

SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICO-PROTEICA DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

Luis Carlos Arreaza¹
Sony Reza García
Jorge Medrano Leal
Belisario Roncallo
Henry Mateus

IMPORTANCIA DE LA APLICACIÓN DE PRÁCTICAS ADECUADAS DE ALIMENTA- CIÓN DEL GANADO BOVINO

La alimentación en los sistemas de producción bovina tropical se fundamenta en la producción y uso de pastos y forrajes, materiales que presentan limitaciones nutricionales por su alto contenido de fibras, bajos niveles de nitrógeno y de carbohidratos solubles, baja digestibilidad y desequilibrios de minerales. Por esta razón, la suplementación energético-proteica juega un rol estratégico y ofrece alternativas alimenticias que mejoran la competitividad de la empresa ganadera.

En los sistemas ganaderos del trópico, los estados de desnutrición y sub alimentación ocurren en todas las épocas del año y en todas las fases productivas del animal, mientras que en la mayoría de los agroecosistemas ganaderos la crisis nutricional se acentúa con la sequía, debido a la baja disponibilidad y calidad de los forrajes consumidos.



La aplicación de prácticas adecuadas de suplementación de bajo costo y fácil utilización a nivel de finca, incluyendo el uso de recursos alimenticios como leguminosas arbóreas o arbustivas y subproductos agroindustriales disponibles o potencialmente utilizables en las diferentes regiones, permitirán al productor plantear nuevas estrategias de alimentación, que mejoren la productividad de las empresas ganaderas y disminuyan el impacto negativo de la estacionalidad de la producción de forrajes.

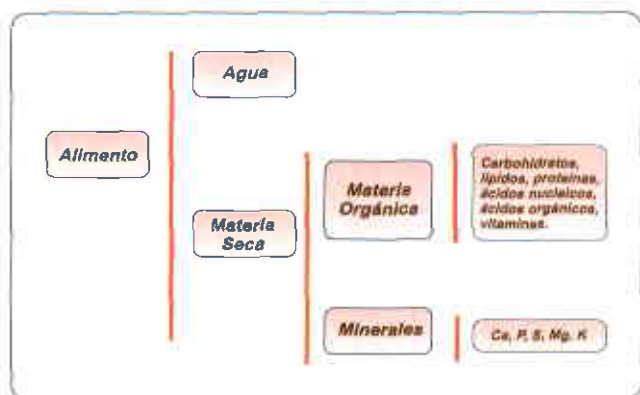
¹ Respectivamente Z.MSc. Programa Nacional de Fisiología y Nutrición Animal, M.V. Investigador Grupo Regional Pecuario Regional Dos, Investigador Grupo Regional Pecuario Regional Ocho, M.V. Investigador Grupo Regional Pecuario Regional 3, I.A. Grupo Regional Pecuario Regional 7.

En los próximos años Colombia se deberá enfrentar al mercado mundial de la carne, como resultado de la erradicación de la fiebre aftosa, esfuerzo de todo el gremio ganadero. Esta coyuntura se presenta como una de las vías para incrementar los ingresos del país, actualmente disminuidos por la crisis mundial en los precios del café. Para competir en el mercado internacional de la carne y la leche, la ganadería bovina se debe modernizar procurando mejorar la eficiencia de la industria y obteniendo productos de alta calidad.

DEFINICIONES

• **Alimento**

Los alimentos son sustancias que al ser ingeridas por los animales pueden ser digeridas, absorbidas y utilizadas. Los principales componentes de los alimentos de origen animal y vegetal son:



• **Alimentación adecuada del ganado**

La alimentación adecuada del ganado se entiende como el proceso de ofrecer los nutrientes para su mantenimiento y producción, en las cantidades requeridos por el animal y de acuerdo con su estado fisiológico y sus funciones productivas. También hay que tener en cuenta el costo de esos nutrientes, poniendo especial atención a la obtención de un margen de utilidad, que haga el negocio ganadero sostenible en el tiempo. Finalmente, se debe considerar que la consecución de esos recursos no vaya en detrimento del entorno donde se produce (finca).

• **Suplementación como estrategia**

La suplementación del ganado bovino es una práctica que consiste en suministrar ciertos nutrientes críticos que no puede aportar la alimentación básica. Nutrientes críticos son aquellos que por su cantidad (pequeña) y por su acción sobre la fisiología digestiva del animal, ejercen un efecto multiplicador de la eficiencia alimenticia. Ejemplo: proteína protegida o sobrepasante de una torta, o la mezcla urea-melaza.

