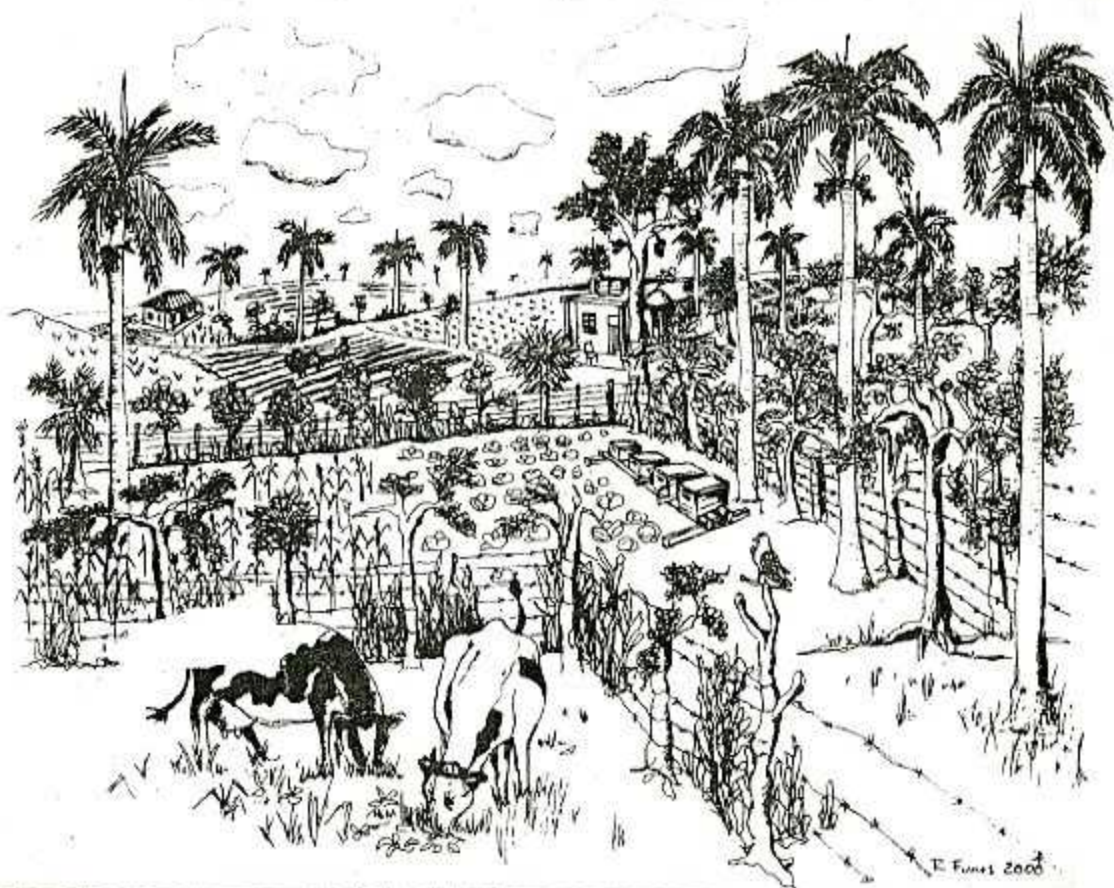


# Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas

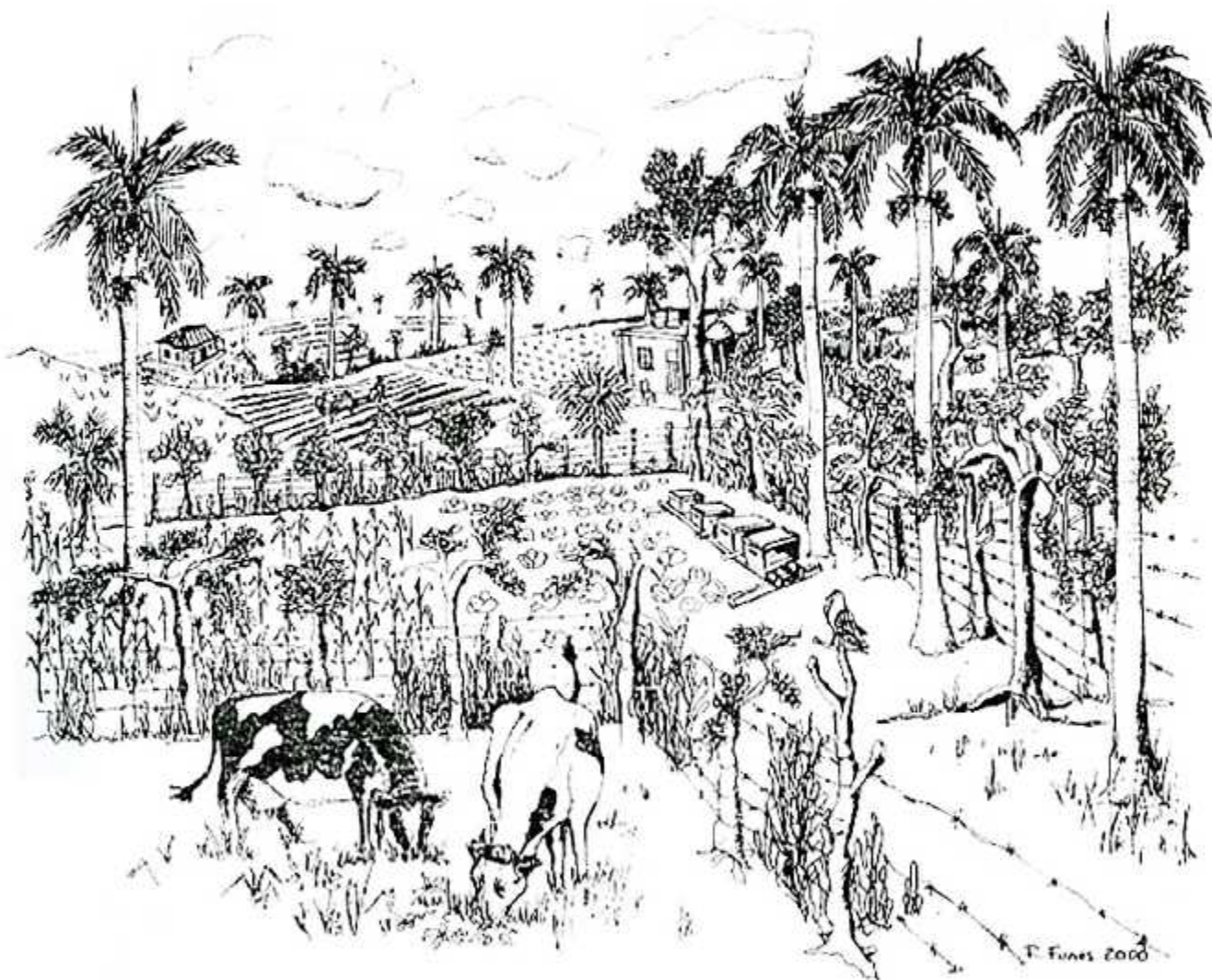
**PLANTAS Y ANIMALES  
EN ARMONÍA CON LA NATURALEZA Y EL HOMBRE**



**Fernando Funes Monzote**

# INTEGRACIÓN GANADERÍA – AGRICULTURA CON BASES AGROECOLÓGICAS

*Plantas y animales en armonía con la naturaleza y el hombre*



Fernando Funes Monzote<sup>®</sup>

*A los maestros ambulantes, para quienes con vocación, dispuestos a enseñar,  
salen a caminar por los campos de Cuba diseminando la cultura agrícola.  
Para quienes sin descanso promueven la Agricultura Ecológica,  
llegue mi respeto y esta obra inconclusa, en la que quisiera vean  
plasmado, ante todo, mi deseo de contribuir a tan noble empeño.*

*El autor*

# **INTEGRACIÓN GANADERÍA – AGRICULTURA CON BASES AGROECOLÓGICAS**

*Plantas y animales en armonía con la naturaleza y el hombre*

Fernando Funes Monzote

**Asociación Nacional de Agricultores Pequeños - ANAP**  
**Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes - IIPF**

Ciudad de La Habana  
Noviembre 2001

1ra Edición (Ciudad de La Habana, 2000)

Departamento de Coordinación y Asesoría de Proyectos del Consejo de Iglesias de Cuba (CIC – DECAP)

2da Edición (Ciudad de La Habana, noviembre 2001)

Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP)

ISBN: 959-246-045-0

### **Coordinación**

Luis Sánchez Almanza

### **Autor**

Fernando Funes Monzote

### **Asesoría técnica**

Marta Monzote Fernández

Luis Sánchez Almanza

### **Realización gráfica y composición**

Claudia Álvarez Delgado

Renán César

### **Ilustraciones**

Reinaldo Funes Monzote

Tony Gómez

*Asociación Nacional de Agricultores Pequeños – ANAP*

Calle I # 206 entre Línea y 13, El Vedado, Ciudad de La Habana, Cuba

Tel: 537-328586/324541; Fax: 537-328586/333044/334244; [amigo@anap.org.cu](mailto:amigo@anap.org.cu)

*Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes – IIPF (Ministerio de la Agricultura)*

Carretera 43 km 1 1/2, Cangrejas, Bauta, La Habana C.P. 32400

Telfax: 00537 299855, email: [iipf@ceniai.inf.cu](mailto:iipf@ceniai.inf.cu)

# Contenido

---

<b>Prólogo a la primera edición.</b> . . . . .	6
<b>Introducción.</b> . . . . .	7
<b>El suelo</b>	
El suelo como ente vivo, su conservación y mejoramiento . . . . .	8
Relación suelo – planta – animal . . . . .	14
Relación suelo – planta – plagas y enfermedades. . . . .	15
Uso de estiércoles y subproductos para fabricar abonos orgánicos . . . . .	16
Sistemas de cultivo y prácticas para el mantenimiento o recuperación de la fertilidad de los suelos. . . . .	21
<b>Las plantas</b>	
Partes constituyentes, usos y principales funciones de las plantas en los sistemas integrados de producción . . . . .	26
Especies de plantas más comunes en la finca y cómo se combinan . . . . .	29
Las leguminosas, piedra angular de los sistemas de cultivo . . . . .	34
Los árboles, su importancia y usos potenciales. . . . .	36
Valor nutritivo de las plantas y los subproductos de cosecha. . . . .	38
<b>Los animales</b>	
Los animales en los sistemas integrados con bases agroecológicas. . . . .	42
Principios del manejo de los animales . . . . .	43
Especies de animales más comunes en la finca características y potencial . . . . .	49
Eficiencia de los animales para la conversión de alimentos. . . . .	65
<b>Sistemas integrados animales – cultivos</b>	
Conceptos básicos sobre sistemas. . . . .	67
La finca como un todo . . . . .	72
Eficiencia productiva y energética de los sistemas integrados. . . . .	73
<b>Terminología en los sistemas agroecológicos</b> . . . . .	78
<b>Bibliografía consultada</b> . . . . .	82

## **Prólogo a la primera edición**

---

En el actual contexto de la agricultura cubana, es imprescindible desarrollar sistemas sostenibles de producción ganadera con bajos insumos externos, costos y gastos de operación y adecuar los principios generales del programa estatal para el desarrollo de la ganadería, a la situación económica del país. Las metas son la reconversión tecnológica y la autosuficiencia alimentaria de la finca ganadera, para recuperar las producciones anteriormente alcanzadas.

La estrategia actual se encamina a desarrollar sistemas de alimentación basados en los recursos alimentarios generados en la propia finca. Donde exista potencial, se estimula la transición hacia sistemas de fincas mixtas mediante la integración de cultivos, forestales y ganadería.

La recopilación realizada por el Ing. Funes Monzote en el presente documento, ofrece los elementos básicos y prácticos para implementar la estrategia antes expuesta: Diversificación, Integración y Autosuficiencia.

