



# Producción sustentable de Carne

Licenciatura en Medicina Veterinaria y  
Zootecnia  
Octavo Cuatrimestre

Enero – Abril  
Ana Gabriela Villafuerte Aguilar

## **Antecedentes históricos**

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1978 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor Manuel Albores Salazar con la idea de traer educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tardes.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en julio de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró en la docencia en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de cobranza en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra universidad inició sus actividades el 19 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a las instalaciones de carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

## **Misión**

Satisfacer la necesidad de educación que promueva el espíritu emprendedor, basados en Altos Estándares de calidad Académica, que propicie el desarrollo de estudiantes, profesores, colaboradores y la sociedad.

## **Visión**

Ser la mejor Universidad en cada región de influencia, generando crecimiento sostenible y ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

## **Valores**

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

## Escudo



El escudo del Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

## Eslogan

“Pasión por Educar”

## Balam



Es nuestra mascota, su nombre proviene de la lengua maya cuyo significado es jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen a los integrantes de la comunidad UDS.

---

## Produccion Sustentable de Carne

---

### **Objetivo de la materia:**

El alumno conocerá las formas de producción sustentables de carne, con los que podrá diseñar proyectos productivos que no atenten contra el ambiente y minimización la agresión hacia la ecología.

### **Unidad I**

#### **Produccion intensiva de carne corral de engorda I.I. Bovinos**

- I.1 Bovinos
- I.2 Ovinos
- I.3 Porcinos
- I.4 Caprinos
- I.5 Vacunacion
- I.6 Alimentación disponible
- I.7 Jaulas para manejo
- I.8 Mangas de manejo
- I.9 Embarcaderos

### **Unidad 2**

#### **Necesidades nutritivas**

- 2.1 Bovinos productores de carne
- 2.2 Ovinos productores de carne
- 2.3 Porcinos productores de carne
- 2.4 Cabras productoras de carne

## **Unidad 3**

### **Ciclo sustentable para la producción de carne**

- 3.1 Producción de abono (composta)
- 3.2 Producción de biofertilizantes
- 3.3 Sólidos
- 3.4 Foliares
- 3.5 Lombricultura
- 3.6 Producción de humus

## **Unidad 4**

### **Conservación y mejora de suelos y utilización de desechos frutales y agrícolas para compostaje y biofertilizantes**

- 4.1 Planificación de Potreros sustentables
- 4.2 Adiciones de M.O. a Potreros
- 4.3 Método Voisin de Pastoreo
- 4.4 Método de Allan Savory (Holístico)

## **Unidad I**

### **Producción intensiva de carne corral de engorda**

#### **I.1 Bovinos**

La ganadería bovina para carne es muy importante en México porque se realiza aprovechando recursos naturales en más del 50% del territorio nacional; por su aportación de carne como alimento básico; por la generación de divisas con la exportación de ganado, y por su contribución al desarrollo rural con la generación de empleos.

Bajo ese contexto, se pretende mostrar un panorama general de la producción de carne a partir de ganado bovino, particularmente, de lo relacionado con los antecedentes de la ganadería en México, la importancia de los productos derivados de la carne, el conocimiento del subsector bovinos productores de carne, los sistemas de producción, el modelo de instalaciones, grupos genéticos y sus características, parámetros productivos y las perspectivas profesionales para el médico veterinario zootecnista en el área de bovinos productores de carne; con el fin de que los estudiantes de medicina veterinaria y zootecnia, a través de la información zootécnica, se interesen por ésta área de la ganadería nacional y, por ende, de la profesión.

#### **ANTECEDENTES DE LA GANADERÍA EN MÉXICO**

La ganadería vacuna en México se inicia con la introducción de ganado bovino a América por parte de los españoles, alrededor del año de 1524. Durante la época de la colonia, se establecieron límites y derechos para la posesión de la tierra, dando origen a las “Estancias” que es la primera etapa en la creación de la “Hacienda” a través de los años, la cual existió hasta la época posrevolucionaria.

Los esquemas productivos y comerciales que provocaron un crecimiento importante de la ganadería extensiva, de 1542 a 1810, fueron las grandes extensiones de explotaciones ganaderas que se establecían cerca de las ciudades, con el fin de suministrar alimentos a la población.

Los movimientos sociales que culminaron con la revolución de 1910, limitaron la consolidación de la ganadería bovina en México. En el siglo XX, la introducción de nuevas

técnicas para la crianza del ganado y la transformación industrial de los años 40 son los principales factores que permiten la consolidación de la ganadería bovina mexicana.

La expansión de la ganadería para carne empieza en las zonas tropicales del país, seguida de un proceso de población ganadera en el norte del territorio, el cual ha estado estrechamente ligado al mercado exterior. Paulatinamente, el hato ganadero, inicialmente criollo, se ha ido matizando con animales de razas provenientes de Estados Unidos de América y Europa, entre las que destacan razas como la charolais, angus, hereford, simmental y diversas variedades cebuínas como la brahman, indobrasil, guzerat y gyr. En las zonas tropicales, el cruzamiento con razas lecheras como la Holstein y la suiza, generan en gran medida la ganadería de doble propósito del país; sin embargo, en general, la producción de carne de bovino ha evolucionado tecnológicamente a un menor ritmo que la avicultura y la porcicultura.

#### IMPORTANCIA DE LOS PRODUCTOS Y DERIVADOS DE LA CARNE

Se entiende por derivados cárnicos todos aquellos productos elaborados a partir de una materia prima que es la carne fresca, además, grasa, sangre y vísceras.

Estos productos, una vez transformados, adquieren características muy particulares de color, olor, aspecto, sabor, consistencia y presentación. Tomando como base la composición química, la carne se clasifica entre los alimentos ricos en proteína y grasa, y muy pobres en hidratos de carbono; contiene sales y algunas vitaminas. La carne se estima, en la alimentación humana, por su contenido en prótidos y grasas.

El hombre encuentra la proteína necesaria para la vida en los alimentos de origen animal (carne, leche, pescado, huevos, etc.) o de origen vegetal (pan, garbanzos, arroz, etc.); pero tienen diferente valor biológico:

- Prótidos animales: 80
- Prótidos vegetales: 55

El conocimiento de estos hechos ha llevado a otra conclusión, aceptada universalmente: el hombre no puede prescindir de las albúminas animales para estar bien alimentado, dicho de otro modo, para que la alimentación repare los desgastes del organismo; se ha llegado a

señalar el porcentaje de proteínas animales necesarias en las cifras de las proteínas totales de los alimentos ingeridos; las cifras más aceptadas oscilan entre 30 y 40 %.

La carne contiene lípidos o grasa neutral; así, la carne se clasifica también como alimento energético. Asimismo, la carne se ha de considerar como alimento protector por las siguientes características:

- Gran contenido de proteína de calidad superior.
- Gran contenido en hierro y cobre asimilable.
- Gran cantidad en fósforo.
- Gran contenido de los factores de la vitamina B compleja.

### CONOCIMIENTO DEL SUBSECTOR BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE

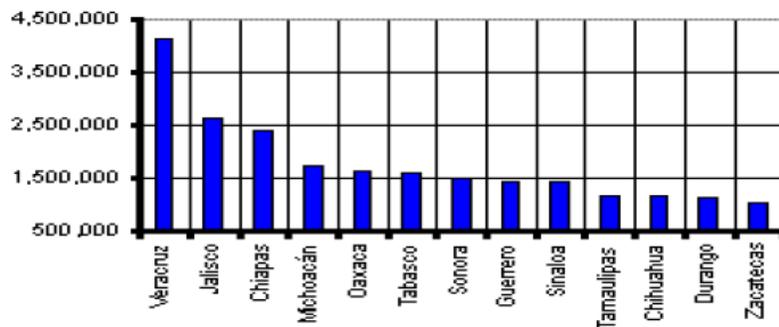
La actividad ganadera conserva una gran relevancia en el contexto socioeconómico del país, ya que en conjunto con el resto del sector primario, ha sido sustento para el desarrollo de la industria nacional, pues que proporciona alimentos y materias primas, divisas, empleo, distribuye ingresos en el sector rural y utiliza recursos naturales que no tienen cualidades adecuadas para la agricultura u otra actividad productiva. En términos de número de productores y procesadores, la industria de la carne en México es la tercera más importante después de la industria de lácteos y la de pan, en el sector de la comida procesada. Dentro de la ganadería, la producción de carne de bovino es la actividad productiva más diseminada en el medio rural, pues se realiza, sin excepción, en todas las zonas del país y aun en condiciones ambientales adversas que no permiten la práctica de otras actividades productivas.

La producción de carne de bovino se ha mantenido como el eje en torno al cual se establecen diferentes tendencias de producción y el propio mercado de las carnes en México; la producción de bovinos para carne constituye una de las actividades fundamentales del subsector pecuario nacional, por la contribución que realiza a la oferta de productos cárnicos, así como por su participación en la balanza comercial del país, donde las exportaciones de ganado en pie son es su principal rubro.

## Población de ganado bovino

En relación con los inventarios ganaderos, se dispone de estimaciones que sirven como marco de referencia, ya que el último censo ganadero se realizó la década pasada (1990). Con respecto al 2001, se infiere que la población total de ganado bovino fue de 30 620 930

cabezas, y los estados con mayor población de ganadobovino fueron:



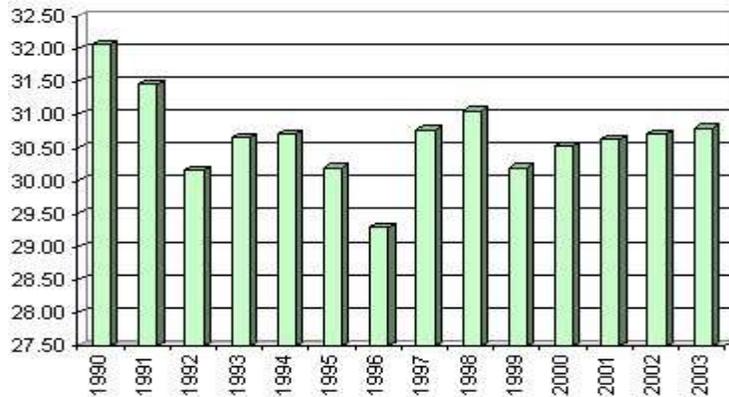
Fuente: SAGARPA

Estados	Cabezas
Veracruz	4,125,580
Jalisco	2,612,814
Chiapas	2,378,591
Michoacán	1,724,603
Oaxaca	1,636,180
Tabasco	1,578,186
Sonora	1,490,816
Guerrero	1,443,010
Sinaloa	1,412,358
Tamaulipas	1,166,481
Chihuahua	1,164,243
Durango	1,125,754
Zacatecas	1,018,714

Fuente: SAGARPA

También se menciona que la población total de ganado bovino (carne, leche y doble propósito), de 1990 a 2003 ha fluctuado entre 32 050 000 y 30 700 000 cabezas; con

respecto al hato de bovinos para carne y doble propósito, en el año 2001 se tiene un dato preliminar de 29 900 000 cabezas.

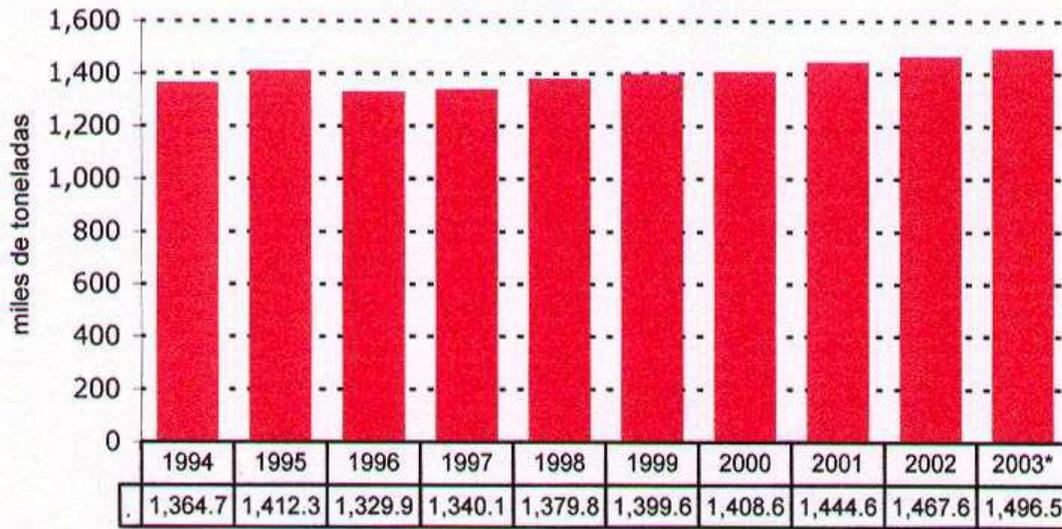


Fuente: FAO

#### Volumen de producción

En 2003, la ganadería bovina mexicana produjo un total de 1 496 500 toneladas. A principios de la década de los 90, la producción de carnes en México estaba compuesta en 41% por la de bovino; en el 2003 la conformación se transforma radicalmente para constituir tan solo 31%. Asimismo, la producción de carne de bovino se ajusta a patrones estacionales, que responden a los niveles de la demanda, influida ésta por el poder adquisitivo y la presencia de fiestas de celebración nacional.

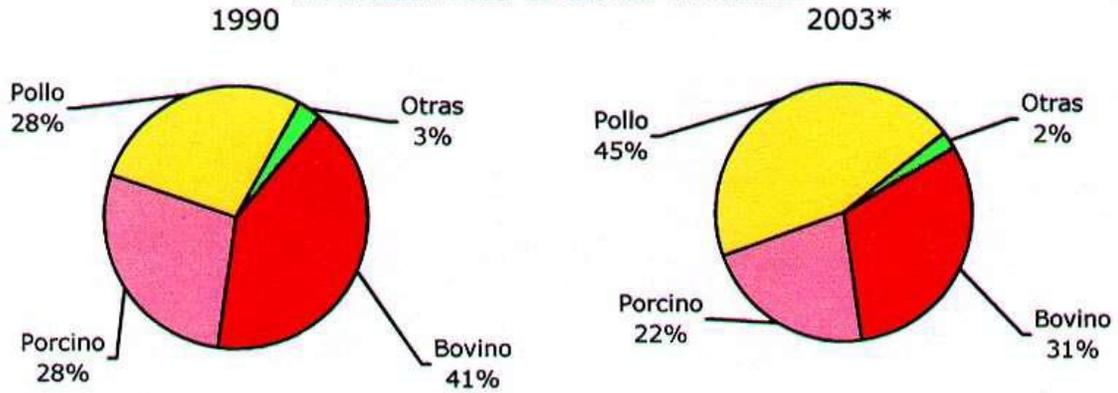
### Producción de carne de bovino en México



2003\*, Preliminar

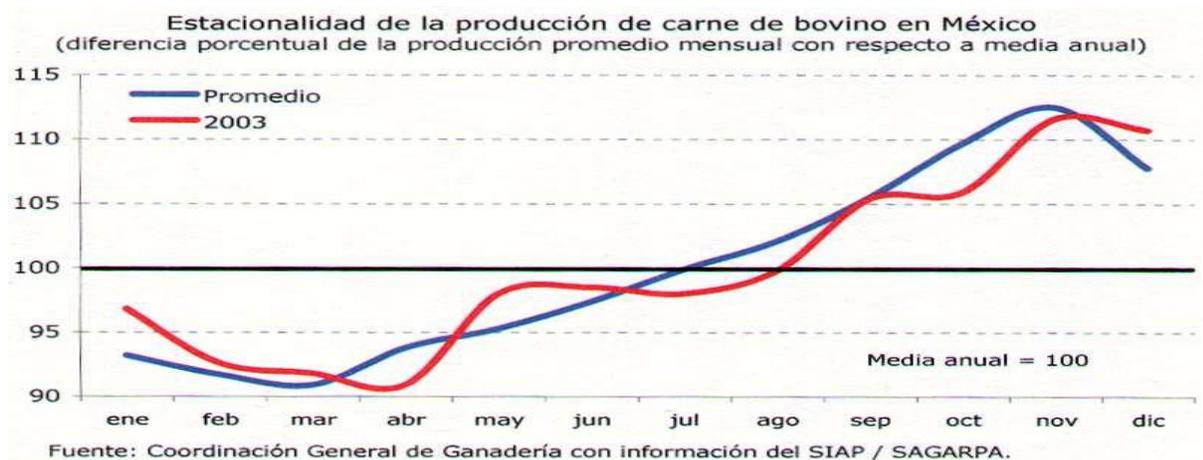
Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) / SAGARPA.

### Producción total de carnes en México



2003\*, Preliminar

Fuente: SIAP / SAGARPA.



Con respecto a la regionalización de la producción, aunque la ganadería bovina se localiza en todo el país, la información disponible indica que en 2003, 13 entidades conjuntaron el 72.6% de la oferta nacional; este fenómeno se sustenta en la tradición productiva, la disponibilidad de recursos e insumos productivos o en las condiciones climatológicas. Estas entidades son: Veracruz, Jalisco, Chiapas, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Baja California, Tabasco, Michoacán, Yucatán y Zacatecas.

En los últimos 10 años, el mayor dinamismo de la producción de carne de bovino se observa en entidades donde han cobrado relevancia el engorde y la finalización de ganado en corral, lo que permite mejorar la calidad de la carne obtenida y, por tanto, un mejor precio o una mayor facilidad para su comercialización.

#### Consumo de carne de bovino

Las tradiciones culturales en el consumo de productos cárnicos han hecho que la carne de ganado bovino sea el eje ordenador de la demanda y de los precios del resto de las carnes: el consumidor mexicano ha elaborado la mayoría de sus alimentos con carne de bovino; sin embargo, en los últimos años, factores económicos y de salud han propiciado los cambios de hábitos en el consumo.

Para el mexicano, es muy importante el costo de los productos alimenticios, por lo que el consumo de carne se rige principalmente por el precio. Esto ha propiciado que la producción de carne de ave rebase la de carne de bovino, tomando en cuenta que la avicultura es el

sistema de producción de mayor integración y modernización tecnológica, lo que permite mantener unos costos de producción bajos, y ofrecer un producto de menor precio.

El consumo nacional aparente (CNA) de carne de res en el 2003 se ubica en 1,635,287 toneladas. Un crecimiento ligeramente mayor al de la población consumidora motivó que la disponibilidad por habitante al año se ubicara en el mismo año, en 15.7 kilogramos.

## SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Un sistema de producción se define como el conjunto de elementos característicos e indispensables que interactúan para lograr un objetivo, en este caso, producción de bovinos cárnicos.

La producción de ganado bovino para carne se desarrolla bajo diferentes contextos agroclimáticos, tecnológicos, de sistemas de manejo y por finalidad de explotación; ésta comprende novillos para abasto, becerros para exportación y la producción de pie de cría; por lo que, los sistemas básicos de explotación de bovinos para carne en nuestro país son el intensivo o engorda en corral y el extensivo o pastoreo, en praderas y agostaderos.

Bajo este marco y considerando las características de ecología climática y vegetal y los recursos forrajeros de cada región ecológico-ganadera de México, los diferentes sistemas de producción de ganado bovino orientados a la producción de carne, correspondientes a las 4 regiones, son los siguientes:

- Sistema de venta de becerros al destete (sistema vaca – becerro)

Es típico de la región árida y semiárida (esta región se localiza principalmente en el norte del país, involucra los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Baja California Norte y Sur, Sonora, Zacatecas y Nuevo León). Este sistema se basa fundamentalmente en una fuente de ingresos dominante que es la venta de becerros al destete; se adapta a esta ecología por lo corto del período de alimentación del ganado (90-120 días) lo cual permite el crecimiento del becerro y regulares posibilidades de que vuelvan a concebir las vacas en el período de lluvias. El manejo del ganado se favorece por la extracción total de los becerros (machos) antes de la escasez de forraje.

Las características del sistema son:

- I. El ganado depende exclusivamente de los forrajes que producen los pastizales

naturales.

2. Las inversiones de material y mano de obra son reducidas por unidad de superficie o cabezas de ganado.
3. La estacionalidad es muy marcada en la monta, partos y destete de becerros.
4. La fuente dominante de ingresos es la venta de becerros al destete.
5. El sistema es poco elástico y bastante vulnerable a los trastornos económicos, cuando falta el mercado de becerros al destete.

Por las condiciones forrajeras de México, el sistema solo opera cuando hay demanda y buen precio por parte de EE.UU. Es vulnerable por poseer solo un tipo de ganado para su ingreso; al carecer de la salida el becerro, la sustitución de ingresos por venta de vacas viejas o jóvenes rinde resultados económicos poco alentadores.

Este sistema se practica tanto en el trópico seco (Colima, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa y Tamaulipas) y en el trópico húmedo (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Veracruz, Tabasco y Yucatán). Está adaptado a un período de 180 a 270 días de buena alimentación, la cual permite producir un novillo terminado de más de 350 kg de peso vivo en un año de pastoreo, con probabilidades flexibles de que las vacas conciban nuevamente. La extracción de novillos en pastoreo también se lleva a cabo con mayor flexibilidad.

Sus características distintivas son:

1. El ganado depende exclusivamente de los forrajes que producen las praderas de tipo tropical.
7. Sistema más elástico y menos vulnerable a trastornos económicos cuando falta el mercado de novillos.

- Sistema de doble propósito en el trópico (trópico húmedo y trópico seco)

Este sistema ha evolucionado en países tropicales y aparenta ser una adaptación forzada por la necesidad económica de lograr la venta de leche, pero en condiciones de mala calidad de forrajes y escasez en la sequía, que obligan al ganadero a retener ciertas características de empresa productora de carne.

Mayores inversiones de capital y mano de obra por unidad de superficie o cabezas de ganado. Estacionalidad más flexible en la monta, partos y venta de novillos. Retención de crías hembras y machos por uno o dos años después del destete. Compras anuales o bianuales de novillos para ceba.

Varían al año las ventas de novillos y vacas horras, según su estado de gordura y precio de mercado.

Sus características son las siguientes:

1. El ganado solo depende de los forrajes que producen las praderas permanentes de tipo tropical.
2. Las inversiones de capital y mano de obra son mayores por unidad de superficie o cabeza de ganado.
3. Estacionalidad más flexible en monta y partos.
4. Venta de novillos.
5. La ordeña se hace con el apoyo del ternero y se separa de la madre entre 8 y 14 horas diarias.
6. Lactancias cortas dictadas por la sequía (producción estacional).
7. Cría de hembras y machos por igual.
8. Ventas diarias de leche y estacional de novillos y vacas horras, según su estado de gordura y precio de mercado.
9. Sistema más elástico y menos vulnerable a trastornos económicos cuando falta mercado de novillos.

Este sistema parece ser una adaptación forzada por necesidades económicas auxiliares con la venta de leche, sin embargo, debido a la mala calidad de los forrajes y escasez en períodos de estiaje, se dice que ni la producción de carne ni la de leche resultan eficientes. En el trópico, con estación seca prolongada y lluvia total de menos de 1,200 mm, el sistema es definido por los ganaderos. En el sureste, con precipitación de 2,500 mm, el sistema se vuelve lógico ante la posibilidad de mejorar praderas con especies nuevas de gramíneas y la producción de leguminosas.

- Sistema de engorda en corrales

Se observa en las 4 regiones árida, semiárida, templada y tropical. En los países industrializados, la mayor parte de los animales para abasto se engorda de esta forma; sin

embargo, dada la escasez y alto costo de los alimentos (granos, pastas oleaginosas y forrajes de corte), este sistema no es tan popular en los países en desarrollo, como México, donde el empleo de sistemas de confinamiento total, sobre todo al ser combinados con alimentación en agostaderos o praderas, son una alternativa atractiva en sus sistemas extensivos tradicionales de explotación de ganado bovino.

Las características de este sistema son:

1. Se realiza por periodos cortos (90-120 días).
2. Se emplean esquilmos agrícolas (pajas y rastrojos), subproductos agroindustriales (pulpas, bagazos, melazas), desechos pecuarios (estiércol, gallinaza) y nitrógeno no proteico (urea, sales de amonio, etc.) como base de la alimentación, con lo que tal vez no se logren aumentos de peso elevados, pero el costo de los mismos será menor.
3. Probablemente el periodo adecuado para emplear este método sea la finalización de animales provenientes de praderas o agostaderos (de 300 kg hasta el mercado).
4. El empleo de hormonas exógenas (implantes) como estimulantes del crecimiento es una práctica generalizada entre los engordadores de ganado en confinamiento.
5. El empleo de bicarbonato de sodio como regulador del pH ruminal en animales que consumen cantidades elevadas de grano en las dietas, reduce la posibilidad de acidosis metabólica.
6. El empleo de ionóforos se ha generalizado rápidamente entre los engordadores de ganado en corral, dado que se trata de un aditivo para ración completa.

- Sistema intensivo con pastoreo rotacional

Este sistema utiliza praderas irrigadas, donde los reproductores o el ganado para abasto se explotan de tal manera que el forraje es cosechado a través de los animales que reciben cantidades variables de complemento alimenticio.

En este sistema, que en ocasiones se combina con agostadero y corrales, los animales se mantienen en superficies relativamente pequeñas.

Sus características son las siguientes:

- Elevada densidad de pastoreo.
- Rotación frecuente.

- Gran número de divisiones utilizando cerco eléctrico.
- Prácticas agronómicas intensivas (forrajes introducidos, control de malezas, fertilización y riego).
- Prácticas adecuadas de manejo (prevención de enfermedades, control de endo y ectoparásitos).
- Complementación alimenticia, dependiendo de la composición de la pradera.
- Aplicación de implantes.

## **I.2 Ovinos**

Por lo general, la producción ovina en el mundo se desarrolla bajo sistemas de pastoreo. Esta situación constituye una gran ventaja económica por el ahorro en los costos de producción, pues esos sistemas generan la mejor relación costo/beneficio y además dan algunas ventajas comparativas a la calidad nutricional de la carne, pero a su vez son muy susceptibles a las variaciones climatológicas estacionales y altamente vulnerables a las sequías extremas; de hecho, en el contexto actual las recientes sequías que se presentaron en Oceanía y en América obligaron a algunos países a realizar una reducción forzosa de sus inventarios, tanto de ovinos como de bovinos (FAO, 2010).