• **Sustitución de alimentos**

Por sustitución de alimentos se entiende el reemplazo que se hace del alimento básico por otro forraje. Ejemplo: ensilaje, caña picada, socas y pajas de cultivos. Algunos productos concentrados, como la melaza, pueden ejercer un efecto sustitutivo del forraje, debido a que deprimen el consumo del forraje básico.

• **Concentrado**

Es un alimento o materia prima que contiene un nutriente en cantidad superior al 20% de su materia seca. Ejemplo: la melaza es un concentrado energético (95% azúcar); la torta de soya es un concentrado proteico (40% de proteína).

• **Alimento balanceado**

Es un alimento preparado con varios ingredientes, para suplir todos los requerimientos del animal en su mantenimiento. El animal puede ser alimentado solo con él, sin tener que recurrir a otras fuentes alimenticias. Pero en el caso de los rumiantes no es común ni práctico alimentarlos de esta manera, debido a que estos necesitan fibra y por ello debe suministrárseles forraje o pasto para suplirla. En el lenguaje común los alimentos balanceados se identifican como CONCENTRADOS, lo cual no es correcto.

• **Consumo voluntario**

La alimentación es una actividad compleja que incluye actividades como la búsqueda de alimentos; el reconocimiento de los mismos y los movimientos

necesarios para alcanzarlos; la valoración sensorial; la iniciación del consumo y la deglución. Todas estas actividades y procesos pueden afectar al consumo de alimentos a corto plazo. Igualmente, los sentidos del olfato y gusto juegan un papel importante durante el pastoreo, ya que los rumiantes prefieren la hierba verde y tierna; además, no consumen la hierba que se contamina con las heces de la propia especie. El estado fisiológico de los animales también influye sobre el consumo voluntario en relación con las necesidades energéticas; por ejemplo, en las hembras gestantes la *mayor necesidad de nutrientes para el desarrollo del feto* determina un aumento en la ingestión de alimentos; sin embargo, durante la última fase de la gestación, la capacidad efectiva de la cavidad abdominal se reduce a medida que el feto aumenta de tamaño, de manera que el espacio disponible para la expansión del rumen durante la ingestión de alimentos también se reduce.

• **Calidad de forrajes**

La temperatura, la humedad y la radiación solar son *más importantes para la calidad del pasto que para el desempeño animal*. Las gramíneas tropicales son de *mala calidad nutritiva (digestibilidad)*, debido más a las altas temperaturas y la alta radiación, que las hace madurar y lignificarse muy rápido, que a otros efectos ambientales o a diferencias entre especies.

Los forrajes tropicales porque se maduran demasiado rápido, más rápido que los forrajes de zonas templadas. Los azúcares y almidones del forraje tierno, desaparecen muy pronto convirtiéndose en fibra de baja digestibilidad. Debido a esto, el contenido energético de los forrajes tropicales es bajo.

Las épocas climáticas, sequía e invierno, hacen que la calidad y disponibilidad del pasto varíen considerablemente. La sequía reduce drásticamente la producción de forraje y su calidad, haciendo que los animales en pastoreo presenten déficit de materia seca y nutrientes, especialmente de proteína. En invierno drástico, la disponibilidad de pasto disminuye por inundación. Adicionalmente, la concentración de nutrientes, especialmente minerales, disminuye en el forraje durante el invierno.

FISIOLOGÍA DIGESTIVA DEL BOVINO

Digestión: Es el proceso de degradación de los componentes orgánicos de los alimentos que ocurre en el tracto digestivo del rumiante.

Los procesos de la digestión pueden agruparse en mecánicos, que corresponden a la masticación y contracciones musculares del tracto digestivo; *químicos, se realizan por las enzimas segregadas en los diferentes jugos digestivos, y microbianos, que son llevados a cabo por bacterias y protozoos*. Estos microorganismos son de especial importancia en la digestión de los rumiantes.

• **Poblaciones microbiales**

El retículo-rumen proporciona un sistema de cultivo continuo para bacterias anaeróbicas (flora) y protozoos (fauna); estos microorganismos se establecen hacia las seis semanas de edad de los terneros.

Por tanto, la degradación química de los alimentos en el retículo-rumen se lleva a cabo por las enzimas segregadas no por el propio animal sino por los microorganismos del rumen.