Estas acciones generan valor agregado a las producciones ganaderas, diversifican y amplían el uso de la tierra, tomando en cuenta: manejo de las excretas y protección de la fertilidad de los suelos, uso de la tracción animal, empleo de los residuos de cosechas como alimento animal o fertilizantes y producción de forrajes y otros cultivos de forma armónica y racional.

El lector encontrará en la obra que se presenta, suficiente información de fácil asimilación, sobre la forma de enlazar a los animales y a los cultivos de forma eficiente, para avanzar hacia una producción bovina tropical sostenible.

*Dr. Raúl Ruiz Pierrugues  
Investigador Titular  
Subdirector  
Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes  
MINAG, La Habana*

## Introducción

---

Tanto las plantas, los animales y los microorganismos, como el propio ser humano cumplen funciones idénticas: nacen, se alimentan, crecen, se reproducen y mueren. Sin embargo, aunque tienen estas características en común, son diferentes por la forma de desarrollar sus actividades vitales y por ello se dividen en vegetales y animales.

Tres características fundamentales que diferencian a las plantas de los animales son:

- Los órganos de las plantas son externos y de forma ramificada como la raíz, hojas, flores y frutos, sin embargo, los órganos de los animales se encuentran en el interior del organismo como el corazón, el rumen, el hígado, etc.
- En condiciones normales las plantas permanecen ancladas al substrato donde se desarrollan durante toda su vida, mientras que los animales necesitan moverse en busca del sustento.
- Las plantas son capaces de producir sus propios alimentos (organismos autótrofos) por la capacidad que tienen de tomar la energía solar y de usar los minerales del suelo para su nutrición y transformarlos en sustancias orgánicas, mientras que los animales y el hombre, por su incapacidad biológica de fabricar alimentos (organismos heterótrofos), solo subsisten gracias a los elaborados por las plantas a través de la fotosíntesis.

La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas, al poseer una sustancia llamada clorofila que les confiere su color verde, son capaces de transformar la energía solar en alimento. Esta es una gran cualidad que tienen las plantas que les permite utilizar la vasta energía del sol.

En condiciones naturales las plantas y los animales viven en armonía, siendo unos la base para el funcionamiento y la vida de los otros. Cuando miramos hacia los innumerables servicios que se prestan mutuamente, nos percatamos de que estamos ante un mundo complejo.

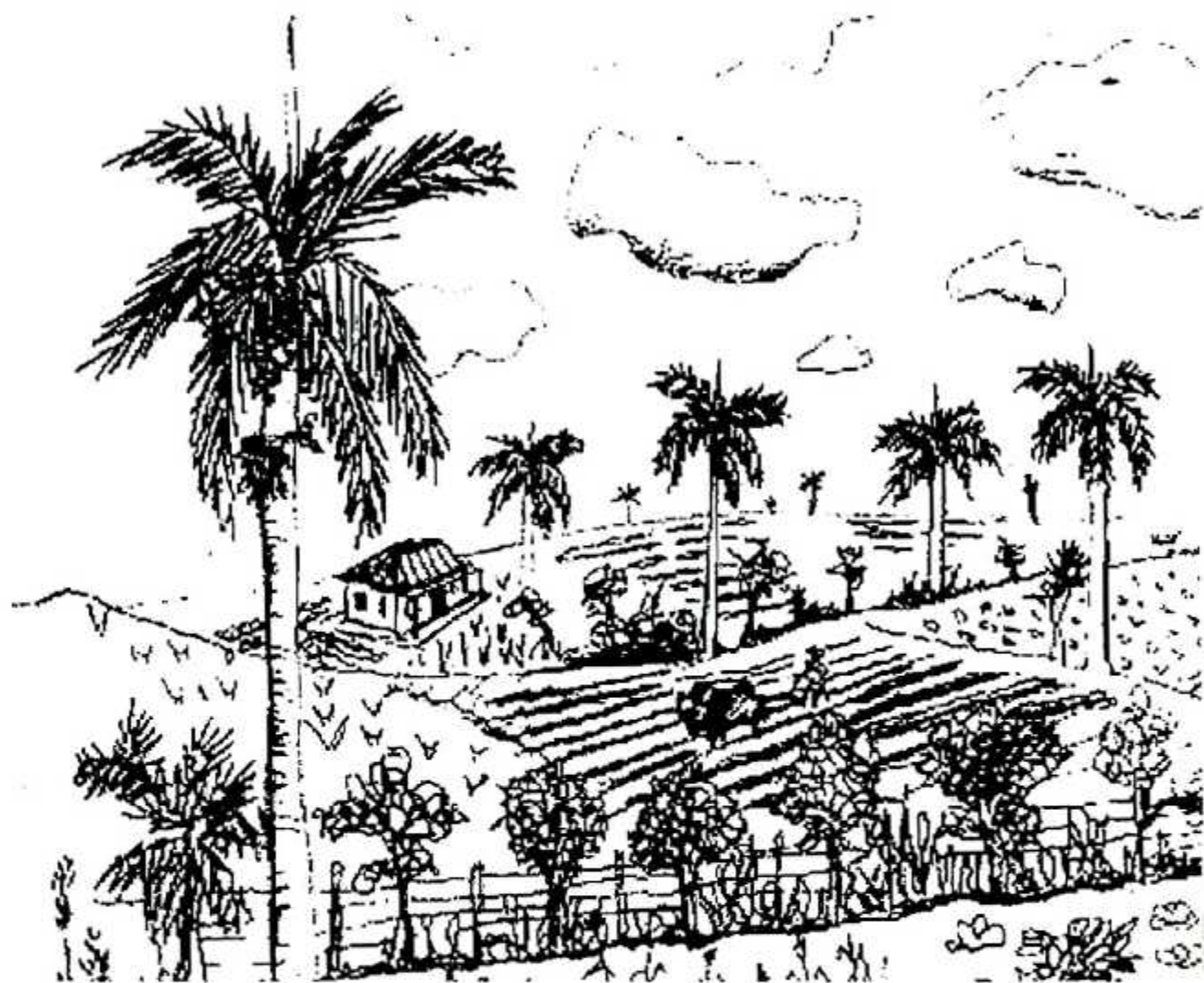
Los sistemas integrados de producción ganadería – agricultura con bases agroecológicas, intentan imitar las relaciones que se establecen entre plantas y animales en estado natural, y su objetivo principal es potenciar las capacidades productivas de ambos a partir del aprovechamiento de todos los recursos de la finca. Los tres principios básicos que rigen el funcionamiento de los sistemas integrados son:

- Conservación y mejoramiento de las condiciones del suelo
- Biodiversificación funcional de plantas y animales en la finca
- Máxima interrelación de la producción agrícola y pecuaria

En este documento abordaremos algunos elementos que demuestran la capacidad que poseen los sistemas integrados para producir alimentos con una mayor eficiencia en el uso de los recursos, lo que hace que se conviertan en la clave para el desarrollo y diseño de los sistemas de producción agropecuarios con bases agroecológicas.



# El suelo



## **El suelo como ente vivo, su conservación y mejoramiento**

---

Una de las principales tareas de la agricultura ecológica es demostrar cómo es posible lograr el mantenimiento o recuperación de la fertilidad de los suelos a partir de la integración de los componentes que forman los sistemas agrícolas, así como la aplicación de prácticas y métodos que promuevan la regeneración de nutrientes y la conservación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, considerándolo como un ente vivo y no como un insumo más de la producción o sólo como sostén de las plantas.

En el trópico debe tenerse en cuenta que el suelo está sometido a gran cantidad de factores que promueven su erosión, entre ellos están los efectos de la lluvia y las altas temperaturas, que en esta parte del planeta inciden con más fuerza. Algunos errores comunes en el manejo de los suelos

que se procen del desconocimiento que generalmente se tiene de sus características y de su relación con el crecimiento de las plantas, la crianza de los animales y, en general, sobre todos los procesos que ocurren en el agroecosistema.

Aun cuando el impacto de la lluvia y las altas temperaturas son las principales causas de erosión de los suelos tropicales, el tipo de agricultura que se ha desarrollado en estas regiones ha sido la que ha puesto al descubierto el suelo ante estas adversidades. Adicionalmente a esto, entre los principales errores de manejo de los suelos que han provocado la desertificación de millones de hectáreas, están la deforestación, la quema, el sobrepastoreo, la compactación por el uso excesivo de la maquinaria agrícola, el cultivo continuo sin tener en cuenta el balance de los nutrientes en el suelo, la ausencia de barreras para contención de la erosión en terrenos inclinados, la falta de aplicación de materia orgánica, entre otros.

Los suelos tropicales son por naturaleza productivos y fértiles, mientras mantengan su bioestructura y logren realizar sus actividades vitales. Por tanto, no es su concentración de nutrientes lo que a veces los hace infértiles, sino la capacidad de las plantas de penetrar en búsqueda de ellos.

La destrucción de los bosques y áreas naturales para ser sometidas a cultivo continuo, provoca un proceso acelerado de erosión de los suelos, máxime si en la mayoría de los casos no se tiene en cuenta el mantenimiento de las características físicas, químicas y de la vida edáfica. Generalmente estas prácticas se centran en la restitución de macronutrientes por la vía de compuestos químicos solubles, de impacto más rápido pero con un efecto detrimental en la salud del suelo.

### **Constituyentes del suelo y sus funciones**

Los suelos están formados por cinco componentes principales, ellos son: agua, aire, materia orgánica, organismos vivos y partículas minerales y la expresión de cada uno es vital para el funcionamiento del suelo como un todo. La estrecha relación y combinación de estos elementos hacen posible las cualidades de cada tipo de suelo.

Tanto un exceso como el defecto de los componentes del suelo, provocará desbalances que influyen directamente sobre sus cualidades intrínsecas, así como sobre las plantas o animales e incluso hasta el hombre, que depende de él.

**El agua** es necesaria porque disuelve las sustancias alimenticias que serán tomadas por las plantas y ella en sí constituye un alimento sin el cual cualquier organismo vivo perece.

**El aire** que se encuentra en los macro y microporos del suelo, es portador del oxígeno y el carbono, sirve de alimento para los microorganismos del suelo y ayuda a la germinación y el crecimiento de las raíces.

**La materia orgánica** permite la aireación del suelo e impide el arrastre de los nutrientes, contribuye a la retención del agua y mejora su estructura. Además, proporciona gran cantidad de alimentos a todos los organismos vivos del suelo y da lugar a la formación del humus.

**Los organismos vivos** producen y descomponen a la vez la materia orgánica del suelo a partir de un reciclaje continuo.

**Los minerales** son producidos por la destrucción o desintegración de las rocas y se ponen a disposición de las plantas para su posterior desarrollo y crecimiento, siendo de gran importancia para su nutrición.

El manejo racional de cada uno de estos componentes permitirá un desarrollo armónico de los cultivos y animales sobre el suelo que permitirá obtener los máximos beneficios de su capacidad productiva sin deteriorarlo.

## Vida del suelo

El suelo puede ser considerado como un organismo vivo porque a pesar de surgir a partir de minerales y rocas sin vida, en su interior se albergan bacterias, hongos, algas, animales, restos vegetales y animales en perfecta armonía. Estos son los encargados de proporcionar las cualidades y crear las condiciones para que la vida surja, se desarrolle y termine en él, siendo un ciclo de descomposición, formación, muerte y regeneración.

Los organismos del suelo están divididos en tres grandes grupos: macrofauna, mesofauna y microorganismos. La macrofauna está compuesta por ciempiés, hormigas, termitas, larvas de insectos lombrices y moluscos; la mesofauna por protozoarios, nemátodos, ácaros y colémbolos; y los microorganismos están compuestos por actinomicetos, hongos, bacterias y algas.

