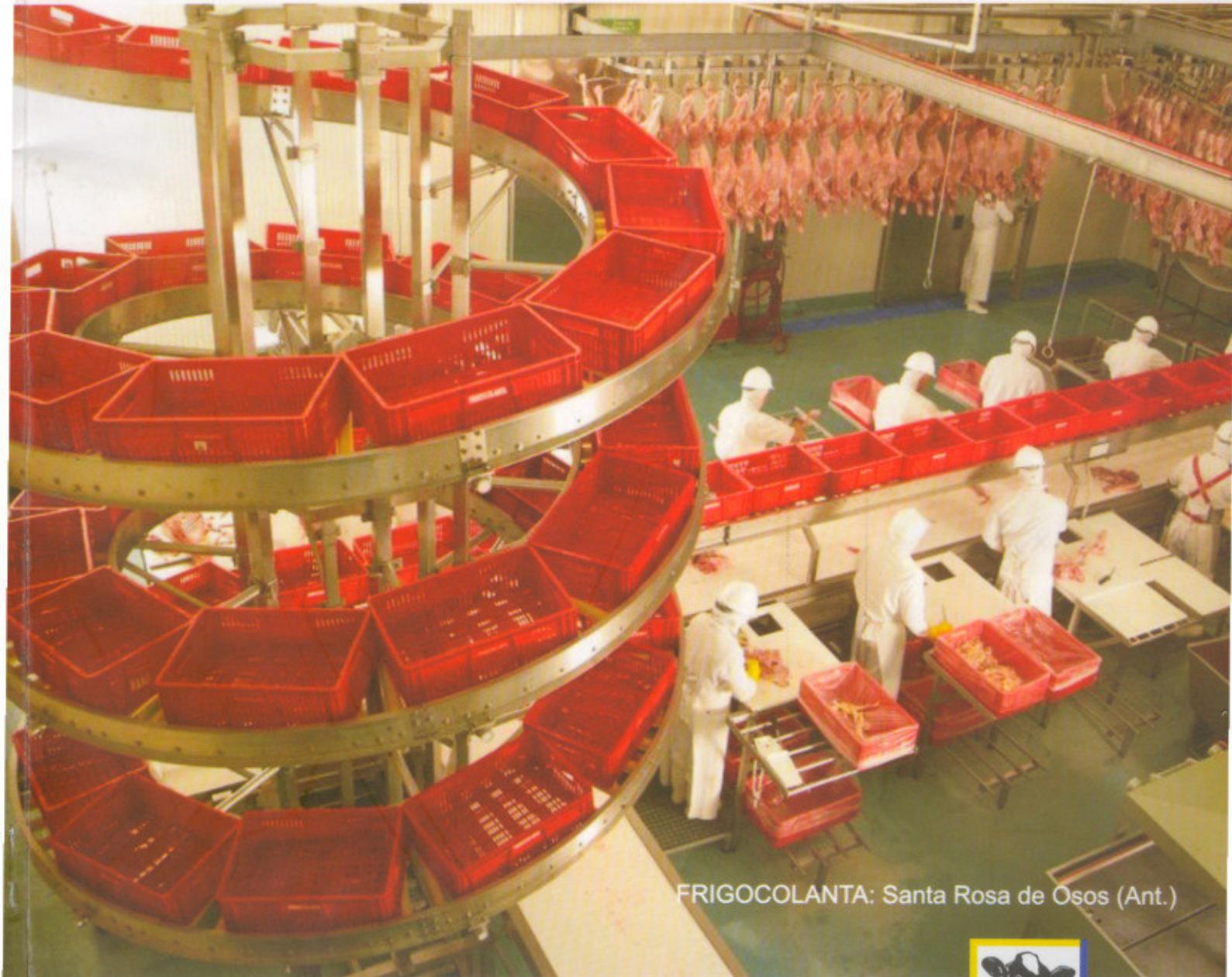


EDICIÓN No.

30

# DESPERTAR LECHERO

VIGILADA SUPERSOLIDARIA



FRIGOCOLANTA: Santa Rosa de Osos (Ant.)



**Colanta**

**EDITORIAL ..... 3**

**PANORAMA AGROPECUARIO**

COLANTA:  
del cielo a la tierra..... 5



**PASTOS**

Criterios para la evaluación de  
praderas degradadas de kikuyo ..... 9

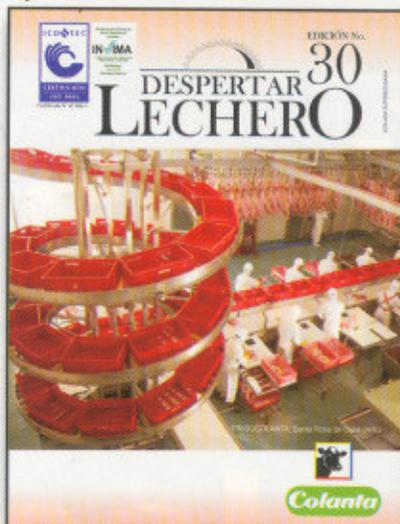
La Vaca para los sistemas  
de pastoreo ..... 17



**NUTRICIÓN**

Alimentación de la vaca  
en el período de transición ..... 21

Alternativas forrajeras para  
clima frío en Colombia ..... 34



**MEJORAMIENTO GENÉTICO**

SEMEN SEXADO:  
otra biotecnología reproductiva  
al servicio del ganadero ..... 47



**INDUSTRIA LECHERA**

Mastitis y el equipo de ordeño ..... 55



**INDUSTRIA CÁRNICA**

Características deseables de  
calidad en carne bovina..... 61

**MEDIO AMBIENTE**

La ganadería  
y desarrollo sostenible..... 70



**DE INTERÉS**

Huertas caseras: comida sana,  
barata y ecológica ..... 74

Consumo de carne no causa  
cáncer de colon ..... 75

Mascotas ..... 76



**PORCICULTURA**

El olor de la porcinoza ..... 77



**CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN**

**Principales**

- Ing. Guillermo Gaviria E.
- Abog. Daniel Cuartas T.
- M.V. Gustavo Cano L.
- Ing. Eduardo Velásquez V.
- Ing. Gabriel Jaime Moreno

**Suplentes**

- Sr. Luis Carlos Gómez M.
- Sr. Noé Arboleda J.
- Sr. Humberto Roldán E.
- Sr. Martín A. Yepes S.
- Lic. Tec. Alfonso Salas

**GERENTE**

M.V.Z. Jenaro Pérez G.  
Gerente General COLANTA

**DIRECTOR DIVISIÓN OPERATIVA**

Carlos González G.

**COMITÉ TEMÁTICO**

- M.V. Francisco Uribe R.
- C.S. Martha Lucía Gaviria V.
- Zoot. Juan Manuel Cerón A.
- C.S. Johanna Muñoz O.

**INVITADOS**

- Zoot. Viviana Echeverry L.
- M.V. Manuel Jaramillo
- Ing. Sergio González
- Bibl. Martha Arango

**EDITORAS**

- C.S. Martha L. Gaviria V.
- C.S. Olga B. Aguilar P.

Una publicación realizada por  
Comité de Educación  
Departamentos Educación y Promoción  
Cooperativa y Asistencia Técnica  
COLANTA

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**

Catalina Lleras P.

**PRE PREENSA E IMPRESIÓN**

Nueva Era

Cooperativa COLANTA Ltda.

Calle 74 No. 64 A 51

Apartado Aéreo 2161 Medellín

Tel: (4) 445 30 00

Fax: (4) 445 30 00 Ext. 45 20

E-mail:

despertarlechero@colanta.com.co

www.colanta.com.co

La reproducción total o parcial de esta  
publicación podrá hacerse con la previa  
autorización del editor. Cada una de  
las ideas u opiniones expresadas en los  
artículos son responsabilidad del autor.

**A**certado el nombramiento del nuevo Ministro de Agricultura, Dr. Andrés Fernández A., Administrador de Empresas Agropecuarias de la Universidad de La Salle, no tiene virus de la politiquería, lo que garantiza que no utilizará el Ministerio como trampolín político y quien con acierto venía desempeñando la Gerencia General del ICA.

COLANTA confía en que el Ministro Fernández tome las riendas del sector lácteo nacional, en beneficio de los medianos y pequeños productores, afectados por la errática política lechera.



**“EL CARTEL DE LA LECHE”**

**C**on la peligrosa legalización de la venta de leche cruda, en pleno siglo XXI, se ha estimulado el robo de leche de carrotanques para ser vendida a “cruderos”, agudizando la competencia desleal para las pasteurizadoras y favoreciendo el mercado informal.

Recientemente la Policía Nacional de Bogotá, después de un largo seguimiento, capturó a una banda de ladrones quienes venían en un robo continuado de leche de carrotanques.

**POLÍTICA LECHERA INESTABLE**

1	Feb 17 de 2005	00082
2	Jul 12 de 2006	000163
3	Ene 12 de 2007	000012
4	Ago 1 de 2007	000012
5	Feb 1 de 2008	000012
6	Ago 1 de 2008	000012
7	Feb 1 de 2009	000012

**Resoluciones Minagricultura con errática política lechera. La Leche en polvo bajó de \$US 5.500 a \$US 2.800, y en menos de 4 años subió 7 veces el sistema de pago.**

**¿INEQUIDAD DISCRIMINACIÓN?**

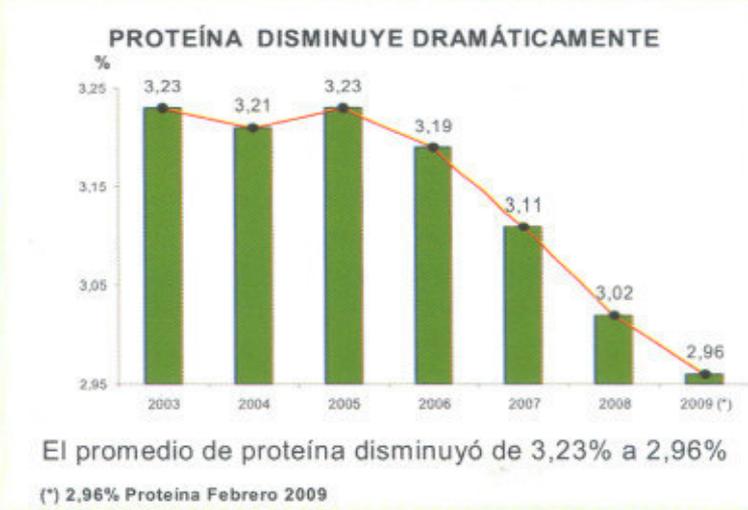
**E**l Ministro de Agricultura saliente destinó \$30.000 millones para suministrar leche a los niños, algo inusual porque es el I.C.B.F. el que cumple excelentemente esta labor social y que hoy su Directora la Dra. Elvira Forero H., con lujo de competencia desempeña sus funciones.

Algo igualmente extraño es que la Bolsa Nacional Agropecuaria (B.N.A.) se preste para poner trabas a COLANTA y a otras empresas lecheras para la participación en la subasta de “Leche para Todos”, porque ni la B.N.A. ni Minagricultura suministraron oportunamente las condiciones que imponía FEDEGAN. Es primera vez que se destinan dineros de la cartera de Agricultura a programas de nutrición infantil lo cual, es función del Ministerio de Protección Social, a través del I.C.B.F. Ante el aumento del desempleo y la abundancia de leche, ¿no sería sano orientar recursos a subsidiar exportaciones de excedentes?

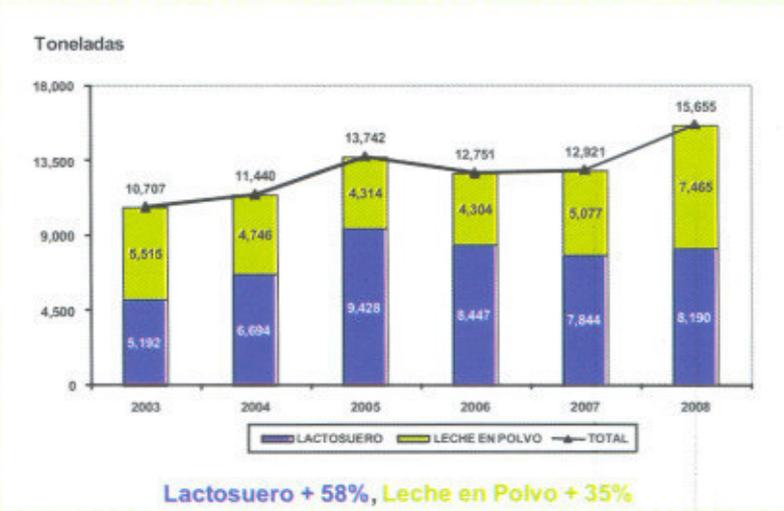
Sobre esta arbitrariedad también se pronunció ASOLECHE –Asociación Colombiana de Procesadores de Leche–,

# POLÍTICA LECHERA EN CONTRAVÍA DE LA COMPETITIVIDAD

## COMO CONSECUENCIA DE LA ERRÁTICA POLÍTICA LECHERA LA PROTEÍNA DISMINUYÓ DRAMÁTICAMENTE EN 2009.



# PELIGROSO: AUMENTA 46% IMPORTACIÓN DE LECHE EN POLVO Y LACTOSUERO 2003-2008



en Portafolio de Marzo 03/09, donde anotó: “la compra de leche para el programa “Leche para Todos” es un proceso de carácter público y abierto que no puede ser obstaculizado por convenios de carácter privado...” “la industria láctea expresa su preocupación, ya que entidades públicas y privadas propician prácticas que atentan contra la libre competencia y limitan el acceso para las empresas lácteas...”

El resultado de esta manipulada adjudicación se hizo ÚNICAMENTE A UNA MULTINACIONAL Y A COOLECHERA. Lo que extraña es la escasa

participación de empresas nacionales, que cuentan con significativos aumentos de leche como en las zonas Cundiboyacense y Antioquia.

Recordamos que COLANTA ha recaudado más de \$17.000 millones para FEDEGAN, y que los propietarios de COLANTA son más de 12.000 productores que nada han recibido del Fondo Nacional del Ganado.

*Jenaro Pérez G*  
 Jenaro Pérez G  
 Gerente General



## "DEL CIELO A LA TIERRA"

Por: Gustavo Castro G.

Exministro de Agricultura



**L**a industria láctea mundial, después de gozar una época de bonanza en el 2007, cuando los precios de la leche en polvo alcanzaron niveles récords de US\$5.300 la tonelada FOB puerto Oceanía,<sup>1</sup> se está sumiendo en una crisis sin precedentes. En los últimos 8 meses los precios cayeron más del 55%, y a enero las cotizaciones oscilaban entre US\$1.700 y US\$2.000.<sup>2,3</sup> Lo más grave es que hay mucha leche en el mercado sin comprador.

Si bien, en la subasta del 6 de marzo en Nueva Zelanda, de la Cooperativa FONTERRA--que sin duda marca los valores a nivel internacional--, los precios registraron una recuperación del 16,6% con relación al mes anterior, lo cierto es que siguen siendo muy bajos, que están muy lejos de cubrir los costos, que no han bajado con la caída de los precios, después de subir vertiginosamente en el 2007. Sencillamente se quedaron arriba.

Joseph Gluber, economista en jefe del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, en un Foro en ciudad de México el mes pasado, expresó una frase que ilustra la situación: "hace 12 meses la preocupación era si la producción alcanzaría para satisfacer la demanda; hoy, es donde colocarla".

En Estados Unidos, primer productor de lácteos en el mundo,

en el mes de enero, el costo de producir un litro de leche se estimaba en promedio 37 centavos de dólar, mientras el valor de venta del ganadero no superaba los 17 centavos en promedio. En este país, la caída en los precios del litro a nivel productor se refleja en los precios a nivel consumidor. Entre julio de 2008 y febrero de 2009, el precio del litro de leche bajó de 50 a 25 centavos el litro. Para Michael March, Director Ejecutivo de una de las agremiaciones lácteas más influyentes en ese país, la Western United Dairymen, el inventario de vacas lecheras, estimado en 9,3 millones, puede bajar hasta en un 10% en el 2009.<sup>4</sup>

En la Unión Europea, ante las pérdidas en el negocio lechero, se reestablecieron subsidios a la exportación. En Canadá, en enero, se registró un descenso de 2.5% en el número de vacas lecheras. En Uruguay, el Gobierno reconoció las pérdidas de los tamberos y estableció un subsidio directo a los productores de leche; en ese país, la Cooperativa CONAPROLE mantiene cerradas dos de sus plantas.<sup>5</sup> En Argentina, datos de enero indican una reducción del 30% en la producción con relación al mismo mes del año anterior; en este país en el 2008 la faena de hembras superó el 48,7% en promedio, situación que técnicamente se conoce como "liquidación de vientres". En Chile, en lo que va del año, la producción ha caído un 20%. En México los productores han encontrado la forma de protestar echando la leche en los caminos. En Venezuela la producción ha bajado a niveles históricos y las importaciones han sido masivas. En Colombia, registros de Central Ganadera de Medellín indican que más del 50% del ganado que entra a la Feria de Ganados con destino

al sacrificio son hembras, en una clara demostración de liquidación de hatos.

Jenaro Pérez nos contaba de una visita en Uruguay a la empresa lechera "New Zealand Farming; se trata de un proyecto lechero de Nueva Zelanda con una inversión privada estimada en US\$83,7 millones. Actualmente, cuenta con 36.300 hectáreas, un inventario de 50.000 cabezas de ganado vacuno de distintas categorías, 6.000 vacas en producción de leche, con una meta de 14.000 en junio del 2010, cuando espera tener una participación del 20% en el total de la producción lechera de ese país.<sup>6</sup> La misma empresa ya ha comprado 10.000 hectáreas en Brasil. Keith Smith, su presidente, explica que aún cuando ve nubarrones a corto plazo, a más largo plazo ve un sector lechero boyante.<sup>7</sup> Considera, además, que la producción en Nueva Zelanda no va a ser suficiente para abastecer la gran demanda de China, país con el cual han celebrado un tratado de libre comercio.<sup>8</sup>

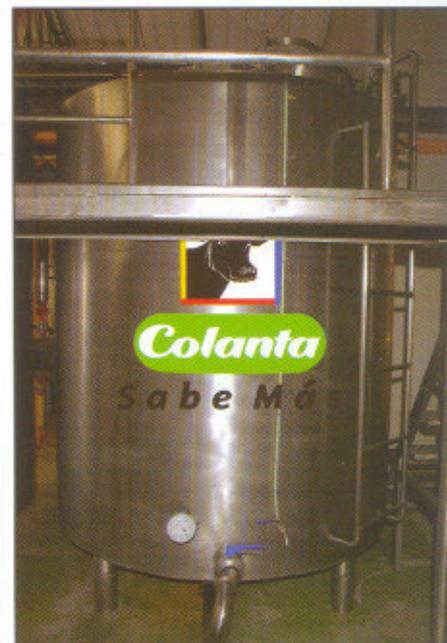
### **PANORAMA LECHERO**

Ahora bien, con estos elementos de juicio, me es imposible pronosticar tendencias y mucho menos precios a corto plazo. Seguramente continuará la volatilidad debido a las altísimas existencias de leche en polvo en casi todos los países y a la recesión mundial. En el caso particular de Colombia, la situación es muy complicada, porque su mercado natural, Venezuela, está inundado de leche de Mercosur, Guatemala e inclusive de Biolorusia. Perdimos posicionamiento en este mercado, por falta de gestión privada y sobre todo gubernamental. Dejamos que los mandatarios de Mercosur acudieran directamente al Presidente Chávez.

A mediano plazo, por el contrario, todos los fenómenos antes descritos, sobretudo la reducción del hato

lechero mundial, se harán sentir en la contracción de la oferta. Así es de esperar que los precios mejoren, sobretudo si la demanda en China recupera el dinamismo de los últimos años,<sup>9</sup> y la economía mundial se reactiva como consecuencia de las medidas que se están tomando en Estados Unidos, la Unión Europea, China y otros países desarrollados.<sup>10</sup> Seguramente no volveremos a épocas de precios de US\$5.700 la tonelada de leche en polvo, pero sí a unos niveles rentables.

A más largo plazo, con la misma fe que tuve hace 35 años cuando puse mi granito de arena para el funcionamiento de La Cooperativa COLANTA, me atrevo a afirmar que el futuro podría ser brillante para productores eficientes de leche, integrados en organizaciones de economía solidaria, como los del norte antioqueño y otras regiones del país, asociados a COLANTA, dependiendo, eso sí, de la política lechera.



### **SUGERENCIAS**

En Colombia, la política lechera debe estar integrada por una serie de elementos, que me permito presentar a discusión.

Antes, debo recordar que el problema actual que requiere prioridad, es el de los altos inventarios con la perspectiva de una situación inmanejable a mitad del año, cuando aumente la producción de leche por condiciones climáticas. De no hallarse soluciones, vamos a ver plantas de procesamiento industrial restringiendo o suspendiendo el acopio de leche, y no hay peor precio para un ganadero, que el que no le reciban su producción.

Por ello, y como medida temporal, debe ampliarse el cupo y el incentivo de almacenamiento de leche en polvo, y proceder a sacar del mercado nacional –exportar – unas 10.000 toneladas de leche en polvo, con subsidios del Fondo Nacional del Ganado o del mismo Estado, acciones en las cuales no se debe excluir a nadie. El subsidio se justifica ampliamente porque en el mercado mundial de leche en polvo imperan los subsidios.

Ya, como acciones de política estables, deben revisarse los siguientes elementos:

**1. Sistema de precios.** Debe invertirse los valores de la fórmula para determinar los precios, darle mayor valor al componente proteína y grasa, y menor valor al agua; como opera en la gran mayoría de los países exportadores de leche.

**2. Prohibir la comercialización de leche cruda,** y si fuere el caso como mal menor, establecer un Plan de Reconversión obligatoria por etapas. No es posible mantener dos sistemas compitiendo por el mismo mercado, el uno regulado y con control de precios, y el otro sin ninguna regulación y con libertad de precios.

**3. Control de calidad,** no sólo por razones de salubridad, sino como forma de contraer la oferta y encaminar el mercado al equilibrio.

**4. Implementar una política de exportaciones universal sin exclusiones,** que busque la apertura de nuevos mercados y comprenda mecanismos de compensación justos con los recursos del Fondo de Estabilización de Precios –no se busca enriquecer a nadie-, para que se pueda competir en un mercado mundial donde imperan los subsidios.

Excluir a COLANTA del sistema de compensaciones del Fondo de Estabilización de Precios para la Exportación, con la peregrina tesis que NO APORTA al Fondo Nacional del Ganado, no es justa. (Ver Anexo 1. Cuadro que demuestra la discriminación que se hace con COLANTA en la distribución de compensaciones para exportación).

En primer lugar, los pagos de COLANTA, por leche y carne, superan al de cualquiera otra empresa lechera. Los de COLANTA en 2008 ascendieron a aproximadamente \$2.500 millones, sin contar los pagos al Fondo de Porcicultura. En segundo lugar, COLANTA paga lo que recauda de proveedores de leche no asociados, quienes en virtud de esa obligación tienen el derecho a que se les trate en términos de igualdad con aportantes vinculados a otras empresas lecheras.

Es un derecho a la igualdad. Aportes mayores que incluyan lo correspondiente a ganaderos asociados a La Cooperativa, desconocería derechos individuales de tipo legal de esos ganaderos, y generaría un desequilibrio derivado de otras obligaciones de carácter cooperativo que otras empresas no tienen. Son dos derechos que no se están respetando. (Ver Anexo 2). Tomando como referencia el período de tiempo entre el año 2002 y octubre de 2008, se demuestra que COLANTA está sujeta a todos los impuestos administrados en nuestro país, y que destina por ley el total de sus excedentes en beneficio social de todos sus asociados y en beneficio de la comunidad en general.

**5. Promover el consumo interno de leche,** asignando el 10% del Fondo Nacional del Ganado para tal efecto, como lo ordena la ley. (Ver Anexo 3).

**6. Eliminación de aranceles** de materias primas en la fabricación de alimentos concentrados y de fertilizantes.

**7. Intensificación de programas** de investigación, asistencia técnica y transferencia de tecnología.

**8. Apoyo a las cooperativas lecheras** en virtud de mandatos constitucionales y legales.

**ANEXO 1.  
COMPENSACIONES DEL FONDO DE ESTABILIZACIÓN AL SECTOR LÁCTEO  
(MILLONES DE PESOS CORRIENTES)**

EMPRESA	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL	%
Alpina S.A.	1.322	2.913	2.176	3.333	2.706	12.45	54.9
Ciledco Ltda	924	810	1.048	795	448	4.025	17.7
Colácteos	99	718	1.751	592	652	3.812	16.8
Alquería S.A.	20	45	37	92	515	709	3.1
Proleche S.A.	0	380	286	0	0	666	2.9
Coolchera	0	0	0	0	584	584	2.6
Coolesar	0	0	0	25	150	175	0.8
Freskaleche S.A.	0	134	0	0	0	134	0.6
Parmalat Colombia Ltda.	0	0	64	0	0	64	0.3
Proleca	49	0	0	0	0	49	0.2
Friesland Colombia S.A.	10	0	0	0	0	10	0.1
<b>COLANTA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2.424</b>	<b>5.000</b>	<b>5.362</b>	<b>4.837</b>	<b>5.055</b>	<b>22.678</b>	<b>100</b>

## ANEXO 2. IMPUESTOS PAGADOS POR COLANTA

No	IMPUESTO	CONTABILIZADO COMO COSTO O GASTO (\$ Millo)	RECAUDADO PARA TERCEROS (\$ Millo)
1	Impuesto al valor agregado -I.V.A	30.076	
2	Contribución emergencia económica 2x1000, 3x1000 y 4x1000	30.063	
3	Impuesto de Timbre	3.377	
4	Impuesto de Industria y Comercio	4.476	
5	Impuesto al Patrimonio	4.828	
6	Impuesto Predial	1.864	
7	Impuesto para preservar la Seguridad Democrática	1.401	
8	Otros impuestos	1,169	
9	Impuesto de Rodamiento	201	
10	Pago a Fondo Nacional del Ganado por Leche		7.562
11	Pago a Fondo Nacional del Ganado por Carne		5.075
12	Pago a rentas municipales de Antioquia (deguello reses)		3.911
13	Pago al Fondo Nacional de la Porcicultura		1,168
14	Pago a municipio de Santa Rosa (deguello de cerdos)		347
<b>TOTAL</b>		<b>77.455</b>	<b>18.063</b>

## ANEXO 3. PROMOCIONES COLANTA PARA INCENTIVAR EL CONSUMO DE LECHE

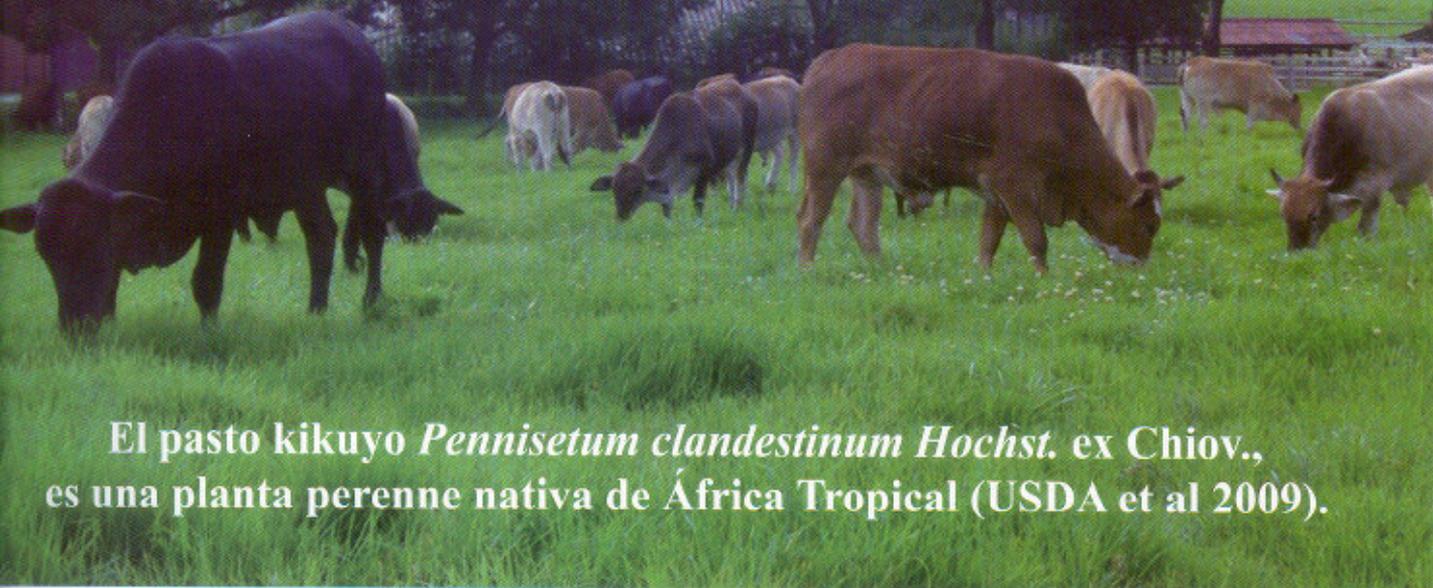
PROMOCIONES COLANTA		
AÑO	LITROS	\$ MILLO
1995	2.940.130	915
1996	1.509.4640	549
1997	1.093.719	428
1998	2.303.433	1.162
1999	1.534.528	841
2000	1.302.405	800
2001	4.909.137	3.786
2002	11.872.722	8.287
2003	4.560.134	3.139
2004	3.559.102	2.692
2005	3.562.982	2.796
2006	3.431.769	2.752
2007	1.497.279	1.452
2008	2.129.336	2.336
<b>TOTAL</b>	<b>46.206.140</b>	<b>31.935</b>

## BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup> Oceanía (Nueva Zelanda y Australia) controlan el 40% del comercio mundial de lácteos. Para la misma época la leche europea se cotizaba a US\$5.700.
  - <sup>2</sup> PRECIOS FOB EXPORTACIÓN LECHE ENTERA EN POLVO NUEVA ZELANDA US \$ / TON
- | Mes             | Año  | Cotización Mínima | Cotización Máxima |
|-----------------|------|-------------------|-------------------|
| Junio           | 2006 | 2.000             | 2.150             |
| Enero           | 2007 | 2.700             | 3.000             |
| Junio           | 2007 | 4.450             | 4.600             |
| Octubre         | 2007 | 4.800             | 5.300             |
| Enero           | 2008 | 4.600             | 5.000             |
| Junio           | 2008 | 4.200             | 4.600             |
| Octubre         | 2008 | 2.700             | 3.000             |
| Enero           | 2009 | 1.900             | 2.000             |
| Febrero - Marzo | 2009 | 1.700             | 2.100             |
- \*Reporte quincenal de la Secretaría de Agricultura de EE UU.
- <sup>3</sup> El mercado mundial de lácteos se desplomó en el 2008 por la caída del mercado de China, principal motor de los precios internacionales, la crisis financiera mundial, la recesión –la peor desde la Segunda Guerra Mundial–, la baja en los precios del petróleo y de otras commodities, que han provocado contracción en la demanda de todos los bienes, incluyendo la de leche.
  - <sup>4</sup> TODO AGRO, 19 de febrero de 2009, Buenos Aires.
  - <sup>5</sup> CRISIS GLOBAL Y SEQUIA GOLPEAN LA LECHERIA Y PELIGRAN EMPLEOS, P. Antunez y F. Tiscornia, El País, Montevideo, 7 de Febrero. Las Plantas cerradas son Villa Rodríguez y Rincón del Pino.
  - <sup>6</sup> New Farming Systema, Uruguay.
  - <sup>7</sup> NZ Farming System, Chairman's review, Internet.
  - <sup>8</sup> TODOAGRO, 10 de Diciembre del 2008.
  - <sup>9</sup> China fue el motor del mercado y del alza en los precios en el último lustro. Con ocasión de haberse encontrado MELAMINA en la leche que ocasionó problemas a más de 300.000 niños, la demanda de productos lácteos colapsó. El Gobierno, por este problema, condenó a muerte a 2 personas que consideró responsables.
  - <sup>10</sup> El Presidente del BID, el colombiano Luis Alberto Moreno, piensa que la recesión comenzará a ceder en Estados Unidos a finales del presente año; Lipsky del Fondo Monetario Internacional aseguró recientemente en DAVOS que la recuperación puede llegar a finales del año; Jean-Claude Trichet, portavoz de los bancos centrales del G10, tras su reunión bimestral en la sede del Banco de Pagos Internacionales (BIS) de Basilea. "Tenemos un número de elementos que sugieren que nos estamos acercando al momento en que tendríamos una recuperación". Stiglitz habla de 2010; el fundador de Microsoft, Bill Gates, apunta a 2012.

# Criterios para la evaluación DE PRADERAS DEGRADADAS DE KIKUYO

JORGE MARIO NOREÑA G.  
Ingeniero Agrónomo, Economista.  
Especialista en Gestión Agroambiental.  
Docente U. Nacional, U. de A., CES.



El pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., es una planta perenne nativa de África Tropical (USDA et al 2009).

**E**l pasto de kikuyo presenta en su morfología el desarrollo de tallos muy ramificados, es decir, ramas erectas o decumbentes, estolones y rizomas (Pohl y Davidse 1994). Esta condición se convierte en una gran ventaja, porque además de presentar crecimiento aéreo que le permite realizar de modo más eficiente procesos fotosintéticos, puede colonizar nuevos sitios de manera superficial y subterránea, a expensas de la formación de tallos modificados: estolones y rizomas, respectivamente. Sin embargo, dicha situación puede convertirse igualmente en un aspecto negativo porque cualquiera de estas estructuras, puede alcanzar niveles importantes de degradación debido,

entre otros, a un inadecuado manejo de la pastura.

La degradación de la pastura conduce finalmente a su baja productividad, siendo ésta una realidad a la que se enfrentan comúnmente los productores de la región alto andina del país. Desafortunadamente, el desconocimiento de criterios que permitan evaluar una pastura degradada, dificulta en gran medida la elaboración de un correcto diagnóstico, y peor aún, limitan la buena toma de decisiones respecto al tipo de programa a implementar. Es por ello, que si el productor decide realizar una renovación, rehabilitación o mantenimiento de praderas, ha de estar fundamentado en el conocimiento de criterios

que le permitan evaluar cómo los factores climáticos, edáficos, bióticos o de manejo, han dado lugar a la degradación de la misma.

## DEGRADACIÓN DE PRADERAS

Es un término utilizado para designar un proceso progresivo de pérdida de vigor, productividad, calidad y capacidad de recuperación natural de una o más especies, debido a factores climáticos, edáficos, bióticos y de manejo. Dicha condición puede observarse en la planta y en el suelo. En la primera, se expresa, entre otras, por la falta de crecimiento (enanismo o formación tipo bonsai), acortamiento de entrenudos, acolchonamiento y lignificación del material vegetal (Figura 1). En el

segundo, por la presencia de calvas, procesos erosivos y aumentos en los niveles de compactación principalmente.



Figura 1. Kikuyo degradado (con avanzado estado de acolchonamiento y lignificación)

Las causas de la degradación son diversas, y van desde la mala selección de la especie forrajera, hasta el manejo inadecuado del cultivo, siendo este último y la pérdida de fertilidad del suelo, los factores que más afectan la degradación de pasturas (Peralta 2002). Una representación esquemática de dicho proceso, se observa en la Figura 2.