En los países que tienen una fuerte tradición en la exportación de ovinos y de sus subproductos, como Australia y Nueva Zelanda (exportan el 90% del total mundial), esas reducciones obligadas en sus inventarios nacionales, también se aprovechan para hacer una depuración del hato, ya que cuentan con programas estandarizados que llevan a cabo evaluaciones sobre el potencial genético de sus animales (Por ejemplo LAMBPLAN) y les permiten tomar en cuenta características productivas de alta importancia económica, lo que redundará en un rebaño más pequeño pero con mayor productividad individual.

En nuestro caso, México cuenta con una gran diversidad de climas que van desde el templado hasta el cálido y del húmedo al muy seco (García, 1981). También tiene una orografía muy accidentada y heterogénea, con diferentes tipos de suelo y presenta una tremenda pluralidad

socioeconómica, con niveles de educación muy distintos e ingresos económicos muy desiguales, aun dentro del mismo medio rural (INEGI, 2012).

Todo esto hace que en nuestro país, se presenten sistemas de producción ovina muy variados, con características propias de cada región y que son determinados por la disponibilidad de recursos y por los hábitos o tradiciones en el consumo de productos ovinos. Estos sistemas van desde los altamente tecnificados que mantienen a los animales en completa estabulación sobre pisos elevados, hasta los trashumantes que se mantienen en condiciones totalmente extensivas y no utilizan tecnología básica.

Lo anterior ocasiona fluctuaciones estacionales a lo largo del año, con una tremenda irregularidad en la oferta de ganado y provoca marcadas diferencias en su tipo, en su condición corporal y en el peso que alcanza al momento de la venta, lo cual contrasta fuertemente con dos requisitos fundamentales que exige el mercado formal, que son la constancia en el suministro de animales y la uniformidad en la calidad del producto ofertado (Partida, 2009).

A pesar de que México ha ido avanzando en mejorar su productividad, sólo genera el 70% de la carne ovina que consume, por lo que tiene un mercado interno potencial de unas 30,000 toneladas anuales. Además, nuestro país ha recibido la petición de exportar carne y animales a países como Jordania, Turquía, Libia, India y Corea del sur, además de Centroamérica (Arteaga, 2012).

Las tendencias en el contexto mundial indican que la producción de cordero se mantendrá estable en los próximos años, pero se prevé un aumento en el precio porque habrá más demanda, sobre todo en los países en vías de desarrollo (FAO, 2013). Las estimaciones indican que el grupo E7, compuesto por China, India, Brasil, Indonesia, México y Turquía tendrá, en el 2050, un poder adquisitivo 75% mayor que el que tiene actualmente el grupo G7 (Estados Unidos, Japón, Alemania, Inglaterra, Francia, Italia y Canadá) (Hawksworth, 2006).

#### Sistemas de Producción Ovina

En México se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, que están distribuidas aproximadamente de la siguiente forma: 53% en el centro, 24% en el sur-

sureste y 23% en el norte (PROGAN, 2010). La ovinocultura de carne se desarrolla bajo un esquema de tipo regional, en la zona central se producen carne y pieles con razas de lana como Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Dorset y de pelo (Katahdin, Dorper y Pelibuey), la región sur-sureste se orienta principalmente a la producción de carne con razas de pelo (Pelibuey, Black Belly, Katahdin y Dorper) y produce un poco de lana para uso artesanal con animales criollos en Oaxaca y Chiapas, y la zona norte ahora se dedica a la producción de carne, no obstante fue la principal proveedora de lana en épocas pasadas, por lo que aún se mantiene una población de animales de la raza Rambouillet, pero más recientemente se han introducido razas de pelo (Pelibuey, Katahdin y Dorper).

Existen varios sistemas de producción ovina, que se desarrollan en pastoreo, en estabulación o en la combinación de estas dos modalidades. De acuerdo con la intensidad de su régimen de producción se dividen en: intensivo, semi-intensivo y extensivo, y según su propósito fundamental se dividen en comerciales y de autoconsumo. A su vez, los sistemas comerciales pueden ser intensivos, semi-intensivos o extensivos, y por lo general, los de autoconsumo son de traspasío y, en algunos casos muy limitados de trashumancia.

Los sistemas comerciales deben ser redituables, puesto que se implementan como una manera de generar recursos económicos; por lo tanto, se evalúan en términos de las utilidades logradas, que provienen de los ingresos obtenidos por la venta de pie de cría, corderos, leche y lana. Pero el sistema más rentable es el que tiene una menor relación costo/beneficio. En la mayoría de los casos los sistemas intensivos participan en la cadena de producción-consumo, tienen mano de obra contratada, intervienen en algún tipo de organización de productores o cooperativa de producción rural, cuentan con asesoría técnica, pagan impuestos, tienen acceso a fuentes de financiamiento, reciben apoyo de los programas gubernamentales y generan un producto de buena calidad. Los sistemas comerciales deben estar muy pendientes de los factores que afectan la producción para lograr una buena rentabilidad y, sobre todo, para ser sustentables, pues existen amargas experiencias en donde la alteración de uno de estos factores colapsó completamente el sistema, como por ejemplo, el incremento que se presentó recientemente en el costo de los granos de cereales, que originó la quiebra de muchas explotaciones ovinas.

- Sistemas de Producción Intensiva

Su propósito primordial es generar ingresos económicos, por lo que deben ser redituables y como sucede con otras especies, su viabilidad económica gira en función del precio de los insumos, sobre todo de los cereales, ya que la alimentación representa más del 60% de los costos de producción (González et al., 2013). Pues es muy común que la alimentación se base en el uso de dietas integrales que son proporcionadas a libre acceso, o se emplea la combinación de forrajes de buena calidad con alimentos concentrados, que se ofrecen dos o tres veces al día, buscando tener la conversión alimenticia más equitativa y la máxima eficiencia de transformación, pues estos sistemas requieren producir de la manera más rápida posible para dar dinamismo a la inversión y lograr una mayor velocidad en el retorno del capital. Así mismo, los sistemas intensivos procuran tener la mayor eficiencia reproductiva (5 ó más parto en 3 años), la mínima mortalidad (<6%) y la mayor cantidad de kilogramos de cordero destetado por hembra (>25 kg), ya sea su fin la obtención de pie de cría o de corderos para el abasto. La producción intensiva puede ser realizada en pastoreo tecnificado, en completa estabulación o en esquemas mixtos con la combinación de estos dos procesos.

### Estabulación

En este sistema, los animales se mantienen confinados durante toda su vida en corrales que cuentan con todo el equipo necesario para su cuidado, como pisos de “slats” elevados, sombra, comederos y bebederos automáticos (Fotografía 1), por lo general, emplean mano de obra contratada y tienen acceso al crédito, se llevan registros de producción mediante programas computarizados que determinan los tiempos y costos por etapa (Sistema Star, Ovin Plus, Ovin Mas, etc.), emplean razas especializadas y sistemas de cruzamiento definidos, tienen uso de tecnología avanzada y asesoría técnica profesional, mantienen una alta tecnificación en la alimentación que puede incluir el uso de: dietas altas en granos, enzimas, •-agonistas, hormonas, aditivos y modificadores de la fermentación ruminal, en el manejo

reproductivo pueden emplear la inseminación artificial por laparoscopia, ovulación múltiple, transferencia de embriones, fertilización in vitro de embriones, uso de marcadores genéticos de ADN, etc.) y en el manejo sanitario (desparasitación y vacunación periódica, aplicación de complejos vitamínicos y control médico constante).

Dentro de esta categoría, existen grandes unidades de producción que mantienen los animales en áreas determinadas para cada etapa fisiológica, donde se proporcionan los nutrientes para satisfacer las necesidades específicas de cada sexo, edad, peso y etapa fisiológica. Como la alimentación se basa en el uso de dietas integrales con altos niveles de grano, tiene una alta dependencia del suministro de ingredientes y otros insumos, lo que ocasiona que su rentabilidad esté supeditada a la disponibilidad y las fluctuaciones en los costos de las materia primas, principalmente los granos, siendo indispensable desarrollar estrategias de compra consolidadas en las que se adquieran altos volúmenes de granos por grupos de productores o de empresas, también se pueden adquirir subproductos de la industria de panadería, de galletería y de hojuelas de maíz (corn flakes) como fuente de carbohidratos para sustituir los granos cuando su costo sea muy elevado.

En este tipo de sistemas se incluyen la cría y desarrollo de animales para propósitos reproductivos (venta de pie de cría), la producción, finalización y venta de corderos para el abasto. Para abaratar los costos, en algunas empresas se proporcionan forrajes de corte o ensilaje al pie de cría y sólo se da una pequeña cantidad de concentrado diariamente, pero los corderos se mantienen desde el destete hasta la venta con alimentación balanceada a libre acceso para que expresen su máximo potencial productivo.



**Fotografía I.** Sistema de producción intensiva en corrales elevados (Cortesía Adrian Ríos).

Los hatos varían de 1,000 a 15,000 vientres y se distribuyen principalmente en la zona central del país, así como en algunas localidades del occidente y norte de la república. También hay explotaciones más pequeñas en donde se produce a menor escala, pero igualmente usan tecnología avanzada, emplean razas mejoradas y comercializan corderos a empresas transformadoras que venden barbacoa y otros productos directamente al público en restaurantes y expendios de comida típica.

Por lo general, el peso al sacrificio en nuestro país va de 30 a 50 kg y se prefieren animales jóvenes, pero para la elaboración de barbacoa se comercializan tanto hembras como machos de todas las edades, razas y pesos. El mercado para cortes de cordero es más exigente y prefiere animales muy jóvenes procedentes de sistemas estabulados, con un peso al sacrificio de 40 a 45 kg y un peso de la canal fría de 20 a 24 kg, que procedan de cruza entre razas de lana con razas de pelo (Gómez, 2013). En México existe la norma NMX-FF-106-SCFI-2006 para la clasificación de las canales ovinas, ésta norma considera cuatro criterios de clasificación que son: la edad (cordero y borrego), el peso (lechal, liviano y pesado), la conformación (excelente, buena y deficiente) y la cobertura grasa. No es una norma de aplicación obligatoria, pero es un instrumento muy útil para diferenciar la calidad y el precio de distintos tipos de canales ovinas. Cuando se piensa en la exportación de carne se deben

considerar las demandas y preferencias del mercado objetivo, pues por ejemplo, en los Estados Unidos los corderos se sacrifican con un peso promedio de 61.2 kg y tiene un sistema de clasificación que considera la edad (Lamb menos de un año, Yearling un año y Mutton más de un año), el peso (13.6-72.6 kg) y la calidad de la carne de acuerdo con el estado de engrasamiento (Prime, Choice, Good y Utility). Por otro lado, en Europa, existen marcadas diferencias en los gustos, en España e Italia se prefiere el cordero muy joven, por ejemplo el ternasco de Aragón es un animal que se sacrifica con menos de 90 días de edad y un peso en canal de 8 a 12.5 kg, mientras que en Inglaterra y Alemania se opta por el borrego adulto mucho más pesado y con más edad.

### 1.3 Porcinos

La carne de cerdo es la de mayor consumo a nivel global y el desarrollo de la industria porcícola es constante en todo el mundo. La producción porcina registra un crecimiento tanto en el número de cabezas, como en el volumen de carne producida en todo el orbe. La carne de cerdo juega un papel importante como principal fuente de proteína en países en desarrollo como en países desarrollados. En el cuadro se presenta la producción y consumo de carne de cerdo en los últimos años (Altamirano, 2012).

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Producción	97,826	100,547	102,902	101,662	104,357
Consumo	97,934	100,398	102,684	101,286	103,780

Producción y consumo de carne de cerdo en el mundo (miles de toneladas). Adaptado de Johnson, 2013.

En México la carne de cerdo ocupa el tercer lugar en la producción nacional después de la carne de pollo y bovino; el inventario nacional de porcinos durante el año 2010 fue de 15, 435,412 cabezas; en 2011 se observó un aumento a 15, 547,000 de cabezas, lo que representó un incremento del 0.72% en relación con el 2010 (INEGI, 2010; Latorre, 2012; FIRA, 2012).

Entre los principales estados productores de cerdo en canal está Jalisco con una producción de 187,944 toneladas, seguido de Sonora con 183,913 toneladas; ambos estados aportan el

38.26% de la producción nacional (INEGI, 2011; Sagarpa, 2012). En tercer lugar se encuentra Veracruz con el 8.8%, seguido de Puebla con 8.3%, y Yucatán con 5.8% (Puente, 2014).

El consumo per cápita en México es de 15.7 kg por año, lo cual está ligeramente por arriba de la media mundial, pero resulta bajo si se compara con otros países como China donde es de 39.5 kg por año; en la Unión Europea el consumo es de 43 kg por año, y en Estados Unidos de Norteamérica es de 28 kg por año. El consumo en nuestro país, relativamente menor, está más asociado al bajo poder adquisitivo de un sector de la población que a la falta de aceptación de la carne de cerdo (Bobadilla et al., 2010).

En México la industria porcina se ramifica en tres sistemas o modos de producción los cuales son: sistema tecnificado, semi-tecnificado y artesanal o de traspatio.

- Sistema tecnificado. La porcicultura industrializada o tecnificada es aquella en la que se utilizan avances tecnológicos, de manejo, nutrición, sanitarios y genéticos; entre éstos se encuentra un control estricto de animales y personal así como de medidas sanitarias; instalaciones en las que se manejan en confinamiento y pisos de rejilla en gran parte de los casos; el manejo está preestablecido por día; se utilizan registros dentro de cada área y programas de cómputo para recopilar y analizar la información obtenida dentro de la granja; se emplea la inseminación artificial como método reproductivo en el 100% de los casos; la alimentación consiste en dietas balanceadas, concebidas para animales en diferentes estadios fisiológicos y se ofrecen en forma automatizada y son elaboradas en la misma granja.

El manejo zoonosanitario en la mayoría de los casos es preventivo, mediante estudios epidemiológicos, medidas de bioseguridad y de inmunización; se emplean como reproductores líneas genéticas de un sólo origen mejoradas mediante una selección previa del material genético dependiendo del fin zootécnico productivo deseado, bien de los requerimientos del mercado al que se dirigen los cerdos de abasto. Esta porcicultura abarca del 40-50% del inventario nacional y aporta el 75% de la producción nacional de carne de cerdo (Trujillo y Martínez, 2012).

Todas estas acciones tienen la finalidad de producir carne de cerdo para cubrir y satisfacer las necesidades de un mercado, que en la actualidad tiene la tendencia a demandar alimentos

bajos en grasa. Las granjas tecnificadas, en general, tienen un gran impacto sobre la producción mundial de carne de calidad, tienden a mejorar su inocuidad por medio de la adopción de los sistemas de calidad y prácticas eficientes de producción, las cuales disminuyen los riesgos para la salud animal y humana, así como factores relacionados con la sanidad de los animales, seguridad alimentaria, criterios ambientales y normas de bienestar animal, que en conjunto son atributos cada vez más valorados por los consumidores, y por tanto, incluidos en los criterios de producción para generar mayor confianza en el producto final (Sagarpa, 2012).

- Sistema semitecnificado. En este caso se han tratado de reproducir algunas de las condiciones del sistema tecnificado, pero con recursos económicos limitados y sin desarrollarlos con la amplitud que se aplica en los sistemas intensivos. Las medidas sanitarias, por ejemplo, son variables; solamente en maternidad se tiene un sistema de flujo por edades; el tipo genético de los animales es diverso; el control de producción es cuestionable en muchos casos; el uso de inseminación artificial es variable, y se manejan líneas genéticas mejoradas de orígenes diversos. La alimentación consiste en una dieta balanceada que pocas veces se realiza en la propia granja, y la mayoría de las veces se compra. El alimento se les brinda de manera manual o con sistemas semi-automatizados. Este tipo de porcicultura tiene un porcentaje de distribución nacional aproximado del 20%, aunque tiende a reducirse (Trujillo y Martínez, 2012).

En estos dos tipos de granjas existen factores negativos que afectan la eficiencia, por ejemplo, algunas de estas empresas también generan un impacto ambiental negativo relacionado con la producción de gases nocivos con efecto invernadero y un inadecuado manejo de las excretas, al desecharlas sin un tratamiento previo, a los drenajes o a cuerpos de agua entre otros que frecuentemente no se consideran debido a que en México aún no existe presión legal o supervisión oficial para el tratamiento de las excretas (Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental, 2010).

La imagen que se ha creado al respecto de las granjas tecnificadas y semitecnificadas ha terminado por generar dudas y crear una opinión negativa ante la sociedad debido a la gran

concentración de cabezas en espacios reducidos, el confinamiento de los cerdos y la aparente falta de bienestar animal en estas empresas.

De manera específica en las granjas semi-tecnificadas, la falta de aplicación de un flujo de producción y el cálculo de instalaciones como herramientas para lograr una planeación más precisa, origina problemas de hacinamiento y manejo que derivan en problemas sanitarios y de bienestar animal que tienen consecuencias desfavorables en el nivel de producción. Son frecuentes los obstáculos en la comercialización de los cerdos y en la adquisición de materias primas. A esos factores se aúna al efecto de la actividad humana sobre el ambiente que se origina al carecer de sistemas de mitigación del impacto ambiental de las granjas porcinas. Este sistema –debido a las problemáticas antes planteadas– tiende a reducirse, al no poder mantenerse operativamente, o bien al hacer una conversión a un sistema tecnificado.

También es importante mencionar que tanto la porcicultura industrializada como la semi-tecnificada se han afectado a nivel mundial por el encarecimiento de los granos para alimentación animal, debido a su utilización en la producción de biocombustibles; estas formas de producción son totalmente dependientes por completo del aporte mundial de granos al estar desligada de la agricultura.

#### **1.4 Cabras**

En el año 2002, en los Estados de Puebla y Oaxaca, como representantes de la zona caprícola sur del país y por otro lado en Coahuila y San Luis Potosí como representantes de la zona centro y norte de México, se observaron los mayores volúmenes de producción, representando entre ellos más del 40% del total nacional. La inmensa mayoría de la carne caprina se obtiene a partir de poblaciones que se desarrollan bajo condiciones extensivas, con la consecuente degradación de los agostaderos naturales ante las condiciones de pastoreo irracional.

La especie caprina ha mostrado tradicionalmente algunas ventajas relacionadas a su utilización como generadora de carne. Dentro de ellas se encuentra su gran capacidad para sobrevivir y producir en zonas difíciles, el hecho de que su producción se combina bien con otras actividades agrícolas, su facilidad de manejo y alta rentabilidad bajo condiciones de pastoreo

extensivo, así como la posibilidad de su contribución al reestablecimiento del equilibrio ecológico de las áreas de pastoreo destinadas a la obtención de carne con esta especie animal.

Los principales destinos a los que se dirige la carne caprina Mexicana están relacionados a su consumo como platillos elaborados, siendo relativamente escaso su mercadeo como cortes de anaquel para cocinar. Los platillos elaborados con carne de cabra y que son más frecuentemente encontrados en México son los siguientes:

- Cabrito: cocinado en diversas formas, desde la más tradicional que es elaborarlo al astor, pero también al horno y en diversos guisados, dependiendo de la región del país. Probablemente sea este destino en el que la carne caprina alcanza los mayores valores en el mercado.
- Barbacoa: Este destino de la carne de caprino no es ampliamente conocido ni muchas veces aceptado por el público consumidor. En algunas zonas del país es comúnmente empleada la carne del caprino sola o combinada con carne de ovino, para la elaboración de este platillo. La carne empleada para esta finalidad es generalmente la elaborados como desecho dentro de los rebaños. En la zona centro-occidental de México y que animales en su etapa postdestete y adultos. del proceso de producción caprina en la zona producto denominado chito, que corresponde a ol y salada. Asimismo, a partir de la denominada “matanza de Tehuacan” se elabora en dicha zona el platillo llamado mole de cadera, que forma parte de las tradiciones de dicha zona.
- Machitos: Principalmente como parte del proceso de elaboración del cabrito, pero también de la barbacoa y de la birria, se elabora este platillo a partir de vísceras. Es comúnmente encontrado en las zonas centro, occidental y norte de México.



Sistema de producción intensivo en la zona central de México.  
Foto: Andrés E. Ducoing Watty

Además de las formas antes mencionadas en que se consume la carne del caprino en nuestro país, es importante mencionar que a nivel regional se elaboran gran variedad de platillos en

los que participa este producto y que forman parte de las tradiciones culinarias existentes en México.

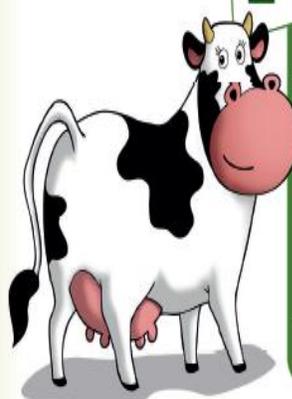
El caprino deposita alrededor del 45% de su grasa en el peritoneo, mientras que el bovino y el ovino lo hacen con únicamente el 25%. Por tal razón, el contenido de grasa de la canal caprina es entre 47 y 54% menor que el de las canales de ovinos y bovinos. La carne de la especie caprina se caracteriza por ser comparativamente magra y por lo tanto baja en colesterol y con mayor digestibilidad.

- Sistema intensivo.

Se caracteriza porque en él las cabras se encuentran en estabulación total y su objetivo es la producción de leche. Generalmente manejan tamaños de rebaño de entre 100 y 500 animales. La calidad genética del ganado por lo general es alta y especializada en producción de leche. Se presentan altos costos de producción influenciados fuertemente por el concepto de alimentación. Al igual que los sistemas intermedios, los sistemas intensivos se concentran en la zona centro y norte de México.

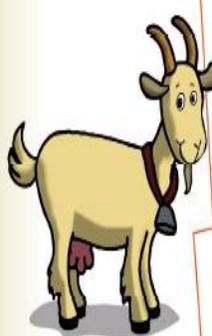


## I.5 Vacunacion



## BOVINOS

ENFERMEDAD	MESES												PREVENCIÓN	TRATAMIENTO	ADMINISTRACIÓN
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
AFTOSA													Vacuna Anual	Antibióticos	Intramuscular
RÁBICA													Vacuna Anual	No Existe Tratamiento	Intramuscular
CARBUNCULO HEMÁTICO													Vacuna Anual	No Existe Tratamiento	Intramuscular
MANCHA Y GANGRENA													Vacuna Anual	No Existe Tratamiento	Intramuscular
DIARREA NEONATAL													Control en los meses de parición	Antibióticos	Intramuscular
CONTROL DE BRUCELOSIS													Una vacuna de por vida	A todas las hembras de 1 a 2 años	Intramuscular
CONTROL DE PARASITOS INTERNOS													Dosificación		Subcutáneo
CONTROL DE PARASITOS EXTERNOS													Dosificación		Subcutáneo
SALES MINERALES													Suplementación		En polvo o bloques




## CAPRINOS

## OVINOS

ENFERMEDAD	MESES												PREVENCIÓN	TRATAMIENTO	ADMINISTRACIÓN
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
DIARREA O EMPACHERA (COLIBASIOSIS)													Evitar la humedad en los corrales	Injectar antibióticos en dosis recomendadas	Intramuscular
MOQUILLO (NEUMONÍA)													Proteger a los animales en épocas de bajas temperaturas	Injectar antibióticos en dosis recomendadas	Intramuscular
TEMLADERA (INTOXICACIÓN)													Vigilar al rebaño	Injectar Antitoxil (Complejo B) 1cc por cada 10 Kgr de PV	Intramuscular
PARÁSITOS EXTERNOS													Usar desparasitantes adecuados y recomendados para la zona	1cc por cada 50 kilos de peso vivo	Subcutáneo
PARÁSITOS INTERNOS													Desparasitar cada seis meses	Bagomectina 1cc por cada 50 kilos de peso vivo	Subcutáneo
DEFICIENCIA DE VITAMINAS Y MINERALES														Suplementar	Intramuscular



**CERDOS**

ENFERMEDAD	MESES												PREVENCIÓN	TRATAMIENTO	ADMINISTRACIÓN	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC				
PESTE														Vacuna	No Existe Tratamiento	Subcutáneo
TEMLADERA Y CEGUERA (INTOXICACIÓN)														Dar alimentos frescos	Inyectar antibióxil (complejo B)	Intramuscular
COCCIDIOSIS (DIARREA NEGRA)														Limpieza del Brete Permanentemente	Antibióticos Oximar 3cc crías y 5cc mayores	Intramuscular
COLIBACILOSIS (DIARREA BLANCA LECHONES)														Limpieza del Brete Permanentemente	Inyectar Oxitetraciclina 1/4cc a los lechones y 1cc por cada 10 kilos de peso vivo	Intramuscular
MOQUILLO, TOS (NEUMONÍA)														Proteger animales en épocas frías	Inyectar penicilina 1/4cc en crías y 1cc a los adultos por cada 10 kilos de peso vivo	Intramuscular
PARÁSITOS EXTERNOS														Fumigar y desparasitar cada seis meses	Cipermetróna 1cm por 1 litro de agua. Ivermectrina 1cm por 30Kgr	Fumigación Subcutáneo
PARÁSITOS INTERNOS														Desparasitar cada seis meses	Ivermecticina 1cm por 30Kg. Levamisol 1 cm por 20Kgr	Subcutáneo
DEFICIENCIA DE VITAMINAS Y MINERALES															Vitaminas A,D,E, complejo B y minerales	Intramuscular

## 1.6 Alimentación.

El ganado de carne estabulado o en feedlot, requiere de raciones con alta densidad de nutrientes para ayudarlo a desarrollar su máximo potencial genético, en forma rápida y eficiente. Algunos feedlot utilizan dietas que contienen forrajes (heno y ensilaje), granos, minerales y otros aditivos. El procedimiento es iniciar el ganado sólo con forraje y luego ir incrementando el concentrado, hasta alcanzar 20 a 30% de forraje y 70 a 80% de concentrado en la fase final.