De la macro y mesofauna los organismos más abundantes son las amebas, que en 1 m<sup>2</sup> hasta 30 cm de profundidad pueden sobrepasar los 1.5 billones de individuos. Sin embargo, su peso en relación con el total de animales del suelo es de 1.6%. Las lombrices son los animales más importantes, pudiendo llegar hasta 2 000 en igual dimensión (1 x 1 x 0.30) y su peso representa el 65% del peso total de los animales que viven en el suelo.

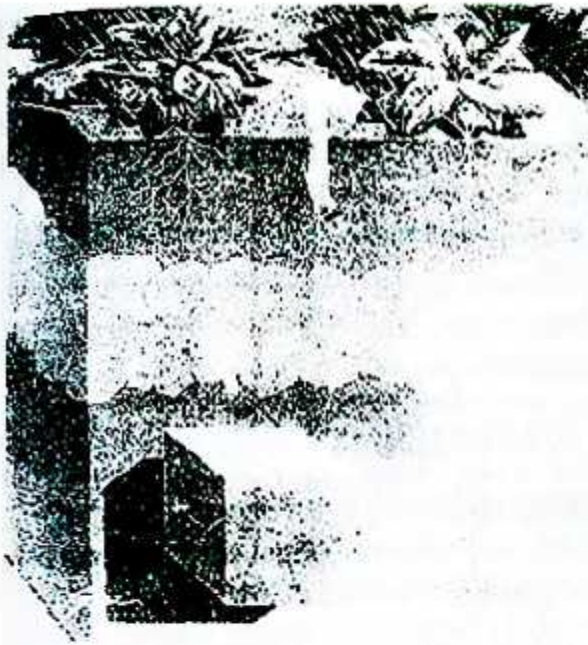
Tabla 1. Cantidades estimadas de macrofauna, mesofauna y microorganismos en el suelo.

Organismos	1 m <sup>2</sup>	Organismos	1 gramo de suelo.
Nemátodos	10 millones	Bacterias	500 mil
Colémbolos	100 mil	Hongos	400 mil
Anélidos	45 mil	Algas	50 mil
Insectos y ácaros	40 mil	Protozoarios	30 mil

El suelo funciona como un cuerpo, con la diferencia de que no posee sus órganos alineados a lo largo de una espina, y su "sangre" no circula por arterias cerradas, pero sí por poros abierto. El suelo tiene temperatura propia, aspira oxígeno y libera gas carbónico y está lleno de enzimas secretadas por microorganismos que poseen digestión extracelular.

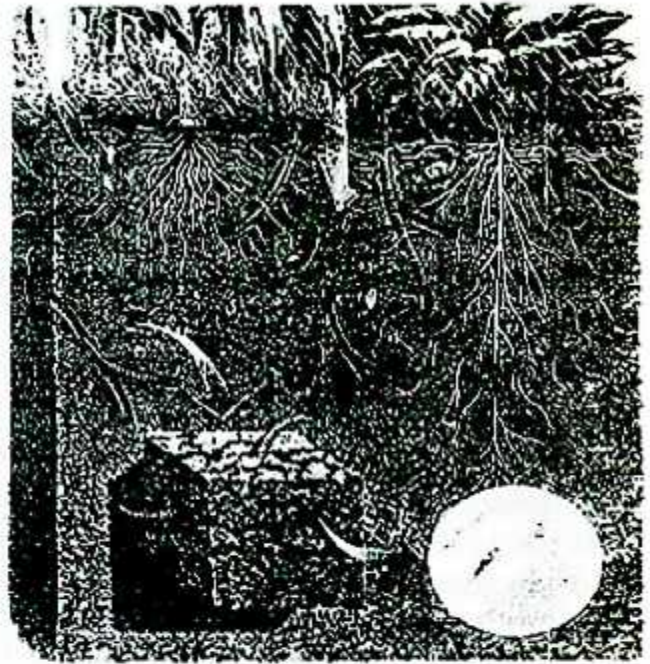
La mayoría de los componentes de la mesofauna y muchos de la macrofauna mejoran la propiedades físicas del suelo, al revolverlo y cavarlo, facilitando la movilización de nutrientes través de la secreción de enzimas. También las enzimas excretadas por los animales del suelo como lombrices, nematoides saprofitos, larvas de insectos, etc. pueden estimular el crecimiento de las plantas.

Las lombrices son los animales más efectivos para mejorar el suelo, ya que pueden pasar toda la parte arable del suelo por sus intestinos en un lapso de tres años. Es bien conocido que los excrementos de las lombrices son más ricos en minerales especialmente en Ca. También es conocido el efecto amonificante de muchos animales del suelo, principalmente porque en sus excrementos prosperan microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico.



### Suelo en agonía

Ausencia de cobertura vegetal, superficie expuesta al sol, erosión por impacto directo de gotas de lluvia, compactación por maquinaria pesada, terrones de caras rectas, sin poros, impermeables al agua y aire, casi sin vida. En esas condiciones la planta no se desarrolla, las raíces no profundizan, el agua escurre llevándose los nutrientes o se infiltra muy lento. La temperatura sube provocando la evaporación de la poca agua disponible. Muy baja productividad del suelo a pesar de aumentar el consumo de fertilizantes, correctivos y otros químicos.



### Suelo sano

Cobertura vegetal rica, tierra floja, porosa, permeable al agua y aire, humedad permanente, gran diversidad de raíces (policultivos), mucha materia orgánica, actividad biológica intensa. La temperatura del suelo permanece fresca (24 °C), la evaporación disminuye, el agua de lluvia se infiltra rápido (7 minutos) y es retenida por los poros huecos, las raíces se extienden sin obstáculos, yendo a buscar los nutrientes a las capas profundas, la fertilidad se mantiene gracias a la gran cantidad de materia orgánica, aire y agua.

Una mesofauna diversificada depende de la materia orgánica del suelo y su aireamiento adecuado. La decadencia física del suelo contribuye a la desaparición de la mayoría de los animales, sobreviviendo solamente algunas especies que soportan las condiciones adversas. Estas especies tienen su proliferación garantizada por falta de enemigos, pudiendo convertirse en plagas para las plantas.

La agrotecnia también puede ejercer un importante efecto en el control de la vida del suelo. La asociación con leguminosas mejora mucho el equilibrio biológico de éste. La rotación de cultivos controla en muchos casos la aparición de plagas. Por ejemplo, el cambio de un cultivo susceptible a nemátodos por otro no susceptible o poco susceptible, controla eficazmente los nemátodos. El maíz, la pangola y la alfalfa son cultivos hostiles a la mayoría de los nemátodos.

Uno de los métodos que más beneficia la vida del suelo es la no labranza, por lo que los métodos de siembra directa y cultivo mínimo son vías eficaces para lograr un buen equilibrio biológico del suelo.

Como muchas veces los suelos agrícolas son sometidos a prácticas que alteran la vida del suelo, para que se produzca una recolonización variada y lo más rápido posible de los suelos agrícolas es importante dejar fajas de vegetación nativa entre los campos, que sirvan de refugio a las comunidades silvestres de macro y mesofauna, a fin de mantener la sanidad de los campos.

En las áreas alrededor de las raíces existe un gran número de bacterias, hongos (micorrizas) y actinomicetos que se aprovechan de las excreciones radiculares que incluyen aminoácidos, azúcares, hormonas, vitaminas y un gran número de ácidos orgánicos.

Las micorrizas no solo aumentan sustancialmente el área de absorción de la raíz, sino que poseen un poder movilizador de nutrientes mucho mayor que la raíz vegetal, especialmente en fósforo y nitrógeno, fijan nitrógeno directamente a través de las bacterias y algas fijadoras de nitrógeno con las que viven asociados. Los hongos micorrizas dependen siempre del aireamiento del suelo y es por eso que ocurren en suelos arenosos y en arcillosos cuando su estructura es gruesa.

El nitrógeno es un componente esencial para poder obtener altas producciones de alimentos, su producción sintética no pasa el 8% de las necesidades, es por eso que todas las posibilidades de fijación por otros medios son importantes.

Varias plantas poseen bacterias noduladoras o rhizobium y las más conocidas son las leguminosas que pueden fijar en el suelo hasta 500 kg N/ha/año. Sin embargo, no todas las leguminosas son noduladoras. Así, tenemos que el 85% de las Mimosoideas nodulan y solo el 35% de las Cesalpinoideas. Existen dos tipos de bacterias noduladoras: los Rhizobium y los Actinomyces, que nodulan especialmente plantas no leguminosas de porte arbustivo o arboreo como Casuarina y Alnus.

A las algas se les atribuye el principio de toda la vida en la tierra firme, por ser microplantas clorofiladas capaces de captar tanto su carbono como su nitrógeno del aire. Ellas pueden ser encontradas en grandes cantidades en los suelos y las condiciones básicas para su vida son la humedad y la luz, ya que pueden crecer a temperaturas que oscilen entre 4°C - 60°C. Un grupo grande de microorganismos del suelo también puede movilizar el fósforo inaccesible para las plantas.

## **La materia orgánica y la formación del humus**

La materia orgánica está compuesta por restos vegetales y animales en diferente estado de descomposición y da lugar a la formación del humus, que no es más que la materia orgánica totalmente descompuesta. La efectividad de la aplicación de materia orgánica al suelo estará en función de las propiedades físicas y químicas de este y está influenciada directamente por las condiciones climáticas.

La combinación de factores bióticos y abióticos en el complejo proceso de formación del suelo da lugar al humus, como resultado de la descomposición y transformación de la materia orgánica por parte de las plantas, animales y microorganismos y su posterior transformación en sustancias inorgánicas (mineralización), que son absorbidas por las plantas. En el proceso de formación de humus (humificación) ocurre la formación de sustancias húmicas de vital importancia para el suelo y

su fertilidad. En los suelos tropicales la acumulación del humus es baja, por tanto, es muy importante fomentar el reciclaje y deposición de la materia orgánica de manera intensiva.



La presencia de materia orgánica en el suelo y su transformación en humus, incrementa notablemente la retención del agua y los nutrientes, mejorando su estabilidad, porosidad y estructura, siendo este un ambiente ideal para el crecimiento de las raíces de las plantas. Además, la materia orgánica en el suelo mejora las propiedades químicas y cumple función de tampón o amortiguación de los nutrientes por lo que una disminución de los niveles de materia orgánica inmediatamente provoca la reducción de los nutrientes disponibles a las plantas.

El mantenimiento de los niveles de materia orgánica en el suelo garantiza la estabilidad de la bioestructura del mismo, pudiéndose desarrollar todas las formas de vida que en él coexisten y que dependen directamente de la existencia de restos orgánicos en el suelo para poder vivir. Por tanto, mientras mayor disponibilidad de materia orgánica exista en un suelo (alimentos), mayor cantidad de organismos vivos podrá vivir en él.