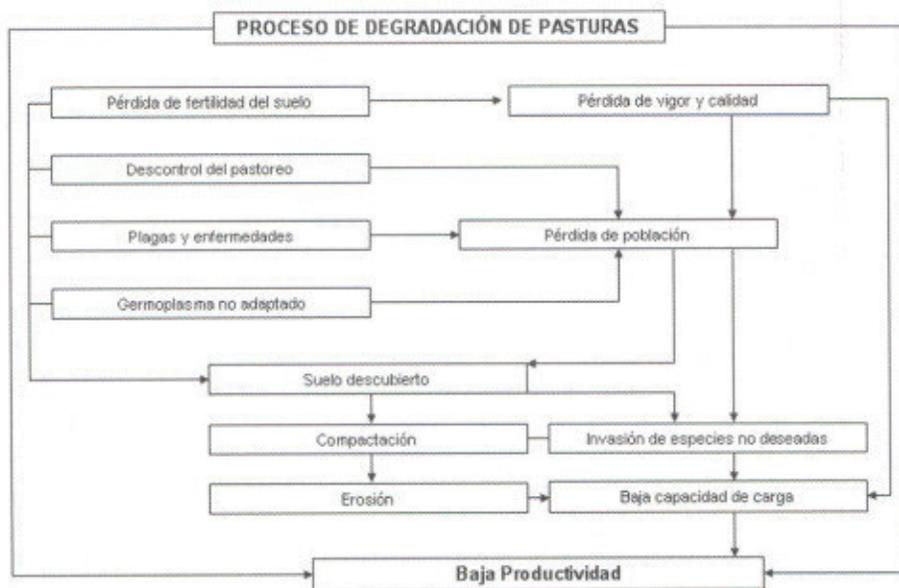


Figura 2. Esquema de degradación de una pastura (Hoyos et al 1996).

Teniendo en cuenta el proceso de degradación de praderas, se pueden definir los siguientes criterios para la evaluación de los atributos existentes:

## ADAPTABILIDAD DEL GERMOPLASMA

Hace referencia, a que la especie se encuentre establecida en el rango óptimo, o por lo menos, dentro del límite máximo o mínimo en el cual su crecimiento y desarrollo se observa como normal. El rango óptimo se relaciona, principalmente, con aspectos como la temperatura, precipitación, pH y la altura sobre el nivel del mar.

Cuando el germoplasma no está adaptado a la oferta ambiental de una zona de vida, la especie forrajera establecida disminuye de población aún cuando existan las condiciones adecuadas de fertilidad, manejo del pastoreo o de ausencia de plagas y enfermedades. La adaptación es por tanto, una condición de la especie que le permite desarrollarse y expresar su potencial productivo en las condiciones ambientales donde se establece. Así que cuando el proceso de degradación de una pastura se debe a la baja adaptación del germoplasma, se requiere el reemplazo de éste por especies que toleren o resistan mejor las condiciones adversas del medio (Hoyos et al 1996). Para el kikuyo describen los siguientes rangos de adaptabilidad (Tabla 1).

## COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Permite determinar el número y la proporción en que se encuentran las especies vegetales que componen la pradera (Tabla 2). Aunque en muchas praderas predomina el kikuyo (Figura 3), según Mendoza y Lascano (1985), resulta de interés, en especial, medir la disponibilidad o proporción de las leguminosas asociadas a una pastura, ya que muchos investigadores han encontrado una buena relación entre la ganancia de peso y la leguminosa disponible (Norman, 1970; Evans y Bryan, 1973; Shaw, 1978b; y Watson y Whiteman, 1981).

Tabla 1. Ecología del pasto kikuyo. Adaptado (\*) de (FAO 1993).

	Óptima		Absoluta		Suelo	Óptima		Absoluta
	Min.	Máx.	Min.	Máx.		Profundidad	Profunda (> 150 cm).	
Altitud*	2000	2800	1300	3800	Textura	Pesada – media.	Pesada – media – ligera.	
Precipitación	900	1600	700	3000	Fertilidad	Alta.	Moderada.	
pH*	5.0	6.0	4.5	7.0	Toxicidad/Al	Baja (6-15% de la CIC).	Alta (<5% de la CIC).	
Temperatura*	16	21	5	35	Salinidad	Baja (<4 dS/m).	Media (4-10 dS/m).	
Intensidad de Luz	Muy brillante	Muy brillante	Sombra ligera	Cielo nublado	Drenaje	Bueno (seco).	Bueno (seco) a excesivo (seco/moderadamente seco).	
Fotoperíodo	Es de día corto (<12 horas), día neutro (12-14 horas), y día largo (> 14 horas).							
Suelos*	Crece mejor en suelos arcillo-arenosos o arcillosos, sobre todo en los bien estructurados. También en los de basalto rojo, aluviales y arenosos húmedos fecundos. No obstante, prefiere aquellos moderadamente drenados. Tolera altos contenidos de Al y Mn (Tropical Forages 2009).							
Zona climática	Bosque tropical húmedo y seco (Aw), húmedo tropical (Ar), subtropical húmedo (Cf), y templado oceánico (Do).							

Tabla 2. Escalas de evaluación sobre población y composición botánica (Hoyos et al 1996).

Escala	% de Cobertura				
	Gramínea erecta (Plantas/ha)	Gramínea postrada	Leguminosa	“Maleza”	Suelo descubierto
Muy alta	> 20000	> 80	> 40	> 20	> 40
Alta	15001-20000	61-80	31-40	16-20	31-40
Media	10001-15000	41-60	21-30	11-15	21-30
Baja	5001-10000	21-40	11-20	6-10	11-20
Muy baja	≤ 5000	≤ 20	≤ 10	≤ 5	≤ 10

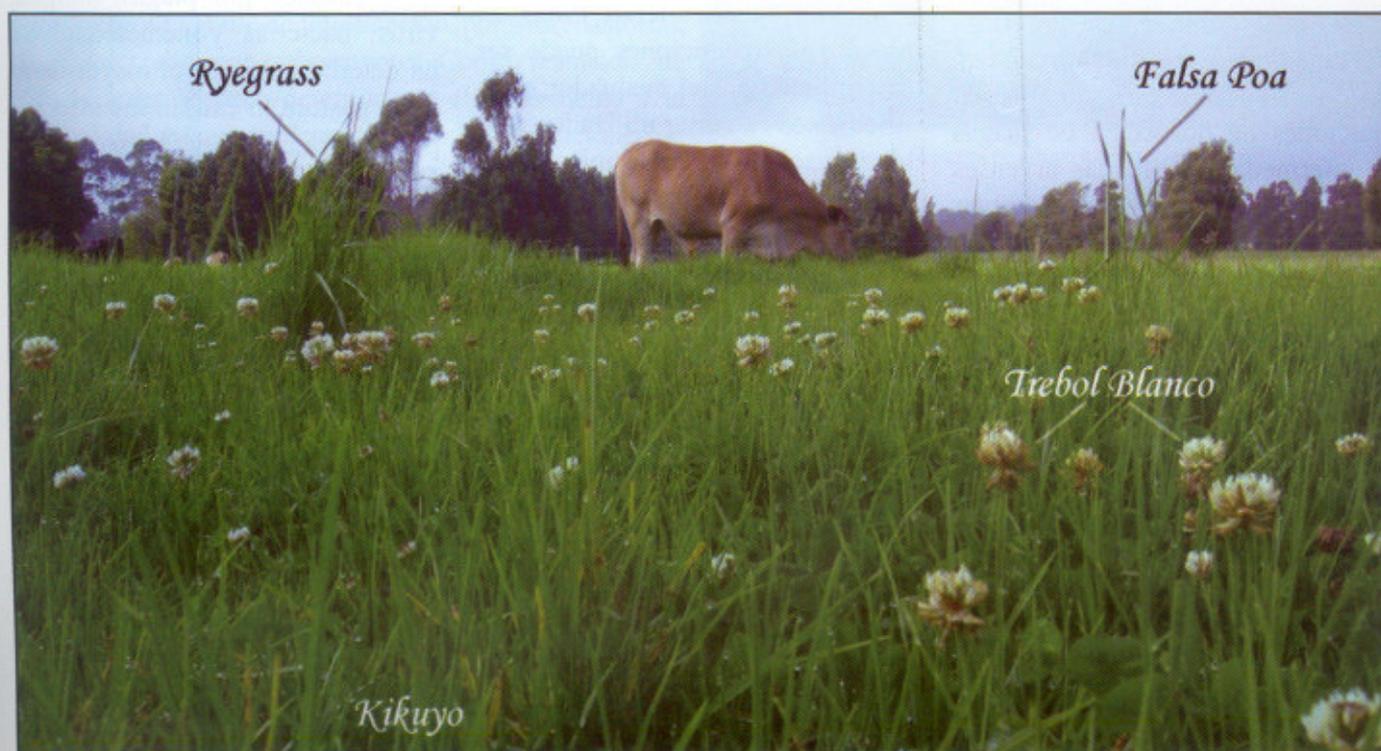


Figura 3. Composición botánica de una pradera heterogénea.

Este criterio puede estimarse utilizando marcos aforadores, y realizando mediciones de los siguientes factores: número de especies, cobertura que ocupa y pesaje de las mismas (éste último requiere de la separación manual de especies).

### **PORCENTAJE DE ESPECIES INDESEABLES**

Permite determinar las diferentes especies, estimando el número y proporción de las que puedan afectar, tanto a los animales como a los forrajes de interés económico que se han establecido. Es importante aclarar que no todas las plantas presentes en una pradera, diferentes al cultivo base o al asocio, deben considerarse "malezas". Muchas de éstas son de consumo habitual o esporádico por parte del animal, y pueden cumplir funciones medicinales, de repelencia de plagas, mejorar la estructura del suelo o simplemente generar confort en el animal. De otro lado, debe tenerse muy claro que cuando se decide controlar una planta en el potrero, es porque se tiene la certeza de que puede causar toxicidad, lesiones físicas o está cumpliendo funciones de hospedaje de plagas o enfermedades. Muchas arvenses nocivas se distinguen por presentar comúnmente hoja ancha, formación de espinas o secreción de látex. El número y el porcentaje estimado mediante aforos (Tabla 2), ayudarán a definir el manejo a implementar.

### **NÚMERO DE PLANTAS POR M<sup>2</sup>**

Se espera que entre mayor sea el número de plantas por m<sup>2</sup> mayor es la productividad y mejor es la condición de la pastura (Tabla 2). Sin embargo, un valor alto representa una tendencia de monocultivo en el potrero, y ya se ha observado que las praderas heterogéneas son más estables y sostenibles en el tiempo.

Este criterio podrá tener gran peso si se evalúan forrajes destinados para el corte, pero puede resultar ambiguo en especies rastreras como el kikuyo usadas por lo común para pastoreo.

### **COBERTURA**

Este criterio está muy asociado al anterior. Sin embargo, debe hacerse claridad, que en él se determina el número de plantas por área, mientras que acá, se establece el porcentaje de cobertura. Por tanto, se hará énfasis en plantas postradas como el kikuyo. Una escala para evaluar la cobertura de gramíneas de crecimiento erecto y postrado, se presenta en la Tabla 2.

### **ALTURA**

Este criterio aunque es interesante, no es tan aplicado en especies de hábito rastrero como el kikuyo. No obstante, cuando se estima en gramíneas de porte erecto, se mide la altura en centímetros desde el suelo hasta el punto más alto, sin estirla y sin cortar la inflorescencia (Toledo y Schultze-Kraft 1982). El número de repeticiones puede ser determinado por el evaluador, pero si los datos van a ser utilizados para investigación, es preferible seguir las recomendaciones de Toledo y Schultze-kraft.

### **PRODUCTIVIDAD**

Posibilita cuantificar el rendimiento de forraje verde o materia seca por unidad de área, en un momento dado y bajo un sistema determinado de utilización de la pastura. Esta debe garantizar una buena nutrición, complementando la dieta y los requerimientos del animal. Según Hoyos et al (1996), para estimar la disponibilidad de forraje en una pastura, existen varios métodos de muestreo (destrutivo y no destructivo). En general los no

destructivos permiten realizar un gran número de observaciones en poco tiempo. Entre estos últimos se tiene el muestreo de doble rango visual o método de disponibilidad por frecuencia (MDF), usado para especies de crecimiento postrado como el kikuyo. Por el contrario, en plantas erectas se usa el método poblacional estratificado. Para ello, se usan los marcos aforadores.

### **CALIDAD**

Permite cuantificar el valor nutritivo de la pastura (digestibilidad de la materia seca, proteínas y minerales). La forma más común de medir el valor nutritivo y la condición mineral de una especie, es mediante análisis foliares y bromatológicos, los cuales se deben realizar inclusive en las épocas favorables al crecimiento, donde la apariencia suculenta y vigorosa de la planta, pueden constituir un criterio subjetivo de evaluación.

### **PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Permite cuantificar el nivel de daño causado por plagas, hongos, virus, bacterias y nematodos. Se ha determinado que el mayor daño de la pastura lo causan los insectos plaga. Para Lopera y Quirós (1994), la Chinche *Collaria scenica*, *C. columbiensis*, y el Lorito Verde *Draeculacephala* sp., son los insectos que causan más daño en el pasto kikuyo. El cultivo también es afectado, aunque en menor grado, por chizas, salivitas y gusanos comedores de hojas. Los niveles más altos de ataque encontrados en el Altiplano Norte de Antioquia se han presentado en los municipios de Belmira, Entrerriós y San José de la Montaña.

Para estimar el efecto causado por insectos chupadores se han diseñado escalas que permiten determinar los niveles de ataque. Según Vergara

(1999), la escala se basa en la precisión de denotar las características del efecto de los daños del insecto, y es por esto que el evaluador debe tener la capacidad de diferenciar entre una deficiencia nutricional y el impacto de un succionador. Para Vergara (1999), la Tabla 4 permite determinar el daño tanto de colaria como de lorito verde; mientras que (Calle et al. 2004) propone escalas diferentes para cada especie y plantea que éstas sirven para determinar las medidas de control y el momento oportuno para hacerlo (Tablas 3 y 4).

**Tabla 3. Escala para determinar el grado de daño por Collaria (Calle et al. 2004).**

GRADO DE DAÑO	OBSERVACIONES
1	Ausencia de daño.
2	Daño leve. Se observan algunas hojas con decoloración en 1/3 del follaje.
3	Daño moderado. Las manchas amarillentas cubren entre 1/3 y 1/2 de las hojas. Se observa necrosis o secamiento.
4	Daño grave. La mayor parte del potrero está amarillo y con un gran secamiento de las hojas.

**Tabla 4. Escala para determinar el grado de daño por lorito verde (Calle et al. 2004 y Vergara 1999).**

GRADO DE DAÑO	OBSERVACIONES
1	Ausencia de daño. El color de las plantas es normal, sin decoloraciones ni moteados.
2	Daño leve. Algunas hojas con decoloración o moteado en no más de 1/3 del follaje.
3	Daño moderado. Manchas de color amarillo o blanquecino que cubren entre 1/3 y 2/3 del área foliar. Hay amarillamiento y necrosis inicial.
4	Daño grave. Hay amarillamiento casi total del follaje y se observa defoliación.

### CONDICIÓN DE LA PASTURA

Como ya se mencionó anteriormente, es una expresión del estado o nivel de deterioro de la pastura, y puede ocurrir de forma subterránea en los rizomas (Figura 4); o notarse, como es común, en la ramificación aérea incluyendo los estolones (Figura 5). Cuando se degrada al interior del suelo, el colchón puede superar en ocasiones los 50 cm de profundidad. Se recomienda entonces, determinar mediante muestreos simples (Figura 6), el estado del primer horizonte del suelo, con el objeto de determinar, si hay o no degradación. De otro lado, cuando el deterioro es superficial, se observan usualmente plantas de bajo tamaño con alto grado de lignificación, por sobrepastoreo, o colchón alto por subpastoreo. Como resultado de todo lo anterior, debe determinarse el implemento y la profundidad en que se deben realizar las operaciones de labranza, en caso de ser requeridas.



Figura 4. Rizomas de kikuyo formando un colchón.



Figura 5. Kikuyo degradado en la ramificación aérea incluyendo los estolones.



Figura 6. Muestreo simple para determinar acolchonamiento rizomatoso.

### NIVEL DE DEFOLIACIÓN

Se considera como el principal efecto de los animales en la pradera y se define como la remoción de las partes aéreas de la planta llevada a cabo por el animal en pastoreo o por cualquier medio (implementos mecánicos, fuego, insectos u otros seres vivos). La susceptibilidad a la defoliación está determinada por la ubicación de los puntos de crecimiento, siendo mayor en aquellas que los poseen próximos a la superficie del suelo. Es por ello que las especies forrajeras como el kikuyo, con desarrollo estolonífero y rizomatoso, toleran defoliaciones frecuentes y a ras (Cuesta 2005), dado que no se deterioran las estructuras de reserva de carbohidratos ni sus puntos de crecimiento. Este criterio está fuertemente influenciado por el sistema y frecuencia de pastoreo y puede determinarse por la altura de corte.

### EDAD DEL CULTIVO

Puede ser un indicador del estado de degradación de la pastura, independiente de que el kikuyo, por su condición de planta perenne, tenga la capacidad de regenerar sus estructuras vegetativas tras un corte o pastoreo. Este criterio se relaciona más con el manejo, y se nota claramente en aquellas praderas en las cuales se ha realizado, siempre o durante mucho tiempo, un manejo tradicional de la especie, obviando alternativas que permitan rehabilitar la condición productiva de la misma. Además de los criterios ya mencionados, dentro de los factores de degradación de la pastura hay algunos relacionados con las características del suelo. Entre estos están los asociados con las propiedades físicas y químicas. Según Hoyos et al (1996), cambios en cualquiera de las dos, conducen a alteraciones que afectan a las plantas en términos de producción de biomasa, calidad, capacidad de rebrote y competencia, así:

### DEFICIENCIAS MINERALES

Hace referencia al contenido de nutrientes del suelo, que puede determinarse mediante el análisis de fertilidad y elementos menores. En la mayoría de los casos, el Nitrógeno y Fósforo son los más limitantes.

### DEFICIENCIAS FOLIARES

La falta de uno o varios nutrientes en el suelo se manifiesta en la pastura, al observar, entre otros, cambios en el crecimiento, apariencia del follaje, pérdida de hojas o incluso la muerte. En la Tabla 5, se describen algunos síntomas que se presentan por la deficiencia de nutrimentos (Hoyos et al 1996); y en la Tabla 6 se presenta la escala para la evaluación en campo. El análisis foliar y el de suelos constituyen herramientas de suma importancia para determinar aspectos relacionados con la fertilidad del suelo y la degradación de la pastura.

Tabla 5. Síntomas principales de deficiencias de nutrientes en pastos tropicales

Síntoma de Deficiencia	Elemento									
	N	P	K	S	Cu	Zn	Fe	B	Mo	
Caída del crecimiento	X	X		X						
<b>Clorosis:</b>										
Hojas viejas	X		X							X
Hojas jóvenes				X	X	X	X			
Intervenal								X		
Ápice			X							
<b>Enrojecimiento</b>										
Hojas viejas										
Borde de hojas	X				X					
<b>Color púrpura</b>										
Hojas viejas		X								
Hojas jóvenes		X								
Verde intenso a normal		X								
Encrespamiento foliar						X		X		
Deformación foliar								X		
Acartonamiento foliar		X								
<b>Necrosis</b>										
Centro hojas						X				
Borde hojas	X				X	X				
Hojas jóvenes								X		
Hojas viejas			X							X
<b>Abscisión</b>										
Hojas jóvenes					X					
Abundante							X			
Defoliación										
Rebrotos en roseta									X	
Muerte de meristemas					X					
Muerte guía planta							X			

Fuente: Ayarza, 1991, citado por (Hoyos et al 1996).

**Tabla 6. Escala para determinar deficiencias nutricionales en pasturas (Hoyos et al 1996).**

Escala	Deficiencia nutricional (hojas viejas)
1	Ausencia de deficiencia. Color del follaje normal.
2	Deficiencia leve. Algunas hojas presentan amarillamiento en los ápices y/o bordes. Algunas hojas pueden presentar coloración rojiza.
3	Deficiencia moderada. Clorosis que afecta entre 11-30% del área foliar. Algunas rojas y púrpuras. Necrosis apical.
4	Alta deficiencia. Plantas con clorosis en casi toda el área foliar. Coloración rojo púrpura en muchas hojas. Necrosis parcial y total.

### COMPACTACIÓN

Debido al manejo y utilización de la pastura, y en especial a la influencia que ejercen la maquinaria y los animales sobre el suelo, se pueden observar efectos negativos sobre el medio físico, produciendo en ocasiones incrementos en la densidad aparente y bajas en la retención de humedad. Para Jaramillo (2002), un suelo se considera compactado cuando su macroporosidad es tan baja que restringe la aireación. El tamaño de sus poros es tan fino que impide la penetración de raíces, la infiltración y el drenaje. Igualmente presenta una reducción del volumen y continuidad de los macroporos con lo cual se reduce la conductividad del aire y del agua.

Según Jaramillo (2002), evaluar la consistencia de un suelo es establecer la resistencia a la penetración, resistencia a la ruptura y determinar los contenidos de humedad que lo hacen cambiar de estado; además, de la expansibilidad que tenga el suelo. La primera se mide con el penetrómetro; la segunda se evalúa con el módulo de ruptura; la expansibilidad se determina con el coeficiente de extensibilidad lineal (COLE) y los cambios de estado con los Límites de Atterberg (límite de soltura, límite plástico y límite líquido). Con

finés de interpretación, valores de resistencia a la penetración mayores a 35.5 kg cm<sup>-2</sup>, limitan el desarrollo radicular; si el módulo de ruptura es menor a 10 kPa<sup>1</sup>, hay problemas para la emergencia de plántulas, valores de COLE mayores de 0.06 son altos y el suelo es expansivo y lo ideal es que el suelo tenga una capacidad de campo menor que su límite de soltura.

1. Un kilopascal (kPa) equivale a 1000 pascales, y 1 pascal equivale a 10 barias y a  $9,86923 \cdot 10^{-6}$  atmósferas.

Determinando la densidad aparente del suelo, puede tenerse también claridad sobre el deterioro del mismo. Para Jaramillo (2002), su determinación se hace, más comúnmente, por el método del cilindro biselado en los suelos que presentan poca o ninguna pedregosidad interna, que no son sueltos o que no presentan abundante cantidad de raíces gruesas, o por el método de la cajuela, en aquellos que presentan condiciones que dificulten la introducción del cilindro.

Observar el perfil del suelo puede ser otra alternativa para indagar, sobre el nivel de compactación existente. Para ello puede hacerse una calicata (Figura 7). Con ésta puede determinarse la presencia del pie de pezuña (causado por el animal), del pie de arado (causado por tractores y equipos de labranza), la existencia de un "claypan" (capas u horizontes subsuperficiales compactados con alto contenido de arcilla), y la posible presencia de horizontes pedregosos que afecten la



Figura 7. Calicata de de 1m x 1m x 1m.

profundidad radicular efectiva. Este procedimiento permite además conocer como están organizados los diferentes horizontes del suelo. La dimensión normal es de 1m x 1m x 1m.

### EROSIÓN

En suelos compactados o inclinados, el agua se mueve sobre la superficie generando procesos erosivos, a los que luego se suma la influencia del viento. Igual fenómeno producen los animales que se desplazan sobre las laderas. El resultado final es la desertización y la pérdida de la fertilidad de los suelos. Dicho criterio puede medirse teniendo en cuenta la Tabla 7, o mediante el diseño de parcelas tipo estaca, o realizando aforos y determinando el área de "calvas" o espacios libres de cobertura por unidad de área.

Finalmente, es importante mencionar, que aunque pueden incluirse otros criterios de evaluación, los

**Tabla 7. Escala para determinar el grado de erosión (Hoyos et al 1996).**

GRADO DE DAÑO	OBSERVACIONES
1	Mínimo arrastre de partículas. Distribución uniforme de residuos vegetales.
2	Erosión leve. Arrastre de partículas y terrones muy pequeños. Formación de pequeños cúmulos de tejido vegetal.
3	Erosión moderada. Formación de huellas y canales de escorrentía. Arrastre de suelo y residuos vegetales en forma localizada. Compactación localizada.
4	Alta erosión. Formación de canales más o menos profundos. Suelos con bajo contenido de residuos vegetales. Superficie del suelo compactada.

anteriores permiten determinar en gran medida el estado actual de la pastura, y con base en estos precisa los programas a implementar, ya sea de renovación, rehabilitación o mantenimiento de praderas de kikuyo.

### BIBLIOGRAFÍA

- CALLE, C. et al. Control biológico y otros métodos de manejo integrado de plagas de los pastos. En: ganadería de leche sostenible. Boletín técnico 17. Rionegro, Antioquia, Colombia. 2004.
- CUESTA, P. Fundamentos de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería del trópico colombiano. Revista Corpoica. V6 N°2. Julio-Diciembre. 2005.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the UN. Ecocrop. 1993. [online]: <<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=1649>> Marzo 02 de 2009.
- HOYOS, P. et al. Capacitación tecnológica de producción de pastos. Fascículo 4. Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia. Cali: CIAT, 1996.
- JARAMILLO, D. introducción a la ciencia del suelo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 2002.
- LOPERA, H. y QUIRÓS, J. Incidencia de insectos plagas en los diferentes sistemas de producción de leche en el Altiplano Norte de Antioquia. Fundación de Fomento Agropecuario. 1994.
- MENDOZA, P. y LASCANO, C. Medición en la pastura en ensayos de pastoreo. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. En: MEMORIAS DE UNA REUNION DE TRABAJO (1: 1984: Lima, Perú). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali: CIAT, 1985.
- PERALTA, O. Recuperación de pasturas degradadas. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, provincia de Córdoba, República Argentina. 2002. [online]: <[http://produccionbovina.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/56-recuperacion\\_pasturas.htm](http://produccionbovina.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/56-recuperacion_pasturas.htm)> Marzo 01 de 2009.
- POHL, R.W. y DAVIDSE, G. Flora Mesoamericana. 1994. [online]: <<http://www.mobot.org/mobot/fm/>> Marzo 02 de 2009.
- TOLEDO, J. y SCHULTZE-KRAFT, R. Metodología para la evaluación de pastos tropicales. En: Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali: CIAT, 1982.
- TROPICAL FORAGES. An interactive selection tool. [online]: <[http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Pennisetum\\_clandestinum.htm](http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Pennisetum_clandestinum.htm)> Marzo 01 de 2009.
- USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. [Online]: <<http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?27178>> Marzo 01 de 2009.
- VERGARA, R. El manejo integrado de plagas en pastos: componentes e implementación. En: Cuadernos divulgativos de entomología; no.4. Insectos plagas de los pastos: efectos, biología y manejo. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 1999.

# LA VACA

## para los sistemas de Pastoreo

*La principal ventaja de la vaca es su capacidad para producir leche, a partir del más abundante y barato recurso de la naturaleza: el pasto.*

Jaime Henríquez. Zootecnista. M. Sc

**D**esafortunadamente, durante muchos años nos olvidamos de esta capacidad innata del rumiante y descuidamos los factores relacionados con su capacidad de consumo de pasto.

En la Figura 1 se enumeran los diferentes factores que pueden influir en el consumo de pasto; en esta ocasión nos vamos a referir al factor animal, sin embargo, hay que tener en cuenta que la calidad y manejo del pasto son factores de altísima importancia (Dillon, 2007).

### GENOTIPO Y PRODUCCIÓN

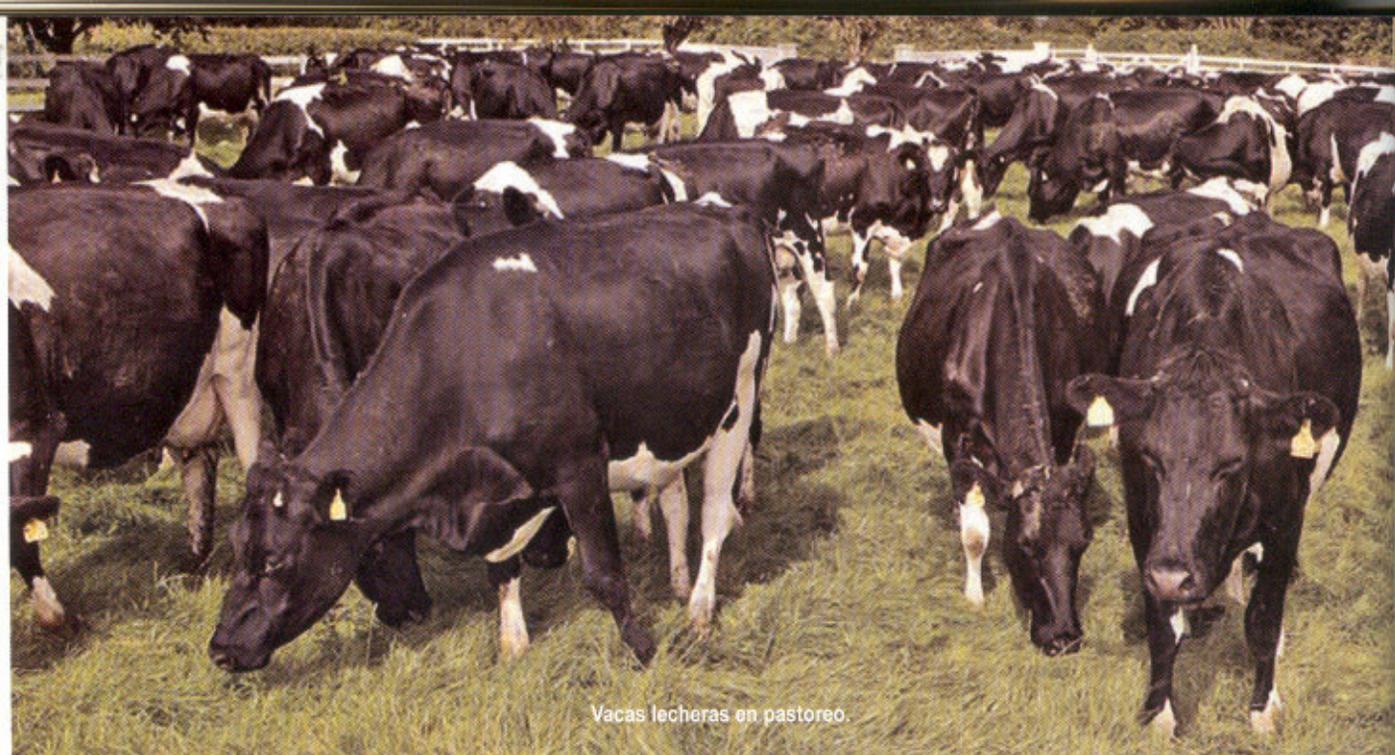
Tan solo el 10 % de la leche a nivel mundial se produce en sistemas de pastoreo similares a los de Colombia en su zona alta. La mayor parte de la genética utilizada en nuestro medio proviene de países con sistemas de producción en confinamiento; las dietas en este tipo de sistemas se caracterizan por ser una mezcla homogénea de ensilajes, heno y suplementos concentrados que le permiten a la vaca consumir en tan solo cinco horas cerca de 24 Kg de materia seca de este tipo de mezclas.

Caso contrario ocurre en nuestros sistemas de pastoreo en los que, en el mejor de los casos, una vaca emplea alrededor de 10 horas para poder consumir entre 12 y 18 Kg de materia seca, dependiendo de la calidad y cantidad del pasto ofrecido.

**NOTA:** 1 Kg. de materia seca equivale de 6.6 – 5.8 Kg. de pasto fresco. El contenido de agua de un pasto fluctúa en nuestro medio entre un 85 – 83 %.



Figura 1



Vacas lecheras en pastoreo.

Existe evidencia confiable de que la producción de leche, el consumo de alimento y el balance energético son rasgos o características de alta heredabilidad, durante muchos años los programas de selección se basaron casi exclusivamente en el mejoramiento de la producción, lo cual ocasionó un desfase entre la capacidad de consumo en pastoreo y esta alta capacidad de producción de leche.

La correlación entre el consumo de materia seca proveniente del pasto y la producción de leche está valorada entre 0.44 – 0.65; lo anterior significa que solamente la mitad de esa producción extra de leche se da por el incremento en el consumo de pasto (Veerkamp, 2003).

Esta es la razón por la cual las vacas de alta producción en pastoreo presentan una pérdida considerable de peso durante gran parte de su lactancia, ya que movilizan sus reservas corporales hacia la producción de leche sacrificando su función reproductiva.

Del punto anterior, se deriva la necesidad de suministrar alimentos

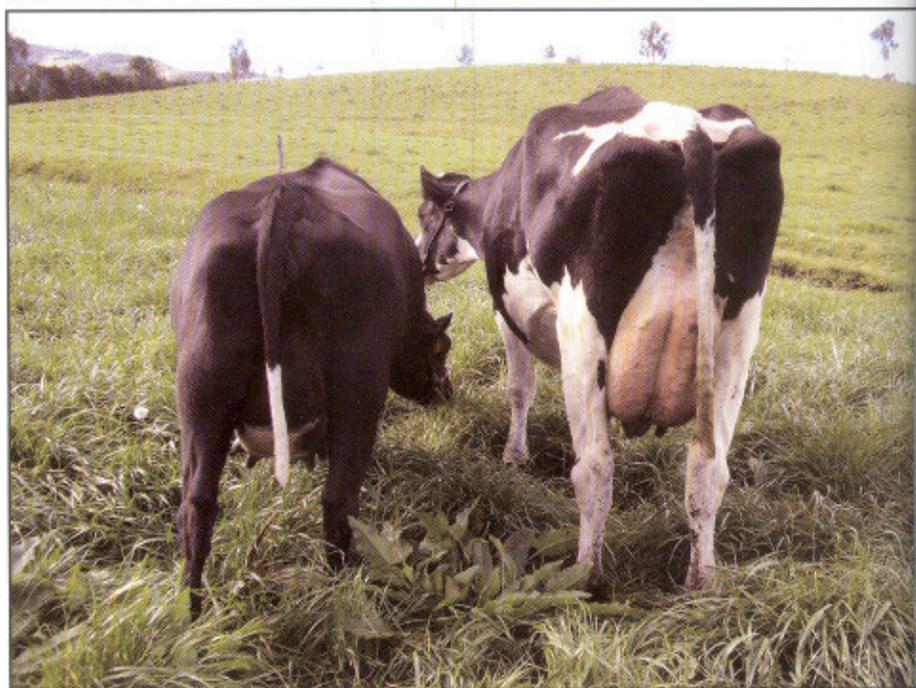
concentrados de alto valor energético con el fin de lograr un incremento en la producción de leche y disminuir el prolongado período de pérdida de peso del animal.

Es importante resaltar que la rentabilidad derivada de los programas de suplementación con base en concentrados, es bastante cuestionable en este momento, dada el alza a nivel mundial, de los precios de las materias primas

con las cuales se elaboran los suplementos concentrados.

Numerosos trabajos han establecido que el incremento de consumo de materia seca proveniente del pasto es de tan solo 500 gramos por cada litro adicional de leche producido (Peyraud, 2001).

La vaca moderna seleccionada por alta producción es incapaz de satisfacer su demanda de nutrientes



Condición corporal y tamaño de vacas en pastoreo.

con sólo pasto; su capacidad de consumo en pastoreo no se ha incrementado en la misma proporción que su capacidad para producción de leche.

