%, con mayor longitud de los estolones. Igualmente, la producción de forraje supera ampliamente al ecotipo comercial, especialmente los ecotipos 18748 y 22160 (Tabla 4).

TABLA 4. Producción de forraje de ecotipos de *A. pintoi* asociados con *B. dictyoneura* en la época de lluvia, C.I. La Libertad.

Ecotipo	Materia seca total (kg/ha)	Materia seca Arachis (kg/ha)	Contenido de leguminosa (%)
CIAT 18748	2353	1719	34.7
CIAT 22160	2556	1679	39.2
CIAT 18744	2747	806	21.6
CIAT 17434 Comercial	2631	321	10.8

Recolección de leguminosas forrajeras nativas en el Alto Magdalena: en la zona ganadera de clima cálido seco, zonas agroecológicas Cn, Cu y Cj de Tolima y Huila, se recolectaron e identificaron 61 especies, correspondientes a 20 géneros. Las especies con mayor frecuencia en la zona agroecológica Cn fueron: *Centrosema Pubesens*, *Desmodium incanum* y *Galactia striata*. En la zona Cu: *Desmodium incanum*, *Desmodium barbatum*, *Centrosema pubesens* y *Stylosanthes guianensis*; y en la zona Cj: *Desmodium incanum*, *Centrosema macrocarpum*, *Rhynchosia mínima*, *Centrosema pubesens* y *Desmodium axillare*.

Estos materiales fueron sembrados en C. I. Nataima y evaluados por producción de MS y calidad nutricional (digestibilidad, proteína cruda, FDN, FDA, Ca, P).

◆ **Recursos forrajeros para sistemas silvopastoriles.**

El conocimiento de los recursos arbóreos nativos ha despertado especial interés, especialmente en ecosistemas de bosque seco tropical, como fuente de biomasa o para mejorar la calidad nutritiva de la dieta de los rumiantes que se explotan en dichos ecosistemas. En algunos casos el recurso aprovechable para la producción ganadera es el follaje, mientras que en otros el valor alimenticio está en el fruto.

Dentro de este contexto, se desarrolló un trabajo para conocer el potencial de los frutos de especies arbóreas en la zona de bosque seco tropical de la

Sistemas de Producción

Guajira, Cesar y Magdalena. Se encontró una amplia variación en producción y tamaño de los frutos de las diferentes especies; sin embargo, cabe resaltar en los materiales evaluados la alta concentración de azúcares ($24.3\% \pm 13.3$) en base seca; y de proteína cruda, ($16.0\% \pm 2.4$) para las leguminosas y ($10.7\% \pm 3.3$) para las no leguminosas. Generalmente, estos frutos son ricos en potasio y hierro y pobres en zinc y manganeso; en su mayoría poseen cantidades medias de calcio, fósforo, sodio, cobre y magnesio. Por otra parte, la concentración de taninos varió entre 0.9% en el Trupillo (*Prosopis Juliflora*) y 12.4 % en el Divi-divi (*Libidia Coriaria*).

Los frutos evaluados en este estudio incluyen los siguientes materiales: Algarrobito (*Pithecellobium Saman*), Campanero (*Platimiscium pinnatum*), Guadual (*Cajanus cajan*), Orejero (*Enterolobium ciclocarpum*), Totumo (*Crescentia cujete*); Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Caranganito (*Senna atomaria*), Caimito (*Chrysophillum sp*), Trupillo (*Prosopis juliflora*), Divi-divi (*Libidibia coriaria*), Palma de vino (*Scheelea butyracea*).

Un estudio posterior de recolección, identificación y clasificación de la vegetación nativa arbórea, arbustiva y de cobertura se adelantó en la zona desértica de la Guajira, identificando un total de 51 especies usualmente consumidas por los rumiantes en pastoreo. El 60% de las plantas presentan digestibilidad de la materia seca superior al 60%; en tanto que el 62.5% presentan valores de proteína cruda superiores al 15%, con valores promedio de $17.0 \pm 5.1\%$.

Germoplasma Arbóreo y Arbustivo de los bosques de galería de la Altillanura: La vegetación de los bosques de galería ha recibido poca atención, a pesar de su contribución en el mantenimiento de los recursos hídricos del ecosistema y de ofrecer confort a los bovinos en pastoreo, como también leña y otros productos o bienes a los ganaderos.

Con el objeto de tener un mejor conocimiento de los recursos de estos ecosistemas y favorecer la implementación de sistemas silvopastoriles con recursos autóctonos de la Altillanura se realizó un trabajo de identificación taxonómica de las especies forestales del bosque de galería en el C. I. Carimagua (Tabla 5).

TABLA 5. Especies forestales del bosque de galería en la Atillanura.

Nombre común	Nombre Científico	Familia
Sejuco	<i>Couma macrocarpa</i>	Apocynaceae
Gualanday	<i>Jacaranda caucana</i>	Bignoniaceae
Caraño	<i>Protium calanense</i>	Burseraceae
Indio desnudo, resbalamono	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
Aceite	<i>Copaifera canime</i>	Cesalpiniaceae
Caña fítol burrero o macho	<i>Cassia spectabilis</i>	Caesalpiniaceae
Caña fítol pequeño	<i>Cassia moschata</i>	Caesalpiniaceae
Caña de fístola, pecueca	<i>Cassia grandis</i>	Caesalpiniaceae
Majaguillo, macuteno	<i>Herpetica alata</i>	Cesalpiniaceae
Guamo de loro	<i>Apuleia molaris</i>	Caesalpiniaceae
Cachicamo	<i>Calophyllum angulare</i>	Clusiaceae
Bototo, flechero	<i>Cochlospermum hibiscoides</i>	Cochlospermaceae
Platanote	<i>Himatanthus articulata</i>	Euphorbiaceae
Reventillo	<i>Micrandra spruceana</i>	Euphorbiaceae
Madroño silvestre	<i>Reedhia madrumno</i>	Guttiferae
Punta lanza	<i>Vismia sp</i>	Guttiferae
Laurel canelo	<i>Beilschmiedia brasiliensis</i>	Lauraceae
Laurel orejemula	<i>Mezulaurus itauba</i>	Lauraceae
Laurel comino	<i>Ocotea costulata</i>	Lauraceae
Trompillo, mestizo	<i>Guarea trichiloides</i>	Meliaceae
Cedrillo	<i>Cedrilinga catenaeformis</i>	Mimosaceae
Caro, carito	<i>Posopsis dubia</i>	Mimosaceae
Dormilón	<i>Enterolobium sp</i>	Mimosaceae
Guarumo, yarumo	<i>Cecropia sp</i>	Moraceae
Matapalo	<i>Ficus sp</i>	Moraceae
Uvo	<i>Pouroma cecropiaefolia</i>	Moraceae
Cuajo	<i>Virola carinata</i>	Myristicaceae
Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i>	Myristicaceae
Chaparro de agua	<i>Osteophloeum platysperum</i>	Myristicaceae
Saladillo	<i>Chaunochiton loranthoides</i>	Oleaceae
Seje, mil pesos	<i>Jessenia batava</i>	Palmæ
Choapo	<i>Socratea exorrhiza</i>	Palmæ
Rabo de pava	<i>Clathrotropis macrocarpa</i>	Papilionaceae
Quince días	<i>Dipterix micranta</i>	Papilionaceae
Carutillo	<i>Genipa caruto</i>	Rubiaceae
Caruto, jagua	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae
Carapa	<i>Pouteria sp</i>	Sapotaceae
Caimito, caimo morado	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Sapotaceae
Tuno	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae
Caulote, guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Arenillo blanco, simaruba	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae
Pica-pica	<i>Ampelocera edentula</i>	Ulmaceae

Sistemas de Producción

Caracterización de la vegetación nativa con potencial forrajero en la zona de transición bosque-sabana: Con la colaboración de los ganaderos de la región en San José del Guaviare (zona de transición bosque-sabana), se llevó a cabo la identificación y colección de 32 especies de plantas consumidas por los animales, especialmente en el verano. Posteriormente se realizó la identificación taxonómica y análisis de calidad nutritiva, con lo cual se seleccionaron 12 por concentración de proteína cruda, degradabilidad de la materia seca y comportamiento en la época seca (Tabla 6). Actualmente se están evaluando agrónomicamente y se están recolectando semillas.

TABLA 6. Valor nutritivo de plantas nativas del Guaviare con potencial forrajero.

Nombre común	Nombre científico	Proteína cruda (%)	FDN (%)	Degradab (%)
Girasol	<i>Titonia diversifolia</i>	18.5	34.0	73.0
Juana juana	<i>Acalypta diversifolia</i>	12.0	30.0	77.7
Chilca	<i>Lasiacis sp</i>	12.7	24.6	74.3
Guarda rocío	<i>Leptocios scabra</i>	11.8	57.4	66.2
Aguarrus	Fam. Solanaceae	18.9	39.7	65.5
Sin nombre	<i>Psychotia poeppigiana</i>	12.7	40.4	68.1
Sin nombre	<i>Ichnanthus sp</i>	12.2	52.4	50.3
Cordoncillo	<i>Piper sp</i>	12.2	30.2	89.5
Sin nombre	Sin clasificar	13.5	50.0	44.6
Ortiga	Urticaceae sp.	15.3	33.8	91.4
Sin nombre	<i>Aphelandra pilosa</i>	13.7	47.7	63.0
Sin nombre	Sin clasificar	13.1	54.8	60.1

2.1.2 Desarrollos tecnológicos para la producción de semilla de gramíneas y leguminosas a nivel de empresa ganadera.

Una de las principales limitantes para el mejoramiento de praderas en el trópico la constituye la baja calidad y disponibilidad de la semilla de especies forrajeras y su alto costo en el mercado. Para contribuir a la solución de estas problemáticas y especialmente para lograr una rápida adopción y difusión de las tecnologías recientes sobre utilización de algunos materiales forrajero, se desarrollaron y entregaron a los ganaderos de la región Caribe (Valle del Cesar), de los Valles interandinos (Magdalena Medio sur y Alto Magdalena) y

de la Orinoquía sistemas tecnológicos para producción de semilla de alta calidad a nivel de finca de las gramíneas Guinea, Angleton y Climacuna y de las leguminosas Clitoria y Maní forrajero perenne.

Estas tecnologías incluyen estrategias de manejo agronómico de praderas para la producción de la semilla, optimización de los procesos de cosecha y de beneficio y almacenamiento de la semilla. Las tecnologías probadas a nivel de empresa ganadera permitieron producir semilla de mejor calidad y con costos inferiores a los del mercado.

Alternativas en el manejo de praderas de Guinea (*Panicum maximum*) para la producción de semilla: En el Valle del Cesar, la mejor calidad y rendimientos de semilla del pasto Guinea se obtienen en la cosecha de fin de año; por lo tanto, se recomienda dejar en descanso la pradera a partir del mes de septiembre y guadañar a 20 cm del suelo, y a las 2-3 semanas, controlar las malezas de hoja ancha, una semana después aplicar la mitad de la dosis de N, y el resto antes de la floración.

En relación con la cosecha, y para obtener una alta proporción de "semilla llena", esta se debe iniciar cuando la semilla del tercio superior de las espigas se haya desprendido; las espigas se dejan en el campo en pilas de 1 m por ocho días para efectuar el sacudido del material y continuar el beneficio de la semilla para su almacenamiento. El sitio de almacenamiento debe estar alrededor de los 20°C, con una humedad relativa del 60%; con lo cual se obtienen los mayores porcentajes de germinación a los seis meses. El rendimiento de semilla llena en la finca del productor en Codazzi fue de 120 kg/ha, a un costo de \$963 el kg, vs \$1500 en el mercado regional, con un ingreso neto de \$64.396/ha.

Producción de semilla de Climacuna (*Dichanthium annulatum*) en el Alto Magdalena: El pasto Climacuna (*Dichanthium annulatum*) es una gramínea tropical, de alta producción de forraje y buena calidad nutritiva que se utiliza en pastoreo y para producción de heno de excelente calidad en razón a su alta relación hoja/tallo. Se adapta bien a suelos de mediana a buena fertilidad y se utiliza en algunas zonas de los Valles interandinos y del Valle del Cesar, compartiendo el mismo tipo de suelos con Angleton, Guinea y Puntero; sin embargo, la baja disponibilidad de semilla en el mercado ha frenado considerablemente su difusión.

Una recomendación para producir semilla en praderas de Climacuna en el Alto Magdalena consiste en retirar el ganado a finales de septiembre, guada-

Sistemas de Producción

ñar el lote, controlar las malezas y aplicar la fertilización requerida, según el análisis de suelos. Las prácticas de manejo del cultivo, cosecha y manejo de la semilla son similares a las descritas anteriormente para Guinea en el Valle del Cesar. Esta semilla requiere un tiempo de almacenamiento de 6 meses para romper la latencia y alcanzar su máxima germinación, luego del cual, empieza a declinar rápidamente, a menos que se almacene en condiciones controladas y adecuadas de temperatura y humedad relativa.

En suelos Franco-arenosos del municipio de Venadillo (Tolima) el rendimiento de semilla de una pradera de Climacuna fue de 297 kg/ha a un costo de \$1755 el kg, vs \$4500 en el mercado, con un ingreso neto/ha de \$783.903 (Feb/98).; en Venadillo la máxima germinación fue 33% a los 6 meses.

La semilla de Climacuna o de otras gramíneas también puede obtenerse después de un proceso de renovación de praderas. En Puerto Salgar (C/marca), se renovó una pradera de Climacuna con problemas de compactación por laboreo empleado en los cultivos agrícolas previamente establecidos en estos lotes. El proceso de renovación se realizó con labranza vertical, mediante un pase de cincel rígido y rastra, fertilización e incorporación de semilla de Climacuna y kudzú tropical; se obtuvieron rendimientos de 80 kg/ha de semilla a un costo de \$1505 el kg, vs \$4500 en el mercado, con un ingreso neto/ha de \$239.600 (Feb/98); lo cual indica que con parte de la semilla cosechada se pagan los costos de establecimiento. En la actualidad, esta pradera está siendo utilizada con vacas de doble propósito en producción de leche.

Producción de semilla de maní forrajero perenne en la Altillanura: En suelos arenosos de la Altillanura de El Meta se evaluó el efecto de la fertilización con fósforo, potasio, magnesio y azufre en la producción de semilla del maní forrajero perenne (*A. pintoï*). Hay una buena respuesta del maní forrajero a la aplicación de dosis bajas de nutrimentos, obteniéndose una producción de semilla de 860 kg/ha a los dos años usando niveles de 15, 25, 10 y 6 kg/ha de P^2O^5 , K^2O , MgO y S , respectivamente; mientras que el lote sin fertilización produjo 280 kg/ha de semilla.

2.1.3. Estrategias tecnológicas sostenibles para optimizar la producción y calidad de las especies forrajeras para pastoreo.

La mayor parte de praderas de las zonas ganaderas se desarrollaron con base en especies forrajeras nativas y en menor proporción contando con el

aporte de especies introducidas. Por lo general, estas praderas están constituidas por gramíneas, y salvo una baja proporción no reciben aporte alguno de insumos que contribuyan a mejorar la productividad y sostenibilidad de dichos sistemas; al contrario, cada día es mayor la demanda por germoplasma forrajero de alta rusticidad y competencia con malezas, adaptadas a suelos pobres y al verano.

El pasto *B. decumbens* ha respondido en gran parte a las expectativas de los ganaderos del trópico cálido, ubicados en la franja de suelos ácidos y de baja fertilidad, por su buena adaptación y producción de biomasa, su rusticidad, tolerancia a la sequía y al sobrepastoreo; por lo cual, es una de las gramíneas de mayor difusión; sin embargo, se reconoce su susceptibilidad al ataque del mión de los pastos y la moderada a baja calidad nutritiva.

En suelos ácidos y de baja fertilidad también se cuenta con otras especies de uso comercial, tales como: *B. brizantha* cv La Libertad, *B. dictyoneura* y *B. humidicola*, que son opciones para mejorar los índices productivos y reproductivos de la ganadería en estos ecosistemas.

En zonas de buena fertilidad natural de los Valles Interandinos y la región Caribe se manejan exitosamente praderas de Guinea, Angleton y Estrella, principalmente; sin embargo, requieren la aplicación de prácticas de manejo agronómico y utilización adecuadas para una eficiente producción y utilización de biomasa en las praderas, con criterios razonables de sostenibilidad y productividad.

Los trabajos realizados se han orientado a proveer a los productores de las zonas ganaderas del país alternativas de manejo de praderas que garanticen el uso eficiente y sostenible de los recursos del sistema, mediante la utilización mínima de insumos y la aplicación de prácticas de manejo que permitan incrementar la producción de forraje y persistencia de las praderas, para mejorar los rendimientos y la calidad de los productos cárnicos y lácticos, y satisfacer las expectativas de los consumidores.

La labor de transferencia, de ajuste y validación de tecnología ha sido amplia dentro del Plan de Modernización de la Ganadería con procesos de establecimiento de especies forrajeras de pastoreo, tanto en suelos ácidos de baja fertilidad como en los de mediana a alta fertilidad del Trópico Bajo. En suelos ácidos de baja se trabajó con gramíneas del género *Brachiaria*: *B. decumbens*, *B. brizantha* cv La Libertad, *B. dictyoneura* y *B. humidicola*, solas y en asocio con las leguminosas kudzú tropical, *D. ovalifolium*, *A. pintoii* y Capica en

Sistemas de Producción

las microregiones Sabanas de Córdoba, Bolívar y Sucre, Bajo Cauca Antioqueño, Magdalena Medio Norte, Piedemontes de El Meta, El Casanare, Arauca y Caquetefío y Altillanura de El Meta. En suelos de alta fertilidad natural del Valle del Cesar, se estableció la leguminosa Campanita en praderas de Guinea. Estas tecnologías fueron objeto de transferencia a través de los días de campo con diferentes tipos de usuarios y en los talleres regionales.

Producción animal de praderas de Teatino y Colosuana en el Alto Magdalena: el pasto Colosuana (*Botriochloa pertusa*) es una gramínea naturalizada ampliamente difundida en suelos del Alto Magdalena y de la Región Caribe. Su abundante producción de semilla y rusticidad han favorecido su propagación, desplazando especies introducidas como Angleton, Puntero y Guinea, y praderas nativas de teatino. La producción de forraje en épocas de lluvia es aceptable, pero es altamente susceptible al ataque del mién de los pastos. Su crecimiento es rápido, lo que favorece su lignificación temprana, en tanto que en el verano cesa su crecimiento y la calidad nutritiva del material se reduce dramáticamente; por lo cual los animales son removidos de las praderas. La gramínea de mayor extensión en la zona de bosque seco tropical del Alto Magdalena es el pasto Teatino (*Bouteloua repens*); sin embargo, no existe información básica sobre el potencial productivo de esta especie, a pesar de su reconocimiento como especie forrajera básica en la alimentación de bovinos y ovinos de la región; por lo cual se iniciaron estos trabajos en fincas de productores.

En Saldaña (Tolima) se evaluó la respuesta productiva de praderas de Teatino y Colosuana con hembras cebú de levante en pastoreo alterno, utilizando pastoreo alterno y cargas similares a las de los productores. El período de pastoreo comprendió entre los meses de Marzo y Octubre/97.

El forraje disponible en las praderas de colosuana en los períodos de invierno fluctuó entre 1.8 y 7.1 Ton/ha y en el verano entre 4.0 y 5.7 Ton/ha de materia seca, en gran parte debido a la alta proliferación de tallos florales; los cuales no son consumidos por los animales. Durante la época de lluvias, las leguminosas aportaron el 23 % del forraje disponible en las praderas de Teatino y en la época seca en 13%; mientras que en las praderas de colosuana no hubo leguminosas.

Durante el período experimental (196 días), la carga animal en colosuana aumentó de 0.95 a 1.11 UGG/ha y en Teatino de 0.39 a 0.52 UGG/ha (1 UGG = 400 Kg de peso vivo).

La materia seca disponible en la pradera de colosuana varió entre 1.9 y 7.9 Kg de MS/100 kg de peso vivo en la época de lluvias y de 4.2 a 5.9 Kg/100 kg

de peso vivo en la época seca. En Teatino, la oferta de forraje en la época de lluvias fluctuó entre 4.1 y 14.6 Kg y en el verano entre 4.4 y 12.1 kg de MS/100 Kg de peso vivo de los animales en la pradera.

Lo anterior demuestra que mantener un número fijo de animales por hectárea no es un criterio adecuado para una utilización eficiente de las praderas, en razón a las variaciones en precipitación, fertilidad en suelo, densidad de la vegetación y composición botánica.

Por otra parte, bajas ofertas de forraje disponible, menos de 2 Kg MS/100 Kg de peso vivo en Colosuana, repercuten en bajas ganancias de peso; y así mismo sucede con altas ofertas de forraje, más de 6 Kg MS/100 Kg de peso vivo, en razón a que el forraje se sobremadura y se reduce la posibilidad de selección de la dieta por parte del animal. En el primer período de verano las ganancias son altas por la humedad residual de la época de lluvias que favorece el crecimiento del pasto. Durante el resto del verano la oferta de forraje fue superior a 4 Kg de MS /100 Kg de peso vivo; sin embargo, los animales perdieron peso por la falta de forraje tierno y la alta proporción de tallos florales.

En el caso del Teatino, ofertas de forraje mayores de 8 Kg de MS/100 Kg de peso vivo afectaron las ganancias de peso vivo al reducirse la oportunidad de selección de la dieta de las novillas. Por otra parte, en los últimos 3 períodos de verano, la oferta de forraje se redujo a 4.4 Ton de MS/100 Kg de peso vivo, manteniendo ganancias superiores a 110 gr/animal/día; aún en los períodos de mayor déficit hídrico, por la contribución de las leguminosas a la dieta, con proporciones mayores del 10% en el forraje disponible, lo que hace todavía más relevante este sistema productivo.

Manejo de praderas de kikuyina o colosuana (*Botriochloa pertusa*) en la Microregión Bajo Magdalena: En Plato, Bajo Magdalena se renovó una pradera de colosuana y se evaluó su potencial productivo, con novillas de levante en pastoreo rotacional de 4 potreros, ajustando el número de animales con base en la cantidad de forraje disponible; y en comparación con la pradera sin renovar, en la cual se aplicó el manejo tradicional del productor. Durante 233 días de pastoreo, incluyendo la época de verano, la carga en la pradera con manejo mejorado varió entre 2.3 y 2.9 novillas/ha, en tanto que en la pradera manejada con la tecnología del productor, en pastoreo alterno, la carga varió entre 1.0 y 1.4 novillas/ha y la producción de carne fue de 186 y 85 kg/ha, para los sistemas de manejo mejorado y el del productor, respectivamente. El ingreso neto del sistema mejorado fue de \$68.800 y el del productor \$31.400/ha (nov/97).

Sistemas de Producción

La acacia forrajera es muy apetecida por los bovinos y es una buena fuente de proteína (22%). Como una contribución al desarrollo de los sistemas silvo-pastoriles, especialmente en términos de reducción de costos y asegurar un rápido establecimiento, se desarrolló un trabajo con acacia forrajera en el Valle del Cesar. La mayoría de los ganaderos de la región prefieren establecer el cultivo por trasplante por las dificultades en control de plagas, pero el costo de establecimiento es demasiado alto con relación a la siembra directa. En una finca de Codazzi, se sembraron 1.8 ha de acacia forrajera, en forma directa, a distancias de 1m entre surcos y 0.50 m entre plantas, con 2 ó 3 semillas por sitio y 3.5 kg/ha. Se aplicaron controles químico y manual de malezas. El costo de establecimiento por hectárea en siembra directa fue de \$307.000 y el de trasplante de \$1.151.500.

◆ Renovación de praderas degradadas.

Una alta proporción de praderas en los sistemas ganaderos han perdido su capacidad productiva ocasionado por prácticas inadecuadas de pastoreo y las deficientes prácticas de fertilización, especialmente de mantenimiento en la fase productiva. Igualmente se encuentran praderas con bajas producciones de biomasa, principalmente por problemas de compactación del suelo en antiguas zonas agrícolas, ocasionados por el laboreo. A continuación se reseñan algunos trabajos de renovación de praderas degradadas en distintas zonas agroecológicas del país.

En la Microregión Bajo Magdalena se renovó una pradera de colosuana con problemas de compactación del suelo y baja producción de forraje mediante un paso de arado de cincel a 20 cm de profundidad, para romper la zona compacta del suelo y se fertilizó teniendo en cuenta el análisis de suelos con la aplicación de 2 bultos de urea/ha al voleo.

En el Magdalena Medio Norte el trabajo de renovación se efectuó en praderas de Angleton de baja producción. Uno de los problemas del pasto Angleton el Magdalena Medio es la baja producción, por compactación del suelo, enmalezamiento y presencia de calvas. En Barranca (Magdalena Medio Norte) se renovaron las praderas mediante de un pase de arado de cincel a 20 cm de profundidad, aplicación de fertilizantes e incorporación de semilla cariopside. Igualmente se sembró kudzú tropical con el objeto de mejorar los rendimientos y la calidad nutritiva del forraje. En la actualidad estas praderas se están utilizando en ceba de bovinos en pastoreo.

Praderas de gramas nativas de baja capacidad de carga y producción animal en Puerto Salgar (Cundinamarca) fueron renovadas con arado de cincel y rastra, aplicación de fertilizantes e incorporación de maní forrajero perenne. En la actualidad se utilizan con vacas de doble propósito en la producción de leche.

El pasto *B. decumbens* es la gramínea comercial de mayor difusión en los Llanos orientales; sin embargo, se considera que aproximadamente un 60% de las praderas presentan baja producción por problemas de degradación. Para contribuir a la pronta solución de esta problemática se desarrolló un trabajo de validación y ajuste en cinco fincas del piedemonte y la Altillanura de El Meta.

Los trabajos de renovación se realizaron teniendo en cuenta principalmente los aspectos de tipo físico, y por ello se empleó labranza vertical (arado de cinceles y rastra), complementada con la aplicación de fertilizantes e introducción de leguminosas, maní forrajero, kudzú y capica. A los 2 meses de aplicados los tratamientos, se inició la evaluación productiva de las praderas, en comparación con praderas sin renovar, utilizando animales de ceba, en pastoreo alterno flexible (ajuste de cargas, según la cantidad de forraje en oferta y la composición botánica de las praderas).

Tanto en el piedemonte como en la Altillanura, tuvieron rendimientos de forraje de las praderas renovadas fueron 4 veces mayor que en las no renovadas. Similarmente, los porcentajes de proteína cruda del forraje pasaron de 6% a 9%, las cargas animales de las praderas y las ganancias diarias de peso incrementaron considerablemente (Tabla 7). En una de las fincas se trabajó con vacas doble propósito, la producción de leche pasó de 5.5 a 7.5 botellas/vaca/día.

TABLA 7. Producción animal de praderas de *B. decumbens* con y sin tratamientos de renovación en la Orinoquía colombiana.

Pradera	Piedemonte			Altillanura		
	Materia Seca (kg/ha)	carga (an/ha)	ganancia g/an/día	Materia Seca (kg/ha)	carga (an/ha)	ganancia g/an/día
Braquiaria+leguminosa	3334	2.3	690	2991	1.8	650
Braquiaria (sin renovar)	830	1.2	407	643	1.3	360

Sistemas de Producción

En otros trabajos de la altillanura (Puerto López) la renovación de *B. decumbens* se llevó a cabo con cincel y rastra, fertilización con cal, P, K y S, y la siembra de kudzú y maní forrajero perenne. El pastoreo se reinició a los 60 días, soportando cargas de 2.5 en la época de lluvias y 1.6 en el verano, en tanto que en la pradera sin renovar las cargas fueron de 1,5 y 0.8 animales por hectárea en invierno y verano, respectivamente. Por otra parte, la producción de carne durante los 138 días de pastoreo fue de 154 y 90 kg/ha de carne para las praderas renovar y sin renovar, respectivamente.

◆ Evaluación y selección de cultivos forrajeros para la alimentación de bovinos del trópico bajo.

En las zonas tropicales, la disponibilidad de forraje en las praderas está directamente relacionado con la distribución de la precipitación; lo cual afecta la producción animal a través del año si no se aplican los correctivos para proveer la cantidad y calidad del alimento requeridos para las épocas de sequía. La estacionalidad en la producción de forraje es mas marcada en algunas regiones ganaderas, especialmente en áreas de bosque seco tropical.

La ganadería es una actividad importante en la económica del país; por lo cual, está llamada a responder a los nuevos retos de competitividad con otros sectores de la economía y frente a un mercado abierto de gran proyección en términos de volúmenes, precios y calidades de los productos lácteos y cárnicos.

Una de las estrategias para afrontar esta problemática se basa en la utilización de cultivos de alto rendimiento y buena calidad nutritiva, para su utilización como forrajes conservados. La disponibilidad en el mercado de estos recursos forrajeros es escasa; sin embargo, se considera que se deben aprovechar dos fuentes potenciales de dichos recursos.

En primer lugar, empleando los materiales de uso tradicional de los ganaderos de algunas regiones, que en buena proporción se siembran y utilizan en la alimentación de los bovinos de la explotación. Algunos de estos materiales muestran buena adaptación y potencial de producción; sin embargo, para recomendar su uso dentro de un sistema de producción dado, se requiere establecer las condiciones óptimas para su cultivo, cosecha y evaluar su potencial de producción con animales.

Por otra parte, se considera que la investigación agrícola en las áreas de cereales y leguminosas de grano principalmente, provee una base amplia con

germoplasma e información valiosa para la obtención de cultivos forrajeros para las diferentes condiciones agroecológicas de importancia ganadera. Sin embargo, es bien sabido que en los procesos de evaluación y selección de cultivos se privilegiaron variables tales como rendimiento y calidad del grano, por lo cual, se requiere que a través de la investigación se evalúen y ponderen los aspectos necesarios para su uso en la alimentación de los rumiantes; tales como rendimiento y calidad nutritiva de la biomasa total y del grano, en diferentes estados fenológicos de cada cultivo, con los cuales se puedan diseñar alternativas para los principales sistemas de producción en diferentes microregiones del trópico bajo.

Entre los cultivos de mayor potencial de uso para alimentación de los bovinos en el trópico bajo colombiano están: maíz, sorgo, millo, caupí, arroz, soya y caña de azúcar, con los cuales se adelantan proyectos de investigación del Plan de Modernización del Ganadería.

El maíz es uno de los cultivos más usados para la elaboración de ensilajes en el trópico bajo; no obstante, no hay oferta de materiales forrajeros en el mercado, por lo que, los ganaderos recurren a sembrar los híbridos o variedades comerciales desarrollados para la producción de grano; los cuales son de porte bajo, y en consecuencia, los rendimientos de materia seca son igualmente bajos.

Evaluación y selección de cultivos para forraje: En los piedemontes de El Meta y Arauca se evaluaron 4 variedades regionales de maíz: Guacavía, Puyita, Clavito y Carare, junto con el híbrido comercial Ceres A61

En el Piedemonte de El Meta la producción de forraje del maíz comercial fue de 24.5 Ton/ha, en tanto que el Guacavía produjo 34.5 ton y el Puyita 35 ton/ha de forraje verde. Los rendimientos de forraje del Guacavía están afectados por la baja densidad de plantas/ha, por el tamaño grande de sus granos, como lo muestran los trabajos realizados en Fortul (Arauca), con rendimientos de 40.9 ton/ha de forraje verde en el primer semestre: Para el segundo semestre se ajustó la densidad de siembra, reduciendo el espacio entre surcos de 90 a 70 cm, y aumentando el número de plantas por metro, para pasar de 2 a 5; lo que registró una excelente producción de forraje verde con 85.5 ton/ha.