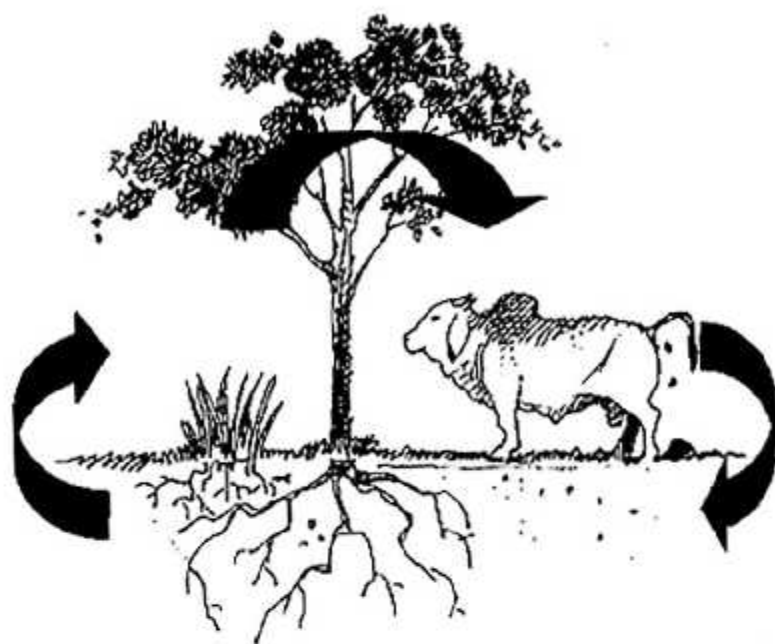
### **Beneficios de la aplicación de la materia orgánica a los suelos**

- Hace más ligeros los suelos "pesados", arcillosos
- Le da "cuerpo", mejora la "textura" de los suelos muy sueltos, arenosos
- Aumenta la capacidad de retención de la humedad, actuando como una esponja
- Facilita la circulación del aire y el agua a través del suelo
- Distribuida en su superficie, reduce la pérdida de agua por evaporación
- Eleva la fertilidad al aportar nutrientes para las plantas

Son muchos los factores que impiden el mantenimiento de altos niveles de materia orgánica en los suelos tropicales, desde el clima hasta la gran actividad de los microorganismos anaeróbicos descomponedores de la misma. Esto provoca que no se produzca acumulación de materia orgánica y con ello sean bajos los niveles de humus en el suelo. En los suelos vírgenes tropicales ocurre de forma acelerada la pérdida de los niveles de humus (24 años), mientras que recuperarlo demora al menos de 8 a 20 años. Es por ello que algunos piensan que sería conveniente recuperar la estructura del suelo a partir de la aplicación de enmiendas que mejoren sus condiciones.

Algunos factores que pueden influir positiva o negativamente en la formación del humus son: la vegetación que sirve de materia prima para el proceso, el clima imperante, los niveles de minerales presentes en el suelo, el pH, las poblaciones existentes de microorganismos descomponedores de la materia orgánica y el tipo de manejo o las prácticas que desarrolle el agricultor. La presencia de materia orgánica en un suelo en forma de humus contribuye a la salud de las plantas. Por esto la base de una nutrición adecuada y equilibrada de las plantas está en la bioestructura del suelo donde crece, y está íntimamente relacionada con su desarrollo y sanidad.

## Relación suelo - planta - animal



El suelo es el sustrato natural de las plantas, al cual están ancladas por toda su vida; allí nace, se desarrollan y mueren por la incapacidad que tienen de moverse libremente. Entre el suelo y las plantas se desarrolla una interrelación indisoluble porque cada uno necesita del otro para mantener la vida. Gracias al mantenimiento de los ciclos que regulan la interdependencia entre ellos, es que se mantiene el equilibrio natural de los ecosistemas.

Debido a la continua extracción de nutrientes a través de las cosechas, el suelo puede verse sometido a un proceso de empobrecimiento. El principio de manejo orgánico de los suelos prevé la restitución a través de todo tipo de materiales orgánicos, de los nutrientes exportados del sistema, además de la regeneración de los nutrientes, que será preferiblemente a partir de los residuos producidos en la misma finca, pero no se descarta el uso de alguna fuente externa del nutriente en defecto que no influya en la sostenibilidad del sistema.

Sobre un suelo fértil crecen plantas sanas y equilibradas, que sirven a su vez de alimento óptimo a los animales que las consumen. Esta relación suelo-planta-animal constituye la base funcional de los sistemas integrados ganadería-agricultura sobre bases agroecológicas.

Existen diversas teorías convencionales que expresan cómo debe ser restituida la fertilidad de los suelos empobrecidos por el cultivo y explotación continua con vistas a mantener su *status* productivo. La primera es la ley de la restitución. Muchas veces con la intención de restituir minerales necesarios para el crecimiento de las plantas a través de los abonos, desaparecen fracciones asimilables existentes antes de la aplicación. Por ejemplo, los fertilizantes nitrogenados pueden provocar desbalances que generan la desaparición del cobre asimilable del suelo y los abonos fosfóricos tienden a hacer desaparecer el cinc asimilable.

Otra ley de la aplicación de los abonos es la ley del mínimo, que expresa que "la insuficiencia de un alimento asimilable en el suelo reduce la eficiencia de los otros elementos y, por consiguiente disminuye el rendimiento de las cosechas". En tanto, la ley del máximo enuncia el mismo efecto pero de forma contraria, siendo el exceso de un elemento asimilable el causante de la

disminución del rendimiento de las cosechas. Ninguna de estas leyes considera al suelo como un ente vivo, donde ocurren interacciones y procesos que activan y regeneran su *status* nutricional.

## **Suelo - planta - animal**

(Tomado de E. Kolmans y D. Vásquez, 1999)

"El suelo hace al animal" dice un viejo dicho. Hoy día, sin embargo, las interrelaciones entre el suelo y el animal son, cada vez más, dejadas de lado. La crianza tiende a volverse una actividad industrial y los animales reciben a menudo su alimentación desde lugares lejanos (forraje deshidratado, alimentos concentrados, diferentes suplementos minerales y vitamínicos).

La salud de los animales depende directamente de la fertilidad y del equilibrio del suelo que produce su alimento. El suelo es uno de los principales responsables de la sanidad. El estudio de las relaciones entresuelo-planta-animal-medio ambiente es particularmente difícil en razón del gran número de factores que intervienen y del casi inexistente conocimiento que aún se tiene de éstas.

La producción lechera bovina, ovina o caprina en general, la crianza adecuadamente conducida, extrae pocos elementos fertilizantes disponibles de la finca porque facilita el uso del estiércol, compost y purín. Una buena técnica de manejo del estiércol constituye una ventaja esencial. La atención del agricultor-ganadero se centrará en el funcionamiento adecuado del ciclo y movilización de nutrientes dentro de la finca misma, así pueden cubrirse los requerimientos de las crías con un bajo o nulo uso de insumos externos. Sólo se efectuarán aportes minerales naturales en función de los resultados de la evaluación del suelo: físicos, químicos y biológicos.

La detección de carencias en microelementos es a menudo difícil porque numerosos síntomas son comunes a varias carencias. En caso de carencia evidente, la ingestión directa de microelementos (o de vitaminas) es el único remedio. Pero ello puede ser sólo un paliativo si no se introduce una alimentación diversificada.

Los microelementos, aunque estén presentes en cantidades extremadamente bajas, desempeñan un papel esencial en las funciones biológicas de los animales, en las defensas inmunológicas y en las funciones de reproducción. Su ausencia en la cadena alimenticia y en el ciclo interno de nutrientes en la finca, no sólo tendrá una incidencia negativa en la crianza, sino también en la producción vegetal, por lo que existe una estrecha interrelación entre suelo, planta y animal.

## **Suelo - planta plagas y enfermedades**

Entre las raíces de las plantas y los microorganismos del suelo se establecen relaciones de simbiosis, como es el caso de las micorrizas, líquenes y bacterias que ayudan a solubilizar el fósforo y el potasio e inclusive a fijar el nitrógeno atmosférico. Ante condiciones biológicas, físicas y químicas óptimas, se desarrollan ciertos tipos de bacterias, entre las que se destacan las del género *Rhizobium*, que pueden fijar altas cantidades de nitrógeno contribuyendo a la fijación por vía biológica del nitrógeno al servicio de las plantas.

La teoría de la trofobiosis, desarrollada por el científico francés Francis Chaboussou, demuestra que la susceptibilidad de las plantas a plagas y enfermedades está relacionada muchas veces directamente a la cantidad de sustancias solubles presentes en las células a causa de los fertilizantes sintéticos aplicados a los suelos.



No hay dudas de que los mayores desequilibrios ocurren a causa de una mal nutrición de los seres vivos. Cualquier organismo viviente que no esté adecuadamente alimentado está más expuesto a los agentes nocivos que esperan la oportunidad para provocar sus daños. Exactamente lo mismo ocurre para las plantas, su relación con las plagas y enfermedades.

La teoría de la trofobiosis explica cómo un desequilibrio en los minerales y nutrientes del suelo puede causar desbalances en la nutrición de las plantas y éstas, a su vez, se encontrarán más expuestas al ataque de las plagas. La teoría de la trofobiosis plantea que el crecimiento desmedido de las plagas no está dado solo por la disminución de los enemigos naturales, sino que este desequilibrio puede estar provocado por otros factores, como son:

- La resistencia o sensibilidad de las plantas al ataque de microorganismos está ligada al uso de químicos agrotóxicos de alta solubilidad en el suelo, a una nutrición inadecuada y tratamientos culturales inadecuados.
- Las plagas y enfermedades solamente atacan a plantas que sufrieron algún estrés en su desarrollo y están desequilibradas de alguna manera.
- Estas plantas no tienen bien estructuradas las proteínas de formación, las cuales están desdobladas en aminoácidos, de los que se nutren insectos y plagas.

En agricultura se llama equilibrio biológico al control que es realizado por predadores y parásitos sobre el crecimiento de las poblaciones de insectos, ácaros, nemátodos, hongos y virus. Esto ocurre cuando, de forma natural, o a través de algún "control biológico", se logran mantener los cultivos libres de plagas.

## **Uso de estiércoles y subproductos para fabricar abonos orgánicos**

---

Son disímiles las prácticas y métodos que pueden emplearse para lograr el nivel de fertilidad deseado o requerido para el buen desarrollo de los cultivos y, a su vez, para la producción de biomasa y nutrientes suficientes para la alimentación de los animales y el hombre.

Gran parte de estos métodos están basados en el uso de las fuentes de materia orgánica disponible su reciclaje, garantizando que muchos nutrientes regresen al suelo directamente o después de haber sido utilizados por los animales o el hombre.

Entre los recursos más preciados que encontramos en las fincas diversificadas donde hay animales y cultivos están el estiércol, los residuos y subproductos de cosecha, el rechazo de la alimentación de animales y los residuos líquidos.

### **Estiércoles**

El uso de las excretas animales es una práctica comúnmente aplicada por los agricultores con el objetivo de restituir nutrientes al suelo. Todos los estiércoles tienen un uso específico, unos son beneficiosos de acuerdo con la **concentración de nutrientes** que otros, de más fácil **manipulación** que otros o simplemente se encuentran en más **abundancia**. Cada una de estas características debe ser tenida en cuenta cuando pensamos en su uso.

Además de ser gran aportador de materia orgánica a los suelos, el uso del estiércol es ante todo una fuente importante de nitrógeno, elemento deficitario en la mayoría de los suelos sometidos a la explotación agrícola continua y también contiene otros microelementos necesarios para el buen crecimiento de las plantas.

**Tabla 2.** Cantidad de estiércol producido por los diferentes animales de granja.

Vaca	30 kg/día	Cabra	4 kg/día
Caballo	20 kg/día	Conejo	0.7 kg/día
Ternero	15 kg/día	Gallina	0.1 kg/día
Cerdo	9 kg/día		

También es importante destacar que la acumulación o no utilización del estiércol provoca serios problemas de contaminación de las aguas y el aire, por lo cual su procesamiento se convierte en más que una opción, una necesidad. Otra manera de calcular la cantidad de estiércol disponible en la finca puede ser sobre la base del peso vivo de los animales. En este caso el cerdo sobrepasa al bovino en producción de estiércol; y el estiércol de aves y ovinos son los que tienen mayor concentración de nutrientes.