• **Digestibilidad ruminal e intestinal**

Los alimentos y el agua llegan al rumen, donde los primeros son parcialmente fermentados, dando lugar principalmente a ácidos grasos volátiles, células microbianas y a los gases metano y dióxido de carbono. Los gases se eliminan por eructación y los ácidos grasos volátiles se absorben, en su mayor parte, a través de la pared ruminal.

Las células microbianas pasan al abomaso e intestino delgado, acompañando a los componentes de los alimentos no degradados; allí son digeridos por las enzimas segregadas por el animal hospedador, absorbiéndose los productos de la digestión.

ESTADOS FISIOLÓGICOS DE ALTOS REQUERIMIENTOS

Los animales, y en especial los bovinos, presentan ciertas etapas de su vida en las que su organismo tiene mayores necesidades de nutrientes. Una de estas etapas, de las más importantes de la producción bovina, es el crecimiento. Esta etapa determina en gran medida la eficiencia y la competitividad de una explotación ganadera. Mientras más rápido lleguen los animales a la edad adulta y productiva, más competitivos serán el productor y la finca.

Otras dos etapas decisivas en el éxito de una ganadería son la lactancia y la gestación en sus dos últimos meses. Lactancias más largas y con producciones más estables, requieren mayor aporte de nutrientes. Una gestación exitosa es aquella que da un ternero fuerte, de buen peso y la vaca entra a la lactancia con buenas reservas corporales (buena condición corporal).

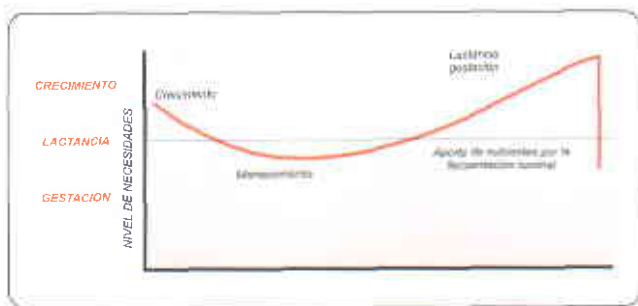


Figura 1. Fases fisiológicas críticas del animal.

La Figura 1 representa el nivel de las necesidades de nutrientes para cada fase fisiológica del animal. La línea horizontal representa la cantidad de nutrientes aportados por el forraje de pastoreo, ensilaje o heno, según sea el caso.

Novilla: La alimentación durante la fase de crianza afecta notablemente la presentación de la pubertad. En general, cuanto más rápido es el crecimiento de los animales más pronto aparece la madurez sexual. En el ganado vacuno, la pubertad guarda más relación con el peso vivo o el tamaño que con la edad de los animales. Sin embargo, en razas lecheras el crecimiento

rápido (mayor de 700 g/novilla/día) puede traer el inconveniente del engrasamiento excesivo, que puede perjudicar el desarrollo de los tejidos secretores de la leche y la vida productiva del animal.

Novillo: En los animales destinados a la producción de carne, es importante la selección de animales reproductores que responden mejor a la alimentación generosa durante la fase de crecimiento, pues se puede esperar que tengan descendientes que presentan mayores ganancias de peso.

Vacas lactantes: Desde el punto de vista nutricional, los dos primeros tercios de la lactancia son fundamentales para lograr una buena producción de leche. Las necesidades alimenticias de la vaca lechera para producción de leche dependen de la cantidad de leche producida y de su composición. La cantidad de leche producida depende fundamentalmente de la raza y la edad de la vaca. Las vacas de más edad suelen producir más cantidad de leche que las vacas jóvenes, pero el principal factor que afecta la producción de leche a corto plazo es el primer tercio de la lactancia. Normalmente, la producción aumenta desde el parto hasta los 35 días y luego desciende a un ritmo regular (2.5 % semanal), hasta el final de la lactación.

Vaca gestante: Durante los dos primeros tercios de la gestación, las cantidades de nutrientes depositados son pequeñas, de modo que únicamente resulta necesario tener en cuenta en las raciones el crecimiento del feto durante el último tercio.

Condición corporal como herramienta de decisión en la suplementación

La condición corporal de un animal es un concepto nuevo para la evaluación de su estado general de nutrición y salud. Se fundamenta en la cantidad de masa muscular y de grasa que el animal muestra a la vista, determinadas por la apariencia de algunos puntos anatómicos claves del cuerpo, como la fosa del ijar, las apófisis del isquion y el coxis, la forma de los músculos de las piernas, entre otros.