Es importante señalar que a medida que se aumenta el nivel de concentrado en la dieta, aumentan los problemas digestivos tales como: acidosis y timpanismo o bloat del feedlot, laminitis, etc.

La cebada es un buen grano para feedlot, también pueden utilizarse sorgo, trigo, centeno, maíz y avena. La mezcla de cebada y heno de leguminosa pueden provocar el bloat, no usar esta combinación. Otras fuentes de energía son la melaza y las grasas cálcicas o grasas bypass.

Pueden utilizarse algunas fuentes de proteínas tales como: harina de soya, soya integral, torta de girasol, urea, etc.:

La adición de un 5% de agua a la mezcla reduce el polvo y mejora la palatabilidad de la ración. Los rumiantes tienen una alta capacidad en aprovechar los alimentos fibrosos y transformarlos en carne con alto valor biológico. En los países tropicales podemos incorporar a la dieta del ganado de carne algunos subproductos poscosechas.

Aditivos utilizados en feedlot:

Existen varios tipos de aditivos ampliamente utilizado en feedlot:

- Implante hormonal o promotor del crecimiento (p. ej. Ralgro), que aumentan el crecimiento en 10 a 20 %. Tranquilizan el ganado y la ganancia de peso es más rápida.
- Manipuladores del rumen, monesina sodica, salinomocina, lasalocid, etc. mejoran la conversión alimenticia en un 10 %. Incrementan la eficiencia energética el perfil de AGV (Acido Graso Volátil) e incrementando la razón de propianato –acetato, disminuyendo la producción de metano. Aumenta la eficiencia del alimento e un 3 a 5 %. Disminuye la degradación de la proteína, aumentando la proteína bypass. Control de desórdenes nutricionales incluyendo coccidiosis, acidosis y timpanismo (bloat).

Antibióticos: reducen las infección bacteriana subclínica en el aparato digestivo y respiratorio

- Estimulan el apetito
- Control de acidosis.
- Reducen los abscesos del hígado.

Se usan combinaciones de antibióticos, p. ej. Tilosina-monesina , oxitetraciclina-lasalocid, clortetraciclina- sulfametasina, etc.

Búfer: controlan el pH ruminal, reducen la acidosis en raciones altas en granos.

El bicarbonato de sodio a 1.5 %, óxido de magnesio a 0.80 %, más bentonita sódica o cálcica a 0.50 % de la dieta, aumenta el pH ruminal, reduciendo la acidosis.

Antiespuma p. ej. Proxalene, que es un polímero sintético sulfatante no iónico, altamente eficaz que previene el timpanismo cuando se usa leguminosa en ganado de engorde.

Enfermedades nutricionales:

- Acidosis
- Laminitis
- Cálculo urinario
- Intoxicación por agua.

## **I.7 Jaulas para manejo**

### **I.7.1 Prensa o trampa para ganado bovino**

La prensa o trampa es el componente al final de la manga de manejo; permite sujetar al animal en forma individual. Facilita el control completo del animal reduciendo el riesgo de daño tanto para el ganado como para el operador.



### **I.6.2 Jaula para porcinos**

Las jaulas facilitan el manejo de la cerda y los lechones, además se hace una reducción notable de la mortalidad de lechones y nos da la posibilidad de aumentar la densidad animal (naves caras).

Cualquier alternativa a la jaula debe cumplir dichos requisitos y además ser viable a nivel comercial.



### **I.6.3 Jaula para Ovinos y Caprinos**

Este tipo de brete inmovilizador es ajustable tanto como para anchura como para altura , debido a que sus mecanismos se ajustan a cualquier tamaño incluye puerta trasera de acceso ventanillas laterales de inspección y cuellera . La operación con ruedas permite que el ovino gire en su propio eje hasta 180• grados por lo tanto requiere menos esfuerzo del operador . El animal se presenta con las patas hacia el operario facilitando trabajo de pesuñas , ahorro de tiempo y seguridad del mismo, fácil de transportar con su sistema tipo carretilla.

Trampas para separación de acuerdo a la etapa "creep feeding"

Este término se refiere al método por el cual se provee de alimento suplementaria a los corderos durante la lactación, su uso es esencial e sistemas de producción intensiva, sin embargo es recomendable que en cualquier sistema de manejo, se implemente su utilización.

Sus principales ventajas son:

- Los corderos se convierten en rumiantes más rápido; el destete se puede realizar entre los 60 y 75 días sin ningún problema y con mejores pesos.
- Pueden ingresar a un programa de engorda intensiva sin necesidad de tener un periodo de adaptación.
- Mejor recuperación de las borregas, sobre todo si tienen partos múltiples y un programa de partos continuos (3 partos en 2 años).

## **I.7 Mangas de manejo**

### **I.7.1 Mangas de manejo para ganado Bovino**

Su construcción y dimensiones estarán de acuerdo al tipo y tamaño del establecimiento, así como al tipo de producción que se realiza cría, recria o estabulada, raza que se explota y al tamaño del hato, situación ésta que permitirá trabajar con facilidad y eficiencia haciendo un mejor uso de la mano de obra.

Cuando el tamaño del establecimiento es de una superficie extensa, y para evitar desplazamientos a largas distancias, se deberá considerar al construir las instalaciones ubicar las mismas en el centro al menos que se construya más de una.

El principal factor es a la hora de diseñar nuestras mangas y corrales es que se debe tener en cuenta el bienestar de los animales para la construcción de estas.

Debemos tener en cuenta el bienestar de los animales para la construcción de estas. La altura de los alambrados para evitar que los animales salten deberá mantenerse en un rango entre 1,40 a 1,60 m de acuerdo a la raza y docilidad de los animales que se trabajen en el establecimiento. Cuando se proyectan y construyen las instalaciones se deberá tener en cuenta los incrementos de cabezas de los hatos.

#### **I.7.2 Mangas para ovinos**

Mangas de selección y vacunación para ovino. Galvanizadas por inmersión en caliente, incluyen puerta delantera seleccionadora y trasera de guillotina. Con una altura de 910 mm y una anchura regulable, se fabrican modelos en varias medidas de longitud:

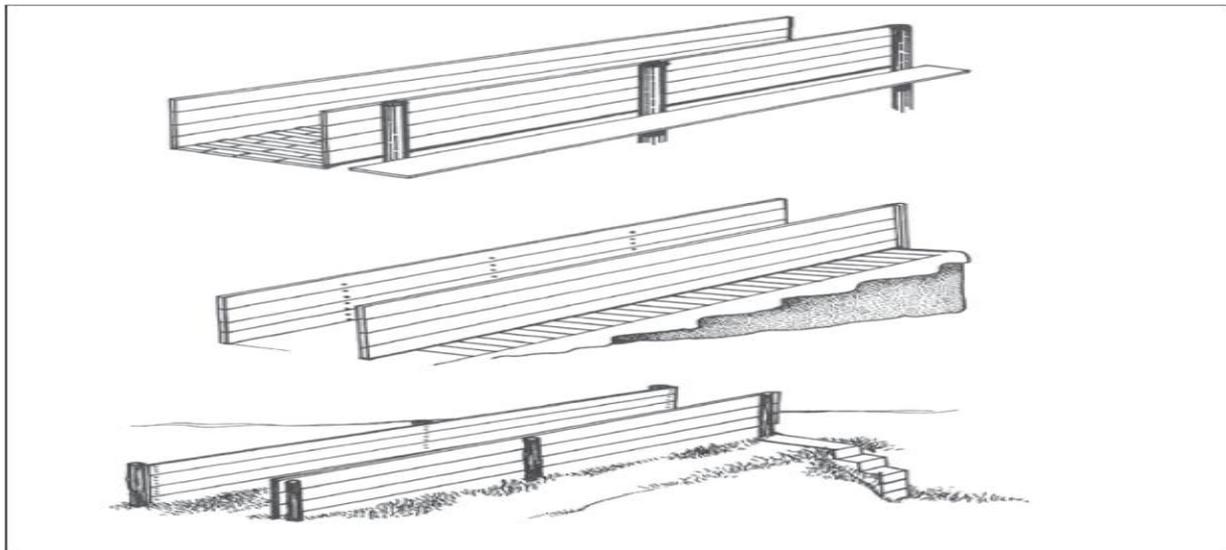
- a) 4.750 mm
- b) 6.950 mm

- c) 8.750 mm
- d) 10.750 mm
- e) 12.750 mm

### **I.7.3 Mangas de manejo para porcinos**

Toda granja porcina debe contar con una manga para cargar y descargar los cerdos lo que facilita el manejo y evita que estos se puedan lesionar. Su construcción puede ser de ladrillo, piedra, cemento, metal o madera (fijos o móviles) y contar con un pequeño corral de acceso. Sus dimensiones varían de acuerdo al camión que realice el transporte. Para seguridad de los animales la inclinación debe ser máximo de 25 grados, el ancho de 60 o 70 cm y el piso ranurado para evitar que los animales se resbalen.

Tres diseños de construcción de una manga fija para carga y descarga de cerdos.

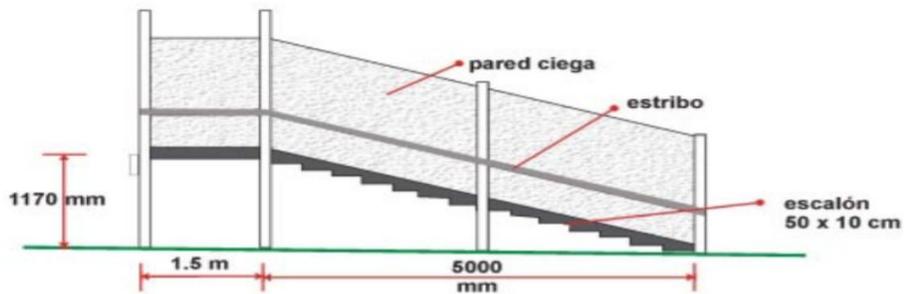


### **I.8 Embarcaderos**

Los embarcaderos son las instalaciones de entrada y salida del establecimiento. Tienen condiciones determinantes y efecto inmediato en la calidad de la carne porque por allí pasan los animales a faena, entre otros.

Tratemos entonces algunas características de los mismos que influyen en lo expresado.

- Deben ubicarse cerca de la báscula.
- El ángulo no deberá exceder los 20 grados.
- Colocar puertas para ajustar la jaula a la rampa.
- Deberá de contar con una plataforma horizontal (1.5 m) a la altura de la jaula, con excedente del lado izquierdo para que el chofer del camión pueda entrar y salir.
- La rampa deberá tener escalones para que el ganado no resbale al bajar o subir.
- No se deberá de colocar de cara a la entrada o salida del sol.



## **Unidad 2**

### **Necesidades nutritivas**

Las necesidades nutritivas requeridas por los animales van a ser cubiertas por los alimentos. Por tanto debería de utilizarse una nomenclatura común para designar lo que requieren los unos y lo que aportan los otros, además de las mismas unidades de valoración nutritiva. Básicamente conocemos que los animales domésticos van a tener unos requisitos en cuanto a energía para mantener todas sus actividades vitales y productivas, que van a obtener mediante una combustión controlada de aquellas materias orgánicas procedentes del alimento (glúcidos, lípidos y prótidos). También necesitan de proteínas y aminoácidos para la formación y renovación de la mayoría de los componentes plásticos del organismo así como de aquellas sustancias con estructura proteica que intervienen en el metabolismo (sobre todo las enzimas). Hablaremos de necesidades de vitaminas, requeridas en cantidades mínimas, pero indispensables. Los minerales, formadores de tejido de sostén y presentes en solución en todos los fluidos corporales y en muchas reacciones bioquímicas, son nutrientes tan necesarios como los anteriores.

No habrá de olvidarse el agua como un elemento indispensable de la dieta. Se tratará de unas necesidades mínimas de fibra, elemento básico de la dieta de los rumiantes, y que actúa como estimulador de los procesos digestivos en el tracto digestivo de los monogástricos.

Por último se hablará de unas necesidades de ingestión mínimas y máximas, ya que al animal hay que aportar una dieta que satisfaga su apetito y que no sobrepase su capacidad de ingestión.

Cabe destacar que de todas estas necesidades las más imprescindibles son los aportes diarios de agua, ya que un animal sin agua puede llegar a fallecer a las pocas horas o días, y a continuación la energía. Una privación de componentes energéticos afecta más rápidamente a la salud y la supervivencia de un animal que la privación de otros compuestos como proteína o minerales.

Para afrontar el racionamiento de las especies domésticas será necesario conocer lo mejor posible las necesidades que en dichos nutrientes tiene cada una de las especies referidas. De forma general las recomendaciones de dichas necesidades van a venir recogidas en unas tablas de necesidades nutritivas o bien serán calculadas mediante fórmulas predictivas. Tanto las unas como las otras se fundamentan en numerosos trabajos de investigación suficientemente contrastados en campo, que continuamente se someten a revisión para obtener mejores aproximaciones reales.

En racionamiento vamos a utilizar el término recomendación de necesidades, pues son muchas las imperfecciones que deben ser corregidas mediante más amplios estudios. Todos los sistemas de alimentación van a proponer recomendaciones en los que el margen de cumplimiento de las mismas dependerá de los criterios de cada uno de los técnicos o ganaderos que las utilicen.

Niveles de necesidades.

Se establecen dos niveles de necesidades: mantenimiento y producción.

Se definen como necesidades de mantenimiento a los requerimientos (de las cantidades mínimas) de nutrientes que necesita un animal a diario para mantener su actividad corporal sin producir y sin que se observe pérdida o ganancia de peso corporal. Se definen también como gastos de mantenimiento y están ligados al mantenimiento de las funciones corporales.

Se definen como necesidades de producción a los requerimientos nutritivos diarios necesarios para sintetizar los productos (músculo, grasa, leche, huevos, lana, etc.) que, o bien se exportan, o bien se almacenan.

Se conocen también como gastos de producción.

En el caso de los rumiantes se va realizar una diferenciación, que no deja de ser teórica, dentro de cada tipo de necesidad. Así, para una vaca de leche hablaremos de necesidades de mantenimiento o conservación y de producción para energía, proteína, minerales, etc. Esta separación de niveles entre mantenimiento y producción se considera teórica ya que en ningún momento del proceso productivo deben existir animales en estado de conservación, es decir, el mantenimiento de dicho animal en estado de equilibrio, sin pérdida ni ganancia de peso y sin producir nada.

Para los monogástricos, sobre todo en cerdos y aves, esa diferenciación no va a darse y se utilizarán recomendaciones de necesidades nutritivas totales según el estado productivo de cada individuo.

Las necesidades energéticas de mantenimiento van a venir dadas en función del peso metabólico o peso vivo elevado a 0.75 y de la temperatura ambiental, mientras que las de producción dependerán de la aptitud del animal y la composición del producto obtenido (grasa, magro, leche, etc.) y serán, en principio, independientes del medio.

Las necesidades de proteína y aminoácidos para la conservación son mínimas, mientras que las de producción son bastante mayores que las anteriores.

Todas las necesidades vendrán expresadas como cantidades a aportar diariamente o bien como concentración de nutrientes en el alimento, normalmente un pienso compuesto, del que habrá de indicarse la cantidad de dicho alimento que debe ingerir al día el animal. Tanto si vienen expresadas de una u otra forma, se hará referencia a la capacidad de ingestión que tiene el animal del que calculamos sus necesidades.

Equilibrio entre aportes.

Cada una de las necesidades descritas anteriormente debe ser cubierta perfectamente para conseguir rendimientos óptimos. Cuando existe un desequilibrio entre aportes se produce

una pérdida de los rendimientos esperados y se puede comprometer seriamente la salud del animal. En este último caso se incluye cuando el desequilibrio se produce por exceso en la dieta de uno de los componentes.

Así, para calcular las dietas de rumiantes se prestará especial atención al equilibrio Energía-Proteína además del aporte básico de Fibra, necesarios todos ellos para el buen funcionamiento del rumen.

En cerdos y aves, aparte de la energía y la proteína, se hará especial hincapié en los aportes de aminoácidos esenciales y vitaminas, llegándose a formular piensos en base a necesidades de aminoácidos digestibles. En cualquiera de los casos anteriores los aportes de minerales serán vigilados muy cuidadosamente, así como la disponibilidad continua de agua de calidad para beber.

## **2.1 Bovinos productores de carne**

Como todo rumiante, los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, esto quiere decir que las pasturas o forrajes son los alimentos con los que cubren todas sus necesidades clave: mantenimiento, crecimiento, preñez y desarrollo corporal.

Los avances tecnológicos en materia de nutrición han generado nuevas formas de alimentación para los bovinos —tanto de tipo cárnico como lechero— con el fin de satisfacer la siempre creciente demanda de carne y leche. Por consiguiente, los sistemas de producción bovina tienen que enfocar sobre este aspecto fundamental del proceso.

Las nuevas formas de alimentación se basan en el uso masivo de alimentos concentrados que se integran a las dietas en las diferentes etapas del ciclo productivo y con diferentes propósitos.

Con la inclusión de los concentrados en la dieta bovina se han podido alcanzar niveles de eficiencia productiva muy elevados, siendo particularmente notable el impacto en ganado lechero.

No obstante las bondades de este enfoque, también se han generado un buen número de problemas para los animales en virtud de las presiones a que son sometidos por el hombre y que llevan a los animales hasta su límite metabólico, derivando esto en enfermedades que

inciden en la producción. Sometido a estas presiones, el bovino moderno requiere, día a día, de una gran cantidad de nutrientes básicos para cumplir con las demandas de productividad. Es indispensable considerar que para obtener el máximo rendimiento de un alimento se debe asegurar el estado óptimo del rumen: el buen funcionamiento de su flora bacteriana y ajustar la relación energía-proteína para optimizar la absorción de nutrientes.

### Nutrientes requeridos

Los nutrientes clave en la alimentación bovina son:

- Energía
- Proteína
- Fibra
- Grasas
- Macrominerales
- Microminerales
- Vitaminas

### Energía

La energía la proporcionan los carbohidratos, proteínas y grasas de la dieta de los animales. No es un nutriente tangible que pueda aislarse en el laboratorio; la energía es un concepto que, en términos de nutrición animal, significa “calor”. La unidad de medida son las calorías (cal); tratándose de ganado mayor, la unidad básica es la Megacaloría (1000 kilocalorías).

Ejemplo:

a) Becerras lecheras en desarrollo demandan 5 Mcal de energía metabolizable por cada 100 kg de peso vivo.

b) Vacas adultas demandan 2.5 Mcal por 100 kg de peso vivo para mantenimiento corporal más 1.12 Mcal adicionales por cada kilo de leche producido.

La energía se requiere para el desarrollo normal de la función corporal y es el nutriente clave que sostiene la producción lechera.

De hecho, en los animales homeotermos, la energía es indispensable para mantener la temperatura corporal.

La energía total de un alimento se denomina energía bruta (EB); de esta, no toda se encuentra disponible para los animales, ya que una parte se pierde en las heces, mientras que la restante, que queda en el alimento en el tracto digestivo, es la energía digestible (ED).

Durante el proceso digestivo se pierde energía ya que una fracción de ésta se utiliza para generar productos de deshecho como gas metano, orina y calor quedando, por otra parte, la fracción metabolizable de la energía (EM), por lo tanto, la energía que se conserva disponible para el animal después de las pérdidas es la denominada energía neta (EN), la cual se utilizará para el mantenimiento corporal (incremento calórico), producción de leche, aumento de peso y preñez, principalmente.

El bovino requiere energía para:

- Mantenimiento fisiológico
- Actividad cotidiana
- Preñez
- Producción láctea
- Condición corporal o aumento de peso

Para convertir EM a EN se multiplica el valor de EM  $\times 0.62 = EN$ . Ejemplo: ¿A cuántas Mcal de EN equivalen 15 Mcal de EM?  $R = 15 \times 0.62 = 9.3$  Mcal de EN

Proteína

En general, las proteínas contienen aproximadamente 16% de nitrógeno dentro de su fórmula. Algunos otros alimentos pueden contener nitrógeno no proteico en cantidades menores.

La naturaleza de la proteína y su tránsito por el rumen puede afectar 1) la cantidad de proteína digerida y absorbida en el rumen 2) la cantidad de proteína que pasa a través del rumen para digestión y absorción en el intestino delgado.

La mayor parte de la proteína que ingresa al rumen es desdoblada por las bacterias ruminales si permanece suficiente tiempo en él, sin embargo, una pequeña cantidad de proteína es indigestible, tanto para los microbios como para la acción de los jugos digestivos, y no será aprovechable por el organismo.

La proteína que ingresa al rumen se desdobra en aminoácidos que adicionalmente son desdoblados para formar amoniaco, mismo que es utilizado por lo microbios para producir su propia proteína (soma bacteriano, reproducción bacteriana).

La proteína desdoblada en el rumen se denomina proteína degradable en rumen (PDR).

El nitrógeno no proteico (NnP) es 100% degradable en rumen. El exceso de amoniaco derivado del NnP es absorbido por el rumen para llevarlo, vía sanguínea, al hígado, para transformarlo en urea que es excretada en la orina.

Las bacterias ruminales ingresan constantemente al abomaso en donde son digeridas y absorbidas; la proteína bacteriana constituye así, la mayor parte de la proteína aprovechada por el bovino.

La proteína que pasa por el rumen sin ser utilizada por los microbios va al intestino delgado donde es digerida y absorbida, denominándose proteína dietética no degradable (PND). El porcentaje de proteína en forma de PND en los alimentos se denomina proteína de paso. La lentitud de paso de un alimento por el rumen puede afectar el porcentaje de PND.

Unidades de medida: La proteína cruda se expresa en porcentaje por kg de materia seca, el cual puede expresarse también en gramos por kilogramo. Ejemplo: Un kg de materia seca de un alimento contiene 12% de PC o sea 120 g/ kg.

### Carbohidratos

Los carbohidratos contenidos en el alimento, tales como almidones, azúcares y pectinas, son los mayores proveedores de energía, seguidos de la hemicelulosa y la celulosa digerible.

Una alta proporción de los carbohidratos se convierte en ácidos grasos volátiles en el rumen (acético, butírico y propiónico) antes de ser absorbidos en el torrente circulatorio; por reacciones químicas sucesivas, se convierten en precursores de: grasa, lactosa y proteína láctea.

Cuando la dieta es rica en azúcares fermentables se favorece el desarrollo de bacterias glucolíticas y se genera más propionato, precursor de la glucosa sanguínea, que a su vez proporciona energía para la síntesis de lactosa y proteína láctea. La glucosa es fuente de energía para el mantenimiento corporal y la ganancia de peso, por lo que un déficit en

propionato se traduce en pérdida de peso, dado que la vaca tiene que movilizar sus reservas para hacer frente a sus requerimientos (como mantenerse preñada).

Los carbohidratos forman el 75% de la materia seca de los forrajes, esto incluye a los carbohidratos solubles y los carbohidratos de la fibra. La fibra es el soporte estructural de las plantas y sus paredes celulares.

La determinación moderna de la fibra se realiza por 2 procedimientos:

a) Fibra detergente neutra (FDN). Cuando un forraje se hierve en un detergente con pH 7 (neutro) todo el contenido de la célula se disuelve excepto las paredes celulares, las cuales se componen de celulosa y hemicelulosa la que es parcialmente digerible en el rumen más no en los intestinos.

b) Fibra ácido detergente (FAD) usando una solución detergente acidificada, quedan residuos de lignina y celulosa; ambas indigestibles.

En la actualidad el concepto fibra cruda esta siendo reemplazado por el de fibra ácido detergente, que es la referencia real del contenido de fibra de un forraje. La fibra cruda comprende a la celulosa y a la lignina. Para calcular la fibra cruda se divide el valor FAD entre 1.15.

#### Carbohidratos solubles

Los carbohidratos contenidos en el protoplasma celular son llamados carbohidratos solubles o no estructurales y comprenden: azúcares, almidones y pectinas. Los azúcares son energía instantánea.

Los almidones y las pectinas son carbohidratos de almacenamiento que se fermentan más lentamente que los azúcares, representando energía instantánea para las bacterias del rumen. Las raciones deben incluir de 30 a 45% de carbohidratos solubles en la materia seca total.

#### Grasas y aceites

Estos componentes de raciones son una fuente muy rica de energía ya que, en promedio, un gramo de grasa contiene la misma energía que 2.5 g de carbohidratos, siendo esto vital en la fase de lactancia de las crías bovinas.

#### Digestibilidad

La parte orgánica de los alimentos esta representada por los contenidos celulares y los carbohidratos estructurales, el resto es ceniza y residuos.

Una proporción de la materia orgánica es indigestible ya que contiene celulosa y lignina. La digestibilidad de un alimento es la porción que puede ser digerida por el animal. Por lo general se mide como porcentaje, ejemplo:

$$\text{Digestibilidad de la Materia Seca} = \frac{\text{Materia Seca del Alimento} - \text{Materia Seca de las Heces}}{\text{Materia Seca del Alimento}} \times 100\%$$

Un gran número de factores afectan el consumo de materia seca por parte de los animales, a saber:

#### Factor animal (animales lecheros)

- Tamaño y edad: animales añejos consumen 2.3% PV en MS. Adultas secas 1.5 a 2%.
- Estado fisiológico: de las 8 a 10 semanas posparto se alcanza el consumo máximo.
- Enfermedad: Suele alterarse el consumo diario, pudiendo llegar a cero en una situación crítica.
- Interacción social: Vacas dominantes consumen más que las subordinadas.
- Calor: Entre 25 y 30 grados de temperatura diurna, se reduce el consumo de MS un 10% y entre 30 y 35 grados, 20%.

#### Factor alimentos

- Digestibilidad: Forrajes succulentos y tiernos son más digestibles.
- Aporte de nutrientes: Los forrajes viejos aportan menos energía y se consumen menos.
- Palatabilidad: Olor y sabor determinan si las vacas aceptan o rechazan un alimento.