La capacidad de consumo en pastoreo está condicionada a tres factores básicos:

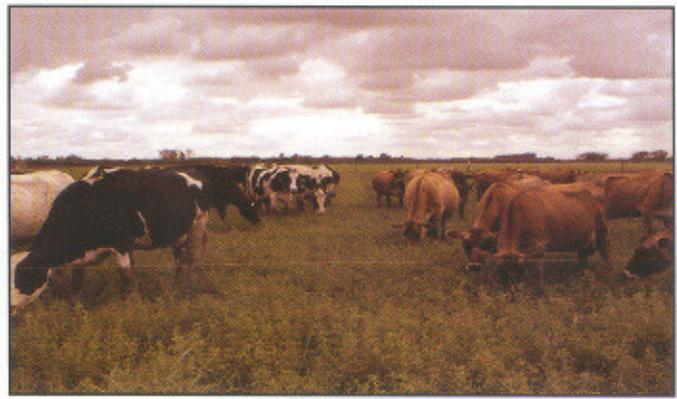
1. Tiempo de pastoreo (minutos por día).
2. Número de bocados por minuto.
3. Cantidad de materia seca por bocado.

En la siguiente Tabla 1 se muestran los valores máximos reportados en la literatura sobre el tema de consumo en pastoreo sin suplementación de concentrados (Muller, 2002):

ACTIVIDAD	VALOR
Tiempo efectivo de pastoreo (minutos al día)	609
Bocados por minuto	56
Materia seca por bocado (gramos)	0.55
Consumo materia seca de pasto Kg./día	18.7
Peso Vivo Kg.	629
Consumo de materia seca como % del peso vivo	3.0
Leche Kg./día	19.0

Igualmente existe otro factor de suma importancia y es el llamado proceso de rumia o reducción del tamaño de las partículas del pasto con el fin de facilitar su proceso de digestión.

En la Figura 2 se detalla la distribución en horas de las actividades de la vaca de alta producción en un sistema de pastoreo:



Vaca Jersey

**Las vacas en pastoreo gastan:**

- Más tiempo alimentándose que en los sistemas de confinamiento (10 vs. 5 horas).
- Menos tiempo acostadas o paradas.
- Igual o menor tiempo rumiando.

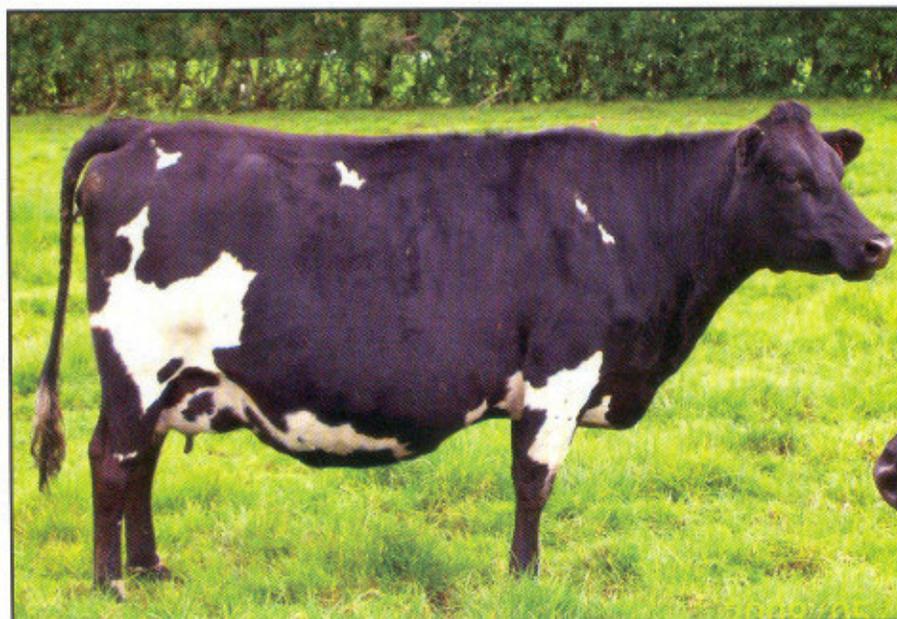
La necesidad de consumir una mayor cantidad de pasto obliga a la vaca a destinar una mayor cantidad de tiempo al pastoreo, forzándola a disminuir su tiempo de rumia, lo cual puede incidir en una menor eficiencia digestiva, reduciendo de esta manera las posibles ventajas de un mayor consumo de materia seca (Cosgrove, 2008).

Estudios recientes han demostrado una significativa variación genética en la relación existente entre las diferentes etapas de la lactancia y el consumo de pasto; esto permitirá, en un futuro, la selección de animales con una mayor capacidad de consumo al inicio de la lactancia (Horan, 2007).

**PESO VIVO Y CONSUMO DE PASTO**

Los puntos clave que nos permiten identificar las relaciones entre el peso vivo de la vaca y consumo de pasto son:

- El consumo de materia seca solo se incrementa entre 1.0 – 1.5 Kg., por cada 100 Kg. de peso vivo adicional.
- Se ha comprobado que a medida que se incrementa el tamaño del animal y la edad, se disminuye tanto el tiempo de pastoreo como el número de bocados por minuto.
- A mayor peso vivo de la vaca mayor requerimiento de energía para su mantenimiento y mayor inhabilidad para desplazarse.
- A menor peso, mayor consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo del animal,



Vaca lechera de tamaño pequeño.

característica muy bien definida en la raza Jersey y sus cruces. Vacas con un peso de 520 Kg. están en capacidad de consumir hasta el 3.7 % de su peso vivo, equivalente a 19 Kg de materia seca (Holmes, 2007).

En este momento surgiría la siguiente pregunta: ¿por que razón una vaca de 650 Kg de peso no puede lograr un consumo de 24 Kg de materia seca por día?

La respuesta, según uno de los científicos más conocedores del tema de pastoreo a nivel mundial, el Dr. Colin Holmes, es la siguiente: esta vaca tendría que pastorear durante más de 13 horas al día, lo

cual es imposible si tenemos en cuenta las restricciones que imponen el período obligado de rumia, el tiempo de ordeño y las horas luz.

### CONCLUSIÓN: EL PROBLEMA ES DE TIEMPO

Existe numerosa evidencia científica de que la genética utilizada durante muchos años en los sistemas de confinamiento no es la ideal para nuestros sistemas de pastoreo.

La limitante física del consumo de materia seca proveniente del pasto obliga a tener vacas con un menor potencial de producción de leche y un menor peso que las actualmente utilizadas.

El concepto de alto mérito genético ha cambiado profundamente, hoy en día se considera que las características requeridas para un sistema rentable deben considerar factores muy importantes tales como: longevidad, funcionalidad, fertilidad y capacidad de adaptación al medio ambiente.

En las actuales circunstancias de alto costo de los suplementos, del bajo comportamiento reproductivo de la vaca seleccionada por alta producción y de la necesidad de producir una leche de alto valor nutricional, nos vemos en la obligación de definir nuestros criterios sobre cuál sería la vaca ideal para nuestro sistema de pastoreo.

En una reciente reunión mundial sobre de producción de leche las conclusiones sobre cuáles deberían ser las características de la vaca ideal para los sistemas de pastoreo fueron las siguientes (Dairy Science Conference, 2007):

1. Alto consumo de pasto como porcentaje de su peso vivo (3.7%).
2. Tamaño de moderado a bajo 520 – 420 Kg.
3. Alta fertilidad y longevidad.
4. Buenas patas y ligamentos de ubre.
5. Facilidad de parto y resistencia a enfermedades de tipo metabólico.

### BIBLIOGRAFÍA

COSGROVE, G. P. Pasture and supplements for grazing animals. NZSAP. Occasional publication; no.14. P. 61.  
 DILON, P. Cow genetics for temperate grazing systems. En: DAIRY SCIENCE CONFERENCE. 2007.  
 HOLMES, C. Tomorrow's cows for tomorrow's farming systems. Massey University. 2007.  
 HORAN, B. Genetics of grass dry matter intake, energy balance in grazing Irish dairy cows. En: Journal Dairy Science. Vol. 90 (2007); p. 4835-4845.

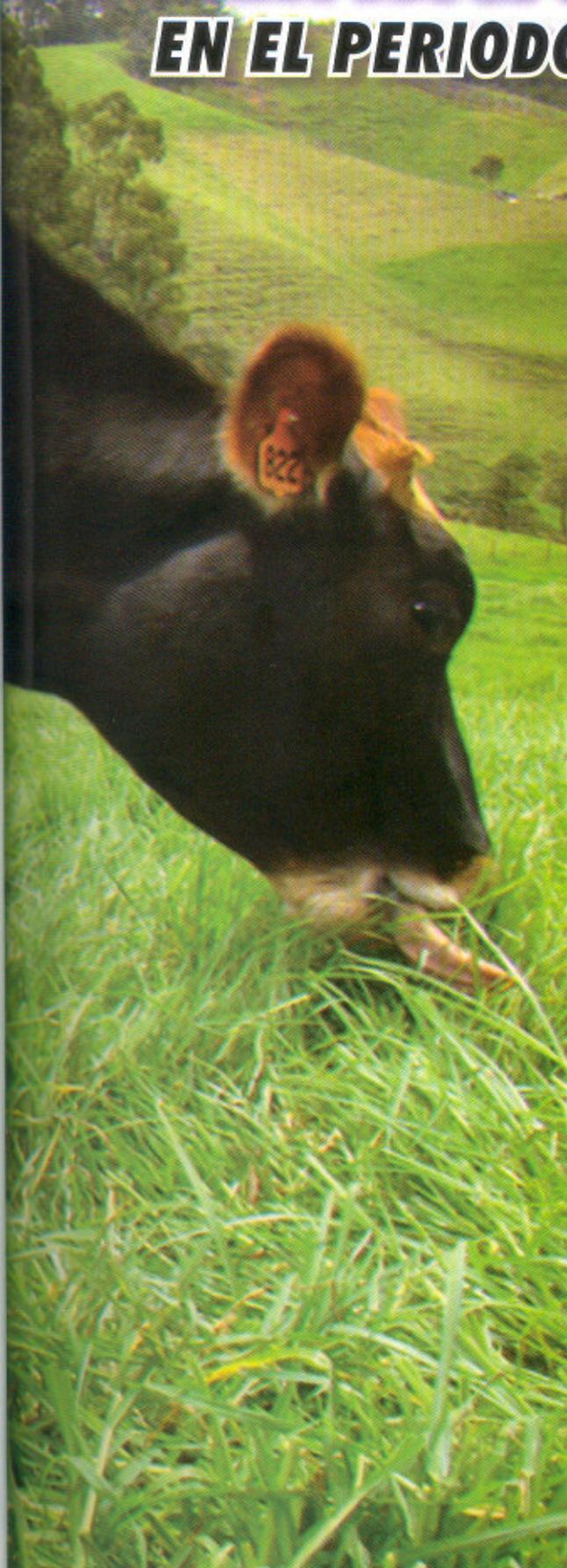
MULLER, L. Managing to get more milk and profit from pasture. Pennsylvania State University. Occasional publication. 2003.  
 PEYRAUD, J.L. Recent advances in animal nutrition. Nottingham Univ. Press. 2001.  
 VEERKAMP, A. Effects of genetic selection for milk yield on energy balance. En: Livestock Production Science. Vol. 83 (2003); p. 257 – 275

# ALIMENTACIÓN DE LA VACA EN EL PERIODO DE TRANSICIÓN

DR. CARLOS CAMPABADAL Ph.D  
Asociación Americana de Soya-Im

Uno de los factores que más afecta la producción de leche durante toda la lactación de una vaca, es el manejo nutricional en la etapa preparto y en los primeros días de la lactación, el llamado "período de transición". Esta etapa corresponde 21 días antes del parto hasta 30 días pos parto. Overton (2002) establece que el período de transición es la etapa más importante en el ciclo de lactación de una vaca, porque representa la convergencia entre los rendimientos productivos, reproductivos y la salud de la vaca, teniendo un impacto directo en la rentabilidad de la lechería. Este mismo autor (Overton, 2004) reportó que un 25% de las vacas que son removidas del hato se debe a una mala alimentación y manejo durante el período de transición. Drackley (1998) concluye que un programa de alimentación no adecuado causa que la vaca tenga problemas de consumo posparto, una mayor incidencia de desórdenes metabólicos, consumos cíclicos, así como una mayor pérdida de condición corporal. Además, Davidson et al., (1997) establecen que la parte más importante del trabajo en una lechería debe tener lugar al final del período seco y al principio de la lactación, mediante una alimentación óptima de la vaca. Un inicio eficiente tiene un efecto importante sobre el pico de lactación (50-70 días) y la futura persistencia en la producción de leche y permite al animal desarrollar el potencial genético para producir leche. Como regla general, se establece que por cada kilogramo adicional que se logre en el pico de producción, la vaca producirá de 200 a 250 kilogramos más de leche durante esa lactación (Broster, 1972). Uno de los problemas más serios que se observan en las lecherías, es la variabilidad en el tiempo para alcanzar el pico de producción. Muchas veces el ganadero cree que la vaca logró el pico en un determinado tiempo y de uno a dos meses después, la vaca produce niveles más altos de leche. El problema se debe a una alimentación subóptima en el período preparto y posparto, a problemas metabólicos, a una condición corporal no adecuada y a un pobre incremento en el consumo de materia seca.

El programa de alimentación de la vaca recién parida empieza mucho antes del parto. Un programa eficiente empieza con un manejo y una alimentación adecuada de la vaca preñada desde la lactación previa, que permita al secado del animal, que éste tenga una condición corporal óptima (3.0-3.5) y la mantenga durante el período seco. La combinación de un



manejo óptimo produce numerosos beneficios relacionados con la salud, los rendimientos productivos y reproductivos, así como su rentabilidad (Davidson et al. 1997).

Para que exista una transición exitosa del período seco al de lactación, la vaca debe sufrir adaptaciones metabólicas que permitan un aumento en la síntesis de glucosa, una movilización suficiente pero no excesiva de grasa corporal para satisfacer las altas demandas energéticas de la lactación y una movilización óptima de calcio (Overton, 2004).

Los objetivos principales de las estrategias de manejo nutricional en el período de transición son adaptarse a los cambios fisiológicos, prevenir un exceso o deficiencia de nutrientes que puedan producir problemas de salud y preparar el ecosistema ruminal a las dietas altas en energía y nutrientes, que se utilizan al inicio de la lactación (Allen y Beede, 1996; Dyk y Emery, 1996).

Para desarrollar un sistema óptimo de alimentación en el período de transición, debemos dividir el período seco en dos etapas. El Comité de Nutrición de Ganado de Leche del N.R.C. (2001) recomienda un período inicial seco que va del momento del secado a 21 días preparto. En este período las vacas deben recibir una ración de 1.25 Mcal/kg de energía neta de lactación. La segunda etapa corresponde a los 21 días preparto y recomienda un consumo energético que varía de 1.54 a 1.60 Mcal/kg de energía neta de lactación. La razón de suministrar una dieta baja en energía al inicio del período seco es minimizar la ganancia en condición corporal durante ese período. Trabajos recientes (Dann et al. 2003) demostraron el efecto

detrimental que tiene al inicio de la lactación un consumo alto de energía al inicio del período seco. También información reciente recomienda que las vacas tengan una condición corporal aproximada de 3 a 3.5 al momento del secado, en comparación con 3.5 a 3.75 como tradicionalmente se recomendaba (Contreras et al 2002). La razón para esa nueva recomendación está basada en el efecto negativo que tiene sobre el consumo de materia seca el incrementar la condición

y mitad del período, pero muy mal al final del período seco, o bien el caso contrario. En el primer caso la vaca se predispone a problemas de acidosis ruminal subclínica, desplazamiento de abomaso, infertilidad y problemas de consumo de materia seca al inicio de la lactancia. En el segundo caso, cuando las vacas no son alimentadas correctamente y terminan con un exceso de condición corporal (>4), estos animales van a estar más predispuestos



Vacas en período de transición.

corporal durante el período preparto (Hayirli et al 2002). Para obtener la condición corporal óptima es necesario monitorearla desde unos 100 días antes del secado hasta el principio de la nueva lactación.

La división del período seco en dos etapas es importantísima para una máxima utilización de nutrientes. El problema práctico que se encuentra en la lechería es que en ciertas ocasiones las vacas son correctamente alimentadas al inicio

a problemas de cetosis, hígado graso, desplazamiento de abomaso y distocia. Estas situaciones nos confirman la necesidad de alimentar correctamente a los animales durante el período seco. La división de la alimentación en dos etapas, resulta en una mayor producción de leche. Oetzel (1997) establece que una alimentación adecuada en dos grupos resulta en una producción de entre 500 a 1000 kilogramos más de leche en la próxima lactación, en comparación con la alimentación en

un solo grupo. Además, el animal es más saludable y mejora su fertilidad al inicio de la lactación.

## ALIMENTACIÓN EN EL PERÍODO DE TRANSICIÓN

Uno de los factores más importantes en el programa de alimentación durante la etapa de transición es la condición corporal de las vacas. Un animal debe entrar al período seco con la condición corporal establecida como óptima para el momento del parto (3-3.5). Vacas que entran al período seco con una condición corporal menor a la óptima, tendrán una producción de leche menor, debido a la no adecuada cantidad de reservas corporales. En esta situación, se debe incrementar la condición corporal durante la primera parte del período seco, lo que aumentará la producción de leche en los primeros 120 días de lactación (Domecq et al 1997); sin embargo, existe una recomendación general de que las vacas deben obtener la condición corporal óptima al final de la lactación (Palmquist,

1993), pues la utilización de la energía metabolizable para ganancia de peso de la vaca en ese período se utiliza más eficientemente (75%), que para el mismo concepto durante el período seco (60%) (Moe, 1981).

En el caso contrario, cuando las vacas entran en el período de transición con una sobre condición corporal (>4), también existen problemas aún más serios, pues causan una baja producción de leche, problema de renqueras y se reducen los parámetros reproductivos (Gearhart et al., 1990). Entre los problemas más comunes que se presentan están el desplazamiento de abomaso, la cetosis y el bajo consumo de materia seca posparto (Grummer, 1995; Dyk et al 1996).

El consumo de materia seca y de agua en el período cercano al parto está normalmente limitado por el estrés del parto, la disponibilidad de alimento y por el comportamiento social. Aislar a las vacas por un período largo de tiempo o disminuir

la disponibilidad de alimento antes del parto, tiene un efecto detrimental, sobre el consumo de alimento. Es importante que exista un contacto visual entre vacas para no afectar el consumo. Además, debe tomarse en cuenta la palatabilidad de la dieta, la concentración de energía y nutrientes, el tamaño de la partícula y la fibra neutro efectiva. Todos estos factores ayudan a mantener un consumo adecuado de alimento, reducen los riesgos de problemas digestivos y sobre todo, estimulan el consumo ascendente de alimento conforme avanza la lactación.

En este período de transición la disponibilidad y calidad del alimento es más importante que su composición (Albright, 1993); sin embargo, existe una dieta especial llamada de "cierre", que ayuda a adaptar a la vaca a la gran demanda de nutrientes y a evitar la presencia de problemas metabólicos como la fiebre de leche al parto.

En el programa de alimentación preparto, Goff y Horst (1997) y Hutjens (2005) establecen cuatro metas fisiológicas que afectan los rendimientos futuros de las vacas. Estos eventos son la adaptación de las bacterias del rumen a una dieta más alta en energía como la que se utilizará al principio de la lactación, el mantener niveles normales de calcio sanguíneo durante el período del parto para evitar problemas de fiebre de leche. También es necesario mantener un sistema inmune fuerte durante el período del parto y un balance positivo de energía hasta el momento del parto y luego minimizar el balance negativo después del parto.

El uso de alimento balanceado al final del período seco, permite a las bacterias del rumen y las papilas ruminales adaptarse a niveles altos de concentrado en la dieta.



Pastoreo en período de transición.

Esta adaptación permite un cambio en la población de los microorganismos del rumen, donde predominan los de tipo celulolítico a amilolítico y el desarrollo de bacterias que utilizan el lactato y lo convierten en propionato. Además, conforme se produce una mayor cantidad de ácidos grasos

volátiles (AGV) se alargan las papilas ruminales, pasando de un tamaño menor de 0.5 cm en dietas a base de forrajes a uno mayor de 1.2 cm en dietas a base de concentrados.

La adaptación de las papilas es más importante que la de las bacterias del rumen, pues entre mayor tamaño tengan existirá una mayor superficie de absorción de AGV y una remoción más rápida de ellos, evitando una depresión en el pH que nos puede llevar a una acidosis. Cuando el pH del rumen decrece más allá de 5.5 se empieza a presentar la acidosis ruminal subaguda y se afecta la salud y producción de la vaca.

Un punto importante es mantener un nivel normal de calcio sanguíneo para evitar problemas de fiebre de leche, tanto clínica como subclínica. Ambos tipos de problemas reducen el consumo de materia seca y predisponen a la vaca a un problema de desplazamiento de abomaso. Una reducción en el nivel de calcio en el plasma cercano al parto, disminuye linealmente la contracción del abomaso y esto conduce a una falta de tono muscular y una distensión de abomaso. Con un nivel de 5 mg/dl de calcio la motilidad del abomaso se reduce en un 70% y la fuerza de contracciones en un 50% (Goff et al. 1997). La fiebre de leche también



Grupo de vacas secas en post-parto.

está asociada a problemas de partos distócicos, prolapsos uterinos, retención de placenta, mastitis y un número alto de días abiertos (Oetzel, 1996). En la práctica para prevenir este problema de fiebre de leche, es necesario tratar de formular una ración con niveles menores de 2% de potasio, limitar el consumo de sodio, pues ambos minerales son los mayores responsables del problema (Goff et al., 1997). Es necesario limitar cualquier producto alto en potasio como es la melaza. Además, se pueden utilizar sales aniónicas para mantener el balance anión cation negativo (-100-150 mg/kg).

Cuando se utilizan sales aniónicas el consumo de calcio debe ser entre 150 a 200g/día (Weiss, 2007). Cuando las vacas consumen forrajes tropicales altos en potasio, es difícil que las sales aniónicas ayuden a disminuir el problema de fiebre de leche. Es más recomendable utilizar dietas bajas en calcio (< 0.50%) y mantener una relación Ca: P de 2:1. El nivel recomendable de potasio varía de 0.30 a 0.40% dependiendo del nivel de potasio en los forrajes. Todas estas recomendaciones se deben cumplir en la alimentación de las vacas en el período de cierre, es decir unos 15 a 21 días antes del parto.

Un punto importante en el programa de alimentación de la vaca seca es mantener un sistema inmune fuerte, pues éste se debilita en el período preparto, ocurriendo un alto porcentaje de problemas infecciosos. Cualquier deficiencia crónica de energía, proteína, vitaminas y minerales puede causar una inmunosupresión. Goff y Horst (1997)

encontraron que en el período preparto, la concentración en la sangre de Vitamina A y E disminuían 38 y 47% respectivamente, por la mayor demanda para la transferencia de esas vitaminas al calostro y el mayor consumo de los tejidos asociado al estrés metabólico del parto. Weiss (2007) recomienda incrementar los requerimientos de vitaminas y minerales trazas en un 15%, para solventar la disminución en el consumo de materia seca. Este autor recomienda suministrar a la vaca en el período de cierre por día 99.000 UI de vitamina A, 22.500 UI de vitamina D y 1000 UI de vitamina E. Sin embargo, 5 a 10 días preparto se recomienda subir el nivel a 3000 UI/día. En aquellas zonas donde el ensilaje es la principal fuente de forraje, el estatus de Betacaroteno es bajo durante el período preparto. Weiss (2007) recomienda alimentar con 200 a 500 mg de Betacaroteno lo que ayuda a mejorar la función inmune.

El último punto en la alimentación preparto, es tratar de mantener un balance positivo de energía y minimizar el balance negativo posparto. Esto es importante especialmente unos días antes del parto, donde ocurre una depresión en el consumo de materia seca (Bertics et al. 1992). Incrementar el consumo de energía preparto no solo provee

mayor energía por sí misma, sino que además promueve el consumo de materia seca. Así pues, las vacas que tienen un mayor consumo de materia seca preparto consumirán una mayor cantidad de materia seca posparto. Es importante considerar que el mayor consumo de energía preparto, no debe producir un exceso de condición corporal, pues predispone al animal a problemas de cetosis e hígado graso, por lo tanto la práctica que normalmente se recomienda es incrementar ese consumo de energía al final del período seco. Para evitar el problema de vacas gordas, es mejor que estos animales se sequen con una condición corporal de 3 y que en el período seco no ganen más de  $\frac{1}{4}$  de valor de condición corporal (Oetzel, 1997).

Existe una gran variación en los requerimientos nutricionales para este período de cierre. Cuál de estos valores son correctos, es muy difícil de predecir. Sin embargo, Weiss (2007) en el curso organizado por la Asociación Americana de Soya para productores latinoamericanos, recomienda los siguientes niveles de nutrimentos para el período de cierre de las vacas secas (Cuadro 1). Niveles superiores al 14% de proteína cruda pueden causar problemas metabólicos e incrementan los costos de producción. También él establece que no es recomendable la utilización de NNP (úrea) en este período, pues disminuye el consumo de alimento y no hay suficiente cantidad de carbohidratos fermentables para una utilización eficiente y no le da importancia al nivel de proteína de sobrepeso.

La vaca debe consumir unos 30 gramos de sal/día y nunca se le deben suministrar niveles superiores a 45 gramos/día. Tampoco es conveniente que las vacas reciban más de 0.30% de azufre en la dieta. Con relación a

los minerales trazas Weiss (2007) recomienda los siguientes valores para el período preparto (Cuadro 2).

**Cuadro 1. Recomendaciones de nutrimentos para las dietas de cierre del período seco**

Nutrimento	Nivel
Energía neta de lactación	1.54 – 1.58 Mcal/Kg.
Proteína cruda %	14.00
Fibra Neutro Detergente Total %	30-34%
Fibra Neutro Detergente del forraje %	22 -25%
Carbohidratos no fibrosos %	35-38%
Relación Forraje: Concentrado	60: 40

**Cuadro 2. Recomendaciones de minerales trazas para la etapa preparto**

Minerales trazas	Valores mg/kg
Cobalto suplementario	0.10
Cobre total en la dieta	15 - 20
Yodo suplementario	0.40
Manganeso total en la dieta	50
Selenio suplementario	0.60
Zinc total en la dieta	70 - 100
Hierro total en la dieta	50

### CONSUMO DE MATERIA SECA

Una de las áreas que reciben más atención recientemente es la composición de carbohidratos de la ración de cierre y su relación al consumo de materia seca en el período de transición. Numerosas investigaciones han demostrado que las vacas que consumen a libre voluntad durante el período de cierre van disminuyendo el consumo del día 21 antes del parto hasta un día preparto en un 30%. Hayili et al (2002) resumió los factores que afectan el consumo de alimento preparto y su efecto posparto y encontró que la condición corporal en el período seco es el factor que más afecta el consumo posparto. El consumo de materia seca como porcentaje del peso corporal fue

comparable entre vacas con una condición de 2.8 a 3.6, pero si se disminuyó tremendamente cuando la condición fue superior a 4.4. Mashek y Grummer (2003) encontraron una alta correlación entre el consumo de materia seca preparto y la producción de leche y el consumo de materia seca posparto. Conforme el consumo de materia seca preparto aumentaba, se incrementaba la producción de leche y el consumo posparto. No existe un valor exacto de consumo de materia seca para ese período. En el Cuadro 3 se presentan los valores establecidos por Weiss (2007) para razas grandes y pequeñas. También se puede expresar el consumo en cantidad por peso corporal, siendo entre 1.75 a 2% para este período de cierre.

Cuadro 3. Consumo de materia seca para el periodo parto

Tipo de animal	Kilogramos de Materia Seca/día
Razas grades	
Vacas adultas	12.0-13.0
Novillas	9.0-10.0
Razas pequeñas	
Vacas adultas	9.5-11.0
Novillas	7.0 – 8.0

### MANEJO ALIMENTICIO

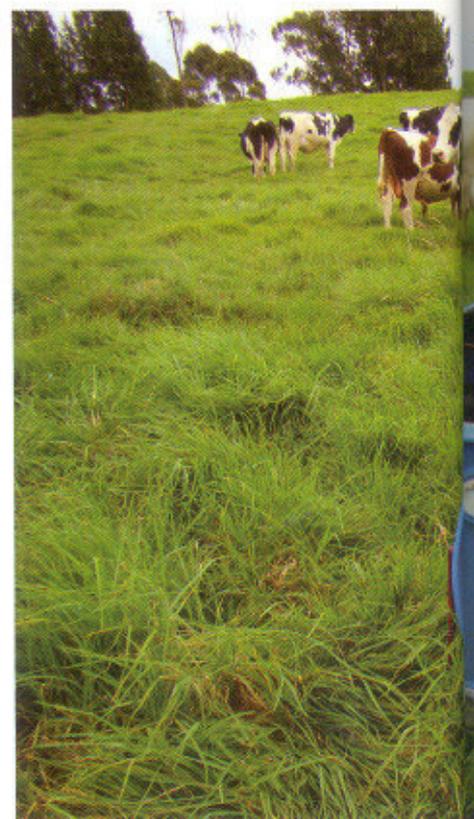
En el manejo alimenticio tenemos que diferenciar entre los animales que están en pastoreo y los que se mantienen confinados. En las lecherías que tienen las vacas en pastoreo, ellas deberán ir a los mejores potreros de la finca, preferiblemente a los mismos que van las vacas recién paridas.

El problema que existe es que en la mayoría de las fincas a estos animales se les mandan a los peores potreros. Un factor importante es monitorear el consumo de forraje en los potreros con el fin de estimar el consumo de materia seca en este período. Además del consumo de forraje, estos animales deberán consumir un alimento balanceado en niveles entre un 0.5 a 0.75% de su peso, equivalente a 3.5 a 5.5 kg /día (Guardiola, 1997). Schroeder, (2001) recomienda que la cantidad de concentrado que debe recibir una vaca de la ración de cierre dependerá de la condición corporal del animal. Vacas en una buena condición corporal (3-3.5) deberán consumir de 3 a 3.5 kg de alimento por día o un equivalente del 0.5% de su peso, mientras que vacas con una condición corporal menor que la óptima, un 0.75% de su peso corporal. Sin embargo, ese consumo no debe ser mayor de un 50% de la ración total o equivalente a 5 kg por día. La composición de este alimento balanceado estará determinada por el tipo de forraje que esté consumiendo la vaca

en el potrero. Lo importante es que al final las vacas reciban los nutrimentos óptimos requeridos para este período de cierre.

En el caso de los animales que están en confinamiento, el tipo de alimentación es más simple, pues se puede controlar lo que la vaca consume. Weiss (2007) recomienda mantener una relación 60% forraje y un 40% alimento balanceado.

En la parte forrajera una mezcla de ensilaje de maíz (<30% de materia seca) y un forraje de mediana calidad (60% FND) sería una buena escogencia. Trabajos recientes Pickett et al., (2003) recomiendan el uso de reemplazar parte del forraje por fuente de fibra no forrajeras como son la pulpa de cítricos, cascarilla de soya y salvadillo de trigo. El uso de estos productos ayudó a incrementar el consumo de materia seca preparto. En estas combinaciones Guardiola (1997) recomienda que las vacas deban recibir por lo menos un 25% de forraje en la dieta. Hutjens (2005) recomienda que las vacas reciban entre 2 a 3 kg de forraje largo para estimular un buen funcionamiento ruminal. Weiss (2007) establece que la mejor práctica es evitar un cambio brusco entre las fuentes de forraje que se suministrarán en la etapa preparto y posparto, para no afectar el consumo de materia seca.



Bebedero para vacas secas.

Uno de los factores más importantes en la alimentación preparto para maximizar el consumo de alimento, es el manejo de los comederos. Para maximizar el consumo de materia seca, Drackley (1998) recomienda suministrar entre un 5 a 10% más de alimento de lo que comen a libre voluntad, nunca se debe mantener el comedero vacío, el alimento debe estar siempre fresco y se debe eliminar cualquier alimento que esté fermentado, caliente y con hongos. Además las vacas deben tener suficiente espacio para que coman libremente. En el sistema de las vacas confinadas se puede utilizar las raciones mezcladas totales (TMR) o la suplementación del alimento sobre el forraje varias veces al día.

El acceso a una fuente de agua fresca, limpia y abundante es primordial para el desempeño de las vacas tanto antes como después del



parto. Es importante que las vacas en el período de transición no tengan que caminar largas distancias para obtener el agua.

En la formulación del alimento balanceado de la dieta de cierre, es muy importante que el tipo de ingredientes sean los mismos que constituirán la dieta posparto, para evitar un cambio brusco en la palatabilidad de la dieta y en la adaptación de las bacterias del rumen. Los resultados de la utilización de grasas de sobrepaso preparto y su efecto sobre la futura producción de leche y el consumo de materia seca han sido muy variables. En general, no es una práctica recomendada pues sí se afecta el consumo de materia seca (Drackley, 1998). Hutjens (2005) establece que si se suministra grasa de sobrepaso ésta debe estar limitada de 125 a 130 gramos por día.

Una área que también presenta mucha variación en la respuesta de las vacas es la utilización de una gran variedad

de aditivos. Los resultados con el uso de productos como aminoácidos protegidos, niacina, levaduras, cromo y agentes saborizantes son muy variables y cuando existe una respuesta positiva es en situaciones muy específicas. El uso de propilen glicol sí ha demostrado un efecto positivo; sin embargo su uso está restringido por precio y palatabilidad y se utiliza únicamente en vacas que presentan problemas de cetosis.

Un aditivo que no debe ser usado en dietas preparto son los agentes neutralizantes por el efecto que tienen los cationes de sodio y potasio en agravar la diferencia dietética anión-cación y su efecto sobre la fiebre de leche (Horst et al, 1997). En general, es importante tener presente que el uso de aditivos, no es la solución para sustituir un mal programa alimenticio.

El uso de levaduras es una práctica común en muchas lecherías con el fin de favorecer la estabilidad del rumen e incrementar las bacterias que digieren la celulosa. Hutjens (2005) recomienda suministrar de 10 a 120 gramos de levadura según el tipo de producto que se utilice. Este mismo autor recomienda dar a la vaca preparto 6 gramos de niacina por día, 230 gramos de propilen glicol 3 a 7 días antes del parto o 140 gramos de propionato de calcio si hay problemas de cetosis subclínica. Un aditivo que ha producido buenos resultados por su efecto en el metabolismo energético de la vaca, es utilizar en esa ración de cierre 200 mg de monensina por vaca por día.

### ALIMENTACIÓN POSPARTO

El principal objetivo del programa de alimentación de las vacas recién paridas, es evitar los problemas metabólicos y estimular el consumo de materia seca (Weiss 2007). Sin embargo, el éxito o fracaso

del programa de alimentación dependerá de cómo esas vacas fueron alimentadas y manejadas en el período preparto. La alimentación posparto involucra un período de 21 a los 30 días. Algunos productores dejan a las vacas con la dieta preparto por algunos días después del parto; mientras que otros las mueven inmediatamente a la dieta de principio de lactación. Ambos métodos son aceptables (Oetzel, 1997) siempre y cuando las vacas se aclimaten adecuadamente a la dieta de lactación y no se mantengan con la dieta preparto más que unos cuantos días después del parto, especialmente por el nivel alto o bajo de calcio que tenga esa dieta.