Sorgo Forrajero: En la Faja Litoral de Colombia, se cultivan sorgos de grano, regionalmente denominados "millos" en explotaciones de pequeños agricultores, los cuales además de su buena adaptación al medio, son resistentes a la sequía. Se seleccionaron dos materiales para producción de forraje: "millo

Sistemas de Producción

blanco panoja larga" y "millo cuarentano" por adaptación, producción y resistencia a plagas en las microregiones Sabanas de Bolívar, Franja Litoral y Golfo de Morrosquillo, presentando producciones promedio de 38 ton/ha de forraje verde a los 85 días. Igualmente, para la zona del Valle del Cesar, se seleccionó un material del banco de germoplasma de sorgos de grano y se evaluó conjuntamente con los sorgos forrajeros de uso comercial en la región, mostrando excelente adaptación a las condiciones edáficas y climáticas del Valle del Cesar y superando en vigor y rendimiento de forraje a los otros materiales; por lo que a finales del presente año se estará evaluando la respuesta animal en diferentes ambientes.

En el Piedemonte llanero, se introdujeron 2000 líneas de sorgo; a través de las evaluaciones se llegó a seleccionar 8 por producción, con rendimientos de 8.5-24 Ton/ha de forraje verde. Se están multiplicando para continuar los trabajos.

Como estrategia de alimentación para reducir el efecto de la estacionalidad en la producción de pastos durante el verano, en la faja Litoral se llevó a cabo un trabajo sembrando millo blanco panoja larga y elaborando ensilaje como una alternativa forrajera viable para las ganaderías de la región. La producción total de forraje verde de este material fue de 65 toneladas/ha, y el costo de un kilo de ensilaje de \$6.20. Este material superó en más de un 40% la producción de forraje de sorgos y maíces utilizados tradicionalmente en la región para la producción de forraje.

Tradicionalmente, el arroz se ha destinado para la alimentación humana; sin embargo, algunos materiales no reúnen los atributos de presentación y/o calidad, por lo cual son descartados. Se reconoce que algunos de estos materiales pueden tener una contribución significativa para incrementar la producción animal, especialmente en sistemas especializados de tipo intensivo o semiintensivo, utilizando el grano o la planta integral.

Los trabajos preliminares se iniciaron en el Piedemonte llanero; se preseleccionaron 100 materiales del banco de germoplasma de arroz y se evaluaron en el campo, seleccionando 27 materiales. Los resultados obtenidos muestran un buen potencial en términos de: porte de la planta, estado sanitario, rendimientos de grano y de forraje; al igual que en valor nutritivo (digestibilidad de la materia seca y proteína). Los trabajos continúan con producción de semilla de los 10 mejores para los procesos de evaluación agronómica y de calidad nutritiva.

Caña de azúcar: Los trabajos iniciales se están adelantando en el Piedemonte llanero y en la región Caribe evaluando germoplasma por adaptación a las

condiciones climáticas, edáficas y bióticas, evaluando también aspectos de manejo agronómico, rendimiento y valor nutritivo.

En el Piedemonte llanero se establecieron 10 variedades de caña de azúcar; las que fueron seleccionadas de los trabajos realizados en Arauca, Guaviare y Villavicencio seleccionadas por adaptación y producción de biomasa. Después de un año de evaluación se destacan 5 variedades por tipo de planta, estado sanitario y producción de biomasa (Tabla 8).

TABLA 8. Producción de biomasa de variedades promisorias de caña en el Piedemonte de El Meta, C.I. La Libertad.

Variedad	Altura (cm)	Macollas (#/m)	Producción(Ton /ha)	Hojas (%)
RD 7511	3.37	67	61.6	10.1
PR 1141	3.14	71	48.9	11.0
Ragnar	3.33	77	43.9	11.1
CP 821328	2.82	60	52.2	22.0
Mayari 5165	3.43	81	43.8	15.8

2.2. Desarrollo de Sistemas Silvopastoriles como alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la empresa ganadera.

Los sistemas silvopastoriles se recomendaron como una alternativa tecnológica para aumentar el volumen de producción y mejorar la calidad de forrajes y alimentos de alto valor nutritivo en las ganaderías del país, particularmente en la época de verano. De otra parte, la reincorporación de arbóreas en las zonas de pastoreo permite reducir los drásticos efectos del estrés de calor sobre el bienestar y productividad animal a través de la provisión de sombra e igualmente reducir las pérdidas de humedad en el suelo y los cultivos, durante el período de verano con base en la formación de corredores arbóreos.

Los sistemas silvopastoriles proveen de servicios ambientales que contribuyen a recuperar la capacidad de resiliencia de los agroecosistemas ganaderos a través de la diversificación de la cobertura vegetal, la generación de microambientes y la oferta de productos de origen arbóreo que disminuyen la presión sobre los reductos de bosque aun presentes en las fincas.

Sistemas de Producción

El trabajo de Corpoica en asocio con otras entidades y productores ha logrado demostrar incrementos tanto en producción de leche como en tasas de crecimiento en los animales, por efecto de la incorporación de arbóreas forrajeras en las praderas. Los efectos en el largo plazo sobre la reactivación de procesos de reciclaje y fijación de nutrientes y la recuperación de características originales del ecosistema, hacen parte de la agenda de investigación de la Corporación.

Los trabajos de investigación se han llevado a cabo tanto a nivel de finca para confirmar la magnitud del efecto de las arbóreas sobre parámetros productivos específicas de cada región, como a nivel de Centro de Investigación para identificar las variables que están mejor asociadas con la respuesta encontrada.

La incorporación de leguminosas arbóreas forrajeras en forma de banco o asociada con las gramíneas incrementa la producción de leche en aproximadamente 2Kg/vaca/día. En el Cesar, vacas que pastoreaban potreros asociados de pasto Angleton (*Dichantium aristatum*) y Kikuyina (*Botriochloa pertusa*) con acacia forrajera (*L. leucocephala*) establecida a una distancia de 3m X 3m, produjeron en promedio de 6.1 litros, mientras que el lote que pastoreaba en potreros solo con gramíneas produjeron 4.3 lt/vaca/día.

Igualmente, en vacas doble propósito (Pardo x Cebú) de dos meses de paridas y en 2ª y 3ª lactancia, las vacas pastoreadas en Bancos de proteína y potreros de Kikuyina presentaron una producción mayor que la obtenida por las vacas pastoreadas en potreros de Kikuyina, siendo la producción promedio de 7.4 y 5.4 lt/vaca/día, respectivamente. El análisis económico considerando el establecimiento y manejo del cultivo, permite concluir que el ingreso neto en el sistema suplementando con Banco de Campanita (*Clitoria ternatea*), se incrementa en 8.5%, en relación con el grupo testigo. El trabajo se realizó en la Finca La Frondosa (Municipio de la Paz- Cesar).

Resultados similares se obtienen para animales en crecimiento temprano. En el Centro de Investigación El Nus de Corpoica con 23°C en promedio, 86% de humedad relativa y 2300 mm de lluvia concentrados en los meses de septiembre y octubre, abril y mayo, se evaluó la suplementación con follaje de arbóreas (Nacedero, *Trichantera gigantea*; Mata-ratón, *Gliricidia sepium* y Leucaena, *Leucaena leucocephala*) y arbustivas (Morera, *Morus sp*) ofrecidos a animales que fueron estabulados entre las 4:00pm y las 6:00 a.m. Los animales suplementados presentaron una tasa de crecimiento 100 y 61 gr/d superior a los animales que se mantuvieron en pastoreo (300g/d).

En los diferentes trabajos se identificó que uno de los principales efectos de la suplementación con hoja ancha es el incremento del consumo voluntario de materia seca y materia seca digestible, lo cual es uno de los factores más restrictivos para la producción bovina en el trópico. El consumo de forraje está muy por debajo (1.5% del peso vivo, Hess y Lascano, 1996) de la capacidad de consumo (2-3% PV).

En un experimento realizado para contribuir al conocimiento sobre las características nutricionales de la especie *Trichanthera gigantea* (Nacedero) bajo las condiciones del Piedemonte llanero se pudieron comprobar las grandes ventajas que tiene la suplementación con follaje de esta especie sobre el estado nutricional de rumiantes. En este experimento se encontró que consumo de materia seca incrementó de 53.8 a 71.1 g/kg de peso metabólico cuando se incluyó un 20% de Nacedero en la dieta, lo cual corresponde a un aumento del 32%. En el caso de la suplementación con el 40% de Nacedero, el consumo de materia seca fue de 79.5 g/kg de peso metabólico, es decir un 48% superior al consumo en el tratamiento sin suplementación. Estos incrementos tan pronunciados, indican claramente que el consumo voluntario en el tratamiento sin suplementación, ha sido limitado por la baja calidad del forraje básico utilizado (heno de una gramínea con un 3.4% de PC). Además sugieren que una proporción del 20% de Nacedero en la dieta es suficiente para mejorar el consumo voluntario.

Igualmente, la suplementación con follaje de Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*) en niveles del 10% del consumo total de forraje en ovinos aumentó el consumo del heno de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) de 858 a 874g/d ($P<0,01$) y la materia seca digestible de 471 a 552g/d (17% superior).

En este sentido, la reconocida biodiversidad en el trópico ofrece un altísimo potencial de recursos arbóreos para ser evaluados e incorporados en los sistemas ganaderos. Trabajos adelantados en el marco del Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería han permitido confirmar la amplia disponibilidad de recursos arbóreos con potencial forrajero presentes en los agroecosistemas colombianos, los cuales se convierten en alternativas para aumentar la oferta forrajera en las praderas particularmente durante el período de verano, y disminuir las pérdidas de la capacidad productiva de los suelos en las zonas ganaderas.

En el Municipio de Plato (Magdalena) se evaluó el consumo voluntario de varias arbóreas no tradicionales con potencial forrajero: Guácimo, Samán, Iguá, Jobo, y Mora. Se encontró que si los animales se les permite seleccionar

Sistemas de Producción

de diferentes plantas el consumo de materia seca puede ser incrementado en forma sustancial. Los animales consumieron el 97%, 80% y 44% del total de materia seca con base en hojas de arbóreas leguminosas y no-leguminosas.

◆ Utilización estratégica de frutos de leguminosas arbóreas

Los frutos de leguminosas arbóreas como Samán (*Pithecelobium saman*), Trupillo (*Prosopis juliflora*), Aromo (*Acacia farnesiana*) y Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), son fuentes de alta palatabilidad, alta concentración de azúcares (45% MS) y niveles medios de proteína (17% MS). El monitoreo de la suplementación de vacas con frutos de Samán, práctica utilizada por varios productores en la Costa Atlántica, identificó que terneros de levante (Pardo Suizo x Cebú de aproximadamente 14 meses), suplementados con frutos de algarrobbillo obtuvieron ganancias de peso de 541, 452 y 531 gr/día cuando consumieron 862, 1664 y 2.414 gramos diarios respectivamente. El grupo no suplementando presentó una ganancia de 399 gr/día.

Igualmente, con la suplementación de vacas doble propósito con frutos de algarrobbillo (*Phithecellobium saman*), en niveles de 15, 30 y 45% de la capacidad de consumo con base en materia seca, fueron obtenidas producciones de la leche de 5.61, 4.52 y 4.31 lt/vaca/día, superiores al grupo de vacas testigo que solo produjo 3.41 lt/vaca/día.

El mejoramiento en la respuesta productiva de los animales suplementados con frutos de leguminosas arbóreas está asociado con incremento en el consumo voluntario y en la eficiencia de utilización de los nutrientes. La suplementación con el fruto macerado de samán en niveles hasta del 30% del total de materia seca consumida no afecta el consumo de forraje y por lo tanto aumenta el consumo total de materia seca en aproximadamente 50% en relación con los animales no suplementados. De otra parte, la alta concentración de azúcares en el fruto permite mejorar la relación entre los ácidos Propiónico y Acético más Butírico en el patrón de fermentación ruminal de 21 a 28%. El mejor balance entre glucogénicos y cetogénicos optimiza la eficiencia de utilización del Acético y Butírico para síntesis de lípidos y reduce la utilización de aminoácidos como fuente de glucosa, aumentando su disponibilidad para síntesis de proteína.

2.3. Alternativas de Suplementación Estratégica.

El diseño de alternativas de suplementación tienen dos enfoques principales el primero, orientado hacia incrementar el consumo voluntario y la eficiencia

de utilización de la dieta base, constituida por forrajes de baja calidad. El segundo, está orientado hacia la evaluación de alternativas para mejorar el valor nutritivo de subproductos fibrosos de cosecha para ser utilizados como parte de la dieta base.

Una de las líneas de investigación consiste en la evaluación del valor nutritivo de materias primas y fuentes forrajeras disponibles en Colombia para la alimentación animal. En este sentido, con el fin de mejorar los sistemas de caracterización química de recursos alimenticios se implementaron técnicas cromatográficas HPLC para cuantificación de aminoácidos, técnicas enzimáticas para cuantificación selectiva de carbohidratos no estructurales, y el sistema de evaluación de carbohidratos y proteína neta de Cornell, el cual permite el fraccionamiento de las proteínas y carbohidratos con base en la composición química, las características físicas, la degradación microbial y las características de digestibilidad en el tracto posterior

Igualmente, con el propósito de ampliar la información sobre flujos de biomasa y valor nutricional de gramíneas, leguminosas, especies arbóreas y arbustivas, cereales, oleaginosas, fuentes de proteína animal, subproductos agroindustriales y residuos de cosecha, disponibles en el país para la alimentación de bovinos, se crearon y documentaron bases de datos para las regiones Caribe, Valles interandinos, Orinoquía y Piedemonte amazónico. Esta información incluye la composición química (materia seca, fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), carbohidratos solubles, nitrógeno total, nitrógeno soluble, metabolitos secundarios) y la digestibilidad *in situ* de los diferentes recursos. A partir de estas bases de datos, se elaboró un "Manual de valor nutricional de recursos alimenticios colombianos" con módulos por regiones naturales, que contiene además de las tablas de composición y digestibilidad, una descripción biológica del recurso y recomendaciones para su procesamiento y utilización en alimentación de bovinos.

Estos productos se convierten en herramientas esenciales para asistentes técnicos y productores en la formulación de sistemas de alimentación de bovinos ajustados a las condiciones locales de producción en diferentes regiones del país.

Como una estrategia tecnológica para zonas de reconversión en trópico alto, se evaluó el potencial de las cebadas como fuente energética para alimentación animal. En este contexto se evaluaron 25 líneas de cebada desnudas y 75 malteras del banco de germoplasma de Corpoica. Se encontró que la concentración de proteína cruda varió entre 11 y 13% para las líneas desnudas y

Sistemas de Producción

entre 6 y 9% para las malteras. Así mismo, el contenido promedio de grasa fue de 1.5% para las cubiertas y 5% para las desnudas.

En relación con la influencia ambiental sobre la concentración de nutrientes se encontraron diferencias altamente significativas debidas a la localidad, especialmente en los contenidos de almidón y fibra cruda, reafirmando la importancia de evaluar la interacción genotipo x ambiente en programas de valoración de recursos alimenticios.

Las mayores concentraciones de almidón, proteína y extracto etéreo se encontraron en las cebadas desnudas (54.6%, 14.8%, 1.11%, respectivamente), comparadas con las de tipo cubierto (44.8%, 12.6%, 0.99%, respectivamente). Al contrario, las mayores concentraciones de fibra cruda y FDN se registraron en las de tipo cubierto (6.7% y 20.3%) con respecto a las desnudas (2.6% y 12.6%).

2.3.1. Productos y procesos para optimizar la producción de carne y leche de bovinos en pastoreo en diferentes microregiones de trópico bajo.

Con base en la información obtenida a nivel regional sobre la disponibilidad de materias primas para alimentación de bovinos, se formularon núcleos proteínico-energéticos para la suplementación de vacas durante la primera fase de lactancia, en empresas ganaderas de la Región Caribe, Valles interandinos y Orinoquia. Los núcleos tenían una concentración de nutrientes ajustada a las características del recurso forrajero disponible, especialmente, en términos de proteína total (24.8%), proteína sobrepasante (40% de la proteína total) y energía neta para producción de leche (1.5 Mcal EN/kilo).

El costo del núcleo fue 20% inferior al de suplementos comerciales disponibles, con respuestas promedias en producción de leche de 1.2 kilos por kilo de núcleo. La utilización del núcleo, igualmente, redujo las pérdidas de peso de las vacas durante la primera fase de lactancia. Estos trabajos permitieron demostrar que es posible implementar estrategias de suplementación rentables en sistemas de producción de doble propósito, y aumentar la productividad de las empresas ganaderas del trópico bajo.

Con el mismo propósito de reducir el efecto del verano sobre la producción animal, en la subregión del Magdalena Medio Norte, se evaluó la utilización de mezclas de subproductos del procesamiento de la palma africana (lodos), subproductos agroindustriales (subproductos de molinería de arroz) y gallinaza en la

dieta de bovinos en pastoreo, logrando en novillas un incremento del 20% en la fertilidad y mayor desarrollo corporal y en producción se incrementa en un 20% la cantidad de leche y la capacidad de carga pasa de 1.1 a 1.7% UGG/ha.

En condiciones de finca, en el Municipio de Valledupar fue evaluada biológica y económicamente la suplementación de vacas Pardo x Cebú y Holstein x Cebú, de dos y tres lactancias, homogéneas en producción de leche y etapa lactancia. Suplementando las vacas doble propósito durante el verano con 1 y 2 Kg diarios de semilla integral de algodón (*Gossypium hirsutum*) prehumedecida, fueron obtenidas producciones de leche (Vaca/día) superiores en un 26 y 47% al grupo testigo.

Las vacas suplementadas con dos Kg diarios de semilla de algodón presentaron mayores producciones de leche (7.78 Lt/vaca/día), en comparación a las vacas del grupo testigo (5.29 Lt/vaca/día). Los porcentajes de preñez obtenidos fueron de 40% (testigo) y 60% (grupo de 1 y 2 Kg de semilla).

Un subproducto agrícola importante en esta región es la cáscara de cacao; se encontró que utilizando entre un 15 y un 25% de este subproducto, como suplemento en la alimentación bovina, se mantiene estable la producción de leche y se reducen los costos de las dietas entre un 20 y un 40%, pudiéndose utilizar como alimento fresco o a través de bloques multinutricionales. Se demostró que el suministro de estas mezclas de subproductos, permite disminuir las pérdidas de peso de los animales y mantener niveles aceptables de producción de leche durante el verano. El costo promedio de la mezcla fue de \$140.00 kilo.

La torta de palmiste TP, y los ácidos grasos como soap stock SS son subproductos de la industrialización de la palma africana (*Elaeis guineensis*) que combinados con urea melaza se pueden utilizar para suplementar bovinos en pastoreo. En el Piedemonte Llanero se evaluaron dietas balanceadas con estas fuentes suplementando novillos en pastoreo en *B. humidicola* y *B. dictyoneura*.

El efecto de la suplementación primó sobre la calidad de las pasturas en lo que se refiere a los pesos finales. La degradabilidad de la materia seca en los testigos fue baja a los 48 horas, especialmente para *B. humidicola* con el 45% y para *B. dictyoneura* con 48.6%. Al adicionar 0.5 y 1 Kg. de suplemento (torta de palmiste 60%, melaza 18%, urea 8% y soap stock 14%), la degradabilidad se incremento a 65.6% en *B. humidicola* y 69.7 en *B. dictyoneura*.

La ceiba de novillos bajo pastoreo continuo con *B. humidicola* y *B. dictyoneura* suplementados con 0.5 kg/animal de torta de palmiste, urea-melaza y soap stock, ganaron 550 y 610 g/animal/día respectivamente, lo que generó para el

Sistemas de Producción

mejor tratamiento durante 252 días experimentales 36.3% de más carne que los otros tratamientos, disminuyendo los costos de producción.

Posteriormente, se evaluó independientemente la suplementación de novillos en pastoreo de *B. decumbens* con torta de palmiste en niveles de 0, 0.5, 1 y 2 kg/animal día, obteniéndose ganancias de peso de 445, 460, 517 y 532 gr/animal/día respectivamente. Esto podría explicarse por la moderada calidad nutritiva de la torta de palmiste utilizada (PC 13.5% y digestibilidad 58%). De otro lado, al hacer un análisis de la relación costo beneficio, se encuentra que no es ventajoso suministrar la torta de palmiste.

Igualmente, se evaluó separadamente el suministro de soap stock en diferentes niveles (0, 3, 6 y 9% en base al consumo de materia seca) a novillos en pastoreo de *B. decumbens*. Los resultados muestran que hubo baja respuesta a este suplemento. Las ganancias obtenidas fueron 462, 489, 508 y 546 g/animal/día respectivamente para el testigo, 3, 6 y 9% del soap stock.

En el C.I. Carimagua se utilizaron 88 bovinos machos (Cebú comercial) de edad entre 1.5 - 2.5 años, para evaluar su levante y acabado bajo pastoreo de *B. decumbens* con un suplemento con arroz-paddy molido (arroz-paddy 61%, melaza 28%, urea 4% y sal mineralizada 7%) y diferentes niveles de azufre.

Los resultados mostraron que un suplemento alimenticio aumenta las ganancias de peso/día, disminuyendo la edad al sacrificio en 12 meses (de 40 meses a 29 meses). Los animales que recibieron un suplemento con 16% de azufre en levante y acabado ganaron 865 y 1044 gr/animal/día respectivamente.

2.3.2. Suplementación con minerales.

Los suelos de la Orinoquía, por su origen, son pobres en contenido de nutrientes y principalmente de azufre. El bajo contenido de materia orgánica en el suelo predispone a las plantas a un bajo contenido de azufre en sus tejidos. Este es considerado como un elemento secundario pero esencial para plantas y animales. Se determinó que la suplementación con azufre al 12% en mezcla con sal mineralizada, constituye una alternativa práctica y económica para obtener mayores rendimientos de carne en la ceba de novillos en pastoreo de *B. decumbens* y *B. brizantha*.

Para el *B. decumbens*, incrementa las ganancias de peso en 25.4% al aumentar la producción de carne/animal/año de 150 a 188 kg y los rendimientos por hectárea de 450 a 564 kg. Para *B. brizantha*, aumentó las

ganancias de peso de 188 a 212 kg/animal/año y los rendimientos por hectárea de 564 a 636 kg.

También se ha demostrado que la sal mineralizada incrementa los rendimientos de carne por animal entre 28 y 36% con respecto a los obtenidos con sal común, pasando de 110 a 150 kg/animal/año. Por otra parte, el azufre al 12% en mezcla con sal común también aumenta los rendimientos de carne/animal en un 36.2%, en relación con la sal blanca pura.

En praderas de *B. decumbens* en el piedemonte de El Meta se evaluó el efecto de la suplementación con azufre (0, 4, 8 y 12%) sobre el desarrollo y comportamiento productivo de novillas, que entraron desde el destete hasta su edad adulta.

En términos generales se observó, que a las novillas a las que se les administró 12% de azufre, alcanzaron su madurez sexual mas temprano; su primer parto lo lograron a los 33 meses de edad, en comparación con las del grupo testigo el cual fue a los 38 meses.

Al comparar el número de partos entre las vacas a las que se les suministró 12% de azufre con las vacas testigo, se encontró que a los 6 años de edad, el 100% de las vacas suplementadas con azufre habían completado su tercer parto, mientras solo el 25% de las vacas testigo lo habían logrado. Por lo tanto, se hizo evidente el incremento en la natalidad y en la cosecha de terneros en este grupo.

Los terneros de la vacas suplementadas con azufre muestran un mayor peso al destete (12% a 15% mas) que los terneros de las vacas testigo. Así mismo en las vacas a las que se les suministro azufre, fue posible reducir el número de baños contra garrapatas, debido a la repelencia del azufre y la resistencia presentada por el ganado.

2.3.3. Utilización de subproductos fibrosos de cosecha en la alimentación de bovinos.

En el Creced Guanentá Comunero, en alimentación de bovinos mediante la suplementación de vacas en producción con follaje de yuca, se lograron incrementos de leche de 1.599 g/vaca/día con el uso de 2 kg/animal/día; práctica que no afecta los rendimientos de yuca no se afectan por el despalite (17.8 t/ha).

Sistemas de Producción

Mediante la amonificación de tamos de frijol con urea al 3%, se incrementa la proteína cruda en 6% y se aumenta la digestibilidad del 35 al 55%, siendo una alternativa importante para enfrentar fenómenos naturales como el del Pacífico, en zonas secas como la provincia Guanentina en Santander.

Estudios completos del tamo de trigo en alimentación de bovinos mostraron los siguientes resultados:

Se determinó que el valor nutritivo del tamo de trigo puede ser mejorado por medio del proceso de amonificación utilizando niveles de urea de 3 a 5% por períodos de 45 días. Esos tratamientos aumentan la degradabilidad del tamo de trigo de 48 a 67%.

Se definió que para animales en crecimiento, el tamo de trigo amonificado es una buena fuente de forraje para la época seca, combinado con oferta de un bloque multinutricional que aporte 15% de urea. Con ese sistema de alimentación se obtienen ganancias de peso entre 600 y 700 g/día.

Para vacas en producción, en épocas de verano, se definió que el tamo de trigo amonificado debe ser suplementado con una fuente de proteína, preferiblemente sobrepasante, como la harina de pescado. Otras fuentes como la harina de frijol y la torta de soya mostraron rápida degradabilidad a nivel ruminal por lo cual no se aconsejan con ese tipo de forraje.

Estos resultados presentan al tamo de trigo como una fuente de materia seca, que una vez tratada químicamente y con una adecuada suplementación, puede ser utilizada en la alimentación de rumiantes especialmente durante las épocas de verano, permitiendo un adecuado desarrollo y rendimiento animal y por ende estabilizando la productividad del sistema productivo.

2.3.4. Índices referenciales de estado nutricional de vacas en lactancia en sistemas de producción de doble propósito y de lechería tropical.

A partir de los trabajos de investigación en nutrición y alimentación de bovinos en empresas ganaderas de diferentes regiones del país, se elaboró una "Guía para la evaluación de la condición corporal de vacas en lactancia en sistemas de producción de doble propósito". La Guía incluye una tabla de puntaje con base en la apreciación visual de cuatro áreas anatómicas estratégicas: apófisis transversas, fosa del ijar, vista posterior coxal-coxal y base de la cola, y un set de fotografías de referencia.

Esta guía se constituye en una herramienta básica para optimizar la utilización de suplementos en ganaderías de doble propósito, considerando que la condición corporal del animal a diferencia de su peso corporal, es un indicador de su estado nutricional y genera información indirecta sobre el aporte de nutrientes de la dieta y la necesidad de suministrar o no, suplementos alimenticios a los animales en épocas y fases específicas de producción.

Paralelamente con la Guía de condición corporal, se desarrollaron indicadores para evaluación de estado nutricional de vacas en lactancia a partir de las concentraciones de urea en leche y plasma. Los valores de referencia generados, se presentan para grupos raciales específicos, niveles de producción de leche y diferentes condiciones climáticas, y de alimentación y manejo animal. Estos indicadores asociados con la información sobre consumo y calidad de forrajes permiten diseñar estrategias de suplementación ajustadas a las condiciones particulares de producción de empresas ganaderas del trópico bajo.

De otra parte, la Corporación ha adelantado estudios orientados hacia la identificación de parámetros sanguíneos que permitan evaluar la condición nutricional de los animales, ya que muchos de los parámetros hasta ahora utilizados, tienen valor desde el punto de vista clínico, pero baja sensibilidad para evaluar la condición nutricional de los animales.

Las concentraciones de urea en plasma (BUN, Blood Urea Nitrogen u MUN, Milk Urea Nitrogen) son indicadores del balance entre nitrógeno y energía disponible a nivel del rumen. El nivel óptimo se ha propuesto en un rango entre 12 y 18 mg/100 ml. Valores mas altos indican exceso de nitrógeno o falta de energía y valores mas bajos deficiencia de nitrógeno o exceso de energía. Sin embargo, a nivel del trópico bajo en general, y en vacas doble propósito en particular, existe muy poca información sobre este tema.

Experiencias desarrolladas a nivel de fincas (12) determinaron los niveles de urea en leche durante la época de lluvias en vacas de sistemas de doble propósito del Piedemonte llanero. Se presentó una amplia variación entre fincas, con valores promedios vaca-hato desde 3.5 hasta 27.9 mg/100 ml, indicando diferencias en la composición de la pradera, los niveles de nitrógeno de la dieta o en la oferta de forraje. En un 50% de las fincas los promedios de urea en leche fueron inferiores a 7 mg/dl, valor que se asocia con deficiencias severas de proteína en la dieta de las vacas en lactancia.

Sistemas de Producción

2.3.5. Estudios de la Microbiota y el Funcionamiento Ruminal en el Trópico.

Se desarrollaron protocolos para el aislamiento y propagación de las principales bacterias celulolíticas ruminales utilizando la técnica modificada de Roll-tube y para la caracterización bioquímica de las bacterias, siguiendo los principios establecidos por el laboratorio de referencia del Virginia Polytechnic Institute. Se identificaron las cepas aisladas como *Ruminococcus albus* (c9438), *Ruminococcus flavefaciens* (c9439) y *Fibrobacter succinogenes* (c9431-9432-9433). Estudios ultraestructurales utilizando microscopía electrónica de transmisión (MET), confirmaron las características morfológicas de las cepas aisladas basadas en la ausencia o presencia de glicocalix y en el análisis de su conformación y espesor.

Estudios de microscopía electrónica orientados a definir el patrón de desarrollo, monocéntrico (endógeno o exógeno) o policéntrico (exógeno), y la identificación de la especie de los hongos ruminales aislados de bovinos colombianos, permitieron ampliar la información disponible en el banco de germoplasma de referencia para microorganismos del tracto digestivo de rumiantes en Colombia.

Las tecnologías desarrolladas permitieron iniciar la recuperación y conservación de la biodiversidad ruminal y el uso de estos recursos en innovaciones tecnológicas para el sector. La elaboración del pasaporte, que representa la ficha técnica de movilización y registro de toda accesión microbiana al banco, incluye: el sitio de aislamiento, fuente, fecha de recolección, identificación, medio de mantenimiento y modo de conservación.

El banco de microorganismos anaerobios del rumen inició su trabajo con material biológico de 10 cepas de bacterias celulolíticas del género *Fibrobacter* y 10 de hongos ruminales del género *Neocallimastix sp* y en la actualidad, se ha incrementado en 30 cepas de bacterias ruminales (*Fibrobacter succinogenes* y *R. flavefaciens* y *R. albus*) y 50 cepas fungales que corresponden a: *Neocallimastix* (10 cepas), *Orpinomyces joyonii* (4 cepas), *O. intercalaris* (5 cepas), *Piromyces communis* (4), *Ruminomyces elegans* (1), *Orpinomyces sp* (26).

Se estableció la cinética de crecimiento *in vitro* de bacterias ruminales aisladas de bovinos en pastoreo en dos ecosistemas de trópico bajo (Magdalena Alto y Piedemonte Llanero), se estandarizó la técnica para obtención de extractos enzimáticos crudos de bacterias celulolíticas ruminales y se midió la actividad enzimática utilizando carboximetilcelulosa como sustrato.

De otra parte, con base en el uso de saponinas se han obtenido una disminución hasta del 80% de la población de ciliados ruminales. El nivel y velocidad de reducción está en relación directa con la concentración de saponinas en la ración y la población se mantiene reducida si la fuente de saponinas se ofrece constantemente. La reducción de los protozoarios está asociada con el incremento de la población de bacterias y hongos ruminales. Las bacterias celulolíticas fueron incrementadas hasta en dos órdenes de magnitud (10^8 - 10^{10} /ml de líquido ruminal), mientras que la población de hongos ruminales fue incrementada en 150% ($3.09 \cdot 10^4$ UFT/ml vs $1.23 \cdot 10^4$ UFT/ml) por efecto de la defaunación.