**Tabla 3.** Relación peso vivo, producción y calidad del estiércol para diferentes especies animales.

Especie	t excreta/ año/ 500 kg de PV	% Materia Seca	Nutrientes en 1 t de excreta fresca, kg		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Bovino ceba	9.5	20	6.3	4.1	4.8
Vaca lechera	13.4	21	6.9	2.1	5.3
Ovino	6.7	35	12.5	4.2	10.7
Cerdos	17.9	25	4.5	2.9	4.0
Caballo	8.9	40	6.1	2.1	6.4
Aves	5.0	46	13.9	8.2	3.7

Cuando el estiércol se procesa y se transforma en abono orgánico, adquiere nuevas propiedades que refuerzan su condición como fertilizante, obteniéndose un producto de mejor calidad. Los abonos pueden ser utilizados para:

- Aplicar nutrientes para el buen crecimiento de los cultivos
- Mejorar las condiciones fisicoquímicas del suelo
- Aprovechar restos de cosecha, hojas y frutos inservibles y restos de hortalizas, paja, etc. como vía para el reciclaje y tratamiento de subproductos y residuales del proceso de producción

Cuatro formas son utilizadas comúnmente para el tratamiento de estos recursos y su transformación en abono orgánico para la conservación y mejoramiento de la fertilidad del suelo. Ellas son: curado para su uso directo, fabricación del compost, mediante la lombricultura y el uso de residuales líquidos.

## I. Curado para su uso directo

El estiércol fresco puede dañar la germinación y el crecimiento inicial del cultivo, entonces para evitarlo debe seguir las siguientes instrucciones:

- Colocarlo sobre una superficie donde no haya arrastre de aguas
- Taparlo con pencas de guano
- No dejarlo reseca
- Cuando baje la temperatura y no despida mal olor, estará listo (90 días)

## II. Fabricación del compost

El compost es el proceso de curado, además de estiércol, de otros materiales como subproductos de cultivos y residuos del consumo de forraje de los animales (triturados), así como sustancias minerales. El compost es considerado un material biológicamente activo, resultado de la descomposición de la materia orgánica bajo condiciones controladas. Es utilizado para promover el reciclaje de nutrientes, el mejoramiento del suelo y el crecimiento de los cultivos



y algunos consideran que es un proceso y no un resultado final, debido a que al aplicarlo al suelo continúan los procesos de degradación de la materia orgánica, efecto que provoca la acción de los microorganismos encargados de esta función.

### Tipos de compost

**Aeróbicos:** Son aquellos que se desarrollan en presencia de oxígeno, donde se desarrollan un amplio rango de microbios que requieren  $O_2$  para descomponer la materia orgánica y sintetizar nuevos compuestos orgánicos.

**Anaeróbicos:** En este tipo de compost el grupo de microbios que digieren o fermentan la materia orgánica, lo hacen en ausencia de  $O_2$ .

**Vermicompost:** Ciertos tipos de lombrices de tierra digieren la materia orgánica y el resultado de esta digestión es llamado humus de lombriz, el cual puede tener una alta calidad para mejorar los suelos y el crecimiento y salud de las plantas. Las lombrices son sensibles a las condiciones anaeróbicas, extremos de temperatura y carencia de humedad.

### Método de elaboración

- Seleccionar el espacio de suelo y remover con pico o guataca
- Conformar pilas de 2 m de ancho y la longitud deseada
- Escoger un lugar sombreado protegido de encharcamientos
- Colocar capas de 15 – 20 cm de material vegetal y capas intercaladas de 5 cm de estiércol
- Humedecer bien las capas que se van colocando
- Colocar capas sucesivamente hasta 1 – 1.5 m de altura
- Colocar en la pila tubos o postes de 10 cm de diámetro y 2 ó 3 m de altura para facilitar la aireación y se retiran tres días después

- El proceso termina cuando la temperatura de la pila sea igual al ambiente, no despidan olor y el color se torne pardo

A continuación presentamos las recomendaciones de Don Álvaro Reynoso, eminente agrónomo cubano, para la fabricación del compuesto:

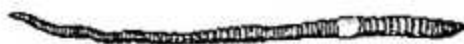
Para elaborar en la finca, parcela o huerto un buen abono, proceda como sigue:

- Seleccione un área soleada, llana y que no se inunde
- Trace y limpie bien el lugar, que puede tener 1,5 m de ancho y el largo que se desee
- Elimine la hierba para que los materiales queden en contacto con la tierra
- Distribuya el material en capas
- La capa de restos orgánicos debe ser de aproximadamente 15 - 20 cm
- Estiércol de cualquier especie: 1 - 5 cm
- La última capa (superior) de restos orgánicos debe ser más gruesa que las anteriores (25 - 30 cm)
- Cubra la "pila" con pajas de guano o con hierba bien seca (capa de 15 - 20 cm) para conservar la humedad
- Riegue la pila para humedecerla
- Controle la temperatura de la pila para seguir la fermentación, puede utilizar cabillas situadas al interior



1. A los dos o tres días comienza la fermentación, lo que se sabe porque la temperatura se eleva a 70-75 °C; entonces la pila comienza a perder altura. El calor de la masa se conoce tocando las cabillas colocadas en la pila.
2. Vigile que la fermentación no se interrumpa, esto se conoce porque la temperatura comienza a bajar bruscamente y la pila no pierde altura.
3. Si esto sucede es que falta humedad, riegue nuevamente.
4. Si se presenta un olor desagradable y aparecen moscas, ello indica que falta aire en la masa por exceso de agua; entonces hay que "voltear" la masa.
5. A las 3 - 4 semanas de "levantada", la pila se "voltea", procurando que el material menos fermentado quede abajo o al centro
6. Humedezca la masa a medida que va volteándola y tápela.
7. 2 - 3 semanas más tarde repita la operación, pero no humedezca la masa.
8. A las 4 - 6 semanas después el material habrá adquirido un color oscuro, de textura pareja, ligero, de humedad media y no tendrá olor desagradable.
9. Déjelo refrescar una semana antes de usarlo.
10. Si se va a guardar, almacénelo bajo techo para evitar que la lluvia arrastre los nutrientes.

### III. Lombricultura



La obtención de abono orgánico de alta calidad a partir de estiércol y otras fuentes orgánicas puede lograr también a través de la lombricultura.

#### Características de las lombrices

- Tienen boca, pero no tienen dientes
- No dañan las raíces de las plantas
- Respiran a través de la piel
- Transforman gran cantidad de materiales orgánicos
- Les afecta la luz solar, los rayos ultravioletas que las pueden matar en poco tiempo
- Son hermafroditas (tienen ambos sexos), por lo que se pueden aparear indistintamente

La lombriz se alimenta de desechos orgánicos y los convierte en humus, compuesto químico más estable en el suelo, a través de su proceso de digestión. Algunas lombrices son coprófagas como roja californiana (que se alimentan de estiércoles) y la mayoría no emigran fácilmente, siempre que tengan garantizados alimento, temperatura adecuada, oxígeno y pH básico. La manera de emprender la cría de lombrices es como sigue:

1. Se puede realizar en canteros en tierra o en canoas u otros recipientes grandes
2. Se coloca de 20 – 30 cm de materia orgánica semidescompuesta
3. Se siembra 1 kg de lombriz por 1 m<sup>2</sup>
4. Las lombrices consumen el alimento de abajo hacia arriba o de forma horizontal dependiendo del diseño del cantero
5. Se debe mantener la humedad uniforme
6. Cuando se encuentren en la capa superficial (8 – 10 días), agregar otra capa similar hacia arriba o hacia un lado
7. Repetir el proceso hasta completar el cantero deseado
8. Cosechar las lombrices restantes mediante un saco de malla colocado en la canoa y depositando estiércol encima o simplemente creando situaciones de estrés para lograr su transporte
9. Recogerlas para comenzar el proceso y el sobrante puede ser usado con diferentes fines con la alimentación animal

Tabla 4. Características reproductivas de dos tipos de lombrices.

	Tiempo de vida	Tiempo de cópula	No. de crías	Tasa potencial multiplicación a:
Roja californiana	15 años	Cada 7 días	4 – 20	1 500
Criolla	4 años	Cada 45 días	1 - 4	50

#### Composición de la lombriz

80% agua - 20% Materia Seca (60 - 65% proteína)

100 lombrices = 45 – 90 gramos de proteína

## Capacidad de conversión del estiércol en abono

1 lombriz adulta - produce 0.6 gramos de abono por día

100 lombrices - producen 60 gramos

10 000 lombrices - producen 6 000,gramos = 6 kg por día = 2 190 kg por año

## IV. Residuales líquidos

Utilizar los residuales líquidos de cualquier sistema de crianza animal no afectados por enfermedades reconocidas para la fertilización del suelo, es una forma de evitar la contaminación existente en muchas de las unidades pecuarias y además de reciclar un subproducto importante para la sostenibilidad del sistema.

Los residuales líquidos pueden ser aplicados en forma de riego directo sobre el pasto a razón de (360 m<sup>3</sup>/ha/año), para ello es necesario contar con una pipa o equipo similar que permita el traslado de los líquidos depositados en las fosas. Las aplicaciones deben ser fraccionadas y estar comprendidas entre los meses de mayo a octubre.

Incorporarlo al suelo si se dispone de los equipos adecuados para disminuir las pérdidas de nitrógeno y en el caso de exceso de disponibilidad de pasto se realizará una chapea o pastoreo de los animales previo a su aplicación. Los animales no deben tener acceso al pastizal fertilizado con residuos hasta después de 21 días de la última aplicación. Debe utilizarse en sistemas de manejo de bovinos adultos o en áreas forrajeras.

## Sistemas de cultivo y prácticas para el mantenimiento o recuperación de la fertilidad de los suelos

Como no existe otra alternativa que utilizar intensivamente los suelos para producir alimentos necesarios para satisfacer a una población creciente, deben diseñarse sistemas agrícolas que consideren prácticas ecológicas y sustentables si queremos mantener su capacidad productiva y fertilidad.

Es conocido que los métodos y prácticas de cultivo convencionales produjeron un incremento de la productividad de los suelos, entre otros factores, por un uso intensivo de fertilizantes químicos solubles, mecanización, etc. Sin embargo, este modelo demostró en un breve plazo ser insostenible desde el punto de vista económico y productivo, causante de fuertes desequilibrios ecológicos que han provocado erosión, compactación, salinidad y otros efectos colaterales como son la mayor incidencia de plagas sobre los cultivos, la deforestación, la contaminación de los mantos freáticos, la disminución de los regímenes hidricos, entre otros.

Los sistemas integrados ganadería-agricultura con bases agoecológicas proporcionan la teoría y práctica para lograr diseñar arreglos de cultivos y su relación con animales que permitan alcanzar el preciado objetivo de lograr un manejo racional de los nutrientes del suelo.

No hay dudas de que la fabricación de los fertilizantes orgánicos o la aplicación de enmiendas al suelo cumplen importantes funciones en el reciclaje de los nutrientes y en la síntesis de nuevos

compuestos que mejoran la estructura y composición química de éste. Ya ha sido demostrado que la aplicación del humus de lombriz, el compost, los desechos animales curados (estiércol y guano), los residuos de la producción vegetal como la cachaza de la caña, pulpas y residuos de la producción industrial de frutas, etc., son altamente beneficiosos al suelo aplicados de forma directa al suelo en las proporciones ordenadas.

Muchos de los problemas que presentan los suelos comúnmente se deben a la falta de materia orgánica o a un deficiente manejo de la fertilización, además de laboreo inapropiado y prácticas de cultivo continuas, las cuales no consideran la ecología del manejo de este recurso básico para desarrollar la producción agrícola. Las pérdidas de nutrientes de la capa arable por escurrimiento superficial, la lixiviación y formas erosivas en sentido general, son causadas por deficientes sistemas de cultivos y la no existencia de prácticas conservacionistas del suelo.

Existe un gran número de prácticas de conservación del suelo que solo mencionarlás y dar una breve explicación tomaría un largo espacio. No obstante, nos referiremos a las más comunes, así como el sentido de su aplicación.