El problema que existe en los sistemas en que se usa pastoreo y no confinamiento total, es que no se conoce verdaderamente si las vacas están consumiendo la cantidad y calidad del forraje que necesitan, por lo tanto es muy importante no introducir cantidades muy grandes y en forma rápida de alimento balanceado después del parto, por lo que este concentrado deberá ser incrementado poco a poco. La forma ideal de hacerlo, es irlo incrementando conforme se aumenta el consumo de materia seca, pero en el caso de pastoreo esto es muy difícil de conocer. Entre las estrategias más lógicas está la de suministrar al parto la misma cantidad de alimento que se estaba suministrando antes de este evento e irlo aumentando a razón de 250 a 500 g/día hasta que la vaca alcance el consumo óptimo de materia seca. Sin embargo, Weiss (2007) no recomienda en las primeras tres semanas posparto suministrar más de 7.5 kg de concentrado por día. También es importante suministrarlo con una frecuencia de 4 a 6 veces al día y no suministrar más de 3 kg por comida (Schroeder, 2001).

Un problema importante que existe en este período, es que se debe evitar un sobreconsumo de alimento balanceado, pues la vaca presentaría problemas de acidosis ruminal que terminaría en un problema de laminitis de 70 a 100 días después, o en el caso contrario, una falta de energía nos conduciría a una cetosis. También un pobre acceso a forraje o que éste sea de mala calidad, contribuye también a problemas de cetosis. Oetzel (1997) recomienda mantener a las vacas con una ligera hambre por alimento balanceado, y suministrar los mejores forrajes de la finca para que se estimule el consumo de materia seca. Un punto muy importante es monitorear la pérdida de condición corporal. Las vacas por naturaleza pierden condición corporal; sin embargo, no es recomendable que éstas pierdan más de 0.50 puntos los primeros 30 días posparto. Schroeder (2001) recomienda que se pueda dar grasa suplementaria para reducir la pérdida de tejido corporal, pero debe estar limitada a no más de 115 gramos por día. El uso de sebo o de semillas de oleaginosas como la soya integral tostada o la semilla entera de algodón es una buena práctica. Él no recomienda empezar a utilizar grasas protegidas hasta 35 días posparto. También existen otro tipo de grasas de sobrepaso hidrogenadas que se pueden empezar a dar desde el momento del parto.

En el caso de animales en confinamiento total, como éstas comen de un 20 a un 25% menos de materia seca que durante el pico de lactación, se debe hacer un grupo separado por unas tres semanas, donde los animales puedan ser mejor supervisados y suministrarles alimento tres a cuatro veces por día con las relaciones óptimas de forraje (60%) y alimento balanceado (40%). Una vez que su consumo esté normalizado, se pueden pasar a otro grupo de producción (Nocek,



Edema mamario en vaca preparto.

1996). En el caso de no tener muchos animales recién paridos, se pueden agrupar con las novillas de primera lactancia, las cuales son menos agresivas. Además las novillas primerizas consumen un 15% menos de materia seca, comen más despacio y alcanzan después el pico de máximo consumo (Dado y Allen, 1994). Esta situación también beneficia a estas primerizas permitiéndoles una mayor producción de leche. Hutjens (2005) establece que el monitorear la salud y el consumo de alimento de las vacas en las primeras 2 a 3 semanas posparto, es la clave del éxito en la futura lactación. Él recomienda observar el consumo de alimento y ver cuantas veces las vacas intentan comer en el día. Recomienda también, oír los movimientos del rumen con un estetoscopio (vacas deben tener de 1 a 2 movimientos del rumen por minuto), observar cualquier descarga uterina, su olor y características y hacer pruebas para la presencia de cetosis.

El principal reto del productor es suministrar a la vaca una cantidad adecuada de nutrimentos cuando el consumo de alimento es bajo. Weiss (2007) establece que durante la 1, 2 y

3 semanas después del parto, las vacas consumen aproximadamente un 70, 80 y 90% del consumo máximo de materia seca, respectivamente. Una vaca que en el máximo de consumo, reciba 23 kg de materia seca, en la primera semana deberá consumir 16.1 kg de materia seca. Kertz et al., (1991) establecen que el máximo consumo de materia seca ocurre entre la octava y la décima semana posparto y que la primera semana estos animales consumen entre un 30 y un 35% menos de alimento. Estos mismos autores concluyen que la velocidad de ascenso en el consumo de materia seca depende de factores fisiológicos y ambientales, que con un adecuado manejo y nutrición pueden ser controlados. En el Cuadro 4 se presentan los consumos de materia seca para novillas y vacas adultas de la raza Holstein (Hutjens, 2005).

Para maximizar el consumo de alimento es necesario que la vaca tenga un acceso libre al consumo de una ración (forraje + concentrado). Para conseguir esto, es muy importante el espacio de comedero, la frecuencia de alimentación y la disponibilidad del alimento. El espacio recomendado mínimo es

de 0.50 m/vaca (Müller, 1994), mientras que Schroeder (2001) recomienda entre 0.45 a 0.75 m/vaca. Lo importante es que cada vaca tenga suficiente espacio para comer al mismo tiempo. En el caso de animales en pastoreo la frecuencia de alimentación es muy importante pues mantiene las condiciones del rumen más estables; mientras que cuando se utilizan raciones totales completas su importancia disminuye (Davidson et al 1997); sin embargo, entre más constante y fresco se suministre el alimento al principio de la lactación, mayor será el consumo de materia seca. Las vacas tienden a comer más al momento en que se empieza a suministrar, por lo que no debe existir ninguna restricción que pueda afectar este consumo (Dado y Allen, 1994).

### COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES

Al inicio de la lactación, mantener la función ruminal normal y optimizar la síntesis de proteína microbial, son esenciales para maximizar la producción de leche. Por lo tanto, el tipo de alimentos que se utilicen tendrán un efecto marcado en mantener esa situación. Dietas muy altas en carbohidratos fermentables reducen el pH ruminal, el consumo de materia seca y predisponen a la vaca a problemas de acidosis y laminitis (Allen y Beede, 1996). Caso contrario, raciones muy altas en fibra neutro detergente limitan el consumo de materia seca (Martens, 1995). Similar a la dieta de cierre, existen numerosas recomendaciones de nutrientes para las vacas en este período posparto. En el Cuadro 5 se presentan los valores recomendados por Hutjens (2005). Este mismo autor recomienda una suplementación de 110.000 UI/día de vitamina A; 35.000 UI/día de vitamina D y 1000 UI/día de

**Cuadro 4. Consumo estimado de materia seca para vacas Holstein.**

Semana	Novillas	Adultas
	Kilogramos de materia seca	
1	14.00	16.50
2	15.90	19.30
3	17.30	21.10
4	18.20	22.30
5	18.90	23.90



Glándula mamaria de vacas en período seco y en transición.

**Cuadro 5. Recomendaciones de nutrientes para las dietas del período posparto**

Nutriente	Nivel
Energía neta de lactación	1.72 Mcal/Kg.
Proteína cruda %	19.00
Proteína de sobrepaso % de la proteína cruda	40.00
Proteína degradable % de la proteína cruda	60.00
Proteína soluble % de la proteína cruda	30.00
Fibra Neutra Detergente Total %	30.00
Carbohidratos no fibrosos %	38.00
Calcio %	1.10
Fósforo total %	0.50
Magnesio %	0.33

vitamina E. En el caso de los minerales trazas, Weiss (2004) recomienda los siguientes valores (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Recomendaciones de minerales trazas para la etapa posparto**

Minerales trazas	Valores mg/Kg.
Cobalto suplementario	0.15
Cobre total en la dieta	15 - 20
Yodo suplementario	0.50
Manganeso total en la dieta	50-60
Selenio suplementario	0.30
Zinc total en la dieta	70-100
Hierro total en la dieta	50

En forma similar como se recomendó para la dieta de cierre, el alimento balanceado que reciben las vacas que están en pastoreo, deberá tener una composición nutritiva complementaria a los nutrimentos que aporta el forraje. Eso significa que no existe una composición específica de nutrimentos para este alimento. Sí es muy importante que los ingredientes que forman tanto el alimento balanceado como la ración mezclada total sean los mismos que se utilizaron en la dieta de cierre para una mejor adaptabilidad de las bacterias del rumen. En adición a los forrajes de alta calidad existen ciertos subproductos que pueden beneficiar a la vaca al inicio de la lactación y que pueden ser utilizados en la formulación de la dieta para mantener una cantidad suficiente de fibra neutro detergente, aumentar la utilización de la fibra y como resultado, incrementar el consumo de energía. Estos subproductos son la cascarilla de soya y la cascarilla de algodón (Nocek, 1996). Existen diferentes recomendaciones en el manejo nutricional de las vacas los primeros días pos parto. Hutjens, (2005) recomienda suministrar a la vaca de 1.5 a 2.5 kg de forraje de fibra larga para mejorar la función



Edema mamario en vaca próxima al parto.

ruminal y la utilización sobre el alimento de fibras digestibles como son las de la cascarilla de soya y pulpa de cítricos.

En los últimos años se ha incrementado el uso de aditivos para las vacas en el período de transición, con el objetivo de evitar los problemas metabólicos y mejorar la producción de leche (Shaver, 1996). Entre los aditivos más utilizados están aquellos utilizados para disminuir los problemas de hígado graso y cetosis. Bertics et al. (1992) presentaron la idea que la administración de productos precursores de la glucosa en el período preparto, aumentaba la concentración de glucosa en la sangre, provocaba una respuesta a la insulina y disminuía la movilización de ácidos grasos de los tejidos de reserva. Studer et al. (1993) suministraron propilen glicol (32 oz/día) por vía oral 10 días antes del parto produciendo un aumento en la concentración de glucosa e insulina, reduciendo el total de lípidos hepáticos y la concentración de ácidos grasos libres no esterificados después del parto. El uso de propionato de sodio en dosis de 4 oz/vaca/día ha producido resultados similares; sin embargo, los problemas de palatabilidad y el costo limitan su uso (Shaver, 1996).

El uso de la niacina para prevenir cetosis por su efecto en la reducción, en la movilización de grasa y en la alteración del metabolismo de la glucosa ha sido evaluado en varias investigaciones. Los resultados han sido variados; sin embargo, Hutjens (2005) recomienda la utilización de 6 g/día de niacina dos semanas antes del parto y de 6 a 12 g/día por 80 a 120 días. Otros aditivos con efecto lipotrópico en vacas en el período de transición han sido evaluados;

sin embargo, los resultados son muy variados. Entre los productos evaluados están la colina protegida, el hidróxido análogo de la metionina (MHA) y la metionina protegida (Shaver, 1996). El uso de sustancias ionóforas como controladores de los problemas de cetosis ha sido evaluado por varios investigadores. Sauer et al. (1989) y Thomas et al. (1993) suministraron dosis de monensina (200 a 450 mg/vaca/día) dos semanas antes y doce después del parto, encontrando una reducción en los problemas de cetosis. En trabajos más recientes, Plaizier et al. (1997) concluyeron que la monensina tiene un efecto sobre la población de bacterias ruminales, seleccionando las gram negativas e inhibiendo el crecimiento de la gram positivas. Este efecto altera la fermentación ruminal aumentando la producción de propionatos, disminuyendo la metanogénesis, reduciendo la producción de ácido láctico, aumentando el pH y disminuyendo la degradación de las proteínas dietéticas. Además,

aumenta la concentración de glucosa y disminuye la concentración de cuerpos cetónicos en la sangre. Todas estas propiedades producen un efecto terapéutico para la prevención de la cetosis.

El uso de agentes neutralizadores o buffers para mejorar la producción de leche y el porcentaje de grasa en la leche es una práctica común en dietas posparto. El bicarbonato de sodio en dosis de 115 a 230 g/día y el óxido de magnesio en niveles de 46 a 92 gramos/día son los más utilizados. El uso de lavaduras en la ración posparto es otra práctica recomendada por nutriólogos con el fin de estimular las bacterias que digieren la fibra (Hutjens, 2005).

Una práctica que en los últimos años se ha aplicado a las vacas recién paridas es la adición vía oral de agua y nutrimentos con el fin de reemplazar el espacio (volumen) que dejó el ternero, los fluidos y las membranas, así como rehidratar a la vaca. Normalmente se recomienda suministrar entre 5 a 15 galones

de agua o de compuestos líquidos. Existen numerosos compuestos comerciales o en muchas ocasiones el ganadero hace su propia mezcla. Hutjens (2005a) recomienda una mezcla utilizada por las lecherías de Iowa y contiene de 460 a 700 gramos de propionato de calcio, 300 mililitros de propinil glicol, 125 a 250 gramos de levaduras, 125 gramos de cloruro de potasio, 125 a 250 gramos de sulfato de magnesio y 50 gramos de cloruro de sodio. Los resultados experimentales que se han realizado, las respuestas han sido muy variadas. Además, la administración de esos volúmenes grandes de producto, debe hacerse por personas experimentadas y deben ser muy bien administradas para no causar la muerte al animal.

En conclusión, la alimentación en el período de transición es el que más influye sobre los futuros rendimientos productivos y reproductivos de las vacas. Una condición corporal óptima al secado, parto y pico de producción es importantísima para alcanzar este objetivo.

## BIBLIOGRAFÍA

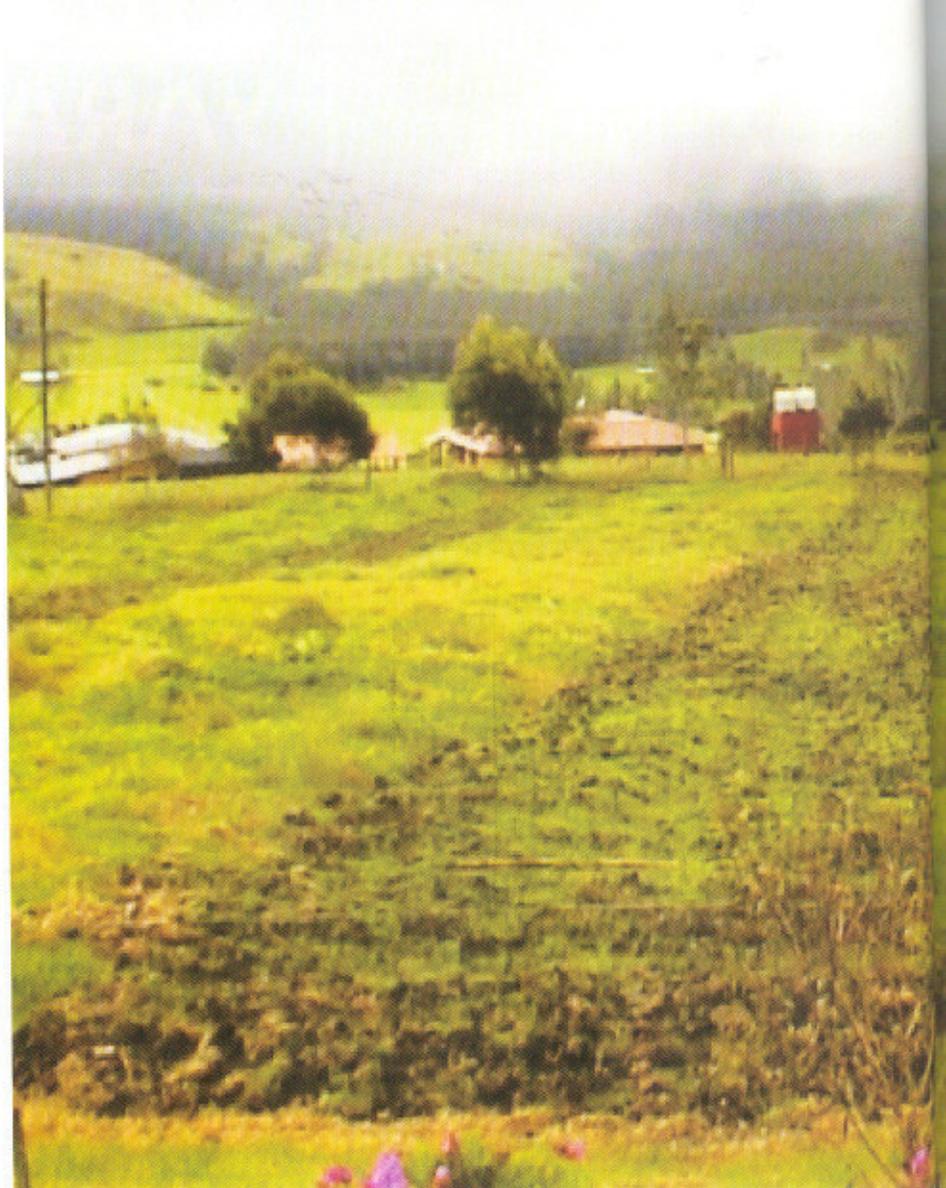
- ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. En: *Journal Dairy Science*. Vol. 76, (1993); p. 485.
- ALLEN, M. and BEEDE, D. Causes, detection and prevention of ruminal acidosis in dairy cattle. En: *PROCEEDINGS OF THE TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE*. P. 55-72. 1996.
- BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R.; COADORNIGA-VALINO, C. and STODDARD, E. E. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration in early lactation. En: *Journal Dairy Science*. Vol. 75 (1992); p. 914.
- BROSTER, W.H. Effect of milk yield of cow on the level of feeding lactation. En: *Journal Dairy Science* (suppl.1): 225 (abstr.). 1972.
- CONTRERAS, L.L.; RYAN, C. M. and OVERTON, T. R. Effects of dry cow grouping strategy and body condition score at dry off on performance of dairy cows during early lactation. En: *Journal Dairy Science*. Vol. 85 (Suppl. 1) 106 (abstract). 2002.
- DANN, H. M. et al. Prepartum nutrient intake has minimal effects on postpartum dry matter intake serum nonesterified fatty acids, liver lipids and glycogen contents and milk yield. En: *Journal Dairy Science*. Vol. 86 (Suppl. 1) 185 (abstract). 2003.
- DADO, R.G. and ALLEN, M.S. Variation in relationships among feeding chewing and drinking variables for lactating dairy cows. En: *Journal Dairy Science*. Vol. 77 (1994); p. 132.
- DAVIDSON, J. A. et al. Feeding the transition cow. En: *PROCEEDINGS OF THE TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE*. P. 83-104. 1997.
- DOMECQ, J. J. et al. Relationship between body condition score and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. En: *Journal Dairy Science*. Vol. 80 (1987); p. 101.
- DYK, P. and EMERY, R. Reducing the incidence of peripartum health problems. En: *PROCEEDINGS OF THE TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE*. 1996. P. 41-54.
- DYK, P. et al. Energy and protein nutrition, feed intake and body reserves. Managing de dry cow for

- more profit Notebook, Michigan University, East Lansing. 1996.
- DRAKLEY, J.K. Nutritional management of dairy cows during the transition period. En: PROCEEDINGS OF IX ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM. University of Florida. 1998. P. 88 -107.
- GEARTH, M.A. et al. Relationship of changes in condition score to cow's health in Holsteins. En: Journal Dairy Science. Vol. 73 (1990) ; p. 3132.
- GOFF, J. P. and HORST, R.L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. En: Journal Dairy Science. 1997.
- GOFF, J. P. et al. Preventing milk fever in dairy cows. En: Proceedings of the Tri-State Dairy. P. 41-56. 1997.
- GRUMMER, R.R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. En: Journal dairy Science. Vol. 73 (1995); p. 2820.
- GRUMMER, R. R. et al. Effect of prepartum and postpartum dietary energy on growth and lactation of primiparous cows. En: Journal Dairy Science. Vol. 78 (1995) ; p. 172.
- GUARDIOLA, C. Alimentación de la vaca lechera durante la etapa de transición. En: Seminario Anual de Elanco. México. 1997.
- HAYIRLI, A. et al. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. En: Journal Dairy Science. Vol. 85 (2002); p. 3430-3443.
- HORST, R.L. et al. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. En: Journal Dairy Science. Vol. 80 (1997); p. 1269.
- HUTJENS, M.F. Managing the transition cow. En: Illinois Dairy Net. 6 p. 2005.
- HUTHENS, M.F. Drenching fresh cows. En: Illinois Dairy Net. 3 p. 2005.
- KERTZ, A.F ; REUTZEL, L.F. and THOMSON, G.M. Dry matter intake from parturition to midlactation. En: Journal Dairy Science. Vol. 74 (1991); p. 1069.
- MARTENS, D.R.; VAN HORN, H.H. and WILCOX, C.J. Nonstructural and structural carbohydrates. En: Large Dairy Herd. 1995. p. 219.
- MASHEK, D.G. and GRUMMER, R.R. The ups and downs of feed intake in prefresh cows. En: PROCEEDINGS IV STATE NUTRITION CONFERENCE. La crosse, Wi. Midwest Plan Service publications MWPS-4SD16 . P. 153-158. 2003.
- MOE, P.W. Energy metabolism of dairy cattle. En: Journal Dairy Science. Vol. 64 (1981) ; p.1120.
- MULLER, L.D.; VAN HORN, H.H. and WILCOX, C.J. Feeding management strategies. En: Large Dairy Herd Management. 1994. P. 326.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of dairy cattle. 7 ed. rev. Washington: National Academy of Science, 2001.
- NOCEK, J.E. Nutritional considerations for the transition cow. En: PROCEEDINGS CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS. Ithaca. 1996. P. 121.
- OETZEL, C.R. Improving reproductive performance in dairy cows via milk fever prevention. En: THE BOVINE PROCEEDINGS ANNUAL MEETING AMERICAN ASSOCIATION OF BOVINE PRACT. (28: 1996) . P. 52.
- OETZEL, G.R. Challenges to fulfill the requirements of dairy cows in transition. En: SEMINARIO ANUAL DE ELANCO. México. 1997. P. 1-12.
- OVERTON, T.R. 2002. Prescription rations for pre and post fresh cows. En: PROCEEDINGS TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE. 2002. P. 25-34.
- OVERTON, T.R. Optimizing the transition cow management system on commercial dairy farms. En: PROCEEDINGS OF XV ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM. University of Florida. 2004. P. 68-80.
- PALMQUIST, D.L. Meeting the energy needs of dairy cows during early lactation. En: PROCEEDINGS OF THE TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE. 1993. P. 43-50.
- PHELPS, A. Vastly superior first lactation when heifers are fed separately. En: Feedstuffs. Vol. 64 (1992) ; p. 11.
- PLAIZIER, J.C.B. et al. Studies on the rumen physiology and metabolic function with pre-and postpartum administration of ruminant CRC in the dairy cow. Usefulness of ionophores in lactating dairy cattle. 1997. P. 71.
- PICKETT, M. M. et al. Effect of prepartum dietary carbohydrate source and monensin on dry matter intake, milk production and blood metabolites on transition cows. En: Journal Dairy Science. Vol. 86 (Supple.1):10. (Abstr.). 2003.
- SAUER, F.D. ; KRAMER, J.K.G and CANTWELL, J. Antiketogenic effects of monensin in early lactation. En: Journal Dairy Science. Vol.72 (1989) ; p. 436.
- SCHROEDER, J.W. Feeding and management the transition dairy cow. North Dakota State University, Extension Service. 2001. 8 p.
- SHAVER, R. D. feed additives for the transition cows. En: PROCEEDINGS OF THE TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE. 1996. P. 38-40.
- STUDER, V.A. et al. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. En: Journal Dairy Science. Vol.76 (1993); p. 2931.
- THOMAS, E.E. et al. Effect of feeding monensin on milk production and serum metabolites during early lactation. En: Journal Dairy science. 76 (Suppl 1): 280: (abstr.). 1993.
- WEIS, W.P. Nutrition and management the transition cows. En: MEMORIAS CURSO DE NUTRICION DE GANADO DE LECHE .RAPCO. San José, Costa Rica. 2007.

Colombia es un país tropical de contrastes climáticos debido a su topografía y a su posición latitudinal. Distribuida en cinco ecorregiones entre las que se encuentra la Región Andina, con una extensión cercana al 30% del total del territorio nacional, la cual aloja el 75% de la población del país. En esta región se ubican las más grandes ciudades, las cuales demandan continuamente grandes volúmenes de alimentos para su abastecimiento, factor que ha causado deterioro en más del 50% del territorio. Esta región concentra además cerca del 52% de las lecherías especializadas del país, por lo que actualmente la presión sobre el ecosistema se hace aún mayor. En Colombia, la producción de leche ha adquirido una creciente importancia en el contexto económico nacional, debido a la pujante demanda en el mercado interno. Esta actividad ha sido un factor de amortiguación de la crisis que vive el sector agropecuario, pues la producción de derivados lácteos se ha constituido en una actividad fundamental para la dinámica y recuperación de la actividad pecuaria, aportando dentro del PIB agropecuario un 10% durante los últimos años (Ministerio de Agricultura 1999). Sin embargo, este sistema de producción afronta factores limitantes tales como la estacionalidad de la producción y el precio de los insumos agrícolas (fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, semillas y los suplementos), que inciden en el precio final al consumidor, alejando a algunos sectores de escasos recursos, del consumo de leche y restándole competitividad al sector frente a otros países productores.

Es importante destacar que la producción de leche fresca presenta

## ALTERNATIVAS PARA CLIMA FRÍO

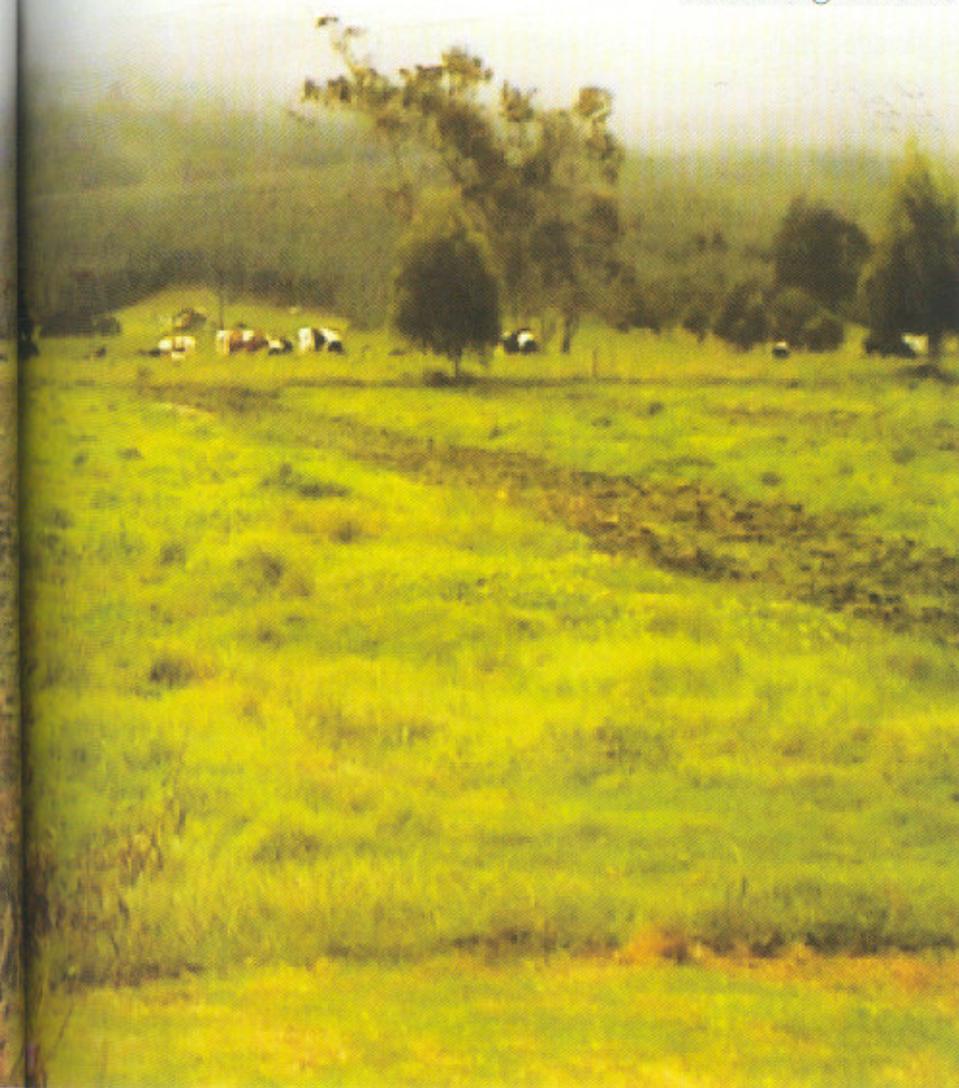


Franjas de Lotus en pradera de kiku

una variabilidad en los volúmenes producidos a lo largo del año, como consecuencia de la estacionalidad climática (período de lluvias y de sequía), que afecta la disponibilidad de pastos y ocasiona una variación en la producción de leche cercana al 10% (Minagricultura 1999).

# FORRAJERAS EN COLOMBIA

Por: EDGAR A. CÁRDENAS R.  
 Profesor Asociado. Universidad Nacional  
 de Colombia – Sede Bogotá.  
 eacardenasr@unal.edu.co



Consideraciones generales de forrajes en clima frío en Colombia Fedegan (1999), ha caracterizado diversos núcleos de explotación lechera en el país, demarcando en la región alto andina (1800–3200 msnm), al altiplano norte de Antioquia, el cordón de Ubaté - Chiquinquirá, la Sabana de Bogotá y las zonas altas de Nariño como las cuencas lecheras del país, que aportan el 34% de la producción nacional.

Estos sistemas han basado la alimentación de sus animales en pasturas nativas, de baja producción y calidad nutricional. De otra parte, el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) ha sido el forraje de más amplio uso dentro del trópico alto andino, luego de su introducción en 1927. Está adaptado a altitudes que varían entre 1700 y 2800 msnm; con excelentes rendimientos en forraje de aceptable calidad, alguna exigencia en agua y fertilizantes. Sin embargo, ha visto limitada su persistencia y su alta producción de biomasa, debido a su susceptibilidad a heladas, las cuales se presentan comúnmente en esta ecorregión durante los meses de enero, febrero, julio y agosto en menor proporción; igualmente una alta susceptibilidad a plagas como el chinche de los pastos (*Collaria scenica*), que se ha desbordado durante la última década. Posteriormente, con el auge que tuvo la revolución verde luego de la segunda guerra mundial, se empezaron a introducir al país variedades de ryegrasses con el fin de mejorar la productividad de las explotaciones lecheras de clima frío.

Estas nuevas especies fueron seleccionadas para que demandaran mayor cantidad de insumos agrícolas. Los ryegrasses son forrajes, que no escapan a la acción de plagas como *C. scenica* y enfermedades como la roya (*Puccinia spp*). Sin embargo, han permitido que las lecherías mantengan una alta producción de leche durante el año. Pero para mantener estas altas producciones ha sido necesario el manejo de la suplementación en los sistemas de producción, a pesar de que esta última herramienta desfavorece la disminución de los costos de producción.

Dentro de los costos de producción para los sistemas de lechería especializada y de doble propósito, el manejo de la alimentación y las praderas ocupan un renglón importante (Fedegan 2004). En el manejo de praderas, los más altos valores los representan los fertilizantes y el riego, seguido de los herbicidas y plaguicidas, que no sólo trae consecuencias económicas, sino también al medio ambiente, por lo que se debe propender por establecer un manejo óptimo de la fertilización y del uso de insumos agrícolas de acuerdo con las necesidades de la pradera, haciendo énfasis en el uso de asociaciones gramínea + leguminosa, que puede traer efectos benéficos en la conservación y productividad de las praderas y disminuye la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Cárdenas 2003). Por otro lado, gran parte del problema de las explotaciones lecheras se debe al déficit de materia seca (MS) para suplir los requerimientos nutricionales de los animales en el hato. Lo anterior ha promovido el uso de forrajes conservados que permiten aportar un buen volumen de alimento para suplir el déficit en períodos críticos de suministro.

### CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE CLIMA FRÍO EN COLOMBIA

La región de clima frío en Colombia comprende las zonas que están entre 2000-3000 msnm. Estos presentan características edafológicas las cuales están dadas por un relieve que varía desde plano a ligeramente plano (pendiente de 0-3%), hasta escarpado a muy escarpado (pendiente mayor a 50%). El material parental es muy variable e incluye rocas de origen ígneo (diabasas, basaltos, granitos y andesitas), sedimentarias (areniscas) y metamórficas

(esquistas y pizarras). Los suelos son principalmente Andepts, Tropepts y Orthents, con grados variables de evolución, profundidad efectiva, drenaje, erosión y fertilidad. Con pocas excepciones los suelos son ácidos, bajos en fósforo disponible y con alta capacidad para fijar este elemento, altos en materia orgánica y en saturación de aluminio, bajos a medios en los contenidos de potasio, calcio y magnesio y en varias zonas con problemas de deficiencia de azufre, boro, zinc y molibdeno. En general, la fertilidad varía de moderada a muy baja (Loteró 1993).

### ESPECIES FORRAJERAS PREDOMINANTES

En esta zona predominan pastizales de *P. clandestinum*, solo o en asociación con trébol rojo (*Trifolium pratense*) y blanco (*T. repens*), también especies como: Falsa poa (*Holcus lanatus*), Oloroso (*Anthoxanthum odoratum*), y en menor proporción especies de los géneros *Axonopus*, *Agrostis*,

*Bromus*, *Paspalum*, *Calamagrostis* y *Trifolium*. Sin embargo, en años recientes se ha dado como alternativa la introducción de ryegrass (*Lolium* spp), como reemplazo del pasto kikuyo (Cárdenas 2000).

Existen principalmente dos tipos de praderas en clima frío. En primer lugar, praderas naturales constituidas por gramíneas anteriormente mencionadas y gramíneas nativas en suelos ácidos de baja fertilidad; con pastoreo extensivo o alterno, con períodos de descanso de 70 hasta 150 días, con una capacidad de carga equivalente a 0.5 UA por hectárea. En segundo lugar, praderas establecidas por siembra directa en forma mecánica, usando los pastos ya mencionados y en algunos casos, mezclados con bajas cantidades de leguminosa y algunas prácticas de manejo como fertilización, riego, pastoreos rotacionales, manejando capacidades de carga cercanas a 0.9 UA/ha (Basto y Fierro 1999). Pero recientemente, se han



Introducción de leguminosas en monocultivo de kikuyo



Renovación de praderas a base de leguminosas + fertilizante fosfatado

establecido estrategias de manejo con sistemas predominantes de explotación como son: el pastoreo extensivo mejorado, donde la alimentación se basa en pastoreo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas naturalizadas y nativas y en ocasiones introducidas, con una carga animal aproximada de 1.2 UA/ha, sistema que emplea pequeñas cantidades de suplementos alimenticios. También, el sistema de pastoreo intensivo suplementado localizado principalmente en suelos de vocación agrícola, de alto valor unitario, cercano a centros urbanos, con servicios públicos completos a escala municipal y rural; con alta disponibilidad de maquinaria y equipos (tractores, equipos de ordeño, riego, henificadores), fertilizantes, adecuación de tierras, ganado semiestabulado y forrajes de semillas importadas. La capacidad de carga oscila entre 3.0 - 3.5 UA/ha.

De manera incipiente se encuentran también algunos sistemas de confinamiento con manejos

inapropiados en la mayoría de los casos. Estos sistemas de producción se caracterizan por poseer una mejor nutrición y mejoramiento genético que otros sistemas tradicionales de explotación bovina en Colombia (Arias 1998), empleando recursos de pastos de corte, poco adaptados al ecosistema alto andino colombiano (p. ej. Maralfalfa).