#### Factores físicos

- Habilidad en pastoreo
- Tiempo de pastoreo
- Ingestión por mordida
- Acceso al alimento

## Consumo de materia seca

Para estimar el consumo de MS por día, en el ganado lechero se pueden utilizar las siguientes formulas:

- a) Vacas consumen 2.6% de su PV + 186 g de MS adicional por kg de leche producida.
- b) Vacas consumen 2.2% de su PV + 200 g x kg de leche/día.

Ejemplos:

a) Vaca de 600 kg produciendo 30 kg/día:  $(600 \text{ kg PV} \times 2.6\%) + (186 \text{ g} \times 30 \text{ Lt}) = 15.6 \text{ kg} + 5.58 \text{ kg} = 21.18 \text{ kg/día}$  o 3.53% PV/día

b) Vaca de 600 kg produciendo 30 kg/día de leche consumirá:  $(600 \text{ kg PV} \times 2.2\%) + (200 \text{ g} \times 30 \text{ kg}) = 13.2 \text{ kg} + 6 \text{ kg} = 19.2 \text{ kg MS} = 3.2\% \text{ PV/día}$ .

Requerimientos nutrimentales de ganado de carne en crecimiento y finalización (según NRC, 1996)

### I. Requerimientos de mantenimiento\*

Nutriente	Peso vivo (kg)					
	200	250	300	350	400	450
EM (Mcal/día)	6.8	7.9	12.6	10.2	11.28	12.45
Proteína metabolizable (g/día)	202	235	274	307	340	371
Calcio (g)	6	8	5	11	12	14
Fósforo (g)	5	6	7	8	10	11

\* Fuente: Nutrient requirements of beef cattle: Seventh revised edition: Update 2000.

### II. Energía metabolizable para ganancia de peso (Mcal/día) para 6 niveles de peso vivo\* (animales en crecimiento-desarrollo).

Ganancia diaria de peso (kg)	Peso vivo (kg)					
	200	250	300	350	400	450
0.5	2.1	2.49	2.8	3.2	3.5	3.86
1.0	4.5	5.32	6.1	6.85	7.58	8.28
1.5	7.0	8.3	9.52	10.7	11.2	12.78
2.0	9.64	11.4	13.0	14.6	16.2	17.7
2.5	12.3	14.5	17.5	18.7	20.7	22.6

III. Proteína metabolizable para ganancia de peso (g/día) para 6 niveles de peso vivo\*  
(animales en crecimiento-desarrollo)

Ganancia diaria de peso (kg)	Peso vivo (kg)					
	200	250	300	350	400	450
0.5	154	155	158	157	145	153
1.0	299	300	303	298	272	246
1.5	441	440	442	432	591	352
2.0	580	577	577	561	505	451
2.5	718	721	710	887	616	547

\* Proteína metabolizable es la fracción digerida en el intestino y convertida en proteína microbiana.

IV. Requerimientos de calcio para ganancia de peso (g)\*

Ganancia diaria de peso (g)	Peso vivo (kg)					
	200	250	300	350	400	450
0.5	14	13	12	11	10	9
1.0	27	25	23	21	19	17
1.5	39	36	33	30	27	25
2.0	52	47	43	39	35	32
2.5	64	59	53	48	43	38

\* Fuente: Nutrient requirements of beef cattle: Seventh revised edition: Update 2000.

V. Requerimientos de fósforo para ganancia de peso (g)\*

Ganancia diaria de peso (g)	Peso vivo (kg)					
	200	250	300	350	400	450
0.5	0	5	5	4	4	4
1.0	11	10	9	8	8	7
1.5	16	15	13	12	11	10
2.0	21	19	18	16	14	13
2.5	2.6	24	22	19	17	15

\* Fuente: Nutrient requirements of beef cattle: Seventh revised edition: Update 2000.

## 2.2 Ovinos productores de carne

Las necesidades nutritivas de los ovinos se refieren a su demanda diaria en agua, energía, proteínas, minerales y vitaminas, para mantener un adecuado crecimiento, producción y reproducción. Sin embargo, estas necesidades varían de acuerdo al sistema de producción, el estado fisiológico (encaste, fases de la gestación, lactancia, mantención), sexo, edad y peso vivo. La pradera es la fuente más económica de nutrientes para los ovinos. Un programa de nutrición basado en el pastoreo de praderas, debe considerar la rotación de potreros, ya que permite una utilización más eficiente en el control del crecimiento de la pradera y calidad del forraje, junto con evitar la propagación de parásitos. El número de potreros y su rotación va a variar dentro de los predios de acuerdo al tamaño, número de animales, tipo de forraje y época del año. Una oveja puede consumir entre 3 a 6 Kilos de forraje verde al día. El factor determinante para que la oveja produzca con éxito carne, lana y crías, o tenga menos enfermedades, es una alimentación adecuada.

La actividad reproductiva de los ovinos puede afectarse debido a deficiencias de energía, proteína, minerales y vitaminas en la dieta. En este caso la disponibilidad de estos nutrientes actuaría como un “factor inmediato”, en tanto que la cantidad y calidad de alimentos disponible durante el año puede ser potencialmente una señal que permita sincronizar el ciclo reproductivo anual. Para las ovejas, existe un período donde los requerimientos nutricionales son mínimos, (sólo para la mantención de su peso vivo), correspondiendo a los primeros dos tercios de la gestación, etapa que tiene una duración de 100 días aproximadamente. Luego se produce un crecimiento acelerado del feto acompañado de un aumento de los requerimientos en un 50%. Ocurrido el parto, comienza la lactancia con un incremento gradual de los requerimientos a medida que se va desarrollando el cordero, aumentando en un 90% a la décima semana de lactancia, respecto a los requerimientos de una oveja recién parida.

Existen diversas formas de calcular los requerimientos nutricionales de los ovinos, generalmente se utilizan los datos entregadas por el NRC. En el cuadro, se presentan los

requerimientos de materia seca para una oveja de 60 Kg en sus diferentes etapas del ciclo productivo, la que se calcula en base a un porcentaje de peso vivo que varía de acuerdo a su estado fisiológico. Es así como los requerimientos de materia seca en mantención de una oveja de 60 Kg son el 1,8 % de su peso vivo es decir 1,1 Kg ( $60 \times 1,8\% = 1,1$  Kg) y son máximos durante la lactancia donde estos requerimientos aumentan a un 4,3% de su peso vivo en caso de partos múltiples lo que indica un consumo de 2,6 Kg de MS/oveja.

En base al cuadro siguiente se puede establecer que la demanda de materia seca de una oveja al año es de aproximadamente 600 Kilogramos.

Estado fisiológico	Materia seca		Energía metabolizable (Mcal)	Proteína total (g)	Ca (g)	P (g)	Vitamina A (UI)
	(Kg)	% de Peso vivo					
Mantención	1,1	1,8	2,20	98	3,1	2,9	1530
Gestación temprana (15 semanas de gestación)	1,3	2,1	2,60	117	3,1	2,9	1530
Gestación tardía (últimas 6 semanas de gestación)	1,9	3,2	3,97	177	4,4	4,1	5100
Lactancia temprana (primeras 8 semanas de lactancia con parto simple)	2,3	3,9	5,41	239	11,5	8,2	5100
Lactancia temprana (primeras 8 semanas de lactancia con parto múltiple)	2,6	4,3	6,10	299	13,0	9,4	5100

Fuente: CSIRO, 2007

Requerimientos de energía en los ovinos. La energía proporciona la potencia necesaria para manejar todos los procesos metabólicos de un animal. Sin ella, no se producirían reacciones químicas y musculares, la leche y la lana no podrían ser sintetizadas. Los animales deben obtener un suministro constante de energía a través de sus alimentos. Los ovinos necesitan el suministro de energía para mantener sus funciones corporales: moverse, crecer, producir leche y reproducirse. Los rumiantes obtienen su energía principalmente de los carbohidratos (azúcar, almidón y celulosa) y grasas de la dieta.

Los animales requieren de energía para mantener sus procesos metabólicos básicos (riñón, hígado, cerebro y corazón) y producir músculo, grasa, proteína y lana. La energía necesaria para mantener los procesos de la función cardíaca se denominan como “requisito de energía de mantención” del animal. La cantidad de energía necesaria para mantener a un animal depende de lo que está haciendo y en qué ambiente vive. Por ejemplo, una oveja pastoreando en una pradera poco densa necesitará una cantidad extra de energía para mantención, al compararlo con una oveja pastoreando en una pradera densa.

Una vez que se han cumplido los requerimientos de energía de mantención, las ovejas pueden utilizar la energía metabolizable adicional de la dieta para procesos productivos como: carne, leche y lana. Sin embargo, el consumo de energía metabolizable necesaria para la producción del animal está determinado principalmente por la tasa de crecimiento deseado o nivel de producción de leche. Por ejemplo, ovejas lactantes requieren un consumo doble de energía para producir suficiente leche y mantener el crecimiento de sus corderos.

El factor clave en el suministro de energía para la producción ovina es la forma cómo la energía puede ser extraída del forraje o alimento. Fuentes como forrajes verdes, buen heno o granos son digeridos fácilmente porque contienen grandes cantidades de azúcares solubles y almidón, y sólo una pequeña proporción de los carbohidratos estructurales menos digeribles como la celulosa y la lignina que se encuentran en las paredes celulares.

A medida que la planta madura, las fuentes de alimentos como forraje seco o paja tardan más en ser digeridas por el animal, ya que contienen azúcares menos solubles y mayor contenido de fibra. Por lo tanto, los microorganismos del rumen tardan más tiempo en romper los carbohidratos estructurales y la celulosa para dejar libre la energía de los alimentos. Como consecuencia, el alimento permanece más tiempo en el rumen sin aportar los nutrientes necesarios para el animal.

En el mundo se utilizan distintas unidades para definir las cantidades de energía en los alimentos. Es así como el contenido total de energía de un alimento es conocido como “energía bruta” (EB), la cual es medida a través de la cantidad de calor generado por la combustión del alimento. Sin embargo, no toda la energía en un alimento está disponible para el animal, parte de ella se pierde en los productos gaseosos de la digestión, como anhídrido

carbónico, CO<sub>2</sub>, metano y una pequeña cantidad de energía también se pierde en la orina y fecas del animal. La energía restante de alimentación se conoce como la “energía metabolizable” (EM), que es la energía disponible para que el animal realice sus procesos metabólicos de crecimiento y mantención. Sin embargo, el contenido de energía del alimento o de la ración de los ovinos se expresa comúnmente en energía metabolizable (EM) por kilo de materia seca (MS), la cual se define como la energía contenida en el alimento que es aprovechada por el animal. Mientras que se entiende por materia seca (MS), el contenido seco de un alimento. Este se obtiene secando la muestra del alimento en una estufa con circulación forzada de aire a 60°C hasta peso constante, para eliminar el contenido de agua. La producción de forraje normalmente se expresa en kilos de materia seca por hectárea (Kg MS/ha).

Los alimentos que son eficientes para producir energía en la dieta de los ovinos son: los forrajes verdes y los granos de cereales (maíz, cebada, avena y triticale), debiendo utilizarse al final de la preñez, durante la lactancia, y en las etapas de crecimiento y terminación.

Una cantidad insuficiente de energía puede ocasionar lentitud del crecimiento, pérdida de peso, fallas en la reproducción, aumento de la mortalidad y mayores infecciones parasitarias. La más frecuente de las deficiencias nutricionales de los ovinos es la falta de energía que causa retraso en el crecimiento, baja fertilidad y prolificidad.

Requerimientos de proteína en los ovinos. Las proteínas son esenciales en las células animales y vegetales. Forman compuestos estructurales, tales como pelo, piel y músculo, y son reguladoras de todas las funciones internas del animal. Cerca del 16% de la proteína es nitrógeno, que también es importante en otros compuestos en el cuerpo.

En los rumiantes, los microorganismos en el rumen necesitan proteína para su propio crecimiento y desarrollo, pero pueden producir sus propios aminoácidos y utilizarlos para elaborar proteínas, a través de fuentes no proteicas de nitrógeno como la urea. En la valoración del aporte de proteína de los alimentos comúnmente se utiliza el concepto de proteína cruda (PC), la cual no es realmente una medida de proteína, sino más bien un estimado bruto basado en las cantidades de nitrógeno en los alimentos.

El aporte de proteína en la alimentación de los ovinos es muy necesario para el crecimiento y la lactancia, siendo los forrajes verdes, heno de leguminosas (alfalfa, tréboles) y granos de leguminosas como vicia y lupino excelentes fuentes proteicas.

Algunos suplementos ricos en proteínas son: lupino entero o chancado, afrecho de raps, afrecho de maravilla y soya. Los corderos en crecimiento tienen mayor necesidad de proteínas que las ovejas adultas. La lana es un producto proteico, por eso las ovejas necesitan alimentos que contengan abundante cantidad de proteínas para producir un buen vellón.

El ovino adulto, dada su capacidad de selección, al menos puede satisfacer sus requerimientos de mantención. Durante el período de flushing, se requiere una dieta que tenga al menos un 9,5% de PC. En los primeros 2/3 de la gestación (primeras 15 semanas), la dieta debe contener un 9,5% de PC, pero al final de la gestación, la concentración proteica requerida debe ser del orden de un 11 a 14%. Durante la lactancia, los requerimientos proteicos son aún mayores, requiriéndose dietas con una concentración de proteína cruda entre 13 -14%.

Minerales y vitaminas. Los minerales y las vitaminas son elementos protectores y conservadores de la salud de los animales. Entre los principales minerales de interés en los ovinos se pueden mencionar: el calcio, fósforo, potasio, yodo, cobre, hierro y otros. Una alternativa de bajo costo para administrar minerales en la dieta de nuestro rebaño es realizar una mezcla de carbonato de calcio y sal común en relación 2:1, proporcionando 8 a 10 gramos por ovino al día.

Todos los granos de cereales son bajos en calcio y tienen niveles altos de fósforo que conducen a una relación calcio: fósforo menor al ideal de 2:1. Generando en el animal una disminución del consumo y del crecimiento, huesos blandos propensos a fracturas y desarrollo de piedras urinarias, las cuales bloquean las vías urinarias derivando en la ruptura de la vejiga, fugas de orina en el abdomen, y generar el llamado “vientre del agua”. De acuerdo a lo anterior, para prevenir estos problemas es recomendable suministrar calcio cuando se alimenta a las ovejas y carneros con cereales. La deficiencia de selenio (Se) se manifiesta en invierno y primavera en corderos jóvenes, causando una miopatía nutricional, también conocida como “enfermedad del músculo blanco”, la cual puede también presentarse por deficiencias de vitamina E.

Las deficiencias de cobre (Cu) y cobalto (Co) se producen en primavera, especialmente en años en que existe un rápido crecimiento de pastos después de las lluvias de invierno. También, se producen deficiencia de cobre en los ovinos cuando existen altos niveles de molibdeno (Mo) y azufre (S), los cuales interactúan con el cobre y lo hacen menos disponible. El azufre (S) es un mineral de gran importancia en la síntesis de aminoácidos como metionina y cisteína, constituyentes de la lana y de acción en la función ruminal, de ahí su importancia en la alimentación de los ovinos.

La deficiencia de magnesio (Mg) puede ser inducida por el consumo de praderas tiernas en primavera ricas, en nitrógeno (N), potasio (K) y deficientes en magnesio. La deficiencia de magnesio (Mg) se conoce como tetania del pasto.

Entre las vitaminas existen la A, D, E, B, K, C, y otras. Los rumiantes adultos son prácticamente independientes en cuanto a necesidades de vitaminas hidrosolubles (B y C), ya que éstas son sintetizadas por los microorganismos del rumen. Sin embargo, se requiere de un adecuado aporte de ciertos minerales para la síntesis de vitamina B12. En el caso de las vitaminas liposolubles (A, D, E y K), sólo los microorganismos del rumen son capaces de efectuar la síntesis de vitamina K, siendo las vitaminas A, D y E aportadas en la dieta. Aportes dietarios de vitamina A pueden ser importantes cuando se presentan sequías prolongadas (mayores a 6 meses) y las reservas hepáticas de retinol del animal no logran suplir el déficit. La carencia de vitamina A provoca disfunciones en la visión y afecta la actividad de los epitelios gonadales, afectando la reproducción de los ovinos.

Los forrajes y los henos verdes son fuentes excelentes de casi todas las vitaminas (principalmente aportan vitaminas A, E y K), algunos ejemplos son: la alfalfa y henos verdes. Además, vitaminas y minerales pueden ser administrados a los animales en épocas estratégicas, por ejemplo vitaminas antes del parto, sales minerales antes y durante el encaste, entre otros.

La vitamina D es sintetizada en la piel, siempre que los animales estén expuestos a suficiente luz solar. En el caso del cobalto (Co), este es un mineral esencial para la síntesis de vitamina B12 por los microorganismos del rumen. La deficiencia de cobalto se manifiesta a través de la

deficiencia de vitamina B12, teniendo como resultado de la perturbación en el metabolismo de energía en animales jóvenes que conduce a la reducción del crecimiento.

**Consumo de agua en los ovinos.** El agua es un recurso que resulta fundamental en la vida de todo ser viviente. Se debe considerar que los requerimientos de agua para una oveja en mantención son de 2 a 3,5 litros/día, en ovejas lactando de 4 a 7 litros/día y en corderos de 2 litros/día. Como promedio, un ovino de 45 Kg de peso vivo consume entre 3,5 a 4 litros de agua/día, aunque no necesariamente tome a diario esa cantidad. Lo que comúnmente ocurre es que ingiere hasta 10 litros/día y vuelve a beber agua un par de días después. Si el forraje predominante es muy seco, el consumo diario de agua aumenta considerablemente, al igual que las épocas más calurosas. Además del agua de bebida, parte de los requerimientos de agua de los ovinos, la obtienen del agua metabólica (oxidación de nutrientes), del rocío, entre otros. El contenido de sal común del agua debe ser de 1% para que no afecte el estado del animal. En el cuadro se presenta la variación en el consumo de agua en ovinos a diferentes estados fisiológicos y temperaturas.

Es importante destacar que la fuente de agua de los ovinos debe ser limpia y estar siempre a libre disposición (ad libitum).

Consumo de agua\* (Kg de agua/Kg de MS consumida) de ovinos en diferentes estados fisiológicos, a diferentes temperaturas.

Categoría de Ovino	Temperatura (°C)			
	15	20	25	30
<b>Corderos en crecimiento</b>	2,0	2,6	3,0	4,0
<b>Ovejas, no preñadas o en gestación temprana</b>	2,0-2,5	2,6-3,3	3,0-3,8	4,0-5,0
<b>Ovejas en gestación tardía</b>				
Con corderos únicos	3,0-3,5	3,9-4,6	4,5-5,3	6,0-7,0
Con corderos mellizos	3,5-4,5	4,6-5,9	5,3-6,8	5,0-9,0
<b>Ovejas en lactancia</b>				
Primer mes	4,0-4,5	5,2-5,9	6,0-6,8	8,0-9,0
Meses posteriores	3,0-4,0	3,9-5,2	4,5-6,0	6,0-8,0

Fuente: CSIRO, 2007 \*El consumo de agua incluye agua de todas las fuentes (agua de bebida, alimento, nieve, rocío, entre otros).

### 2.3 Porcinos productores de carne

Desde el punto de vista de la producción porcina intensiva, el inicio de la fase 3 – cerdos de engorde empieza a los 20 kilos de peso vivo y termina a los 120 kilos. Y es dentro de esta tercera fase donde la nutrición tiene un gran impacto económico tanto cuanti como cualitativamente. Recordemos como la alimentación supone entre el 65-70% del coste final de producción, y dentro de esta la fase de engorde supone a su vez el 65% del total por lo que tan solo la repercusión de lo bien que seamos capaces de hacer la alimentación en esta fase nos supondrá el 40% de los gastos totales a nivel productivo.

El objetivo en esta fase es producir la mayor cantidad de kilos de carne por plaza de engorde y año. A su vez y de forma básica, la nutrición dentro del engorde la dividimos en dos fases: crecimiento desde los 20 a los 50 kilos y acabado desde los 50 kilos de peso vivo al sacrificio. Pero, si consideramos que como pilar de la nutrición las necesidades van disminuyendo a medida que aumenta la edad y el peso de los cerdos, y esto es debido a que los mismos comen cada vez más; tendremos sentadas las bases fundamentales para definir hoy las

necesidades nutricionales que podemos encuadrar en la intersección entre peso – edad – consumo.

## FACTORES INFLUENCIA

Si consideramos que la energía y los nutrientes esenciales como los aminoácidos, minerales y vitaminas se requieren por los cerdos de engorde para varios procesos de su vida, incluyendo mantenimiento y producción (crecimiento) , no para reproducción, ni lactación ni trabajo; debemos optimizar las dietas en base a tales requerimientos – que básicamente están condicionados por el potencial genético de crecimiento de los mismos, ya que las necesidades de mantenimiento como sabemos son basales y proporcionales a su peso vivo. Así, ya tenemos el primer factor determinante de las necesidades nutricionales para reponer esos 80-100 kilos de peso. Este factor es la GENÉTICA tanto maternal como sobre todo paterna, ya que es esta segunda la que define el porcentaje de magro del cerdo finalizado y por tanto gran parte de las recomendaciones energéticas y proteicas. Dentro de este apartado debemos tener en cuenta a la hora de definir las dietas y sus niveles, que la mejora genética nos ha llevado en muchos casos a tener cerdos con una capacidad de consumo voluntario de alimento menor. Debemos considerar que el consumo voluntario de alimento está regido por el sistema nervioso central.

Desde esta óptica actual es esencial por tanto conocer la Curva de Consumo de los cerdos que tenemos en la empresa porcina; para que en base a la misma y a las necesidades de cada nutriente para depositar cada gramo de proteína y grasa podamos equilibrar y densificar adecuadamente cada dieta. El consumo medio diario según genéticas puede variar hasta un 30%. Es aquí donde hacemos la nutrición diariamente con nuestros productores, definiendo el Modelo de Crecimiento o Modeling – Growth Model partiendo de las bases del consumo medio diario.

Considerar en este punto que las variaciones en los crecimientos de los cerdos se deben en un 80% a comportamientos individuales en los consumos. ¿ Y por qué ? – pues sabemos hoy que los FACTORES AMBIENTALES tienen una profunda influencia en los requerimientos nutricionales de los cerdos, y que hasta no hace mucho no se tenían en consideración a la

hora de formular las dietas y simplemente nos centrábamos en definir los rangos de pesos de los cerdos y las estimaciones simples de cada fase. Empezamos hasta los años 90 con los niveles de proteína, energía, calcio y fósforo totales-brutos, por supuesto. Pasamos entre los años 1995 a 2000 a formular en base a los niveles de aminoácidos digestibles, energía neta, fósforo digestible; para terminar en estos momentos a diseñar dietas partiendo de los consumos en cada fase, lo que nos permite definir cada tipo de pienso según infraestructuras de granja, y así ajustar los niveles de aminoácidos y fósforo digestible, Energía neta y sobre todo de las adecuadas correlaciones entre ellos como posteriormente explicaré. Debemos tener en cuenta que los cerdos tienen un sistema de termorregulación deficiente, por lo que tanto deficiencias como excesos de nutrientes determinan esfuerzos metabólicos que consumen nutrientes para tales fines, y no para el crecimiento, lo que sin duda nos penaliza los costes de producción.

Además de la genética y los factores ambientales, debemos tener en cuenta a la hora de definir los requerimientos nutricionales de las fases de engorde, otros factores esenciales, como son:

a) **AGUA DE BEBIDA:** tanto su calidad como su cantidad. La calidad debe cumplir las normativas legales tanto desde el punto de vista físico-químico como microbiológico. La cantidad es determinante para un consumo potencial de pienso (un cerdo que no bebe no come – un cerdo se muere antes por no beber que por no comer y si está enfermo deja antes de comer que de beber). Debemos considerar que en un cerdo de engorde el contenido acuoso es del 60-65% de su peso vivo, sus necesidades son 10 veces superiores a las del humano en base al peso vivo (1 litro por cada 10 kilos de peso vivo), además de necesaria para su termorregulación. Así en las necesidades nutricionales del cerdo, el agua es el primer nutriente, y tenemos que asegurarnos de su correcta disponibilidad (0.5 litros por minuto y un chupete por cada 10 cerdos).

b) **ESTADO SANITARIO:** consideramos que los cerdos con más presión de infección tienen su sistema inmune activado, el cual consume nutrientes, además de aumentar los requerimientos de aminoácidos como treonina y triptófano proporcionalmente al aminoácido limitante lisina. También sus necesidades vitamínicas son superiores. En patologías digestivas

hoy frecuentes, como E.coli, Brachispira pilosicoli, Brachispira hyodisenteriae y Lawsonia intracelullaris – debemos tener en cuenta como ciertos niveles de nutrientes pueden agravar o reducir dicho problema (niveles de proteína, grasa y tipo de las mismas, niveles de polisacáridos no estructurales)

c) **FACTORES DE MANEJO:** la densidad de animales y kilos por metro cuadrado, así como el número de animales en el mismo lote condicionan los requerimientos en base a reducir los consumos diarios entre 2-5%. En estos casos, trabajos recientes demuestran que no debemos densificar más las dietas en nutrientes cuanto mayor densidad de kilos de carne por metro cuadrado tengamos.

d) **INSTALACIONES:** también debemos asegurarnos que los tipos de comederos y suelos no nos limitan los consumos. El tipo de comedero y bebedero nos condicionan los consumos.

e) **SEXO – EDAD – PESO:** con la genética actual las variaciones de consumos y crecimientos entre sexos se han reducido considerablemente. No obstante, el diferencial de crecimiento en hembras frente a machos y a castrados depende del menor consumo de pienso voluntario en hembras frente a machos. Pero, si es interesante resaltar que si criamos por separado machos de hembras, y sobre todo separados por lotes si la granja no tiene suficientes infraestructuras, también obtendremos mejores resultados productivos por un consumo más homogéneo. Las diferencias en los consumos por estas circunstancias oscilan del 2-10 % dependiendo de si los criamos juntos o por sexos separados.

f) **COMPOSICIÓN Y CALIDAD DE LAS DIETAS:** en este punto podemos influir mucho en el consumo voluntario. Cualquier desequilibrio en las dietas, ciertas materias primas en elevados porcentajes de inclusión por sus factores antinutricionales y contaminaciones por micotoxinas pueden determinarnos depresión de consumo de hasta el 30%.

g) **PRESENTACIÓN DE LAS DIETAS:** el consumo se ve afectado dependiendo de que el pienso sea en harina, granulado o en líquido. La calidad del pellet, el tamaño de partícula y la homogeneidad de las mezclas condiciones sobremanera el consumo.