La incorporación de saponinas en la ración se ha hecho con base en la utilización de follaje de Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Payandé (*Pithecelobium lanceolatum*) y frutos maduros de Michú (*Sapindus saponaria*). El beneficio principal de la defaunación o la reducción sustancial de la población de ciliados es el incremento en el flujo de proteína bacteriana al duodeno, lo cual mejora la tasa de crecimiento y la conversión alimenticia en bovinos rumiantes alimentados con forrajes de baja calidad y disminuir los requerimientos de suplementación con fuentes de proteína protegida.

3. ECOFISIOLOGÍA ANIMAL

3.1. Comportamiento fisiológico del bovino en el trópico colombiano.

3.1.1. Caracterización Fisiológica del Recurso Animal.

El uso indiscriminado de razas en los sistemas de producción del trópico y la falta de un balance real entre la oferta ambiental de las diferentes regiones y las demandas de los animales, justifican el desarrollo de estrategias de caracterización fisiológica de las diferentes razas bovinas del país, con el fin de determinar sus ventajas comparativas en relación con su ubicación en las diferentes regiones naturales y con la utilización de los recursos naturales disponibles.

Las investigaciones se han orientado al estudio de la especie bovina, dada su gran importancia socioeconómica y a su aporte al producto interno bruto. Las primeras acciones se llevaron a cabo en 2 regiones naturales: Sabana de

Sistemas de Producción

Bogotá y Llanos Orientales; estos ecosistemas son de gran contraste, desde el punto de vista de condiciones climáticas y del tipo de sistema de producción imperante en cada zona, además de su gran importancia como áreas productoras de leche y carne.

El estudio de las características fisiológicas de las principales razas bovinas en estas zonas y de los cambios metabólicos de adaptación sentará las bases para el desarrollo de modelos bioclimáticos de interrelación del animal, medio ambiente y producción animal.

Utilizando parámetros fisiológicos relacionados con signos vitales (temperatura corporal, frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca), función hemática (eritrocitos, hematocrito y hemoglobina), metabolismo energético (glucosa y colesterol), metabolismo proteico (proteínas totales, urea y albúmina), metabolismo mineral (calcio, fósforo, magnesio y cloro) y estado ácido - básico (pH, Presión parcial de CO₂, presión parcial de O₂ y Bicarbonato); se cuenta en la actualidad con la caracterización fisiológica parcial de las siguientes razas: Holstein en las fases de neonato, predestete, destete púber y adulto; Sanmartinero y Cebú brahman en las fases de neonato, predestete, destete y adulto; esta caracterización se efectuó en los ecosistemas donde se encuentran dichas razas (Sabana de Bogotá para la raza Holstein y los Llanos orientales para las razas Sanmartinero y Cebú).

Las condiciones climáticas de la Sabana de Bogotá y su altura sobre el nivel del mar, la destacan como ecosistema de trópico de altura, con baja temperatura, alta radiación solar y baja tensión de oxígeno atmosférico. Los Llanos Orientales es un ecosistema representativo de la zona de trópico bajo (cálido y húmedo), alta temperatura, alta humedad y alta radiación solar.

◆ Estados fisiológicos de neonato, predestete y destete.

La caracterización fisiológica en las fases de neonato, predestete y destete en las tres razas, en sus respectivos ecosistemas, se muestran en las tablas 9,10 y 11.

Las razas Holstein, Sanmartinero y Cebú muestran un descenso progresivo en los niveles de las variables hematológicas [Hematocrito (Hto)] y [Hemoglobina (Hb)] entre el primero y cuarto mes. Los niveles de estos parámetros se mantienen con valores más elevados en la raza Cebú brahman.

Los valores altos de Hto y Hb al nacimiento y el primer mes de vida del Holstein son debidos posiblemente al reflejo de un ambiente de baja tensión de oxígeno atmosférico, este comportamiento contrasta con los valores de variables hematológicas de bovinos Sanmartinero.

TABLA 9. Parámetros Bioquímicos y Temperatura Corporal de Bovinos Holstein desde su Nacimiento hasta el Destete en la Sabana de Bogotá

Parámetro	Nacimiento	1er mes	Desleche(75 días)	3er mes	4to mes
Hematocrito (Hto) %	43.0	40.0	35.6	36.0	34
Hemoglobina (Hb) g/dL	14.5	13.6	12.7	12.8	11.5
Proteínas Totales g/dL	6.1	6.5	6.05	6.32	6.47
Glucosa mg/dL	109.2	82.3	96.5	75.6	83.9
Colesterol mg/dL	59.8	115.0	140.1	150.0	125.0
Gamma Glutamil Transferasa (GGT) m/L	420	55	ND	ND	ND
T° Corporal	39.2	38.7	38.8	38.8	38.9

ND= No se tomaron datos.

TABLA 10. Parámetros bioquímicos y temperatura corporal de Bovinos Sanmartinero desde su nacimiento hasta el destete en los Llanos Orientales

Parámetro Sanmartinero	Nacimiento	1er Mes	3er Mes	4to Mes	Destete (8 meses)
Hematocrito (Hto) %	28.7	30.1	28.3	28.7	29.7
Hemoglobina (Hb) g/dL	9.1	9.67	8.81	9.05	9.59
Proteínas Totales g/dL	7.39	6.1	7.23	7.26	7.69
Glucosa mg/dL	100.8	99.6	92.9	78.03	71.0
Colesterol mg/dL	54.96	97.0	111.5	113.4	111.6
Gamma Glutamil Transferasa (GGT) m/L	368.5	43.8	ND	ND	ND
T° Corporal	40.07	39.7	39.65	39.66	39.73

ND= No se tomaron datos.

Sistemas de Producción

TABLA 11. Parámetros bioquímicos y temperatura corporal de bovinos Cebú desde su nacimiento hasta el destete en los Llanos Orientales

Parámetro Cebú	Nacimiento	1er Mes	3er Mes	4to Mes	Destete (8 meses)
Hematocrito (Hto) %ND	43.2	40.2	38.7	36.9	
Hemoglobina (Hb) g/dL	ND	12.5	12.4	10.36	11.37
Proteínas Totales g/dL	ND	7.1	6.66	7.13	6.9
Glucosa mg/dL	ND	ND	ND	ND	ND
Colesterol mg/dL	ND	133.4	133.4	139.51	159.57
Gamma Glutamil Transferasa (GGT) m/L	ND	ND	ND	ND	ND
T° Corporal	ND	39.6	40.22	40.01	38.83

ND= No se tomaron datos.

Para el bovino Cebú en el primer mes de vida se observa un elevado valor de Hto y Hb, no como respuesta a un ambiente de baja tensión de oxígeno, sino probablemente como un mecanismo especial de oxigenación de la sangre y mayor uso de la circulación periférica para perder calor en condiciones de elevada temperatura; estos valores elevados, se mantienen incluso hasta el destete, superando en algunos casos al bovino de la raza Holstein. Este parece ser el mecanismo preferencial de termoregulación del bovino Cebú, lo que le confiere ventajas sobre otros genotipos en condiciones de alta temperatura, no necesitando recurrir al aumento de la frecuencia respiratoria que se considera un mecanismo menos eficiente de termoregulación y de mayor desgaste metabólico.

Otras diferencias observadas se presentan en los valores séricos de colesterol siendo el mayor promedio para el cebú, lo cual puede ser el reflejo de la composición de la leche, el sistema de amamantamiento y el nivel de producción entre razas.

◆ Caracterización fisiológica de novillas Holstein (púberes) en condiciones de la Sabana de Bogotá.

Los cambios en los signos vitales durante el día y que posiblemente fueron debidos a las variaciones de los factores climáticos de la Sabana de Bogotá (temperatura ambiental, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento), se muestran en la tabla 12. Como se puede apreciar, los valores de tem-

peratura rectal y frecuencia cardíaca, a pesar de estar dentro de los rangos normales reportados por la literatura científica internacional, presentan modificaciones durante el día ($p < 0.01$).

TABLA 12. Comportamiento de los signos vitales (Temperatura rectal, Frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria) en novillas Holstein Friesian de la Sabana de Bogotá, ante los cambios durante el día en las variables climáticas.

Parámetro	Rango internacional	Rango encontrado	Hora de presentación	Promedio
Temperatura Rectal (°C)	37.5-39.5	38.3 39.1	5:30 horas 17:00 horas	38.75
Frecuencia cardíaca (Latidos/minuto)	60-80	55.0 62.1	24:00 horas 12: 00 horas	58.8
Frecuencia respiratoria (Respiraciones/minuto)	10-30	14.3 37.4	24:00 horas 12:00 horas	22.5

Tanto la frecuencia cardíaca, como la frecuencia respiratoria de las novillas alcanzaron su máximo valor hacia las horas del medio día (12:00 horas), momento en el cual la temperatura ambiental alcanza sus mayores valores

La frecuencia respiratoria en estos animales presentan valores a las 12:00 horas del día, por encima del rango normal reportado, lo cual permite conjeturar que el bovino Holstein recurre a este mecanismo para disipar calor.

El comportamiento de la temperatura rectal en función de la temperatura ambiental indica como, a medida que se incrementan los valores de la temperatura ambiental, los valores de la temperatura rectal también se incrementan. Llama la atención el hecho de cómo el animal eleva su temperatura rectal, cuando la temperatura ambiental empieza a descender (a las 17:00 horas del día), hecho que puede deberse a una reacción fisiológica del animal para tratar de contrarrestar este descenso.

La temperatura rectal, en general, presenta un comportamiento circadiano con dos picos y dos descensos, además de presentar los picos típicos del

Sistemas de Producción

comportamiento ultradiano, con una frecuencia de presentación entre 60 a 120 minutos.

◆ Caracterización fisiológica del ciclo estral de novillas Holstein en condiciones del trópico de altura (Sabana de Bogotá)

Se dispone de la caracterización del comportamiento del ciclo estral, del estro y de los niveles progesteronales de novillas de la raza Holstein Friesian en la Sabana de Bogotá.

Se estableció el inicio de la pubertad en novillas Holstein (n = 10), entre 11 y 15 meses, con un peso entre 248 y 306 Kilogramos. Un análisis pormenorizado sobre la duración del estro, mostró que el 52.7% de los estros registrados presentaron una duración entre 6 y 10 horas. El 28.38% entre 10.0 y 14 horas y el 18.92% entre 16 y 19 horas (rango normal del Holstein). Con base en lo anterior se puede indicar que el clima del trópico alto alcanza afectar negativamente la duración normal del estro en el Holstein. Otro de los factores afectados por el clima tropical es el relacionado con el momento del día en que se presenta el estro: el 62.5% de los estros se presentan en las horas más frescas del día (entre las 6:00 p.m. y las 10:00 a.m.) cosa que normalmente no sucede en su sitio de origen.

◆ Caracterización fisiológica de vacas de alta producción lechera en fases de alta demanda metabólica.

En el bovino lechero (Holstein Friesian), la fase de transición entre el final de la gestación, el parto y el inicio de la lactancia son los estados fisiológicos de mayor demanda metabólica, pues allí se presentan las mayores modificaciones en respuesta al crecimiento fetal y al inicio de la producción de leche. En los casos en que este ajuste metabólico no se lleve adecuadamente, se pueden presentar desórdenes metabólicos que se reflejan en problemas de enfermedad, baja producción de leche y pobre desempeño reproductivo, (Tabla 13).

El rápido inicio de la producción de leche y la incapacidad de la vaca para aumentar el consumo de materia seca, conlleva a que el animal para mantener su producción de leche, utilice sus reservas grasas corporales; esto ocasiona una pérdida de la condición corporal entre el parto y el pico de producción (3.11 vs. 2.52) y la presentación de un balance energético negativo, que se refleja en la baja concentración de glucosa (61.91 vs. 53.42) y un elevado uso de reservas grasas.

Si el desbalance se acentúa, se puede presentar daño hepático subclínico (valores ASAT 49.0 vs. 72.79), por exceso de ácidos grasos circulantes y acumulación grasa en el hígado. Este estado no solo afecta el metabolismo energético, sino que altera el equilibrio ácido-básico (acidosis metabólica subclínica). Estos cambios descritos son hasta cierto punto parte del ciclo normal de producción de la vaca lechera, sin embargo, cuando se acentúan ocasionan desordenes metabólicos que afectan la producción de leche y la reproducción.

Al conocer estas alteraciones se pueden establecer estrategias que permitan su prevención, mediante el manejo de la alimentación de la vaca antes del parto (1 mes antes), y en la primera fase de la lactancia (primeros 3 meses).

**TABLA 13. Etapa Crítica Vaca Holstein. Fase Transición
Gestación - Parto - Lactancia - Metabolismo Energético
Equilibrio Acido-Base. (Promedio)**

Variable	Gestación (Último Mes)	Parto	Pico Producción Leche
Condición Corporal	3.30	3.11	2.52
Glucosa mg/dL	59.66	61.91	53.42
A.G.L. meq/L	0.230	0.659	0.483
A.S.A.T. m/L	49.0	72.05	72.79
pH Arterial	7.495	7.469	7.467
PCO ₂ mmHg Arterial	30.75	28.98	28.81
HCO ₃ m _{MOL} /L Arterial	23.41	22.28	22.2
Brecha Anionica Meq/L	8.95	14.46	15.32
Na ⁺ meq/L	145.03	141.94	141.75
K ⁺ meq/L	6.72	5.94	5.38
CL meq/L	121.0	111.22	109.06

Todas las variables durante esta fase de transición muestran un cambio significativo al momento del parto con respecto a su valor durante la gestación (Tabla 14). Se presenta un incremento significativo del hematocrito y la hemoglobina, como respuesta al estrés del proceso de parto y a la salida de glóbulos rojos de su sitio de depósito (ej: Bazo). Las proteínas totales, el calcio y el fósforo disminuyen significativamente. Este cambio es la consecuencia de la emigración temporal de globulinas y minerales para la formación de calostro.

Sistemas de Producción

TABLA 14. Efecto del Estado Fisiológico sobre los metabolitos sanguíneos en vacas Holstein en la Sabana de Bogotá.

Variable	Gestación (ultimo tercio)	Parto	Inicio Lactancia(1 Mes)	Lactancia- Inicio Gestación (3-4 Meses)
Hematocrito %	32.94	37.77	35.25	32.9
Hemoglobina g/dl	11.01	13.12	11.98	10.32
Proteínas Totales g/dl	7.42	6.48	6.75	7.44
Calcio mg/dl	10.63	7.40	8.32	9.65
Fósforo mg/dl	6.11	5.17	5.30	5.38

Después del parto, los valores de metabolitos tienden a regresar a sus valores de la gestación. Se presenta una caída gradual del hematocrito y la hemoglobina, relacionada con la expansión del volumen plasmático, como consecuencia del mayor consumo de agua de la vaca en el posparto, necesario para mantener la producción de leche. Este factor conlleva a un proceso de hemodilución, que se refleja en un menor valor de las variables hematológicas.

Las proteínas totales, el calcio y el fósforo retornan a sus niveles de la gestación, a medida que cesa la producción de calostro, y se incrementa el consumo de proteína y minerales en la ración de la vaca posparto.

La dinámica del metabolismo en la fase de transición es normal, sin embargo, en algunas vacas, los mecanismos homeostáticos y homeorréticos no funcionan adecuadamente y los desbalances, especialmente de minerales se acentúan. Estas alteraciones ocasionan a la presentación de enfermedades metabólicas (ej: vaca caída), las cuales traen como consecuencia problemas sanitarios y reproductivos después del parto.

El conocimiento de los valores normales de metabolitos en la fase de transición, sirve de base para la identificación de animales con imbalances nutricionales y propensos a presentar enfermedades metabólicas; factores de gran incidencia en la eficiencia productiva de la vaca lechera y de esta manera poder realizar las correcciones del caso.

3.1.2. Comportamiento Fisiológico del bovino bajo estrés climático.

Las razas bovinas que se explotan en Colombia, según su origen, poseen diferente grado de adaptación y aclimatación a las condiciones de alta tempe-

ratura y humedad del trópico. La comparación de los diferentes mecanismos de termorregulación desarrollados por las razas bovinas en ambientes de elevada temperatura, proporciona importantes herramientas para el diseño de estrategias de manejo y alimentación que ayuden a la prevención del efecto adverso del ambiente en la producción animal en el trópico.

La relación armónica entre la dotación del recurso natural y las características del recurso animal disponible en el trópico, es esencial para optimizar la producción de leche y carne. Los estudios del comportamiento fisiológico animal bajo diferentes ambientes, generan información valiosa para el diseño de estrategias de manejo racional de la explotación bovina en el trópico Colombiano, que permiten mejorar los índices de producción y productividad reduciendo el impacto negativo de los factores de estrés.

El estudio del efecto del estrés calórico sobre el comportamiento fisiológico de las diferentes razas existentes en el país, determinado por la variación producida en los principales parámetros fisiológicos bajo condiciones de temperatura y humedad, se está adelantando con el fin de identificar indicadores fisiológicos sensibles, que sirvan como predictores del efecto del estrés climático sobre la producción bovina. El propósito es identificar razas con ventajas de adaptación en ecosistemas de trópico bajo húmedo, seco y de trópico alto, y diseñar estrategias de manejo para optimizar el rendimiento de los diferentes grupos raciales.

♦ **La raza Cebú brahman y su reacción frente al estrés calórico.**

La raza Cebú, como una de las razas bovinas más adaptada al trópico, sirve de modelo de estudio y de comparación con otros genotipos, para el conocimiento de los efectos de la elevada temperatura en la fisiología del animal y de la eficiencia de los mecanismos de termorregulación en ambientes tropicales. Conociendo que mecanismos de termotolerancia utilizan las razas adaptadas al trópico, es posible diseñar estrategias de control del efecto del clima en la fisiología animal y en su comportamiento productivo.

La raza Cebú representa uno de los genotipos con mayor tolerancia al calor en ambientes tropicales; parte de este comportamiento se relaciona con ciertas características anatomofisiológicas que le confieren ventaja para sobrevivir en ambientes de elevada temperatura. Una característica especial es su capacidad para hacer uso de mecanismos como el de movimientos de líqui-

Sistemas de Producción

dos corporales, el control de la frecuencia respiratoria y su elevada capacidad para perder calor a través de la sudoración. Sin embargo, parece ser que la capacidad de tolerar el calor es más eficiente en animales adultos que en jóvenes.

Los neonatos Cebú tienen dificultad para controlar su temperatura corporal, especialmente en las horas más cálidas del día (T° Rectal 40.73° C a las 13:00 horas) en animales en potrero. La respuesta orgánica para tratar de contrarrestar este desajuste, es la de incrementar la frecuencia respiratoria, elevándola de 68 a 97 respiraciones por minuto, para acelerar la pérdida de calor por medio de la respiración. Igualmente, se incrementa la frecuencia cardíaca, en un intento de compensar la posible vasodilatación periférica, necesaria para incrementar las pérdidas de calor a través de la evapotranspiración.

A pesar de esto, los mecanismos de compensación no son los más adecuados, ya que se observa una pérdida importante de CO_2 (a través de la respiración). Esto tiene efectos marcados en el pH sanguíneo, el cual tiende a la alcalinidad (7.435 vs. 7.460). Los resultados muestran que los terneros Cebú bajo elevada temperatura ambiental, presentan un pobre control de la temperatura corporal y un desequilibrio ácido-base; alteraciones que se pueden contrarrestar con el suministro de sombra a los animales.

Las vacas Cebú utilizan eficientemente sus mecanismos de termoregulación frente a situaciones de elevada temperatura ambiental. A pesar de que en las horas más cálidas del día se incrementa la temperatura de capa y la temperatura corporal, la vaca Cebú no presenta cambios significativos en la frecuencia respiratoria y cardíaca, pero sí es evidente de que uno de los mecanismos de control de la temperatura corporal, es la movilización de líquidos corporales.

Una respuesta observada es la hemoconcentración (incremento del Hematocrito y Hemoglobina) en función de la movilización de líquidos hacia el exterior, como consecuencia de la vasodilatación periférica, con el fin de aumentar las pérdidas de calor por sudoración.

A pesar de los mecanismos termorreguladores que posee, existe un leve incremento del pH (7.455), lo cual aparentemente no es el reflejo de alteración de la concentración de pCO_2 (38 [9 am] vs. 38.2 [1 pm]). Es posible que este leve cambio refleje otro tipo de alteración, pero puede ser el resultado de movimientos de líquidos y electrolitos entre compartimentos orgánicos o alteraciones en la oxigenación de la sangre (98.5 [9 am] vs. 109 [1 pm]) pCO_2 .

◆ **La raza Holstein y su reacción frente al estrés calórico.**

La eficiencia de producción de los hatos Holstein del piedemonte (largos periodos abiertos e intervalo entre partos y menor producción de leche) se considera baja. En respuesta a los limitantes de los productores, se adelantan estudios sobre los mecanismos de termorregulación, del equilibrio ácido base, gases sanguíneos y la función hemática en dos ambientes naturales con el fin de buscar respuestas al pobre desempeño productivo del bovino Holstein en las zonas de trópico bajo.

TABLA 15. Comparación de los valores promedios de las variables de función orgánica y de producción de la raza Holstein en dos Ecosistemas naturales

Variable	Piedemonte Llanero	Sabana de Bogotá
pH Sanguíneo	7.54± 0.37	7.48± 0.03
pCO ₂ (mm Hg)	25.44± 2.8	29.64±3.8
HCO ₃ (mmol/L)	26.67± 2.36	22.04± 1.4
pO ₂ (mm Hg)	96.53± 6.4	84.1± 6.7
Frecuencia resp. (R/Min)	50	28± 4
Hemoglobina (g/100ml)	12± 2.4	9.57± 1.35
Hematocrito (%)	24.1± 5.9	30.54± 1.25
Intervalo entre partos (días)	510	426
Días abiertos (días)	240	163
Producción de leche (Kg/día)	8	18

Los resultados de la tabla 15, muestran que las vacas Holstein sometidas al estrés medio ambiental del trópico cálido y húmedo, presentan una alteración marcada de su metabolismo y un estado de alcalosis respiratoria. Este estado lleva a un desbalance metabólico incompatible con una producción eficiente. Actualmente se estudian y, con base en estos resultados, estrategias que mejoren el confort de la vaca (sombra natural y artificial) y de suministro de dietas que controlen el desbalance ácido-base.

◆ **La raza Sanmartinera y su reacción frente al estrés calórico.**

El ganado criollo colombiano por su largo tiempo de permanencia en condiciones tropicales, muestra actualmente características de adaptación a ambien-

Sistemas de Producción

tes adversos. (Altas tasas de sobrevivencia, buena natalidad, tolerancia a enfermedades, principalmente); parte de la adaptación se debe a su tolerancia al calor.

El principal cambio de función que se observó en los tres estados fisiológicos de la vaca (vacía, primero y último tercio de gestación), fue en la frecuencia respiratoria, especialmente en las horas más cálidas del día, mientras que no hay diferencia en la frecuencia cardíaca y temperatura rectal, cuando se compara los tres estados fisiológicos. Cuando se comparan los estados fisiológicos, en relación con la frecuencia respiratoria, se observó que las vacas gestantes (primer y último tercio) presentaban mayor frecuencia respiratoria, en las horas más cálidas del día, que las vacas vacías.

Se observó que la frecuencia respiratoria se disminuyó por efecto de la sombra en los tres estados fisiológicos considerados. Como conclusión, las vacas Sanmartinero presentan un buen control de la temperatura corporal, bajo condiciones de radiación solar directa, en forma independiente del estado fisiológico. El principal mecanismo de control de la temperatura corporal, es el incremento de la frecuencia respiratoria.

◆ Comportamiento fisiológico comparativo de novillas de cinco grupos genéticos (Sanmartinero, Cebú brahman, Holstein, Holstein x Cebú y Sanmartinero x Cebú en el trópico Bajo.

Se han logrado resultados importantes de la comparación de los mecanismos de termoregulación de novillas de los diferentes grupos raciales mencionados, en tres horas del día y con cuatro indicadores de función orgánica, en el Piedemonte Llanero. (Tabla 16).

Las respuestas inmediatas de función (frecuencia respiratoria, temperatura de capa para conservar la homeotermia), fueron diferentes de acuerdo al grado de adaptabilidad de los grupos raciales analizados.

En la raza menos adaptada (Holstein), sus respuestas inmediatas no fueron suficientes para mantener su temperatura corporal dentro de los rangos normales. Las razas Sanmartinera y Cebú, que han sufrido un proceso de adaptación al trópico (mayor periodo de permanencia en el trópico), ya son capaces de mantener la temperatura corporal, recurriendo a las mismas funciones de reacción inmediata empleadas por el Holstein, debido a

las modificaciones anatomofisiológicas permanentes causadas por el proceso de adaptación.

TABLA 16. Comportamiento fisiológico comparativo de novillas de cinco grupos genéticos (Sanmartinero, Cebú brahman, Holstein, Holstein x Cebú y Sanmartinero x Cebú en el trópico Bajo.

Variables		Sanmartinero	Cebú Brahman	Holstein	Sanamartine ro x Cebú	Holstein x Cebú
FR Resp/min	9am	83.50	29.30	107.00	49.00	57.00
	12m	89.50	31.80	116.00	55.80	58.25
	6pm	27.75	18.00	41.50	17.50	20.50
T.rectal °C	9am	39.47	39.18	40.28	39.25	39.50
	12m	39.48	39.13	40.28	39.20	39.45
	6pm	39.47	39.00	39.55	39.03	39.35
T de capa °C	9am	42.30	38.35	43.50	39.30	40.65
	12m	42.48	38.00	46.70	44.08	43.43
	6pm	32.00	32.63	31.60	31.98	32.63
pH S.Venoso	9am	7.39	7.39	7.57	7.40	7.47
	12m	7.38	7.41	7.56	7.44	7.48
	6pm	7.38	7.37	7.53	7.39	7.47

Valores sombreados sobrepasaron el valor normal máximo.

Es interesante resaltar que tanto el criollo como el Holstein emplearon al máximo la respiración como mecanismo de termoregulación, pero únicamente en el Holstein se produjo imbalances en el pH sanguíneo, que se consideran nocivos para la homeostasis del bovino.

Las diferencias que se presentaron en la temperatura de capa, tuvieron una relación directa con el color de la capa, siendo las capas blancas (Cebú) las que presentaron los valores más bajos de temperatura de capa, los de color negro los valores más altos (Holstein) y los tonos amarillos y rojos (Sanmartinero), los valores intermedios.

3.1.3. Comportamiento reproductivo del bovino en condiciones de trópico.

La reproducción es uno de los factores fisiológicos más sensibles a la falta de adaptación y el primero que se afecta en las razas especializadas Bos

Sistemas de Producción

taurus de reciente introducción al trópico Colombiano. De otra parte, es el factor que más contribuye a la rentabilidad del hato bovino. Cualquier incremento en el porcentaje de la natalidad bovina, es desde el punto de vista económico, 5 veces más rentable que un incremento en la ganancia diaria de peso corporal y 10 veces más rentable que un incremento en el rendimiento de la canal.

♦ Validación de nuevas técnicas para evaluar la fertilidad de toros en el trópico.

En esta área la investigación se ha orientado al empleo estratégico de las técnicas de la biotecnología embrionaria, en la caracterización de la fertilidad del macho bovino en las condiciones del trópico bajo Colombiano. El objetivo de esta actividad es determinar los factores fisico-químicos del semen de bovinos adaptados, que lo hacen más fértil en condiciones del trópico Colombiano. Se escogió la técnica de la penetración espermática *in vitro* por ser una medida indirecta comprobada de la fertilidad del macho *in vivo*.

Se encontró un efecto significativo de la raza del toro en los porcentajes de penetración espermática *in vitro*. Es importante resaltar que el porcentaje de penetración espermática de los toros criollos Sanmartinero en las comparaciones de 1996 y los toros criollos Romosinuano en las comparaciones de 1997, fueron significativamente superiores a los porcentajes de los toros de la raza Brahman ($P < 0.01$) y de la raza Holstein en las comparaciones de 1997, confirmando con esta prueba *in vitro* la alta fertilidad demostrada *in vivo* por las razas criollas.

Al realizar una clasificación individual de cada toro por porcentajes de penetración espermática, es importante resaltar que, independientemente de la variación individual, los toros criollos tanto de la raza Sanmartinera como de la Romosinuana, ocuparon el tercio superior de sus respectivos grupos, lo que reafirma el resultado de los promedios por raza.

En la comparación realizada en 1997, se consideró también el efecto de la temperatura ambiental *in vitro* (39 Vs 41°C) sobre la penetración espermática de las tres razas consideradas (Romosinuano, Brahman y Holstein), no encontrándose efecto significativo de los dos niveles de temperatura en el porcentaje de penetración de oocitos ($p < 0.05$).

3.3. Estrategias tecnológicas para mejorar los índices reproductivos en sistemas de producción bovina del trópico colombiano.

3.2.1. Macho bovino.

Dentro del sistema de explotación ganadero el toro juega un papel importante en el desarrollo productivo de la empresa ganadera, al influir en el presente y futuro de la vacada.

El constante aumento en el valor comercial de los toros ha forzado al ganadero a estar completamente seguro de su inversión, a través de un examen detallado del animal antes de introducirlo al programa reproductivo de su hato. Por lo tanto, en el examen de machos para cría, se debe incluir la salud sexual y física del animal, el diagnóstico de infecciones transmisibles sexualmente y parasitarias, y descubrir defectos genéticos indeseables.

◆ Selección del toro por fertilidad.

Se desarrolló un protocolo para la selección del toro reproductor. El protocolo comprende dos aspectos:

1. A nivel de campo. Evaluación de la agresividad sexual (Libido) del reproductor. Esta validación se realiza en el Caribe, los Valles Interandinos y la Orinoquía y Amazonía.
2. A nivel de laboratorio.

Evaluación sanitaria: se considera dentro del protocolo como requisito indispensable para realizar la evaluación reproductiva. El animal debe estar libre de: Trichonomiasis, Vibriosis y Brucelosis.

Calidad del semen: otro componente importante del protocolo es la calidad del semen. Las técnicas implementadas fueron Motilidad (individual y global), concentración y morfología del semen.

Fertilidad del semen: Para la evaluación directa de la capacidad fertilizante del semen se escogió la técnica de la reacción acrosómica del espermatozoide in vitro, por demostrar una alta correlación con la fertilidad in vivo del re-

Sistemas de Producción

productor. La técnica se halla actualmente estandarizada y validada para su aplicación dentro del protocolo.

Se pretende aumentar la eficiencia reproductiva del hato ganadero doble propósito mediante la utilización del protocolo para la selección de toros con gran potencial de fertilidad. El protocolo se está validando en 8 fincas con un grupo de 23 machos entre jóvenes y adultos.

◆ Estrategias de Manejo del reproductor.

El objeto de esta actividad es demostrar la importancia que tienen las variaciones estacionales del clima y la raza sobre el comportamiento reproductivo del macho y el uso estratégico de la sombra para reducir los efectos negativos de las mismas.

El trabajo se realizó en el Piedemonte Llanero considerando el efecto de la época del año, de la raza y de la sombra sobre la calidad del semen.

TABLA 17 Efecto de la sombra sobre la calidad del semen y la ganancia de pesos en la época lluviosa y en la época seca en el Piedemonte Llanero con machos Cebú Brahman.

Parámetros	Epoca Seca *		Epoca Lluviosa*	
	Sol	Sombra **	Sol	Sombra **
Número machos/tratam.	7	7	7	7
Motilidad %	65	85	70	75
Volumen ML	2	2.5	3	3.5
Concentración (x10 ⁶ /ml)	650	750	650	740
Ganancia de peso (gr/día)	100	500	600	800

* 90 días experimentales.

** Sombra artificial (Polisombra)

Existe un efecto negativo muy marcado de la época de mayor temperatura (época seca) del año dentro de razas, sobre la producción de espermatozoides (volumen y concentración) y un incremento en el porcentaje de anomalías espermáticas, lo cual va a incidir en la eficiencia reproductiva del reproductor.