### FACTORES LIMITANTES DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES EN CLIMA FRÍO EN COLOMBIA

El mayor componente forrajero de los pastizales alto andinos en Colombia es el kikuyo. Sin embargo, al igual que otras especies es exigente en agua y nitrógeno. El pasto kikuyo es doblemente afectado por el verano, no sólo por la disminución en producción de forraje sino también por la mayor incidencia de heladas.

Otro problema que se ha presentado es la dependencia de las praderas de clima frío a altos niveles de fertilización nitrogenada, con el fin

de mantener rendimientos de forraje adecuados (Cárdenas 2003).

### INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El kikuyo ha manifestado recientemente un incremento de la incidencia del chinche de los pastos (*Collaria scenica*), debido principalmente a la disminución de la diversidad de cultivos agrícolas, lo que ha hecho disminuir el control biológico natural (Cárdenas 2003).

Los primeros daños ocasionados por el chinche en kikuyo fueron reportados en 1956 sin que fuera alta la incidencia. Sin embargo, Bernal y Granada (1997) reportan que en 1988 en la zona sur-occidental de la Sabana (Madrid-Facatativá), se presentaron daños y se confundieron con los ocasionados por el efecto de las heladas.

El daño es ocasionado por adultos e inmaduros de la plaga, que extraen el contenido celular del follaje. Inicialmente se observan puntos blancos, los cuales se unen y forman manchas que al expandirse provocan amarillamiento del borde foliar. Luego, mueren los tejidos afectados y por último, se entorcha el tercio superior de la hoja. En los potreros afectados se observan focos o parches de pasto amarillo y quemado, similar al daño producido por las heladas (Barreto 1999). Barreto (1996), reporta que esta plaga limita la producción de biomasa aérea de las praderas de kikuyo, aunque también ataca con severidad otros pastos como: ryegrass, falsa poa, azul orchoro y avena forrajera, teniendo mayor incidencia en las mezclas de kikuyo con ryegrass. Además, se ha convertido en agente introductor de desequilibrio ambiental, debido a la aplicación indiscriminada de

insecticidas químicos que se utilizan para su control.

Aunque el chinche de los pastos no afecta significativamente la calidad nutricional del forraje, sí afecta los rendimientos de biomasa, reduciendo la capacidad de carga (entre 0.3-3 UA/ha) y la producción de leche (entre 0.5-5 lt/vaca/día). Esto ocasiona un aumento en los costos de producción al requerir de suplementos para cubrir las deficiencias, además de un control químico para el chinche (Arias 1999).

Otra plaga que también se ha reportado en las pasturas del altiplano cundiboyacense, es la larva del cucarrón que se desarrolla en el suelo y comúnmente se conoce como chiza (*Ancognatha* spp.); de ellos los más abundantes corresponden a la especie *Clavipalpus* sp., la cual en los últimos años, se ha convertido en una plaga de importancia económica. Las larvas ocasionan daño al alimentarse de las raíces de las plantas y para evitar sus daños se ha recurrido al uso indiscriminado de plaguicidas, incrementando los costos de producción y los riesgos de intoxicación (Álvarez et al. 1992).

Por otro lado, se mencionan enfermedades criptogámicas como la roya de las gramíneas, muy frecuente en las praderas de la Sabana de Bogotá. Dentro de estos agentes patógenos, el género *Puccinia* sp ataca hojas, tallos y espigas, produciendo sobre el tejido afectado, pústulas alargadas de color amarillo a marrón, principalmente en *Lolium* spp., *D. glomerata* y *F. pratensis* (Bernal 1984; Calderón y Giraldo 1996).

### INCIDENCIA DE HELADAS

Las heladas en el país y específicamente en el altiplano cundiboyacense, son sinónimo de

pérdidas económicas periódicas en cultivos de cereales, papa, pastos, etc. Éstas se presentan en el país durante los meses de enero y febrero con más daños que en julio y agosto. Las heladas ocasionan daños físicos en las plantas como: ruptura de células y tejidos debido al aumento de volumen del agua al congelarse, además de quemaduras por viento helado las cuales hacen daños fisiológicos, cambios bioquímicos o metabólicos en el interior de la célula, como consecuencia de la deshidratación del protoplasma, debido a la salida de líquidos. Se presentan también síntomas de marchitamiento ocasionados por la disminución en la actividad de las raicillas y los pelos absorbentes en lo relacionado con la absorción de agua (Fernández 1994).

### PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN CLIMA FRÍO

**Pradera pura.** En cuanto a rendimientos de biomasa, se ha observado que las especies introducidas producen más forraje que las especies nativas, dado que en la mayoría de los casos, las especies introducidas responden mejor a la fertilización que las especies nativas, lo que hace que estos sistemas productivos sean dependientes de insumos agrícolas tales como riego y fertilización (Cárdenas 2003).

Aunque la mayoría de estudios realizados en el país han reportado datos de producción de forraje con base en niveles de fertilización nitrogenada (revolución verde), comparándolo en algunos casos con el manejo tradicional, son pocos aquellos que incorporan leguminosas para reducir la aplicación de nitrógeno. El ICA (1987), reportó rendimientos de diferentes especies forrajeras comparando condiciones naturales con buen manejo de rotación y fertilización (Tabla 1), donde las especies de mayor producción tanto en condiciones naturales como con buen manejo fueron el *Bromus catharticus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, y *P. clandestinum*, con rendimientos entre 20 y 30 TonMS/ha/año.

**Tabla 1. Producción de biomasa aérea en pastos de clima frío en Colombia**

Nombre científico	Nombre común	Ton/MS/ha/año	
		Condiciones naturales	Buen manejo
<i>Holcus lanatus</i>	Falsa poa	2-3	10-15
<i>Bromus catharticus</i>	Rescate	4-8	20-30
<i>Dactylis glomerata</i>	Azul orchoro	4-8	20-30
<i>Festuca arundinacea</i>	Festuca alta	5-10	20-30
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo	5-10	20-30
<i>Phleum pratense</i>	Fleo	2-4	8-16
<i>Poa pratensis</i>	Azul de Kentucky	2-3	8-12
<i>Lotus corniculatus</i>	Trébol pata de pájaro	3-5	9-15

Fuente: ICA 1987

También el ICA (1969) reportó producciones de forraje (TonMS/ha/corte), donde se emplearon diferentes dosis y frecuencias de aplicación de nitrógeno en pastos de la Sabana de Bogotá (Tabla 2).

Observándose que las mejores producciones se obtuvieron con azul orchoro (2.99 TonMS/ha) al emplear la dosis de 25 Kg de N/ha cada corte, seguido por el pasto rescate con 2.55 TonMS/ha a una dosis de 300 Kg de N/ha cada tres cortes y por último el kikuyo con mejor respuesta de 2.32 Ton con 100 Kg de N/ha cada corte.

**Tabla 2. Respuesta de la producción de biomasa aérea a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno.**

Frecuencia de aplicación	Dosis de N Kg/ha	Kikuyo	Festuca alta	Rescate	Azul orchoro
TonMS/ha/corte					
Cada corte	0	1.2	1.36	1.56	2.20
	25	1.44	1.89	1.85	2.99
	50	1.81	2.18	2.09	2.32
	75	1.99	2.65	1.89	2.27
	100	2.32	2.73	2.19	2.35
Cada 2 cortes	0	0.92	1.37	2.04	2.08
	50	1.2	2.03	1.99	2.10
	100	1.83	2.33	2.20	2.12
	150	2.10	2.58	2.10	1.94
	200	2.18	2.76	2.28	2.11
Cada 3 cortes	0	1.13	1.53	1.62	1.90
	75	1.03	1.76	1.90	2.19
	150	1.33	1.94	2.03	2.19
	225	1.89	2.55	2.15	2.40
	300	2.1	2.53	2.55	2.92

Fuente: ICA 1969

Mila (2001), citado por Quiroga y Barreto (2002), observó en *P. clandestinum* sometido a distintos métodos de mecanización en la Sabana de Bogotá, producciones de biomasa aérea de 557 y 816 KgMS/ha con aplicaciones de 300 y 600 Kg/ha de compost respectivamente, en época de máxima precipitación, frente a 1.887 y 2.023 KgMS/ha en época de mínima precipitación al rebrote de 45 días. También al rebrote de 75 días y con los mismos niveles de aplicación de compost (300 y 600 Kg/ha) reportan rendimientos de 1.228 y 1.720 KgMS/ha en época de máxima precipitación y 2.574 y 2.621 KgMS/ha en la de mínima precipitación. Valores similares a los reportados por Navarrete (1986), quien encontró producciones de biomasa en *P. clandestinum* de 2.060 KgMS/ha en invierno y 1.470 KgMS/ha en verano a 60 días de rebrote.

### CALIDAD NUTRICIONAL

Laredo y Cuesta (1988), compararon la calidad nutricional de varias gramíneas y leguminosas en diferentes estados de desarrollo en la Sabana de Bogotá en Colombia (Tabla 3).

**Tabla 3. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas de clima frío.**

Nombre	Estado de desarrollo	PC	DIVMS	FDN	FDA
		(%)			
<i>Pennisetum clandestinum</i>	60 días de rebrote	16.62	79.18	57.48	32.70
<i>Bromus catharticus</i>	40 días de rebrote	21.43	89.87	54.28	32.10
<i>Dactylis glomerata</i>	Prefloración	11.60	70.82	64.74	38.30
	40 días de rebrote	18.38	89.43	52.14	30.70
<i>Festuca arundinacea</i>	40 días de rebrote	19.68	89.59	52.06	30.42
<i>Trifolium pratense</i>	35 días de rebrote	24.24	85.53	45.50	33.94
	45 días de rebrote	20.56	83.97	41.28	30.86
<i>Trifolium repens</i>	35 días de rebrote	25.46	85.88	36.54	29.08
	45 días de rebrote	23.19	85.20	36.85	30.202

Fuente: Laredo y Cuesta 1988.

Se destacaron en cuanto a calidad nutricional las gramíneas *B. catharticus* con los valores más altos de PC y DIVMS, al igual que la *F. arundinacea* la cual presentó altos valores de PC y DIVMS y menores valores de FDN y FDA. En cuanto a las leguminosas se destacó el *T. repens* a 35 días de rebrote con los valores más altos para PC, DIVMS y los más bajos de FDN y FDA.

Por otro lado, Vélez (1987), observó en *P. clandestinum* a 61 días de edad en la Sabana de Bogotá, valores de calidad nutricional con 14.05% (PC), 80% (DIVMS), 52.84 (FDN) y 28.64 para FDA. También en la misma zona

y con *P. clandestinum* Quiroga y Barreto (2002), reportaron valores de 17.9% (PC), 72% (DIVMS), 35.5% (FDA) y 67.4% para FDN al rebrote 45 días, frente a 15.4% (PC), 75.9% (DIVMS), 36.3% (FDA) y 62.5% para FDN al rebrote de 75 días en época seca.

### PRODUCTIVIDAD ANIMAL

En esta área se han realizado diversas investigaciones en trópico alto andino colombiano, destacándose estudios como el realizado por Chaverra et al. (1967), donde evaluaron la ganancia de peso en novillos normando en la Sabana de Bogotá, alimentados con mezclas de *P. clandestinum* con *T. repens*, *D. glomerata* con *T. pratense* y *F. arundinacea* con *T. repens*, encontrando las mejores ganancias de peso en la última asociación, con 805 g/animal/día en promedio. También González et al. (1966), reportaron ganancias de hasta 911 y 804 g/animal/día en mezclas de *D. glomerata* con *T. pratense* y *F. Arundinacea* con *T. pratense* respectivamente.

En cuanto a producción de leche, Ramírez et al. (1966), observó en praderas de la Sabana de Bogotá compuestas de *P. clandestinum* más *T. repens* y *D. glomerata* más *T. repens*, producciones de 11.89 y 14.24 kg/animal/día. Por otro lado, Bernal (1994), reporta estudios donde se observaron producciones diarias en praderas de *P. clandestinum* y *D. glomerata*, con 15 y 19.5 kg/animal/día en condiciones de pastoreo rotacional. Valores superiores a los reportados por ICA (1969), con 9 kg/animal/día en praderas de *F. arundinacea*, con aplicación de 50 kgN/ha, manejando 3.96 UA/ha.

**PRADERAS DE GRAMÍNEAS ASOCIADAS CON LEGUMINOSAS**

**Importancia de las leguminosas en praderas asociadas.** El empleo de praderas de gramíneas asociadas con leguminosas es una alternativa práctica para disminuir los costos por fertilizantes aplicados, e incrementar la calidad de la dieta. Las mezclas de gramíneas y leguminosas son muy importantes por las ventajas que se obtienen en su uso, se logran mayores rendimientos de forraje de mayor calidad que en la pradera pura, también se puede rebajar o aún suprimir la fertilización nitrogenada, aprovechando el nitrógeno atmosférico fijado por la leguminosa, factor mejorante de la fertilidad del suelo, es también importante porque presentan mayor resistencia a la

sequía, a la incidencia de plagas y enfermedades y heladas en el caso del kikuyo (Cárdenas 2002).

También se afirma que las leguminosas forrajeras son un componente esencial de muchas pasturas temporales y permanentes en clima frío, pues su contribución está dada por el N fijado de la atmósfera al sistema, logrando que así sea más sostenible desde el punto de vista ambiental en el ciclo de suelo planta-animal (O'Hara 1998). Por otro lado, se afirma su aporte en la protección del suelo y control de procesos erosivos, aporte de hojarasca, favorecimiento de la humedad del suelo y por lo tanto, enriqueciendo la población microbiana en el suelo.

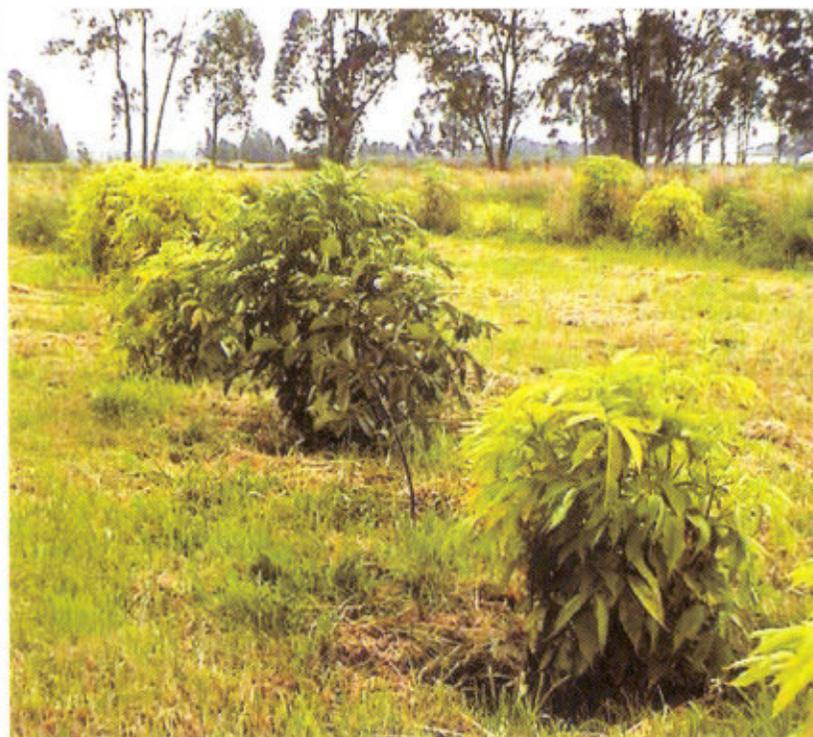
**PRADERAS ASOCIADAS PARA CLIMA FRÍO**

Mendoza (1988) evaluó el kikuyo con N, sin N y en asociación y observó que el rendimiento de biomasa aérea del kikuyo fue de 14.4 TonMS/ha/año cuando se asoció con leguminosas, con un incremento notable en la producción debido al uso de leguminosas como factor mejorante de la pradera, resultado comparable al obtenido con la fertilización nitrogenada, frente a 7 TonMS/ha/año cuando el kikuyo estaba puro. También, Murcia (1971) reportó rendimientos y valor nutritivo de la mezcla de gramíneas y leguminosas de clima frío en tres épocas de corte (Tabla 4).

**Tabla 4. Producción de biomasa aérea (TonMS/ha/corte), de gramíneas y mezclas de gramíneas y leguminosas en tres épocas de corte.**

Época de corte	Kikuyo	Kikuyo Trébol rojo	Azul orchoro	Azul orchoro Trébol rojo
3 semanas	1.50	1.44	2.93	3.45
6 semanas	2.20	3.22	3.60	4.68
9 semanas	5.16	4.08	5.98	5.46

Fuente: Murcia 1971.



Introducción de arbóreas leguminosas y no leguminosas en pasturas de kikuyo

Los resultados que obtuvo por época de corte fueron superiores en azul orchoro más trébol rojo para la primera y segunda frecuencia de corte (3 y 6 semanas), y en azul orchoro puro para la tercera frecuencia (9 semanas). Mientras que la producción a la novena semana, fue inferior en la mezcla de kikuyo más trébol rojo, comparada con la de los otros tratamientos.

Para el caso de producción de biomasa en asociación de gramínea leguminosa en otras latitudes, Leep et al. (2002), reportaron rendimientos en la mezcla de *D. glomerata* y *F. arundinacea* con *L. corniculatus* con 9.59 y 10.0 TonMS/ha/año respectivamente, frente a lo reportado por Sleugh et al. (2000), en *D. glomerata* mezclado con *L. corniculatus* y *M. sativa*, con 9.3 y 11.2 TonMS/ha/año.

## RECIENTES INVESTIGACIONES SOBRE FORRAJES EN CLIMA FRÍO EN COLOMBIA

Durante la última década la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá ha venido evaluando nuevos materiales forrajeros con el objeto de presentar alternativas de pasturas, que permitan hacer sostenible el sistema de producción lechera del trópico alto andino colombiano. El objetivo se ha centrado en la búsqueda de especies forrajeras con alta producción y calidad de biomasa aérea durante el año, resistentes a plagas como el chinche y enfermedades como roya, que además, sean poco exigentes en agua y en fertilizantes. De otro lado, se ha avanzado en la evaluación de cultivos agrícolas que puedan suplir la demanda de forraje verde o para la producción de ensilajes, con el fin de mantener la productividad animal durante el año.

## PRADERAS ASOCIADAS DE GRAMÍNEA + LEGUMINOSA

Cárdenas y Castro (2005) observaron que al comparar praderas de kikuyo puro fertilizado con úrea los resultados en producción de biomasa aérea eran inferiores que al asociar al kikuyo con el trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*) (Tabla 5).

De igual forma, observaron que existían otras gramíneas que asociadas con la misma leguminosa presentaron mayores rendimientos y calidad de la biomasa ofrecida que el kikuyo testigo (Tabla 6). Las anteriores comparaciones también involucraron diferentes manejos del rebrote del forraje siendo superior la biomasa producida al rebrote de 70 días que a 45 días de edad, e inferior la calidad nutricional al rebrote de 70 días que a los 45 días en general.

**Tabla 5. Producción de biomasa aérea total (gMS/m<sup>2</sup>) de la asociación de 10 gramíneas con *L. corniculatus* durante la época lluvia con frecuencias de corte de 45 y 70 días en Mosquera, Cundinamarca**

Asociación	Frecuencia de corte		Sig <sup>3</sup>
	45 días	70 días	
<i>P. clandestinum</i> (nat control)	62.4 b <sup>4</sup>	183.4 bc <sup>4</sup>	S
<i>B. catharticus</i> + Leg	120.0 ab	295.9 abc	S
<i>F. rubra</i> + Leg	176.4 a	397.4 ab	S
<i>D. glomerata</i> + Leg	98.2 ab	269.2 abc	S
<i>F. arundinacea</i> + Leg	174.5 a	379.3 ab	S
<i>Ph. pratense</i> + Leg	141.7 ab	222.4 abc	S
<i>P. clandestinum</i> (int) + Leg	142.4 ab	168.5 bc	NS
<i>A. odoratum</i> + Leg	168.0 a	458.3 a	S
<i>H. lanatus</i> + Leg	137.1 ab	346.5 abc	S
<i>D. glomerata</i> (var Knalgrass) + Leg	131.1 ab	122.0 c	NS
<i>F. pratense</i> + Leg	127.9 ab	181.7 bc	S
<i>P. clandestinum</i> (naturalizado) + Leg	136.5 ab	132.9 c	NS
Promedio	134.7***	263.1***	***
D. estándar	29.97	81.28	
Rango	62.4 - 176.4	122.0 - 458.3	

\*\*\* P<0.001

<sup>1</sup> gMS/m<sup>2</sup> = gMS de gramínea + gMS de leguminosa

<sup>2</sup> Producción promedio de un corte por cada frecuencia

<sup>3</sup> Sig = Indica si hay (S) o no (NS) diferencia significativa entre frecuencia de corte para cada asociación (P<0.05)

<sup>4</sup> Medidas seguidas por letras iguales en la misma columna no son significativamente diferentes (P<0.05), según prueba de Tukey.

**Tabla 6. Contenido nutricional de 6 gramíneas asociadas con trébol pata de pájaro en Cundinamarca.**

Asociación	Contenido nutricional			
	PC	FDN	FDA	DIVMS
	(%)			
<b>Rebrote de 45 días</b>				
<i>P. clandestinum</i> (nat control)	14.0	62.5	31.5	31.5
<i>D. glomerata</i> + L. c	15.5	53.2	34.7	34.7
<i>F. arundinacea</i> + L. c	15.1	54.9	35.7	35.7
<i>H. lanatus</i> + L. c	13.6	61.9	34.9	34.9
<i>B. catharticus</i> + L. c	13.1	57.9	35.7	35.7
<i>P. clandestinum</i> (naturalizado) + L. c	15.0	62.6	29.3	29.3
Leguminosa <i>L. corniculatus</i>	28	29	20	72
<b>Rebrote de 70 días</b>				
<i>P. clandestinum</i> (nat control)	15.9	59.7	29.5	71.2
<i>D. glomerata</i> + L. c	13.8	55.1	35.2	54.2
<i>F. arundinacea</i> + L. c	12.1	59.7	37.1	57.4
<i>H. lanatus</i> + L. c	10.1	65.4	39.6	56.6
<i>B. catharticus</i> + L. c	9.7	60.3	40.0	67.9
<i>P. clandestinum</i> (naturalizado) + L. c	16.4	59.6	28.8	62.1
Leguminosa <i>L. corniculatus</i>	28	32	22	72

Tomado de: Castro 2004

## AVANCES EN EVALUACIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE Y PARA ENSILAJE

Los productores aducen la problemática de la disminución de la producción de la leche a la falta de forraje durante ciertos períodos del año, sea por sequía o inundación, sin embargo, han mantenido sus producciones mediante el empleo de forrajes conservados en especial de maíz. Lamentablemente, el maíz es una especie tropical que ve afectada su producción durante las épocas de presencia de heladas puesto que es un cultivo altamente susceptible a este fenómeno climático. Ante dicha situación Ojeda y Reyes (2004), mostraron resultados en la Sabana de Bogotá; se puede reemplazar este cultivo por otros que producen mayor cantidad de biomasa aérea durante el año (Tabla 7) y de mejor contenido nutricional que el maíz

(Tabla 8). Igualmente, la producción de biomasa aérea y calidad nutricional difiere al momento de la cosecha para el corte (Tabla 9) a ensilar (Tabla 10), mostrando especies forrajeras con mejores características que el maíz, para las condiciones de clima frío en la Sabana de Bogotá.

**Tabla 7. Producción de biomasa aérea y número de cortes/año de especies agrícolas al corte como forraje verde.**

Especie	Edad corte (días)	MS (%)	Cortes año	Prodn anual (g MS/m <sup>2</sup> /año)
Maíz forrajero	153	17	1	2332
Cebada desnuda	63	14	5	3066
Cebada cubierta	63	15	5	3409
Avena forrajera	90	12	4	3150
Trigo forrajero	104	17	3	1191
Centeno	63	15	5	3006
Ryegrass	104 (c/45d)	19	8	3574

**Tabla 8. Contenido nutricional de especies agrícolas promisorias para la alimentación animal al corte como forraje verde.**

Especie	DIVMS (%)	PC	FDN (g/n/año)	FDA
Maíz forrajero	61	124	1.378	655
Cebada desnuda	75	699	1.527	760
Cebada cubierta	70	767	1.766	972
Avena "Cayuse"	74	526	1.591	945
Trigo forrajero	61	253	574	282
Centeno	75	583	1.476	839
Ryegrass	80	627	1.546	773

**Tabla 9. Producción de biomasa aérea y número de cortes/año de especies agrícolas al corte como ensilaje.**

Especie	Edad al corte (días)	Cortes año	Prodn. anual (g MS/m <sup>2</sup> /año)	Relación H:T
Maíz forrajero	182	1	2.897	1.6
Cebada desnuda	104	3	4.076	0.7
Cebada cubierta	104	3	4.622	0.8
Avena "Cayuse"	125	3	4.775	1.3
Trigo forrajero	224	1.5	1.344	0.3
Centeno	125	3	5.387	0.8
Ryegrass	125	8	4.024	0.9

**Tabla 10. Contenido nutricional de especies agrícolas promisorias para la alimentación animal al corte como ensilaje.**

Especie	MS <sup>1</sup> DIVMS (%)		Producción anual (g/m <sup>2</sup> )		
	MS <sup>1</sup>	DIVMS (%)	PC	FDN	FDA
Maíz forrajero	16	74	298	1.588	1.202
Cebada desnuda	29	69	542	2.078	1.080
Cebada cubierta	27	65	582	2.482	1.400
Avena "Cayuse"	20	51	487	3.070	1.777
Trigo forrajero	31	58	162	845	469
Centeno	37	52	544	3.216	1.977
Ryegrass	20	80	272	595	322

<sup>1</sup> Al momento de grano pastoso.

## ARBÓREAS MULTIPROPÓSITO PARA INCORPORAR EN PASTIZALES DE CLIMA FRÍO EN COLOMBIA

Otra problemática imputada a la ubicación de los sistemas agropecuarios en las zonas de márgenes de bosques, ha sido el deterioro de éstos. El empleo de madera y leña ha ocasionado la pérdida de biodiversidad faunística y florística. De igual forma, el manejo de los monocultivos de las pasturas, el empleo de fertilizantes nitrogenados y de agroquímicos para contrarrestar la presencia de plagas como el chinche, ha incrementado el deterioro ambiental de este ecosistema alto andino colombiano. Por tal motivo, se ha propendido por buscar alternativas de arbóreas que puedan ser incorporadas en los sistemas de producción lechera con el fin de reducir esta problemática. Es por ello, que Millán y Moreno (2005) evaluaron la producción, calidad nutricional y aceptabilidad relativa de arbóreas a diferentes edades de corte y alturas de rebrote. Encontraron que especies como Saucos y Aliso fueron de mejor calidad nutricional que especies comúnmente empleadas por el ganadero como fueron Acacia negra (*Acacia decurrens*) y *Albizzia lophanta* (Tabla 11), las cuales tuvieron mayor producción de biomasa pero fueron poco aceptadas por vacas de ordeño.

Recientes búsquedas de alternativas forrajeras realizadas en el macizo colombiano, Chicangana y Piamba (2005) caracterizaron y evaluaron el contenido nutricional de especies de plantas que se encuentran entre una altitud de 2.000-3.000 msnm, normalmente consumidas por diversas especies de animales herbívoros en la región del Valle del Sibundoy, encontrando especies de gramíneas, leguminosas y arbóreas con alto potencial forrajero (Tabla 13).

**Tabla 11. Producción de biomasa aérea de arbóreas evaluadas en la Sabana de Bogotá, Cundinamarca.**

Especie	Altura (m)	Edad (meses)	Biomasa aérea (g MS/pl)
<i>Acacia decurrens</i>	0.8	9	1.180
<i>Albizia lophanta</i>			842
<i>Acacia decurrens</i>		12	1.796
<i>Albizia lophanta</i>			3.966
<i>Sambucus sp</i>		15	179
<i>Alnus acuminata</i>			317
<i>Sambucus sp.</i>			202
<i>Sambucus nigra</i>			126
<i>Alnus acuminata</i>			452
<i>Acacia decurrens</i>			1.701
<i>Albizia lophanta</i>		1.2	3.207
<i>Sambucus sp.</i>			116
<i>Alnus acuminata</i>	152		

**Tabla 12. Contenido composicional de arbóreas multipropósito evaluadas en la Sabana de Bogotá, Cundinamarca.**

Especie	Altura (m)	Edad (meses)	PC	DIVMS	FDN (%)	FDA	Fenoles	
<i>Acacia decurrens</i>	0.8	9	18	43	64	28	21	
<i>Albizia lophanta</i>			19	37	60	15	19	
<i>Sambucus sp.</i>		12	15	72	35	20	13	
<i>Alnus acuminata</i>			17	50	52	21	20	
<i>Sambucus sp.</i>		15	14	74	28	15	12	
<i>Sambucus nigra</i>			13	76	22	16	11	
<i>Alnus acuminata</i>			17	46	56	40	10	
<i>Sambucus sp.</i>			1.2	15	74	31	17	12
<i>Alnus acuminata</i>				17	43	57	41	11

**Tabla 13. Valoración de la calidad composicional de potenciales especies forrajeras del macizo colombiano.**

Proteína cruda			DIVMS		
(%)					
< 20	20 - 25	> 25	< 55	55- 65	> 65
Cortadera	Purutillo	Artemisa	Carrizo	Cortadera	Alverjilla
Mollatín	Mojuyo	Guarango	Chilca blanca	Artemisa	Mojuyo
Pumamaque	Ayahuasca		Encino	Chilca negra	
Moco	Alverjilla		Poleo grande	Ayahuasca	
Dorotiango	Chilca blanca		Verde negro	Frijol plancho	
Poleo grande	Yerba mora		Guarango	Dantasacha	
Chacilla blanca	Chinviajo		Poleo chiquito	Chacilla blanca	
Palo santo			Purutillo		
Carrizo			Palo santo		
Chilca negra			Chinviajo		
Frijol plancho			Dorotiango		
Verde negro			Moco		
Dantasacha			Yerba mora		
Poleo chiquito			Pumamaque		
Teterete			Mollatín		
Encino					





Aceptabilidad de Lotus y Festuca por bovinos

## BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, R.; ALONSO, P. Y MARTÍNEZ, W. Distribución espacial y vertical de la chiza *Clavipalpus*. En: *Agricultura Tropical*. Vol.29, no.3 (1992); p. 54-60.

ARIAS, J.H. La ganadería en la formación social colombiana: entre el atraso y la competitividad. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 1999.

CHIGANGANA, D. Y PIAMBA, E. Caracterización e identificación de la calidad nutricional de plantas promisorias para alimentación de herbívoros en el macizo colombiano. Bogotá, 2005, 127 p. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Zootecnia y Agronomía.

BARRETO, T. Estudios básicos para el manejo de poblaciones del chinche de los pastos *Collaria columbiensis* en la sabana de Bogotá. 1996, 66 p. Tesis (Magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitoprotección Integral). Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Facultad de Agronomía.

BASTO, O y FIERRO, G. Manejo sostenible de praderas: programa transferencia de tecnología Corpoica - Regional Uno. Bogotá: SENA, 1999. 29 p.

BERNAL, E. y GRANDA, H. El chinche de los pastos (*Collaria columbiensis*). Bogotá: ANALAC, 1997. 25 p.

\_\_\_\_\_. Establecimiento y manejo de pastos de clima frío. En: CURSO DE ACTUALIZACIÓN EN

TECNOLOGÍA PECUARIA. (1984: Rionegro, Antioquia). Memorias. P. 29 - 35.

CALDERON, S. Y GIRALDO, C. Factores que afectan la productividad de los potreros y cómo controlarlos. En: *Revista Aso Holstein*. No. 133 (1996); p. 46 - 56.

CÁRDENAS, E.A. Evaluación de una alternativa para disminuir el impacto ambiental que causan los fertilizantes nitrogenados en las pasturas de clima frío en Colombia. Bogotá, 2003. Tesis Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.

\_\_\_\_\_. y CASTRO, E. Adaptation, compatibility and acceptability of pastures associated in Andean high tropic of Colombia.

- En: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS (20: 2005: Dublín, Irlanda). Memorias. 2005.
- \_\_\_\_\_. Estrategias de la investigación en forrajes de tierra fría en Colombia y avances en la Universidad Nacional de Colombia. En: Revista de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Vol.50 (2003); p. 20 - 24.
- \_\_\_\_\_. Sistemas de producción bovina en Colombia. En: Alzate, H. y PARRA, L.G. Medicina Veterinaria y Zootecnia en Colombia: trayectoria durante el siglo XX y perspectivas para el siglo XXI. Bogotá: EDIVEZ, 2000. P. 563 - 576.
- CHAVERRA, H.; DAVILA, V.; VILLAMIZAR, F. y BERNAL, E. El cultivo de los pastos en la sabana de Bogotá. En: CURSO SOBRE MANEJO DE PRADERAS Y CULTIVOS DE PASTOS DE CLIMA FRIO. Bogotá: Sociedad de Agricultores de Colombia, 1967. 64 p.
- FEDEGAN. La ganadería bovina en Colombia 1998 - 1999. Bogotá: FEDEGAN, 1999. 261 p.
- \_\_\_\_\_. La ganadería bovina en Colombia 2003. Bogotá: FEDEGAN, 2004. 275 p.
- FERNÁNDEZ, R. Las heladas: su definición, pronóstico y control. Bogotá: Produmedios, 1994. 110 p.
- GONZALEZ, F. et al. Ceba de novillos en pastoreo. En: DIA DE CAMPO DE CIENCIAS ANIMALES. CNIA- Tibaitatá, Bogotá: ICA, 1969. 130 p. Informe anual de progreso del programa de pastos y forrajes.
- LAREDO, M. y CUESTA, P. Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. Bogotá: ICA, 1988. 77 p.
- LEEP, R. et al. Grazing effects on herbage mass and composition in grass - birdsfoot trefoil mixtures. En: Agronomy journal, Madisson, EUA. Vol. 94 (2002); p. 1257- 1262.
- LOTERO, J. Producción y utilización de los pastizales de las zonas alto andinas de Colombia. Quito, Ecuador: Red de Pastizales Andinos REPAAN, 1993. 155 p.
- MENDOZA, M. Siembra, manejo y producción de pastos y forrajes de clima frío. En: ICA. Producción y salud en ganado de leche. Bogotá: ICA, 1988. 115 p.
- MILLAN, H. y MORENO, F. Evaluación agronómica de arbóreas multipropósito en la Sabana de Bogotá. 2005, 77 p. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Facultad de Zootecnia y Agronomía.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA y Desarrollo Rural. Acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana. Bogotá: El Ministerio, 1999. 117 p.
- MURCIA, Valor nutritivo de gramíneas y mezcla de gramíneas y leguminosas de clima frío. Tunja, 1971, 75 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Facultad de Agronomía.
- NAVARRETE, G. Respuesta del pasto kikuyo a la aplicación de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Bogotá, 1986, 120 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.
- O'HARA, The role of nitrogen fixation in crop production. En: Zdenko, R. Food products Press. London, United Kingdom. 1998. P. 115 - 138.
- OJEDA, Y. y REYES, I. Evaluación agronómica y nutricional de siete cultivos agrícolas comerciales para forraje y ensilaje con potencial para la industria lechera de la región de Facatativa, Cundinamarca. Bogotá, 2004. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Zootecnia y Agronomía.
- QUIROGA, D. y BARRETO, A. Respuesta en rendimientos y calidad de una pradera de kikuyo degradada a tratamientos de mecanización y aplicación de compost en la sabana de Bogotá. 2002, 77 p. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Zootecnia y Agronomía.
- RAMÍREZ, S. et al. Comparaciones de kikuyo y trébol blanco y una mezcla de gramíneas y tréboles para vacas lactantes en pastoreo. En: ICA, día de campo ciencias animales. CNIA - Tibaitatá, Bogotá. 2004.
- SLEUGH, B. et al. Binary legumegrass mixtures improve yield and quality and seasonal distribution. En: Agronomy journal. Vol 92 (2003); p. 24 - 29.
- VÉLEZ, L. Cambios circadianos en carbohidratos no estructurales y solubles de gramíneas y leguminosas en la sabana de Bogotá. 1987, 86 p. Tesis (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Facultad de Zootecnia y Agronomía.