#### **NECESIDADES PROTEICAS**

El primer aminoácido esencial limitante es la LISINA, con unos requerimientos para mantenimiento en relación al peso vivo metabólico de 0.036 gramos de lisina por kilo de

peso metabólico (peso vivo elevado a 0.75). Los requerimientos diarios de lisina para deposición proteica se consideran de 0.12 gramos de lisina digestible ileal verdadera por gramo de proteína depositada. Así un cerdo que deposita 325 gramos al día de peso en canal se predice una cantidad de ganancia en proteína de 127 gramos al día ( $3,25/2.55=127$ ).

La deposición diaria de proteína se asume como más acelerada durante la primera fase de crecimiento, llegando a mantenerse constante (nivel plateau) y después declinar durante la fase de acabado. Este punto de inflexión es variable según genéticas, llegando a más o menos peso dependiendo que las mismas sean más o menos conformadas (depositen más magro).

El resto de aminoácidos deben estar en una relación en base a proteína ideal, pero sabemos que en caso de sobrecrecimiento las necesidades de aminoácidos que son necesarios, tenemos la lisina sobre todo; ya que el resto de aminoácidos azufrados intervienen más sobre todo en las necesidades de mantenimiento, que tan poco varían en estos casos.

Como apunté anteriormente tenemos grandes diferencias entre líneas genéticas, de forma que hay cerdos que depositan diariamente entre 350 y 480 gramos de tejido magro, equivalentes a 140 y 192 gramos de proteína respectivamente. El tejido magro contiene un 75% de agua frente al 10-15% que contiene el tejido graso.

El exceso de proteína y aminoácidos esenciales en machos castrados determina una disminución del rendimiento por una mayor desaminación con más gasto energético a nivel renal y por una intoxicación sanguínea por los metabolitos procedentes de dicho metabolismo proteico. Debemos así considerar siempre, con las limitaciones conocidas, los aportes de aminoácidos sintéticos con respecto a los procedentes de materias primas, así como el equilibrio entre los mismos y las relaciones lisina/proteína digestible y lisina digestible/energía neta.

La relación entre la deposición de proteína y el consumo energético está definido desde 1970-80. Cuando los aminoácidos suplementados no son limitantes, la deposición de proteína se incrementa linealmente cuando el consumo de energía aumenta.

Dean Boyd en 2003 indicaba como el mejor camino para determinar los requerimientos de lisina está en relación con la capacidad de crecimiento del cerdo, dando una recomendación en cerdos LDxLW de 20 gramos de lisina digestible por kilo de ganancia durante las fases de

crecimiento y engorde. Apunta como podemos llegar a penalizar el costo entre \$3.3 y \$1 por cerdo si menospreciamos o sobrevaloramos los requerimientos de lisina en la práctica.

### NECESIDADES ENERGÉTICAS

Los cerdos de engorde tienen la capacidad de consumir más energía hasta alcanzar la necesaria para un máximo de deposición proteica. Cuando el consumo de energía se incrementa por encima de este punto, la deposición de proteína y las necesidades de aminoácidos se mantienen constantes. Los requerimientos de aminoácidos expresados en unidad de energía declinan, por lo que en esta situación es importante considerar los requerimientos diarios de los aminoácidos.

Los requerimientos energéticos en cerdos de engorde se conjugan en la suma de las necesidades de mantenimiento más las de producción. Las necesidades de mantenimiento incluyen las de todas las funciones corporales y la actividad moderada del cerdo, expresándose usualmente en base a peso vivo metabólico (0,75). Las estimaciones de necesidades de Energía Metabolizable (EM) por kilo de peso metabólico están entre 100 y 125 kcal/día, que equivalen a entre 70-86 kcal EN /kg de peso metabólico.

Las estimaciones de coste energético para retención de proteína varía entre 6,8 y 14,0 Mcal EM/Kg con una media de 10,6 (IMJ=0,239 Mcal=239 Kcal).. Las estimaciones para la deposición de grasa se valoran entre 9,5-16,3 Mcal EM/Kg con una media de 12,5 Mcal EM/Kg.

Debemos considerar que 1 kilo de tejido muscular solo tiene entre un 20-23 % de proteína, mientras que 1 kilo de tejido graso contiene entre un 80-95% de grasa. Así, el costo energético para producción de tejido muscular es considerablemente menor que para la deposición de tejido graso.

La adición de grasas en dietas durante las primeras fases de crecimiento aumentan los parámetros productivos; pero pueden reducir el consumo y el crecimiento posterior. La adición de grasas pueden incrementar los beneficios en muchas ocasiones, pero no en todas.

La grasa se utiliza de forma eficiente en los tejidos, los carbohidratos medianamente y la proteína más los ácidos grasos volátiles procedentes de la fermentación de la fibra se utilizan muy poco.

Los valores de energía de varios ingredientes son variables dependiendo de la calidad de los mismos. Así es realmente difícil conocer el valor real de piensos completos a pesar de tener la fórmula precisa y las especificaciones de energía. El principal punto de partida para determinar la densidad energética de una dieta es la selección de los ingredientes disponibles. El impacto esperado de diferentes niveles de energía en el índice de conversión es altamente predecible, no siendo así para la ganancia media diaria.

Muchas de las genéticas magras actuales responden bien a dietas altas en energía con un 7-8 % más de concentración energética que las dietas base.

La respuesta a los diferentes porcentajes de inclusión de grasa sobre el crecimiento es menor entre los 2.5 a 5% de inclusión, que de los primeros 2.5%. Las implicaciones prácticas en este caso están en granjas con altos consumos de pienso, donde se incrementa la ganancia media diaria con dietas de densidad energética baja. En estos casos el retorno de beneficio por adición de grasa al pienso es siempre positiva en pesos bajos ; y en pesos elevados la adición de grasa aumenta el coste del pienso por unidad de ganancia en muchos casos.

#### NECESIDADES VITAMÍNICAS-MINERALES

Las estimaciones en necesidades de vitaminas y minerales están basadas en datos empíricos sobre estudios de investigación, siendo en muchos casos su interpretación a nivel práctico difícil y confusa; más teniendo en cuenta que se han ido reduciendo los índices de conversión y el porcentaje de magro de las diferentes líneas genéticas es variable; así como la capacidad de consumo voluntario por líneas muy disperso.

La adición de excesivos niveles de vitaminas A y D3 se han demostrado tóxicos, por lo que no solo debemos estar pendientes de las deficiencias, sino también de las sobredosis que tienen un mayor coste productivo.

Dentro de las vitaminas liposolubles, las necesidades en cerdos de engorde las podemos estimar en:

- Vitamina A – se sugieren niveles de 2000 UI/día.
- Vitamina D3 – se sugiere un mínimo de 200 UI/kg.
- Vitamina E – se sugieren niveles de 20 mg/kg
- Vitamina K – se sugieren niveles de 2 mg/kg

Dentro de las vitaminas hidrosolubles, las necesidades en cerdos de engorde las podemos estimar como:

- Complejo B:

Biotina – necesidades poco determinadas en esta fase, entre 50-100 ug/kg de pienso.

Colina - mínimos requerimientos de 300 mg/kg dieta.

Acido fólico – sugieren dosis de 200-360 ug/Kg dieta.

Niacina – necesidades poco determinadas en esta fase, estando sobre 10 mg/kg de pienso.

Acido pantoténico – recomendaciones de 5 mg/kg dieta

Riboflavina (B2) - necesidades de 1-2 mg/kg de dieta.

Tiamina (B1) – requerimientos de 1 mg/kg de dieta.

Piridoxina (B6) – necesidades de 1 mg/kg de dieta.

Cianocobalamina (B12) – necesidades no superiores a 10 ug/kg de dieta.

- Vitamina C - los cerdos pueden sintetizarla desde la D-glucosa. Su adición no aporta benéficos claros en engorde a nivel de rendimientos productivos.No hay requerimientos conocidos de ácido ascórbico en dietas de engorde.

De la misma manera que el resto de las necesidades nutricionales basamos las de minerales en el consumo de pienso en las diferentes fases, teniendo de forma resumida que según la NRC 1998 los requerimientos de minerales en alimentación ad libitum basados en 90% de materia seca son:

Rangos Peso Vivo (Kg)	20 a 50	50 a 80	80 a 120
(%)			
Calcio	0.60	0.50	0.45
Fósforo total	0.50	0.45	0.40
Fósforo disponible	0.23	0.19	0.15
Sodio	0.10	0.10	0.10
Cloro	0.08	0.08	0.08
Magnesio	0.04	0.04	0.04
Potasio	0.23	0.19	0.17
(ppm)			
Cobre	4.00	3.50	3.00
Yodo	0.14	0.14	0.14
Hierro	60	50	40
Manganeso	2.00	2.00	2.00
Selenio	0.15	0.15	0.15
Zinc	60	50	50

## Alimentación de lechones

El programa de alimentación de lechones empieza a los 10 a 12 días de nacidos con la introducción de pequeñas cantidades (50 a 100 gramos) de alimento en las parideras para adaptarlos a una alimentación sólida al momento del destete. El programa de alimentación siguiente dependerá del tiempo en que se realice el destete. Cuando los destetes son a los 28 días o menos, se utilizarán tres tipos de dietas; mientras que si la edad a destete es mayor de 28 días, el programa de alimentación deberá ser de dos fases o dietas. Bajo nuestras condiciones de producción por el tipo de instalaciones y la calidad de las dietas, es mejor no destetar antes de los 21 días. Tampoco es recomendable por razones económicas y de rendimientos reproductivos, destetar después de los 28 días de edad. Cuando el destete se hace a los 21 días, se debe esperar un peso al destete de unos 6 kg; mientras que cuando el destete es a los 28 días, el peso deberá ser de unos 8 kg. En ambas edades de destete es mejor utilizar tres fases de alimentación, con la única diferencia que si el destete es a los 21 días, la fase I tendrá una duración de 21 días; mientras que si el destete es a los 28 días, esta fase durará solo 15 días. En el Cuadro se presentan los rendimientos productivos esperados en este sistema de alimentación.

### Rendimientos productivos para los cerdos en tres fases de alimentación

Parámetros	Fase I	Fase II	Fase III
Peso, kg	6- 12	12-18	18-30
Duración, días	21	15	21
Ganancia diaria, gramos	300	400	550
Ganancia total, kg	6,0	6,0	12
Consumo de alimento g/día	400	600	900
Consumo total, kg	8,4	9,0	18,90

En el siguiente cuadro se presentan los requerimientos de nutrimentos que deben tener esas fases. Las líneas genéticas también tienen sus parámetros productivos y sus requerimientos nutricionales según las fases de alimentación que recomienden.

### Requerimiento de nutrimentos para tres fases de alimentación

<b>Nutrimento %</b>	<b>Fase I</b>	<b>Fase II</b>	<b>Fase III</b>
Proteína	20	19	18
Lisina	1,60	1,40	1,20
Calcio	0,90	0,85	0,80
Fósforo aprovechable	0,50	0,45	0,40
Sal	0,50	0,50	0,40
Lactosa	15,0	10,0	5,00
Energía digestible Mcal/kg	3,60	3,50	3,40
Energía metabolizable Mcal/kg	3,40	3,30	3,30

#### Alimentación de los cerdos en desarrollo y engorde

El período que comprende el desarrollo y el engorde del cerdo es una de las etapas más importantes de la vida productiva del animal, pues aquí se consume entre el 75 y el 80% del total del alimento necesario en su vida productiva. Siendo este rubro el principal costo de producción, la utilización eficiente del alimento repercutirá en la rentabilidad de la operación porcina. El período de desarrollo y engorde empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Este período ocurre cerca de los 20 kg de peso y termina cuando el cerdo es enviado a matadero.

Tradicionalmente, el período de desarrollo y engorde para los cerdos de razas puras tradicionales y algunos híbridos comprende pesos entre los 30 y 50 kg para la etapa en desarrollo y de 50 kg a un peso de mercado (90-100 kg), para la etapa de engorde.

La duración de la etapa de desarrollo es de unos 30 días; mientras que la de engorde varía de 50 a 60 días. Para las nuevas líneas genéticas, estos valores cambian según las etapas en que se dividan y el peso final a mercado. Cada línea genética tiene su propia división. Sin embargo, con cualquiera de las fases de alimentación que se utilice, es importante considerar que en la etapa de crecimiento es donde existe una mayor síntesis de tejido magro y en la de finalización donde prevalece la deposición de grasa, por lo que las dietas deben estar bien balanceadas para obtener una conversión de alimento eficiente.

#### Concentración de nutrimentos en dietas para cerdos en desarrollo y engorde

<b>Nutriente</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>Engorde</b>
Proteína(%)	16,00	14,00
Lisina(%)	0,90	0,75
Calcio(%)	0,75	0,60
Fósforo aprovechable (%)	0,35	0,30
Energía digestible (Mcal/Kg)	3,25	3,30
Energía metabolizable Mcal/Kg	3,20	3,25

## **2.4 Cabras productoras de carne**

El conocimiento de la alimentación de los rumiantes domésticos en general se ha manejado por muchos años de una manera empírica y sin ninguna diferenciación entre las diferentes especies, tomando solamente en cuenta la talla y peso de las mismas.

En relación a la alimentación de las cabras, la desinformación que existe en este aspecto ha ocasionado que esta especie sea observada de una manera despectiva o manejada como una vaca pequeña. Es importante ubicar al caprino como lo que es, una especie totalmente diferente a otros rumiantes domésticos y por lo tanto con requerimientos nutricionales diferentes, con una fisiología digestiva particular y aspectos etológicos que se deben tomar en cuenta al momento de alimentar a estos animales. De lo contrario, los resultados productivos obtenidos no estarán acordes con lo que se espera; es decir, de poco sirve conseguir los mejores ingredientes para una dieta como tampoco haber hecho un balanceo de la misma a un mínimo costo si los animales no se van a comer esa ración o bien el desperdicio de la misma nos va a incrementar los costos de producción de la empresa

caprina. El hecho de que a la cabra se le haya manejado por muchos años como una vaca pequeña o bien, se haya alimentado sin conocimiento de lo que es una cabra como rumiante, ha provocado que a la cabra se le identifique como un animal que es capaz de consumir cualquier cosa (inclusive basura), como también un animal depredador de los ecosistemas forrajeros, siendo esto una consecuencia humana y no una característica per se de las cabras.

En primer lugar es imprescindible alimentar a las cabras en base a lo que la evolución ha marcado en el sentido de que como rumiante su dieta base es a partir de forrajes y no únicamente de granos, por lo que se da una estrecha relación entre la microbiota ruminal y el rumiante, y por esto se deben cuidar las condiciones del ecosistema ruminal para la mejor digestión de las fibras vegetales. Van Soest, en su libro de ecología del rumiante hace una clasificación de los rumiantes en 3 grupos:

a) Consumidores de concentrados donde incluye a especies como la de los alces, venados y ciervos. Este grupo se caracteriza por consumir principalmente rebrotes de arbustos, en donde los nutrientes (energía y proteína) están concentrados en poca cantidad de fibra. Debido a esto la degradación de este tipo alimentos no se da en los compartimentos pregástricos si no en abomaso e intestino, por lo que el rumen se clasifica como simple y el ritmo de alimentación de estos animales es acelerado

b) Consumidores de forrajes en donde ubica a los ovinos y a los bovinos. Estos animales a diferencia de los del grupo anterior presentan un compartimiento ruminal muy desarrollado, debido a su alta capacidad para degradar fibra, utilizando para esto la fermentación que llevan a cabo la microbiota ruminal y el proceso de rumia, por lo que el ritmo de alimentación es muy lento.

c) Consumidores intermedios en donde están clasificadas las cabras tanto domésticas como salvajes. Las cabras debido a su alta capacidad para adaptarse a condiciones ambientales adversas, se pueden ubicar tanto en el grupo de consumidores de concentrados (si en el agostadero hay gran cantidad de arbustivas) como en el de los consumidores de forrajes (si las condiciones permiten el crecimiento de pasto), cambiando para esto tanto el tipo de

microbios que habitan el rumen como el tipo de papilas del rumen en un periodo de 21 días en promedio. Esta característica también le permite consumir rebrotes y pastos a la vez, por lo que su ritmo de alimentación es intermedio entre los dos grupos mencionados anteriormente. Estas características le permiten a la cabra soportar mayor cantidad de leguminosas en su dieta que la que pueden tolerar los ovinos y bovinos, ya que no tiene una tasa de fermentación tan elevada como esas dos especies.

Otros aspectos de que caracterizan a la cabra desde el punto de vista de su alimentación son los que se refieren a la capacidad que evolutivamente han creado por adecuarse a consumir plantas que presentan defensas en contra de predadores, estas defensas pueden ser tanto mecánicas (espinas) como químicas (taninos, cianógenos, alcaloides, saponinas, inhibidores de las proteasas).

Debido al labio superior y triangular y sumamente móvil que presentan las cabras, éstas pueden acceder a los rebrotes de las arbustivas espinosas. En cuanto a la resistencia fisiológica de la cabra en contra de las defensas químicas que presentan algunos tipos de plantas, las cuales le van a dar un sabor desagradable (amargo en el caso de los taninos y cianógenos) se debe mencionar que dentro del rango de sabores que las cabras prefieren está en primer lugar el sabor amargo seguido del salado, dulce y por último el sabor ácido, lo cual es muy diferente a las preferencias que se observan en otros rumiantes domésticos, esto se ha podido comprobar por diferentes estudios tanto etológicos como anatómicos de la distribución de papilas gustativas de la lengua de las cabras. Cabe mencionar que la tolerancia que presentan las cabras a estas sustancias duplica a la que presentan los ovinos y bovinos, por lo que la utilización de bancos de proteína con leguminosas se hace más eficiente cuando se utilizan cabras.

Otra característica importante de comportamiento alimenticio de la cabra es la alta capacidad que tiene para tomar la posición bípeda, lo que hace que su horizonte de pastoreo sea de 0 a 1.80 m, comparado con los 0 a 40 cm que tiene un ovino y 0 a 60 cm que presenta un bovino, le da a la cabra mayor variedad de plantas que puede consumir, tanto pastos rastreros como árboles.

Estas características hacen al caprino un animal sumamente selectivo y capaz de distinguir entre los alimentos de mayor contenido nutricional de aquéllos que no lo presentan, lo que hace una gran ventaja para alimentarlas bajo condiciones de pastoreo y una desventaja para su alimentación en pesebre.

Para determinar el consumo de materia seca que pueden consumir los caprinos se han elaborado una serie de fórmulas que se adecuan más a las necesidades de estos animales ya que toman en cuenta la etapa fisiológica en la cual se encuentra la cabra, como su nivel de producción, peso vivo y grado de actividad que realiza. Las siguientes fórmulas fueron desarrolladas y evaluadas en el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas de Francia por Mason, pero se ha podido comprobar en algunas de las condiciones de México que éstas se adaptan entre un más menos 10% de diferencia con lo que realmente se comen las cabras por lo que el cálculo sobre la base de un porcentaje del peso vivo del animal pasa hacer sumamente ambiguo y por lo tanto obsoleto. Cabe señalar que estas fórmulas fueron desarrolladas para cabras de razas lecheras pero se han utilizado para animales productores de carne con buenos resultados. Las fórmulas son las siguientes:

1/3 de Lactación:

$$\text{C.M.S. (g)}^* = 316 (\text{P.L})^{**} + 10 (\text{P.V})^{\wedge} + 900$$

2ª y 3er tercio de Lactación

$$\text{C.M.S. (g)} = 316(\text{P.L}) + 10 (\text{P.V}) + 740$$

\*Consumo de Materia Seca (gramos).

\*\*Producción de leche en kilos con 3.5% de grasa.

^Peso vivo de báscula del animal.

Al resultado de estas dos fórmulas se les sumarán 200 g más si están en estabulación total y 400 g si están en condiciones de pastoreo.

Para animales secos, gestantes, en crecimiento y sementales se aplicará la siguiente

fórmula:

$$\text{C.M.S. (g)} = 316 + 10 (\text{P.V}) + 740$$

A estos animales NO se les incrementa ni los 200 g ni los 400 g por la corrección de estabulación o pastoreo.

Nota: Estas fórmulas son por animal y no considera el desperdicio de alimento.

Estas fórmulas sólo consideran el consumo de alimento en materia seca por lo que el contenido de nutrientes de esa materia seca se debe calcular en base a los requerimientos nutricionales que marcan las diferentes tablas elaboradas para dicho fin, tomando en cuenta las condiciones climáticas de cada lugar y el sistema de producción del rancho o granja.

Como las cabras no sólo viven de consumir materia seca y además éstas se encuentran normalmente en lugares con poca disposición de agua es importante calcular los requerimientos de este líquido para que el consumo de materia seca sea adecuado y se obtenga la producción que esperamos.

Para animales en producción sin importar el tercio de la lactación en el cual se encuentren se deben suministrar 3.5 litros de agua por cada kilogramo de materia seca que el animal consuma. Para animales adultos que no produzcan leche (secos, sementales, gestantes, animales productores de carne) 2 litros por cada kilogramo de materia seca consumida y para animales en crecimiento 1 l\*kg-1 de materia seca consumida, estos cálculos son para temperaturas entre 10 y 20 grados, cuando la temperatura está por arriba de los 20 grados se incrementa las necesidades de agua en un 20%.

En los sistemas de producción bajo estabulación total la alimentación constituye el 80% de los costos producción, por lo que el manejo de este aspecto productivo debe ser lo más eficiente posible y el desperdicio como meta debería ser 0%. A continuación se enlistarán

algunas medidas para maximizar la eficiencia en la alimentación de las cabras tomando en cuenta las consideraciones hechas al inicio de este escrito.

- Comederos adecuados en cuanto a facilidad de suministro del alimento y limpieza y con el espacio lineal de 40 cm por cabra, además de tomar todas las consideraciones para crear alojamientos idóneos para cada tipo de animal y clima.

- La distribución de los corrales debe tomar en cuenta que el suministro de alimento para todos los animales de la granja debe realizarse en un lapso no mayor de 20 minutos con el fin de disminuir condiciones de estrés que repercuten en la disminución de la producción.

- El tiempo entre comidas debe intentarse que sea el mismo para evitar periodos muy largos de ayuno ya que esto provoca que se presenten condiciones de acidosis ruminal crónica.

- Suministrar raciones integrales o si esto no es posible por cuestiones de económicas suministrar cada uno de los alimentos tomando las siguientes consideraciones:

- Si el sistema de alimentación es de manera tradicional, es decir, si el último alimento se da al anochecer y el siguiente al amanecer, el primer alimento que se debe dar sería algún tipo de paja con el fin de neutralizar el pH ruminal debido a la salivación que se provoca en las cabras al comer forrajes fibrosos y con esto lograr la proliferación de la bacterias degradadoras de celulosa y hemicelulosa; también con este manejo se evita el desperdicio de las pajas por parte de la cabra debido a que por el periodo de ayuno, los animales consumen por hambre lo primero que se les suministra.
- Si en la granja se aporta ensilado, este deber darse después de las pajas y es recomendable adicionarle entre 1 y 2% de bicarbonato de sodio del ensilado que se vierte en el comedero. Esto con el fin de mejorar la palatabilidad de este para las cabras a la vez que se amortigua el ph de ensilado para que no haya cambios en el tipo de flora ruminal.
- Por último se recomienda aportar los ingredientes de la dieta más succulentos para la cabra, como pudiera ser la alfalfa o el alimento balanceado (granos).

Esto provoca que estos alimentos de alta calidad no sean degradados en el rumen sino el abomaso e intestino.

- Las bodegas de almacenaje de alimento deben estar en buenas condiciones y se debe evitar la presencia de humedad y de fauna nociva así como permitir una buena ventilación con el fin de disminuir el desperdicio de alimento por almacenaje.
- Para aprovechar al máximo el recurso alimento se pueden establecer nuevas estrategias para incrementar la digestibilidad de los forrajes secos como son el picado de las pajas a una longitud de 1 pulgada, ya que con esto se incrementa la superficie de contacto de las bacterias con las paredes del forraje y se sigue estimulando los movimientos ruminales. Otro manejo que se empieza a utilizar con este mismo propósito, es el de tratar a las pajas con ácidos o álcalis para romper las paredes celulares de los forrajes.
- Lotificar a las cabras basándose en peso, etapa fisiológica, presencia de cuernos, etc. con el propósito de disminuir las peleas por establecimiento de jerarquías.
- Suministrar sales minerales a las cabras basándose en el análisis del suelo y de los alimentos y con esto solicitar a una casa comercial que nos formule una mezcla de sales minerales específica para la granja.
- El aporte de agua debe ser a libre acceso.

- Consumo de MS de diferentes categorías de ovinos, expresados como porcentaje del peso vivo.

CATEGORÍA DE OVINO	CONSUMO DE MS (% DEL PESO VIVO) <sup>1</sup>
Corderos de 30 kg	4,3
Corderos de 40 kg	3,8
Ovejas de 50-60 kg	
Mantención	1,8 – 2,0
Gestación tardía	2,8 – 3,4
Lactancia temprana (6 – 8 semanas)	3,8 – 4,2 (simples)
	4,3 – 4,8 (dobles)
Flushing	2,8 – 3,2

1 El valor de consumo de MS dependerá del estado fisiológico en que el animal se encuentre, como también de la digestibilidad y disponibilidad de la MS ofrecida.