Las leguminosas son las plantas más utilizadas en sistemas de cultivos para mejoramiento de la fertilidad del suelo. La capacidad que tienen estas plantas, en asociación con las bacterias del suelo de fijar el nitrógeno atmosférico y ponerlo a disposición de las demás plantas, es una cualidad que presta servicios inapreciables a los cultivos asociados a éstas.

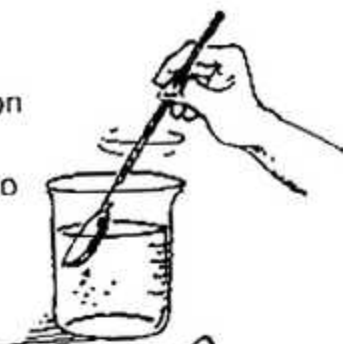
Un suelo cultivado con leguminosas mejora su nivel de fertilidad, especialmente de nitrógeno, deficitario en muchos suelos. Es por eso que son usadas en asociaciones de cultivos, rotaciones o mezclas en franjas, como añonos verdes, mulch, entre otras.

Las bacterias del género *Rhizobium* presentes en el suelo se alojan en las raíces de las leguminosas y viven en simbiosis formando nódulos. Estos nódulos son como fábricas que transforman el nitrógeno del aire que circula por los microporos del suelo sin poder ser utilizado por las plantas y los convierte en amonio y nitratos, elementos que son asimilados fácilmente por estas.

Algunos suelos contienen estos microorganismos de forma natural, sin embargo, otros no los presentan, por lo que hay que inocularlos artificialmente para promover su acción junto a las leguminosas. El inoculante de *rhizobium* puede ser aplicado a las semillas que se sembrarán a las plántulas o al suelo. La práctica de inoculación simple a la semilla es la más común, pero también se puede aplicar a voleo, en surcos, en parcela establecida o con mochila bombeando sobre el surco o al lado de la planta.

## ¿Cómo inocular las semillas?

Preparar solución azucarada en recipiente hondo



Añadir inoculante hasta formar una masa uniforme y fluida



Agregar las semillas y agitar hasta que queden recubiertas uniformemente con capa de inoculante



Airear las semillas recubiertas con el inoculante a la



Se ensacan las semillas y se llevan a la siembra

Otras prácticas para el mantenimiento o la recuperación de los suelos son utilizadas comúnmente por los agricultores, las cuales garantizan un correcto manejo de los nutrientes y de las características físico-químicas del suelo. Entre ellas podemos citar:

**Manejo de la fertilización:** Asegura la aplicación de las cantidades necesarias de nutrientes acorde con los requerimientos de los cultivos plantados y los aportes por diferentes vías, la fertilidad base del terreno y el balance que existe con los nutrientes contenidos en los productos extraídos. La observación de algunos indicadores biológicos puede señalar la falta de nutrientes en el suelo, como son: la existencia de malezas específicas. Así también a través de pruebas sencillas se puede determinar la existencia de problemas de salinidad, compactación, mal drenaje, pH muy ácido u otros síntomas de erosión del suelo que permitirán la recomendación de ciertas enmiendas o la aplicación de fertilizante orgánico que corrija las dificultades existentes.

**Rotación de cultivos y policultivos:** Es parte de una concepción de secuencia y complementación que mira al suelo como principal eje y persigue el objetivo de arreglar en tiempo y espacio las posibles interacciones que beneficien el rendimiento de los cultivos, el manejo de nutrientes del suelo, el control de las plagas y malezas entre otros.



Los tipos de asociaciones de cultivos son:

- Cultivos intercalados o policultivos
- Cultivos mixtos
- Cultivos en franjas
- Cultivos de relevo (para abono verde o no)

Las rotaciones son las asociaciones en el tiempo y éstas se pueden combinar formando secuencias de cultivos (ver diagrama de una secuencia de cultivo para dos años, pág. 32).

Mirando hacia el suelo, las prácticas de rotación de cultivos y asociaciones promueven especies de raíces profundas combinadas con otras que enraizan superficialmente, de gran desarrollo de raíces o de follaje con otras de menor crecimiento en ambas direcciones, algunas que fijan nitrógeno y otras que no tienen esta cualidad y se benefician de al anterior; plantas con similares ciclos de vida y otras con ciclo diferente (corto o largo), con porte alto y bajo, entre otras características.

La búsqueda de mejores asociaciones ha sido y es tarea de agricultores y científicos en el interés de conocer como manejar mejor los cultivos en beneficio del suelo, para captar mayor cantidad de energía solar para producir mayor cantidad de biomasa y materia orgánica, retener mejor la humedad, movilizar los nutrientes del suelo, mejorar su estructura y biodiversidad.

**Utilización de los desechos animales:** Es otra práctica milenaria empleada para el mejoramiento del suelo. Algunos métodos de esta práctica son explicados en el subtópico relacionado con el uso de estiércoles y subproductos para fabricar abonos orgánicos.

Otras **prácticas antierosivas y relacionadas con la labranza** mínima o la cero labranza del suelo apunta a la preservación de este recurso. Entre estas tenemos:

- Cubierta de árboles y cultivos
- Cobertura viva y muerta
- Formación de barreras vivas
- Siembra en contorno
- Siembra en terrazas
- Establecimiento de cultivos permanentes
- Labranza reducida
- Labranza conservacionista
- Labranza mínima

Las medidas para la cobertura del suelo garantizan que no se produzca el impacto de la lluvia sobre el suelo, que disminuya el deslizamiento y arrastre de los nutrientes superficiales, que el suelo tenga mayor capacidad para almacenar agua, una mayor porosidad, mejor infiltración del agua, etc. Mientras que las medidas de labranza incluyen diferentes variantes que pretenden mantener lo más estable el suelo con el objetivo de que se desarrollen naturalmente los procesos biológicos de descomposición. Habría que decir mucho sobre las prácticas de manejo y conservación de la fertilidad de los suelos, pero su principal objetivo está en proporcionar suficiente agua, nutrientes y su mantenimiento o retención para lograr un suelo permanentemente productivo que sostenga el crecimiento y desarrollo de las plantas, animales y seres humanos que de él dependen.

# Las plantas



Entre las principales funciones de las plantas en los sistemas integrados de producción se encuentran:

- Purificación del aire mediante la producción de oxígeno imprescindible para la vida en la Tierra.
- Fijación de grandes volúmenes de energía solar a través de la fotosíntesis y transformación en compuestos orgánicos.
- Remueven el suelo y mejoran su estructura a través de su sistema radicular, en unas plantas más profuso y en otras menos.
- Reciclaje de nutrientes y transformación de los minerales del suelo en alimentos.
- Fijación del nitrógeno atmosférico
- Fuente de alimento humano y animales domésticos a través de los productos comestibles que se extraen de ellas.
- Son indicadoras de desequilibrios en el suelo.

- Sirven de alimento para todos los demás organismos vivos en el suelo, la superficie y el aire.
- Protegen el suelo a partir de su cobertura o mulch y a través de su incorporación retorna al suelo gran cantidad de elementos nutritivos.
- Fuente de sustancias curativas que son ampliamente utilizadas para el tratamiento de enfermedades en los animales y el hombre.
- La madera que de los árboles se extrae es usada para la fabricación de instrumentos de trabajo, construcciones, etc. También otras fibras, semillas y otros subproductos son utilizados para la fabricación de muebles y artesanías.

Estas y muchas otras funciones son atribuidas a las plantas. Si insistimos en las disímiles aplicaciones que de ella surgen para lograr el efectivo funcionamiento de los sistemas agrícolas, llegaremos a la conclusión de que las plantas no son un simple alimento, sino un eslabón imprescindible de la cadena de la vida y por tanto, el aprovechamiento de su uso potencial es la clave para lograr mejores resultados en el mantenimiento de la vida del suelo, el mejoramiento de la alimentación animal, el cierre de los ciclos de nutrientes y la seguridad alimentaria del hombre.

## **Partes constituyentes, usos y principales funciones de las plantas en los sistemas productivos**

Para las distintas especies, las partes constituyentes de las plantas (raíz, tallo, hoja, flor y fruto) tienen formas, colores y tamaños muy diversos. Sin embargo, la función que realizan cada una de ellas es común en la mayoría de los casos.

La raíz es el órgano que le permite a la planta, a través de los pelos absorbentes, tomar los elementos nutritivos, además de asegurar la fijación al suelo y la traslocación de los líquidos hacia el tallo. Este último, a su vez, se encarga de sostener hoja, flores y frutos, así como de repartir la savia a todas las partes de la planta. Por su parte, las hojas realizan la fotosíntesis a través de la cual sintetizan cuerpos complejos y transpira el agua sobrante en la planta. Las flores garantizan la reproducción de la especie y la formación del fruto botánico.

Así cada parte u órgano constituyente de la planta cumple funciones que garantizan su propia existencia, desarrollo y reproducción. A su vez, cuando miramos hacia sus usos potenciales funciones en los sistemas de producción agrícola, su labor se amplía, al brindar valiosos servicios a los microorganismos y animales que viven en el suelo, a organismos fitófagos y otros que no se alimentan de las plantas pero que si las utilizan de hospederos o con otros fines. También las plantas pueden ser empleadas en beneficio de otras plantas, de los animales o el hombre.

Además de cumplir sus actividades vitales, las plantas almacenan sustancias que el hombre utiliza para su alimentación, la de los animales y para usos industriales. El conocimiento de otras funciones ecológicas y productivas que realiza cada parte de la planta nos ofrecerá la posibilidad de hacer un uso más racional de estos recursos que refuerzan las características multifuncionales de la agricultura.

**Las raíces** pueden ser usadas con fines alimenticios, medicinales o industriales. Algunas almacenan sustancias de reserva como la yuca, la remolacha, la zanahoria, el boniato, etc., que son empleadas como alimentos con fines industriales para la extracción de almidones, azúcares, etc.

Aunque algunas de las raíces mencionadas anteriormente son aprovechadas comúnmente como producto comestible para el consumo humano directo y para la extracción de productos industriales, también son empleadas como productos medicinales como es el caso del anamú, mastuerzo condimenticias como el jengibre, etc. No obstante, las raíces cumplen otro sinnúmero de funciones que generalmente son ignoradas o no tenidas debidamente en cuenta en el manejo de los sistemas productivos. El conocimiento de estas características permitirá un manejo más adecuado de sus cualidades:

- Las raíces remocionan el suelo, disminuyen la compactación y permiten mejoras en la estructura, aireación, paso del agua y nutrientes.
- A través de las raíces muertas se incorpora al suelo materia orgánica que contribuye a su fertilidad.
- Algunas plantas de raíces fasciculadas son óptimas para el control de la erosión, siendo empleadas como barreras para evitar la escorrentía como el vetiver, y otros pastos macollosos.
- El conocimiento de los sistemas radiculares de las plantas nos indican cuales deben ser las distancias entre las mismas, lo que constituye un indicador para fijar marcos de plantación en el diseño de policultivos.
- Algunas raíces exhalan exudados que tienen efectos contra plagas, como es el caso de la flor de muerto contra nemátodos y de la caña santa contra hormigas.
- Las raíces que acumulan reservas de almidón son excelentes materias primas para la producción de harinas y piensos criollos para la alimentación del ganado menor (monogástricos fundamentalmente).
- Alrededor de las raíces se producen procesos de simbiosis con un sinnúmero de bacterias, hongos y otros microorganismos que son capaces de realizar disímiles funciones beneficiosas para la planta y el suelo.

**El tallo** es ampliamente utilizado por el hombre dado sus beneficios como es el caso del tallo de la caña de azúcar, los tubérculos de la papa, los bulbos de la cebolla, etc. Otras plantas como los árboles son fuentes de fibras para la fabricación de productos industriales como muebles, construcciones, etc.