# SEMEN SEXADO:

*Otra biotecnología reproductiva al servicio del ganadero*

La citometría de flujo ha sido la única técnica de manejo del semen para determinación del sexo con resultados confiables, repetibles y que ha reportado resultados en vivo con crías saludables y reproductivamente funcionales. Ésta se fundamenta en la separación de espermatozoides por la cantidad de ADN localizado en su cromosoma sexual. En bovinos la diferencia de cantidad de ADN en espermatozoides con cromosoma X (que genera individuos de sexo femenino) es 3.8% mayor que la del espermatozoide portador del cromosoma Y (que produce machos). Durante el proceso de sexado el espermatozoide es sometido a colorantes, alta presión y a rayos láser, lo que ocasiona su deterioro a varios niveles y la disminución de la cantidad de espermatozoides y su capacidad fecundante. Las mejores tasas de preñez mediante inseminación artificial se han logrado en novillas y se encuentra entre el 70 y el 85% de las tasas de preñez logradas con semen convencional. En vacas los resultados son mucho menores. La utilización de semen sexado en producción de embriones por superovulación o fertilización in vitro, ha mostrado resultados inferiores a los logrados con semen convencional. La técnica de semen sexado posibilita obtener más animales de genética superior con el sexo deseado en los hatos, pero se deben hacer mayores esfuerzos encaminados a mejorar la técnica de sexaje, minimizar el efecto lesivo del sexaje sobre el espermatozoide, incrementar los índices de fertilidad y disminuir sus costos, con miras a lograr su masificación para beneficio de la producción animal.

M.V. Juan Fernando Vásquez C.  
Candidato a M.Sc. en Ciencias Animales  
Universidad de Antioquia.  
Coordinador Programa de Inseminación  
Artificial COLANTA  
juanvc@colanta.com.co

El semen sexado es una de las biotecnologías de mayor crecimiento durante los últimos años en la industria ganadera. Su éxito en lechería radica en la mayor proporción de crías hembras para reemplazos provenientes de toros probados de genética de alta selección en los hatos involucrados, mientras en hatos de carne facilita mayor proporción de machos, con mejores ganancias de peso y menor tiempo al sacrificio. La tecnología mediante la que se realiza el sexado, la citometría de flujo, es el resultado de avances en computación, biofísica, biología celular, instrumentación y fisiología reproductiva aplicada y ha sido la única técnica de sexaje confiable, repetible y que ha reportado resultados en vivo con crías saludables y reproductivamente funcionales<sup>18</sup>. Tradicionalmente se ha manejado el concepto de que la expectativa de producir machos y hembras está en una relación 50%:50%. Sin embargo, algunos estudios plantean una mayor proporción de machos en programas de inseminación artificial, transferencia de embriones, fertilización in vitro, en vacas muy viejas y en fincas con alto nivel de manejo<sup>8</sup>. Esto hace que se justifique el trabajo con semen sexado en múltiples explotaciones lecheras.

**UN POCO DE HISTORIA**

Desde los inicios de la domesticación el hombre ha querido definir el sexo de sus animales de acuerdo con sus necesidades, y desde ese tiempo ha intentado dar explicación al origen del sexo de las especies. Es así como desde el siglo V A.C., el griego Demócrito postuló que los machos a través de su testículo derecho producían machos, mientras que a través de su testículo izquierdo producían hembras<sup>8</sup>.



Inseminación artificial.

Durante el siglo XVII se realizó el descubrimiento del espermatozoide, su función en 1841; el óvulo femenino fue descubierto en 1827. Por su parte la fecundación fue esclarecida a finales de ese siglo<sup>2</sup>.

En 1910, Guyer descubrió que el sexo estaba determinado por el tipo de cromosoma sexual que se encuentre en el espermatozoide<sup>9</sup>. Desde la década de los 80' se realizaron diversidad de ensayos en el intento de separar espermatozoides por sexo con base en su tamaño, peso, densidad, velocidad de desplazamiento, proteínas de superficie, efectos en diferente pH, diferencias en cargas eléctricas, diferencias morfológicas del núcleo y cabeza

del espermatozoide o presión atmosférica, con resultados no muy consistentes y poco repetibles<sup>2,8</sup>.

En 1979, Moruzzi reseñó que los espermatozoides tenían diferencias en el tamaño del cromosoma sexual entre machos y hembras (Tabla 1), y determinó que la diferencia en bovinos era del 4.2% aproximadamente<sup>8</sup>.

En 1982, científicos de la Universidad de Oklahoma y el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore descubrieron que mediante la técnica de citometría de flujo era posible identificar poblaciones de espermatozoides X y Y con base en sus diferencias en el contenido de ácido desoxirribonucleico (ADN) de su núcleo<sup>8</sup>.

**Tabla 1. Diferencias en el tamaño de los cromosomas sexuales en diferentes especies (X-Y) (Adaptado de Johnson) [9]**

ESPECIE	DIFERENCIA	ESPECIE	DIFERENCIA
Chinchilla	7.5%	Cerdo	3.6%
Carnero	4.2%	Elefante	3.4%
Perro	3.9%	Camello	3.3%
Toro	3.8%	Conejo	3.0%
Alce	3.8%	Hombre	2.8%
Caballo	3.7%	Zarigüeya	2.3%

Hasta este momento, había que matar los espermatozoides y separar su núcleo para poder medir su cantidad de ADN. Sólo fue hasta 1987 que Johnson descubrió la posibilidad de diferenciar la cantidad de ADN

mediante la tinción del núcleo con un colorante basado en fluorocromo, denominado Hoechst 33342<sup>8,9</sup>.

En 1989 científicos del Centro de Investigación Beltsville del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) lograron la primera gestación de semen sexado en conejas, con un éxito de 81% en obtener machos y 94% en hembras.

En 1993 se reportó la primera gestación producto de fertilización *in vitro* con semen sexado<sup>2</sup>.

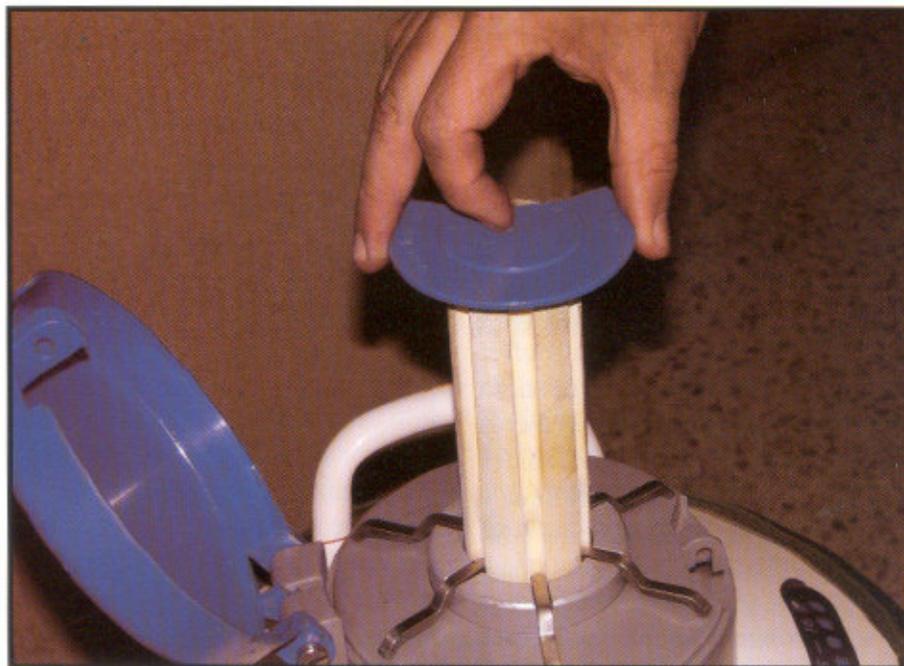
En 1999 se reportaron los primeros casos exitosos de preñeces con semen sexado congelado bovino<sup>8</sup>.

La comercialización de semen inicialmente la realizó la empresa XY Inc., mediante el esfuerzo conjunto de la Universidad de Colorado, Cytomation Inc., e investigadores privados<sup>8</sup>.

### EFICIENCIA DEL SEXAJE MEDIANTE CITOMETRÍA DE FLUJO

La diferenciación sexual en mamíferos es un proceso que se inicia en el momento de la fecundación. El espermatozoide portador del cromosoma Y determinará la formación de un individuo de sexo masculino, y el espermatozoide X la formación de individuo de sexo femenino<sup>2</sup>. El cromosoma Y en mamíferos es siempre de menor tamaño que el X. Esta diferencia de tamaño es la que aprovecha la citometría de flujo para la diferenciación del cromosoma sexual portado por el espermatozoide, y por lo tanto del sexo a esperar en la descendencia.

La eficiencia en la obtención de espermatozoides del sexo deseado



Termo para almacenamiento de semen.

depende en sus resultados de las diferencias de tamaño del cromosoma X y Y de cada especie. En ciertas especies en que la diferencia de tamaño de los cromosomas sexuales es grande, la eficiencia del sexaje es mayor. Por ejemplo, en la chinchilla la eficiencia en el sexado del semen puede llegar al 100%, mientras que en el hombre, la eficiencia en presentar nacimientos del sexo deseado puede oscilar entre el 75 y el 90%, dada la mayor dificultad de separación de espermatozoides<sup>9</sup>.

### EFICIENCIA DEL SEXADO EN BOVINOS

Como se vio en la tabla anterior, el sexado en bovinos se basa en diferencias de tamaño cromosómico de 3.8% aproximadamente. Sin embargo, se han encontrado diferencias notorias entre razas. Es así como la diferencia en el contenido de ADN de los cromosomas X-Y en toros jersey es de 4.24%, en angus 4.05%, hereford 4.03%, holstein 3.98% y brahman 3.73%<sup>2</sup>. Múltiples ensayos de campo sitúan la eficiencia del sexado en bovinos alrededor del 90%. Algunos de los resultados de estos estudios se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Eficiencia en el sexado en ensayos con semen bovino

Raza	Selección de sexado	Número de partos	No. De nacimientos del sexo deseado	Eficiencia de sexaje	Autor
Varias razas	Macho	954	838	87.8%	Tubman <i>et al.</i> [21]
	Hembra	215	198	92.1%	
Angus negro	Hembra	129	119	92%	Seidel <i>et al.</i> [19]
Holstein	Hembra	215	178	83%	Seidel <i>et al.</i> [19]

### CÓMO FUNCIONA LA TÉCNICA

El proceso de sexaje de mayor tasa de repetibilidad en cuanto a sus resultados, es el llevado a cabo por la citometría de flujo.

El proceso del semen inicia con la colecta del mismo mediante la técnica de vagina artificial. Es normal trabajar con semen cuya motilidad progresiva sea superior al 50% y 75% de morfología normal<sup>19</sup>. Este

semen se deja en reposo a 20-23°C durante 8 horas antes del proceso. Durante este tiempo los espermatozoides se diluyen a 150 millones/ml, y estabilizan en medio Tyrode suplementado con albúmina, lactato, piruvato y el colorante marcador H333342. Pasado este tiempo, el semen es adicionado con Tris, o con solución buffer fosfatada (PBS) + albúmina de suero bovino (BSA) y pasado a través del separador de espermatozoides a una velocidad de 90 kms/hora y a presiones que oscilan entre 0.84 Kg./cm<sup>2</sup> hasta 4.22 Kg./cm<sup>2</sup>. (Paso 1 en la gráfica).

Un láser de argón se utiliza para excitar el colorante unido al ADN del espermatozoide. Para esto, la orientación de la cabeza del espermatozoide con respecto al rayo láser y los detectores ópticos es crítico para la resolución del sistema<sup>9</sup>. (Paso 2 en la gráfica) Detectores de fluorescencia determinan la intensidad de la coloración basados en la diferencia de contenido de ADN de los cromosomas X e Y. Por otro lado, micro gotas son cargadas eléctricamente según el tipo de cromosoma sexual que porte el espermatozoide y separados por placas cargadas eléctricamente. (Paso 3 en la gráfica) Cada micro gota que contiene un espermatozoide será desplazada en una dirección con base en la presencia del cromosoma X o Y. (Paso 4 en la gráfica) Las micro gotas caen a un extendido de yema de huevo con diluyente TRIS. El semen resultante es concentrado por centrifugación y empaclado en minipajillas de 0.25 ml para su congelación en vapores de nitrógeno<sup>8,17</sup>. Los sistemas más modernos de sexaje separan hasta 40.000 espermatozoides por segundo<sup>9</sup>. De trabajar a una



Adaptado de Hansen [23].

tasa de 20.000 espermatozoides por segundo se pueden obtener entre 2.500 y 4.000 espermatozoides separados para cada sexo<sup>19</sup>. El resto de los espermatozoides son descartados y acá se incluyen espermatozoides muertos, mal coloreados, no sexados y células epiteliales provenientes del eyaculado. Si después del proceso de sexaje la motilidad es inferior al 30%, se recomienda el descarte del semen sexado<sup>19</sup>.

### EFFECTOS ADVERSOS SOBRE LOS ESPERMATOZOIDES

El proceso de sexado puede ocasionar daños en los espermatozoides y en la estructura del ADN por efecto del colorante, del rayo láser y del paso a alta presión por el equipo. Estos daños pueden afectar la motilidad, viabilidad y la integridad de membrana. El proceso de dilución además puede remover algunas moléculas protectoras ubicadas en los diluyentes o el plasma seminal y ocasionar reacciones prematuras del acrosoma<sup>3</sup>. El colorante Hoechst 33342 puede ocasionar daño cromosomal bajo ciertas condiciones<sup>10</sup>. Y sexado a alta presión se ha asociado a fertilidad disminuida<sup>14</sup>. La congelación por su parte, puede afectar la motilidad del semen y la integridad del acrosoma<sup>10</sup>. Estudios recientes<sup>14</sup>, contradicen algunos de estos conceptos



Extracción de pajilla de termo de enfriamiento.

al afirmar que no hubo efecto sobre las tasas de preñez debidas al colorante Hoechst 33342 o a la intensidad del láser. Otros autores afirman que las fuerzas mecánicas y la alta presión del sexado son las causantes de muchos de los daños del espermatozoide<sup>7</sup>. El proceso de sexado a 40 psi, es mucho menos dañino para integridad del espermatozoide que el sexado a 50 psi. En la práctica el sexado a menor presión se ha traducido en mejores tasas de preñez en novillas<sup>20</sup>.

Hay estudios que demuestran que con el uso del semen sexado no se incrementa la tasa de abortos, la duración de la gestación, la dificultad de parto, la muerte neonatal, el peso al nacimiento o al destete comparado con animales del mismo sexo nacidos por inseminación con semen convencional<sup>21</sup>.

La tecnología de semen sexado se ha replicado con éxito en bovinos, ovinos, porcinos, equinos, caninos, conejos, gatos, delfines, primates y el hombre<sup>8</sup>.

### EL EFECTO DEL TORO EN LA FERTILIDAD DEL SEMEN SEXADO

Se ha demostrado que el factor toro influye notoriamente el desempeño en fertilidad del semen sexado. Estudios realizados por Den Daas et al.<sup>5</sup>, reportan que el 95% de la máxima tasa de concepción en vacas con semen sexado se logró con rangos que oscilaron entre 1 y 10 millones de espermatozoides por dosis y que estas diferencias fueron

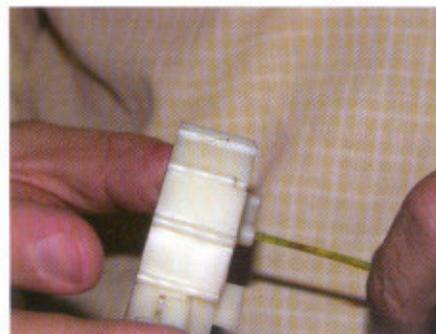


Colocación de pajilla en pistola de inseminación.

principalmente atribuidas al toro utilizado. También concluyeron que el 20% de los toros presentaron alta fertilidad y altas tasas de concepción con bajas dosis de espermatozoides, que otro 20% de los toros presentó baja fertilidad y que estos continuaron con baja fertilidad a pesar de que se incrementó la dosis de espermatozoides. Este es el motivo por el cual algunos de los toros de alto mérito genético no son comercializados en presentación de semen sexado.

### USO COMERCIAL DEL SEMEN SEXADO

Múltiples estudios coinciden en que el semen sexado debe usarse principalmente en novillas debido a su mayor fertilidad y al limitado número de espermatozoides por pajilla<sup>8,19</sup>. En condiciones normales, una pajilla de semen convencional



Despunte de pajilla.

contiene entre 20 y 40 millones de espermatozoides congelados; en contraste, el semen sexado comúnmente contiene entre 1.5 y 2 millones de espermatozoides congelados (Tabla 3). Con estas cantidades de espermatozoides se han logrado entre el 70 y el 90% de las tasas de preñez logradas con semen convencional<sup>19</sup>. Incrementar la dosis de espermatozoides de 2 a 6 millones en novillas no incrementó los porcentajes de preñez en un estudio realizado<sup>19</sup>.

Ante la menor cantidad de espermatozoides aplicados por pajilla, se ha propuesto la inseminación intrauterina profunda (en el fondo del cuerno uterino), como alternativa para mejorar porcentajes de preñez. Estudios realizados por Seidel et al.<sup>19</sup> mostraron que las tasas de preñez fueron similares en aplicación de

Tabla 3. Resultados de múltiples estudios en % de preñez de semen sexado vs. semen convencional, en vacas y novillas:

Tipo animal	Raza	Número de inseminaciones	% Preñez	% Concepción vs. semen convencional	Autor
Novilla	Holstein	16587 (Varios hatos)	Promedio 44% (Máximo 72% mínimo 33%)	85% +/- 3%	DeJarnette et al. [4]
Vaca	Holstein	157	21%	45.7%	Andersson et al. [1]
Novilla	Jersey	825	57%	----	Garner y Seidel [8]
Vaca	Jersey	3285	39%	----	Garner y Seidel [8]
Novilla	Angus negro*	123	54%	80.6%	Seidel et al. [19]
Novilla	Angus rojo*	211	54%	80.6%	Seidel et al. [19]
Novilla	Holstein*	288	43%	69.4%	Seidel et al. [19]
Vaca	Angus**	42	57%	75%	Seidel et al. [19]

\* Inseminadas con semen sexado a 1.5 millones de espermatozoides / dosis

\*\* Inseminadas con semen sexado a 3 millones de espermatozoides / dosis

semen sexado en el cuerpo del útero versus media dosis cada cuerno, lo que hace esta práctica innecesaria y poco práctica.

### ALGUNOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS CON SEMEN SEXADO

**Duración de la gestación.** Se han realizado trabajos en los que se encontró que la duración de la gestación es similar para hembras procedentes de semen convencional que con semen sexado. Cuando se compara la duración de la gestación de machos y hembras, indiferente del tipo de semen utilizado, los machos tienen una duración de gestación 1.2 días mayor (278.4 para hembras vs. 279.6 para machos)<sup>21</sup>.

**Peso al nacimiento.** Los pesos al nacimiento de terneras producto de semen convencional y sexado son similares. La diferencia se encuentra, como es de esperar, en el sexo del ternero, los machos son significativamente más pesados. El peso del ternero al nacimiento se encuentra influenciado por otros factores como el peso de la madre, su número de partos, toro utilizado y el nivel nutricional del hato<sup>21</sup>.

**Facilidad de parto.** El índice de facilidad de parto en hembras nacidas de semen sexado es similar al de hembras nacidas por semen convencional. La diferencia significativa en las diferencias de facilidad de parto es dada por el sexo, ya que los machos al ser más pesados, pueden presentar mayor dificultad de parto<sup>21</sup>. Estudios realizados por la USDA, muestran una disminución en el índice de dificultad de parto de las vacas holstein, cuando se utiliza semen sexado. Esto es debido a que el índice es el producto del promedio de facilidad de parto entre machos y hembras. Al ser comparado con



Termo descongelador de pajilla.

sólo hembras, su valor disminuye. Esta situación es opuesta a la presentada cuando se utiliza semen sexado macho, donde se incrementa la dificultad de parto.

**Peso al destete.** Los pesos al destete de terneras producto de semen sexado son similares a los de terneras producto de semen convencional<sup>21</sup>. La diferencia, al igual que en el peso al nacimiento, es la diferencia que hay entre machos y hembras, en la cual, el macho tiene mayor peso debido a mayor peso al nacimiento y a un anabolismo proteico superior.

**Abortos.** En 1.389 preñeces diagnosticadas para semen sexado y semen convencional, la tasa de abortos fue similar en ambos grupos. Tampoco se encontró en el semen convencional diferencia entre la proporción de abortos machos y hembras. El efecto de la finca, fue el que más influyó en la tasa de abortos en el estudio<sup>21</sup>. Tampoco se han reportado incremento en las anomalías anatómicas de los terneros, producto de semen sexado al nacimiento<sup>21</sup>.



Corta pajillas y fundas.

### OTRAS APLICACIONES COMERCIALES DEL SEMEN SEXADO

**Superovulación y transferencia de embriones convencional.** Usualmente los programas de superovulación y transferencia de embriones han sido realizados con semen convencional. La alternativa de mayor aceptación para seleccionar el sexo de las crías ha sido mediante la biopsia embrionaria, en la cual se le extrae al embrión una(s) célula(s) para que a partir de ellas, ubicar sectores de su ADN relacionadas con cromosomas sexuales<sup>2</sup>. La precisión de la prueba es muy alta, pero los costos de la micromanipulación y la identificación génica pueden ser altos. Adicionalmente la viabilidad del embrión sometido a biopsia disminuye notoriamente, con una baja en las tasas de preñez. Ante estas dificultades, se han realizado ensayos con semen sexado en programas de superovulación y transferencia de embriones para obtener una mayor proporción de crías del sexo deseado. Algunos estudios han mostrado bajas tasas de fertilización, y estas son atribuidas a disturbios endocrinos que puede generar la terapia de superovulación, que dan lugar a alteraciones en el transporte y la calidad de los oocitos, sumados a los efectos lesivos ocasionados en el espermatozoide por el proceso de sexaje. Adicionalmente, el proceso de sexaje también afecta el porcentaje de embriones viables, comparados con inseminaciones realizadas con semen convencional. (Tabla 4)<sup>13</sup>

Como se puede ver, el uso de semen sexado en programas de superovulación resultó en menor porcentaje de estructuras fertilizadas, menor cantidad de embriones viables y mayor porcentaje de embriones de generados por lavado.

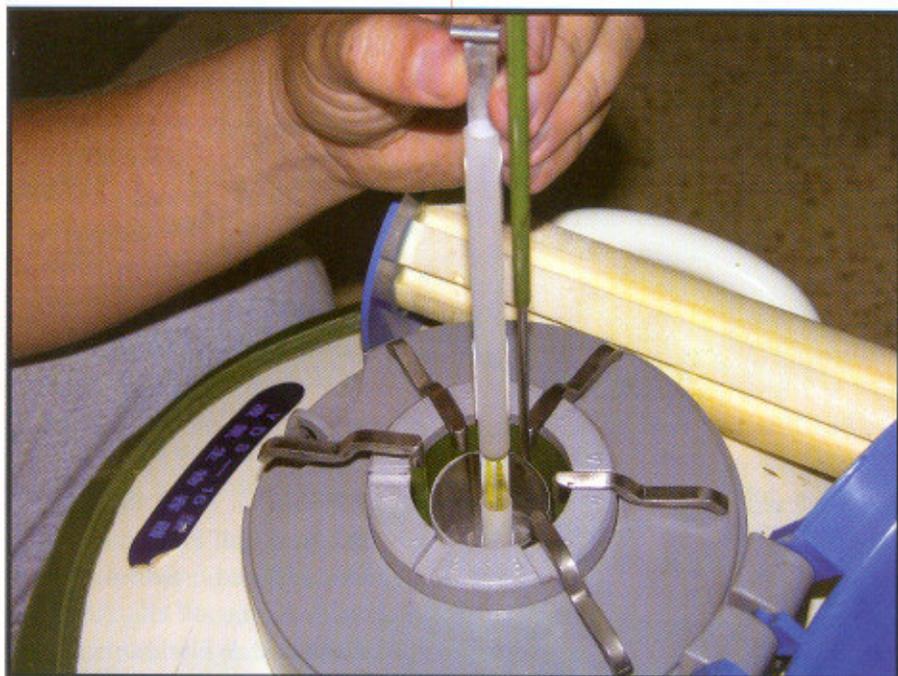
Tabla 4. Resultados de embriones producidos mediante inseminación con semen sexado vs. semen convencional en programas de superovulación de novillas Holstein. Adaptado de Sartori et al. [13]

	Semen Sexado, 1 inseminación de 20 millones de espermatozoides (12 novillas)	Semen Sexado, 2 inseminaciones de 10 millones de espermatozoides (13 novillas)	Semen convencional, 2 inseminaciones de 10 millones de espermatozoides (14 novillas)
# Cuerpos lúteos al lavado	15.3 ± 1.7	18.1 ± 3.4	14.1 ± 1.5
Total estructuras colectadas por lavado	6.8 ± 1.6a	8.9 ± 1.8	9.9 ± 1.9b
Estructuras fertilizadas por lavado (%)	3.8 ± 0.8a 63.5%	4.9 ± 0.9a 61.9%	8.7 ± 1.7b 90.9%
Embriones viables por lavado (%)	1.9 ± 0.7a 24.3%	2.3 ± 0.6a 30.8%	6.3 ± 1.2b 71.3%
Embriones degenerados por lavado (%)	1.8 ± 0.4 (39.2%)	2.6 ± 0.6 (31.1%)	2.4 ± 0.9 (19.6%)

Otro estudio realizado por Shenk et al. mostró grandes diferencias en la cantidad de embriones transferibles en vacas y novillas angus en las que se utilizó semen sexado y convencional se encontraron en promedio 8.7 embriones transferibles con semen convencional y entre 3.3 y 4.1 embriones en semen sexado con 2 y 10 millones de espermatozoides por dosis, respectivamente<sup>15</sup>.

## FERTILIZACIÓN IN VITRO

El hecho de que durante el proceso del sexaje de semen se disminuya la cantidad y la viabilidad de los espermatozoides, ha hecho pensar que una posibilidad interesante sea su utilización en programas de fertilización in vitro. Los estudios han mostrado resultados contradictorios. Algunos de ellos han demostrado que la tasa de fertilización de oocitos es similar para semen sexado y no sexado, mientras otros plantean que el porcentaje de oocitos obtenidos por punción ovárica que llegan al estado de 2 células y posteriormente a blastocistos, es inferior para el semen sexado, que pasó del 30-40% con semen congelado convencional al 10-20% de oocitos fertilizados con semen sexado<sup>2,22</sup>.



Canastilla para almacenamiento de semen.



Equipo de inseminación artificial.

Respecto al desarrollo de los embriones producidos con semen sexado fue más lento. Se observó un atraso en el desarrollo de los embriones hasta el estado de blastocisto que tardó de medio hasta un día, comparado con embriones producidos con semen convencional<sup>11</sup>. Morton et al.<sup>12</sup> encontraron que embriones provenientes de semen sexado poseen patrones alterados de expresión de su ARN mensajero, lo que se traduce en un desarrollo más lento de estos respecto a los embriones producidos con semen congelado convencional. El efecto del toro utilizado influye de manera notoria en el resultado de la fertilización<sup>2</sup>.

Trabajos realizados por Fischer-Brown et al.<sup>6</sup> mostraron que el 95% de los partos con la técnica in vitro, fueron hembras. De 285 transferencias hechas con un embrión, se llegó a 83 partos, lo que da una tasa de parición de 29.1%. Cuando utilizaron 2 embriones por transferencia en 176 receptoras transferidas, la tasa de parición se incrementó a 44.8%, sin embargo en las vacas transferidas con 2 embriones también se aumentaron las pérdidas fetales y se incrementó la incidencia de hidroalantoides, una condición que cursa con exceso de acumulación de líquidos en la placenta y que puede terminar en pérdida fetal.

Tanto la inseminación con semen sexado, como la producción in vivo e in vitro de embriones con semen sexado, tiene un enorme campo de acción en el objetivo de tener más

animales de genética superior con el sexo deseado en los hatos, pero se deben hacer mayores esfuerzos encaminados a mejorar la técnica de sexaje, minimizar el efecto lesivo

del sexaje sobre el espermatozoide, incrementar los índices de fertilidad y disminuir sus costos, con miras a lograr su masificación para beneficio de la producción animal<sup>2</sup>.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSSON, M. *et al.* pregnancy rates in lactating Holstein-Friesian cows after artificial insemination with sexed sperm. En: *Reprod Domest Anim.* Vol. 41 (2006); p. 95.
- CANTARELLI, L.; RHEINGANTZ, M. Y PALMA, G. Selección del sexo en mamíferos. En: *Biocología de la reproducción.* 2 ed. Córdoba: Plugiense siena, 2007. P. 415-445.
- CATT, S.L. *et al.* Assessment of ram and boar spermatozoa during cell-sorting by flow cytometry. En: *Reprod. Domest. Anim.* Vol.32 (1997); p. 251-258.
- DEJARNETTE, J.M. *et al.* Commercial application of sex-sorted semen in Holstein heifers. En: *J Anim Sci.* Vol.85 (2007); p. 228.
- DEN DAAS, J.H.G. *et al.* The relationship between the number of spermatozoa inseminated and the reproductive efficiency of individual dairy bulls. En: *Journal Dairy Science.* Vol. 81 (1998); p. 1714-1723.
- FISCHER-BROWN, A. *et al.* Twin vs. single transfer of IVP Holstein embryos to beef recipients. En: *Reprod Fertil Dev.* Vol. 17 (2005); p. 230.
- GARNER, D.L. y SUH, T.K. Effect of Hoechst 33342 staining and laser illumination on viability of sex-sorted bovine sperm. En: *Theriogenology.* Vol. 57 (2002); p. 746.
- GARNER, D. L. Y SEIDEL JR. G. E. History of commercializing sexed semen for cattle. En: *Theriogenology.* Vol. 69 (2008); p. 886-895.
- JOHNSON, L.A. Sexing mammalian sperm for production of offspring: the state-of-the-art. En: *Animal Reproduction Science.* Vol. 60-61 (2000); p. 93-107.
- LIBBUS, B. L. *et al.* Incidence of chromosome aberrations in mammalian sperm stained with Hoechst 33342 and UV-laser irradiated during flow sorting. En: *Mutation Res.* Vol. 182 (1987); p. 265-274.
- LU, K.H.; CRAN, D.G. and SEIDEL J.R., G.E. In vitro fertilization with flow-cytometrically sorted bovine sperm. En: *Theriogenology.* Vol. 52 (1999); p. 393-1405.
- MORTON, KM, *et al.* Altered mRNA expression patterns in bovine blastocysts after fertilization in vitro using flow-cytometrically sex-sorted sperm. En: *Mol Reprod Dev.* Vol. 74 (2007); p. 931-940.
- SARTORI, R. *et al.* Fertilization rate and embryo quality in superovulated Holstein heifers artificially inseminated with X-sorted or unsorted sperm. En: *Anim. Reprod.* V. 1, no. 1, (2004); p. 86-90.
- SCHENK, J.L. y SEIDEL J.R., G.E. Pregnancy rates in cattle with cryopreserved sexed sperm: effects of laser intensity, staining conditions, and catalase. En: *Soc. Reprod. Fertil. Suppl.* 64 (2007); p. 165-177.
- SCHENK, J.L.; SUH, T.K. y SEIDEL J.R.,G.E. Embryo production from superovulated cattle following insemination of sexed sperm. En: *Theriogenology.* Vol. 20 (2006); p. 299-307.
- SEIDEL, J.R., G.E.; BRINK, Z. and SCHENK, J.L. Use of heterospermic insemination with fetal sex as the genetic marker to study fertility of sexed sperm. En: *Theriogenology.* Vol. 59 (2003); p. 515.
- SEIDEL, G.E. and GARNER, D.L. Current status of sexing mammalian spermatozoa. En: *Reproduction.* Vol. 124 (2002); p. 733-743.
- SEIDEL J.R., G.E. and SCHENK, J.L. Pregnancy rates in cattle with cryopreserved sexed sperm: Effects of sperm numbers per inseminate and site of sperm deposition. En: *Animal Reproduction Science.* Vol. 105 (2008); p. 129-138.
- SEIDEL J.R., G.E. *et al.* Insemination of heifers with sexedsperm. En: *Theriogenology.* Vol.52 (1999); p. 1407-1420.
- SUH, T.K.; SCHENK, J.L. and SEIDEL J.R., G.E. High pressure flow cytometric sorting damages sperm. En: *Theriogenology.* Vol. 64 (2005); p. 1035-1048.
- TUBMAN, L. *et al.* Characteristics of calves produced with sperm sexed by flow cytometry/cell sorting. En: *Journal Animal Science.* Vol. 82 (2004); p. 1029-1036.
- WHEELER, M.B. *et al.* Application of sexed semen technology to in vitro embryo production in cattle. En: *Theriogenology.* Vol. 65 (2006); p. 219-227.
- HANSEN, G. Select the Sex of Your Next Calf Prior to Mating: Using Sexed Semen. En: <http://edis.ifas.ufl.edu/AN163>. Universidad de Florida.

# Mastitis y el Equipo de Ordeño

Carlos M. Cabrera. GEA WestfaliaSurge, Inc.

La mastitis es una enfermedad costosa que agobia a los productores lecheros del mundo y Colombia no es la excepción. La solución para este problema no está sólo en su tratamiento, sino también en su prevención. Para esto, los doctores Philpot y Nickerson recomiendan seis pasos que llaman *Plan completo para el control de mastitis*<sup>1</sup>: 1) Practique una buena higiene pre-ordeño, 2) Ordeñe con equipos funcionales y adecuados, 3) Selle después del ordeño con un producto probado, 4) Trate todos los cuartos al secado, 5) Tratamiento inmediato a todos los casos clínicos, y 6) Elimine las vacas con infecciones crónicas. En este artículo nos vamos a enfocar en el punto 2) ordeñe con equipos funcionales y adecuados.

¿Cuánta mastitis es debida al equipo de ordeño? es una pregunta que siempre nos hacen los productores lecheros, cualquiera que sea la marca del equipo. El consenso de la comunidad científica mundial, determina que de los casos de mastitis, entre un 6% y 20% se debe al equipo (lo que nos deja de un 80% a un 94% debido a otras causas) e identifican cuatro modos en que el equipo de ordeño puede contribuir a la mastitis<sup>2</sup>:

- Transportando bacterias de una vaca a la otra.
- Afectando las resistencias naturales del pezón.
- Penetrando el pezón con leche contaminada.
- Ordeñando de manera incompleta.