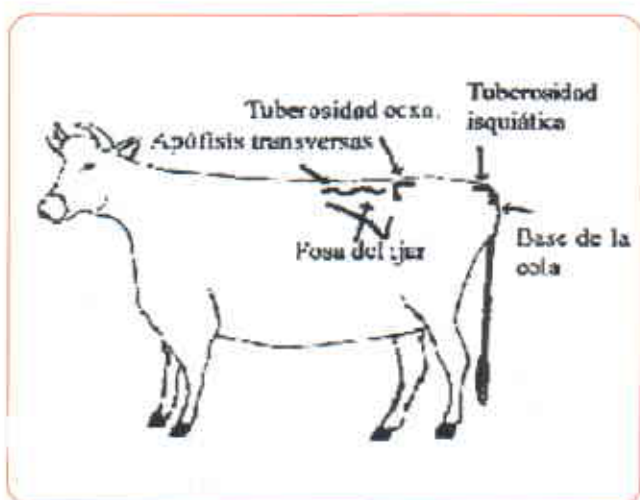
La variación de la condición corporal de un animal en forma individual, o la de la totalidad del hato, tiene varias implicaciones que pueden ser utilizadas para la toma de decisiones de manejo.

Por ejemplo, una baja condición corporal tiene entre otros los siguientes efectos: incrementa el número de días abiertos, aumenta el número de servicios por concepción, reduce el porcentaje de preñez, incrementa el intervalo entre partos y reduce la producción de leche.

La condición corporal, además, sirve para determinar la cantidad y el tipo de suplemento que requiere la vaca durante la lactancia.

Finalmente, la condición corporal y sus cambios son medidas más confiables que el peso corporal como indicadores del estado nutricional.

La evaluación de la condición corporal se efectúa estimando la cantidad de tejido graso subcutáneo y observando el grado de empostamiento de ciertas áreas del cuerpo, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con poca grasa. Los puntos anatómicos importantes en la evaluación se muestran en la **Figura 2**.



(Según Hess, H. D., T. E. Díaz y H. Flórez, 1999).

Figura 2. Puntos anatómicos importantes en la evaluación de condición corporal.

SELECCION DE MATERIAS PRIMAS PARA SUPLEMENTAR



Los recursos propios de la finca

En las regiones y en las fincas se producen diversos recursos alimenticios de muy bajo costo para el ganadero, en especial recursos con altos contenidos de nutrientes, como proteínas y azúcares.

En las empresas que combinan agricultura con ganadería, los residuos de las cosechas son una fuente de energía de bajo costo para la alimentación de ganado.

Los frutos de árboles como samán, trupillo, chachafruto y pizamo, son fuentes de proteína de alto valor para el ganado. Los follajes de las cercas vivas de matarratón también son una fuente de proteína de alto valor biológico.

Tabla 1. Ejemplo de recursos alimenticios locales.

MATERIA PRIMA	NUTRIENTE QUE APORTA	NIVEL DE INCLUSIÓN RACIÓN/DÍA
Matarratón	Proteínas	15 -30% del total
Leucaena	Proteínas protegidas	15 -20 % del total
Algarrobillo o samán	Proteínas/azúcares	15 % - 45% *
Chachafruto	Proteínas	15 %
Papa, yuca (tubérculos)	Almidones, azúcares	10%

* invierno - verano

Recursos regionales

En las regiones se encuentran diversos recursos alimenticios que se pueden utilizar como suplementos para el ganado: subproductos de molinería, residuos

de plantas de almidón, cachazas de plantas extractoras de aceite, gallinazas y pollinazas de las explotaciones avícolas, entre otros.

Tabla 2. Ejemplos de recursos alimenticios comunes en varias regiones de Colombia.

MATERIA PRIMA	NUTRIENTE QUE APORTA	NIVEL DE INCLUSIÓN RACIÓN/DÍA
Harina de arroz	Almidones y proteína	0.2 a 0.8 Kg.
Salvado de maíz	Almidones	0.5 a 0.8 Kg.
Torta de palmiste	Fibra y proteína	1 a 2 Kg
Aceites de palma	Grasas	0.5 a 1 kg
Cachazas	Grasas, azúcares	2 a 4 Kg.