- Requerimientos de energía metabolizable en ovinos

Categoría de ovino	Cantidad de energía metabolizable requerida (MJ día <sup>-1</sup> )		
	15 kg	25 kg	35 kg
Corderos destetados			
ganando 50 g día <sup>-1</sup>	4,4	5,9	6,7
ganando 100 g día <sup>-1</sup>	5,9	7,4	8,1
ganando 200 g día <sup>-1</sup>	8,9	10,4	11,8
Ovinos adultos	45 - 50 kg	60 - 65 kg	
<i>Ovejas secas y carneros</i>			
manteniendo peso	7,4	8,9	
ganando 100 g día <sup>-1</sup>	12,6	14,8	
<i>Ovejas lactantes y preñadas</i>			
ovejas con preñez tardía (únicos)	8,9	11,1	
ovejas con preñez tardía (mellizos)	11,1	14,1	
ovejas con corderos al pie (únicos y mellizos)	18,5 - 22,9	25,9 - 33,3	

Adaptado de Sheep Farming for Meat & Wool (2010).

- Requerimiento de proteína cruda para varias categorías de ovinos

Categoría de ovinos	Consumo MS (kg día <sup>-1</sup> )	Proteína Cruda (g día <sup>-1</sup> )	Proteína Cruda (%)
Mantenición			
(oveja kg de 70 kg de peso vivo a la madurez)	1,18	113,3	9,6
Gestación tardía			
(180 – 225% de parición esperada)	1,81	202,7	11,2
Lactancia			
Únicos	2,26	300,6	13,3
Mellizos	2,81	415,9	14,8
Corderos destetados precozmente (30 kg)			
Moderada a alta tasa de crecimiento	0,91	132,0	14,5
Corderos finalizados a 40 kg, a los 4 – 7 meses de edad	1,58	184,9	11,7
Borregas (50 kg)	0,91	82,8	9,1

Fuente: NRC (2007).

- Requerimiento de Ca y P para varias categorías de ovinos

Categoría de ovinos	Ca g día <sup>-1</sup>	P g día <sup>-1</sup>
<b>MANTENCIÓN</b>		
Oveja kg de 70 kg de peso vivo a la madurez	2,4	2,0
<b>GESTACIÓN TARDÍA</b>		
Parto simple	6,1	4,4
Parto doble	8,8	5,3
<b>LACTANCIA TEMPRANA</b>		
Únicos	5,9	5,5
Mellizos	7,9	6,9
<b>CORDEROS</b>		
Cordero de 4 meses de 30 kg PV y GDP de 200 g día <sup>-1</sup>	4,1	2,9
<b>CARNEROS</b>		
Macho de 150 kg peso vivo en mantención	3,8	3,7

Fuente: NRC (2007).

- Consumo de agua en ovinos de distintas categoría y bajo diferentes temperaturas (°C), expresada en kg de agua por kg de materia seca consumida

Categoría de ovino	Temperatura (° C)			
	15	20	25	30
Corderos en crecimiento	2,0	2,6	3,0	4,0
Ovejas, no preñadas o en gestación temprana	2,0-2,5	2,6-3,3	3,0-3,8	4,0-5,0
<b>Ovejas en gestación tardía</b>				
con corderos únicos	3,0-3,5	3,9-4,6	4,5-5,3	6,0-7,0
con corderos mellizos	3,5-4,5	4,6-5,9	5,3-6,8	7,0-9,0
<b>Ovejas en lactancia</b>				
primer mes	4,0-4,5	5,2-5,9	6,0-6,8	8,0-9,0
meses posteriores	3,0-4,0	3,9-5,2	4,5-6,0	6,0-8,0

Fuente: Jarrige (1989)

## Unidad 3

### Ciclo sustentable para la producción de carne

Hasta hace tiempo atrás, la sustentabilidad era mencionada muy pocas veces en estudios o literatura agrícola. Actualmente es una de las palabras más usadas. Hay diferentes conceptos de sustentabilidad, pero ninguno es generalmente aceptado. Para muchos, el término transmite la idea de un equilibrio entre las necesidades humanas y lo concerniente al medio ambiente.

La sustentabilidad debería ser considerada dinámica porque, finalmente, reflejará las necesidades cambiantes de una población global en crecimiento.

### Productividad del suelo, procesos de degradación y prácticas de conservación

Proceso de degradación del suelo	Productividad del suelo	Prácticas de conservación de suelo
Erosión del suelo	-            +	Labranzas Conservacionistas
Escurrecimiento de Nutrientes		Rotación del Cultivo
Anegamiento		Drenaje
Desertificación		Manejo de Residuos
Acidificación		Conservación del Agua
Compactación		Terrazas
Encostramiento		Cultivo en contorno
Pérdida de la Materia orgánica		Fertilizantes Químicos
Salinización		Fertilizantes Orgánicos
Percolación de nutrientes		Balance de nutrientes
Acumulación de Tóxicos		Sistemas mejorados para combinar Suelo, Clima y Cultivares

### SISTEMAS AGRÍCOLAS

El concepto de Hornick y Parr presentado en el cuadro anterior muestra que la productividad del suelo en un sistema agrícola es dinámica. Esta cambia como resultado de la relación entre los procesos negativos y positivos que ocurren simultáneamente. Un verdadero sistema de sustentabilidad productiva es aquel en el cual los efectos de prácticas de conservación igualan o superan los efectos de los procesos de degradación. Este concepto es igualmente válido para sistemas de producción baja y alta.

#### Efecto del clima

El clima es a menudo el factor más crítico que determina la sustentabilidad de sistemas agrícolas.

Los procesos más importantes de degradación del suelo son la erosión y la disminución de la materia orgánica. Cuando las temperaturas aumentan, disminuye la materia orgánica y se acelera particularmente en suelos con labranza. El potencial de la erosión eólica e hídrica aumenta en áreas más calurosas. Estos mismos procesos de degradación se aceleran en áreas áridas y semiáridas con regímenes de humedad muy bajos.

No sólo los procesos de degradación del suelo se aceleran bajo regímenes climáticos áridos y calurosos. Los beneficios que pueden derivar de las prácticas de conservación de suelo en estos regímenes son menores que en aquellos de áreas más frescas o húmedas. Por ejemplo, las prácticas de conservación de suelo para aliviar la pérdida de materia orgánica y el control de la erosión del suelo, usualmente involucran residuos de cosecha, pero la disponibilidad de residuos disminuye en gran forma en áreas calientes y áridas.

#### Efecto del Suelo

El suelo es un factor fundamental relacionado al desarrollo sustentable para sistemas agrícolas.

El Índice de Productividad (IP) se afirma en la presunción de que el suelo es el mayor determinante del rendimiento de cultivos debido a que proporciona el medio ambiente para el crecimiento de la raíz. Investigadores evaluaron el potencial productivo relativo de la tierra calculando un IP basado en la capacidad de disponibilidad de agua del suelo, la resistencia para el crecimiento y desarrollo de la raíz (densidad aparente) , y adecuado pH para una profundidad de 1 metro.

- **Manejo del suelo**

Hay una preocupación creciente sobre el manejo de los recursos naturales, particularmente la tierra y agua y sobre el cambio climático global debido al efecto invernadero, causado en parte por la degradación del suelo. La presión creciente sobre los recursos naturales ha producido la desertificación de algunas áreas.

La desertificación fue considerada en principio como el resultado de sequías prolongadas. Sin embargo, en los años recientes, se ha llegado a la conclusión de que el mal uso de la tierra es quizás el factor básico, y la sequía es sólo un factor exacerbado. Dregne estableció que la pobreza, la ignorancia y la codicia son las causas indirectas de desertificación. La causa directa

es el mal manejo del suelo a través de las prácticas excesivas de pastoreo, tala indiscriminada, métodos de labranza inapropiados, malos sistemas de distribución de agua, y sobreexplotación de la tierra. La desertificación es, simplemente, otra palabra para definir la degradación del suelo pero dentro de un contexto de suelo árido.

En síntesis, una población en crecimiento con altos ingresos y gran consumo de proteínas animales intensifica la presión sobre los recursos suelo y agua. Durante décadas pasadas, el adelanto tecnológico ha llevado a un aumento significativo en la producción de cultivos. Al mismo tiempo, crece la idea de que algunas de estas tecnologías han activado la degradación medioambiental. La preocupación radica en que, en muchas áreas, estos sistemas de producción agrícola no son sustentables.

Los factores más importantes que determinan la sustentabilidad de un sistema son el clima y el suelo.

El análisis cuidadoso de estos factores puede revelar una riqueza de información para formular pautas y políticas. Las interacciones de los recursos, la tecnología, y política del medio ambiente requieren alcances metodológicos para:

- Cuantificar cómo los recursos del suelo y el clima determinan apropiadas tecnologías potenciales.
- Determinar qué tecnologías seleccionadas tienen impacto sobre el suelo;
- Desarrollar una estrategia para seleccionar tecnologías de producción apropiada que enfrenten los objetivos económicos y metas medioambientales.

Además del énfasis en la planificación del uso sistemático del suelo y manejo de los recursos, existe la necesidad de supervisar los cambios del suelo como una parte integral de estrategia de desarrollo agrícola. Esto es particularmente decisivo cuando se trata de suelos marginales (de baja capacidad de uso agrícola) muy vulnerables a la degradación química y física.

Se ha estado documentando cambios en la productividad del suelo, a la vez que se proponen prácticas mejoradas sustentables para beneficiar a los productores y por ende a toda la sociedad. Estos trabajos de investigación sirven para la identificación temprana de problemas, lo que permitirá la aplicación de intervenciones correctivas oportunas para la protección del desarrollo agrícola nacional.

Es imprescindible la necesidad de mayor implementación de políticas gubernamentales correctivas y preventivas para planificar el uso de la tierra. En ese sentido, el Estado debe ejercer su poder de policía, y hacer cumplir las disposiciones vigentes. La planificación preventiva del uso de la tierra debe considerar los atributos y limitaciones de cada sitio (suelo, clima y topografía), para el desarrollo agrícola y prescribir a través de organismos el uso apropiado del suelo tendiente a mantener la sustentabilidad del sistema productivo elegido.

- **Valoración política de los recursos naturales**

La política y los programas gubernamentales siempre han tenido su influencia en el uso de los recursos naturales. Algunas políticas se esfuerzan en alentar el desarrollo de los recursos proporcionando capital económico o de bajo costo como ayuda técnica, y/o acceso a establecimientos de infraestructura (caminos, canales, y puertos). Otras políticas evolucionan en la respuesta a los problemas con respecto a la manera en que son usados los recursos naturales: la conservación y las políticas medioambientales que están relacionados con consecuencias físicas y biológicas del uso de recursos, zonificación o división por zonas, implementación de impuestos, etc; otras políticas tienen impactos en el uso de la tierra, y una variedad de otras se relacionan con el control y propiedad de los recursos naturales.

Las sociedades democráticas adoptan nuevas políticas o adaptan las existentes cuando emerge un consenso generalizado sobre la necesidad de encontrar un equilibrio entre los objetivos fundamentales del país y los programas y políticas productivas del gobierno, o cuando se establece la existencia de un mejor modo de conseguir algún objetivo deseado, como por ejemplo alcanzar los 100 millones de toneladas de granos dentro del marco de la sustentabilidad.

La política de conservación de los recursos naturales suelo y agua está en el centro de lo que será como uno de los mayores desafíos de esta centuria. México, menos que nadie puede escapar de él.

### 3.1 Producción de abono (composta)

Los residuos ganaderos se generan como resultado de la cría intensiva o extensiva de ganado en cualquiera de sus tipologías. Esta definición se basa el origen de los residuos, pero dentro de este grupo podemos hacer otras clasificaciones que tengan en cuenta, a su vez, características propias de este tipo de residuos. Así, nos encontraremos dentro de este grupo de residuos ganaderos, los siguientes subgrupos:

- Estiércoles y purines.
- Residuos zoonosanitarios.
- Subproductos de origen animal no destinados a consumo humano (SANDACH).

Los estiércoles están formados por las deyecciones sólidas, líquidas y las camas del ganado. Los purines son el líquido procedente de la mezcla de orinas del ganado en estabulación con los líquidos que fluyen del estercolero. Es decir es el líquido que escurre del estiércol, no la orina de los animales.

En cuanto a producción de estiércoles y purines, se acepta, de forma general, una producción media diaria de deyecciones sólidas y líquidas, equivalentes al 7% del peso vivo del animal aunque están sometidas a numerosos factores que inciden en una alteración del valor citado. Son numerosas las tablas de producción de residuos por animal que pueden establecerse. Una de ellas es la siguiente:

	Peso del animal (kg)	Cantidad de excrementos/día (kg)	% peso vivo
Bovinos de carne	200 - 250	15 - 30	5,3 - 7
Vacas lecheras	450 - 600	30 - 50	6 - 9
Ovinos	45 - 60	1,5 - 5	3 - 10
Cerdos adultos	160 - 250	5,3 - 25	2,5 - 10
Cerdos de engorde	45 - 100	3 - 9	5 - 10
Pollos de carne	1 - 2,5	0,10 - 0,17	6 - 8
Ponedoras	2 - 2,5	0,15 - 0,25	7 - 12
Pavos	6 - 12	0,40 - 0,70	6 - 7
Caballos	450	20 - 50	3 - 10

El proceso de composting o compostaje de material vegetal con estiércol se basa en la mezcla del estiércol licuado, como es el caso del purín de porcino que tiene más del 90% de humedad, con otros residuos agrícolas, forestales y/o ganaderos, obteniéndose una mezcla con un porcentaje de humedad en torno al 50% y una buena relación C/N, que es fácilmente compostable. Este tipo de compost se incorpora al suelo en barbecho, dejándolo madurar sobre el suelo durante varios días antes de incorporarlo mediante una labor.

La técnica más conocida de compostaje se basa en la construcción de un montón formado por las diferentes materias primas y en el que es importante que los materiales estén bien mezclados y homogeneizados, por lo que se recomienda una trituración previa de los restos de cosecha leñosos, ya que la rapidez de formación del compost es inversamente proporcional al tamaño de los materiales.

La relación carbono/nitrógeno (C/N) debe estar equilibrada, ya que una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseables. La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, pajas y hojas muertas) y en azúcares (hierba verde, restos de hortalizas y orujos de frutas). El nitrógeno será aportado por el estiércol, el purín, las leguminosas verdes y los restos de animales de mataderos. Mezclaremos de manera tan homogénea como sea posible materiales pobres y ricos en nitrógeno, y materiales secos y húmedos.

El montón debe tener el suficiente volumen para conseguir un adecuado equilibrio entre humedad y aireación y deber estar en contacto directo con el suelo. Para ello se intercalarán entre los materiales vegetales algunas capas de suelo fértil. En climas fríos y húmedos conviene situarlo al sol y al abrigo del viento, protegiéndolo de la lluvia con una lámina de plástico o similar que permita la oxigenación. En zonas más calurosas conviene situarlo a la sombra durante los meses de verano.

Se recomienda la construcción de montones alargados, de sección triangular o trapezoidal, con una altura de 1,5 metros, con una anchura de base no superior a su altura. Es importante intercalar cada 20-30 cm de altura una fina capa de de 2-3 cm de espesor de compost maduro o de estiércol para la facilitar la colonización del montón por parte de los microorganismos.



Compostaje en montón

El montón debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa por parte de los microorganismos descomponedores. El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de compostaje, además de homogeneizar la mezcla e intentar que todas las zonas de la pila tengan una temperatura uniforme. La humedad debe mantenerse entre el 40 y 60%.

Si el montón está muy apelmazado, tiene demasiada agua o la mezcla no es la adecuada se pueden producir fermentaciones indeseables que dan lugar a sustancias tóxicas para las plantas. En general, un mantillo bien elaborado tiene un olor característico.

El manejo del montón dependerá de la estación del año, del clima y de las condiciones del lugar. Normalmente se voltea cuando han transcurrido entre 4 y 8 semanas, repitiendo la operación dos o tres veces cada 15 días. Así, transcurridos unos 2-3 meses obtendremos un compost joven pero que puede emplearse semienterrado.

### **3.2 Producción de biofertilizantes**

Los biofertilizantes son productos elaborados en base de:

- Microorganismos
- Bacterias
- Hongos

#### **Función de los biofertilizantes**

Ayudan al proceso de la nutrición biológica de las plantas, permitiendo así un buen aprovechamiento del nitrógeno atmosférico desarrollando un sistema radicular, ayudando a una mayor solubilidad y conductividad de nutrientes.

#### Tipos de biofertilizantes

Los microorganismos tienen la capacidad de transformar el nitrógeno proveniente de:

- Residuos de cosecha
- Fertilizantes
- Desechos de animales
- Nitrógeno atmosférico
- Lluvias

Y convertirlo en amonio y suministrarlo a los cultivos mediante diferentes procesos.

#### Clasificación de los biofertilizantes

- Acción directa

Agrupan microorganismos que habitan en algún componente de los tejidos vegetales, y por ello la acción benéfica se realiza en la planta y no en su medio circundante, es el caso de la Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) y las micorrizas.

- Acción indirecta

La biofertilización es aprovechada primero por el suelo y lo transmite hacia los cultivos, pertenecen a este grupo los mecanismos de acción que trabajan en la solubilización de nutrientes como el fósforo.

#### Inoculantes microbianos

Son sustancias que contienen poblaciones microbianas variadas, su alto contenido en nutrientes le permite reaccionar con la materia orgánica del suelo y así producir sustancias que son benéficas para las plantas:

- Reduce la compactación del suelo
- Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo
- Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos

- Incrementa la biodiversidad microbiana.

### Rhizobium

Rhizobium es una bacteria cuyo hábitat se encuentra en el suelo , que puede ser capaz de colonizar las raíces de leguminosas y fija el nitrógeno atmosférico mediante simbiosis. La morfología y la fisiología de Rhizobium varían de un estado de vida libre a la bacteroíde de nódulos . Ellos son el biofertilizante más eficiente por la cantidad de nitrógeno que fijan.



### Azotobacter

De las varias especies de Azotobacter, *A. chroococcum* pasa a ser el habitante dominante en los suelos herbáceos capaces de fijar  $N_2$  (  $N_2$  2-15 mg fija/g de fuente de carbono ) en medios de cultivo .

La bacteria produce abundante limo que ayuda en la agregación del suelo.



### Azospirillum

*Azospirillum brasilense* y *A. lipoferum*,son los habitantes principales del suelo, la rizosfera y espacios intercelulares de la corteza de la raíz de las plantas gramíneas. Llevan a cabo la relación simbiótica asociativa con las plantas gramíneas. Las bacterias del género *Azospirillum* son organismos de fijación de  $N_2$  aislados de la raíz y las partes aéreas, de una variedad de plantas de cultivo.

La inoculación con *azizpirillum* proporciona resistencia a enfermedades y tolerancia a la sequia.



### Bacterias de solubilizantes de silicato

Estos microorganismos son capaces de degradar silicatos y silicatos de aluminio.

Ej.

Los estudios realizados con un *Bacillus* sp. Aislado mostró que la bacteria es capaz de disolver varios minerales de silicato en condiciones in vitro. El examen de los materiales como el cemento anthrpogetic , insumos agrícolas como super fosfato de roca de fosfato exhibió bacterias solubilizantes de silicato en un grado variable.

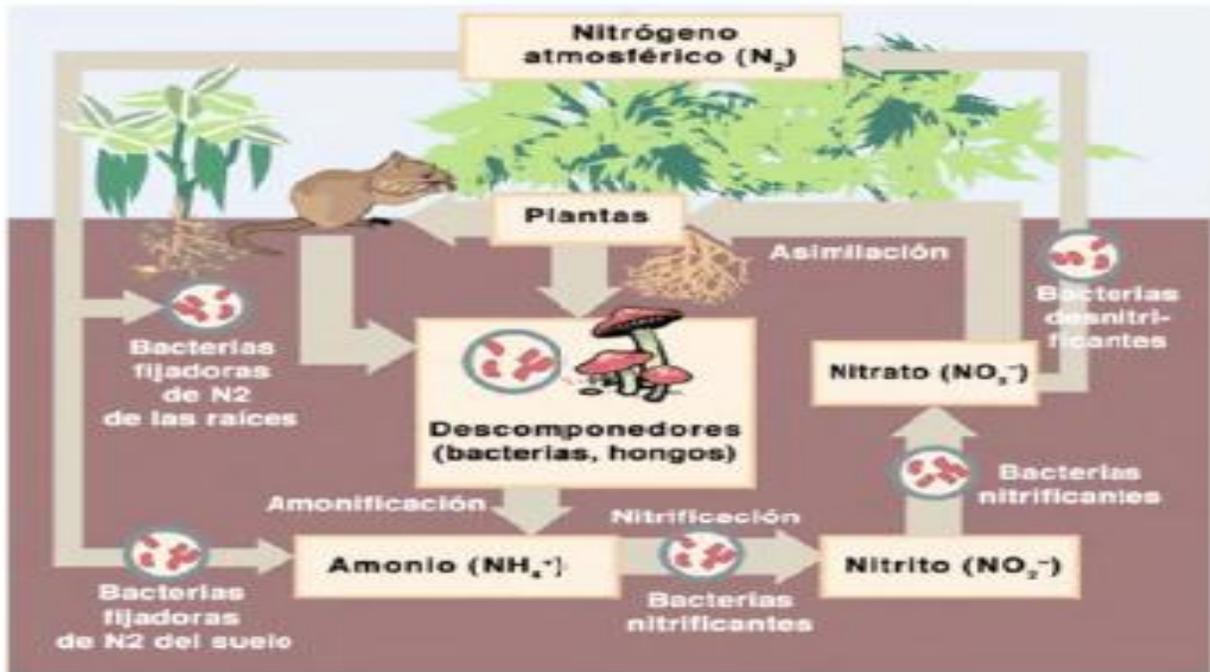
Estudios de inoculación del suelo seleccionado aislar con suelo rojo , suelo de arcilla , arena y tierra de colinas mostraron que los organismos se multiplican en todos los tipos de suelo.



### Fijación biológica del nitrógeno

La reducción de nitrógeno a amonio que se lleva a cabo por bacterias de vida libre o en simbiosis con algunas especies.

Los organismos que son capaces de fijar nitrógeno se llaman diazótrofos.



Plantas ornamentales sin biofertilizante (izq.) y tratadas con biofertilizante (derecha)

### 3.3 Sólidos

Los hongos que se han investigado más intensivamente como inoculantes fúngicos por sus beneficios en la nutrición de las plantas son las micorrizas.

En función de la intimidad de la relación entre la planta y los hongos, las micorrizas se dividen en ectomicorrizas y endomicorrizas. Las hifas de las primeras no penetran células individuales de las raíces de las plantas, mientras que en los hongos tipo AM las hifas penetran la pared celular y el interior de las células corticales sin llegar a colonizar el endodermo, dando origen a una invaginación de la membrana celular. Las hifas de las micorrizas arbusculares se extienden ampliamente en el suelo y funcionan como una extensión de las raíces incrementando la capacidad de absorción de agua y nutrientes del suelo por las plantas. Las endomicorrizas no son detectadas visiblemente y forman una red externa de hifas menos profusa que la encontrada en las ectomicorrizas. Las endomicorrizas conforman el grupo de micorrizas más difundido en el planeta y está dividido en varios subtipos, de los cuales el más representativo e importante es el arbuscular (Espinosa-Victoria, 2000).

Prácticamente todas las plantas forman asociaciones simbióticas con las micorrizas, si bien existen cuatro familias de plantas que usualmente no lo hacen (Peters, 2002): Amaranthaceae (familia del amaranto), Brassicaceae (familia de la coliflor y del brócoli), Chenopodiaceae (familia del betabel y de la espinaca) y Zygophyllaceae (familia de la gobernadora y del palo santo o guayacán).

Microorganismos con actividad promotora de crecimiento y algunos de sus mecanismos de acción.

Grupo y especie	Mecanismo(s)	Fuente
<b>Actinobacterias</b>		
<i>Micrococcus</i> sp.	Solubilización de fosfatos	Nahas (1996) Martínez-Salgado et al. (2007)
<i>Frankia</i> sp.	Fijación biológica de nitrógeno y control de patógenos	Lippi et al. (1992) Arhipchenko et al. (2005) Crawford et al. (1993) Coombs et al. (2004)
<b>Bacteroidetes</b>		
<i>Flavobacterium</i> sp.	Solubilización de fosfatos y fijación biológica de nitrógeno	Nahas (1996), Giri y Pati (2004)
<b>Proteobacterias</b>		
<i>Achromobacter</i> sp.	Solubilización de fosfatos	Nahas (1996)
<i>Azospirillum</i> sp.	Fijación biológica de nitrógeno	Krozky y Werner (1987), Bashan y Holguin (1997)
<i>Azotobacter vinelandii</i>	Fijación biológica de nitrógeno	Dixon y Kahn (2004)
<i>Burkholderia</i> sp.	Solubilización de fosfatos y bioremediación de suelos	Nahas (1996), Lucy et al. (2004), Abdul (2006)
<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i>	Fijación biológica de nitrógeno	Boddey et al. (1991)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Control patógenos y fijación biológica de nitrógeno	Chatterjee et al. (1978) Riggs et al. (2001)

<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Solubilización de fosfatos, producción de sideróforos y control de patógenos	Nahas (1996), Cronin <i>et al.</i> (1997)
<i>Rhizobium</i> sp.	Fijación biológica de nitrógeno y control de patógenos	Angle (1986), Bashan y Holguin (1997), Bashan (1998), Yanni <i>et al.</i> (2001)
Cianobacterias		
<i>Nostoc</i> sp.	Fijación biológica de nitrógeno	Kroczky y Werner (1987), Maunukela (2001)
<i>Anabaena</i> sp.	Fijación biológica de nitrógeno	Kroczky y Werner (1987), Maunukela (2001)
Firmicutes		
<i>Bacillus megaterium</i>	Solubilización de fosfatos	Bashan (1998)
<i>Bacillus subtilis</i>	Producción de sideróforos	Madigan y Martinko (2005)
Glomerycota		
Hongos arbusculares como <i>Glomus</i> sp, <i>Gigaspora</i> sp. y <i>Scutellospora</i> sp.	Aumento en la absorción de agua, fósforo y minerales traza	Abbott y Robson (1984), Bethlenfalvai (1993)
Ascomycota		
<i>Aspergillus niger</i>	Solubilización de fosfatos y control de patógenos	Tarafdar y Claassen (1988), Khan y Anwer (2007)
<i>Penicillium bilaii</i>	Solubilización de fosfatos	Vessey y Heisinger (2001), Leggett <i>et al.</i> (2002)
<i>Trichoderma harzianum</i>	Control de patógenos	Harman (2006)

Algunos de los beneficios de las micorrizas en las plantas incluyen un aumento en la absorción de agua, fósforo y minerales traza (especialmente cuando estos nutrientes se encuentran en formas moderadamente solubles en el suelo; Abbott y Robson, 1984), control

de patógenos del suelo (Whipps, 2001) y estabilización de la estructura del suelo mediante un incremento en su agregación (Miller y Jastrow, 2000).