Pero antes de entrar a hablar sobre estos puntos, hablemos primero sobre qué hace que un equipo de ordeño sea funcional y adecuado y así entenderemos mejor estos posibles modos de infección. Hay 3 factores que determinan si un equipo es adecuado o no<sup>3</sup>, y cada uno de estos 3 puede suscitar cualquiera de los 4 modos de infección arriba mencionados. Los tres factores son: 1) Diseño y construcción del equipo, 2) Mantenimiento regular del equipo, y 3) Uso y manejo del equipo. La principal función de estos tres es mantener un vacío estable en la punta del pezón durante el ordeño.



## EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

Cada uno de los componentes del equipo deben ser de buena calidad, duraderos, y que aguanten las condiciones de trabajo de una finca lechera: horas de trabajo, manipulación por parte de los ordeñadores, diferentes condiciones climáticas, etc. Esto depende de cada fabricante de equipo.

Pero los equipos no vienen armados como los carros; estos se ensamblan en el sitio para formar un *sistema de ordeño*, que no es más que la suma de esos componentes trabajando juntos (algunos componentes locales y otros importados). La forma como se ensambla ese *sistema de ordeño* depende del distribuidor local. Por supuesto, los fabricantes damos guías a nuestros distribuidores, pero al final son ellos los que conforman el sistema.

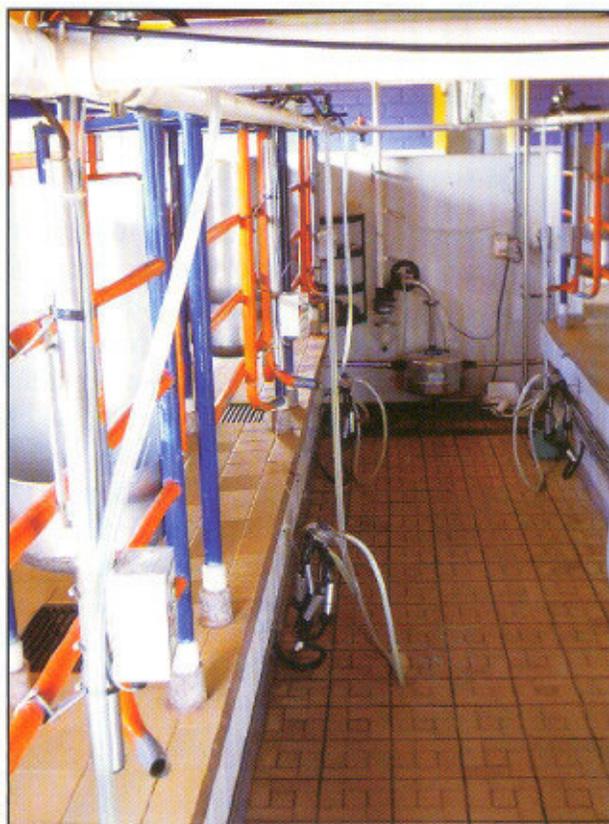
Estas guías están basadas en normas internacionales (ISO o ASABE) y están orientadas, entre otras cosas, a proteger la salud de la ubre y la calidad de la leche. Por ejemplo, las bombas de vacío están recomendadas para un máximo de puestos, pero nada previene a un distribuidor o al mismo cliente, a colocar una más pequeña arriesgando la salud de las ubres.

### MANTENIMIENTO REGULAR DEL EQUIPO

Como pasa con todas las máquinas, las partes del equipo de ordeño tienen un desgaste. Unas duran más que otras, pero todas se desgastan eventualmente y dejan de funcionar como es debido. Por eso es importante darle un mantenimiento regular al equipo. Aquí no estamos hablando sólo de mangueras y pezoneras, sino también de partes internas del pulsador, de la bomba, etc. Por mejor diseñado e instalado que esté el equipo, éste puede presentar un riesgo para la salud de la ubre si no se le da servicio regular. Según una publicación del Concilio Nacional de Fabricantes de Equipo de Ordeño de Norteamérica, un servicio regular al equipo previene "tiempos largos de ordeño, bajas de producción de leche, complicación de salud del hato, y mala calidad de leche"<sup>4</sup>.

### USO Y OPERACIÓN DEL EQUIPO

El manejo del ordeño es el tercer factor que determina si un equipo está promoviendo la salud de la ubre o no. Los ordeñadores deben seguir los procedimientos de ordeño recomendados por los expertos en el tema. Por lo general, los fabricantes



Salas de ordeño.

tenemos el material disponible. En la página web del National Mastitis Council de Estados Unidos están también disponibles en inglés<sup>5</sup>. Un operario que no siga los procedimientos correctamente, puede hacer que una vaca infecte a otra por medio del equipo, cuando no desinfecta los pezones después del ordeño; o puede hacer que el equipo introduzca leche contaminada a la ubre, cuando retira las unidades sin cortar el vacío; o si no da la estimulación apropiada, la máquina estará conectada demasiado tiempo a la ubre dañando las resistencias del pezón.

Los equipos no causan mastitis, son las bacterias las que causan mastitis. El equipo puede propagarla o facilitar las condiciones para que la bacteria invada. Cualquiera de estos factores aquí mencionados, o una combinación de ellos, puede ser la razón por la cual un equipo está contribuyendo a la incidencia de mastitis en un hato.

### MODOS DE INFECCIÓN

**Transportando bacterias de una vaca a la otra.** El equipo de ordeño va a transportar bacterias de una vaca a otra, esto es prácticamente inevitable, así como también es inevitable en el ordeño manual. Una vaca con mastitis se ordeña y su leche contamina la pezonera (o las manos del ordeñador); esta pezonera se le pone a la siguiente vaca y la bacteria está ahora en la piel del pezón, lista a entrar a la primera oportunidad (no estamos hablando de la penetración al pezón por impactos de leche contaminada, eso lo veremos más adelante). Pero aunque el transmisor de la bacteria haya sido el equipo, es el ordeñador

el que va a prevenir la mastitis, desinfectando el pezón después del ordeño y matando la bacteria antes de que penetre.

La desinfección de pezoneras entre vacas puede ayudar a prevenir ese transporte de bacteria de una vaca a otra, pero nunca sustituye las prácticas de higiene que el ordeñador debe efectuar. En un experimento en Inglaterra se ordeñó un hato siguiendo las siguientes prácticas de higiene por un período determinado: 1) Desinfección pre-ordeño, 2) Uso de toallas de papel individuales para cada vaca, 3) Uso de guantes de ordeño, 4) Desinfección de estos guantes entre vacas, y 5) Sellado de pezones después del ordeño. Pero a uno de los grupos de vacas se le hizo desinfección de pezoneras entre vacas y al otro no. El experimento no encontró diferencias significativas entre estos dos grupos<sup>6</sup>. La conclusión aquí es: desinfectar pezoneras entre vacas está bien, pero no se confíe que esto solo le va a solucionar el problema

de mastitis, son las prácticas de higiene las que van a prevenir que ese transporte de bacteria termine causando mastitis.

### AFECTANDO LAS RESISTENCIAS NATURALES DEL PEZÓN

El pezón tiene dos defensas físicas que previenen la entrada de bacterias a la ubre: 1) el esfínter y 2) la queratina. El esfínter es el músculo que cierra el orificio del pezón. Este músculo es relajado por la acción del vacío y masaje del equipo, y al final del ordeño queda abierto exponiendo el interior del pezón a cualquier bacteria que esté en su exterior.

Eventualmente el esfínter vuelve a cerrarse unas dos horas después del ordeño. Aquí es nuevamente el sellador el que juega el papel importante en la prevención de mastitis.

La queratina es una sustancia parecida a la cera, y cubre el interior del canal del pezón. Su función es atrapar a las bacterias que el esfínter por alguna razón no pudo detener. Estas bacterias quedan inmobilizadas y luego son evacuadas—junto con parte de la queratina—por la misma acción del ordeño<sup>7</sup>. Un equipo donde la pulsación no funcione adecuadamente puede remover demasiada queratina y abrir camino a las bacterias<sup>2</sup>.

Hiperqueratosis es la producción exagerada de queratina por parte del pezón y se manifiesta como una callosidad en forma de floración en la punta del pezón. Esto puede ser causado por altos niveles de vacío que hacen que la pezonera se cierre con demasiada fuerza en la punta del pezón. Vale la pena anotar que esto no es exclusivo del equipo de ordeño, el ordeño manual y hasta el mismo ternero pueden causar hiperqueratosis<sup>8</sup>. La forma como la hiperqueratosis puede afectar



Daños del pezón: hiperqueratosis y agrietamiento

mastitis es porque este callo no es liso y se forman grietas que son difíciles de limpiar y desinfectar<sup>2</sup>. El factor humano también influye en la hiperqueratosis; según el Dr. Farnsworth, una mala estimulación antes del ordeño también puede causarla<sup>8</sup>.

En general, lesiones en el pezón pueden afectar la resistencia de este a la mastitis. Los expertos hablan de algunas causas que se les atribuyen a los equipos. Esto es lo que dicen:

**Vacío demasiado alto.** Bramley<sup>7</sup> dice que experimentos controlados no sustentan la idea de que el vacío alto contribuya a la mastitis. Especialmente si se mantiene en los rangos recomendados por las normas (44-55 kiloPascales sí 12-16 pulgadas de mercurio).

Por otro lado, muchos científicos opinan que un vacío demasiado bajo puede ser peor que uno alto en cuanto a lesiones del pezón, porque alarga el ordeño y por lo tanto la exposición del pezón al vacío<sup>1</sup>. Esto ha hecho que muchos asesores de fincas en los Estados Unidos hayan recomendado niveles más altos de vacío para acortar el tiempo de ordeño, lo cual es un error si no se tiene en cuenta el diseño de la pezonera; a este respecto dice Dr. Reinemann “la práctica convencional de aumentar el nivel de vacío en el ordeño tiene poco efecto en la reducción del tiempo de ordeño... y lo que puede hacer es aumentar la congestión del pezón y

la hiperqueratosis (cuando se hace con la misma pezonera)”<sup>9</sup>. Lo que esto significa es que cada pezonera tiene un nivel óptimo de vacío en el que debe operar, para no causar daños al pezón.

**Sobre-ordeño.** Es ordeñar sin flujo de leche. Esto ocurre al principio o al final del ordeño y causa daños en el pezón. Si es al comienzo del ordeño es por mala estimulación. Si es al final del ordeño puede ser por colectores mal alineados (ordeñadores no entrenados, vacas con ubres deformes, equipos sin soportes de manguera) o por no retirar el colector a tiempo (ordeñadores no entrenados o retiradores automáticos con ajustes muy agresivos). Bramley<sup>7</sup> y Mein<sup>2</sup> dicen que la mastitis causada por el sobre-ordeño no es muy probable, a menos que éste se combine con una pulsación defectuosa o con fluctuaciones de vacío.

**Pulsación defectuosa.** La pulsación es la apertura de la pezonera para ordeñar y su cerrado para dar masaje a la punta del pezón e impedir su congestión a causa del vacío (por lo general la pezonera se abre y se cierra una vez por segundo). Aquí también hay normas establecidas para evitar lesiones al pezón. Se miran dos parámetros: 1) El tiempo en que la pezonera está colapsada en el pezón debe ser un mínimo de 0.15 segundos y 2) La fase “B” (cuando la pezonera está totalmente abierta) debe ser un 35% del tiempo que dure el ciclo de pulsación<sup>1</sup> (o sea más o menos 35% de un segundo). Pero Bramley<sup>7</sup> aclara que la presión que se le aplica al pezón en cada ciclo, juega un papel más importante en su salud, que la frecuencia con que se aplique.

Los factores pueden ser un mal mantenimiento de la pulsación, o unos los ajustes de vacío y pulsación que no corresponden al diseño de la pezonera.

### PENETRANDO EL PEZÓN CON LECHE CONTAMINADA

**Impactos de leche.** Como mencionamos anteriormente, la principal función del equipo es mantener un vacío estable en la punta del pezón durante el ordeño. Cuando hay fluctuaciones de vacío en la punta del pezón, aumenta el riesgo de mastitis. Estas fluctuaciones han sido clasificadas en 1) Fluctuaciones cíclicas que son las entradas normales de aire al sistema (por ejemplo el aire que entra por los pulsadores) y 2) Fluctuaciones irregulares que son entradas de aire que suceden cuando se cae un colector o cuando el ordeñador admite aire al colocar la unidad en una vaca<sup>7</sup>.

Investigaciones han demostrado que cuando las fluctuaciones de vacío son lo suficientemente altas, crean "impactos de leche". Estos son gotas microscópicas de leche que son disparadas hacia el pezón con suficiente velocidad que alcanza a penetrar el canal<sup>7</sup>. Cuando esta leche tiene bacterias y penetra más allá del ducto, va a causar mastitis. Por lo general, los impactos ocurren al comienzo o al final del ordeño<sup>2</sup>.

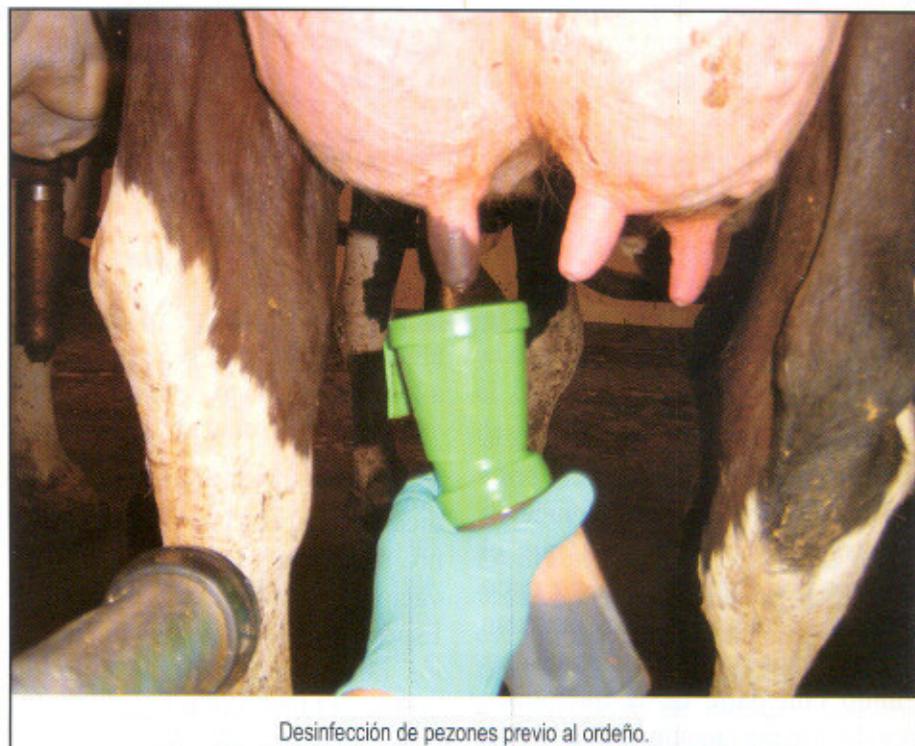
Las investigaciones también han demostrado que para que estos impactos puedan penetrar el ducto, deben ir a una velocidad mínima de 6 a 10 metros por segundo; esto es algo que puede ocurrir por las fluctuaciones irregulares, no por las fluctuaciones cíclicas<sup>2</sup>.

**Causas directas.** Estos son los factores que generan impactos de leche con suficiente fuerza para penetrar el pezón, y están asociados más con el uso y manejo del equipo

que con su diseño: 1) deslizamientos de pezoneras, 2) escurrido con la máquina (operarios empujando el colector al final del ordeño) 3) retirado del colector sin cortar en vacío.

**Causas indirectas.** Las causas indirectas ocasionan impactos de leche en la medida en que se combinan con las causas directas (como una caída de pezoneras) y están más asociadas con el diseño del equipo de ordeño que con su uso: 1) capacidad de la bomba de vacío, 2) diámetro interno de la tubería de leche, 3) diseño del colector.

Siguiendo las normas para diseños de equipos de ordeño y las correctas prácticas de ordeño, se pueden minimizar las causas de impactos de leche, tanto directas como indirectas.



Desinfección de pezones previo al ordeño.

### ORDEÑANDO DE MANERA INCOMPLETA

El ordeño incompleto es un problema cuando ya existe mastitis. Este aumenta la incidencia de la mastitis clínica o hace más lenta su recuperación<sup>7</sup>, pero por sí solo no causa mastitis. En dos experimentos<sup>9</sup>, uno en Norteamérica y el otro en Australia, se cambiaron los ajustes del retirador automático para dejar más leche en la ubre; la intención era tratar de acortar el tiempo de ordeño para mejorar la condición del pezón. En ambos casos redujeron el tiempo de ordeño promedio por vaca en 30 segundos, y no encontraron disminución en producción individual por vaca, tampoco hubo cambios en la composición de la leche, no aumentó la incidencia de mastitis clínica ni subclínica, y no hubo cambios en recuento de células somáticas (RCS) en cuartos sanos ni en los cuartos infectados con mastitis clínica.

No importa que tanto se ordeñe la vaca, siempre va a haber leche después del ordeño (leche residual)<sup>10</sup>, y tratar de ordeñar hasta la última gota puede tener el efecto contrario: 1) podemos estar prolongando el tiempo de exposición del pezón al vacío arriesgando que sus defensas se puedan ver

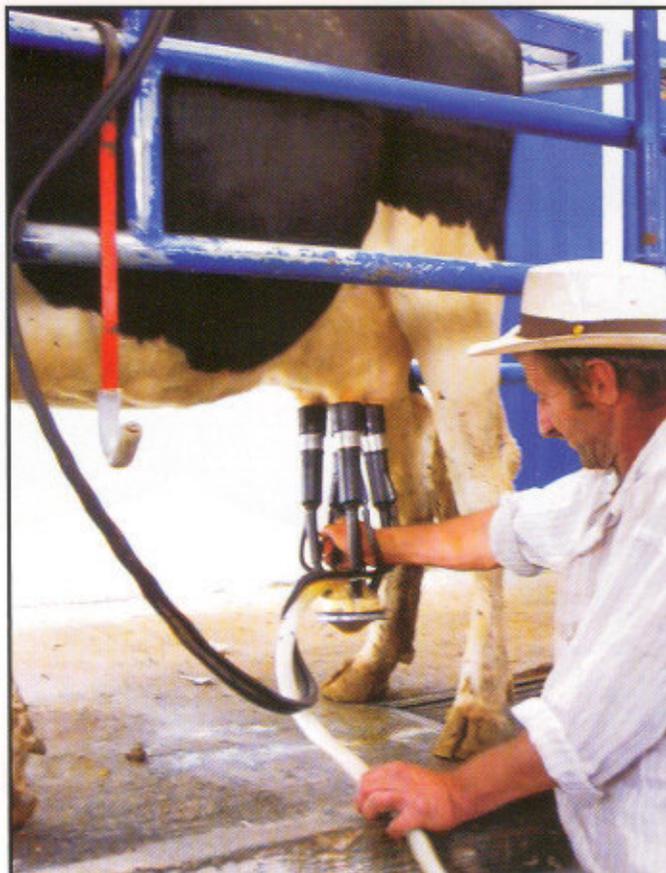
comprometidas y 2) escurriendo esa leche con la máquina (empujando el colector) aumentamos la posibilidad de que se formen impactos de leche.

Lo que debemos es buscar las razones de ese ordeño incompleto y corregirlas cuando sea posible, por ejemplo: mala estimulación, vacas nerviosas, horas de ordeño que no son fijas, mala alineación del colector, no se seleccionan vacas de ubres parejas, etc.

## CONCLUSIÓN

Al comienzo decíamos que el equipo es responsable por 6% a 20% de los casos de mastitis. Pero a lo largo del texto vimos que realmente es la interacción entre el equipo y las personas lo que hace que un equipo promueva buena calidad de leche y salud de la ubre: ¿Fue configurado e instalado de acuerdo a las normas establecidas? ¿Se le da el mantenimiento regular que se recomienda de acuerdo con sus horas de uso? ¿Los operarios están entrenados no sólo en el buen manejo del equipo, sino también en el buen manejo de las vacas en el ordeño?

Ahora, recordemos que para el otro 80% a 94% de los casos de mastitis, hay muchas más variables que debemos mirar y que la forma de controlarlas es con *Plan Completo para el Control de Mastitis*<sup>1</sup>: 1) practique una buena higiene pre-ordeño, 2) ordeñe con equipos funcionales y adecuados, 3) selle después del ordeño con un producto probado, 4) trate todos los cuartos al secado, 5) tratamiento inmediato a todos los casos clínicos, y 6) elimine las vacas con infecciones crónicas.



Ordeño mecánico.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 PHILPOT, Nelson W. and Steve Nickerson. 2000. *Winning the Fight Against Mastitis*. WestfaliaSurge Inc. Naperville, Illinois, USA.
- 2 MEIN, Graeme et al. 2004. *Milking Machines and Mastitis Risk: A Storm in a Teatcup*. 2004 Annual Meeting Proceedings, NMC. Orlando, Florida, USA.
- 3 SCHURING, Norm. 1998. *The Way Cows Will Be Managed In Your Dairy Tomorrow*. Dairy Illustrated. Babson Bros. Co. Naperville, Illinois, USA.
- 4 Maximizing the Milk Harvest, A Guide For Milking Systems and Procedures. 1993. Milking Machine Manufacturers Council of the Association of Equipment Manufacturers.
- 5 <http://www.nmconline.org/milkprd.htm>
- 6 NEAVE, F. K. et al. 1969. Control of Mastitis in The Dairy Herd by Higiene Management. *Journal of Dairy Science* 52:481-582
- 7 BRAMLEY, A.J. et al. 1992. *Milking Machine and Lactation*. Insight Books, Berkshire, England
- 8 SALVERSON, Robin. 2004. Hiperqueratosis ¿En qué consiste este estado común del pezón? *The ProMilk Specialist* Vol. 1 No 5. WestfaliaSurge, Inc. Naperville, Illinois, USA
- 9 MEIN, Graeme A. and Douglas J. Reinemann. 2007. Making the Most of the Machine-On Time: What Happens When the Cups Are On? NMC Annual Meeting Proceedings.
- 10 Roger Blowey and Peter Edmonson. 1995. *Mastitis Control in Dairy Herds. An Illustrated and Practical Guide*. Farming Press Books, Ipswich, United Kingdom

# CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE CALIDAD EN CARNE BOVINA

SANTIAGO BERRÍO C.  
Administrador de Empresas Agropecuarias  
Jefe Planta Beneficio y Desposte FRIGOCOLANTA  
santiagobc@colanta.com.co

*"CARNE CON VALOR AGREGADO", nuevo reto exigido por los consumidores a la cadena agroalimentaria de la carne. Hoy, no es suficiente servir en el plato del consumidor, una porción de carne que reúna parte de las características que determinan su calidad, se requiere algo más que un novillo joven o un buen proceso de beneficio y desposte, para conseguir la satisfacción del consumidor.*

Para producir carne que supere los estándares de calidad y con valor agregado, se torna imperativo homologar todos los conceptos de calidad en la cadena agroalimentaria de la carne.

## **Definición de carne**

Tejido muscular del animal después de sufrir cambios físico-químicos post-mortem; está compuesta por fibras musculares y tejidos estructurales como el conectivo, el cual se encuentra conformado por colágeno y elastina. La carne, es un alimento básico para el aporte de proteínas, grasas, vitaminas y minerales indispensables en la nutrición humana.



### Tabla de composición de alimentos.

Composición 100 g., de Solomo de Res.

Agua	73,6 g
Proteína	21,6 g
Grasa	3,8 g
<b>Vitaminas</b>	
Vitamina A	15 µg
Vitamina B <sub>1</sub>	90 µg
Vitamina B <sub>2</sub>	160 µg
<b>Minerales</b>	
Sodio	75 mg
Potasio	325 mg
Magnesio	25 mg
Calcio	12 mg
Hierro	2500 µg
Cobre	40 µg
Zinc	2500 µg
Fósforo	150 µg
Cloro	115 µg

La Cadena Agroalimentaria de la Carne, la define como el conjunto de características deseables que se consiguen después de la selección de los animales, su transformación y los procesos necesarios para que llegue al consumidor final y alcance su satisfacción.

La carne es considerada un alimento de alto riesgo en salud pública, pues sus características composicionales, favorecen la proliferación de microorganismos y por lo tanto la deficiencia en alguno de los procesos de producción desde la granja hasta su comercialización, incluyendo el manejo previo a su consumo, puede ocasionar riesgos químicos, físicos o biológicos para la salud del consumidor.

El Sistema Integral de Gestión de la Calidad –S.I.G.C.–, es el lenguaje que la industria frigorífica está implementando a nivel mundial para entregar carne inocua, tipo premium al consumidor. Requiere incluir en los procesos

productivos persistencia en la calidad con perfeccionamiento de procesos, análisis bromatológicos, microbiológicos, sensoriales, cumplimiento de las normativas vigentes, evaluación, capacitación y certificación de proveedores para el mejoramiento genético y productivo de sus hatos, inversiones tecnológicas; entre otras innumerables investigaciones que a lo largo del tiempo conllevan a resultados exitosos en la mesa de cada consumidor.

La búsqueda de las características deseables para mejorar la calidad en la carne, ha permitido establecer factores decisivos directos e indirectos que intervienen en su obtención. Factores directos: terneza, marmoreo, color, cobertura grasa, jugosidad, aroma y sabor; claramente identificados hoy por los consumidores exigentes. Factores indirectos: buenas prácticas agropecuarias, genética, edad al beneficio, alimentación, condición sexual, bienestar y transporte animal, entre otros, que influyen resultados satisfactorios en la cadena agroalimentaria de producción de carne.

*Colombia se ha fortalecido en la aplicación de políticas sanitarias a partir de los tratados firmados con algunos países para la comercialización de alimentos.*

#### **NORMATIVA**

Las diferentes organizaciones a nivel mundial abogan por la seguridad del consumidor implementando

políticas de sanidad e inocuidad rigurosas; las cuales todo país debe cumplir si decide hacer parte de la globalización del comercio y la consolidación de la industria agroalimentaria en el mundo.

La Organización Mundial del Comercio –OMC–, de la cual es miembro Colombia, impone el cumplimiento del Acuerdo para la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias –MSF–; este acuerdo señala reglas básicas para el establecimiento de políticas sobre inocuidad de los alimentos, salud de los animales y preservación de los vegetales.

Colombia se ha fortalecido en la aplicación de políticas sanitarias a partir de los tratados firmados con algunos países para la comercialización de alimentos. Ante el Tratado de Libre Comercio –TLC–, nueva coyuntura para la comercialización mundial, el país generó políticas que permitan la articulación de los entes involucrados en el Sistema –MSF–, para lograr la inocuidad de la cadena cárnica y la aceptación de los productos en mercados internacionales. De esta manera, fueron aprobados los documentos Conpes 3376 y 3458 –Políticas Sanitarias y de Inocuidad para las Cadenas de la Carne y de la Leche Bovinas y para la Cadena Porcícola–, respectivamente. Es preciso resaltar que la aceptación de estas políticas internacionales, genera beneficios para los consumidores nacionales; quienes van a alimentarse con productos que cumplan los estándares internacionales en calidad sanitaria e inocuidad de alimentos.

Según el diagnóstico del Conpes 3376, en el 2005 en Colombia sólo el 1% de las plantas de beneficio

cumplían con los requisitos sanitarios para su funcionamiento.

Dada esta problemática, se plantea el mejoramiento del estatus sanitario en la cadena agroalimentaria de la carne y con la Ley 1122 de 2007, se le otorga la potestad al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA para ser el ente regulador en plantas de beneficio, desposte y derivados cárnicos.

El INVIMA, inicia su gestión con la reglamentación del decreto 1500 de 2007, con el cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la carne, productos cárnicos comestibles y

derivados cárnicos, destinados para consumo humano; sus posteriores resoluciones, 2905 de 2007 para las especies bovina y bufalina y 4282 de 2007 para la especie porcina, complementaron la reglamentación.

Teniendo en cuenta los planteamientos del Conpes y las normativas expedidas a partir de las nuevas políticas sanitarias, se puede concluir como cadena agroalimentaria de la carne, la definición de la ley 811 del 26 de Junio de 2003 que dice: "Se entiende por cadena productiva, el conjunto de actividades que se articulan técnica y económicamente desde el inicio de la producción y elaboración de un producto agropecuario hasta

su comercialización final. Está conformada por todos los agentes que participan en la producción, transformación, comercialización, distribución de un producto agropecuario y la colocación del producto al consumidor final.", esta ley se articula con los planteamientos que hoy son requeridos para estar a nivel de la globalización del comercio de alimentos. Además, enfatiza: "Los integrantes de una cadena de producción, ponen a disposición de ésta, sus organizaciones y sus estrategias, que en lugar de confrontarse se coordinan con el fin de obtener un mejor desempeño económico a su vez colectivo e individual".

## INTEGRANTES DE LA CADENA AGROALIMENTARIA DE LA CARNE BOVINA

**Producción Primaria.** Existen varios recursos que los empresarios ganaderos tienen a su alcance para mejorar los índices de eficiencia en la producción de carne: buenas prácticas de bienestar animal, manejo sanitario, buenas prácticas agropecuarias, selección genética de los cruces tipo carne y manejo eficiente de la alimentación, entre otros, siendo todas las mencionadas, herramientas necesarias para la obtención de carnes de calidad tipo Premium.

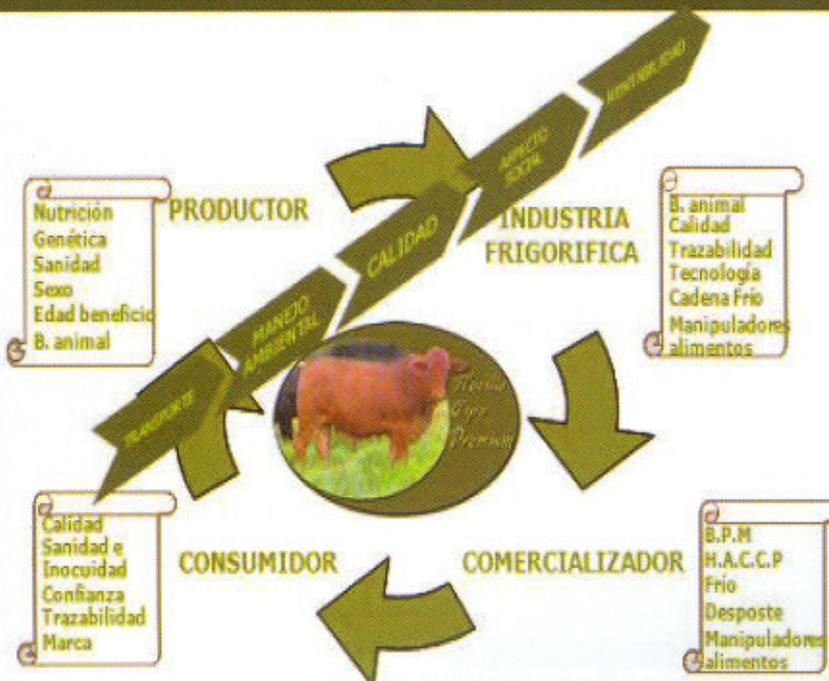
**Bienestar Animal.** Condiciones humanitarias que se le brindan al animal para que se encuentre en armonía con el entorno. Prácticas administrativas que aseguren el bienestar animal, logran mejores resultados, evitan ineficiencias y pérdidas económicas y financieras en la cadena agroalimentaria de la carne.

El bienestar animal tiene una incidencia directa en la calidad y rentabilidad de la carne. El maltrato de los animales en la finca; punciones, hacinamiento, estrés y golpes durante el transporte, generan hematomas, fracturas, daños en la piel, deterioro de la carne y disminución en la vida útil del producto final.

La ley 84 de 1989, establece las normativas que garantizan un trato digno para los animales:

- Mantener el animal en condiciones locativas apropiadas en cuanto a movilidad, luminosidad, aireación, aseo e higiene y abrigo apropiado contra la intemperie.

### CADENA AGROALIMENTARIA DE LA CARNE BOVINA



- Suministrarle bebida, alimento en cantidad y calidad suficientes, así como medicinas y los cuidados necesarios para asegurar su salud y bienestar.

**Genética.** Investigaciones para producir animales con los máximos rendimientos en carne, han orientado a los ganaderos a establecer cruces genéticos, que permitan expresar de manera eficiente las características fenotípicas para ganado de carne y maximizar las bondades genéticas propias de cada raza.

La influencia del Bos Taurus tipo carne y sus cruces, aporta mayor grado de conformación muscular, precocidad sexual, grasa entreverada que permite lograr un excelente marmoreo, mayor ternera y jugosidad en los cortes de carne; igualmente, el grado de cobertura grasa permite aumentar la

conservación de la canal o de la carne, durante su maduración en la cadena de frío.

La limitante para producir animales con 100% de pureza genética Bos Taurus tipo carne, se debe a que la mayoría de producciones ganaderas en nuestro país pertenecen al trópico bajo, donde se presentan una serie de factores propios de la zona que no son compatibles con este tipo de razas: climas cálidos, alta pluviosidad y humedad relativa, suelos ácidos, entre otros factores ambientales. Debido a esto, se requiere una orientación genética que permita expresar parte de las bondades típicas de las razas Bos Taurus tipo carne, con cierto grado de rusticidad para convivir con las características propias del trópico. El gremio ganadero debe esforzarse por profundizar en la investigación científica de características genéticas

deseables para la expresión de algunas proteínas y enzimas que intervienen de forma directa en la calidad de la carne, tal es el caso del gen obeso que permite la expresión de la leptina, la cual mejora el acabado graso en los animales que la poseen, la hidroxiprolina cuya concentración en el músculo determina la cantidad de colágeno en la carne, y la influencia que presenta la enzima catepsina B dentro del proceso proteolítico, que determina el ablandamiento de la carne durante la maduración.

**Condición sexual.** En una investigación comparativa entre novillos y toretes, realizada en FRIGOCOLANTA en 2007, se evaluaron los efectos en los rendimientos productivos y la calidad de la carne presentados en ambas condiciones sexuales, concluyéndose:

#### Novillos

Depositán mayor cantidad de grasa muscular, porque no producen testosterona, la cual tiene la particularidad de realizar lipólisis de la grasa.

Se requiere menor cantidad de kilogramos de peso en pie de novillo, para producir un kilogramo de carne de excelente calidad.

La superioridad de los novillos en cobertura grasa, permite la conservación de la canal en frío, garantizando un aspecto homogéneo y agradable al consumidor.

Los cortes de mayor valor comercial (finas y primeras), tuvieron rendimientos superiores que los de los toretes.

#### Toretos

Exhiben carne con un color más oscuro, menor grasa muscular y menor cobertura grasa; mayor área muscular pero menor ternera.

Se requiere mayor cantidad de kilogramos de peso en pie de toretes, para la producción de un kilogramo de carne de calidad inferior.

La menor cobertura grasa de los toretes, dificulta la conservación de la canal en frío, presentándose quemadas, oscuras y poco agradables al consumidor.

Por su conformación fenotípica, los toretes tuvieron mayor rendimiento en carne de segundas.

**Edad:** Las diferencias presentes entre bovinos jóvenes y adultos en la calidad de la carne, se debe fundamentalmente al grado de desarrollo que experimenta el tejido conectivo a medida que el animal crece. Al aumentar la edad del animal, se aumenta el colágeno dentro de las fibras musculares, afectando la ternera, textura y jugosidad de la carne.