Materias primas importadas

Como materias primas importadas se entienden aquellas que no se producen localmente: las que el país importa y las de otras regiones. Por ejemplo, la melaza es una materia prima importada para la región de los Llanos. Este tipo de materias primas son de alto costo; por tanto, su uso debe estar en proporción reducida y su concentración de nutrientes alta. Las materias primas importadas más importantes para la ganadería bovina en Colombia son los minerales, especialmente el fosfato bicálcico y la urea.



Tabla 3. Ejemplos de materias primas importadas.

MATERIA PRIMA	NUTRIENTE QUE APORTA	NIVEL DE INCLUSIÓN RACIÓN/DÍA
Urea	Nitrógeno no proteico	60 a 100 g
Torta de soya	Proteínas	0.5 a 1.0 Kg.
Harina de pescado	proteínas	0.3 a 0.5 Kg.
Torta de algodón	proteínas	0.5 a 1.5 Kg.

DISEÑO DE SUPLEMENTOS

Los requerimientos del animal

En cada etapa fisiológica los animales requieren diariamente diferentes cantidades de nutrientes. En primer lugar se han definido unos requerimientos para mantenimiento, esto es, para sostener las funciones vitales mínimas del animal. Estos requerimientos varían de acuerdo con otras variables, como: tamaño, raza, ambiente climático. Los animales de gran tamaño tienen requerimientos de mantenimiento mayores que los de tamaño mediano o pequeño. Se puede hacer una comparación entre una vaca holstein adulta y una jersey adulta, o, entre una vaca cebú adulta y una criolla. Las vacas de gran tamaño, como la holstein y la cebú, tienen mayores requerimientos para mantenerse que la jersey y la criolla.



En los animales jóvenes, además de los requerimientos de mantenimiento se necesitan nutrientes para **crecimiento**, estos se denominan requerimientos para ganancia de peso. Varían también de acuerdo con los factores ya mencionados: al potencial genético y además a la tasa con que se desee que crezca el animal (ganancia de peso en kg por día). Es necesario aclarar que la tasa de crecimiento está regulada principalmente por el consumo voluntario de alimento, el cual está influenciado por la calidad de la dieta. Forrajes de mala calidad deprimen el consumo, lo que se constituye en un obstáculo para incrementar la tasa de crecimiento en animales jóvenes.

Los aportes del forraje o alimentación base

Los forrajes tropicales aportan fibra en gran proporción. En promedio, el contenido de fibra analizada como FDN, oscila entre 62 y 70% en un forraje común como el braquiaria. De esta cantidad, solo 50% es digestible; o sea, la mitad de la fibra no aporta energía al animal. Considerando que un animal consuma 8 kg de materia seca al día, 5.6 Kg son fibra (8×0.7), de los cuales 2.8 Kg (5.6×0.5) son digestibles. Si el forraje tiene en promedio 1.4 Mcal de energía bruta, la energía que le proporciona los 8 Kg de forrajes es de 3.9 Mcal por día, lo que es a todas luces deficiente si el requerimiento por energía del animal es de 20 Mcal/día. En cuanto a proteína, si el forraje contiene 7% de proteína cruda, el forraje consumido le aporta 0.560 kg (8×0.07); si el requerimiento de proteína para una vaca de 450

kg de peso y 8 litros de leche está en 1.2 kg por día, el déficit es de 0.640 kg. Este debe suministrarse con otro recurso alimenticio.

Ajuste de nutrientes suplementarios

Para establecer una formulación de un suplemento es necesario conocer hasta cierto punto las necesidades del animal en relación con su función productiva, así:

1. - Vacas en lactancia, con o sin ternero, son los animales de mayor consumo y mayores requerimientos de energía, proteína y minerales para producción, reproducción y mantenimiento.
2. - Siguen en importancia, los terneros y terneras sin amamantamiento; con altos requerimientos para crecimiento.
3. - Novillas y novillos destetos están en tercer lugar, con altos requerimientos de proteína y energía para crecimiento.
4. - Novillas para servicio o de vientre, ocupan el cuarto lugar, con requerimientos de mantenimiento y crecimiento necesarios para alcanzar el peso adulto antes del parto.
5. - Novillos de ceba en finalización, requieren energía para terminar el crecimiento.
6. - Vacas secas o escoterías y toros en descanso, tienen requerimientos sólo para mantenimiento.