Otra forma práctica de evaluar el efecto negativo de la época del año, a nivel de campo, sobre la calidad del semen es la medida de la circunferencia escrotal (correlación altamente positiva entre la circunferencia escrotal y la calidad del semen), se nota una disminución de la medida durante la época seca que coincide con los efectos negativos encontrados a nivel de laboratorio, mencionados anteriormente. (Tabla 17).

Al observar el efecto negativo de la época del año sobre la calidad del semen teniendo en cuenta la raza del toro, se puede notar una interacción de la calidad del semen de la raza del toro con el efecto negativo de la época del año.

Comparando los tres grupos genéticos considerados (Sanmartinero, Cebú Brahman y Holstein x Cebú), se nota inicialmente una diferencia en la calidad del semen de los tres grupos, siendo de inferior calidad el semen de la raza Brahman, de acuerdo con los parámetros analizados.

Al comparar el efecto negativo de la mayor temperatura (época seca) sobre la calidad seminal de los tres grupos genéticos, es interesante observar que el menos afectado por el efecto del estrés por calor fue el de inferior calidad seminal (Brahman). Aún así, los grupos genéticos, que en la época de menor temperatura mostraron la mejor calidad seminal, lo siguen superando en calidad seminal, a pesar de ser mayor el efecto negativo sobre sus parámetros de calidad.

Al estudiar el efecto de la sombra sobre la calidad del semen y la ganancia de peso, se puede concluir, que la sombra amortigua el efecto negativo de los factores climáticos del trópico sobre la calidad del semen (mayor producción de espermatozoides, 1300 millones vs 1875 millones en la época seca y 1950 millones vs 2590 millones en la época lluviosa) y sobre las ganancias de peso del animal (100 vs 500 grs/día en la época seca y 600 vs 800 grs/día en la época lluviosa).

3.2.2. Hembra bovina.

◆ Validación de técnicas para reducir el anestro posparto de la hembra bovina.

Se desarrollaron y entregaron, para su validación, dos protocolos para el manejo de la hembra con el fin de reducir el anestro posparto. Los métodos para

Sistemas de Producción

reducir el anestro posparto son el de amamantamiento restringido y el de interrupción temporal del amamantamiento.

En la zona del Caribe, con el método de amamantamiento restringido, se incrementó la presencia de vacas en celo en 33% y el porcentaje de preñez en 12.5%; mientras que con la interrupción temporal del amamantamiento el porcentaje de preñez se incrementó en 19%.

Se evaluó además el efecto de la interrupción temporal del amamantamiento (ITA) por 72 horas a diferentes días pos-parto (73, 95 y 135) sobre la presentación de celo, preñez y cambios de peso en terneros predestete en vacas Brahman del sistema cría libre. Se encontraron los mejores resultados (83%) de presentación de celo cuando la primera ITA se realizó a los 95 días post-parto, no presentando diferencias para el peso al destete.

En las fincas de doble propósito y cría donde se aplicó el protocolo sobre amamantamiento restringido, se obtuvo un aumento en el porcentaje de preñez a los 4 meses posparto, entre el 11% y 12.5%, sin afectarse el peso corporal del ternero. También se aplicó el sistema de interrupción temporal del amamantamiento obteniéndose un aumento en el porcentaje de preñez del 19%, a los 200 días posparto.

En la Zona Andina la alternativa ha sido validada en ganado criollo. En un estudio con 115 Blanco Orejinegro (BON); 30 Cebú y 47 de sus cruces recíprocos F1 en el Centro de Investigación El Nus, se encontraron diferencias de 1,36, 6,66 y 1,09% ($P>0,10$) a favor de grupo con destete temporal (GDT), en BON, Cebú y cruces recíprocos. Se observaron diferencias de 7,14 y 9,19% ($P>0,10$) a favor de GDT en hembras de primer y segundo parto y en contra (-3,85% $P>0,10$) en vacas de tres o más partos.

Un efecto positivo ($p>0,10$) se observó cuando el destete temporal se hizo en terneros menores de 70 días de edad (67,19 vs 71,88%); en los mayores de 70 días de edad la ventaja fue a favor del GC ($P>0,10$:65,52 vs 62,86%). No se observaron diferencias significativas ($P>0,10$) para intervalo entre partos (IEP) y días abiertos (DA) en las vacas que reconcibieron en ambos grupos: 385 vs 387,6 y 102,9 vs 105,6 días para GDT y GC, respectivamente. Las ganancias diarias de peso, del nacimiento al destete y el peso al destete, ajustado a 240 días, tampoco difieren entre grupos ($P>0,10$) 635 vs 648 gramos diarios. 180,1 vs 181,8 kilogramos, para GDT y GC, respectivamente.

4. SALUD ANIMAL

4.1. Morbilidad y Mortalidad

4.1.1. Mastitis Bovina

Tanto en las explotaciones bovinas especializadas en producción de leche, como en las doble propósito, una de las enfermedades de mayor presentación es la mastitis tanto clínica como subclínica, ocasionando incalculables pérdidas al productor y al sistema productivo. En Corpoica, se han realizado estudios con el propósito de investigar el comportamiento de esta enfermedad en diferentes regiones del país.

En el Suroeste Antioqueño, se realizó un estudio con el propósito de determinar los agentes infecciosos causantes de la mastitis, que incluyó 72 fincas con una población de 4.332 bovinos. Se practicó la prueba de California Mastitis Test (C.M.T.) a todas las vacas en producción; a todos los cuartos positivos se les tomó una muestra de leche para su cultivo bacteriológico y realización de pruebas de sensibilidad. El análisis estadístico fue de tipo descriptivo.

Durante los dos años de estudio (1995 - 1996) se inspeccionaron 772 vacas lactantes y 3.088 cuartos mamarios. Se observó que el 93.1% de las fincas, presentaron vacas con mastitis clínica o subclínica dentro del hato de producción; que el 33.3% de las vacas fueron positivas a la prueba de C.M.T. (subclínica) y el 1.2% presentaron mastitis clínica; de las vacas que presentaron mastitis clínica el 22.2% perdieron un cuarto por dicha patología. De los 3.088 cuartos examinados se encontró que el 13.2% reaccionaron a la prueba del C.M.T.

Al 66,8% de los cuartos positivos a CMT se hizo cultivos bacterianos encontrándose que el microorganismo más frecuentemente aislado en los cultivos realizados fue el *Staphylococcus aureus* con el 54.6%, seguido por el *Streptococcus dysgalactiae* con el 17.7%, el *Streptococcus uberis* con el 17.0% y el *Streptococcus agalactiae* con el 8.8%.

En cuanto a la prueba de sensibilidad, el antimicrobiano Enrofloxacina se observó como el de mayor efectividad frente *Staphylococcus aureus* (98.8%) y a *Streptococcus uberis* (94.4%), mientras la Eritromicina presentó mayor actividad sobre el *Streptococcus dysgalactiae* (93.9%), *Streptococcus agalactiae* (84.0%) y *Streptococcus uberis* (81.2%). Los antimicrobianos que presentaron menor efectividad (resistencia) frente al *Staphylococcus aureus*, fueron la

Sistemas de Producción

lincomicina (83.8%), el cefacetil (85.7%); mientras que frente al *Streptococcus dysgalactiae*, la penicilina fue la que presentó menor efectividad (100%), como también, la kanamicina (73.0%), el trimetoprim - sulfa (66.7%) y el cefacetil (66.7%). Respecto al *Streptococcus uberis*, este fue resistente al cefacetil (100%), al trimetoprim - sulfa (73.3%) y a la lincomicina (66.7%). La alta gama de antibióticos utilizados para el control de la mastitis bovina por parte del ganadero o asistente técnico confirma la gran variabilidad de los resultados en cuanto a sensibilidad o resistencia de los agentes microbianos hacia dichos compuestos.

Por otra parte, en el Piedemonte Llanero, con el propósito de determinar la prevalencia a mastitis subclínica, se realizó un estudio en el transecto Fuente de Oro - Villavicencio - Medina, donde se evaluaron por la prueba de California Mastitis test (CMT), 1145 vacas en ordeño pertenecientes a 52 fincas. Se clasificaron como animales reactivos a la prueba aquellos que, en la escala descrita presentaron Gel clasificado como ++. Se encontraron 3 formas de ordeño: ordeño manual con ternero (81%), ordeño mecánico con ternero (13%) y ordeño mecánico sin ternero (6%), de los predios.

La prevalencia de reactivos por predio fue de 85%, siendo 81% para las fincas con ordeño manual y 100% para fincas con ordeño mecánico. El 22% de las vacas presentó reactividad en uno o más cuartos, siendo ésta de 27.55% para los animales del ordeño mecánico y 17.69% para las vacas en ordeño manual. El riesgo relativo para esta asociación fue significativo situándose entre 1.25 y 1.94, lo cual indica que por cada 10 vacas que presentaron mastitis subclínica en el ordeño manual entre 13 y 20 lo presentan en el ordeño mecánico.

Con respecto al grupo racial, el 30% de las vacas *Bos taurus* presentaron mastitis subclínica, en contraste con el 12% de los animales cebú y el 19% de las vacas cruzadas de *Bos taurus* x *Bos indicus*. El tipo de ordeño manual o mecánico, resultó asociado a las prácticas de uso de sellantes, número de ordeñadores, uso de suplementos y número de vacas en ordeño, prácticas que son proporcionalmente superiores en los predios con ordeño mecánico.

El 11% de las vacas presentó un cuarto afectado, el 5% 2 cuartos y el 3% 3 y 4 cuartos respectivamente. No se encontraron diferencias respecto al tipo de cuarto afectado. En cuanto a las prevalencias de mastitis subclínica en estudios anteriores, se observó que en el sistema manual, esta se ha incrementado del 11 al 17%. Por lo tanto, es claro, que es necesario instaurar medidas de higiene al ordeñador, en el sitio de ordeño, en la labor misma del ordeño, para

tener mejor control de mastitis subclínica de origen ambiental y por ende obtener a nivel del animal una mayor vida útil (lactancias), una mayor producción y mejor calidad de la leche, para ganar competitividad en la comercialización regional y nacional.

Actualmente el Programa Nacional de Salud Animal junto con la Regional 1 y la empresa privada (Alpina), realiza un estudio epidemiológico con el propósito de diseñar estrategias para el control integral de la mastitis bovina y de la calidad de la leche en Colombia que sean de carácter sostenible y estén de acuerdo con las características del sistema de producción.

En la primera fase de este estudio se incluyen fincas de la Sabana de Bogotá y dentro de los resultados se espera medir el impacto de los diferentes factores de riesgo para la presentación de la mastitis y para el recuento de células somáticas a nivel de tanque, conocer los parámetros productivos y reproductivos de los hatos a través del monitoreo de ellos utilizando un programa de Salud de hato, conocer el tipo de residuos más comunes encontrados en la leche, evaluar el impacto de la mastitis sobre la producción y la economía de la finca, y diseñar planes de control integral para el manejo de mastitis en los sistemas ganaderos del país que conlleven a la reducción de la prevalencia e incidencia de la enfermedad.

4.1.2. Paratuberculosis

Es una enfermedad infectocontagiosa causada por el *Mycobacterium paratuberculosis*, la cual se caracteriza por una diarrea crónica, pérdida de peso, emaciación y posterior muerte del animal. Es una enfermedad que ha sido descrita en el país hace mucho tiempo, pero aunque se cree que es muy prevalente, hay muy pocos trabajos que determinen su presencia y su impacto en las ganaderías colombianas.

En el municipio de Granada, en una granja para docencia del SENA se presentó paratuberculosis clínica, diagnosticada por necropsia e improntas intestinales mediante Zielh Nielsen, en un núcleo de bovinos criollos Sanmartinero y un toro reproductor (ICA, Sanidad Animal; 1987). Años después, y al no instaurar medidas de control, las vacas del hato presentaron diarreas profusas y enflaquecimiento. El hato fue sometido a pruebas de tuberculinización con tuberculina bovina y aviar, siendo la prueba positiva en el 83 % de los casos y el 11% de los animales presentaron sintomatología clínica (ICA Sanidad Animal 1993 Villavicencio). Debido a que el *Mycobacterium paratubercu-*

Sistemas de Producción

lois presenta reacción cruzada con el *M. bovis*, causante de la tuberculosis, esto se puede prestar a confusiones.

En 1994, Corpoica y el Sena ante la alta morbilidad del hato y los resultados clínico patológicos previos, deciden despoblar el predio sacrificando el hato, para evitar en lo sucesivo diseminación de la infección en el área de influencia del predio. Los 123 animales existentes fueron sacrificados y evaluados por anatomopatología encontrando en terneros, novillas, vacas y toros, lesiones características de paratuberculosis (PTB) en duodeno, yeyuno, ileon, válvula ileocecal, intestino grueso y recto y aumento de tamaño en los ganglios de la cadena mesentérica, ganglios mediastínicos y mamarios. Todos los animales presentaron una pobre condición corporal y la mayoría de los adultos tenían diarrea profusa crónica.

Terminada la depoblación se determinó, rotar los terrenos en pasturas a cultivos semestrales, previa labranza y encalamiento de los suelos por 2 años, y acto seguido sembrar pasturas en áreas que estaban en cultivos. Para la repoblación del área se introdujeron animales centinelas por un año, con sacrificio planeado, para observación de lesiones y pruebas de ELISA en sueros para detectar infección poblacional centinela.

Con la presencia inequívoca del predio infectado, se diseñó un estudio de prevalencia serológica, por la prueba de ELISA, para evaluar la distribución de infección en el Piedemonte del Ariari. Se empleó la metodología de Martín y Cois (1987) para determinar el número de animales para muestrear; $n = (p.q.z^2) / (EE)^2 = 380$ animales adultos y 105 predios estratificados por áreas así: estrato I: < a 50 bovinos y/o menos de 20 has, estrato II entre 51 y 200 bovinos y/o entre 21 y 50 has, estrato III, con mas de 200 bovinos. La muestra se estratificó anidada en estrato dentro de veredas, veredas dentro de población bovina en los municipios de: Granada, San Martín, Cubarral, Lejanías, Mesetas y Fuente de Oro.

Los sueros se evaluaron por densidad óptica con un lector de ELISA y un Kitt comercial de la IDDEX^R, encontrando una seroprevalencia a paratuberculosis sobre predios de 1.9% y sobre vacas de 1.2%. Esta baja prevalencia permite saber que la infección se encuentra en un grado mínimo en predios y población y puede ser fácilmente controlada por las autoridades de salud.

4.1.3. Muerte Súbita

Se colectó información de suelos y forraje integral de Sabana (Altillanura de El Vichada) con bovinos en pastoreo, en 10 predios y en 6 de estos, se tomaron

muestras de sangre a 57 terneros, 57 novillas y 59 vacas en época lluviosa (abril, mayo, julio y octubre) y época seca (noviembre y febrero).

En el suelo se determinó análisis físico-químico completo, en forrajes composición foliar, fibra en detergente neutro y degradabilidad ruminal a las 48 horas. En los sueros se determinó colesterol, Ca, P, Fe, Mg, proteínas y albúmina, en espectrofotómetro por métodos colonimétricos y/o enzimáticos con Kits comerciales (Human^R).

Los suelos presentaron alta saturación promedio de aluminio, entre 77.8 - 85.4%, acidez: pH 4.67; bajos en P: 1 - 6 ppm, S: 6.74 ppm, relación Ca/Mg: 2.66: 1; materia orgánica 2.3%. Se observó alta variabilidad debida a muestreos de unidades fisiográficas como bajos y a una tendencia de calidad decreciente, a medida que se avanzaba del alto al medio Vichada.

El contenido promedio de elementos en tejido foliar fue de 0.84, 0.19, 0.05, 0.15 y 0.05 % para N, Ca, P, Mg y S. y de 14.47; 262,184, 23 y 5.2 ppm para Boro, Fe, Mn, Zn y Cu. Se encontraron diferencias significativas por época del año para Ca y Mg ($P < 0.05$), a su vez todos los elementos con excepción del Zn y Cu presentaron valores ligeramente superiores en verano. Teniendo en cuenta los requerimientos minerales de los animales y el contenido de estos minerales en las pasturas nativas del Vichada, se encontró que los contenidos de N, P, Ca, S y Cu son deficientes para vacas paridas, así mismo los contenidos K, Na y Zn son medianamente deficientes; y el Mg presenta una deficiencia estacional; esto de acuerdo con las formulaciones de requerimientos de Uribe (1996) para bovinos de la Altillanura y por NRC (1984).

Los productores caracterizan el síndrome como específico de animales adultos en aparente buena condición corporal, generalmente vacas o novillas preñadas; los animales se apartan del grupo, presentan ligera ataxia del tren anterior o posterior, micción frecuente, decúbito sin perder el apetito y muerte, aunque hay consenso que unos pocos se recuperan. Así mismo los ganaderos asocian el consumo de huesos y de tierra a animales con enfermedad, paresia y muerte.

En los predios estudiados (n=6) se encontraron las siguientes razones poblacionales: Ternero/vaca = 0.39; Novillas levante/Macho levante = 1.06; Novillas vientre/Vaca = 0.20; Novillo/Vaca = 0.26; Vaca/Toro = 29. Esto clasifica al sistema como extensivo - extractivo, con retención de animales de levante, sin ceba y con muy baja natalidad.

Sistemas de Producción

La mortalidad más alta se encontró en terneros (11%), Toros (9%) y Vacas (7.6 %), según lo anterior, el problema no solo está circunscrito a las vacas, sino a los animales como terneros y terneras. La observación de las razones poblacionales y las tasas de mortalidad, denotan una población madre que no se mantiene y tiende lentamente a liquidarse, haciendo poco competitiva esta región como despensa de Bovinos para ceba en el Piedemonte.

De acuerdo a la concentración sérica de *Pi* se estratificaron las vacas en 3 grupos a saber: < 5.0 mg/dl; ³ 5.0 £ 7.0 mg/dl y > 7.0 mg/dl, en el primer grupo se encontró el 29% de las vacas, en el segundo el 35.5% y en el tercero el 35.5%.

Los recuentos medios de Glóbulos blancos en vacas fueron significativamente inferiores a los encontrados en terneros y novillas ($P < 0.01$); dentro de vacas los 2 primeros grupos (según nivel sérico del *P i*) aparecen con recuentos similares y significativamente inferiores, a las vacas cuyo estatus sérico de *P i* fue superior a 7.0 mg/dl, sugiriendo la posibilidad de una inmunodepresión de origen multifactorial no dilucidado.

La deficiencia simultánea y continuada, es quizá la principal causa que predispone a un mayor riesgo de enfermedad, que se traduce en lento desarrollo corporal, ineficiencia reproductiva y mortalidad, aspectos que lesionan económicamente el sistema de producción extensivo - extractivo de la Altillanura. Las medidas de control se refieren a suministro de sales mineralizadas acordes con las deficiencias encontradas, manejo adecuado de sabanas y quebras, extracción de animales destetos con el fin de aliviar la competencia por la sabana con las vacas, desarrollo de cultivos con insumos medianos para alimentación animal, integración económica de la Altillanura plana y disectada y la Llanura inundable a la economía regional y nacional.

4.1.4. Enfermedades Tóxicas y Carenciales

Las plantas tóxicas tienen particular importancia en áreas donde se maneja el pastoreo extensivo. El área de influencia del Ariari, se estima en 400.000 has de pastos y 540.000 bovinos, distribuidos en 12.500 predios de los cuales el 60% corresponde a pequeños productores.

De estos predios, se seleccionaron 15 equitativamente distribuidos en vega, ladera y sabana, con muestreo de barrido en verano, invierno y transiciones en tres puntos de cada predio a saber: potrero, bosque de galería de acceso a los animales, límite interno entre la cerca y el potrero. Determinando clasifi-

cación taxonómica de las plantas y revisión literaria de antecedentes de riesgo tóxico de los especímenes colectados y nitratos y nitritos para las especies más prevalentes en el barrio.

En ladera las especies más prevalentes fueron : *Pteridium aquilinum* (helecho macho), *Asclepias curassavica* (mataganado); *Piper* spp. (cordoncillo); En vega: *Achiranthos indica* (cadillo); *Cassia tora* (Chilinchil), *Richospora nervosa* (tote). En sabana: *Enterolobium cyclocarpum* (Caracaro o jaboncillo).

Las concentraciones encontradas para nitratos en algunas plantas no provocan intoxicaciones agudas con manifestaciones clínicas. Sin embargo, el consumo continuado en esta concentración provoca intoxicación crónica, reflejada en baja producción de leche, mortalidad embrionaria, aborto, lesiones dérmicas, baja condición corporal y caída de los animales al desplazamiento.

Basado en los antecedentes anteriores, se diseñó un trabajo de investigación que partió de la formulación de una encuesta presencial dirigida a 81 productores de 12 veredas de la vega del Río Arauca. Con el fin de conocer la problemática existente, del total de fincas encuestadas, se escogieron 5 donde se había venido presentando mortalidad en los bovinos asociada con consumo de plantas tóxicas. Además, se buscaba recopilar el conocimiento de los ganaderos, sobre las posibles plantas que afectan a los bovinos y los mecanismos que tradicionalmente han empleado para controlarlas. En cada visita se colectaron las especies consideradas tóxicas por los productores, así como las que los profesionales ya conocían como tóxicas; complementariamente se tomaron muestras de algunas de ellas en 3 épocas del año (verano, invierno y transición invierno-verano), con el fin de determinar las concentraciones de nitratos, nitritos y glucósidos cianogénicos.

La investigación corroboró la presencia de intoxicaciones asociadas al consumo de plantas tóxicas y a la vez permitió el reconocimiento en campo de las plantas que el ganado consume y de las especies que los ganaderos de la zona asocian con la mortalidad de los bovinos, las cuales son conocidas con el nombre de guachamacá. Con base en esta información se recolectaron aproximadamente 50 ejemplares y se describieron taxonómicamente 27 especies distribuidas en 15 familias (Cuadro 1). De las 13 especies estudiadas, siete de ellas contenían nitratos en una concentración mayor de 1000 ppm en alguna época del año; tres entre 500 y 1000 ppm y tres menos de 500 ppm.

La Guachamacá, *Bonafousis sananho*, fué la especie con mayor concentración de nitratos, llegando hasta 2631 ppm; seguida por la *Anemopaema cf*

Sistemas de Producción

karstenii con 1751 ppm; además es importante destacar el pasto Tanner (*Brachiaria radicans*) al que se le encontraron hasta 2333 ppm. Las concentraciones de nitratos fueron variables, dependiendo de la época del año y del lugar donde se desarrolla la planta, es así, como dentro de una misma especie, (*Bonafousia sananho*), se encontraron valores que oscilaron entre 232 y 2631 ppm en el período de transición invierno-verano, según la finca donde se colectaron. Los productores denominan Guachamacá, las plantas que consideran como tóxicas, ya que ocho especies de tres familias tienen la misma denominación.

Las mayores concentraciones de nitritos se observaron en la época de verano, siendo el pasto Tanner la especie que acumuló una mayor cantidad llegando a 608 ppm ; le siguió *Bonafousia sananho* con 568 ppm y *Anemopaema cf karstenii* con 412 ppm. Al igual que lo observado con la concentración de nitratos, dentro de una misma época se presenta variación en la concentración de nitritos en la planta, dependiendo del sitio de colección.

En general las especies estudiadas presentaron bajos contenidos de glucosidos cianogénicos en el período de transición invierno-verano; pero en la época de verano, se incrementaron drásticamente las concentraciones.

El pasto *Brachiaria radicans*, que es la especie forrajera introducida, de la cual se tiene mayor área establecida en la zona; en la época de verano llegó a acumular 46 mg/100 gramos de materia seca; seguido por la *Ipomoea* sp con 34.54 mg/100 gr de M.S y la *Bonafousia sananho* con 25.06 mg/100 gr de M.S.

Al analizar la información obtenida sobre los meses del año donde se presenta el mayor índice de mortalidad en la zona de estudio, se observan dos picos uno en verano y otro en invierno cuando las vegas son inundadas por el Río Arauca, lo cual concuerda con los mayores niveles de nitratos, nitritos y glucosidos cianogénicos presentes en las plantas estudiadas.

4.1.5. Enfermedades Parasitarias

Dadas las condiciones agroecológicas y de manejo de las explotaciones bovinas en Colombia, las enfermedades parasitarias causadas tanto por exo, endo y hemoparásitos son consideradas como factores que tienen un impacto negativo muy significativo en el sector ganadero del país. Las enfermedades parasitarias son de las pocas sobre las que existen estudios que han podido evaluar las pérdidas causadas por su presencia. Corpoica consciente de la importancia de los parásitos de manera constante sigue tratando de resolver

dicha problemática a través de varios estudios de investigación realizados en varios puntos del territorio colombiano.

En el Urabá Antioqueño las afecciones parasitarias en los bovinos son las de mayor importancia sanitaria y económica para Urabá. Estas se convierten, por su alta incidencia, en entidades limitantes, acarreando serias consecuencias como retardo y alteración del crecimiento del terneraje, rendimiento lácteo disminuido, pérdida de peso y obviamente repercusiones económicas principalmente para el pequeño ganadero.

Se realizó una investigación para conocer el tipo y cantidad de parásitos gastrointestinales y su impacto económico y productivo en fincas ganaderas de Urabá, durante un año. Se tuvo como base para la obtención de información, ejemplares bovinos de diferentes grupos según la edad, localizados en el municipio de Turbo.

Se identificaron grupos de edad así: crías, levante y adultos. En otra ganadería se trabajó con dos grupos solamente: crías y adultos, formando a su vez dos subgrupos: uno que recibe tratamientos periódicos con antiherméticos y el otro que no recibe. Cada mes se realizan chequeos coprológicos.

Los resultados obtenidos revelan la presencia de parásitos gastrointestinales en todos los grupos de acuerdo con la edad y en las tres fincas en estudio; los mayores recuentos de parásitos se han hecho en animales jóvenes y pertenecen a los grupos Strongylidos, Strongyloides y Coccidias. En el grupo de strongylidos se incluyen los géneros *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Cooperia*, *Trichostrongylus*, *Oesophagostomun* y *Chavevtia*.

En las fincas, los mayores recuentos de huevos de parásitos pertenecen al grupo de los Strongylidos, seguido en orden de importancia de Strongyloides y Coccidias. Donde se hizo tratamiento antihelmético en las crías, los recuentos de huevos han sido mayores en el grupo tratado.

Los promedios mensuales revelan para el caso de Strongylidos 1194 hpg para el grupo tratado y 893 hpg para el grupo control; Strongyloides 463 hpg para el grupo tratado y 107 para el grupo control. Sin embargo, el aumento de peso ha sido mayor en el grupo tratado, presentándose una diferencia de 40 kilogramos por animal después de nueve meses de estudio.

Los mayores niveles de parásitos en los tres grupos de animales coinciden con épocas de mayor precipitación. Estos resultados preliminares podrían con-

Sistemas de Producción

ducir a una aplicación de antihelmínticos en las épocas de mayor precipitación, especialmente en animales jóvenes.

En los Valles Interandinos, zona del Norte del Huila, los resultados de un estudio de prevalencia de parásitos internos en bovinos revelaron que el 53.8% de las muestras contenían huevos de nemátodo, 32% ooquistes de eimeria, 6.8% parásitos pulmonares y 7.5% huevos de tenia. El parasitismo más alto se presentó en animales menores de un año de edad. En cuanto a las técnicas de control, se determinó que en el 100% de las fincas solo se administraba antihelmínticos únicamente a los animales jóvenes, sin diagnóstico previo, con intervalos de desparasitación de 6 meses.

Sobre la distribución de garrapatas en bovinos en el Norte del Huila se encontró que de 330 especímenes examinados, el 90.3% correspondieron a *Boophilus microplus*. Otros ectoparásitos fueron insectos picadores, de los cuales, el 86.9% corresponden a la familia *Muscidae*. El tipo de control de ectoparásitos utilizado más comunmente fue el baño con bomba manual usando volúmenes de solución acaricida menores de 3 litros por animal y la frecuencia de estos baños estuvo entre 12 y 24 al año. Los estudios de resistencia de garrapatas a acaricidas realizados en el Huila, reportaron resistencia *in vitro* de la garrapata a piretroides sintéticos y a órgano fosforados.

En el Valle del Cauca, para conocer la dinámica poblacional de dípteros hematófagos del ganado bovino, se capturaron e identificaron un total de 128.535 ejemplares de 23 especies, de los cuales 41.485 son hematófagos (moscas picadoras, mosquitos y tábanos). La especie mas común (tanto en la zona plana como en la ladera) fue la mosca brava, *Stomoxys calcitrans*, seguida por la mosca de los cuernos *Haematobia irritans*, los mosquitos *Aedes angustivittatus*, *Aedes scapularis*, *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* y el tábano *Tabanus claripennis*.

Se determinó que en los bovinos la presencia de los insectos picadores, se ve influenciada por diversos factores ambientales, que permiten implementar tratamientos insecticidas en épocas muy definidas del año. En la zona plana, las poblaciones de insectos picadores aumentan en las épocas de transición de verano a invierno, a diferencia de lo que ocurre en la zona de ladera (1.400 a 1.600 m.s.n.m), donde su aumento se observa en la transición de invierno a verano. Es por esto, que los tratamientos deben instaurarse en el momento en que comiencen los diferentes periodos de transición para cada zona.

Se observó que los dípteros hematófagos son más abundantes en la zona plana que la de ladera y se determino que la mosca de los establos *Stomoxys*

calcitrans, es más activa entre la 1-2 p.m, la mosca de los cuernos *Haematobia irritans* y los mosquitos de entre las 6 y 7 a.m, los tábanos en general de las 4 a las 6 p.m y los insectos no picadores entre las 7- 8 a.m; aspecto fundamental para definir la realización de los baños insecticidas.

Es de destacar que dentro de este trabajo se empezó la primera colección Entomológica Veterinaria del país, la cual cuenta a la fecha con 546 ejemplares donde se incluyen 22 especies de dípteros hematófagos.

Por otra parte, en relación a garrapatas, en un estudio, se evaluó la susceptibilidad de siete cepas de la garrapata *Boophilus microplus* a siete compuestos acaricidas. Los resultados indican que todas las cepas fueron sensibles al compuesto amitraz. Las cepas La Raya, La Florida, Tribuna y Paso Ancho fueron sensibles a los compuestos organofosforados Ethion y Coumaphos. Los compuestos piretroides Deltametrina, Cipermetrina y Flumetrina y el Methylcarbamato no ejercieron acción acaricida satisfactoria contra las cepas estudiadas.

Otro tipo de manejo que se le da al problema de garrapatas de bovinos es el físico, donde se incluye la utilización de huéspedes no favorables para el desarrollo de la *Boophilus microplus* como son los Ovinos africanos o también llamados ovinos de pelo corto, los cuales no permiten que la garrapata alcance su madurez y por ende reduce sus poblaciones en potreros.

En una prueba crítica, se observó que los ovinos tienen reducida capacidad de permitir el desarrollo de las garrapatas hasta su estado adulto, y un alto porcentaje, mantienen las larvas en su cuerpo sin permitir su desarrollo. Igualmente, se presenta un fenómeno que se denomina de "conservación de la especie" donde las garrapatas que son más severamente afectadas en su desarrollo, conservan una alta capacidad de reproducirse.

Posteriormente se determinó que los ovinos africanos sí tienen la capacidad de recoger larvas de garrapatas de los potreros, lo cual permite disminuir la incidencia de estos ectoparasitos sobre la población bovina.

En la temática de dinámica de parásitos internos y externos, se identificó la especie de garrapatas *Boophilus microplus* como la de mayor incidencia en el trópico bajo del Cauca. Igualmente, se caracterizó tanto la infestación como los sistemas de control utilizados en la región.

Para garrapatas se estableció un control estratégico con 10 baños por año distribuidos en dos etapas de cinco baños cada una así: cinco baños cada 21

Sistemas de Producción

días a los 15 días de iniciado el periodo de lluvias en Marzo - Abril y otros cinco baños cada 21 días a los 15 días de iniciado el periodo de lluvias en Septiembre – Octubre. Este sistema disminuye el grado de infestación de garrapatas en el animal, la carga parasitaria a nivel de potrero se reduce en un 39% y se disminuye en 42% el número de baños.