El bovino tiene músculos de sostén que contribuyen al sostenimiento y la locomoción del animal, éstos presentan mayor cantidad de colágeno y elastina que les permiten la realización de sus funciones; por tanto su carne es de menor terneza y jugosidad que otros músculos.

**Nutrición.** Factor indirecto para garantizar un producto de óptima calidad para el consumidor, ya que los sistemas de alimentación bovina en la producción de carne, influyen directamente en la edad al beneficio, en la cobertura grasa y en el grado de marmoreo de la carne.

**Buenas Prácticas Agropecuarias –BPA–.** Prevención de residuos de medicamentos respetando los tiempos de retiro en los tratamientos, manejo sanitario del hato, bienestar animal y manejo ambiental de residuos, permiten lograr producciones limpias y sanitariamente aptas para el consumidor.

En las haciendas debe existir compromiso con las actividades de control de herbicidas, medicamentos y productos químicos usados durante el proceso de producción ganadera, elaborando registros de los productos utilizados y control de riesgo biológico de los mismos.

Según el diagnóstico del estatus sanitario de la ganadería, los países enfrentan serias limitaciones con relación al estatus sanitario de la cadena cárnica, para Colombia. Estas son:

- País endémico de Fiebre Aftosa.
- País endémico de Brucelosis Bovina.
- País endémico de Tuberculosis Bovina.

- País libre de Encefalopatía Espongiforme Bovina –E.E.B.–, sujeto a certificación.

La Bioseguridad es la práctica de manejo que previene la introducción y diseminación de enfermedades en un hato ganadero, se necesita el compromiso del productor para vencer dichas limitaciones y lograr el estatus sanitario requerido para comercializar internacionalmente.

**Cuidado de la piel.** Es necesario garantizar la calidad de las pieles durante las prácticas de manejo en los hatos ganaderos y transporte a los frigoríficos, con el fin de garantizar la competitividad de la cadena productiva del cuero. Desde 1933 con el Decreto 1372 se promueve el buen manejo de las pieles y se establecen los sitios donde debe marcarse el animal –mejillas y extremidades hasta 20 cm arriba de la rodilla o del corvejón, respectivamente–. Las medidas de la marca no deben ser mayores a 12 cm<sup>2</sup>. (Imagen 1).

Posteriormente, fue creada la Resolución 00072 de 2007, por

la cual se adopta el Manual de Buenas Prácticas de Manejo para la producción y obtención de la piel de ganado bovino y bufalino.

## PRÁCTICAS INADECUADAS QUE INFLUYEN EN EL DETERIORO DE LA CALIDAD DE LA PIEL

### En la producción primaria:

- Cicatrices causadas por heridas e infecciones.
- Prácticas quirúrgicas: descorne, desviación de pene, cesárea.
- Heridas por mal arreo.
- Tratamientos inadecuados.
- Parásitos de la piel por deficiencia en programas sanitarios.
- Marcas de hierro y sistema de identificación inadecuados.
- Jaulas deterioradas que ocasionan heridas, rayones o punciones.

### En la planta de beneficio:

- Heridas por técnicas inapropiadas de manejo y conducción en corrales.
- Heridas y traumas en desembarcaderos.
- Corrales mal diseñados y deteriorados.



Imagen 1. Novillo Limousin x Charole. Feria Ganadera Maryland (USA), 8 de Agosto de 2008.

- Heridas y traumas por pisos inadecuados.
- Cortes y daño de la piel por deficiencia en los procesos de desuello.

**Transporte.** Es un sub-eslabón transversal a la cadena cárnica, por la influencia definitiva que genera en la calidad del producto final y en la rentabilidad de su producción.

Bajo condiciones de estrés, los animales evidencian alteraciones en las constantes fisiológicas, agotan sus reservas fisiológicas (glucógeno) y sufren cambios de comportamiento que los hacen más propensos a sufrir lesiones o accidentar al personal.

Los propietarios y transportadores de animales, deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para asegurar el bienestar animal durante el viaje:

1. Cumplir a cabalidad con la documentación legal para el transporte de animales: guía de movilización, permiso de policía, bono de venta.
2. El vehículo debe estar habilitado para el transporte de animales: piso con rejillas, jaula sin aristas que puedan causar lesiones, separaciones físicas dentro de la jaula para evitar amontonamiento de los animales, cubierta para protegerlos de climas adversos y, con las condiciones técnicas para el transporte.
3. Planificar el viaje en términos de duración, rutas a seguir y lugares de descanso e hidratación, si se requiere.
4. El transportador debe ser una persona capacitada en bienestar animal, conducir de manera prudente, detenerse en varias

oportunidades durante el viaje para realizar una inspección ocular de la condición y bienestar de los animales. En caso de que un animal esté caído, debe tratar de que éste retorne a su posición de pie o poner barrera que impida que los otros animales lo pisoteen, antes de continuar el viaje.

5. Se deben respetar las densidades indicadas para garantizar el bienestar y confort de los animales durante el viaje.

### Densidades de transporte de animales. Decreto 2341/2007 Condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria.

ESPECIE	PESO (Kg)	DENSIDAD / m <sup>2</sup>	DENSIDAD kg/m <sup>2</sup>	Nº ANIMALES /10m <sup>2</sup>
TERNEROS	50	0.23	220	43
	70	0.28	246	36
BOVINOS	300	0.84	344	12
	500	1.27	393	8
	600	1.46	408	7
	700	1.75	400	6

## INDUSTRIA FRIGORÍFICA

Los frigoríficos, requieren dinamizarse, proyectarse y evolucionar a empresas tecnificadas. Son centros de negocios que involucran: transformación, cadena de frío, transporte y comercialización.

Actualmente en Colombia la industria frigorífica, plantas de desposte y sitios de comercialización de carnes, están afrontando una serie de transformaciones para garantizar la calidad total de los productos cárnicos. Transformación en mora de realizarse debido al incumplimiento desde la expedición del Decreto 2278 en 1982 y sus complementarios.

Entre las disposiciones que serán reglamentadas por el INVIMA para las plantas de beneficio, desposte y derivados cárnicos, las de mayor consideración son:



Cava de enfriamiento de canales.

- 1. Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura.** Corresponde al cumplimiento del Decreto 3075 de 1997. Se entiende por BPM, al conjunto de criterios, guías y normas que conducen a prácticas o manera de actuar que permitan la elaboración y producción de alimentos de inocuidad comprobada, con calidad total, que cumpla las exigencias de seguridad alimentaria y bienestar para el consumidor.
- 2. Certificación de Sistema para Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control –HACCP– para el 2012.** Toda planta de beneficio, desposte y derivados cárnicos debe diseñar el sistema HACCP; eliminando riesgos físicos, químicos y biológicos. En su plan, deberá incluir:
  - Seguimiento de residuos de medicamentos veterinario. –Plan Nacional de Residuos de Medicamentos–.
  - Seguimiento de contaminantes químicos.
  - Control de patógenos.
- 3. Conservación de la Cadena de Frío.** Para el caso de FRIGOCOLANTA, la adecuada conservación de la cadena de frío y los cambios físicos, químicos y biológicos que se producen en la carne durante su maduración, se ven directamente influenciados por los siguientes factores técnicos:

Sistema de Enfriamiento	Velocidad Aire en Cavas	Temperatura en Cavas	Humedad Relativa
Amoniaco recirculante	2.4 – 3 m/s.	0 – 4 °C	90%

La conservación de estos factores en los rangos permisibles:

- Preserva las condiciones sanitarias y de inocuidad.
- Mejora los atributos sensoriales.
- Aumenta la vida útil del producto.

Una vez el músculo animal se ha transformado en carne, por sus condiciones de composición, requiere monitorear parámetros decisivos para su calidad e inocuidad:

- Temperatura interna en canal de 7°C y en carne entre 0-4 °C.
- pH de 5.4 a 5.8
- Humedad 70-75%
- Actividad acuosa ( $a_w$ ) 0.8-1.0

- 4. Certificación de proveedores.** Los frigoríficos deben minimizar la incertidumbre de inocuidad implementando un programa de certificación de proveedores, que incluya procedimiento de evaluación y seguimiento.
- 5. Trazabilidad.** Es el historial de los acontecimientos ocurridos a lo largo de toda la cadena de producción de la carne. La implementación de sistemas integrados de trazabilidad, permiten diferenciar la calidad del producto, generar confianza en el consumidor, mostrar ventajas competitivas e ingresar a nuevos y exigentes mercados.

## MADURACIÓN DE LA CARNE

Conjunto de cambios estructurales y bioquímicos, mejoran notablemente las características palatables de la carne, especialmente su terneza, permitiendo un mayor grado de satisfacción para el consumidor.

Los frigoríficos que están a la vanguardia con el S.G.I.C, implementan sistemas de maduración de carne, generando un producto diferenciador, con “Valor Agregado”, al mejorar sus características organolépticas y sensoriales.

Después del beneficio y sangrado del animal cesa la circulación sanguínea lo que conlleva una serie de cambios: se interrumpe el aporte de oxígeno y se agotan las reservas de glucógeno (procesos anaerobios, producción de Ácido Láctico, disminución del pH), cesa la regulación hormonal (disminuye la temperatura de la canal) y de esta manera se inicia el proceso de rigor mortis. La implementación del rigor mortis en forma gradual y en condiciones normales, depende de la glicólisis y del descenso del pH después del beneficio. Por esta razón se considera importante que todos los animales ingresen al proceso de beneficio, descansados, para que no agoten por estrés sus reservas de glucosa, lo cual permitirá una adecuada glicólisis y por ende una formación ideal de ácido láctico por vía anaerobia, permitiendo el descenso de pH adecuado para el rompimiento de las fibras musculares (desnaturalización proteica) y del tejido conectivo durante la maduración. Figura 2.

*...La cadena agroalimentaria de la carne, como su nombre lo indica, es un conjunto de eslabones unidos para lograr un propósito común: “Suministro de carne de excelente calidad para el consumidor”...*

# CONSERVAR RESERVAS GLUCÓGENO



Figura 2.

La desnaturalización proteica durante la maduración, facilita la degradación de las uniones miofibrilares y del tejido conectivo, por proteasas: ácidas (catepsina B y D) y neutras (factor activado por el calcio -CAF-) y otras enzimas intervinientes: hidroxiprolina y calpainas.

## COMERCIALIZADORES

Los comercializadores de carne se encuentran en una coyuntura similar a la de las plantas de beneficio, dado que muchos de los ellos realizan los procesos de desposte dentro de sus instalaciones, convirtiéndose en plantas de desposte, las cuales tienen que cumplir los requisitos estipulados en las nuevas reglamentaciones.

El Decreto 1500 de 2007 establece la inscripción sanitaria para los

establecimientos dedicados al almacenamiento, expendio de carne y productos cárnicos comestibles.

La cadena agroalimentaria de la carne, como su nombre lo indica, es un conjunto de eslabones unidos para lograr un propósito común: "Suministro de carne de excelente calidad para el consumidor", por esta razón, no vale que los frigoríficos realicen sus máximos esfuerzos en implementación de procesos y sistemas para la gestión integral de la calidad; si el siguiente eslabón, o el anterior, no da continuidad a los esfuerzos realizados.

Las comercializadoras de carne deben ser reconocidas por ofrecer productos de calidad, así como un servicio eficiente e higiénico, por esta razón se requiere el total

compromiso para que mejoren sus procesos, cumpliendo con la normativa establecida dentro de la cual se entoman las Buenas Prácticas de Manufactura, las normas para manipuladores de alimentos y el sistema HACCP.

## CONSUMIDOR

El primer eslabón de la cadena agroalimentaria de la carne debe ser considerado un eslabón guía, determinante de las exigencias del producto final, siendo para la cadena de producción de carnes -El Consumidor-, único determinante de las exigencias que lo satisfacen.

El consumidor quiere carnes funcionales, -con valor agregado- que provea beneficios para su salud y bienestar.

... el Sistema Integral de Calidad en la Cadena Agroalimentaria de la Carne, comienza con la cría bovina y termina en la mesa del consumidor.

Además quiere:

TIPO DE CALIDAD	DEFINICIÓN	ATRIBUTOS
1. Calidad sensorial	Garantía de calidad percibida.	Color Terneza Aroma Jugosidad Marmoreo Sabor Olor
2. Calidad Nutricional	Características nutritivas para el consumidor.	Proteínas Grasas Ácidos grasos Minerales
3. Calidad Sanitario	Garantía de higiene e inocuidad de la carne. Ausencia de riesgos:	Físicos: pelo, metales, plásticos. Químicos: Residuos de medicamentos y herbicidas. Biológicos: ausencia de microorganismos (salmonella, E. coli, campylobacter, listeria).
4. Calidad tecnológica	Innovación, mejoramiento continuo	Maduración pH Cadena de Frío Empaque
5. Calidad social	Homeostasis entre: personas, medio ambiente y animales.	Satisfacción del consumidor Bienestar Animal Preservación del medio ambiente

El Sistema de Gestión Integral de la Calidad es la condición concurrente en aspectos de inocuidad, nutricionales, organolépticos, de procesamiento, estabilidad, procesos de preservación y gestión de calidad, incluyendo la trazabilidad y el cuidado del medio ambiente.

Finalmente recordemos: el Sistema Integral de Calidad en la Cadena Agroalimentaria de la Carne, comienza con la cría bovina y termina en la mesa del consumidor.

## BIBLIOGRAFÍA

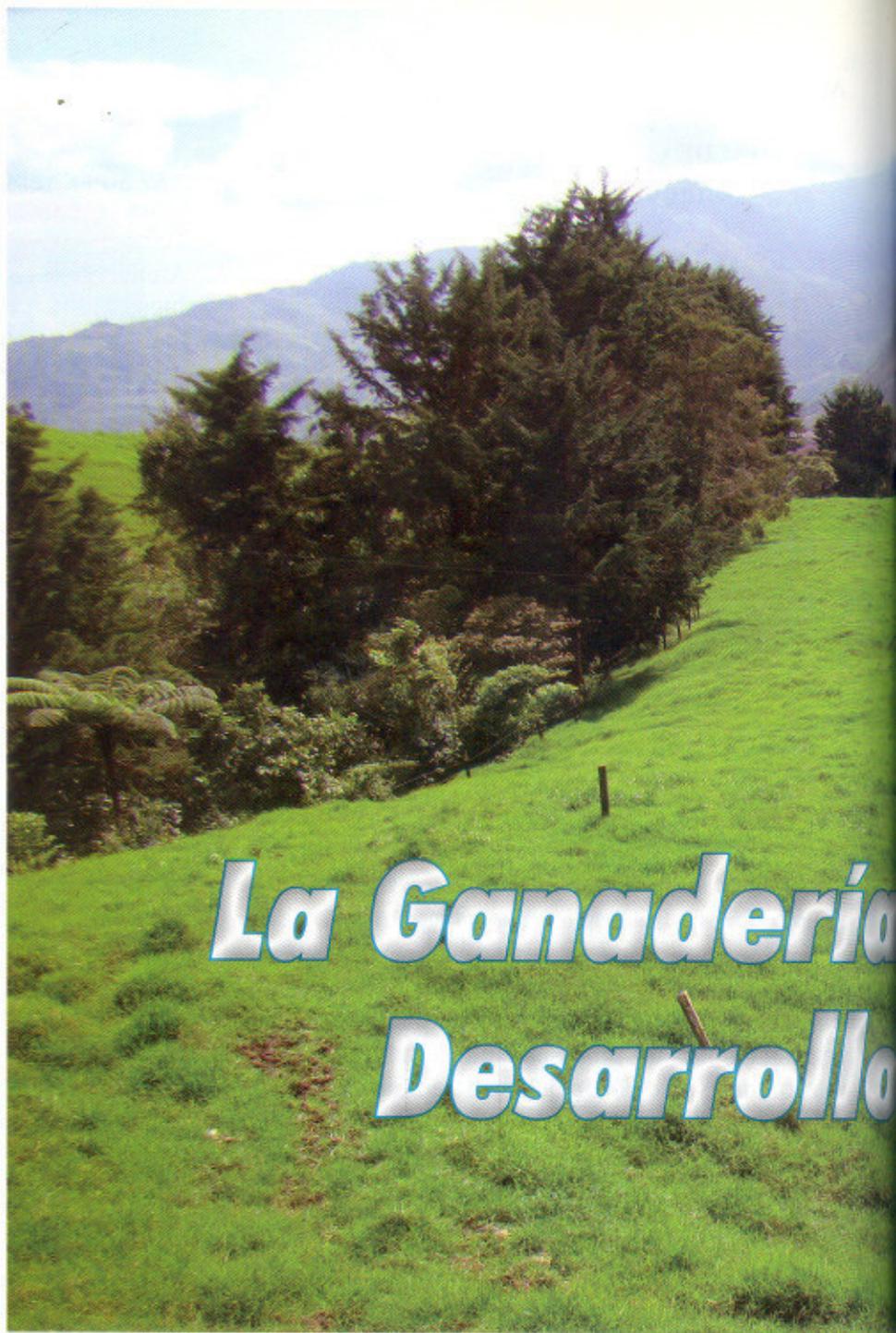
- ACEVEDO SALINAS, M. Evaluación de los atributos principales de calidad de la carne de res de origen local e importada, según se ofrece al consumidor. Tesis. Universidad de Puerto Rico, 2004.
- BOLEMAN, S. J. et al. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. En: Journal Animal Science. Vol. 75 (1997); p. 1521.
- CORVA, P. et al. Evaluación de marcadores moleculares asociados a diferencias en terneza de la carne en novillos Brangus. En: REUNION DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL (20: 2007; Buenos Aires, Argentina). Memorias de la XX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Buenos Aires, 2007. Resumen enviado.
- FIELD, R. A. Effects of castration on meat quality and quantity. En: Journal Animal Science. Vol. 32 (1971); p. 849.
- GORRACHATEGUI GARCIA, M. Influencia de la nutrición y otros factores en el rendimiento de la canal de novillos. En: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA (13: 1997; Madrid, España). Ponencias del XIII Curso de Especialización FEDNA. Madrid. 1997.
- HERRAN RAMÍREZ, Lucía. Consultora, Médica Veterinaria Zootecnista.
- HUERTA-LEIDENZ, N. Y RIOS, G. La castración del bovino a diferentes estadios de su crecimiento. I. Efectos sobre el comportamiento productivo. Una revisión. Facultad de Agronomía. En: Luz. Vol. 10 (1993); p. 87-115.
- RODAS, Argenis. Aspectos de la calidad de la carne para inicios del milenio. Universidad de Zulia, Facultad de Agronomía. 1999.
- SANCHEZ LOPEZ, G. Ciencia básica de la carne. 1 ed. Bogotá: Fondo Nacional Universitario, 1999.

Desde 1972 en Estocolmo, se comenzó a hablar seriamente de la necesidad de insertarle al desarrollo una variable ambiental, que respondiera al deterioro creciente del medio ambiente, la destrucción de ecosistemas y la reducción de la pobreza y la marginalidad.

En ese entonces, la industria, minería, transporte y la agricultura, fueron los sectores que en el mundo desarrollado, comenzaron lentamente su marcha evolutiva hacia prácticas más limpias o sostenibles.

El informe Brundtland de 1987, introdujo el concepto de Desarrollo Sostenible o Sustentable, definido como aquel "que satisface las necesidades presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras", dentro de un contexto ambiental, social y económico.

A partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente en Río de Janeiro en Junio de 1992, se denunció por primera vez en un foro mundial a la ganadería, como una amenaza para la sostenibilidad ambiental, la seguridad alimentaria y la generación de empleo en el mundo en desarrollo.



# La Ganadería Desarrollo

## LA GANADERÍA Y SU IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE EN AMÉRICA LATINA

Las ponencias de la Cumbre de Río en 1992, comenzaron a arrojar luces sobre el progresivo daño del sector pecuario en los suelos, ecosistemas estratégicos, amenaza a la fauna y flora, y gradual desplazamiento de la agricultura en la América tropical.

En ese entonces, se estimaba que al año se desmontaba 1 millón de hectáreas en bosques tropicales, páramos, esteros y humedales para sistemas extensivos de producción, al tanto que se degradaban hasta 200.000 hectáreas de suelo por el sobrepastoreo y el abuso de sistemas de fertilización nitrogenado y riego con aguas alcalinas. Se comenzó a llevar registros sobre la pérdida



# ...a el sostenible

**RICHARD PROBST BRUCE**  
Presidente Asociación Colombiana de  
Agroproductores Ambientalistas

de empleo por cuenta de la potrerización del campo y se hizo histórico el indicador de que en el cinturón ecuatorial, la ganadería sólo generaba 0.5 puestos de trabajo por hectárea.

El Protocolo de Kioto de 1997, comenzó a identificar aquellos renglones económicos relevantes en la emisión de gases de efecto invernadero, sus tasas, proyecciones de crecimiento y compromisos a adquirir, a partir de 2005. Llama la atención que la ganadería en ese momento figuraba en el octavo puesto, con un preocupante 17% de participación en estas emisiones.

En el Panel Intergubernamental del Clima, celebrado en Bali en Febrero de 2008, se afirmó que la industria pecuaria había llegado al tercer puesto como mayor emisor de gases de efecto invernadero, desplazando a la agricultura con un 25% del total de emisiones y acercándose peligrosamente a sectores

como el químico, petroquímico y transporte. Esto prendió las alarmas mundiales, porque un estudio de la Universidad de Munich confirmó que de los gases más nocivos, las vacas emitían metano y óxido nitroso en cantidades superiores a las estimadas, y que son los de mayor concentración en la atmósfera.

## ¿QUÉ SIGNIFICA ESTO PARA LA GANADERÍA LATINOAMERICANA Y LA COLOMBIANA EN PARTICULAR?

Una inmensa responsabilidad, porque las proyecciones hablan de que en los próximos 20 años, ante la incapacidad de las ganaderías europeas y norteamericana de crecer y proveer productos y subproductos cárnicos y lácteos suficientes sin depender de granos y concentrados, surgirán las pasturas disponibles todo el año en el trópico, que alimentarán no sólo nuestros pueblos que triplicarán el consumo, sino al mundo industrializado y a potencias emergentes como China, India y Rusia que al año promueven 30 millones de consumidores adicionales con capacidad de pago. Esto y la contribución del sector pecuario a la cantidad y peligrosidad de los gases efecto invernadero, traerán un interesante desafío.

Por último, los mercados especializados certificados están creciendo a tasas anuales del 20 al 25% por la demanda de productos inocuos y respetuosos con el medio ambiente. Se calcula que 15 millones de personas están consumiendo regularmente cárnicos y lácteos orgánicos con un valor bruto de \$5.000 millones de dólares. La tendencia es que estos nichos se fortalezcan y lleguen a los 100 millones de personas antes de 15 años.

## TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES PARA EL TRÓPICO

Es imperativo que los ganaderos entiendan que nos encontramos en la franja tropical, por ende las condiciones edafológicas, ambientales, sanitarias, nutricionales, genéticas y culturales son diametralmente opuestas a las del ámbito templado.

Por consiguiente, la adopción de tecnologías que en principio sean blandas, de bajo costo, generadas en finca y que respondan al rigor del trópico, son las más valiosas herramientas para garantizar la sostenibilidad de una industria, que participa con una tercera parte de la riqueza del subcontinente.

Encontramos algunas áreas de interés para el ganadero:

### 1. Ecología de la Unidad.

Restauración y conservación de corredores ecológicos, callejones boscosos, cabeceras hídricas, cuencas y microcuencas. Inventario de flora y fauna. Se apoya la biodiversidad, conservación del suelo y capturadores de gases de efecto invernadero.

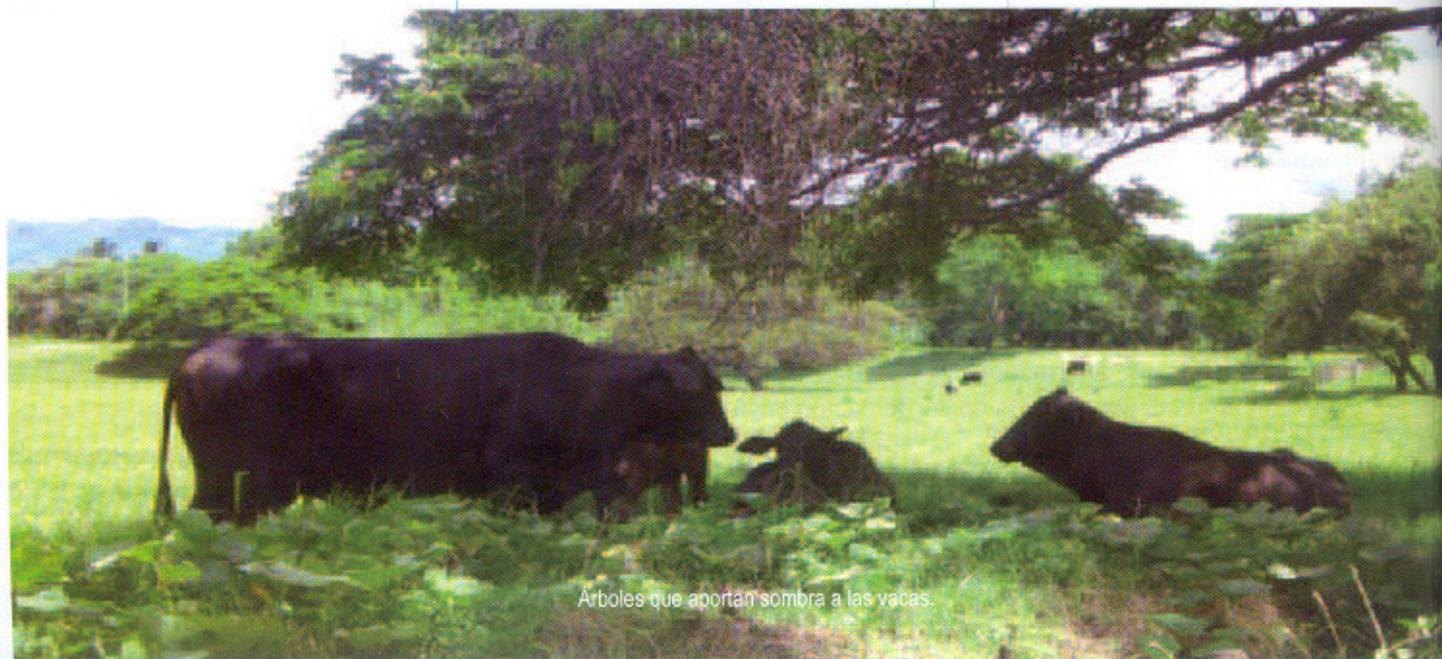


Ecología de praderas. Sistemas silvopastoriles.

**2. Establecimientos y renovación de praderas.** Barreras rompevientos, cercas vivas, identificación y aprovechamiento de arvenses útiles, labranza mínima, abonos verdes, tecnología microbiana para descontaminar, mejorar y aumentar retención de humedad en el suelo, coberturas vivas y muertas, biofertilización, correctores, compostaje, asociación y rotación de pasturas.

**3. Plan de Fertilización de ganado en proyecciones de praderas.** Composteras, unidad de canecas para elaboración de acondicionadores y correctores de suelos, biofertilizantes de fondo y mantenimiento.

**4. Plan de Control de insectos y enfermedades en pastos y forrajes,** preventivo y rotacional a partir de plantas alelopáticas acompañantes, fitocontroladores y control biológico, cultural y mecánico.



Árboles que aportan sombra a las vacas.

**5. Aseo, desinfección, disposición aguas residuales.** Establos, corrales, pesebreras, apriscos, unidades de ordeño, estercoleros, corredores y baños pueden ser tratados, desinfectados y desodorizados con tecnología microbiana hecha en finca.

**6. Nutrición alternativa.** Aparte de las pasturas y silvopastoreo con especies no dañinas para el suelo, introducir dietas con base en raciones hechas en finca con granos, harinas de carbohidratos, frutas y tuberosas.

**7. Construcciones.** Aprovechamiento de maderas sostenibles, durables, termorreguladoras y sismoresistentes como la guadua, bambú, caña flecha, arboloco y utilización de adobe.

**8. Sanidad alternativa.** Terapias no convencionales que favorezcan la calidad e inocuidad de productos y subproductos pecuarios. Uso de la fitofarmacia veterinaria.

**9. Sistemas de semiestabulación.** Las normas internacionales recomiendan un mínimo de 6 horas de libre pastoreo y potenciar los beneficios del aire libre para el bienestar animal.

**10. Fomento del doble propósito, uso de tecnología microbiana y ajuste de la capacidad de carga** para mitigar la cantidad, concentración y residualidad atmosférica de los gases de efecto invernadero.



Aseo y desinfección con tecnología microbiana.



Bioinsumos elaborados en finca.



Construcciones con materiales de finca.

**Ahora**

El Queso  
**Crema**

en presentación  
para **1**

www.escuelaquesos.com

#1 en ventas  
en Colombia

Fuente Nielsen de 2009

Colanta

Sabe Más

Por M.V. PABLO LOPERA  
 Coordinador Programa Porcicultura  
 Asistencia Técnica COLANTA



# EL OLOR DE LA PORCINAZA

**L**a porcinaza o porquinaza son los términos coloquiales con los que se denomina al excremento de los cerdos cuando es depositado en los tanques estercoleros, mezclada con agua, suero u otros compuestos para enriquecerla y mejorar sus características para su posterior uso como fertilizante.

Antes, en los corrales, este mismo producto era llamado estiércol o excreta porcina. Como material orgánico biodegradable que es, constituye una importante fuente de energía para la producción de abono y gas metano.

En condiciones normales (animales sanos) la excreta porcina es de consistencia semidura, color variable entre pardo claro y oscuro,

pegajosa al tacto y olor penetrante, con una mezcla de elementos y compuestos orgánicos y químicos, que le dan el estatus de ser uno de los mejores complementos en la fertilización de potreros para pastoreo bovino.

Como ya se mencionó, una condición propia de la porcinaza es el fuerte olor que se expande principalmente en el momento de hacer el riego. Tal característica no es gratuita, pues la composición misma de esta sustancia, sumada a ciertas condiciones de manejo, pueden convertirse en el dolor de cabeza de los porcicultores frente a las demandas de vecinos y corporaciones ambientales que exigen ambientes libres de malos olores.

## DE DÓNDE PROVIENE EL OLOR DE LA PORCINAZA

Uno de los mayores problemas asociados a la producción porcina es el manejo de los desechos producidos por los cerdos, dado que son fuente de malos olores y de contaminación al medio ambiente si no son tratados adecuadamente.

En los desechos se encuentran bacterias como *E. coli* y otras asociadas a contaminación. En condiciones naturales estas bacterias producen gas sulfhídrico y aminoácidos azufrados (cistina, metionina), entre otras sustancias, responsables del olor característico de la materia orgánica en depósito. La presencia de proteínas en la dieta del cerdo, mediada por ciertas reacciones bioquímicas,

induce la formación de sustancias nitrogenadas en el organismo. Una de ellas, el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), está presente en el estiércol del cerdo, producto de la conversión del nitrógeno de la urea en nitrato. Durante este proceso se produce exceso de amoníaco que es liberado al aire. La presencia de altas concentraciones de amoníaco causa irritación en animales y humanos así como malos olores que son detectados a gran distancia del punto de contaminación. Esa reacción es lenta, siendo inhibida por la temperatura, el pH y otras condiciones químicas que se encuentran en los desechos.

El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es el producto de la respiración de los cerdos. Su contribución al olor de la porcinoza es mínima.

### **SITIOS QUE DAN ORIGEN AL OLOR**

La granja, galpón o establecimiento donde permanecen los cerdos es el sitio donde se originan los olores. Por las condiciones de encierro, principalmente en climas fríos, existe una alta probabilidad de acumulación de gases, generando problemas respiratorios en la población de cerdos y, ocasionalmente, en los operarios responsables del manejo.

Los depósitos de la excreta o tanques estercoleros son espacios reducidos en los cuales se concentra el estiércol producido en dos o tres días por la población de cerdos. Aunque estos tanques están ubicados al aire libre, en estado de depósito, no contribuyen sustancialmente en la generación de grandes concentraciones de olor en el medio.

El riego de la porcinoza en los potreros es, la actividad responsable

de la máxima expansión del olor característico de esta materia orgánica a las áreas aledañas, creando malestar entre vecinos y propiciando acciones legales de los entes de control ambiental. No existen criterios claros, de fácil aplicación en las fincas ganaderas con explotaciones porcinas, que indiquen las formas correctas y racionales de aplicación de la porcinoza a los potreros; frecuentemente se realizan los riegos con mangueras de gran diámetro, por gravedad o con bombas, durante largos períodos de tiempo, que saturan de porcinoza el terreno propiciando fuertes olores, contaminación de las fuentes de agua y acumulaciones de sustancias tóxicas en el pasto.



Acequias para lavado en jaulas de precebo elevados.

### **CÓMO MITIGAR EL OLOR**

Existen varias formas prácticas para impedir que los olores de este interesante material produzcan daño a la población porcina, a los operarios y especialmente al medio ambiente. Algunas maneras de hacerlo son:

1. **Barreras físicas.** Consiste en disponer de muros, cortinas o cerramientos en general que impidan que el olor se perciba en áreas externas. Es especialmente aconsejable prever, antes de construir, la siembra moderada de árboles o especies vegetales que cumplan la función de barrera natural y de ornato del paisaje.
2. **Manejo higiénico de corrales.** Permitir que se acumulen grandes cantidades de material en los corrales incrementa los niveles de gases en el espacio. Es recomendable realizar retiro de la excreta y orina diariamente, mediante agua y sistemas mecánicos, y así impedir la presencia de gases.

3. **Manejo del tanque estercolero.** Debe vaciarse cada dos o tres días (máximo), en caso contrario, no solamente incrementamos la posibilidad de malos olores sino que la porcina expuesta al calor diario va perdiendo algunos elementos volátiles importantes en su función como fertilizante orgánico. El depósito del material orgánico debe hacerse racionalmente, acorde con los requerimientos del suelo, evitando saturar el potrero con excesos del producto que finalmente caen a las fuentes de agua. Es buena idea procurar el riego en horas frescas, con poco sol, para frenar la difusión de olores.



Corrales de hembras en gestación.

4. **Extractos vegetales.** Los alimentos concentrados para cerdos elaborados por COLANTA tienen en su formulación algunas sustancias de origen vegetal (p ej. Yuca Schirigera) que se comportan como secuestrantes de amoníaco y que evitan la dispersión de olores en el medio ambiente.

5. **Bacterias y enzimas.** Este material biológico es utilizado frecuentemente para mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos, pero mezclado en tanques estercoleros con porcina es altamente efectivo para mitigar los fuertes olores de la excreta porcina. Mediante procesos metabólicos vitales, estos microorganismos modifican bioquímicamente ciertos componentes como el amoníaco e impiden que el olor característico de la porcina sea perceptible.



Tanque estercolero.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Manual de criterios y metodologías para formulación de metas ambientales. Bogotá: Universidad de La Sabana, 2005. URL disponible en: <http://www.sabanet.unisabana.net.co>
2. OSPINA, Mariano. Diálogo personal. Oct. 2008.
3. TECPROVIDER : proveedor de equipos para manejo de materia orgánica. 2008. URL disponible en: <http://www.tecprovider.org/abo13.html>
4. TRATAMIENTO DE aguas residuales y desechos orgánicos. 2008. URL disponible en: <http://www.aguasresiduales.wordpress.com>