Los suplementos de mayor concentración de proteína y energía digestibles deben ser ofrecidos a las vacas en producción de leche y a los terneros en crecimiento. Para novillas de vientre y novillos de ceba, los suplementos deben contener mayor proporción de energía digestible y menos proteína que el suplemento de las vacas.

Los suplementos para novillos finalizando y para vacas secas y toros, deben tener una energía moderada.

Los bloques multinutricionales

Los bloques nutricionales de urea-melaza han sido utilizados con éxito para suplementar de manera eficiente animales que reciben una dieta deficiente, en especial durante la época seca, cuando los forrajes son de baja calidad y de poca disponibilidad.



La suplementación con bloques contribuye también a aumentar la digestibilidad de la fibra, permitiendo que en las épocas críticas el ganado no pierda peso, mientras que en períodos normales ayuda a la producción animal. Trabajos hechos en el C.I. Turipaná, demostraron que el suministro de bloques multinutricionales a vacas en producción, pastoreando en praderas de angleton y pará durante la época lluviosa, se reflejó en la reproducción, con 25% más de animales preñados cuando recibieron bloque frente a los que recibieron solo pastoreo.

Los bloques se pueden producir en la finca o ser adquiridos en el comercio. En este caso, se pueden utilizar todos los materiales disponibles, siempre que

no sean tóxicos y que sean mezclados de manera uniforme. Se debe tener en cuenta que la finalidad de los bloques es proporcionar nitrógeno no proteico (NNP) a las bacterias ruminales, por lo cual es imprescindible que contengan una fuente de NNP (urea es la de uso generalizado) y una fuente de carbohidratos solubles, generalmente representada por la melaza. También es necesario un pegante o cementante, que puede ser cemento o cal. Cuando se usa cemento, es necesario agregar un poco de agua, cosa que dificulta el fraguado del material final, por lo que se ha generalizado el uso de cal apagada (hidróxido de calcio).

A continuación se presentan algunas de las fórmulas utilizadas para la elaboración de bloques (Tabla 4).

INGREDIENTES	No.1 %	No.2 %	No.3 %	No.4 %
Melaza	40	45	30	40
Cal	10	10	10	10
Urea	10	10	10	5
Sal mineralizada	5	5	13	5
Salvado de arroz	35	20	-	35
Tamo picado	-	10	-	-
Azufre	-	-	2	-
Hoja seca de matarratón	-	-	35	-
Gallinaza seca	-	-	-	5

Fuente: Becerra y David, (1990).

Pasos a seguir en la elaboración de bloques:

- Mezcle los ingredientes, previamente molidos, con excepción de la melaza y la urea.
- Disuelva la urea en la melaza (sin diluir en agua), hasta homogenizar. Agregue lentamente esta mezcla a la parte sólida, accionando en forma continua la mezcladora.
- Una vez obtenga una mezcla homogénea de los ingredientes, proceda a la formación del bloque en la compactadora. Se pueden utilizar baldes o

canecas como moldes; en estos casos se deja en el fondo del balde un papel periódico, para que la masa salga fácilmente.

- Deje los bloques en reposo durante 48 horas, en un sitio seco y protegido; así puede permanecer por mucho tiempo.
- El bloque debe tener tal dureza que el ganado no lo muerda y sólo lo pueda lamer.
- Cada bovino adulto puede consumir en promedio 300 a 400 gramos de bloque multinutricional por día.

Los programas de computador como herramienta

Para poder ajustar la cantidad adecuada de nutrientes en un suplemento fabricado con varios ingredientes o materias primas, es necesario hacer muchos cálculos; tarea tediosa y larga antes de la aparición de las computadoras. En el caso de los bovinos y otros rumiantes, los cálculos eran más complejos ya que generalmente nunca se sabe cuanto pasto o forraje consume un animal en pastoreo. Actualmente, con la ayuda de las herramientas de computador (programas), esto es bastante sencillo. Sin embargo, dichos programas son costosos y, en general, desarrollados para animales explotados bajo otras condiciones y utilizan otros ingredientes no disponibles en el país. Una manera sencilla de hacer la formulación de un suplemento es utilizando unas pocas fórmulas en una hoja de cálculo como excel o lotus.



Análisis de los costos frente a la respuesta del animal (método del presupuesto parcial)

Algo que debe hacer el ganadero como gerente de su empresa, son los análisis de costos de producción como una rutina mensual. Entre los costos que más afectan la rentabilidad del negocio están los de alimentación. No solo los costos por suministro de suplementos proteicos y minerales sino los costos de producción de forraje (costos para producir pastos).