En la caracterización del parasitismo interno se encontró un grado de infestación de 87% para parásitos gastrointestinales, 63% a pulmonares y 15% a parásitos hepáticos.

Investigaciones realizadas en el Piedemonte Llanero y Araucano, en fincas del Piedemonte de El Meta, localizadas en los municipios de Guamal, Restrepo, Granada, Fuente de Oro y Villavicencio, se evaluaron las prácticas de control que aplican pequeños productores; su actitud cultural ante las mismas y ante la introducción de ajustes tecnológicos. Igualmente, en las fincas se evaluó la resistencia a acaricidas mediante el Kitt de la FAO.

En algunas fincas, se logró disminuir el número de baños al año de 12-15 a 8, mediante el uso de baños garrapaticidas selectivos de acuerdo a los niveles de infestación por garrapatas, representando una disminución de costos del 49% en el control de garrapatas; sumado a las ventajas de tipo ambiental como disminución de la contaminación de carne y leche.

En un estudio sobre actitud cultural frente al control de parásitos se encontró que el nivel educativo no influye en que se tenga una actitud diferente frente al uso de químicos: los productores con formación universitaria no mostraron mayor conciencia que los pequeños productores; por el contrario, los pequeños productores tienen mejor actitud frente a la conservación ambiental y al uso de recursos genéticos autóctonos como una alternativa para el control de garrapatas, estrategia en la cual Corpoica puede seguir contribuyendo, introduciendo el concepto integral de un sistema de producción.

Además de lo expuesto anteriormente, se está determinando la duración del ciclo no parasítico de dípteros en bovinos, para lo cual se diseñó una trampa de emergencia, la cual se coloca sobre estiércol bovino, con el fin de evaluar prioritariamente el ciclo de la mosca *Lyperosia irritans* durante 21 días. En los muestreos se han capturado otros dípteros, como *Cloropidios* y *coleopteros*.

En el estudio de dinámica parasítica de dípteros se lograron significativos avances en disminuir los costos de control de *Dermatobia hominis* (nuche) utilizando compuestos químicos organofosforados.

Estudios de resistencia a acaricidas mediante al Kitt de la FAO en dos fincas del municipio de Villavicencio, permitieron determinar una mezcla de genes resistentes y susceptibles para organofosforados, con fuerte predominio de genes resistentes para Flumetrina en una finca. En otra finca se encontró resistencia a Flumetrina y susceptibilidad al Diazinon.

En el C.I. Carimagua para evaluar una estrategia de control de ecto y endoparásitos se compararon dos grupos raciales, bajo dos esquemas de uso de antihelmínticos, utilizando una ivermectiva (IVOMEC)[®]. Los grupos raciales comparados fueron: Cebú, el cual, se vermifugó a los 1,3,6 y 9 meses y San Martinero x Cebú, el cual se vermifugó a los 1,3,6 y 9 meses. Las ganancias de peso fueron de 703 g/día para el cebú y de 859 g/día, para el cruce Sanmartinero x Cebú. El producto final consistió en una recomendación tecnológica que demuestra que mediante la utilización de antihelmínticos sistémicos y un adecuado manejo de las pasturas mejorada, se pueden mejorar los índices productivos en la Altillanura Colombiana, del nacimiento hasta el destete.

En Arauca se seleccionaron dos predios con sistema de producción doble propósito representativos del Piedemonte y 4 de cría extensiva localizados equitativamente en Arauca y Cravo Norte en la subregión de la llanura inundable (LLI). En cada predio se seleccionaron 15 terneros lactantes entre 0 y 12 meses de edad a los cuales se tomó en forma mensual y bimensual muestras de materia fecal y sangre en el periodo comprendido entre agosto de 1994 y septiembre de 1995. En cada predio se introdujeron terneros no desparasitados durante el estudio, y estos fueron sacrificados al final para el recuento y la clasificación de parásitos adultos.

En materia fecal se determinó el recuento de huevos de *Neoscaris*, *Trichostrongylidae*, *Strongylides*, larvas de parásitos pulmonares y Ooquistes de *Eimeria sp*, de acuerdo al manual de técnicas del Programa de Parasitología del ICA (Parra D, otros 1980). En sangre se determinó en equipo de química sanguínea Labsystems FP-90[®]. Ca, P, Colesterol, GGT, Proteínas y Albúminas con Kitts por métodos colorimétricos y/o enzimáticos de acuerdo a instrucciones del fabricante (Human Laboratories)

Los predios del Piedemonte y Llanura inundable presentaron densidades de 1.75 y 0.27 bovinos/ha pecuaria, respectivamente y la variación en los recuentos transformados por logaritmo natural de huevos de parásitos gastrointestinales (HPGI) y Ooquistes de *Eimeria* (OPG) no dependieron linealmente ($P > 0.10$) de la densidad bovino y el número de vacas.

Sistemas de Producción

Se encontró un mayor porcentaje de excreción de HPGI y OPG en los meses más secos (Noviembre a Marzo) y menor en los más lluviosos (Mayo a Agosto) en las dos subregiones ($P < 0.001$). Así mismo la mayor proporción de excreción se observó en los primeros 4 meses de edad, con un pico reincidente entre los 9 y 12 meses de vida.

Los terneros centinelas presentaron pobre condición corporal y formas adultas de *Haemonchus sp*, *Trichostrongylus sp*, *Oesophagostomun sp*; *Dyctiocaulus viviparus*, *Monogamus laringeus*, con gastritis hemorrágicas y nódulos de L4 en intestino grueso. La época del año se encontró asociada en Piedemonte y Llanura inundable ($p < 0.001$) con *Neoascaris*, *Trichongylidae*, *Eimeria sp*. Los valores promedio de riesgo relativo y su intervalo de confianza fueron superiores para el porcentaje de excreción en verano de HPGI en Llanura inundable y Piedemonte. *Neoascaris*, *Trychostrongylidae* y *Eimeria sp* se encontraron asociados a la subregión natural ($P < 0.05$) siendo mayor la contaminación en el Piedemonte. Las localidades donde para los parásitos estudiados se observó de menor a mayor el porcentaje de excreción de huevos fueron en secuencia: Arauca, Cravo Norte, Saravena ($P < 0.05$).

La dinámica parasitaria en terneros, medida indirectamente a través del porcentaje de animales que excretan huevos de PGI y/o de *Eimeria sp*, fue similar en sus tendencias en el tiempo, tanto para la subregión del Piedemonte como para la Llanura inundable. Los recuentos de huevos y ooquistes en materia fecal fueron similares en las dos subregiones, pero no así, la proporción de terneros que mantienen a través de la contaminación de praderas, mayores cargas en Piedemonte con relación a la sabana inundable.

En forma significativa tanto para PGI como para *Eimeria*, la proporción de terneros infestados, fue superior en verano con relación al invierno en las 2 subregiones. Este aspecto coincide con la época de nacimientos y primer tercio de vida de los terneros, indicando que este es un período vital para el control de las formas parasíticas y no parasíticas.

Tanto en *Neoscaris*, como *Trichostrongylidae* y *Eimeria sp*, se observan dos picos coincidentes de excreción, entre los primeros 4 meses de vida y los 10 y 12 meses de edad, mostrando como la infestación de susceptibles y el consecuente incremento en la contaminación de praderas, es capaz de inducir una nueva infestación en terneros al destete natural en LLI y en los ya destetos del Piedemonte. Por lo tanto la estrategia de control debe abarcar en forma simultánea la desparasitación de jóvenes y de destetos. En la llanura inundable donde las cargas parasitarias fueron superiores en el verano, debido a la conducta social de desplazamiento en grupos, de los hatos de cría hacia ba-

jos, esteros o caños donde se dan mejores condiciones de disponibilidad de alimento y agua; esta práctica induce a una alta densidad de población que conlleva óptimas condiciones para la infestación.

Debido a las rutinas de manejo propias del sistema de producción extractivo de cría, es conveniente una desparasitación colectiva de los terneros jóvenes y próximos a destetar, en los meses de abril o mayo y noviembre o diciembre, cuando las condiciones ambientales y de los animales sean mejores.

La *Eimeria* sp aparece como un elemento importante en la salud animal de los terneros en ambas subregiones y en las mismas épocas que para PGI, por lo tanto es necesario que el control de esta enfermedad principalmente en el Piedemonte, se haga durante el verano e inicio del invierno. El parásito *Strongylidae* sp., el cual la literatura internacional considera poco patógeno, mostró estar favoreciendo la excreción de Ooquistes de *Eimeria*, quedando el interrogante de si está comprometido en la biodinámica parasítica y no parasítica de *Eimeria* y viceversa.

En Piedemonte, donde el sistema de producción permite un mejor manejo y contacto del productor con los terneros, es conveniente desparasitar las vacas al parto y los terneros en forma masiva en los 3 primeros meses de edad, en los meses de febrero o marzo, junio o julio y noviembre o diciembre, simultáneamente con los terneros a destetar o recién destetos.

Se debe Incluir en los procesos regionales de transferencia, esquemas de desparasitación y manejo de praderas y animales, enfatizando, en el buen uso de antihelmínticos de amplio espectro, que controlen *Neoascaris*, *Trichostrongylidae* y *Strongyloides* con un uso poblacional sistemático y no ocasional, es decir, únicamente en animales enfermos.

Sin embargo, el manejo de terneros, vacas, instalaciones, antihelmínticos, fuentes de agua, es mas influyente en la dinámica de endoparásitos que las mismas condiciones ambientales o geográficas.

Para la zona del Norte de Antioquia, las moscas comunes son una limitante muy importante en la productividad y sostenibilidad en productores lecheros del Altiplano Norte de Antioquia. Las especies más importantes en esa zona son la *Stomoxys calcitrans*, la *Haematobia irritans* y la *Musca domestica*.

El impacto que tienen las moscas sobre el ganado, hace que los productores usen masiva e indiscriminadamente biocidas con altos riesgos de residualidad

Sistemas de Producción

química, resistencia de las moscas a estos agroquímicos y con aumento de costos de producción. El sistema de manejo integrado de plagas (MIP) aparece como una alternativa viable, sostenible y económica para la reducción del 80 al 90% de moscas indeseables. Adicionalmente se evalúa el control biológico con materiales no vernáculos.

En la medida en que, por presiones económicas de rentabilidad y competitividad, la producción pecuaria se hace más intensiva, el aumento de dípteros es notorio. En una investigación realizada en el municipio de San Pedro de los Milagros de San Pedro de los Milagros, municipio altamente especializado en ganadería lechera, se necesitó del empleo dirigido de enemigos naturales de las moscas comunes. Se consiguieron comercialmente pupas parasitadas con *Spalangia sp* como parasitoide reconocido de moscas comunes. Estos parasitoides se liberaron sistemáticamente en el predio objeto del ensayo a razón de 300.000 quincenales hasta completar una liberación total de 6 millones de avispidas. Como componente cultural el aseo personal e institucional se entronizó en el ensayo como parte integral del MIP.

Como componente físico se emplearon trampas cubocónicas con cebos orgánicos como atrayente del adulto. La utilización del compost para desechos orgánicos fue también un componente importante. No se hizo indispensable su utilización de un componente químico, aunque se presupuestó como alternativa para picos poblacionales.

La disminución en las poblaciones de moscas en la finca estudiada fue evidente. El promedio de moscas por animal antes de los tratamientos fue de 18,1, en tanto que la misma medición después de los tratamientos fue de 1,6 moscas por animal ($P < 0,00001$). Esto quiere decir, que las diferencias son estadísticamente significativas y que el MIP es un recurso óptimo en el control de moscas.

Las moscas adultas capturadas se clasificaron así: 92% *M. Domestica*, 8% *S. calcitrans* y *H. Irritans*. El parasitismo registrado en pupas recolectadas fluctuó entre el 4 y el 6%; la mortalidad pupal fue del 41%; las moscas adultas recolectadas de la emergencia pupal se clasificaron en 26% chupadoras y 30% hematófagas. La emergencia de parasitoides fluctuó entre el 21 y 23%.

En resumen, el MIP en el control de dípteros de ganaderías de leche en el Altiplano Norte fue altamente efectivo al encontrarse una diferencia altamente significativa entre los controles antes y después de los tratamientos. Las trampas cubocónicas con el cebo atrayente fueron muy efectivas en la captura de moscas adul-

tas. Sin embargo, el cebo atrayente funciona básicamente para moscas lamedoras (92%) y en forma incipiente para moscas hematófagas (8%). El parasitismo pupal, esencia del control biológico en estos dípteros, fue muy bajo.

Esto podría explicarse por ser parasitoides no vernáculos traídos desde condiciones agroecológicas diferentes. Sin embargo, la mortalidad pupal fue muy alta y posteriores investigaciones deberán establecer alguna relación entre la liberación de parasitoides y la mortalidad pupal sin parasitismo aparente. La distribución pupal de las especies de dípteros en la finca es más o menos uniforme al encontrarse básicamente en estercoleros y partes aledañas a casa de residencia y establo.

El conocimiento sobre el comportamiento de la dinámica poblacional de las moscas predominantes en los sistemas de ganado de leche especializado ubicados en diferentes agroecosistemas entre los 2500 y 3000 m.s.n.m., permitió identificar tres especies de moscas que atacan la población animal, establecer una tecnología de prevención y control de estas especies reduciendo el uso de insecticidas químicos en más de un 50%, rebajando la cantidad de baños de 24 a 10 por año, disminuyendo la contaminación de suelos y aguas, las posibilidades de resistencia a los productos insecticidas convencionales y los riesgos de transmisión de algunas enfermedades.

4.1.6. Enfermedades de la reproducción

En la zona de Nariño esta línea de investigación se dirige principalmente a determinar la incidencia de enfermedades que afectan la reproducción del hato bovino.

Con base en un muestreo de 2.156 animales en la cuenca lechera del departamento se determinó que la Brucellosis tiene una prevalencia del 11% en 9 municipios. Igualmente se determinó que el Alto Putumayo con sus municipios de Santiago, Colón, Sibundoy y San Francisco, se encuentran libres de Brucellosis. La información de la zona se obtuvo mediante el empleo de las técnicas de Ring-Test y serologías realizadas en 208 predios.

Para la leptospirosis, la prevalencia promedio es de 15,2 % y se observa que los municipios más afectados son Túquerres y Pasto. Para el Valle de Sibundoy se ha detectado una prevalencia del 21%.

En cuanto a *Campylobacter*, la prevalencia corresponde a 17,8% y para Trichomoniasis la prevalencia es de 19,2%. En el Valle de Sibundoy la prevalen-

Sistemas de Producción

cia es del 33% constituyéndose en el agente más importante como causante de aborto e infertilidad en la región.

Se aislaron seis cepas de *Brucella abortus* y cuatro cepas de *Campylobacter fetus* var. *venerealis*. En leptospira se detectó el serovar *hardjo Prajitrno*.

4.1.7. Morbilidad y mortalidad en Terneros

La morbilidad y mortalidad en terneros es una de las causas de pérdidas económicas más importantes en las ganaderías colombianas después de la mastitis y de las enfermedades de la reproducción.

Una investigación realizada en el C.I. La Libertad, subregión natural del Piedemonte Llanero, 37 terneros del ható doble propósito que se encontraban en período neonatal (hasta 28 días de edad), fueron evaluados dos veces por semana para medir las proteínas séricas (PRO). Se tomó muestra de sangre venosa en tubos estériles y al vacío de la vena yugular externa con y sin EDTA.

Las PRO se determinaron en equipo de química sanguínea Labsystems FP-901^r con kits comerciales, por los métodos de Drabkin, Biuret, bromocresolftaleína a pH ácido, respectivamente. Se encontró que las proteínas fueron significativamente inferiores en terneros que presentaron onfalitis y diarrea ($P < 0,05$) en relación a terneros sin onfalitis (7,45 g/dl vs 8,17%) y sin diarrea (6,80 g/dl vs 7,92 g/dl). No se encontró asociación entre onfalitis con abscesos cutáneos ($\text{Chi}^2: 2,19; p: 0,09$); ni entre diarrea y abscesos cutáneos ($\text{Chi}^2: 0,20; p: 1,00$).

Los sistemas bovinos de doble propósito, con tendencia a la producción de leche existentes en el Valle del Cesar y que son prevalentes en la Finca La Unión, presentan una alta morbi-mortalidad en animales menores de un año. Los datos para esta finca modal durante el año 1996 señalan una morbilidad del 18% y una mortalidad del 10%, lo que afectó de manera sensible la rentabilidad de la explotación, además las vacas dejaron de producir leche y hubo un costo adicional por tratamientos indiscriminados de antibióticos a los terneros que se enfermaron. No se conocen las causas directas asociadas, ni los factores relacionados con este problema, ya que no se llevaban registros sistemáticos que permitieran analizar y determinar las causas del problema, con el fin de establecer planes estratégicos para su control.

La estrategia metodológica utilizada en el desarrollo del estudio se realizó de una manera integral actuando en forma preventiva en animales recién nacidos, sobre el desarrollo y la efectividad de la transferencia pasiva de inmunidad de la madre del ternero, las prácticas de manejo, evaluación y uso del calostro, identificando los factores asociados a la morbi-mortalidad y terneros, reconocimiento de la enfermedad e implementación de tratamientos y evaluación semanal de los terneros.

Inicialmente se evaluaron reproductivamente todas las vacas y novillas de vientre por palpación, para identificar los animales que se encontraban en el último tercio de gestación, a las cuales se le hizo un seguimiento hasta el momento del parto, teniendo en cuenta su grupo racial y el número de lactancias del animal.

Para evaluar la viabilidad de los terneros recién nacidos se midieron en las primeras horas de nacimiento aspectos referentes a : tiempo de aparición del reflejo de succión, tiempo para incorporarse, frecuencia cardiaca, tono muscular y color de las mucosas.

La evaluación del estado inmune del ternero se recomienda realizarla en las primeras 48 horas de vida del ternero y no debe pasar de la primera semana de edad. Para esto se utilizó la prueba semicuantitativa del Sulfito de Sodio, que determina los niveles de absorción de inmunoglobulinas por parte del ternero, para poder adquirir los anticuerpos necesarios para protegerse.

A los terneros que presentaron baja viabilidad, debilidad e incapacidad física para alcanzar la glándula mamaria, los nacidos por distocias, los rechazados por sus madres y los hijos de vacas con mastitis severas y fallas de la glándula mamaria se les suministró calostro fresco y de buena calidad en cantidad del 10-15% de su peso corporal (3-4 litros) en las primeras doce horas de vida. Para el suministro del calostro se utilizaron baldes con chupo - tetero.

Los terneros que enfermaron fueron evaluados clínicamente y tratados de acuerdo al protocolo diseñado para el reconocimiento y tratamiento de enfermedades de terneros neonatos, teniendo en cuenta que entre las principales entidades patológicas que afectan a la microregión se encuentran las enfermedades digestivas, respiratorias y la Septicemia

A continuación se presenta el protocolo para reconocimiento y tratamiento de las principales enfermedades de los terneros neonatos en el Valle del Cesar

Sistemas de Producción

Diarrea	Neumonía	Septicemia
<p>SIGNOS CLINICOS : El ternero no termina su alimento. Depresión, 6-12 horas después diarrea.</p>	<p>SIGNOS CLINICOS : En reposo, respiración rápida, tos, moco nasal.</p>	<p>SIGNOS CLINICOS : Depresión, inflamación y dolor de las articulaciones, diarrea leve y tos (no siempre)</p>
<p>TRATAMIENTO : Si hay diarrea y depresión.</p>	<p>TRATAMIENTO : Inyectar antibióticos (2) Inyectar ½ cc de Flunixin meglumine</p>	<p>TRATAMIENTO : Inyectar antibióticos (4) Inyectar ½ cc de Flunixin meglumine.</p>
<p>Suministrar vía oral dos litros de solución de electrolitos dos veces al día :</p>	<p>Continuar el tratamiento por 3 días. Si no hay mejoría después de 2 días: Cambiar antibióticos (3) Suministro de leche a voluntad</p>	<p>Continuar el tratamiento por 3 días. Si no hay mejoría después de 2 días</p>
<p>Dar antibióticos vía oral (1). Suministrar leche a voluntad. Si hay diarrea pero no depresión.</p>	<p>Si no hay consumo de leche, suministrar vía oral 2 litros de solución S/n de electrolitos</p>	<p>Cambiar antibióticos (3) Suministro de leche a voluntad</p>
<p>Reemplazar el agua de bebida con 2 litros de solución S/n de electrolitos.</p>		<p>Si no hay consumo de leche, suministrar vía oral 2 litros de solución S/n de electrolitos</p>
<p>Suministro de leche a voluntad. Chequear otros signos de enfermedad.</p>		

A todos los terneros nacidos se les hizo un seguimiento para evaluar su desarrollo y crecimiento hasta los 3 meses de edad.

Los resultados obtenidos muestran que la mortalidad en terneros neonatos durante el presente año ha sido del 3.2% y en terneros menores de 1 año de 4.3%, disminuyendo con respecto al año anterior en 5.7%. El 75% de los terneros que murieron (6) eran menores de 60 días y el 25% (2) estaban entre 120 y 185 días de edad.

Durante el período de implementación de las estrategias de manejo del ternero, del 10 de junio del presente año a la fecha, la morbilidad en la finca fue del 4.6% (5 de 108) terneros nacidos y la mortalidad de 1.1% (2 de 108). De los animales nacidos en este período, el 10.2% (11) presentó problemas de baja viabilidad y absorción parcial de inmunoglobulinas de la madre, de las cuales

el 45% eran de vacas de primer parto, el 18% de 2 a 3 partos y el 37% de vacas mayores de 4 partos. De éstas, 2 vacas presentaron problemas de distocia y una rechazo al hijo.

En el Bajo Cauca, ubicado en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical, con temperatura promedio de 28°C, una precipitación anual de 2.800mm y humedad relativa del 80%, se implementó una metodología para el reconocimiento y tratamiento de enfermedades en bovinos neonatos (primeros 28 días de vida) en un sistema de producción doble propósito con el objeto de reducir la morbi-mortalidad. La explotación ganadera maneja una mezcla de grupos raciales donde predomina el cruce de Cebú Comercial con Holstein, Pardo Suizo y Sahiwal.

En la zona y en especial para ganados tipo doble propósito, se carece de planes definidos de manejo, al igual que de protocolos probados en fincas para el tratamiento de enfermedades de mayor presentación en la cohorte en mención, como neumonías, diarreas, septicemias, entre otras; ni de evaluación clínica del recién nacido.

El protocolo de tratamiento propuesto con base en prácticas adecuadas de manejo preventivas y curativas fue eficiente toda vez que de 24 terneros neonatos que enfermaron, el 95.8% respondieron satisfactoriamente. Esto contribuyó, entre otros aspectos, a reducir costos de producción al disminuir la inversión en fármacos en animales enfermos.

El buen manejo sanitario del hato ganadero, logrado a partir del diseño de planes estratégicos de prevención, diagnóstico y control integral de enfermedades de tipo parasitario, infeccioso y nutricional, se convierten en una herramienta efectiva en la disminución de mortalidad y costos de mantenimiento, que contribuirán a la formación de una empresa ganadera eficiente y competitiva en la producción de carne y leche.

Aunque gran parte de las medidas preventivas, curativas y de control de problemas sanitarios son ampliamente conocidas por los ganaderos, la mayoría de ellas no son realmente implementadas, ya sea por falta de un servicio de diagnóstico oportuno que determine la presencia de patologías y sus efectos en la productividad animal y como consecuencia la falta de motivación y concientización del ganadero.

Sistemas de Producción

5. TRANSFORMACIÓN, CALIDAD Y CONSUMO

5.1. Evaluación de calidad de leches en el trópico bajo colombiano

En una investigación realizada en el Piedemonte Llanero de los departamentos de El Meta y Cundinamarca, se hizo un estudio seccional cruzado a mastitis subclínica, con muestreo aleatorio simple, estratificado, por áreas de mayor producción lechera, en la cuenca del Piedemonte Llanero de los departamentos de El Meta y Cundinamarca, en un transecto de 200 km. Paralelos a la Cordillera Oriental, en predios situados en vías primarias y secundarias.

Se determinó en 52 fincas, calidad físico-química y bacteriológica de la leche en 318 vacas, 127 cantinas en fincas, 25 carros colectores que expenden leche a domicilio y 47 expendios urbanos .

Se efectuó recuento en placa estándar de microorganismos mesófilos por cultivo de diluciones en base 10, en Plate count Agar por incubación a 37°C por 48 horas y determinación de Coliformes totales y fecales por cultivo en agar verde rojo brillante (RVA) con incubación a 37°C y 43.5°C por 48 horas respectivamente (López E y col. 1982; Universidad de los Andes, 1985).

La composición porcentual media de la leche en vacas al ordeño fue: agua de constitución: 87.83%; sólidos totales en estufa (n=141) : 12.17% ; Grasa (=318) : 3.28% ; Proteínas (n=43) : 3.28%; proteínas no caseinosas : 1.19%. Las condiciones físicas fueron : Densidad 15/15 (n=317) : 1.0311; Acidez (n=325) : 0.16. La media geométrica de los recuentos bacterianos fue : Mesófilos (n=219) : 47240 UFC/ml ; Coliformes totales (n=216). 564 UFC/ml y Coliformes fecales (n=216) 74 UFC/ml.

La composición de la leche de las vacas al ordeño del presente estudio, expresa la calidad de la producción comercializada a nivel de los individuos y está influenciada por el tipo de ordeño, si dejan un cuarto mamario o leche residual al ternero, el tiempo que los terneros permanecen con las vacas antes del siguiente ordeño, el tipo racial, la alimentación y la higiene del sitio de ordeño y de los ordeñadores y la época del año.

El 19.5% de las vacas presentó un porcentaje de grasa inferior a 2.5% (Grupo I 62/318); el 19.18% entre 2.5% y < 3.0% (Grupo II 61/318) ; el 25.16% entre 3.0 y < 3.5% (Grupo III, 80/318), el 11.95% entre 3.5 y < 4.0% (Grupo IV 38/

318) y el 24.21% \geq 4.0% (Grupo V, 77/318). Los relativamente bajos porcentajes de grasa (<3.0%) en el 38.68% de los animales se explican parcialmente por ordeño incompleto y por la leche residual que las vacas con ternero retienen para su cría.

Se encontró asociación significativa ($\text{Chi}^2=40.65$; $\text{gl}=4$, $p:0.000$) entre grupos según clasificación del porcentaje de grasa y el tipo racial y entre el tipo de ordeño y el grupo racial (Chi^2 6-4142, 1 gl , $p:0.0113$, pero no entre grupos de grasa y tipo de ordeño ($\text{Chi}^2:4.4683$, 4 gl , $p: 0.3464$).

La densidad 15/15 menor de 1.030 se encontró en el 24.3% de las vacas (77/317); entre 1.030 y < de 1033 en el 61.82% de los animales (196/317); y entre 1.033 y 1.036 en el 13.88% (44/317).

Se encontraron sólidos totales, en estufa, para vacas inferiores a 11.5% en el 29.8% (42/141); entre 11.5 y < 13% en el 48.2% (68/141); y entre 13 y < 16% en el 22% (31/141).

Las proteínas fueron inferiores al 3% en el 18.6% (8/43) de las vacas evaluadas, entre 3.0 y < 3.5% en el 53.59% (23/43) y \geq 3.5% en el 27.91% (12/43).

El 26.95% (34/219) de las vacas presentaron recuentos entre 200 y < 10.000 UFC/ml de mesófilos; el 34.7% (76/219) entre 10.000 y < 100.000 UFC/ml; el 20.1% (44/219) entre 100.000 y < 300.000 UFC/ml; y el 18.25% (40/219) >300.000.

Con respecto a Coliformes totales el 27.15% entre >100 y 1000 UFC/ml, el 28.96% entre > 1000 y 10.000 UFC/ml y el 15.38% > 10.000 UFC/ml. En Coliformes fecales el 22.22% (48/216) de las vacas presentó recuentos interiores a 10 UFC/ml; el 21.76% (47/216) entre 10 y <100 UFC/ml, el 32.87% (71/216) entre 100 y < 1000 UFC/ml y el 23.15% (50/216) \geq 1000 UFC/ml.

La clasificación por porcentaje de grasa en los 5 grupos para vacas no presentó diferencias estadísticas ($P>0.05$) para los recuentos de mesófilos, Coliformes totales y fecales, caseína, acidez y cenizas; pero si para proteínas ($P<0.05$), densidad, y naturalmente grasa ($P<0.0001$).

La leche de cantinas en fincas, del piedemonte se comparó, con la leche de cantinas de fincas de la sabana de Bogotá, La leche de la sabana de Bogotá, es producida en trópico de altura (2600 msnm), con bovinos lecheros especializados, generalmente Holstein Friesian, en ordeño a fondo sin ternero;

Sistemas de Producción

mientras la leche del piedemonte llanero se produce en trópico bajo (340 m.s.n.m.), con bovinos cruzados, lecheros europeos por cebú en diferente proporción, y con efecto mamogénico del ternero antes y después del ordeño.

La calidad observada entre el ordeño completo de la sabana de Bogotá e incompleto del Piedemonte, muestra en este último una leche de excelente calidad, con mayores sólidos totales, mayor gravedad específica, mejor proporción de proteína que es similar a la de grasa, la cual es ligeramente superior a la de la Sabana de Bogotá. Su limitante se encuentra en la deficiente calidad microbiológica y especialmente en los altos recuentos de coliformes fecales y totales.

La investigación demostró la decreciente variación en la calidad fisico-química y microbiológica de la leche en la cadena de comercialización del piedemonte, desde su punto de origen en finca hasta el consumidor. Los bajos porcentaje de grasa, producto de ordeños incompletos del sistema de producción, se hacen más notorios cuando el número de vacas en ordeño supera los 30 animales y el tiempo de ordeño se prolonga. La leche del piedemonte presenta excelentes características en su composición, que le dan potencialidades de aplicación y eficiencia en la lactoindustria. La densidad no es una prueba suficiente para calificar la leche del piedemonte, en razón de la variabilidad en grasa y sólidos no grasos.

Es necesario emprender campañas de higiene del ordeño, que involucren manejo de animales, culturas sanitarias de personas, higiene de establos, corrales, recipientes de colecta de almacenamiento y expendedores industriales y consumidores.

5.2. Calidad y comercialización de la carne.

Para evaluar el rendimiento en canal de novillos Cebú y el cruce Sanmartinero X Cebú en praderas de *Brachiaria decumbens* en la Altillanura de El Meta, se escogieron 12 novillos Cebú y 12 novillos Sanmartinero x Cebú, los cuales fueron criados, levantados y cebados en pastoreo continuo de *B. decumbens*, sal mineralizada del 6% de fósforo y agua a voluntad en el C.I. Carimagua. Después de 728 días de ceba los novillos promediaron pesos entre 451 - 461 kg., a una edad de 34 meses.

Una vez finalizada la ceba los animales se trasladaron a Bogotá, situación que fue aprovechada para registrar las pérdidas que se originan durante el viaje. Para este caso, los novillos Cebú perdieron 38 kg. y los cruzados 34 kg. re-

presentando una merma de 7 - 8% aproximadamente. Los novillos fueron sacrificados bajo las normas técnicas del frigorífico.

Al corregir el peso presacrificio con relación al peso del contenido gastrointestinal, los valores para el Cebú y Sanmartinero x Cebú fueron peso presacrificio corregido en kg 394 y 404 kg, con un rendimiento del 65.6% y 64.6% respectivamente.

Los rendimientos de carne en cortes al supermercado para este muestreo fueron: carne extra 11.98 y 13.2%, carne de primera 30.3 y 29.5%, carne de segunda 19.1 y 18.6% y carne de tercera 38.3 y 38.8% para el Cebú y SM X C respectivamente, valores obtenidos con relación a la cantidad de carne limpia producida por los 2 grupos de animales.