Aunque todos sabemos identificar los tallos y generalmente conocemos sus funciones más comunes, algunas otras que son tan importantes conocer son ignoradas o no tenidas en cuenta a la hora de diseñar los sistemas de cultivos o darle el uso más adecuado. Además de sostener hojas, flores y frutos y de transportar la savia y con ella las sustancias nutritivas, el tallo cumple otras funciones y tiene características específicas para cada especie que debemos tener presente.

- En el tallo se encuentran situadas las yemas apicales y axilares, donde se encuentran los tejidos encargados del crecimiento y ramificación de la planta. Muchas plantas económicas se reproducen por yemas, y las características de estas son importantes para el procedimiento de siembra.
- En las zonas apicales de los tallos se encuentra el tejido meristemático que es un buen material para ser utilizado en el cultivo de tejido y obtener así una reproducción acelerada.
- Los tallos son indicadores fundamentales para la identificación de las plantas monocotiledóneas (esponjosos) y dicotiledóneas (leñosos).

- En el estudio del diseño de policultivos se ha comprobado como la mezcla de un cultivo de porte bajo con otro de tallos erecto cumple la función de barrera para algunas plagas, limitando su movimiento y por ende disminuyendo la incidencia de la plaga.
- Algunos tallos herbáceos como el del maíz, el millo, la paja de otras gramíneas como el arroz, la yuca, el bejuco del boniato, etc. o falsos tallos como el del plátano pueden ser utilizados para la alimentación animal o incorporarse al suelo después de la cosecha, aportando nutrientes directamente o en forma de compost.
- Algunos árboles son plantados como cortinas rompevientos, barreras ecológicas, o bosques energéticos, usándose para ello las características de los tallos erectos.
- Los tallos de árboles apropiados como setos vivos nos proporcionan un cercado económico, duradero y productivo.
- Los tallos de baria, leucaena, eucalipto, guayaba, etc. son usados para confeccionar cujes, garabatos u otros materiales e instrumentos que facilitan el trabajo.

No hay dudas de lo importante que resulta conocer a profundidad las características y funciones de los tallos. Tanto los rastreros, aéreos, trepadores, erectos (leñosos, herbáceos o carnosos) como los subterráneos (tubérculos, bulbos o rizomas), son manejados en los sistemas integrados y el conocimiento de su fenología, ciclo productivo y otras características permitirá aprovechar sus cualidades de manera más eficiente.

Así, por ejemplo, sabremos cual es el momento más adecuado para podar un seto vivo, para extraer madera; el procedimiento más adecuado para preparar el suelo en la siembra de los tubérculos, o cual es la dimensión apropiada para cortar la semilla de caña, king grass u otras gramíneas, cangre de yuca, etc.; las combinaciones más efectivas de policultivos en función del tipo de tallo (maízboniato, maízcalabaza, maízfríjol) entre otros.

**Las hojas** son aprovechadas para múltiples aplicaciones, al punto de que muchas plantas son cultivadas solo para extraer sus hojas. Entre estas tenemos el tabaco, la lechuga, la col, el henequén, etc. Otras como el cilantro, el perejil, el orégano, etc. se emplean como condimento y como medicinales un sinnúmero de especies. También las plantas forrajeras desde el maíz y el sorgo hasta los pastos cultivados o silvestres tienen contenidos de proteína y energía de amplio uso en la ganadería.

No obstante, sin dejar de lado sus usos económicos, alimenticios y curativos, las hojas desde el punto de vista ecológico, fisiológico y morfológico realizan innumerables funciones, de las cuales citaremos algunas de especial relevancia en su empleo.

- Las hojas de las plantas realizan la fotosíntesis (por medio de los pigmentos clorofílicos). A través de estos captan la energía solar y la convierten en biomasa. La búsqueda y empleo óptimo de especies que realicen de manera más eficiente este proceso, permitirá captar mayor cantidad de energía al sistema, base fundamental de su funcionamiento.
- Las hojas presentan estomas que se encargan de realizar los procesos compensadores del balance hídrico interno a través de la transpiración del agua.
- En las vainas y el envés de las hojas se albergan insectos para realizar la puesta de sus huevos y otras funciones.
- De hojas se alimentan ciertos tipos de insectos fitófagos los cuales son parte de la biodiversidad de la finca y que deben ser mantenidos bajo control ecológico.

Las hojas son indicadores muy efectivos para la detección de desbalances de nutrientes en el suelo, problemas ocasionados con la planta, determinación de su ciclo biológico y definición de estaciones, etc. Las hojas son el mayor potencial de alimentos con que cuentan los sistemas agrícolas y su rápido crecimiento y renovación hace que sea inagotable y esté disponible en grandes cantidades. Su aprovechamiento y utilización óptima pasándolas a través del animal debe ser una prioridad del agricultor.

**Las flores** cumplen funciones mayormente ornamentales y muchas plantas se cultivan solo con el fin de obtener sus flores para ser utilizadas como adorno, o para extraer sus esencias y aromas para la fabricación de cosméticos. Otras se usan con fines medicinales como el tilo, el jazmín, la manzanilla, etc., o comestibles (las menos). La flor cumple una función que es la fecundación, a partir de la cual se reproduce la mayor parte de las plantas.

- Las flores producen polen que sirve de materia prima a las abejas para la fabricación de miel y cera. El manejo de los árboles y plantas cultivadas con características melíferas es toda una ciencia que es manejada para mantener flores de diferentes especies aptas durante todo el año.

**El fruto** botánico es el producto de la fecundación y muchas veces no coincide con el fruto agrícola, conocido como la parte de la planta que es utilizada para fines alimenticios, medicinales, etc. Por tanto, muchos tipos de raíces, tallos, hojas y flores, pueden constituir también frutos agrícolas. La mayoría de los frutos que son utilizados con fines comestibles son explotados de manera intensiva y también son utilizados en algunos casos para preparar alimentos completos para los animales. En este punto se produce una competencia por los alimentos entre los animales y el hombre.

En los sistemas especializados de producción, el objetivo fundamental es el de maximizar el uso del fruto agrícola; es decir, la parte de la planta que tiene importancia económica y todo el sistema productivo está en función de este componente, desperdiciándose valiosos recursos que pudieran, sobre la base de un diseño diversificado e integrado, incrementar notablemente las capacidades productivas.

Así es que, por ejemplo, la siembra de maíz en grandes extensiones de monocultivo se realiza para la obtención de granos, sin tener en cuenta en muchos casos que el resto de la planta constituye un importante recurso para la alimentación animal o para la fabricación de abonos orgánicos que restituyan al suelo parte de los nutrientes y de la materia orgánica extraídos por el cultivo y en cambio, es visto como un residuo y no como un subproducto. Para suplir este defecto, año tras año se aplican altas dosis de fertilizantes solubles que contribuyen a restituir parte de los elementos extraídos al suelo, pero que no devuelven la materia orgánica, base para el desarrollo de la vida edáfica.

## **Especies de plantas más comunes en la finca y cómo se combinan**

---

La alta diversidad natural de los ecosistemas tropicales, tanto de plantas, como de animales y microorganismos es un caudal de riqueza que no es explotado debidamente. En la región tropical del planeta es donde existe un mayor número de especies, dado que es centro de origen de muchos de los cultivos y crías comerciales explotadas hoy día, es donde ocurren los procesos de diversificación con mayor intensidad. Eso ha sido demostrado por genetistas y naturalistas a través de diferentes teorías, quienes aseveran que en esta franja es donde ocurren con mayor rapidez

todos los procesos biológicos dada la basta energía disponible del sol y en general condiciones naturales propicias para la creación y mantenimiento de la vida.

La producción agrícola integrada con bases agroecológicas pretende acercarse en su concepción de manejo al diseño y los flujos de energía y materiales, imitando lo que ocurre en los sistemas naturales, donde se logra potenciar el uso de los principales recursos con que se cuenta como son el agua, la luz del sol y el oxígeno además de otros componentes sin los cuales los seres vivos no podrían subsistir. En contraste, las prácticas convencionales de cultivo han reducido la presencia de especies en sus sistemas, limitándose a monocultivos en extensas áreas que no solo crean desbalances en los ciclos naturales, promueven el surgimiento de plagas y atentan contra la diversidad de especies, sino que desaprovechan en alto grado los potenciales de producción de los ecosistemas, obteniendo de ellos un mínimo de provechos y degradándolos año tras año.

Es por lo anterior que la inclusión de diversas especies en la finca proveerá las condiciones propicias para el incremento de los potenciales productivos en términos de fijación de energía y conversión en biomasa, además de promover los equilibrios y ciclos que confieran mayor estabilidad y resiliencia del sistema, minimizando los riesgos. Este esquema de manejo ocurre con alta frecuencia en las fincas tradicionales, donde la racionalidad ecológica se inclina a la biodiversificación y la integración de varios componentes, lo que permite crear sinergias que favorecen su sustentabilidad.

Cada planta cumple un papel dentro de los sistemas y su introducción debe cumplir una o varias funciones específicas que justifiquen su presencia, a esto le llamamos diversidad funcional, y mientras conozcamos mejor estas funciones y sus ciclos de vida e interacción con otras especies, mayor provecho podremos extraer de ellas, haciendo más eficiente los sistemas a partir de sus propios recursos. Aquí insistiremos en algunas de estas plantas y sus requerimientos de manejo, ciclos vegetativos, hábitos de crecimiento, épocas de siembra, rendimientos esperados, algunos aspectos de agrotecnia, etc. Según el carácter del producto principal, las plantas cultivadas más comunes en Cuba pueden clasificarse en:

<b>Granos y cereales</b>	arroz, maíz y sorgo (gramíneas); frijoles, soya, vignas, gandul (leguminosas)
<b>Raíces y tubérculos</b>	yuca, papa, malanga, boniato, ñame
<b>Oleaginosas</b>	maní, ajonjolí, girasol
<b>Sacaríferas</b>	caña de azúcar
<b>Pastos y forrajes</b>	guinea, pangola, pasto estrella, king grass (gramíneas); glycine, leucaena, centrosema, canavalia, mucuna (leguminosas)
<b>Hortalizas</b>	lechuga, col, zanahoria, rábano, espinaca, berro, tomate
<b>Frutas</b>	fruta bomba, guayaba, anón, mango, aguacate, mamey, naranja, limón, mandarina, etc.
<b>Condimenticias</b>	ajo, cebolla, ají, cebollino, ajo porro, albahaca
<b>Cucurbitáceas</b>	melón, pepino, calabaza
<b>Textiles</b>	yute, cáñamo, henequén
<b>Narcóticos y estimulantes</b>	tabaco, café, cacao

Es de suma importancia conocer los aspectos biológicos que rigen el comportamiento de las especies de plantas con el objetivo de diseñar arreglos de policultivos, cultivos de relevo, en franjas, o secuencias a través de las que podamos obtener mejores resultados productivos y de manejo del suelo y las plagas. Entre estos aspectos se encuentran el conocimiento del ciclo vegetativo de la planta, el hábito de crecimiento y la época óptima de siembra, lo que permitirá diseñar los sistemas de cultivo en espacio y tiempo.