Si se conoce el costo de un Kg. de pasto y se tiene la estimación confiable del consumo por animal, se puede hacer un buen análisis de costos y ajustar la producción de leche o de carne a un nivel razonable para que sea rentable.

Un método sencillo y rápido de analizar costos de alimentación es el de presupuestos parciales.

Pasos Para el Análisis de Presupuesto Parcial

Ejemplo: Costos e ingresos de alimentación de novillas de levante en el valle del Sinú, en una ganadería doble propósito. La alimentación consistió en ensilaje de maíz (dieta básica) suplementada con diferentes fórmulas que contenían semilla de algodón o torta de algodón, urea y minerales. Los cálculos para este análisis son sencillos y rápidos, siempre y cuando se hayan registrado en libros los precios de los ingredientes y demás insumos utilizados en la fórmula alimenticia.

1. **Ingreso neto** = Ingreso bruto – costo variable:

$$\text{Ingreso neto: } \$215.600 - \$214.242 = \$1358$$

2. **Incremento costo variable:** La diferencia entre la fórmula menos costosa (#2) y las demás fórmulas. En este caso: los costos de la fórmula 1 menos los costos de la fórmula 2:

Incremento costo variable para #1:

$$\$239.702 - \$214.242 = \$25.460$$

los costos de la fórmula 3 menos la fórmula 1:

Incremento costo variable para # 3:

$$\$286.814 - \$239.702 = \$47.112$$

3. **Incremento en ingreso neto:** es la diferencia entre el ingreso neto de la fórmula menos costosa y la de mayor costo:

Incremento ingreso neto # 1:

$$\$19.898 - \$1358 = \$18.540$$

Incremento ingreso neto # 3:

$$\$56.386 - \$19.898 = \$36.488$$

4. **Tasa de retorno marginal:** Es la relación entre el incremento en costo variable y el incremento en ingreso neto:

$$\text{TRM} = \frac{\text{Incremento ingreso neto}}{\text{Incremento costo variable}} \times 100 = \frac{18.540 \times 100}{25.460} = 72.8\%$$

Dieta o ración	Costos variables \$	Ingreso bruto \$	Ingreso neto \$	Incremento costos variables \$	Incremento ingreso neto \$	Tasa de retorno marginal (%)
2	214.242	215.600	1358	-----	-----	-----
1	239.702	259.600	19898	25.460	18.540	72.8
3	286.814	343.200	56.386	47.112	36.488	77.4
4	295.671	253.440	- 42316	-----	-----	-----

EJEMPLOS EXITOSOS DE SUPLEMENTACIÓN

En varias regiones del país se han incrementado exitosamente la producción y la rentabilidad de esta, mediante la correcta combinación de recursos alimenticios de bajo costo y de fácil obtención en cada región.

Tabla 5. Análisis económico de diferentes niveles de suplementación a vacas lactantes bajo pastoreo de angleton durante la época de lluvia (junio - octubre).

Suplemento	Cantidad diaria de suplemento	Producción diaria de leche	Relación beneficio /costo	Costo por litro producido \$	Ingreso marginal \$
Torta de algodón + salvado de arroz + salvado de maíz (33% proteína)	1.5	6.9	1.5	201	715.6
Torta de algodón + salvado de arroz + salvado de maíz (28% proteína)	1.5	7.0	1.54	195	560.8
Sin suplementación (7% proteína, sólo pastoreo)	0	4.9	1.54	195	493.3

Fuente: Arreaza y Alvarado, 1997.

Las fórmulas de suplemento se diseñaron para suplir principalmente proteína digestible y poco fermentable en rumen, más unas fuentes de energía también de baja fermentación (almidones de harina de arroz y maíz), de acuerdo con el bajo contenido de estos nutrientes en el pasto angleton (7% de proteína cruda y 1.0% de almidones). Como se observa en la tabla, aunque el costo de producción de un litro de leche es similar, el ingreso marginal es diferente y está más de acuerdo con el nivel de producción alcanzado con cada una de las raciones.

En la finca La Loma ubicada en la vereda La Poza, en el municipio de Montería, se hizo una suplementación con 1 kg. de semilla de algodón a novillos en pastoreo rotacional de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria dyctioneura*. Las ganancias de peso oscilaron entre 0.466 kg/día y 0.577 kg/día durante la época lluviosa. Para la época de verano las ganancias de peso se pusieron entre 0.550 kg/día y 0.782 kg/día (Tablas 6 y 7).