Otros mecanismos de acción de las micorrizas se relacionan con la inducción de resistencia sistémica y la alteración de la morfología de las raíces. Estudios como los de Nicolotti y Egli (1998) demuestran, por otro lado, el potencial de estos hongos para la bioremediación de suelos contaminados a través de diversos mecanismos como la producción de la glicoproteína denominada glomalina (Abdul, 2006).

#### Ectomicorrizas

Estas asociaciones simbióticas típicamente se forman entre las raíces de plantas leñosas y hongos pertenecientes a los Phyla Basidiomycota, Ascomycota y Zygomycota.

Las ectomicorrizas colonizan aproximadamente un 10% de las familias de plantas que incluyen pinos, abedules, eucaliptos, encinos y hayas, entre otros.

Las ectomicorrizas se pueden visualizar macroscópicamente pues el hongo rodea a la raíz y forma una capa o manto fúngico. A partir de esta estructura, las hifas se introducen entre las células de la corteza, sin llegar a penetrarlas y forman de esta manera la red de 'Harting', ocasionando diversos cambios anatómicos. En algunos casos las hifas penetran las células vegetales y forman una ectendomicorriza. Por fuera de las raíces el micelio del hongo forma una extensa trama dentro del suelo y material vegetal en descomposición que ayuda a estabilizar el suelo y ampliar el acceso de las plantas a fuentes de agua y nutrientes que de otra manera serían inaccesibles a las plantas. De este modo, las ectendomicorrizas forman un manto externo, al igual que las ectomicorrizas, pero también penetran en el interior de las células, como las endomicorrizas, y no forman vesículas o arbusculos.

Es importante mencionar que si bien algunos microorganismos tales como las ectomicorrizas y del género *Frankia* se asocian comúnmente con especies forestales, también algunas bacterias promotoras del crecimiento vegetal ejercen un efecto significativo sobre el crecimiento de estas plantas (Shishido et al., 1999; Elo et al., 2000).

#### Endomicorrizas

Las endomicorrizas conforman un grupo muy variable de hongos que se clasifican en arbusculares, ericoides, arbutoides, monotropoides y orquidioides (Peterson et al., 2004).

Las asociaciones de micorrizas arbusculares o AM (previamente conocidas como vesículo-arbusculares o VAM) son formadas únicamente por hongos pertenecientes al Phylum Glomeromycota. Las hifas de las micorrizas arbusculares penetran en las células de las raíces produciendo estructuras ovales (vesículas) o invaginaciones conocidas como arbuscúlos que se ramifican dicotómicamente dentro de la célula para aumentar la superficie de interacción del hongo con la planta hospedera.

Debido a que colonizan casi 2/3 de las plantas terrestres y se encuentran en casi todos los ecosistemas del mundo, las micorrizas arbusculares constituyen el grupo de hongos simbióticos más importante desde un punto de vista agrícola y ecológico. Actualmente son el grupo de hongos más empleado en la formulación de biofertilizantes y son fuertes candidatos para el biocontrol de fitopatógenos a través de sus capacidades competitivas por los espacios disponibles en las raíces. El funcionamiento de estos hongos se ve afectado en suelos con altos contenidos de fósforo (Weissenhorn et al., 1995; Linderman y Davis, 2004; Arnold y Kapustka, 1987) o metales pesados (Leyval et al., 1997), por lo que se recomienda utilizar dosis bajas de fertilizantes fosfatados al utilizar hongos AM en el campo.

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares son simbiontes obligados que deben multiplicarse necesariamente en asociación con las raíces de una planta hospedera. Todas las estructuras propias de los hongos AM son fuentes de inóculo potenciales, aunque en la práctica sólo tres tipos de inóculo han demostrado ser efectivos: las esporas, las raíces de plantas infectadas y las hifas de los hongos.

Las fuentes de inóculo original de las micorrizas provienen del conjunto de hongos que están asociados a las raíces o que se encuentran en la rizósfera de las plantas, ya sea en ecosistemas y agroecosistemas. Debido a su simbiosis obligada, la producción masiva de estos microorganismos requiere que los hongos sean cultivados en asociación con las plantas en contenedores con sustratos estériles y bajo condiciones controladas de riego y nutrición. El principal acarreador que se ha empleado para la multiplicación de los hongos es comúnmente suelo estéril. El biofertilizante ya formulado consiste básicamente en suelo impregnado con

propágulos de una especie o ecotipo determinado de hongo (esporas, micelio, raíces con vesículas y arbusculos) y se caracteriza por su alto grado de infectividad y fácil manipulación, lo que le confiere un considerable interés de aplicabilidad, particularmente en aplicaciones masivas. Comúnmente, la calidad de un biofertilizante micorrízico se determina por su contenido de esporas, las cuales también sirven para realizar estudios taxonómicos de los hongos. Para realizar el aislamiento de las esporas se emplea la técnica de Gerdemann y Nicolson (1963).

### **3.4 Foliares**

El biol es un excelente abono foliar que sirve para que las plantas estén verdes y den buenos frutos como papa, maíz, trigo, haba, hortalizas y frutales. El Biol se prepara con diferentes estiércoles que se deben fermentar durante dos a tres meses en un bidón de plástico.

Funciones del biol

El biol nutre, recupera, reactiva la vida del suelo y fortalece la fertilidad de las plantas. Es un abono que estimula la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades y permite sustituir a una gran parte de fertilizantes químicos.

- El biol puede usarse como fertilizante o para combatir plagas, esto depende de los ingredientes adicionales que se utilice en su elaboración, ya que si se desea que sirva para combatir una plaga se debe utilizar ingredientes como: ají, ajo, cebolla, marco, ruda y demás plantas, que tengan olores amargos y fuertes, esto evitará y alejará a los insectos por su aroma desagradable.

### **3.5 Lombricultura**

El uso de desechos orgánicos en el medio rural como fuente de insumos agrícolas es una práctica antigua y frecuente, que busca mejorar la fertilidad de los suelos y su contenido orgánico. Los desechos utilizados más comúnmente varían desde el rastrojo, estiércol, pulpa o cascarilla de café, bagazo y cachaza. En su mayoría, estos desechos son utilizados directamente, sin ningún tipo de tratamiento o manejo previo.

Precisamente la lombricultura representa una alternativa que mediante procesos microbiológicos, busca mejorar las características fisicoquímicas del suelo y generar productos naturales de alto contenido nutrimental, que actúan como aceleradores del crecimiento de frutos, aumentan la resistencia de las plantas y mejoran los suelos. La lombricultura inició su desarrollo en los Estados Unidos a finales de la década de los años cuarenta y principios de los cincuenta, extendiéndose a América Latina alrededor de 1980. Otros países donde existe esta actividad son Suiza, Holanda, España, Cuba, Japón, Canadá, Perú, Colombia y, más recientemente, México (Martínez, 1999).

El proceso que a continuación se describe nació como una iniciativa familiar dentro del giro agropecuario. Esta iniciativa surge como respuesta a las circunstancias adversas enfrentadas en su momento: económicas, propias de toda actividad hoy en día, e inclemencias climatológicas, como sequías, heladas y granizo. De esta manera, fue posible experimentar con esta idea innovadora y consolidar la gestión de un agro negocio sustentable.

La lombricultura se refiere a la cría, explotación y reproducción de lombrices para digestión de materia orgánica en medios controlados, obteniendo como producto un fertilizante natural característico por su alto contenido de nutrientes y proteínas. Los elementos básicos para su desarrollo son (Martínez, 1999):

- Agua. Debe estar libre de contaminantes y/o agentes desinfectantes (como cloro). Los requerimientos de humedad son mínimos y deben vigilarse cuidadosamente para no excederse.
- Tipo de desecho. El tipo de desecho repercute directamente en el desarrollo de la lombriz. Debe ponerse especial atención en no utilizar desechos de animales de engorda o que consuman hormonas que pudieran estar presentes en el desecho. A su vez, debe tenerse en cuenta el costo de los desechos, preferentemente que formen parte de la cadena productiva local (es decir, que no tengan costo).
- Espacio. En función de la cantidad de desechos, será la escala de producción.
- Lombrices. El tipo de lombriz necesaria se denomina lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) debido a su alta resistencia, voracidad, adaptabilidad y alta capacidad reproductiva.

El proceso de producción del biofertilizante requiere fundamentalmente de contar con la materia prima, que en este caso es la lombriz y el desecho orgánico (estiércol). Asimismo, se debe tener un mínimo de infraestructura y equipo para hacer más eficiente el proceso.

Para establecer el pie de cría de lombriz y comenzar la producción del fertilizante, se deben tener piletas, literas o camas construidas directamente sobre el suelo. Sus dimensiones pueden ser de 1 a 1.8 metros de ancho, 7 metros de longitud o más, y hasta 1.5 metros de alto (Ferruzzi, 1986). Estas piletas deben contar con sombra natural o artificial para evitar la luz directa del sol (pues afecta a la lombriz), estar aisladas del acceso a aves que se comen a la lombriz y tener protección impermeable que evite fugas de líquido hacia el suelo. Esto se logra equipando con malla sombra, tela de gallinero o mosquitero y geo membrana (o cemento pulido), respectivamente, tal y como se aprecia en la figura siguiente:



Piletas de producción de biofertilizante

Para establecer el cultivo se comienza depositando la materia orgánica junto con la lombriz. Aproximadamente, se deberán colocar en proporción 2 kilos (kg) de lombriz por metro cuadrado de superficie y una capa de 10 a 15 centímetros (cm) de material orgánico seco dentro de los lechos y humedecerse (Ferruzzi, 1986). Esta materia orgánica entre más triturada y de tamaño más homogéneo sea, será más digerible para la lombriz. La alimentación se debe realizar cada 7 días colocando una capa de 10 cm cada vez, sin embargo esto puede variar en función de la población existente de lombrices y la concentración deseada del fertilizante. Al final del proceso se recolecta por gravedad el lixiviado líquido o, en su defecto, el producto sólido en forma de tierra.

Los factores a considerar para trabajar con lombrices son: la temperatura, siendo ideal para el desarrollo de la lombriz, 25 °C; la acidez o pH, que deberá oscilar entre 6.5 y 7.5, ya que puede generar serios problemas a la lombriz y ocasionar su muerte; la humedad, pues la lombriz requiere un medio húmedo para alimentarse, así como para su respiración, recomendándose del 75 al 80% de humedad; y la relación carbono-nitrógeno, que es básica para obtener el proceso de transformación en un tiempo corto, que se recomienda inicialmente sea de 25 a 30 para terminar entre 14 y 20. Así, se asegura que el proceso de digestión-transformación-producción completa dure alrededor de tres meses, desde la gestación hasta la recolección del producto final, ya sea sólido o líquido (Martínez, 1999).

Las características básicas de la lombricultura son (Ferruzzi, 1986):

- De fácil producción, sin embargo es necesario disponer de suficiente cantidad de desechos orgánicos y no perder el módulo de lombrices, ya que sin alimento escapan.
- Mantener la adecuada humedad dentro de la cama de lombricultura. Con mucha agua la lombriz se ahoga: es suficiente con humedecer de manera frecuente y ligera, sin que se encharque.
- Las lombrices deben estar tapadas, ya que pueden ser comidas por aves de corral y otras aves. Sólo en caso que se tenga exceso en la población de lombrices, se puede proveer como alimento a estas aves.
- Se deben proteger las camas de las lluvias con un techo que puede ser de plástico, para evitar el ahogamiento de la lombriz.
- Como producto se obtiene humus de lombriz (líquido o sólido), el cual se considera utilizable después del periodo de maduración de aproximadamente 3 meses.
- Se usa el humus (líquido/sólido) de lombriz para vigorizar la planta, incrementar el rendimiento y la resistencia a factores ambientales adversos, tales como heladas, sequías e infertilidad de los suelos.

### **3.6 Producción de humus**

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico 100% natural, que ha resultado mucho más rentable que otros abonos orgánicos, debido a su composición única de elementos como nitrógeno, fósforo y potasio (NPK). El nitrógeno es considerado como el componente

esencial para incrementar la rentabilidad agrícola, debido a que aumenta el tamaño y la producción de los cultivos, además de que hace más efectiva la fertilización (FAO, 1985). Según la Food and Agriculture Organization (FAO), la fertilidad de los suelos se relaciona directamente con la cantidad de materia orgánica que albergan, siendo un suelo fértil aquel que contiene de 2 a 6% de la misma, sin exceder del 30%.

El humus de lombriz acelera el crecimiento y producción de los frutos por la acción benéfica del nitrógeno, ya que permite que los nutrientes sean inmediatamente asimilables para las plantas. A su vez, mejora la estructura del suelo ayudando a que frutos y plantas se purifiquen de los componentes químicos residuales de anteriores abonados con productos químicos (Ferruzzi, 1986).

Además, el humus es rico en oligoelementos, sustancias necesarias para el metabolismo de las plantas. En comparación con otras materias orgánicas usadas como fertilizantes, el humus contiene una composición de los elementos mayores (nitrógeno, fósforo y potasio) más balanceada. Su actividad fito-hormonal estimula el crecimiento acelerado de las raíces durante el periodo de germinación, mientras que su actividad biológica actúa como regulador del crecimiento. Asimismo, ayuda a mejorar el perfil del suelo, al influir en el proceso de mineralización y su gran cantidad de agregados retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, haciendo la planta resistente a la humedad, compactación y condiciones extremas. El humus es un producto inofensivo para la salud, ya que no es transmisor de ningún agente patógeno (Reinés, 1998).

Entre los componentes más esenciales del humus de lombriz están el nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, azufre, calcio y magnesio, además de contenidos de ácidos orgánicos, como húmicos y fúlvicos, que cumplen un rol trascendente al corregir y mejorar las características fisiológicas de los suelos (Schuldt, 2006). Su contenido bacteriológico actúa como inhibidor de patógenos, protegiendo a las plantas y ayudando al control de ciertas plagas. El humus de lombriz es uno de los abonos más baratos en el mundo, su nivel de costos se sitúa luego del residuo de las cosechas y el excremento de animales propios (Ferruzzi, 1986).

Entre las ventajas del humus de lombriz están su naturaleza orgánica, que no daña el ecosistema y que al usarse como complemento, reduce la contaminación por uso

indiscriminado de fertilizantes químicos. También, al actuar como mejorador de fertilidad en suelos pobres, ayuda a las plantas a ser más resistentes a enfermedades y/o cambios bruscos de temperatura. Además, puede almacenarse por largas épocas, siempre y cuando no se deje directamente al sol. Como no es un producto tóxico, no existe un límite en cuanto a la cantidad de aplicación, aparte de que puede aplicarse tanto radicular como foliarmente.

## **Unidad 4**

### **Conservación y mejora de suelos.**

#### **4.1 Planificación de Potreros sustentables**

La conservación de suelos es un sistema que complementa y combina obras estructurales, medidas agronómicas, de fertilidad y agroforestales, Este sistema debe aplicarse de la forma más completa posible, si se desea tener éxito tanto en la protección del suelo como en la productividad. Tomando en cuenta esta combinación se puede, al mismo tiempo, lograr los siguientes objetivos:

- **Controlar la erosión:** evitando que la corriente arrastre suelo La cantidad de suelo fértil que se pierde en cada invierno y que la corriente se lleva al río u otros depósitos es muy alta, esta pérdida erosiva da como resultado la pérdida de la capa productiva del suelo y la formación de cárcavas, las prácticas de conservación de suelos están orientadas a frenar la velocidad del paso de agua por sobre el suelo (escorrentía).
- **Aprovechar mejor el agua:** aumentar la infiltración del agua en el suelo. Fuera del suelo se pierde toda el agua de la escorrentía que no logra infiltrarse en el suelo, esta agua no puede ser aprovechada por los cultivos, las obras de manejo de suelo y agua permiten el almacenamiento y/o el aprovechamiento del recurso hídrico, dando un uso sostenible al suelo.
- **Mejorar la fertilidad de los suelos y prevenir con más eficiencia las plagas y enfermedades.**

La conservación de suelos, además de contemplar la construcción de obras físicas para el manejo del mismo, consiste también en la aplicación de medidas que ayuden a mejorar la fertilidad del suelo con el propósito de evitar las pérdidas de suelo por erosión y mejorar el rendimiento de los cultivos.

Para lograr el cumplimiento de estos objetivos, existen numerosas prácticas de conservación, todas giran alrededor de los siguientes cuatro principios, para el manejo de suelos:

- Proteger la superficie del suelo.

Una cobertura vegetal protege el suelo contra el golpe de las gotas de lluvia y el arrastre del agua de escorrentía. También aumenta la infiltración del agua en el suelo porque, bajo la protección de la cobertura, éste no pierde su buena estructuración por la compactación.

Prácticas: capa de material vegetal muerto (rastrajo o mulch), siembra de abono verde, agroforestería, labranza mínima, siembras en contorno.

- Reducir el largo de la pendiente.

Hay varias prácticas que reducen el largo de la pendiente y con eso la velocidad de la escorrentía. También ayudan a aumentar la penetración del agua en el suelo y reducen así la cantidad de suelo perdido por los procesos erosivos. Con las obras de reducción o corte de la pendiente, el suelo que arrastra la escorrentía se sedimenta y se mantiene en cada estructura construida.



Prácticas: barreras vivas, muros de retención, zanjas de ladera, terrazas de base angosta, callejones o hileras de árboles.

- Reducir la inclinación de la pendiente.

Con todos los tipos de terrazas se evita la escorrentía y se aumenta la infiltración del agua en el suelo. Las terrazas, al mismo tiempo, ofrecen una plataforma cultivable.



Prácticas: Terrazas de banco, terrazas de base angosta, camellones, miniterrazas o terrazas individuales.

- Incorporar materia orgánica al suelo.

Estas prácticas ayudan considerablemente a mejorar la fertilidad del suelo. La materia orgánica se vuelve humus, que funciona como una esponja, lo que favorece mucho a la infiltración del agua en el suelo y su retención, la disponibilidad de nutrientes y también la disminución en la escorrentía en el suelo.

La Agricultura Sostenible en Laderas (ASEL) utiliza estas técnicas las cuales disminuyen la erosión de los suelos en las laderas, evitando la reducción paulatina de la fertilidad de los mismos y la disminución de la capacidad del suelo para retener agua, y de esa manera evitar la progresiva reducción de la productividad de las fincas. La ASEL transfiere tecnologías a productores y productoras de bajos costos de inversión y mantenimiento, como por ejemplo, las tecnologías de conservación de agua y micro riego, para asegurar la producción en estas zonas agroecológicas.

#### 4.1 Adiciones de M.O.

El uso y aplicación de materia orgánica en agricultura es milenaria, sin embargo paulatinamente fue experimentando un decrecimiento considerable, probablemente a causa de la introducción de los fertilizantes químicos que producían mayores cosechas a menor costo. Sin embargo, durante los últimos años se ha observado un creciente interés sobre la materia orgánica, habiendo experimentado su mercado un gran auge ligado al tema de los residuos orgánicos que encuentran así, una aplicación y el desarrollo de nuevas tecnologías (Terralia, 1998).

Los residuos orgánicos sin descomponer están formados por: hidratos de carbono simples y complejos, compuestos nitrogenados, lípidos, ácidos orgánicos (cítrico, fumárico, málico, malónico, succínico); polímeros y compuestos fenólicos (ligninas, taninos, etc.) y elementos minerales. Todos estos componentes de la materia viva sufren una serie de transformaciones que originan lo que conocemos como materia orgánica propiamente dicha. En el suelo coinciden los materiales orgánicos frescos, las sustancias en proceso de descomposición (hidratos de carbono, etc.) y los productos resultantes del proceso de humificación. Todos ellos forman la materia orgánica del suelo.

El suelo recibe una gran cantidad de restos orgánicos de distinto origen, entre éstos, restos de las plantas superiores que llegan al suelo de dos maneras: se depositan en la superficie (hojas, ramas, flores, frutos) o quedan directamente en la masa del suelo (raíces al morir). Otras dos fuentes importantes son el plasma microbiano y los restos de la fauna habitante del suelo.

Basándose en lo anterior, se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como un continuo de compuestos heterogéneos con base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos en continuo estado de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos y muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponer. Inmediatamente después de la caída de los materiales al suelo y muchas veces antes, comienza un rápido proceso de transformación por parte de los macro y microorganismos que utilizan los residuos orgánicos como fuente de energía. El proceso de descomposición está acompañado de la liberación de CO<sub>2</sub> y de los nutrimentos contenidos en los residuos orgánicos. Del 75 – 90 % de los restos orgánicos están constituidos por agua. Una fracción pequeña de MOS está constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, etc., y en su mayor parte están formadas por las llamadas sustancias húmicas, que son una serie de compuestos de alto peso molecular. Estas sustancias húmicas han sido divididas grupos de acuerdo a su solubilidad en soluciones ácidas y básicas concentradas: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos,

huminas. Los ácidos húmicos son moléculas más grandes y complejas que los ácidos fúlvicos, además presentan contenidos más altos de N, pero menor de grupos funcionales.

Los científicos agrícolas han reconocido los beneficios de la MOS para la productividad de los cultivos. Esos beneficios han sido sujeto de controversia por mucho tiempo y algunos se mantienen actualmente. Muchos de estos beneficios de la MOS han sido bien documentados, pero algunos efectos están íntimamente asociados con otros factores del suelo que es difícil atribuirle solo a la materia orgánica. Otro de los inconvenientes están ligados a la falta de precisiones para definir específicamente las varias fracciones dentro de la MOS. El efecto benéfico de la MOS sobre la fertilidad de los suelos especialmente sobre aquellos altamente meteorizados es de una importancia dramática con relación a sus contenidos, pues está demostrado que incrementos mínimos benefician simultáneamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Aunque la interacción de estas tres propiedades dificulta la cuantificación del efecto benéfico de la MOS, para complicar aún más la situación es muy factible que los distintos componentes de la MOS estén afectando simultáneamente y en forma distinta la dinámica, las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Aunque no se conoce a ciencia cierta la naturaleza de los procesos implicados ni las fracciones de MOS que afectan las propiedades del suelo, es claro que ésta presenta efectos benéficos con los siguientes: ! Es fuente importante de micro y macronutrientes especialmente N, P, Y S, siendo particularmente importante el P orgánico en los suelos ácidos. ! Ayuda a la estabilización de la acidez del suelo. ! Actúa como agente quelatante del aluminio.

## **4.2 Método Voisin de Pastoreo**

La práctica del pastoreo es absolutamente ancestral, pues nació desde el mismo momento en que Dios creó al ganado y asignó como su alimento las pasturas y como pastor a Adán. Sin embargo, sólo hasta principios del siglo XX, Warmhold, el primer científico en proponer el método de "rotación de potreros", dio inicio a la práctica zootécnica de dejar descansar las pasturas para permitir su óptima recuperación (en cantidad y calidad), y solo hacia mediados del mismo siglo se hizo popular esta práctica a través de los escritos y conferencias del Dr. André Marcel Voisin (Francia 1903 - Cuba 1964). En la actualidad, "rotar los potreros" es

bastante común, no sólo con los bovinos sino con todas las especies herbívoras que pastorean en los campos ganaderos (equinos, ovinos, caprinos, etc.). Sin embargo, a pesar de lo común, el hecho de rotar potreros no significa que estemos realizando un PASTOREO RACIONAL, pues este último va mucho más allá del simple hecho de rotar los potreros.

Antes de Warmhold (siglo XIX hacia atrás), ya había registro de intentos por utilizar la cerca como instrumento para controlar el pastoreo, pero debido a que los pastos no se cultivaban en forma intencional, es decir, mediante técnicas agronómicas como se hace con los demás cultivos agrícolas, para alimentar al ganado, la ganadería en general se realizaba en forma extensiva de modo que "toda la finca era un solo potrero", y las pasturas, por supuesto, nunca tenían descanso, pero eso se compensaba con la muy baja carga animal que soportaba (menos de 1 unidad ganadera o cabeza por Ha de superficie en pasto). Al haber baja carga, los potreros se recuperaban muy lentamente y nunca lograban una alta producción de forraje. A esta forma de pastorear, que aún practican la mayoría de los ganaderos en Latinoamérica y el mundo entero, se le denomina "Pastoreo Extensivo".

### **El cambio del pastoreo extensivo a la rotación de potreros**

El Dr. Patiño (*Dr. Honoris Causa en Ciencias de la Universidad del Valle, Colombia*), fallecido en el año 2001, y quien se destacó por ser uno de los expertos agrícolas que más aportaron al desarrollo de la agricultura de nuestro continente, en su obra titulada "plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial", menciona que hasta hace muy poco los pastos no se trataron como cultivos agrícolas. Dice el Dr. Patiño que: "Aún en las mismas regiones del Viejo Mundo donde la ganadería alcanzó el pináculo (el punto más alto como industria), por ejemplo Europa occidental, el cultivo intencional de praderas fue un fenómeno tardío. En Inglaterra, como un reflejo de lo alcanzado en Holanda y otros países continentales, sólo empezó en el siglo XVI el uso de cercas y el cultivo de pastos, que permitían alimentar el ganado en invierno en vez de matarlo (Prentice, 1946). El cultivo de gramíneas y leguminosas en rotación, sólo empezó en Flandes en la época del Renacimiento (siglo XVI), utilizando

especies del Mediterráneo. De los Países Bajos pasaron aquellas técnicas y estas especies a Inglaterra, y de aquí a las colonias inglesas de Norte América (Carrier, 19233; Maurizio, 19324)".