El rendimiento en hueso con carne fue 9.3 y 9.1% y del hueso poroso de 13.9 y 13.1% para Cebú y SM X C respectivamente, valores relacionados con el peso de la canal fría. En ninguno de los parámetros anteriores se encontraron diferencias significativas. Otras medidas tomadas fueron: la longitud de la canal, que registro valores de Cebú de 136 cm y en el cruce de 138 cm; en el espesor de la grasa dorsal a nivel de la doceava costilla, el Cebú aventajo al cruce en 2 mm (0.52 vs 0.50).

◆ Evaluación de rendimientos en canal de novillos cruzados Sanmartinero x Cebú y Cebú.

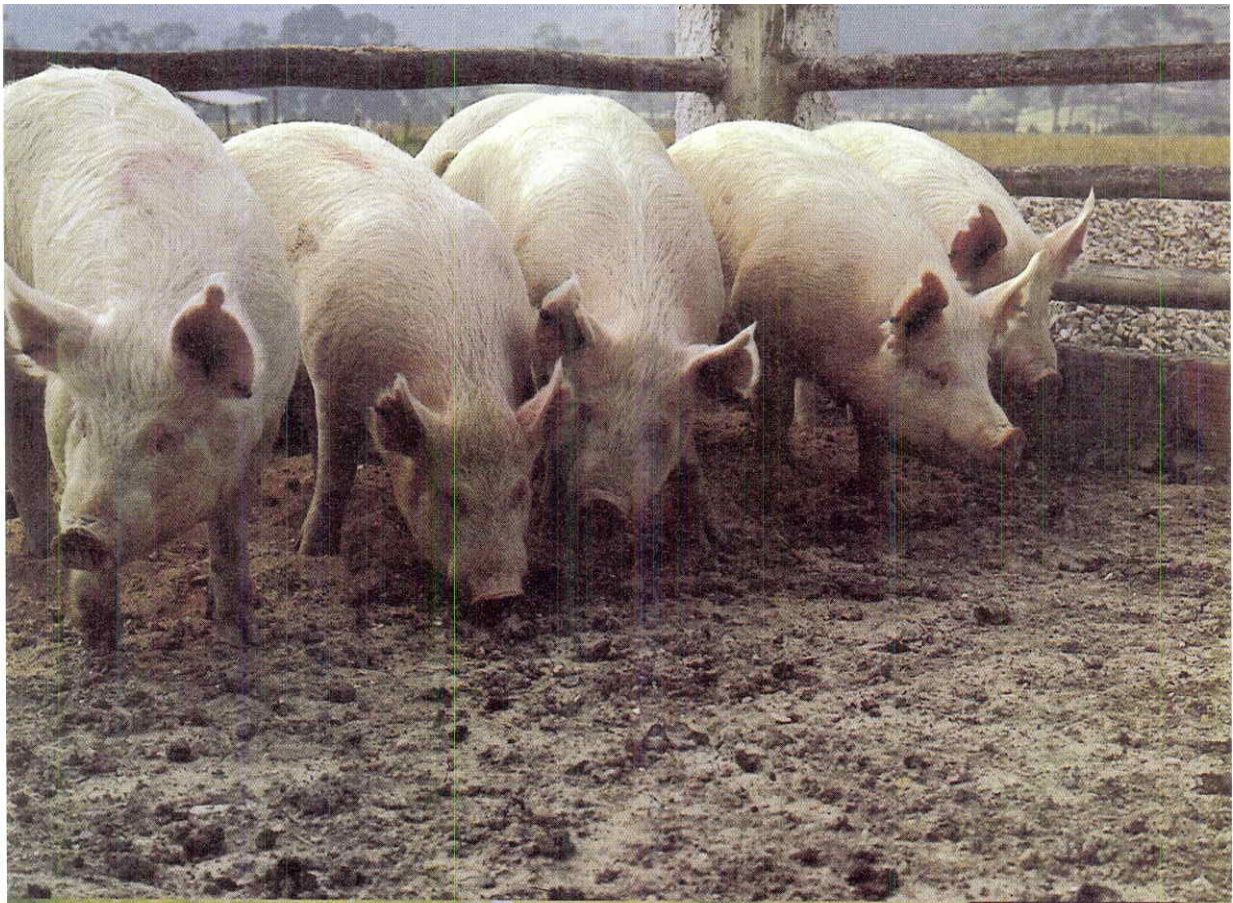
En los mercados o ferias de ganado en Colombia tradicionalmente se ha discriminado contra los novillos cruzados Criollo x Cebú, aduciendo en general menores rendimientos en canal en comparación con el Cebú blanco. El trato de inferioridad dado a los novillos Criollo x Cebú se basa en que los compradores argumentan que tales animales cruzados tienen mayor cantidad del contenido digestivo, menores rendimientos en canal, menor proporción de carne neta, mayor peso de vísceras rojas y blancas y mayores mermas en el peso de las canales por desecación.

Como consecuencia de todos estos defectos supuestos, el precio que se paga por los novillos cruzados en pié es aproximadamente un 4% inferior al de los novillos Cebú blancos. Esta peculiaridad del mercado de la carne en el país, ha desestimulado el uso de una técnica tan efectiva y simple de aplicar, como el cruzamiento alterno de Criollo y Cebú.

Sistemas de Producción

Con la utilización de toros Sanmartineros con vacas Cebú se producen aumentos económicamente significativos en las tasas de natalidad, supervivencia de terneros y ganancia de peso de los animales, en comparación con un hato Cebú. Adicionalmente los novillos cruzados originados del apareamiento anterior son más pesados al sacrificio y producen mayores porcentajes de carne y menores porcentajes de hueso y de grasa que animales Cebú. En general se encontró que los porcentajes de rendimiento en relación con el peso al sacrificio fueron respectivamente para Sanmartinero x Cebú y para Cebú de : carne total 36.1 y 35.4, hueso total 12.6 y 13.0 y grasa total 8.2 y 8.9%.

Los porcentajes en relación con el peso neto (peso al sacrificio menos contenido digestivo) fueron en el mismo orden: carne total 40.0 y 39.3, hueso total 14.0 y 14.7 y grasa total 9.1 y 9.9%. Estos resultados permiten aplicar sin restricción una tecnología tan simple y eficaz como el cruzamiento de toros Criollos con vacas Cebú, y esperar o pedir que se pague el precio justo por el producto final.



Especies Menores

ESPECIES MENORES

INTRODUCCION

La investigación y la transferencia de tecnología realizada por Corpoica en especies menores ha ocupado un lugar destacado dentro del conjunto de proyectos pecuarios en las diferentes zonas agroecológicas del país.

La importancia socioeconómica de especies que como las aves, los cerdos, los ovinos, los caprinos, los conejos, los cuyes y las abejas tienen como sistema de producción únicos o asociados a otras especies agrícolas y pecuarias, permiten a los diferentes tipos de productores, realizar un aporte fundamental a la producción agropecuaria del país, mediante el uso de diversas estrategias de alimentación y producción.

Son varias las causas que en forma integrada, influyen en la productividad y sostenibilidad de estos sistemas de producción, la disponibilidad, los altos costos y la poca racionalidad en el uso de diversas fuentes alimenticias, las limitaciones en aspectos sanitarios, las inadecuadas prácticas de manejo y restricciones en el acceso y uso de algunas tecnologías en investigación y transferencia ocupan permanentemente áreas especiales en investigación y transferencia de tecnología.

En la caracterización de sistemas de producción, área en la cual se observan avances positivos desde el punto de vista conceptual y metodológico, se facilita el análisis de las limitaciones y se entiende mejor el papel que juegan las especies menores dentro del sistema, dirigiendo estratégicamente los recursos y las propuestas tecnológicas dentro de este sector productivo.

No obstante, que algunas de estas especies constituyen desarrollos productivos recientes dentro del conjunto de la economía agropecuaria colombiana, el aporte de las mismas y el papel socioeconómico que representan, las sitúan en lugar privilegiado.

Sistemas de Producción

Importancia Socioeconómica

La producción de proteína animal (carne, y huevos) ha evolucionado durante los últimos años hacia formas más intensivas de producción en sistemas de producción de ponedoras, pollos de engorde y cerdos, mientras, como los ovinos de pelo, ovinos de lana, porcinos tradicional y conejos, están soportados en sistemas tecnológicos de producción tradicionales.

La importancia socioeconómica de las especies menores ubica la producción de cerdos y aves, como una actividad fundamental respecto a la disponibilidad de recursos que se emplean para generar los volúmenes de productos que anualmente entran al consumo de la población colombiana: 616 toneladas de carne de pollo, 7.400 millones de huevos y 130.000 toneladas de carne de cerdo, son prueba de ello.

De otra parte, la producción en pequeña y mediana escala de las especies ovina, caprina, cunícola y apícola tienen un gran peso en la economía del nivel campesino con una participación en el valor de la producción agropecuaria cercana al 1.5 %.

La actividad avícola comercial constituye el subsector pecuario de mayor evolución en cuanto a eficiencia productiva alcanzando los mismos niveles que se observan en países desarrollados. Participa con un 13% del valor de la producción agropecuaria, absorbiendo un 68% del total de la producción nacional de alimentos concentrados, generando cerca de 170.000 empleos directos y unos 500.000 empleos indirectos.

Con un inventario cercano a los 2.500.000 porcinos el número de productores asociados a estos sistemas de producción se estima en 320.000 productores mientras que un 82% del total de cerdos se produce en granjas de menos de 50 cerdos, 7% en aquellas cuya capacidad está entre 50 y 500 cerdos y un 10% del inventario se maneja en sistemas intensivos con capacidad mayor a 500 animales.

El aumento en los volúmenes de producción de carne de estas especies está relacionado con sistemas de alimentación que requieren en uso de cereales (40%), tortas de oleaginosas (20%) y subproductos de molinería (18%) y la intensificación de manejo animal. El primer factor crea una situación de competencia con la alimentación humana, aspecto en el cual el cerdo está llamado, dada su naturaleza, a jugar un papel fundamental en países tropicales no cerealistas a integrar y maximizar el uso de recursos natu-

rales tropicales no convencionales en sistemas de producción de alta o baja especialización.

El aprovechamiento, utilización y reciclaje de residuos orgánicos, productos y subproductos agroindustriales y el uso de potenciales contaminantes de origen vegetal hacia la producción de proteína animal aporta de una parte soluciones sostenibles y estabilidad biológica además de representar una de las principales estrategias para mantener la capacidad productiva de los sistemas agroalimentarios.

Los análisis recientes demuestran que la importancia y grado de desarrollo de estas especies (aves y cerdos) desde hace dos décadas continua afirmándose como renglón de primera importancia económica principalmente en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Valle del Cauca, Santander y últimamente en algunas regiones de la Costa Atlántica y centros del país. Otras especies menores (ovinos, caprinos, abejas, conejos) contribuyen a ampliar y diversificar la producción y oferta de productos de origen animal que dentro del marco de la apertura económica permiten al sector pecuario mejorar su competitividad, estimulan el desarrollo de procesos agroindustriales y contribuir a la sostenibilidad de sistemas de producción agrícola.

Principales limitantes

La competitividad de las principales especies menores (aves, cerdos) depende de la solución adecuada a los problemas y limitantes de productividad y calidad dentro de la cadena productiva. Esta cadena se inicia con la producción de granos y cereales, materias primas básicas en la elaboración de alimentos concentrados, responsable de un 70 a 75% del total de costos de producción por kg/de carne producida; continua con los productores quienes deben adaptarse a los procesos de competencia internacional en cuanto a indicadores y costos de producción, cadenas de comercialización y demandas de calidad del producto terminando con el consumidor quien dinamiza la demanda satisfaciendo necesidades, creencias y gustos.

Las dificultades en reducir los costos de producción está relacionada directamente con los altos costos de las materias primas básicas referenciadas anteriormente las cuales o no se producen en cantidad suficiente, o son producidas a costos poco competitivos con respecto al mercado internacional.

La evaluación y caracterización nutricional de ingredientes tropicales convencionales y no convencionales así como el mejor conocimiento de sistemas de

Sistemas de Producción

procesamiento, niveles de inclusión y manejo en sistemas de alimentación determinará en gran medida los resultados en aspectos de comportamiento animal y calidad del producto.

El manejo intensivo de recursos en la producción de aves y cerdos, requiere igualar estándares de productividad internacional. La definición de regiones en donde se logren mayores ventajas comparativas técnicas y económicas para la producción de carne proveniente de monogástricos así como el mejoramiento de la gestión a nivel de finca incluyendo la implementación de programas de producción ambientalmente limpios, constituyen factores decisivos para permitir la sostenibilidad de estos sistemas de producción.

Igualmente, los altos índices de desempleo y subempleo, la limitada capacidad de compra del consumidor, restricciones, factores culturales y religiosos e inadecuadas cadenas de comercialización limitan actualmente el consumo.

Las principales restricciones que presentan este tipo de sistemas hacen referencia también a las necesidades para un comportamiento adecuado y mejorar el bienestar de los animales, la polución ambiental, y la prevención y control de enfermedades de origen bacterial y viral, área crítica en la explotación intensiva de aves y cerdos.

Esta generación de producción intensiva contrasta con el de las unidades productivas de pequeños productores que mantienen bovinos, rumiantes menores (ovinos, caprinos), cerdos, aves y conejos, en donde se identifica competencia entre componentes: como proveedor de alimentos para la familia y el mercado (vegetales y animales) y la disponibilidad de área para cultivos y la competencia por espacio y por mano de obra. Estos sistemas requieren de una aproximación más integral y complementaria entre componentes y desde el punto de vista tecnológico incluyen:

- La provisión de recursos alimenticios de alto valor biológico para la familia (huevos, carne y leche).
- Reciclaje de desechos vegetales y agroindustriales.
- Reciclaje de desechos metabólicos (excretas).

En algunas microregiones de la región Caribe, Valles interandinos y Región Andina es común la explotación de cabras y ovejas de pelo, las cuales contribuyen a la economía familiar de pequeños y medianos productores; se utilizan en áreas agrícolas para control de malezas. Además, se aprovecha la capaci-

dad de consumo voluntario de estas especies por recursos forrajeros poco apetecidos por bovinos.

En el trópico medio predomina la caña de azúcar, la cual se utiliza para la producción de azúcar y mieles. Este cultivo produce una gran gama de recursos que pueden ser incorporados de manera integral a la producción de proteína animal (carne de cerdo y pollo). Otra parte de la biomasa disponible (hojas, cogollo y bagazo) resultante del procesamiento de la caña son utilizados para la producción de carne y leche bovina.

1. RESULTADOS

Nutrición Animal.

La investigación en nutrición animal tiene como objetivo ampliar el inventario de los recursos alimenticios en los sistemas de producción animal, mejorar su eficiencia de utilización en las especies de monogástricos de importancia económica y diseñar alternativas tecnológicas que se incorporen a sistemas de alimentación con el fin de suplir la demanda actual y potencial de proteína de origen animal, con alimentos adaptables a procesos de transformación agroindustrial con sus implicaciones importantes en salud humana.

Sistemas de Evaluación y Modelos de Optimización de Recursos.

El conocimiento del valor nutricional de los recursos alimenticios disponibles para la producción animal en los diferentes agroecosistemas y pisos longitudinales, mediante evaluación de disponibilidad de nutrientes para diferentes especies y en los diversos estados fisiológicos de los animales permite el diseño de sistemas tecnológicos que incluyan niveles óptimos de estos recursos haciendo más sostenible y competitiva la producción de carne y huevos en el trópico colombiano.

Los procesos de caracterización y evaluación de algunos recursos consideran los efectos de la variedad, la época del año y la fertilidad de suelo, entre otros sobre la concentración de nutrientes en razón a que el uso de valores promedio limita la priorización de materiales promisorios y crea altas restricciones para su utilización en condiciones prácticas.

Lo anterior queda reflejado en los resultados obtenidos durante el proceso de selección y priorización de variedades de cebadas desnudas y malteras del

Sistemas de Producción

banco de germoplasma de Corpoica durante el cual se encontraron concentraciones de proteína cruda que variaron entre 11 y 13 % para las líneas de cebadas desnudas y entre 6 y 9% en las malteras. Con respecto al contenido de grasa se encontró para la variedades cubiertas un contenido del 1.5% y para las desnudas del 5%.

Las características químicas del grano de cebada, también son afectadas por las condiciones medio ambientales, muestran una relación inversamente proporcional en los contenidos de almidón y fibra cruda con diferencias altamente significativas en estos parámetros para las cebadas sembradas en Subachoque (50.4%, 4.6%) y Cucunubá (50%, 4.5%) con respecto a las cultivadas en Bojacá, con 48.7% y 4.9%, respectivamente.

Las cebadas sembradas en Bojacá presentaron mayor concentración de proteína, 15.6%, seguida de Subachoque 14.8% y Cucunubá con 10.6%. El extracto etéreo del grano de cebada fue diferente entre localidades; el mayor porcentaje se obtuvo en Cucunubá con 1.39%, seguido de Bojacá con 0.97% y Subachoque con 0.79%.

En relación con la pared celular (FDN), las cebadas sembradas en Cucunubá registraron 15.1%, seguido de Subachoque con 16.1% y Bojacá con 18.2%. Las mayores concentraciones de almidón, proteína y extracto etéreo se encontraron en las cebadas, comparadas con las de tipo cubierto. Al contrario, las mayores concentraciones de fibra cruda y FDN se registraron en las de tipo cubierto (6.7% y 20.3%) con respecto a las desnudas (2.6% y 12.6%).

La evaluación en monogástricos de maíces nacionales e importados demostró que las variedades de maíces nacionales presentaron niveles menores de proteína cruda y de extracto etéreo influyendo en los valores de energía bruta, energía metabolizable verdadera y energía metabolizable verdadera corregida por nitrógeno. Al comparar maíces argentinos con americanos no se observaron estas diferencias atribuibles a mayores concentraciones de almidón a los maíces americanos.

Dentro de las estrategias nutricionales para controlar el síndrome ascítico de origen hipóxico en pollos de engorde, se han utilizado sistemas de alimentación con restricción cualitativa y cuantitativa de alimento, con el fin de obtener tasas de crecimiento corporales, proporcionales entre la masa muscular del pollo (demanda de oxígeno) y la capacidad cardiopulmonar (oferta de oxígeno) con lo cual, evidentemente disminuye la presentación del síndrome afectando relativamente la producción de carne.

Especies menores

Pollos de engorde alimentados con una dieta comercial en forma de harina se manejaron aplicando dos modelos de restricción alimenticia durante la fase de iniciación y por sexos: una restricción cuantitativa de alimento (R1) entre los 6 y 12 días de edad hasta alcanzar los requerimientos energéticos de mantenimiento y una restricción circadiana (R2) con restricción de alimento a diario entre los 8 y 21 días de edad. Las curvas de crecimiento entre macho y hembra de pollos de engorde alojados en piso, muestran que la restricción R1 redujo el peso corporal en un 37% a los 13 días de edad en tanto que la restricción R2

Uno de los mayores problemas para evaluación del contenido de aminoácidos de ingredientes empleados en la alimentación animal es disponer de una metodología unificada en cuanto a criterios de evaluación analítica con alta precisión y repetibilidad de resultados. Al respecto, la evaluación de dos métodos cromatográficos usando sojas extruidas para determinar la concentración de aminoácidos, mostraron diferencias en los contenidos de aminoácidos: lisina, cistina, metionina + cistina, treonina, triptófano, arginina, isoleucina y leucina.

La evaluación de las diferencias entre tres proveedores de sojas extruidas presentaron coeficientes superiores al 5.5% para la concentración de los diferentes aminoácidos, sobresaliendo las diferencias en los contenidos de lisina (6.2%), de aminoácidos azufrados (7.5%) y de triptófano (18.1%). Por otra parte, los factores de corrección, con base en porcentajes de proteína, mantuvieron altos niveles de variación para los aminoácidos azufrados (8.6%) y triptófano (12%).

En las sojas integrales tostadas, la situación es similar, aún utilizando el mismo procedimiento (calentamiento por exposición directa a la llama). Los coeficientes de variación para el % del aminoácido fueron: lisina 8.7%, aminoácidos azufrados 6.5% y triptófano 16.5%; mientras que en términos de % de proteína fueron: 5.6%, 11.3% y 17.8%, respectivamente.

Al mismo tiempo, se desarrolló un trabajo para la determinación indirecta del grado de cocción de las sojas integrales tostadas, utilizando la técnica de solubilidad de la proteína en KOH. Esta estandarización es importante para el control de calidad de la torta de soya a nivel comercial, pero no para el caso de grano de soya integral. El tiempo usado para la extracción y el tamaño de partícula son aspectos fundamentales para obtener un valor máximo de solubilidad; en este sentido, las mallas #45 y 60 presentan la mayor uniformidad en solubilidad.

Sistemas de Producción

En las etapas de preiniciación e iniciación del cerdo, los estudios con soya extruídada, muestran que a nivel del íleon la digestibilidad es menor que a nivel fecal en parámetros como: materia seca, energía digestible, proteína cruda, grasa y fibra cruda. De igual manera, los valores obtenidos por digestibilidad ileal tienen mayor precisión que los reportados por digestibilidad fecal; lo cual demuestra la importancia de su aplicabilidad a nivel comercial.

En la evaluación de nutrientes energéticos, proteicos y de minerales se trabajó con maíces nacionales e importados. En monogástricos, los maíces nacionales presentaron niveles menores de proteína cruda (9.94% vs. 7.50%) y de extracto etéreo (1.49% vs. 2.95%), que influyen en los valores de energía bruta (EB), 3822 vs 4030 Kcal/Kg, energía metabolizable verdadera (EMV), 3320 vs 3560 Kcal/Kg y energía metabolizable verdadera corregida por nitrógeno (EMVn), 3171 vs 3400 Kcal/Kg. Al comparar maíces argentinos con americanos no se observaron diferencias en los valores de EB (3907 vs 3893 Kcal/Kg), EMVn (3590 vs 3587 Kcal/Kg) y energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno (EMAn) (3365 vs 3362 Kcal/Kg), a pesar de que los maíces argentinos contenían un 2% más de grasa.

Las anteriores diferencias puede ser atribuidas a mayores concentraciones de almidón de los maíces americanos. En los estudios de maíz para ensilaje, no se observó correlación entre la variedad y el contenido de proteína; ni entre la variedad y el contenido de materia seca, cuando se analizaron las diferentes partes de la planta, tallo, hojas y mazorcas provenientes de dichos materiales. Sin embargo, algunos materiales como el Pop Amarillo Fino y el Amarillo Oro presentaron diferencias en el contenido de proteína de la mazorca.

Dentro de las estrategias nutricionales para controlar la ascítis de origen hipóxico en pollos de engorde, se han utilizado sistemas de alimentación con restricción cualitativa o cuantitativa de alimento, con el fin de obtener tasas de crecimiento corporales proporcionales entre la masa muscular del pollo (demanda oxígeno) y la capacidad cardiopulmonar (oferta oxígeno); lo cual evidentemente, disminuye la presentación del síndrome ascítico; sin embargo, afecta la producción de carne, por lo cual, muchos productores consideran mas rentable convivir parcialmente con la enfermedad.

Los pollos de engorde alimentados con una dieta comercial en forma de harina, y siguiendo las recomendaciones del proveedor para las fases de iniciación (0 a 22 días de edad) y finalización (22días de edad hasta el peso de mercado), se manejaron con restricción durante la fase de iniciación, por sexos, aplicando dos modelos de restricción alimenticia: a) Restricción cuantitativa

Especies menores

de alimento (R1); en el cual se restringe hasta alcanzar los requerimientos energéticos de mantenimiento ($1.5 PC^{0.67}$).

Esta restricción se realiza entre los 6 y 12 días de edad. b) Restricción circadiana (R2); en la cual se restringe el alimento diariamente entre los 8 y 21 días de edad durante 8 horas y media y cubre el período entre las 7 a.m. y 4:30 p.m. modelo ampliamente utilizado comercialmente en Colombia y en México.

Las curvas de crecimiento de machos y hembras de pollos de engorde alojados en piso muestran que la restricción R1 redujo el peso corporal en un 37.03% a los 13 días de edad; mientras que la restricción R2 disminuyó el peso corporal en un 23.5% a los 19 días de edad. En las hembras, la restricción R1 causó una reducción en el peso corporal en un 38.5% a los 12 días de edad, mientras la restricción R2 redujo el peso corporal en un 24.9% a los 19 días de edad. Se realizó un seguimiento de la curva de crecimiento hasta los 54 días en machos y 60 días en las hembras, no obstante, los grupos no presentaron crecimiento compensatorio al compararlos con los controles alimentados a voluntad.

Las máximas velocidades de crecimiento de los machos y de las hembras se observaron durante los primeros cuatro días de edad; es así como la restricción de alimento R1 afectó de manera sensible la velocidad de crecimiento; mientras que la restricción R2 produjo cambios mas suaves tanto en hembras como en machos. En ambos casos, el cambio de énfasis postrestricción en la velocidad de crecimiento es importante para la compensación del peso corporal; sin embargo, las dietas comerciales no soportan esta tendencia inicial, por el cambio brusco que se sucede al pasar de la dieta de iniciación a la de finalización. Las hembras son más sensibles a la restricción alimenticia; no obstante, muestran una mayor capacidad de recuperación que los machos, aunque las dietas disponibles en el mercado no responden adecuadamente.

La dinámica del crecimiento de los segmentos del tracto gastrointestinal (TGI), los órganos del tracto, la pechuga y la grasa abdominal presentan diferencias numéricas temporales por efecto de los tratamientos experimentales. Sin embargo, la tendencia a una mayor proporción de TGI en los grupos restringidos como requisito para el crecimiento compensatorio del peso corporal de los pollos no fue evidente. El hígado, el páncreas y el crecimiento muscular relativo (pechugas) no fueron afectados por los modelos de restricción en estudio. El porcentaje de grasa abdominal se redujo temporalmente durante los

Sistemas de Producción

primeros periodos postrestricción; sin embargo, esta tendencia no se mantuvo al cambiar la dieta en el periodo de finalización.

Suplementación de minerales en monogástricos.

Se busca determinar la composición y concentración mineral en los principales recursos alimenticios, al igual que definir perfiles de balance de aniones y cationes para diferentes sistemas de alimentación, estimar el valor biológico de fuentes orgánicas e inorgánicas de minerales y caracterizar las deficiencias y grados de toxicidad por minerales en condiciones específicas de producción.

A nivel básico y en condiciones de manejo de regímenes alimenticios en pollos de engorde es poco lo que se conoce sobre el balance dietario de electrolitos y su influencia en el balance ácido-base, fundamentalmente en el pH sanguíneo; el cual juega un papel muy importante en la saturación de la hemoglobina por el oxígeno y por ende en la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre, así como en las múltiples procesos de homeóstasis que ocurren en el animal durante el ciclo productivo.

Los resultados preliminares del comportamiento del equilibrio ácido - básico en machos y hembras de pollos de engorde ascíticos, sometidos a los regímenes de restricción alimenticia, muestran que los pollos desarrollan un cuadro de acidosis metabólica, acompañada de un aumento en el hematocrito, una baja presión de oxígeno y un aumento del índice cardíaco. Las diferencias entre sexos no fueron evidentes en este cuadro clínico del síndrome ascítico, aunque las hembras con ascítis presentaron una menor presión de oxígeno. Una restricción temprana de alimento cercana a los requerimientos de mantenimiento produjo pesos corporales inferiores a los controles alimentados a voluntad en pollos de engorde en ciclos de 42 días de edad. La temperatura ambiente, la textura y calidad del alimento podrían estar relacionados con este sistema de alimentación que ha sido exitoso en condiciones templadas.

En contraste, la restricción circadiana de alimento, practicada en países como México presentó crecimiento compensatorio en condiciones de trópico de altura. En los dos sistemas de restricción, la deposición de grasa fue menor que en los controles, con implicaciones importantes para la industria de carne de pollo. Los pollos del sistema de restricción temprana mostraron mayor grado de hipertrofia ventricular derecha y mayor hematocrito que los de la restric-

ción circadiana y la dinámica de gases sanguíneos señaló un cuadro de acidosis metabólica y acidosis respiratoria.

Se confirmó la perturbación del equilibrio ácido - base en aves ascíticas, las cuales presentaron un cuadro de acidosis metabólica con una alta brecha aniónica y acidosis respiratoria propias de un cuadro de falla cardíaca como consecuencia de hipertensión pulmonar e hipóxia. Las aves ascíticas igualmente presentaron hematocrito elevado e hipertrofia cardíaca derecha.

Evaluación de metabolitos secundarios.

La determinación de algunos compuestos derivados del metabolismo secundario de plantas tropicales y la cuantificación de su efecto sobre los procesos digestivos y metabólicos de los nutrientes básicos de la dieta en diferentes especies de animales domésticos al igual que la presencia de toxinas y otros compuestos contaminantes en los diferentes recursos disponibles para alimentación en monogástricos forman parte de los estudios de caracterización de un ingrediente y por ende de utilización dentro de la formulación alimenticia.

En trabajos de caracterización de sorgo por la concentración de taninos condensados, en el semestre B/94 en el área de El Espinal, mostraron variaciones de 0.56% a 0.92% en la concentración de catequina equivalente en seis híbridos comerciales; lo cual indica que el material genético y las influencias ambientales limitan la utilización de este cereal en la alimentación de monogástricos, ya que según las normas de control de calidad para el grano de sorgo, estos materiales pueden ser clasificados como sorgo del tipo II.

La concentración de Beta-glucanos presentes en variedades de cebada es un factor importante, puesto que este constituyente normal de estos granos ha sido asociado con los bajos rendimientos productivos de pollos cuando la cebada se incluye en la dieta. Al parecer la concentración de Beta-glucanos totales y solubles en ácido varían con el sitio de cultivo y el tipo de la cebada; es así como la mayor concentración de B-glucanos totales se presentó en las variedades sembradas en Cundinamarca así: Subachoque con 1.88%, seguido de las provenientes de Bojacá con 1.54% y Cucunubá con 1.43%.

De igual forma, el mayor contenido de Beta-glucanos solubles en ácido se observó en las cebadas de Subachoque (0.35%), seguido de Cucunubá (0.26%) y Bojacá (0.18%). El efecto debido al tipo de cebada fue altamente significativo, puesto que las variedades desnudas tuvieron las mayores con-

Sistemas de Producción

centraciones (1.89 y 0.29% para Beta-glucanos totales y solubles en ácido respectivamente) en comparación con las variedades cubiertas (1.35 y 0.23%, respectivamente).

Otro de los aspectos ampliamente estudiados es la determinación de la presencia de micotoxinas en los recursos destinados a alimentación de animales. Las muestras de sorgo recolectadas en la cosecha semestre B/94 para el análisis de Aflatoxinas se analizaron por cromatografía de capa fina y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Esta última presentó una sensibilidad mayor con valores para sorgo recién cosechado de 5.32 ppb para G1 y 1.22 para B1.

Los valores muestran una excelente calidad del grano en este parámetro, si se consideran los máximos permisibles para Aflatoxinas de 20 ppb. Solamente el 2% de las muestras provenientes de las zonas sur y norte del Alto Magdalena, resultaron positivas a la Zearalenona (237.8 ppb); mientras que el 10% de las muestras presentaron niveles de Aflatoxina G₁ entre 15.4 y 24.9 ppb.

En cuanto a la cuantificación de micotoxinas en sorgo cosechado y almacenado en la Región Caribe, han mostrado una alta contaminación a Zearalenona. Las variedades analizadas fueron Sinupar, Pioner 8187 y 8171, provenientes de Cereté, Ciénaga de Oro y Montería en el Valle del Sinú y tenían un periodo de almacenamiento entre tres y seis meses en Barranquilla (altura de 68 msnm, temperatura de 28° C y precipitación anual de 808 mm). Los resultados mostraron niveles de Zearalenona entre 294 y 1522 ppb (incidencia del 62.5%) y un valor promedio de 686 ppb.