Tabla 6. Ganancias de peso de novillos alimentados en pastoreo rotacional y suplementados con semilla de algodón (M 123) en época de lluvias. Finca La Loma.

Potrero	Número de animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia total (kg)	Ganancia /animal /día (kg)	Total Días
LA MINA*	59	320.5	338.9	18.4	0.557	33
CASA NUEVA*	42	263.5	296.1	32.6	0.466	70
LA POZA**	48	350.7	387.5	36.8	0.575	64
MACHADO	53	348.9	385.5	36.5	0.554	66

* *B. decumbens* ** *B. dyctioneura*

Tabla 7. Ganancias de peso de novillos alimentados en pastoreo rotacional de *B. decumbens* y *B. dyctioneura*, suplementados con semilla de algodón variedad M 123 en época seca. Finca "La Loma".

Potrero	Número de animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia total (kg)	Ganancia /animal /día (kg)	Total Días
LA MINA	41	354.2	378.4	24.2	0.550	44
CASA NUEVA	42	296.1	328.9	32.8	0.782	42
LA POZA	48	387.5	417.9	30.4	0.706	43
MACHADO	53	385.5	415.7	30.3	0.704	43

Magdalena Medio

En la región del Magdalena medio santandereano se obtuvieron respuestas económicas a la suplementación de vacas lactantes con mezclas de pollinaza-aceite de palma ácido, salvado de arroz y melaza, a razón de 1 kg/día de suplemento por animal.

Los beneficios económicos de la suplementación estuvieron representados por una utilidad neta de \$15.000 diarios.

VARIABLE	SIN SUPLEMENTO	CON SUPLEMENTO
Promedio		
Producción leche inicial (kg/día)	5.1	5.1
Promedio		
Peso inicial vacas (Kg. día)	342.3	376.2
Promedio leche al final (kg/día)	4.7	6.3
Promedio peso vaca final (kg)	367.7	417.9
Ganancia en leche, Kg	-0.4	+1.2
Promedio peso vaca final kg/día	0.330	0.566

Fuente: Mateus y Latorre, 1997.

Orinoquia

En el pie de monte del Casanare se comparó la alimentación de vacas lactantes bajo pastoreo y suplementación con sal blanca, contra suplementación con sal mineral y un suplemento energético proteico, suministrado tanto durante la época de sequía como en el invierno. La producción de las vacas con suplemento energético proteico más sal mineral se incrementó 1.5 kg/día, por encima de las vacas no suplementadas.

Variable medida	Dieta experimental	Dieta tradicional
Numero de animales evaluados	20	20
Días de evaluación	60	60
Producción diaria por vaca kg/día	7.6	6.1
Producción total de leche kg	9120	7320

Fuente: Hess y otros, (1997).

BIBLIOGRAFÍA

- **CORPOICA, 1997.** Experiencias con ganaderos Plan para la Modernización Tecnológica de la Ganadería Colombiana.. Memorias del Primer Taller Región Caribe 2., Montería, Diciembre 11-12, 1997.
- **ALVARADO, S. 1998.** Estrategias de Alimentación en confinamiento para novillas de levante doble propósito, durante la época seca, utilizando ensilaje de maíz más suplemento energético proteico. Tesis de grado, MVZ, Universidad de Córdoba, Montería.
- **BECERRA, J. y A. David. 1990.** Observaciones sobre la elaboración y consumo de bloques de urea-melaza. Livestock Research for Rural Development, Vol. 2 No. 2, Cipav, Cali, pp: 8-14.
- **CORPOICA, 1998.** Avances y experiencias en las empresas ganaderas del Caribe Dos. Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana Memorias. Segundo Taller Regional. Corpoica Regional 2, Cartagena, abril 23 de 1998.
- **HESS, H. D., T. E. Díaz y H. Flórez, 1999.** Guía para la evaluación de la condición corporal de vacas en sistemas doble propósito. Programa Nacional de Nutrición Animal. Corpoica.
- **PÉREZ, J., Torregrosa, L., Ossa, G 1996.** Suplementación de vacas con caña-urea, salvado de arroz, semilla de algodón en época seca. Revista Temas Agrarios. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Córdoba. Vol. 1 No 2. Julio-diciembre 1996. pp. 46-54.