De forma natural, en el trópico del continente americano una gran variedad de gramíneas nativas de buena palatabilidad (gustosas al paladar) cubrían las grandes extensiones no aprovechables para la industria agrícola. Sobre ellas se introdujeron los ganados a pastorear en forma extensiva, hasta que se fueron introduciendo nuevas especies de gramíneas importadas sembrándolas por semilla. Esto ocurriría solo hacia mediados del siglo XIX, y ha ido adquiriendo mayor importancia cada día. A medida que la producción animal va perdiendo el carácter exclusivamente extensivo que tuvo en la época colonial, también se han introducido más especies forrajeras, en un intento de obtener pastos de mayor volumen y rendimiento y valor nutritivo más elevado.

Según el Dr. Patiño, el ejemplo más conocido de cultivo masivo de pastos en Colombia, es aquel que, para la misma época en que se inició la siembra de nuevas especies importadas, siguió a la quiebra del tabaco de Ambalema (Departamento/Provincia del Tolima, Colombia) a mediados del siglo XIX, utilizando la guinea y el pará (Camacho, 19232; Samper, 19259). Para la misma época también comenzarían a introducirse cultivares de ciertas especies en el Sinú y Antioquia, en especial la Colosuana y las de género *Brachiaria*, y de avena, cebada, alfalfa y tréboles en la sabana de Cundinamarca. Los montes del valle de Risaralda (principalmente de uso cafetero), por su parte, sólo fueron cultivados con pastos introducidos hacia 1891 por Clemente y Tomás Díaz Mookken (Arboleda, 19261). En el valle del Cauca, la siembra de pastos también empezó a generalizarse a partir de mediados del siglo XIX (Schenck, 195310). El cultivo en grande de gramíneas forrajeras, se ha considerado como el fenómeno económico más importante en la Nueva Granada (antiguo nombre de Colombia) desde 1821 hasta el fin del siglo (Ospina, 19555).

La tala de árboles y el uso del fuego para el establecimiento de praderas como método para erradicar absolutamente la vegetación nativa para poder introducir nuevas especies de gramíneas y hacer potreros para uso ganadero, muchas veces era exagerado, ocasionando la

ruina de los suelos por degradación del terreno (Sáenz, 18928). Lo triste es que aún esta práctica sigue vigente y es apenas ahora cuando la naturaleza nos está pasando la cuenta de cobro por el daño que le hemos causado.

Esta es pues la historia muy resumida de la forma como se inició el cultivo de pastos con especies foráneas (provenientes del extranjero) introducidas a los terrenos para uso ganadero en Colombia y el resto de América. Y fue entonces a mediados del siglo XX, coincidiendo con el nacimiento de la profesión de la zootecnia o ciencia de la producción animal (obtención de alimentos mediante la explotación de especies animales), como se da inicio al estudio de la técnica de "rotación de potreros de Warmhold" en la academia, y cuando más se impulsa su adopción, adaptación y desarrollo en las ganaderías colombianas.

Para entonces, un buen número de ganaderos venían practicando el "pastoreo alterno", como un intento de copiar la técnica que los ganaderos norteamericanos estaban practicando desde el siglo XVIII, y quienes a su vez lo copiaron de los ingleses. El pastoreo alterno consistía en tener la finca dividida en dos partes, de forma que todo el ganado estaba en una de estas partes, mientras la otra parte descansaba, luego cuando esta ya estaba de pastorear, entonces el ganado pasaba al otro lado y así se iba "alternando" el pastoreo.

Esta técnica es bastante riesgosa, debido a que según el número de animales que componían la carga, al estar todos al mismo tiempo sobre un solo potrero, el pasto cada vez era consumido más joven, lo cual causaba tremendas alteraciones digestivas en el animal, o aún, intoxicaciones por acumulación de nitritos y nitratos, que son formas amoniacales del nitrógeno que aún la planta no ha convertido a nitrógeno mineral para que pueda ser metabolizado por el organismo del animal y convertirlo en proteína. Muchos casos de mortalidad se han presentado, especialmente en los hatos lecheros por este tipo de intoxicación.

Pero además de esto, mientras más joven es consumido el pasto, menos productiva se hace la pastura y menor capacidad de carga puede soportar, y tan sólo el hecho de permitir que el ganado permaneciera por un largo tiempo en el mismo potrero y consumiera los

rebrotos jóvenes, hacía que el ganado le causara al pasto un efecto de enanismo (acortamiento entre los nudos de la planta) al no permitirle desarrollarse totalmente hasta su punto de cosecha.

Por estas y muchas más razones, el pastoreo alterno se fue transformando en pastoreo rotacional cuando el predio dividido inicialmente fue sufriendo más divisiones de potreros, con el propósito de permitir un mayor descanso al pasto en cada potrero. La técnica fue "perfeccionada" desde la academia con el paso de los años, de tal modo que incluso se propusieron ecuaciones matemáticas muy simples, con el fin de calcular el número de potreros, el tamaño de los mismos, los tiempos de ocupación y descanso, y la carga animal a soportar en una determinada pastura, con base en los tiempos requeridos por cada especie para alcanzar su punto de cosecha. La ecuación planteada para esto es:

1. Suponiendo que el tiempo requerido para el punto de cosecha de una determinada pastura es 40 días:
2. Número de potreros requeridos = (días en descanso ÷ días en ocupación por potrero) + 1. Ej:  $(40 \div 8) + 1 = 6$  potreros
3. Tamaño del potrero en metros cuadrados =  $((\text{Número de animales que van a pastorear} \times \text{consumo de pasto en Kg./animal}) + \text{pérdidas de pasto en el potrero en Kg.}) \div \text{aforo promedio (Kg. de pasto disponibles por metro cuadrado)} \times \text{número de días que va a ser ocupado cada potrero}$ . Ej:  $((50 \text{ animales} \times 40 \text{ Kg./animal}) + 30\% \text{ de pérdidas}) \div 1,5 \text{ Kg./m}^2 \times 8 \text{ días} = 13866 \text{ m}^2 = 1,4 \text{ Ha aprox.}$
4. Área total requerida de pastoreo = 6 potreros  $\times$  1,4 Ha = 8,4 Ha (9 Ha aprox.)
5. Conclusiones: Se requieren 9 Ha divididas en 6 potreros de 1,4 Ha cada uno, y con una producción de 1,5 Kg. de pasto fresco por  $\text{m}^2$  como mínimo, y pérdidas que no superen el 30% de la disponibilidad total del pasto producido, ocupando cada potrero durante 8 días máximo, para así poder garantizar un descanso total de la pastura de 40 días. La carga animal no podrá ser superior a 50 animales, y el consumo por animal en promedio no puede ser superior a 40 Kg. de pasto fresco. Si alguna de estas cifras varía, el resultado del pastoreo planificado puede fracasar si no se hacen los ajustes pertinentes.

Pero como dice el adagio popular "del dicho al hecho, hay mucho trecho", pues en teoría este ejercicio nos propone un pastoreo que manejaría una carga animal de 5,5 cabezas por Ha de superficie. En realidad, son muy pocos los ganaderos que hacen este tipo de cálculos, y todo lo hacen al tanteo, de modo que muy pocos ganaderos manejan cargas animales superiores a 1 cabeza por Ha, y los que manejan cargas más altas por lo general son los lecheros (de lechería especializada tipo Holstein en clima frío) que son capaces de manejar entre 3 y 4 cabezas por Ha (incluyendo desde los recién nacidos hasta el más adulto). En suma a lo anterior, la costumbre nuestra, o mejor dicho, la tradición de la ganadería en Latinoamérica, es la de realizar una rotación en orden consecutivo, es decir, que el ganado va pasando del potrero en que se encuentra al que le sigue en su orden respectivo como se ve en el siguiente gráfico:



Algunos ganaderos, además de realizar el pastoreo en orden consecutivo (inician el pastoreo en el potrero #1, luego pasan al 2, después al 3, al 4 y así hasta culminar en el 8, para volver a iniciar en el 1), franjean cada potrero (forman pequeñas franjas de pastoreo) implementando una cerca móvil que va corriendo el encargado cada vez que notan que la pastura ya ha descendido hasta 10 a 15 cm. de altura desde el suelo, lo cual ocurre después de aproximadamente 6 a 8 horas de pastoreo, es decir que mueven la cerca una a dos veces al día.

Este sistema también tiene sus propios riesgos, ya que a pesar que el pastoreo es más controlado, aún el ganado tiene mucha libertad de consumir el pasto que desea debido a que

la carga del potrero es muy baja como ya se comentó antes. Si el ganado tiene la oportunidad de seleccionar lo que se come, entonces siempre preferirá el rebrote que el pasto maduro y que las mal llamadas "malezas" que preferimos llamar "arvenses". Así, una gran cantidad de pasto maduro se pierde, además que se pierde también el pasto que el ganado pisotea, el pasto donde orinan o defecan, el pasto donde se acuestan, etc. y por supuesto, proliferan las "arvenses", que le restan productividad a la pastura, aunque algunas de ellas sean nutritivas.

En Cultura Empresarial Ganadera, hemos analizado en múltiples ganaderías de un 70% de las regiones del país, que en la gran mayoría de las ganaderías en pastoreo extensivo o en pastoreo rotacional, aún con franjeo, la productividad de las pasturas es muy baja (casi siempre por debajo de 1 Kg. de pasto fresco por m<sup>2</sup> en climas medio y cálido, y por debajo de 2 Kg. de pasto fresco por m<sup>2</sup> en climas templado y frío. Su aspecto en general es degradado, pobre, con procesos de acolchonamiento de las pasturas y pastos muy lignificados al momento en que el ganado va a consumirlos. También, que la carga animal promedio es inferior a 2 cabezas/Ha en las regiones de clima cálido, e inferior a 3 cabezas/Ha en las regiones de clima frío, lo cual es una consecuencia del mal estado generalizado de las pasturas, aunque se compongan de especies "mejoradas". Y ni qué decir de la productividad de nuestros ganados, pues casi nunca una ganadería que reúna este tipo de condiciones logra ganancias de peso superiores a 500 gr./animal/día, ni más de 2500 litros por lactancia/vaca/año, ni porcentajes de fertilidad en hembras superiores a 70%, natalidades superiores al 60% anual, días abiertos inferiores a 120 e intervalos entre partos (IEP) inferiores a 400 días promedio.

Así pues, logramos concluir, basados en cifras y hechos reales y contundentes, que tampoco los modelos de ganadería en pastoreo rotacional, ni siquiera con franjeo, han demostrado ser una solución eficaz para hacer que la productividad de nuestros ganados sea superior, y más bien, con el mal manejo que le hemos dado a estas técnicas, hemos contribuido a la ineficiencia de la ganadería, al hacerla más costosa y menos rentable.

Sin duda alguna, el legado más importante que tenemos los zootecnistas y ganaderos actualmente en nuestras manos para optimizar el rendimiento productivo y la calidad nutricional de las pasturas para ganaderías en pastoreo, es aquel que recibimos del Dr.

Voisin, quien hacia mediados de los 40's heredó la mayordomía de la ganadería "Le Talou" hasta entonces propiedad de su madre. Pero Voisin, quien era físico y químico de profesión, no tenía idea alguna de lo que eran las actividades ganaderas, como sucede con muchos de los hijos de los ganaderos en el mundo, que al heredar este negocio luego de nunca haberle prestado la debida atención mientras estuvo en manos de sus padres, se ven algo "confusos" sobre que hacer con tal herencia. Aunque no sucedió así con Voisin, pues este hombre, con una excelente actitud de progreso, comenzó a integrar sus conocimientos con la rutina ganadera diaria, realizando múltiples observaciones de campo relacionadas con el comportamiento de las pasturas y los animales que las pastoreaban.

Luego de sus múltiples observaciones, Voisin estaba convencido que el magnesio tiene una estrecha relación con la "tetania de la hierba" (enfermedad conocida también como "cáncer de los pastos"). Eso lo intrigaba, puesto que también el magnesio está involucrado en el cáncer de los humanos, y esto lo hacía mantener toda su atención y observación puestas en la respuesta de los pastos a la práctica de la rotación como una forma de evitar la tetania.

Así fue como Voisin se dedicó a poner en orden las tierras y los animales heredados. El mismo trabajaba en la preparación de la tierra, ordeñaba las vacas y cuidaba de los ganados. Trabajaba hasta 14 horas diarias, inclusive los domingos. Y así también, entre el ganado y las pasturas, fue como notó que con el sistema de rotación se lograba aumentar el número de animales (carga animal), debido a que se hacía más fácil su mantenimiento y mejoraba la calidad de los pastos. Permaneció en esto durante casi dos décadas, al tiempo que fue escribiendo sus 7 obras literarias en las que expuso todas sus observaciones, reflexiones, estudios, análisis y conclusiones sobre la manera más apropiada de hacer uso de las pasturas para ganadería, de cómo darles un óptimo mantenimiento y de cómo hacer que su calidad y productividad fueran perdurables indefinidamente.

Sus libros se fueron expandiendo por todo el mundo, por lo que Voisin fue nombrado "*Dr. Honoris Causa*" por parte de la Academia de Agricultura de Bonn (Alemania), un título que hasta entonces solo ostentaba el célebre Luis Pasteur. En consecuencia, fue invitado a muchos países a dictar charlas y seminarios sobre su propuesta para optimizar el manejo de las pasturas. Así llegó a Cuba en el año 1964 para dictar cursos a los agrónomos en la

Universidad de la Habana, pero para su infortunio y el de los latinoamericanos, Voisin murió en diciembre del mismo año sin poder cumplir su propósito a cabalidad.

Gracias a su aptitud y cualidades para la escritura, en sus obras Voisin dejó plasmado lo que el mismo denominó como las "leyes universales del pastoreo" y también su teoría sobre el "pastoreo racional". Y fueron pues sus textos basados en sus propias experiencias como científico y ganadero en la granja "Le Talou", la mejor herencia que pudo dejarnos, pues es a través de ellos como en la actualidad, rescatando este conocimiento, podemos disponer de una técnica sin igual que nos permite producir leche y/o carne con gran éxito.

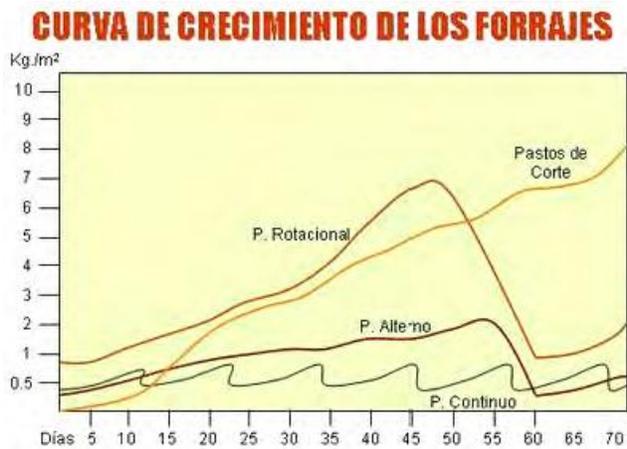
Más tarde, Pinheiro L.C., Dr. en Ciencias de la Agronomía, catedrático de la Universidad de Rio Grande do Sul (Porto Alegre, Brasil), y ganadero, tomó la iniciativa de llevar a la práctica en su propia ganadería de doble propósito "Fazenda Alegria" la propuesta de Voisin a pesar que inicialmente no estaba muy convencido de ella, y luego de 30 años de practicarla y de reunir resultados sorprendentes y concluyentemente positivos, escribió el libro "Pastoreo Racional Voisin (PRV) - Tecnología Agroecológica para el Tercer Milenio", donde resume perfectamente la propuesta del Dr. Voisin enriquecida con sus propias experiencias y las de múltiples investigadores que lo respaldan. Y en realidad es a Pinheiro a quien le debemos el hecho de conocer la propuesta de Voisin, ya que su libro traducido al español por su editor argentino, tuvo mayor alcance comercial que las propias obras de Voisin en Latinoamérica, de modo que hoy por hoy, este método es más reconocido como el sistema PRV.

Voisin afirmó, que sin importar el lugar del mundo del que se tratase ni las condiciones agroecológicas predominantes en su entorno, las gramíneas en general (sea cual sea su género o especie) se ven afectadas por cuatro sucesos muy importantes que experimentan a lo largo de su existencia al relacionarlas con los animales que las consumen, por lo que él designó a estos cuatro sucesos o factores como las "cuatro leyes del pastoreo", y son las bases fundamentales para la planificación de todo proyecto de PRV. Estas leyes son:

#### I.- Ley del reposo

Las observaciones y mediciones de Voisin le condujeron a definir que los pastos al igual que los humanos tienen una curva de crecimiento y desarrollo evolutivo, es decir, que desde el día que son pastoreadas en adelante, cada día van creciendo progresivamente hasta alcanzar

un punto máximo de desarrollo al que podemos definir como Punto de Madurez Fisiológica (PMF) y que más tarde se presenta su floración o estado de reproducción a lo cual podemos definir como Punto de Madurez de Cosecha (PMC). Observó y concluyó también que durante los primeros días el desarrollo de la gramínea es muy lento, luego pasados un par de semanas se acelera marcadamente hasta llegar al PMF y desciende vertiginosamente hasta el PMC. Voisin y Pinheiro le llaman a esta aceleración en el crecimiento previa al PMF como "llamarada de crecimiento".



Por otra parte, Voisin observó que al poner en práctica la propuesta de Warmhold de rotar los potreros, de inmediato se presentaron cambios positivos en los potreros donde el ganado dejaba de pastorear por un tiempo prolongado ya que los animales no consumían el rebrote, y por tanto, la pastura se lograba recuperar sin ser intervenido su desarrollo por el efecto del animal que la pastoreaba. Y además observó dos cosas más: la primera, que al permitir que cada potrero tuviese un descanso suficiente después de cada cosecha realizada por el ganado,

con el tiempo se lograba cada vez un mayor rendimiento productivo de las pasturas y de los animales; y la segunda, que a medida que avanzaba la edad de la pastura en la etapa posterior al PMF, cada día se hacía más madura la planta y el ganado prefería los pastos jóvenes a los excesivamente maduros por lo que tendía a rechazarlos mientras más viejos estuvieran. Así concluyó que el mejor estado nutricional de la planta era justo después del PMF pero antes

del PMC, a lo cual podemos definir como Punto Verde Óptimo (PVO) o Punto Óptimo de Cosecha (POC). Así estableció su primera ley que dice que:

*"Para que una hierba cortada por el diente del animal pueda dar su máxima productividad, es necesario que entre dos cortes a diente sucesivos, haya pasado el tiempo suficiente que pueda permitir al pasto: 1. Almacenar **en sus raíces** las reservas necesarias para un rebrote vigoroso, y 2. Realizar su **llamarada de crecimiento** o alta producción diaria por hectárea".*

## 2.- Ley del la ocupación

Voisin observó que mientras menos tiempo permaneciera el ganado en un potrero, menor era el efecto negativo del ganado sobre la compactación del suelo y menor era también el efecto negativo sobre la capacidad de la pastura para rebrotar y desarrollarse. Concluyó luego que el rebrote de la pastura era mejor cuando el ganado realizaba un pastoreo a fondo que cuando dejaba la pastura muy alta o cuando consumía el rebrote. Entonces pudo concluir su segunda ley que dice que: *"El tiempo global de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente corto para que una hierba cortada a diente en el primer día (o al principio) del tiempo de la ocupación no sea cortada de nuevo por el diente de los animales antes de que éstos dejen la parcela".*

## 3.- Ley del rendimiento máximo

Las observaciones de Voisin no sólo estuvieron relacionadas con la planta, también observó la respuesta animal con relación a las pasturas que este consumía. Notó entonces que el ganado por naturaleza no efectúa pastoreos muy eficientes a menos que quien los pastorea les ayude a pastorear los potreros de mayor biomasa y de mejor calidad cuando sus necesidades nutricionales sean más altas, de modo que se pudiera lograr su máximo rendimiento productivo al estar mejor nutrido. Entonces concluyó su tercera ley que dice: *"Es necesario ayudar a los animales de exigencias alimenticias más elevadas para que puedan cosechar la mayor cantidad de hierba y para que ésta sea de la mejor calidad posible".*

#### 4.- Ley del requerimiento regular

Observó Voisin que el ganado al ingresar a un potrero descansado primero lo recorre antes de iniciar a consumir el pasto allí producido, y que durante su recorrido se desperdiciaba mucho pasto, y además observó que mientras más tiempo el ganado permaneciera en el potrero, mayor era el desperdicio, y que el pasto al momento en que entraba el ganado era de buena calidad pero de un día para otro, disminuía severamente en cantidad y calidad. Por tanto, el ganado le daba muy buen rendimiento el primer día de pastoreo, pero decaía al segundo día, y más aún al tercer día, y más aún tras el paso de cada día de permanencia en el potrero. Entonces dedujo su cuarta ley la cual dice que: *"Para que una vaca pueda dar rendimientos regulares es preciso que no permanezca más de tres días en una misma parcela. Los rendimientos serán máximos si la vaca no permanece más de un día en una misma parcela"*.

### 4.3 Método de Allan Savory (Holistico)

#### Manejo Holístico

El Manejo Holístico (Holistic Management ®) es una metodología de administración, que se basa en un marco de toma de decisiones para el desarrollo de proyectos regenerativos, en lo económico, social y medioambiental.

En la década de 1960, el biólogo y agricultor de vida silvestre zimbabuense Allan Savory hizo un avance significativo en la comprensión de lo que estaba causando la degradación y desertificación de los ecosistemas de pastizales del mundo y desarrolló una forma de restaurar la salud de la tierra utilizando el ganado como su principal herramienta.

Durante siglos creímos que el ganado era una de las principales causas de la desertificación, pero la investigación de Savory durante las últimas 3 décadas mostró que el problema residía en cómo se manejaba ese ganado. Su solución consistía en imitar el comportamiento de los antiguos rebaños de animales de pastoreo salvajes que había presenciado como un joven biólogo. Él ideó un método simple que cualquier ganadero y agricultor puede usar para mejorar la salud del suelo, mejorar la utilización de lluvia y nutrientes, mejorar la productividad del pasto y mover cantidades masivas de carbono y agua de la atmósfera al suelo y comenzar a revertir miles de años de desertificación.

Nació como una herramienta para mejorar la salud de la tierra y de manejo de ganado, y se puede aplicar en una amplia gama de proyectos agropecuarios, e incluso en gestión de políticas públicas.

### El Manejo Holístico Es Un Proceso

El Manejo Holístico es un proceso de toma de decisiones y planificación. Es una práctica porque estamos aprendiendo constantemente y es algo que hacemos todos los días para alcanzar las recompensas. Los resultados de la planificación y acción son monitoreados y evaluados para verificar si estamos trabajando para lograr nuestros objetivos.

El Manejo Holístico requiere pensamiento, observación, planificación y adaptación. La planificación es fundamental.



Se hace a través del pastoreo en manada, imitando la naturaleza, manejando a los animales como si fuera un rebaño denso de herbívoros interactuando y en constante migración. El impacto animal, que puede ser generado por la alta densidad de animales, alternado con períodos de recuperación, permite que plantas y microorganismos del suelo se recuperen, aumentando la actividad biológica y mejorando los ciclos del ecosistema.

Tal vez es a simple vista muy parecido a un pastoreo rotativo. Pero considera variables como el tiempo de recuperación, el comportamiento de manada, la densidad de animales, aspectos sociales y del funcionamiento de cada campo lo que genera círculos virtuosos que conllevan al aumento de productividad, capacidad de carga y mayor rentabilidad por hectárea.

No es una receta que se pueda replicar, sino que son planificaciones que incluyen herramientas que serán utilizadas (o no) de acuerdo a cada contexto único. Lo usamos como

herramienta para mejorar la efectividad de los ciclos del ecosistema: agua, minerales, energía solar y dinámica de las comunidades

## Criterios de evaluación:

<b>No</b>	<b>Concepto</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Trabajos Escritos	10%
2	Actividades web escolar	20%
3	Actividades Áulicas	20%
4	Examen	50%
<b>Total de Criterios de evaluación</b>		<b>100%</b>

## **Bibliografía**

### **Bibliografía básica:**

- Romero ATH. et al. Libro electrónico Zootecnia de Bovinos productores de Carne I. Proyecto “Integración del área tecnológica-informativa para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las cátedras de Zootecnia de Bovinos Productores de Carne I y II”, FMVZ, UNAM. (PAPIME PE204611). 2012.
- Phillips CVC. Principios de Producción Bovina. España: Ed. Acribia, 2003.

### **Bibliografía complementaria:**

- Price Eo, Orihuela A. Conducta animal aplicada al cuidado y producción pecuaria. México: Trillas, 2010.
- Berg RT, Butterfield RM. Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado bovino. España: Editorial Acribia, 2006.
- Mota RD, Guerrero LI, Trujillo Ome. Bienestar Animal y Calidad de la Carne. México: B. M. Editores, 2010.
- Chauvet M. La Ganadería Bovina de Carne en México: del auge a la crisis. UAM, 1999.
- De Alba MJ. El libro de los bovinos criollos de América. México : Ediciones Papiro Omega, 2011
- Cockcroft PD. Bovine Medicine 3rd Ed. Wiley Blackwell UK, 2015. ISBN 978-1-4443-3643-6
- Caballero SC, Villa Godoy A, Frias DMC, Garces YP, Roldan RA y col. Fisiología Veterinaria e Introducción a los Procesos Productivos.