Un segundo estudio en sorgos provenientes de la misma zona, confirmó estos resultados con un valor promedio de contaminación por Zearalenona de 701 ppb. Los análisis muestran niveles no detectables de Aflatoxinas para el sorgo procedente de la Costa, de igual forma que para el sorgo que se recolectó en el Alto Magdalena, (zona del Huila y Tolima); Los niveles de Ocratoxinas detectados fueron muy bajos (de 2.36 hasta 15.17 ppb).

1.1. Porcinos

Caracterización de sistemas de producción.

La implementación y adaptación de metodologías de caracterización de sistemas en la producción porcina de los departamentos de Cundinamarca, Boya-

Especies menores

cá, Meta, Caldas, Quindío y Risaralda, permitió analizar en los aspectos técnicos, económicos y socioculturales, los desarrollos de la producción y comercialización de la actividad porcina en las etapas de cría, ceba y ciclo completo con el objeto de conocer las zonas especializadas de producción porcina, los sistemas modales de producción, las relaciones de intercambio con el sector agroindustrial y las limitaciones y alternativas tecnológicas para el desarrollo de las mismas.

La caracterización del sistema de explotación porcino, realizado en 1996 en cinco municipios del Piedemonte del Meta, se identificaron dos grupos de productores bien definidos :

El primero corresponde a pequeños productores, que alimentan sus cerdos en forma tradicional utilizando productos y subproductos de la finca, que en la mayoría de los casos son fuentes energéticas como plátano, yuca, maíz, bore, suero, lavazas y desechos de cocina ; con ganancias de peso diarias no mayores a 250 gramos por animal y periodos de 12 meses de "ceba", para producir cerdos de 80 kg. de peso.

Un segundo sistema de explotación conformado por porcicultores más tecnificados, quienes utilizan concentrados comerciales en la alimentación, dedicados principalmente a la ceba.

Dentro de la caracterización citada se encontró que los pequeños productores poseen predios con una extensión entre 0.5 a 10.2 ha., con buenas vías de acceso, carretables en un 96.2% y una distancia de las cabeceras municipales entre 1 a 27 km.

Igualmente se encontró que el 62.5% de los propietarios cuentan con estudios primarios, el 31% tiene estudios secundarios y solamente un 6% tiene estudios superiores.

El 80% de los productores son propietarios que viven en la finca, llevan más de 20 años de vivir en el llano, su actividad principal es la explotación agropecuaria de sus predios, y el 95% tienen por lo menos un cerdo en la finca.

Las tradiciones tienen gran influencia entre los productores, es así como el 50% cree en agüeros, supersticiones, fases de la luna y un 25% utilizan el rezo para atender las enfermedades que se presentan tanto en humanos como en animales.

Sistemas de Producción

Respecto a la organización social se puede decir que el 66% de los productores pertenecen a alguna agrupación y el 70% no cuenta con crédito alguno.

En general el nivel de vida de estos poricultores es relativamente bueno en razón a que sus predios cuentan con casa, servicios de acueducto, energía y planta eléctrica o aljibe, estos últimos ocasionalmente.

La oferta de mano de obra es suficiente y según los requerimientos de los pequeños poricultores solo se necesita una persona por piara que es la encargada de realizar todas las labores.

El tipo de explotación es tradicional en donde la actividad principal es la ceba y en menor escala la cría. El 76% del pie de cría proviene de criaderos ubicados en la misma cabecera municipal.

El 92.5% de los productores no proporcionan alimentos balanceados y se limitan a utilizar fuentes de alimentación como el concentrado, lavazas, suero, residuos de cosecha y agroindustria, suministrados a voluntad y dependiendo de la disponibilidad. No administran suplementos como premezclas, aditivos, antimicrobianos y/o saborizantes.

La desparasitación se presenta como una práctica constante en la mayoría de las explotaciones (88%) realizándose cada seis meses con productos a base de ivermectinas, organofosforados, advendasoles y levamisoles. Se determinó que el 50% de los predios dedicados a la explotación porcina presentan diarreas en lechones como principal enfermedad y el índice de vacunación es demasiado bajo, observando una población potencialmente expuesta a enfermedades de la reproducción como Parvovirus y Leptospirosis y enfermedades virales como peste porcina y fiebre Aftosa.

Se puede afirmar que son predios con regular manejo de aguas residuales, ya que el 33.7% están contaminando las fuentes de aguas, caños y ríos encontrando que el principal y casi que el único método de tratamiento de estos residuos líquidos y conservación del medio ambiente se hace a través de los pozos sépticos y lagunas de oxidación.

La caracterización encontró que el sistema de comercialización no es mucho lo que difiere del manejo que se le da en el resto del país, puesto que en las fincas no se manejan registros ni poseen báscula. El sistema de venta se realiza en las fincas calculando su peso al ojo. El valor del kilo en pie es fijado por el comprador, el cual siempre es inferior al de la feria regional o de la cabecera municipal, precio que es "castigado" por el comprador, "argumen-

tando" exceso de grasa en los animales, períodos de ceba demasiado largos, pérdida de peso en el transporte, baja de precio del cerdo en pie, mercados saturados, etc., todo lo anterior para imponer su criterio colocando en desventaja al productor.

Al hacer el análisis de la información recolectada en las fincas de estos pequeños productores se observó: que en razón al manejo tradicional y poco tecnificado que se le da a este sistema de producción porcina en la región del Piedemonte, difícilmente se puede competir en un mercado nacional, siendo necesario mejorar las condiciones de sanidad, manejo, genética y alimentación para que el sistema sea más eficiente y competitivo.

Sistemas de Alimentación Porcina.

La búsqueda de estrategias en alimentación animal que permitan integrar los recursos naturales presentes en el trópico con tecnologías que logren el desarrollo agropecuario de acuerdo con las características socioeconómicas de cada sector productivo deberán responder entre otros a la competencia que sobre la producción de cereales y sus costos tienen estos sobre el consumo humano y animal y la escasez de fuentes energéticas que bien investigadas, caracterizadas y evaluadas permitan su uso en alimentación animal haciendo que la producción sea un renglón más competitivo.

La caña de azúcar es el cultivo tropical de mayor producción de biomasa que puede ser fraccionada para su utilización en la alimentación de animales monogástricos (cerdos, aves) o rumiantes (bovinos, ovinos), logrando disminuir los costos de producción y obtener productos finales competitivos por calidad y precio.

Como un aporte a la generación de ingresos adicionales para los productores se tiene el desarrollo de tecnología para valorar los subproductos del cultivo y beneficio de la caña. La producción de melote (cachaza parcialmente deshidratada) y su utilización como suplemento energético en la alimentación animal ha sido una de las tecnologías que mayor difusión ha alcanzado entre los productores del occidente de Cundinamarca y la Hoya del río Suárez en Santander por los beneficios económicos y por la contribución al mejoramiento de la dieta alimenticia de cerdos y aves.

La composición del melote puede variar debido a varios factores. Por tanto una de las actividades desarrolladas simultáneamente a los proyectos de-

Sistemas de Producción

mostrativos en alimentación animal la constituyó el análisis de la calidad microbiológica y del valor nutricional del melote producido en Cundinamarca.

Los resultados demuestran la relación existente entre la vida útil del producto y su recontaminación debido a los factores ambientales mencionados inicialmente. Debido a que los procesos de producción del melote en las regiones estudiadas son diferentes, los resultados de los análisis microbiológicos obtenidos reflejan variaciones significativas en cuanto al aumento de la flora bacteriana después de su producción.

TABLA 1. Resultados de análisis microbiológico de jugo de caña, cachaza y melote.

PROVINCIA DEL TEQUENDAMA - LA MESA						
	Mesófilos	Coliformes	Clostridios	Hongos	Levaduras	Salmonella
JUGO	> 6500 x 10 ⁴	< 10 x 10 ¹	1 x 10 ¹	25 x 10 ⁴	114 x 10 ⁴	ausente
CACHAZA	> 6500 x 10 ⁴	< 10 x 10 ¹	3 x 10 ¹	31 x 10 ⁴	20 x 10 ⁴	ausente
MELOTE Día 0	1210 x 10 ⁴	< 10 x 10 ¹	< 10 x 10 ¹	< 10 x 10 ⁴	< 10 x 10 ⁴	ausente
MELOTE Día 8**	1454 x 10 ⁵	124 x 10 ²	< 10 x 10 ¹	8 x 10 ⁴	35 x 10 ⁴	ausente
MELOTE Día 14***	2857 x 10 ⁵	1023 x 10 ²	< 10 x 10 ¹	13 x 10 ⁴	56 x 10 ⁴	ausente
MELOTE Día 21	5687 x 10 ⁵	1738 x 10 ²	5 x 10 ¹	36 x 10 ⁴	235 x 10 ⁴	ausente
PROVINCIA DEL GUALIVA - VILLETA						
	Mesófilos	Coliformes	Clostridios	Hongos	Levaduras	Salmonella
JUGO	> 6500 x 10 ⁴	< 10 x 10 ¹	< 10 x 10 ¹	18 x 10 ⁴	286 x 10 ⁴	ausente
CACHAZA	1583 x 10 ⁵	< 10 x 10 ¹	4 x 10 ¹	9 x 10 ⁴	994 x 10 ⁴	ausente
MELOTE Día 0	< 10 x 10 ⁴	< 10 x 10 ¹	< 10 x 10 ¹	< 10 x 10 ⁴	< 10 x 10 ⁴	ausente
MELOTE Día 8**	1015 x 10 ⁵	132 x 10 ^{2*}	< 10 x 10 ¹	< 10 x 10 ⁴	< 10 x 10 ⁴	ausente
MELOTE Día 14***	4'280 x 10 ⁵	286 x 10 ²	< 10 x 10 ¹	19 x 10 ⁴	24 x 10 ⁴	ausente
MELOTE Día 21	6405 x 10 ⁵	507 x 10 ²	< 10 x 10 ¹	11 x 10 ⁴	38 x 10 ⁴	ausente

* Confirmación de E. coli en Agar E.M.B. 10/10

** Presencia de moscos sobre la paila melotera

*** Evidencia de hongos en la superficie del melote

La composición nutricional realizada a melotes producidos en dos provincias del occidente de Cundinamarca comparados con el producido en la Hoya del

Especies menores

río Suárez muestra en términos generales que las diferencias se presentan en un mayor contenido en materia seca y un menor contenido en energía bruta para el melote representativo de Barbosa frente a los de Cundinamarca.

Estos resultados son el producto de las diferencias en la eficiencia calórica en los procesos e infraestructura presente en los sistemas de producción de panela (artesanales e industriales, permitiendo que el melote producido en Cundinamarca sea el suplemento energético con un 10% de mayor contenido en calorías que el producido en Santander (en donde se extrae un mayor contenido de azúcares), porcentaje suplementario a aprovechar por las especies animales que lo consumen.

TABLA 2. Composición química - nutricional de melotes de las provincias de Gualivá, Tequendama y Hoya del Río Suárez.

COMPONENTE	GUALIVA (VILLETA)	TEQUENDAMA (LA MESA)	HOYA RIO SUAREZ
HUMEDAD%	48,49	59,83	46,14
MATERIA SECA %	51,51	40,17	53,86
PROTEINA CRUDA%	5,71	4,91	5,45
EXTRACTO ETERE0	0,25	0,40	1,81
FIBRA CRUDA %	1,45	1,56	4,0
FDN %	4,11	6,87	ND*
FDA %	2,03	3,25	ND
ENERGIA BRUTA Cal/g	4,188	3,876	3,440
CENIZAS%	4,86	5,04	5,34
MINERALES			
Ca %	0,52	0,61	0,36
P %	0,24	0,15	0,15
K %	0,26	0,34	0,32
Na %	0,04	0,02	ND
Mg %	0,16	0,11	0,14
Fe ppm	123,2	ND	92,5
Mn ppm	69,98	66,94	6,5
Cu ppm	45,8	52,9	10,1
Zn ppm	42,6	48,3	48,8
pH	4,75	4,6	6,30
AZUCARES			
TOTALES	50,03	36,91	
REDUCTORES	13,76	9,85	
NOREDUCTORES	36,27	27,06	6,80
SACAROSA	34,46	25,71	30,0

*ND : Dato no disponible

Sistemas de Producción

Los resultados obtenidos en alimentación de cerdos permiten concluir que la combinación de melote y un suplemento proteico del 35%, logra reducir los costos de producción cerca al 22.3% traduciéndose en un aumento de la rentabilidad del 30.5% respecto al sistema tradicional de alimentación con concentrado.

TABLA 3. Comparación de resultados en alimentación de cerdos, ensayo Provincia del Tequendama

	T1 : Concentrado	T2 : Melote + suplemento	T3 :Concentrado + melote
No de Animales	5	5	5
Peso vivo (kg.) :			
Inicial	13,8	13,8	13,4
Final	77,7	84,5	81,5
Ganancia (gr./día)	619	671	633,5
Alimentación (kg./día) :			
Suplemento		0,67	
Melote		1,73	0,90
Concentrado	2,07		1,51
Valor de engorde (\$/cerdo) :			
Suplemento		34.672	
Melote		14.963	5.712
Concentrado	79.568		61.784
Costo total :	79.568	49.635	67.496

Cabe resaltar que el manejo de los cerdos lo practica en la mayoría de veces la señora y en algunos casos colaboran los hijos y el esposo dependiendo de la disponibilidad de tiempo que tengan. La mano de obra de mantenimiento que se presenta.

En general, con base en la información generada no solo por estos ensayos específicos, sino por todos los realizados en las diferentes provincias, se puede afirmar que los mejores resultados se obtienen al suministrar a los cerdos suplemento con 35 % de proteína y melote a voluntad. Con esta dieta se logran pesos promedio de 84 kg por animal entre los 100 y los 105 días de edad, con ganancias entre 600 y 670 g/día, con un consumo de 71 kg de suplemento y 187 kg de melote por cerdo. La rentabilidad que se puede obtener con este tipo de dieta es del orden del 30% y una reducción en los costos de producción del 22.5% con respecto al sistema de alimentación con concentrado comercial.

Especies menores

TABLA 4. Resultados económicos de alimentación de cerdos. 1996

Aspecto	Concentrado Comercial	Melote Y Suplemento	Melote Y Concentrado
COSTOS MONETARIOS*			
compra de lechones	224640	224640	218140
suplemento proteico comercial		173359	
concentrado comercial	397841		308919
melote		74816	28560
droga veterinaria	2000	2000	2000
transporte	4000	4000	4000
Total costos monetarios	628482	478815	561619
COSTOS NO MONETARIOS**			
depreciación instalaciones	7840	7840	7840
mano de obra mantenimiento	35000	35000	35000
TOTAL COSTOS NO MONETARIOS	42840	42840	42840
TOTAL COSTOS	671322	521655	604459
INGRESOS	621600	676000	652000
INGRESO MONETARIO (INGRESOS-COSTOS MONETARIOS)	(6881.9)	197184.8	90381
INGRESO NETO (INGRESOS- TOTAL COSTOS)	(49721.9)	154344.8	47541
RENTABILIDAD	(7,4)	29,6	7,9

* Implican desembolso de dinero

** No implican desembolso de dinero

En el Valle del Cauca, se evaluaron diferentes relaciones de fibra - grasa en la dieta de cerdos de levante - ceba. Los resultados mostraron que la relación 2.6% de fibra más 4.6% de grasa fue la mejor propuesta, pues superó en 3% la conversión alimenticia con respecto al mejor tratamiento. Esto se tradujo en un ahorro en el costo de alimento de \$2.600/cerdo.

Durante la fase de levante con un nivel de reemplazo hasta del 25% y en ceba hasta del 50% de la proteína aportada por la torta de soya en dietas para cerdos de levante - ceba, se obtienen rendimientos similares a los que se logran con un concentrado comercial, pero con mayores beneficios económi-

Sistemas de Producción

cos. En el caso de cerdos del prelevante (35 días a 20 kg. de peso vivo) el reemplazo puede ser hasta del 35%.

En cerdos en la fase de levante - ceba se evaluaron diferentes porcentajes de inclusión de premezcla de vitaminas minerales, encontrándose que a un nivel de 0.3% se mejora en 4% la conversión alimenticia y 2.2% mayores aumentos de peso que el sistema tradicional el cual incluye 0.2% de premezcla normalmente.

La utilización hasta del 15% de vinaza en dietas para cerdos en ceba constituye una alternativa alimenticia valiosa para el pequeño y mediano productor por su bajo costo, aunque los resultados biológicos no llegan a ser similares a los obtenidos cuando se utiliza melaza.

La frecuencia de suministro de alimento en cerdos de levante - ceba, en un sólo reparto de alimento diario mejoró el aumento de peso de los animales en 1.4% esta alternativa supone un incremento en productividad de \$19.500/ceba/año. Con el sistema de alojamiento individual en esta misma fase los rendimientos productivos se incrementaron en 77 kg. de carne extra/ceba/año.

Ensayos realizados en fincas de productores en la zona central cafetera y la zona panelera de Antioquia permitieron evaluar la utilización de jugo de caña y grano de soya en porcinos durante las fases de levante - ceba . El grano de soya suministrado se sometió a la acción del calor antes de ofrecerlo, mientras que el jugo fue suministrado fresco obteniendo ganancias diarias de peso en los cerdos superiores a 500/gramos/ disminuyendo hasta el 41.6% de los costos por alimentación comparada con utilización de alimento comercial.

Los pequeños productores poseen el 57% de los predios rurales del Meta con una producción porcina de 51.528 cabezas se caracterizan por tener un manejo extensivo (75%) en sus explotaciones y unos parámetros demasiado bajos como son el obtener 200 gramos de incremento de peso diario/cerdo y producir solamente 8 lechones destetos/cerda/año.

La alimentación porcina esta basada principalmente en concentrados comerciales, lavazas, suero, residuos de cosecha y de la agroindustria los cuales son suministrados como alimento en forma empírica sin considerar los requerimientos del animal ni balancear las dietas suministradas. Los cerdos alimentados con productos de la finca solamente alcanzan ganancias de peso promedio de 200 g/día lo que indica que para sacar un cerdo al mercado de 90 kg. de peso se necesitan 375 días (12 meses) de ceba.

Especies menores

TABLA 5. Base para el cálculo y suministro de caña para la alimentación porcina.

Peso Vivo del Cerdo en Kilogramos	Jugo de Caña a Suministrar Día /Litros	Grano de Soya g/día
15-20	4	500
21-25	5	500
26-30	6	500
31-35	7	600
36-40	8	600
41-45	9	600
45-50	10	600
51-55	11	600
56-60	12	600
61-65	13	600
65-70	14	600
71-75	15	600
76-80	16	600
81-85	17	600
86-90	18	600

Para evaluar la alimentación tradicional que se venía suministrando a los cerdos por los porcicultores de la región y conocer las ganancias de peso obtenidas con la propuesta de la Corporación, se elaboró un núcleo proteico fortificado del 42% el cual se suministro a los animales en finca, de acuerdo a su peso, condición corporal y edad .

TABLA 6. Núcleo proteico 42% fortificado.

Materia Prima	Kilogramos
Torta de soya	76
Harina de carne	10
Harina de sorgo	6
Melaza	5
Tricalfos	1.9
Carbonato de Calcio	0.4
Vitamipak	0.2
Sal común	0.4
Quivet	0.1
TOTAL	100

Costo núcleo proteico \$330/kilo, Año 1995

Sistemas de Producción

TABLA 7. Análisis técnico económico, alimentación de cerdos con alimentos tradicionales más núcleo proteico del 42% fortificado.

Experim No.	Tiempo (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia peso/evalu. (kg)	Ganancia peso diario (gr)	Costos producción \$	Valor cerdo/pie \$	Ganancia neta/cerdo \$
Alimento tradicional	161	7	43.3	36.3	203	55.000	62.400	7.400
1	161	7	87.6	80.6	488	78.366	126.150	47.787
2	111	10.4	63	52.6	484	64.804	90.750	25.946
3	161	16.3	98.8	82.5	507	84.766	142.350	57.584
4	146	14.4	91.6	77.2	531	79.210	132.000	52.790
5	161	13	80	70.2	450	92.433	119.850	27.417
6	120	25.3	90.5	65.2	536	109.294	130.350	21.056
7	143	23.3	94.2	70.9	456	115.581	135.750	20.169
8	135	16.9	78	61.1	453	106.260	117.000	10.740
9	77	32.9	79.2	46.3	601	108.752	115.350	6.598
10	143	11.9	79.1	67.2	478	91.240	114.000	22.710
X	136	17.1	84.2	67.3	498	93.070	122.355	29.279

Los cerdos alimentados con fuentes energéticas de la finca o de la región más el Núcleo Proteico del 42% alcanzan ganancias de peso promedias de 500 g./ día y su peso para venta en el mercado entre 160 a 175 días (5.3 a 5.8 meses) de ceba. Es posible obtener con este paquete tecnológico ganancias netas por animal de \$57.584,⁰⁰ lo que nos da una rentabilidad total del 67.9% en el periodo de ceba.

Es posible obtener un retorno de capital cada 6 meses y realizar 2 ceba al año, rompiendo el esquema tradicional de 1 ceba por año. Por ser la soya la principal fuente proteica y presentarse como limitante en la elaboración de dietas bien balanceadas, es necesario enfatizar y capacitar a los porcicultores para que en sus parcelas adopten la cultura de la soya, la cultiven en forma artesanal o empresarial y la utilicen como grano entero en la alimentación porcina.

En el C. I. la Libertad se tiene establecido un sistema integral de manejo de cerdos tanto en etapa productiva como reproductiva como modelo de granja eficiente y sostenible, para validación y ajuste de tecnologías apropiadas para la región y realización de eventos de transferencia de tecnología para entrega de resultados y demostraciones de métodos.

TABLA 8. Parámetros de Producción.

Actividad	Parámetro
Numero de partos por cerda año	2
Promedio lechones al nacimiento	9.5
Promedio lechones destetos	8.3
Peso promedio al nacimiento (kg.)	1.4
Peso promedio al destete (kg.)	6.6
Edad promedio al destete (días)	30
Mortalidad en lechones (%)	10
Mortalidad en adultos (%)	4.0

Salud Porcina

En el área de salud de la especie porcina la investigación realizada respecto a supresión del hierro inyectable en lechones recién nacidos en un sistema de producción a la intemperie en convenio con la Fundación Buen Pastor, plantea que esta práctica se puede suprimir bajo las condiciones de cría a la intemperie en el C.I. El Nus, con la consiguiente reducción en los costos unitarios de producción, disminución en la dependencia de insumos externos y el decremento de la residualidad química en alimentos de origen pecuario.

La porcicultura a la intemperie con sus particularidades de sostenibilidad, reducción de costos de producción, bajo consumo de agua y energía y poca dependencia de insumos externos, aparece como una alternativa frente a la porcicultura en confinamiento altamente dependiente de insumos externos, costosa, contaminante y gran consumidora del recurso agua. El suministro de hierro inyectable es una práctica común en la porcicultura tecnificada tradicional.

Esta práctica se remonta a 1923 cuando Mc Growan y Crighton descubrieron que la anemia nutricional en lechones confinados era causada por una deficiencia de hierro y que una inyección de 200 mg de hierro dextran mantenía los niveles de hemoglobina en los lechones y así prevenía la anemia ferropri-va. Aunque las dosis se han controvertido, la inyección como práctica de manejo ha sido indiscutible.

Los resultados para hematocrito (HTO) hemoglobina(Hb), peso promedio a los 28 días y peso a 42 días, fueron: 37.63 y 37.78, 12.76 y 12.85, 8.1 kg y 8.0 kg, y 10.20 kg y 10.11 kg, para machos con y sin aplicación de hierro, respec-

Sistemas de Producción

tivamente. No se observaron diferencias estadísticas ($P>0.05$) para los valores hematológicos, ni para los pesos. Igualmente, los promedios para HTO, Hb, peso promedio a los 28 días y peso a 42 días, en hembras, fueron: 38.10 y 38.34, 12.87 y 13.05, 8.1 y 8.0 kg, y 10.32 kg y 10.03 kg, para los tratamientos con y sin hierro, respectivamente. Los valores hematológicos y los pesos fueron no significantes ($P>0.05$) en hembras con y sin hierro exógeno.

En cuanto al impacto económico se puede hablar de una disminución de costos de seiscientos mil pesos anuales (\$600.000) en una granja de 100 hembras con 2.5 partos al año y 10 lechones nacidos vivos. Además se suma a esto la reducción de una eventual residualidad química, la merma en la dependencia de insumos externos y una mayor disponibilidad de la mano de obra.

El aislamiento e identificación de microorganismos en cerdas con descargas vulvares y pruebas de sensibilidad antimicrobiana se llevó a cabo durante el período de junio/ 95 - mayo/ 96 en la región del Altiplano Norte de Antioquia. Se visitaron 20 granjas con una población de 890 cerdas de cría, a las cuales se les efectuó un chequeo de órganos genitales externos y se les realizó un muestreo de hisopados cervicales a todas las que presentaron descarga vulvar anormal; los estudios de identificación, aislamiento y pruebas de sensibilidad se realizaron en el centro de diagnóstico del ICA. El análisis estadístico utilizado fue de tipo descriptivo.

Las alteraciones inflamatorias del sistema genito - urinario en cerdas, visualizadas por una descarga vulvar, ocasionan descarte de hembras con altas tasas de reemplazo hasta en un 55% anualmente, y disminuyen hasta en un 10% el porcentaje de natalidad. El presente estudio tuvo como objetivos identificar y aislar microorganismos asociados a descargas vulvares en cerdas y determinar la sensibilidad a los antimicrobianos de los gérmenes aislados.

Se observaron descargas vulvares en el 55.0% de las granjas visitadas; del total de cerdas examinadas, 90 presentaron flujos vulvares (10,1%) y en el 77.0% de ellas se hicieron aislamientos bacterianos. El 70,7% de los aislamientos puros correspondió a bacterias GRAM - negativas, el 25,9% a bacterias GRAM - positivas y el 3,4% a hongos.

La bacteria más frecuente fue la *Escherichia coli* en 36 cultivos puros (62,1%), le siguieron el *Streptococcus hemolítico* (15,5%), *Staphylococcus aureus* (5,2%), *Corynebacterium pyogenes* (5,2%), *Proteus s.p.* (5,2%), *Edwardsiella s.p.* (1,7%), *Shiguella s.p.* (1,7%) y los hongos *Penicillium s.p.* (1,7%) y *Aero-*

Especies menores

bacidium pullurans (1,7%); dichos hongos no se encontraron reportados en la literatura consultada.

Las bacterias GRAM-negativas se aislaron en el 90.9% de las granjas afectadas, destacándose la *Escherichia coli* como la bacteria más importante ya que fue aislada en 10 granjas de 11 afectadas y en un gran número de cultivos (45 en total), constituyéndose como el agente etiológico más asociado a las descargas vulvares en cerdas en el Altiplano Norte de Antioquia. Dentro de las bacterias GRAM-positivas, estas se encontraron en el 81,8% de las granjas afectadas, destacándose el *Streptococcus hemolítico* presente en 7 granjas (63,6%) y un total de 18 cultivos.

Con respecto a la prueba de sensibilidad antimicrobiana, todas las bacterias aisladas fueron resistentes a la penicilina y a la lincomicina en un 100%, con excepción del *Streptococcus hemolítico* que fue resistente a la lincomicina en el 94,1% de los cultivos. La *Escherichia coli* presentó resistencia además a la furaltadona en el 100% y a la tetraciclina en el 88,9% de los cultivos; el *Streptococcus hemolítico* fuera de la penicilina y de la lincomicina presentó también resistencia al cefacetil en el 100% y a la eritromicina en el 81,2% de los aislamientos. En general las bacterias GRAM-negativas fueron sensibles en el 100% a la enrofloxacin y en el 94,4% a la gentamicina; a su vez las bacterias GRAM-positivas fueron sensibles en el 100% a la enrofloxacin, a la furaltadona y a florfenicol.

Por la facilidad en la toma de las muestras para cultivo y la rapidez en la obtención de la prueba de sensibilidad, se hace indispensable utilizar este recurso ya que se encontró alta resistencia por la aplicación incorrecta de fármacos.

La epidemiología descriptiva de la porcicultura a la intemperie se analiza bajo la investigación en 50 hembras trihíbridas (producto del cruce entre Landrace, Polan, Duroc y Pietrain)) que se aparean con machos Dekalb 86 bajo paradigmas comerciales. El sistema se prueba en el Centro Experimental de CORPOICA en San José del Nus, municipio de San Roque (Antioquia).

La adaptación animal a las condiciones agroecológicas ha sido muy apropiada. La intemperie y pastoreo han convertido animales abyectos en animales expresivos y atléticos con un notorio regreso a condiciones ancestrales. Las hembras durante el parto se han tornado muy aprehensivas. En términos generales los parámetros de comparación con la porcicultura comercial tradicional son muy competitivos.

Sistemas de Producción

Se han obtenido resultados para partos/cerda/año, edad al destete, peso al destete, porcentaje de momias, porcentaje para enfermedades diarreicas, mortalidad en adultos, lechones/cerda/año, peso al nacimiento, mortalidad perinatal, lechones nacidos vivos y porcentaje morbilidad de 2.5, etc.

Estos indicadores son muy competitivos con la porcicultura convencional o en confinamiento. Incluso, en lo referente a morbi-mortalidad y presencia de diarreas se supera al sistema tradicional. La mortalidad perinatal es muy alta comparada con la tradicional. Esto se debe básicamente a problemas de aplastamiento e hipotermia que deben mejorarse con la perfección de las parideras. Es muy interesante observar la muy baja incidencia de diarreas cuando en la porcicultura comercial ha sido un problema secular. Aunque no se cuenta con indicadores ambientales perfectamente validados, empíricamente se puede observar gran favorabilidad ambiental en aspectos como consumo de energía. El indicador peso al destete eventualmente es más competitivo que el comercial.

La problemática ambiental frente al manejo de los residuos generado en las actividades de producción, puede convertirse en un gran aliado siempre y cuando se maneje racionalmente las descargas contaminantes en el agua, aire o suelo; la actividad porcina no escapa a la preocupación que sobre el medio ambiente tiene el manejo de las excretas que se generan diariamente en los diferentes sistemas de producción. Los volúmenes de excretas están relacionados directamente a la cantidad de animales manejados por explotaciones y su impacto pueden evaluarse sobre los recursos naturales, suelo y agua.

Con relación al suelo pueden presentarse modificaciones en sus características cuando son desatendidas recomendaciones alrededor del uso del estiércol como fertilizantes, como son el momento y modo de aplicación, dosis esparcidas, tipo de suelo, presencia o ausencia de un cultivo y el tipo de planta receptora del estiércol. Frente al agua, este recurso natural soporta todo el ciclo de descargas generadas con los procesos de producción y consumo.

Sobre el posible papel contaminador que puede producir tener los sistemas de producción porcina se generó el proyecto de investigación para evaluar la sostenibilidad de dichos sistemas en la Provincia del Tequendama, considerada la región de mayor producción de cerdos de Cundinamarca.

Para el análisis del impacto ambiental se definieron como variables a medir la cantidad de estiércol producido; los volúmenes de agua utilizados para lavado y el nivel de contaminación de cuerpos superficiales de agua.

Especies menores

El marco muestral comprendió 50 explotaciones porcícolas de 10 veredas de la provincia y clasificación según la caracterización de los sistemas de producción en cuatro grupos: familiar, reciclaje urbano, transición y frontera de tecnificación o intensivo.

Para determinar el impacto que podía estar generando la cantidad de estiércol producida se relacionó dicha cantidad con el área disponible para fertilización de praderas determinando los excedentes que pueden llegar a ser contaminantes. Tomando como base el Nitrógeno Disponible para la Planta (NDP) según la metodología de Mark A. Moser, 1995

Con las muestras de aguas residuales tomadas en cada una de las granjas se determinaron los siguientes parámetros físico químicos: pH, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno Total (DQO), Sólidos Totales (S.T.), Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T.), Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK), Nitrógeno Amoniacal ($N-NH_3$), Fósforo (P) y Nitratos (NO_3).

Los resultados de cada una de las variables definidas para evaluar su impacto ambiental, presente que el potencial contaminante de las excretas producidas se encuentra en el grupo clasificado como tecnificado o intensivo en cuánta las áreas requeridas para fertilizar con base en la cantidad de nitrógeno disponible por planta (NDP).

TABLA 9.

Grupo	AreaHa	Ndp Kg/Año	Area Requerida Ha	Excedente potencial contaminante (%)
FAMILIAR	3,2	277,4	2,31	-
TRANSICION	19,2	2733,8	22,8	25,6
RECICLADOR URBANO	43,4	7665,0	63,8	32,1
TECNIFICACION O INTENSIVO	206,4	65225,5	543,5	62,2

En la evaluación del nivel de contaminación de aguas, los análisis físico - químicos y microbiológicos en los puntos de toma de muestras se presentan frente a los valores admisibles de la calidad de agua, los resultados que se tiene del manejo de este recurso antes de ingresar a la explotación y después del paso por la misma.

Sistemas de Producción

TABLA 10.

Parámetro	Valores para calidad admisible	Reciclador Urbano 1		Reciclador Urbano 2		Tecnificado o intensivo	Nacedero	
		Antes	Después	Antes	Después		Antes	Después
DBO mg/L	< 7.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	64.4	8.9
DQO mg/L		19.2	11.7	19.2	26.7	23.4	415	15.9
Nitrógeno Amoniacal mg/L	1.0	1.0	10.99	1.12	2.67	0.36	6.86	0.76
pH	5-9	6.1	6.5	7.8	8.0	6.7	7.3	7.4
Sólidos Totales mg/L	≤ 380	18.0	60.0	96.0	362.0	112	386	146
Coliformes Fecales NMP/100 ml	20x10 ²	<30x10	93x10 ²	23x10	73x10	36x10	21x10 ⁵	<30x10

Los volúmenes de agua utilizada para lavado por las granjas de la muestra por cada unidad productiva animal (UPA) equivalente a 100 kg de peso vivo se observan en el siguiente cuadro.

TABLA 11.

Sistema clasificado	Volumen de agua/UPALitros
Complementario a unidad familiar	3,2
Transición	3,0
Reciclador Urbano	3,9
Tecnificado o Intensivo	11,0

Las diferencias observadas entre los tres primeros sistemas frente al sistema tecnificado, corresponden a 3,5 veces mayor la cantidad de agua usada por cada UPA. Si se agrega a esta situación el hecho que los sistemas intensivos explotan un número mayor de animales por unidad de área y que al contrario

Especies menores

de los otros tres sistemas, no realizan prácticas de previo raspado para la remoción de excretas y la recolección se practica totalmente con el uso de aguas a presión, las pérdidas por uso indiscriminado de agua y la contaminación causada por el mismo sistema son mayores.

La determinación de los indicadores de sostenibilidad de los sistemas de producción porcina en la Provincia del Tequendama tuvo en cuenta los puntos críticos los mas vulnerables desde las categorías social, económica y ecológica obtenidos de la encuesta realizada en las 50 explotaciones definidas como marco muestral.

Como indicador de estabilidad del sistema de producción se escogió un tiempo de funcionamiento superior a 8 años, periodo durante el cual se evidencia la presencia a través de varias crisis e precios y varios ciclos productivos. En el grupo familiar y reciclador se observa que la producción porcina se trasmite de generación en generación, manteniendo constantes los componentes de los sistemas.

Los sistemas de transición y tecnificado (intensivo) resultaron ser de reciente creación en su mayoría. Los mismos mostraron una disminución porcentual alta (41.7 y 60%) con respecto a la capacidad de su infraestructura al momento de la entrevista. El grupo reciclador mostró disminución de inventario en un 10.5%, motivado por presiones de las autoridades ambientales mientras en el sistema familiar permanecen estables.

El uso de cultivos generados en el propio sistema de producción con destino a la alimentación de cerdos, se integra fácilmente los sistemas familiares y de transición, mientras que en los sistemas reciclador y tecnificado carece de importancia para el caso de la mano de obra utilizada las necesidades aumentan con los inventarios y son suplidas mediante la contratación de mano de obra diferente a la de la localidad, indicando o bien escasez de mano de obra local o deficiencia en su calificación.

Las afirmaciones según las cuales la calidad del productor generado (carne porcina) en los sistemas de producción de cerdos basados en desperdicios orgánicos fueron el origen del análisis comparativo frente a cerdos alimentados con base a concentrado. En este sentido, la calidad de la canal de cerdo

Sistemas de Producción

reciclador compite en la mayoría de los parámetros analizados con una base genética del mismo origen.

Los recursos suelo y agua se vieron afectados en algunos casos por el uso poco racional de la excreta como abono.

La tendencia en todos los sistemas es hacia su utilización en forma fresca generando contaminación con nitrógeno y otros elementos ante los excesos de su aplicación o el déficit de tierra disponible para abonamiento. Sin embargo, su uso generalizado para el mejoramiento de praderas demuestra la importancia de esta práctica como elemento integrador de diversos componentes en los sistemas de producción.

Con el desarrollo tecnológico del sector agropecuario y particularmente los altos niveles de tecnificación de las explotaciones intensivas porcícolas, se está generando un volumen considerable de residuos altamente contaminantes con graves consecuencias sobre el ambiente. Debido a esta situación y a la creación de entidades como el Ministerio del Medio Ambiente, los productores están obligados a encontrar soluciones a esta problemática.

Corpoica con la cooperación técnica del área de Biotecnología e Ingeniería Bioquímica del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional y la colaboración de la Empresa ALPINA S.A., adelanta el proyecto "Reducción de la contaminación ambiental mediante el tratamiento de desechos animales generados en granjas porcícolas".

En una primera fase se diseñó y construyó un prototipo a nivel de laboratorio (0.82 Litros) del reactor denominado "Reactor de Lodos con lecho Fijo Central - SCFBR" para el tratamiento de aguas residuales con alta carga orgánica.

Los resultados obtenidos mostraron una buena relación del biogas producido por carga orgánica alimentada.

El diseño y construcción de un modelo del nuevo reactor anaeróbico denominado Reactor de Lodos con Lecho Fijo Central, SCFBR (Sludge Central Fixed Bed Reactor) aplicado a la remoción de residuos de la industria pecuaria fue premiado con el tercer puesto en el II Encuentro Nacional de Inventores cele-

brado en Marsella (Risaralda) entre el 8 y 9 de Junio de 1998. Actualmente se encuentra en curso la solicitud de la patente correspondiente, con el expediente No. 97009743, de fecha Febrero 25 de 1997.

Alrededor de la misma problemática, también se logró el diseño de un "Software" para determinar los volúmenes y características físico químicas del estiércol de cerdo para los diferentes grupos etéreos, generados en granjas porcícolas de producción intensiva en las condiciones colombianas.

Impacto económico de limitantes en producción.

El desarrollo de la industria porcina, ha ocasionado grandes cambios en la genética, en la nutrición y en el manejo de la industria porcina, por lo cual han aparecido problemas que limitan la producción, afectando la economía del productor, y reduciendo la disponibilidad de productos y subproductos para el consumidor, no solo en cantidad, sino en calidad.

Es necesario por lo tanto, contar con una herramienta que cuantifique el impacto económico de las limitaciones de la producción, tanto primarias (entidades patológicas con diagnóstico) como secundarias (comportamiento deficiente de indicadores de producción). El modelo presentado por Corpoica tiene un carácter didáctico, que sigue una secuencia lógica:

1. Define la manera de establecer, si un indicador diagnóstico es o no, limitación para la explotación. Emplea la prueba de Z cuando la varianza es conocida.
2. Explica en forma sencilla, como se determinan los costos de producción de la porcícola, presentando datos reales de cinco porcícolas de zona cafetera.
3. Se indica en forma concisa, la manera de calcular el impacto económico de las limitaciones productivas, como se indica a continuación, a manera de ejemplo, con el cálculo del impacto económico del problema reproductivo en la porcícola A.

Sistemas de Producción

1.2. Aves

TABLA 12. Estructura porcentual de los costos de producción, en cinco porcícolas de Caldas y Risaralda. 1995

Variable	Porcícolas				
	A	B	C	D	E
1. Costo inicial de la hembra de Reemplazo					
Valor de la compra	73.2	86.6	82.3	71.5	71.5
Alimento	20.2	10.4	13.7	21	21
Droga	1.8	1.4	2.1	2.3	2.3
Mano de obra	2	0.7	0.7	1.4	1.4
Alojamiento	1.1	0.4	0.3	1.0	1.0
Administración	0.9	0.2	0.3	2.1	2.1
Gastos generales	0.8	0.3	0.6	0.7	0.7
Total (en pesos)	166.602.6	225.043	242.930	198.000	198.000
2. Costo anual de macho					
Valor utilización anual	42.6	40	42	66.2	66.2
Alimento	43.2	46	47.9	22.4	22.4
Droga	3.4	4.1	1.2	3.3	3.3
Mano de obra	3.8	3.7	2.8	3.5	3.5
Alojamiento	2.1	1.8	2.4	2.3	2.3
Administración	1.7	2.3	1	1.1	1.1
Gastos generales	1.4	0.6	1	0.2	0.2
Mortalidad	1.8	1.5	1.7	1	1
Total (en pesos)	527.970.4	437.684	380.896	453.135	453.135
3. Costo de la camada al nacimiento					
Valor de la hembra y el servicio fértil	29.3		39.2	31.3	30.2
Droga	3.4		3.5	2.0	3.5
Mano de obra	4.5		1.3	4.0	4.0
Alimento	48.7		40.1	47.2	47.2
Gastos generales	1.7		0.9	1.5	2.1
Administración	1.9		2.1	2.4	2.4
Mortalidad	3.2		0.9	1.1	1.1
Alojamiento	2.5		6	2.5	2.5
Ineficiencia reproductiva	4.8		7	8	7
Total (en pesos)	133.272.05		133.727	152.000	152.000
4. Costo del lechón desteto					
Costo de la camada corregido	63.1	71.4	71.8	65	67
Alimento	20.8	21.2	20.5	22	21.1
Droga	3.7	4.1	2.3	4.2	4.0
Mano de obra	7.7	0.2	2.8	3.5	3.3
Alojamiento	3.9	2.6	2.3	3.8	3.8
Gastos generales	0.34	0.1	0.1	0.4	0.3
Administración	0.46	0.4	0.2	1.1	0.5
Total por camada (en pesos)	189.035.14	171.672	163.679	221.720	248.608
Total por lechón (en pesos)	21.980.83	18.283	18.814	27.715	29.248
Costo de lechón prevalente					
Costo del lechón desteto	64.7	63.2	58.9	66.3	67.2
Alimento	20.8	24.5	29.6	21.2	20.1
Droga	1.5	3.1	3.1	1.4	1.2
Mano de Obra	3.0	1.4	2.1	1.8	1.71
Alojamiento	3.6	3.1	1.5	3	3
Administración	2.3	1.8	1.6	2.1	2.3
Gastos generales	2.0	0.9	1.4	1.3	1.4
Mortalidad	2.1	2	1.8	2.9	3.1
Total (en pesos)	33.989.8	28.889	32.000	39.726	39.911

Especies menores

Los costos por problemas reproductivos se calcularon tomando el total de días incrementados, tiempo en el cual las hembras deberían estar gestando, y teniendo en cuenta que durante ciento catorce días se produce determinado número de lechones, de acuerdo con el promedio de nacidos vivos en la granja. De esta forma se deduce el número de lechones dejados de producir. Al restar la mortalidad en las demás fases, se obtiene el número de lechones netos. El valor asignado al lechón, corresponde a la ganancia neta de la venta.

TABLA 13. Impacto Económico de Limitaciones Reproductivas en la porcícola A.

Variables	Parto				
	0	1	2	3	4
Promedio DNP durante la epidemia	33.7	63.5	52.9	49.5	NSA*
Promedio DNP normal en la granja	15.9	40.6	36.9	34.9	
Diferencia en DNP	17.8	22.9	16	14.6	
x (promedio) hembras afectadas	69	101	92	140	
DNP incremento debido a la epidemia	228.2	2312.9	1472	2044	

* DNP= Días No Productivos y NSA: No se afectaron. (Número total de DNP: 7057.1) x (Costos de un DNP \$756) = Pérdidas por sostenimiento de las hembras durante los DNP incrementados = \$5'335.167.6.

- El costo por problemas reproductivos es igual a = 7057.1 DNP incrementados 61.90 partos perdidos = 114 días de gestación 61.90 x 9.6 lechones promedio = 594.24. lechones.
- 594.24 lechones, menos 10% mortalidad predestete, menos 2%, mortalidad prelevante= 524.15 lechones netos x ganancia neta al vender un lechón \$11.739.17 = \$6.153.120,8 en pérdidas por problemas reproductivos.
- Total de pérdidas por DNP= \$11'488.288.

Sistemas de Producción

TABLA 13. Análisis de la productividad de cinco porcícolas de Caldas y Risaralda. 1995

ITEMS	PORCÍCOLAS				
	A	B	C	D	E
No. de hembras (x inv.)	18.0	123.8	288.5	659.8	667
Rentabilidad (%)	32.3	65.8	42.7	28.1	33.1
Punto equilibrio (\$x1000)	43251	14582	41361	198341**	206129**
Punto equilibrio unidades	958	320	904	4085**	4213**
Relación costo - beneficio	1.40:1	1.61:1	1.53:1	1.35:1	1.41:1
Equivalente US\$*	43251	14582	41361	198341	206129

* Precio del dólar, \$1000 pesos colombianos

** Calculado para un período de ocho meses.

La búsqueda de alternativas energéticas mas económicas potenciales de producción en zonas agroecológicas de trópico de altura ha permitido evaluar variedades de cebadas cubiertas y desnudas como el cereal de mayores ventajas de producción de biomasa. Durante este periodo se han logrado identificar nueve variedades de cebadas cubiertas y desnudas cuya composición química próxima, evaluación de factores antinutricionales, disponibilidad de aminoácidos y niveles de energía metabolizable las hacen aparecer como variedades promisorias de producción en las zonas tradicionales de producción de cebada y como cultivo alternativo de uso en la fabricación de alimentos comerciales.

Dentro de éstas variedades se identificaron diferencias altamente significativas entre zonas agroecológicas en concentraciones de proteína y grasa posibilitando la selección y su potencial productivo en éstas regiones. Así el estudio correspondiente a 25 líneas de cebadas desnudas y 75 malteras del banco de germoplasma de Corpoica encontró que la concentración de proteína cruda varió entre 11 y 13% para las líneas de cebadas desnudas y entre 6 y 9% para las malteras. El contenido de grasa fué de 1.5% para las cubiertas y de 5% para las desnudas.

La influencia ambiental y su relación con la concentración de nutrientes se evidenció en el estudio de cebadas cubiertas y 10 líneas de cebadas desnudas seleccionadas del ensayo anterior y sembradas en tres zonas agroecológicas diferentes del departamento de Cundinamarca encontrándose diferencias significativas de acuerdo con el sitio de siembra y el tipo de cebada, los

mayores rendimientos fueron de 3.070 kg/h entre las cebadas desnudas y de 4.222 kg/h en cebadas cubiertas.

En el Valle del Cauca, en pollos de engorde, durante la fase de ceba, se puede reemplazar hasta el 40% del concentrado por maíz sin detrimento de ganancia de peso y de la conversión alimenticia, observándose una mejor pigmentación de la piel y mejor sabor de la carne.

Se demostró que el uso de soya integral cocida o soya integral tostada a partir de los 28 a 49 días en pollos asadero, no sólo mejoran los parámetros productivos sino los económicos. Niveles de reemplazo de 25, 50 y 100% de torta de soya por soya integral en dietas para pollos de engorde (1 a 49 días) de edad permiten obtener mayores aumentos de peso, mejor conversión alimenticia y mayor relación de eficiencia.

Se determinó que el sistema de formulación de la proteína por aminoácidos en dietas con fuentes no convencionales de energía (azúcar, harina de plátano, harina de yuca) para pollos de engorde (1 a 42 días de edad) se traduce en una mejor utilización de los nutrientes, obteniéndose un mayor beneficio económico.

El empleo de 0.15% de premezcla (vitaminas y minerales) con altas concentraciones de energía en dietas para pollos de engorde (1-49 días de edad), resulta en mejores rendimientos productivos, especialmente en incremento de peso y mejora en la conversión alimenticia.

En pollos de engorde de 1 a 49 días de edad, el estudio de diferentes relaciones fibra - grasa en la dieta, mostró que la relación 6.5% de fibra y 9% de grasa (fuente aceite de palma) fue la mejor alternativa ya que mejoró incremento de peso, redujo el consumo de alimento, mejoró conversión alimenticia, disminuyó el depósito y mejoró la calidad de la grasa para consumo humano.

Resultados de investigación indican que al utilizar una combinación de 70 :30 cebolla - limón suministrada en el agua de bebida a concentraciones del 2% durante la fase de cría y del 3% en la fase de ceba. Esta actuó como promotor del crecimiento, incrementando los aumentos de peso y mejorando la conversión alimenticia en pollos de engorde.

En aves de postura, la evaluación de diferentes dietas para gallinas semipe-sadas en la primera fase de postura (20-42 semanas) en el Valle del Cauca, mostró como mejor alternativa la compuesta por sorgo, arroz paddy, harina de

Sistemas de Producción

yuca, mogolla de trigo y torta de soya, con énfasis en la calidad de la energía suplementaria (aceites o grasas empleadas), con lo cual se incrementa la producción, el peso del huevo y mejora la conversión alimenticia.

La utilización de 0.3% de premezcla en dietas a base de sorgo y arroz paddy para ponedoras entre 42 y 72 semanas de edad, resultó en aumento de la producción, peso del huevo y mejora en la conversión por docena de huevo.

La evaluación de desinfectantes en plantas de incubación permitió concluir que los sistemas tradicionales de desinfección ocasionan daños al sistema respiratorio y en la piel del pollo recién nacido en relación directa con la concentración de formol, para la cual se deben cambiar los desinfectantes o disminuir la concentración de formol. Éste trabajo fue galardonado con el premio Nacional de Avicultura 1995.

Mediante un trabajo en manejo de gallinas en producción, se determinó que la práctica de pausa al inicio de la postura tiene importantes resultados tanto económicos como de eficiencia de producción, tales como un peso más uniforme en el lote pausado, menor mortalidad, menor grado de cluecas, mejor tamaño del huevo y hay una mayor sostenibilidad de la curva de postura en el tiempo.

El uso de restricción alimenticia total (PREMUDA) en aves semipesadas (20-62 semanas de edad) aumenta la producción y tamaño de los huevos, mejorando al mismo tiempo la conversión por docena de huevos. Igualmente, el uso de premuda y muda forzada en aves de este mismo tipo (62 a 83 semanas de edad) permite alcanzar mayores parámetros de producción.

La práctica de suministrar alimento en migajas a pollitas semipesadas permite obtener un mayor peso de éstas a las 18 semanas de edad, lo que es importante para su fase de postura.

El cambio de alimento cría : ceba en pollos de engorde debe hacerse por edad (24 días), mejor que por peso vivo y consumo de alimento, ya que se produce una mejora en la conversión alimenticia, relación de eficiencia, eficiencia en la utilización de nutrientes y mayor aumento de peso.

1.3. Ovinos y Caprinos.

La carne caprina tiene excelentes expectativas en los mercados de Centroamérica y el Caribe, para lo cual es necesario fortalecer la productividad, cos-

Especies menores

tos y calidad, estabilizar la oferta y producir carnes con bajos contenidos grasos, cortes y presentación. También es pertinente desarrollar la cadena agroindustria para hacer mas presencia en los mercados de piel, leche y carnes embutidas.

Se colectó, identificó y clasificó para conocer el potencial forrajero la vegetación nativa arbórea, arbustivas y de cobertura consumidas por los rumiantes en el Departamento de la Guajira. Fueron identificados 51 especies nativas apetecidas por rumiantes en pastoreo, los resultados muestran una alta correlación ($R=0.99$) entre Energía digestible (E.D.) y la Digestibilidad invitro de la materia seca (DIVMS); el 60% de las plantas presentan niveles de DIVMS superiores a 60%.

El 62.5% del follaje presentan valores de proteína cruda en la materia seca superiores al 15%, siendo el contenido promedio de 17.03 +/- 5.11%. Los valores promedio obtenidos en los otros componentes fueron: Energía Digestible (1.71 +/- 0.61 Mcal/Kg); Carbohidratos solubles (3.48 +/- 1.94%); FDN (40.26 +/- 13.09%); FDA (36.90 +/- 12.84%); DIVMS (61.73 +/- 13.33%); Cenizas (11.5 +/- 5.39%); Calcio (1.84 +/- 1.08%); Fósforo (0.21 +/- 0.107%); Magnesio (0.49 +/- 0.39%); Potasio (1.74 +/- 1.205%), Azufre (0.7 +/- 0.53%); Sodio (0.93 +/- 2.87%) Hierro (422.6 +/- 640.5 ppm); Manganeso (65.9 +/- 65.39 ppm); Cobre (10.12 +/- 5.65ppm); Zinc (30.13 +/- 15.63ppm). Es notable el desequilibrio en la relación Calcio : Fósforo (12.5 :1.0). El follaje de plantas nativas presenta pequeñas variaciones estacionales en su contenido de nutrientes.

En el C.I. Motilonia se realizó un trabajo para conocer el tiempo requerido por la especie caprina para obtener su alimento en condiciones de pastoreo y la distribución temporal de sus actividades. Dos cabras seleccionadas al azar fueron monitoreadas por tres personas en un área de 28 has. La conducta animal en pastoreo fue registrada desde las 8 :00 a.m. hasta el reintegro voluntario al aprisco, durante 81 días en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

El tiempo promedio requerido por las cabras en pastoreo para obtener alimento fue de 7h 33. Sus actividades fueron distribuidas en términos porcentuales de la siguiente forma : Pastoreo (55.3), caminando sin comer (8.7), ramoneo de arbustos (9.7), de pie rumiando (6.6), postrada rumiando (6.3), postrada sin rumiar (4.5), de pie sin rumiar y sin comer (3.9), bebiendo agua (0.2), posición bípeda (0.3), parada sin comer (4.3) romanco de corteza (0.2).

Sistemas de Producción

En el centro de investigación Motilonia se determinó igualmente la eficiencia de la especie caprina en el consumo y control de plantas de hoja ancha, consideradas malezas en potreros de Pasto Guinea (*Panicum máximum*). Resultados parciales revelan una reducción de la disponibilidad de forraje verde de plantas de hoja ancha, de 9.1 a 2.8 t/ha ; entre tanto, la producción de gramíneas aumento de 6.8 a 7.4 t/ha.

En 98 días en época de verano, ovinos suplementados con 120 gr. diarios de una mezcla de subproductos (91.2gr de harina de arroz, 14.4gr de palmiste y 14.4gr de semilla de algodón) obtuvieron una ganancia diaria de peso superior a 14.1% a las presentadas por el grupo testigo (Pastoreo en kikuyina).

Caprinos en crecimiento con tres horas de pastoreo al día en bancos de campanita (*Clitoria ternatea*), presentaron ganancias de pesos superiores en 14.4% al grupo testigo, (pastoreo tradicional); las ganancias diarias obtenidas fueron 122.4gr en el grupo suplementado con campanita entre 104.6 del grupo testigo.

Estudios de dinámica Poblacional realizados en los rebaños de Ovinos y Caprinos de la Guajira, permiten concluir parcialmente:

Los Ovinos y Caprinos jóvenes presentan la mayor susceptibilidad a las infestaciones parasitarias, encontrándose las mayores cargas los meses de febrero y marzo. Los huevos de Coccidias son los mas numerosos en las observaciones . Las larvas mas frecuentes en coprocultivos son los de *Trichostrongylus* y *Strongiloides*.

En Cesar, Guajira y Magdalena se realizó la caracterización de los sistemas de producción de Ovino - Caprinos en los aspectos biofísicos, socioeconómicos y tecnológicos con el propósito de establecer las bases para la organización y planeación de la investigación y transferencia de tecnología y así contribuir con la modernización de la Ovinocultura y Caprinocultura Regional.

Para la realización del trabajo se hizo una preselección de las áreas teniendo como criterio la mayor concentración de la población Ovina - Caprina siendo estas las microregiones : Alta y Media Guajira, Valle del Cesar, Sabanas del Cesar y Bajo Magdalena. Para la toma de información socioeconómica se utilizo la encuesta y el tamaño de la muestra fue estimado por el método de muestras aleatorias estratificado, con fijación proporcional simple.

Especies menores

Por medio del seguimiento a 16 explotaciones en las cuatro microregiones seleccionadas se observaron durante cuatro años consecutivos los diferentes aspectos tecnológicos de las explotaciones Ovino - Caprinas de la región . De acuerdo a la importancia de las especies que intervienen se identificaron los sistemas : A) Caprinos - Ovina con predominancia del primero en Alta y Media Guajira, de pequeños productores (Indígenas). B) Ovino - Caprino con predominancia del primero en las sabanas del Cesar de pequeños productores. C) Bovinos doble propósito - Ovinos, donde el ovino es una especie complementaria en el Valle del Cesar en grandes y medianos productores.

Los Ovinos - Caprinos son un sistema manejo en forma tradicional, extensivo con manejo general diferente, carente de planes de alimentación y nutrición . Manejo reproductivo deficiente, no se practican planes preventivos contra enfermedades, mortalidad juvenil alta (22%) ; falta de asistencia técnica, falta de crédito afectada por la inseguridad en el sector rural etc. La explotación de Caprinos y Ovinos es la principal fuente de ingreso de los productores en la Alta Guajira (90.2%) y constituye un ingreso importante en las Sabanas del Cesar. Los productos principales son Carne (65%) y leche (35%), la producción es autoconsumida (32.1%) y vendida en un (64%)

El estudio " Determinación de consumo de heno de guásimo *Guazuma almifolia* en ovinos de pelo estabulados" concluyó que el consumo voluntario de heno de guásimo es de 1.47% del peso vivo de los ovinos, con ganancia diaria de 42.8 gramos.

En ovejas de pelo en dos Sistemas de Producción (silvopastoril y tradicional) en bosque seco tropical, se encontró que dos de las del sistema agrosilvopastoril entraron en pubertad a partir de la semana 43 de vida, con un peso de 22.5 kg.

Para determinar el Índice de tolerancia al calor de ovejas de pelo prepúberes, se utilizó el test de Rauschenbach y Yerokhin encontrando que las ovejas presentaron mayor adaptabilidad en el sistema agrosilvopastoril.

La explotación de cultivos transitorios en zonas de ladera ha generado problemas en suelos como la erosión y acidificación, que aunados a condiciones climáticas adversas han restado ostensiblemente su productividad, desencadenando problemas sociales como la agudización de la pobreza y el surgimiento de procesos migratorios.

La población de cuyes, (*Cavia porcellus*) en el departamento de Nariño, se estima en 1.800.000 animales, su explotación se hace casi en su totalidad a

Sistemas de Producción

nivel rural y la encargada del manejo es en un alto porcentaje, la mujer. Se estima que existen 77.000 familias en el altiplano nariñense y de estas un 90% mantienen sus animales en condiciones rústicas, generalmente los animales viven en la cocina.

El número de animales por familia oscila entre 20 a 30 animales. Además, existe un pequeño número de propietarios que han semitecnificado su explotación y poseen entre 50 y 100 animales, menos del 1% de las explotaciones están tecnificadas con un promedio de 100 a 150 animales.

1.4. Cuyes.

En cuyes se detectó que la *Yersinia pseudotuberculosis*, ocasiona una morbi - mortalidad entre el 30 y 40%. El desarrollo de una metodología de diagnóstico oportuno y confiable, al igual que un sistema eficaz de prevención por medio del perfeccionamiento de un inmunógeno (bacterina) está siendo valorado. Ensayos preliminares con la cepa 409 retrasaron la aparición de las lesiones de yersiniosis por un periodo de un mes permitiendo la supervivencia de un 20% de los animales afectados.

Se han realizado pruebas preliminares de hemoaglutinación pasiva, encontrándose respuestas positivas, lo cual indica que si es posible implementar los sistemas de diagnóstico en base a la respuesta antígeno - anticuerpo. Del mismo modo se espera que las acciones tendientes a perfeccionar el inmunógeno (bacterina) tienen buena perspectiva dentro de las investigaciones planteadas.

Se diseñó también una explotación tecnificada de cuyes como alternativa rentable de producción, con énfasis en construcciones e instalaciones adecuadas, siembra y manejo de pastos, pie de cría mejorado, sanidad y manejo animal, lográndose como resultados fundamentales explotación de cuyes en galpones que facilitan su manejo y siembra de pastos exclusivos para la alimentación de los animales.

Se obtuvieron incrementos en los parámetros productivos: El tamaño de la camada al nacimiento, se incrementó en un 75 % con respecto al sistema tradicional, pasando de un promedio de dos crías por parto a 3.5; la ganancia diaria de peso de 12.5 gr. superior en un 40 % a los obtenidos en otras investigaciones que sirvieron de referencia y que obedecieron especialmente al manejo y a la calidad de la alimentación basada en alfalfa, raygras, kingras y ramio.

La explotación de cuyes, manejada en condiciones técnicas, demostró su importancia socioeconómica. Permite generar ingresos atractivos a nivel de familia minifundista, si se tiene en cuenta que utiliza poca tierra y mano de obra familiar con bajo costo de oportunidad.

El manejo del enfoque de sistemas para analizar la adopción de tecnología en el sistema de producción de cuyes permitió determinar que esta depende de la escolaridad, la tenencia de la tierra, la disponibilidad de mano de obra y del precio de los cuyes en el mercado.

1.5. Abejas.

Se estima que en Colombia existen alrededor de 200.000 colmenas tecnificadas, pertenecientes en su gran mayoría a apicultores de zonas de economía campesina que complementan sus ingresos con dicha actividad. Estos productores no tienen un claro conocimiento de los problemas que viene ocasionando en sus colmenas la presencia del parásito *Varroa jacobsoni*, el cual puede llegar a ocasionar hasta la muerte de la colmena. De otra parte, algunos apicultores con la necesidad de realizar algún control del parásito han llegado a utilizar productos organo-fosforados, ocasionando problemas de residualidad de sus productos, lo que se convierte en un problema de salud pública.

La diseminación de la Varroa y la escasa aplicación de prácticas de manejo y control, ha producido un impacto económico en el sector apícola por disminución de la producción propia de la actividad. Así mismo, como las abejas son los principales agentes polinizadores en la naturaleza, la Varroosis ocasionará la merma de la producción agrícola principalmente de frutales y plantas forrajeras, afectando de esta manera su rentabilidad y el desarrollo sostenible.

Se estudiaron estrategias para determinar los mejores métodos de diagnóstico de la presencia del ácaro y para evaluar la acción de productos acaricidas, así como el método de aplicación para el control de dicho parasitismo.

Para la detección precoz de la infestación de la Varroa se analizaron tres productos, Alcohol-Agua, Detergente-Agua y Apistán, siendo este último el más eficaz. En la evaluación de tres productos acaricidas (Bayvarol, Apistán y Apitol) para el control de la parasitosis, se encontró que todos eran igualmente efectivos y el producto a utilizar depende de la disponibilidad en el mercado. En la actualidad se realizan trabajos en el área de manejo genético, con el fin de establecer líneas tolerantes al parasitismo.

Terminó de imprimirse en
noviembre de 1998 en



Tel: 288 5338
Bogotá, DC, Colombia