**Tabla 5.** Aspectos biológicos más importantes a tener en cuenta para una secuencia de cultivos.

Cultivo	Ciclo vegetativo (meses)	Hábito de crecimiento	Época de siembra óptima
Yuca	8 - 12	erecto	nov - ene
Boniato	4 - 5	voluble	may - jul
Malanga	10 - 12	erecto, porte bajo	feb - may
Papa	2 ½ - 3 ½	porte bajo, abierta	sept - oct, nov - ene
Frijol	3 - 4	erecto, porte bajo	sept, dic - ene
Soya	3 - 4	erecto, porte bajo	mayo - ago, dic - ene
Arroz	4 - 5	porte bajo	abr - ago
Maiz	3 - 4	erecto	mar - may, ago 20 - oct 15
Sorgo	3 - 4	erecto	mar - may, jul 20 - sept 30
Pepino	2 - 3	voluble	sept - feb
Calabaza	3 - 5	voluble	ene - dic
Melón	3 - 4	voluble	oct - feb
Aji	5 - 6	porte bajo	sept - dic
Tomate	3 - 5	erecto o voluble, porte bajo	ago - ene
Lechuga	1 ½ - 3	postrado	sept - dic
Col	2 ½ - 3 ½	postrado	sept - dic
Rábano	1 - 1 ½	porte bajo	ene - dic
Maní	3 - 4	erecto, porte bajo	may - ago
Ajonjolí	2 - 3	erecto	may - ago
Girasol	4 - 5	erecto	ago 20 - sept, marz 20 - abr
Canavalia	2 - 3	erecto o voluble, porte bajo	jun - ago
Mucuna	2 - 3	voluble	may - jun
Vigna	2 - 3	erecto, porte bajo	may - sept



### Ejemplo de secuencia de cultivos para 2 años (Áreas de cultivos en rotación)

Cultivo	Primer año											Segundo año											
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Yuca	S	S	S							C	C												
Frijol		S	S			C	C				S		C	S			C						S
Maiz						S	S		C	C	S		C					S			C	S	
Pepino						S	S		C	C													
Tomate														S			C	C					
Vigna (A. verde)																		S			I	I	

S – Siembra

C – Cosecha

I – Incorporación al suelo

#### Sustitutos

FRIJOL x MANÍ x SOYA

MAÍZ x SORGO

PEPINO x CALABAZA x MELÓN

VIGNA x AJONJOLÍ x MUCUNA x CANAVALIA

**Tabla 6.** Distribución espacial de los cultivos dentro de los policultivos en secuencia.

Policultivo	Cultivo A	Cultivo B	Cultivo C	Representación gráfica
frujol/maíz	3 surcos (0.6 x 0.25)	1 surco (2.40 x 0.30)		
yuca/frijol	1 surco (1.50 x 0.50)	2 surcos (0.50 x 0.25)		
yuca/maíz	2 surcos (1.50 x 0.50)	1 surco (2.25 x 0.30)		
yuca/maíz/ pepino	2 surcos (1.50 x 0.50)	1 surco (3.0 x 0.30)	1 surco (3.0 x 0.50)	
maíz/vigna	1 surco (1.0 x 0.30)	1 surco (1.0 x 0.20)		
frijol/tomate	2 surcos (0.50 x 0.25)	1 surco (1.50 x 0.50)		
maíz/calabaza	4 surcos (1.0 x 0.30)	1 surco (5.0 x 3.0)		

Una secuencia de cultivo puede redundar en la obtención de mayores rendimientos a partir de un mejor índice de utilización de la tierra (IUT). Los policultivos no solo permiten lograr este propósito, sino que pueden ser diseñados para el control de plagas, la protección de los vientos, el mejoramiento del suelo, etc., por esto es muy importante conocer las mejores combinaciones de cultivos para cada situación de clima, suelo y hábito de crecimiento y características de las especies a utilizar. Si bien un policultivo concebido adecuadamente puede rendir mayores frutos, un diseñado sin tener en cuenta estos elementos puede causar pérdidas en la cosecha. Por tanto, el éxito de los sistemas de cultivos mixtos no está en unirlos, sino que se logre una complementación, donde cada uno favorezca al otro en su desarrollo biológico.

## Las leguminosas, piedra angular de los sistemas de cultivo

Las leguminosas son pertenecientes a una extensa familia de plantas que le brindan innumerables servicios al hombre en el arte de producir alimentos. Los agricultores desde tiempos inmemorables usan en estas plantas en los sistemas de cultivo y alimentación animal y las consideraba como piedra angular del funcionamiento racional de los mismos. Cuba se encuentra situada dentro del centro de origen y diversificación de especies de leguminosas definido por Vavilov como "Nuevo mundo" – América Central y el Caribe. Esta es una de las familias de mayor distribución en el mundo con 590-690 géneros y 12 000 – 17 000 especies. Esta diversidad de especies le confiere una gran adaptación a todos los tipos de climas y condiciones de suelo, altitud, etc.

Entre las principales fuentes de nitrógeno de importancia para el suelo tenemos el almacenado en el suelo por acumulación de la materia orgánica; el producto de la fijación biológica del nitrógeno atmosférico; el proveniente de la síntesis industrial, restos de vegetales, excretas y fertilizantes; y, en menor cantidad, por las bacterias fijadoras de N de vida libre y proveniente de las lluvias.

La correcta utilización de las leguminosas, potenciando sus funciones de fijación del nitrógeno atmosférico a través de su inoculación, incorporación como abono verde, el intercalamiento de cultivos o policultivo, las asociaciones y rotaciones, permitirá la optimización del uso del nitrógeno y su incorporación a los ciclos de nutrientes que permitirán la obtención de mejores rendimientos.

También podemos encontrar entre las leguminosas plantas muy pequeñas, postradas al suelo como *Desmodium triflorum* (especie de pasto), hasta grandes árboles como el flamboyant u otros menos conocidos, plantas económicas de uso común por los agricultores como el frijol, la soya y el maní, hasta plagas que invaden los campos como el marabú, la aroma, el weyler, etc.

**Tabla 7.** Aporte de nutrientes y rendimiento de las principales especies utilizadas como abono verde.

Especie	Rendimiento- t MS/ha.	Aporte de nutrientes		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Canavalia	3.36	386	67	185
Mucuna	3.21	217	41	136
Dolichos	2.87	403	129	385
Sesbania	4.42	141	27	138

Dentro de la biodiversidad de plantas en una finca no deben faltar las leguminosas. Ellas mejoran el suelo aportándole nitrógeno a través de las bacterias que se encuentran en los nódulos que tienen sus raíces, pueden emplearse como abono verde o cobertura y deben estar presente en la rotación de cultivos y policultivos. Por otra parte, son plantas que aportan cantidad y calidad de proteína para la nutrición humana y animal.

### **Principales usos de las leguminosas en la crianza animal**

- Bancos de proteína para la alimentación del ganado
- Asociaciones gramínea – leguminosa
- Silvopastoreo
- Postes vivos
- Sombra en los pastizales
- Abono verde
- Sistemas de policultivos
- Sistemas de producción de heno
- Sistemas de producción de harinas y piensos criollos
- Cultivo de cobertura, mulch
- Control de la erosión
- Fuente de combustible y madera (árboles leguminosos)
- Proveedoras de sustancias curativas

### **Requisitos para la siembra, establecimiento y manejo de leguminosas en pastoreo**

#### **Siembra**

- Época óptima
- Especie de leguminosa adaptada al ambiente
- Rebajar bien la gramínea
- Realizar alguna labor al suelo total o en franjas
- Inocular las semillas con cepas efectivas
- Fertilizar con Fósforo los suelos muy deficientes en este elemento

#### **Establecimiento**

- Control de malezas
- Área cercada para evitar consumos de los animales antes del tiempo óptimo
- Controlar crecimiento de la gramínea con cortes altos y poco frecuentes o mediante pastoreo ligero observando que no afecte la leguminosa

#### **Manejo**

- Ligero en primavera
- Más intenso en seca
- Permitir floración y producción de semilla – reseeding

## **Principales causas del deterioro y pérdida de las siembras comerciales de leguminosas (baja persistencia)**

- Selección inadecuada en función de las condiciones de suelo y clima que provoca baja adaptabilidad de las especies utilizadas
- Desconocimiento de los principios básicos del manejo de las leguminosas en pastoreo o en sistemas de corte
- Alto nivel de intensificación de los sistemas en algunas áreas ganaderas, altas cargas instantáneas y sobrepastoreo
- Insuficiencia de investigaciones en algunas especies y experiencias previas en el manejo y la utilización.

## **Los árboles, su importancia y usos potenciales**

Aunque los árboles son plantas también, es muy común separarlos del resto y analizar sus usos potenciales e importancia dentro del reino vegetal con sus características propias. Ellos juegan un papel decisivo dentro de los sistemas agroecológicos dado un sinnúmero de funciones que realizan entre las que están:

- Reciclan nutrientes de las capas inferiores del suelo y los sitúan en la superficie a través de la hojarasca, ramas y frutos
- Regulan el ambiente a partir de la sombra que producen y los efectos asociados a la transpiración del agua, entre otros
- Como cultivo permanente, contribuyen año tras año a la economía de manera sostenida
- Son usados para postes vivos, cortinas rompe vientos y un variado número de arreglos espaciales que cumplen importantes funciones de regulación, estructurales y de diseño de la finca
- Albergan en su interior gran cantidad de vida asociada
- Producen una gran variedad de productos para la alimentación humana y animal, así como otros productos industriales como la madera, las ceras, fibras, etc.
- Son una fuente energética apreciable

Enumerar y profundizar en todas las cualidades de los árboles requeriría un análisis minucioso y extenso, sin embargo, aquí insistiremos en cómo se inserta el árbol dentro de los sistemas integrados y cuales son los principios de su manejo.

La inserción de los árboles dentro de los sistemas agrícolas se conocen como "sistemas agroforestales" mientras que cuando estos se combinan con animales suelen llamarse "sistemas silvopastoriles".

En los sistemas integrados, donde se combinan la producción animal y la vegetal, se concibe el componente forestal en todas sus variantes, cumpliendo una función de complementación y donde el árbol contribuye al incremento del potencial productivo y el funcionamiento del sistema en su conjunto.

El diseño de combinaciones forestales en espacio y tiempo debe tener en cuenta que se produzca beneficios no solo a largo plazo, sino que a través de arreglos con cultivos de ciclo corto se logren

beneficios a corto plazo para asegurar su sostenibilidad. Con el objetivo de establecer con éxito un sistema agroforestal se debe tener en cuenta:

- Hábitos y requerimientos de crecimiento de las especies que componen el sistema cuando se cultivan cercanas a otras especies.
- Factibilidad de manejo del sistema agroforestal
- Obtención de beneficios adicionales como mejoramiento y conservación de suelos y cosechas rápidas de granos o cereales, hortalizas, etc.

Aunque existe variedad de estrategias tradicionales del uso de los árboles en los sistemas agrícolas, las combinaciones agroforestales más usadas son:

**Siembra en callejones:** Es usado en suelos arables donde se cultivan especies de plantas comerciales y su principal fin es mejorar el cultivo a través de la incorporación del follaje como abono verde o cubierta muerta en las filas, para reciclar nutrientes y fertilizar la capa superficial del suelo, con el objetivo de suprimir malezas, para el control de la erosión y la pérdida del suelo, fijación biológica de nitrógeno, etc.

Las especies que se pretenden establecer bajo este tipo de sistema de manejo deben establecerse fácilmente, crecer con rapidez, tener raíces profundas, producir follaje tupido, responder a la poda, tener buena capacidad de competencia, ser fáciles de erradicar y proporcionar subproductos útiles.

La **plantación en contorno** se establece en áreas donde predominan suelos pobres y con muchos factores limitantes, tierras en declive o erosionables. Esta práctica permite restaurar los nutrientes del suelo y mejorar el contenido de materia orgánica, reducir el deslizamiento de suelo y agua, proporcionar menor riesgo ante fuertes periodos de sequía y proveer productos leñosos para el autoconsumo y la venta.

Los **bancos de forraje** para corte se emplean fundamentalmente en áreas de alta densidad poblacional o en sistemas intensivos en el uso de la tierra donde se sostiene ganado de potencial medio. Requiere alta cantidad de mano de obra y es más apropiado para sistemas a pequeña y mediana escala.

Los **bancos de forraje – pastoreo** se encuentra generalmente cerca de áreas de pastoreo, mejorando la disponibilidad y calidad de éste, restauran o mejoran la fertilidad del suelo y nivel de nutrientes orgánicos. Las especies seleccionadas deben ser adaptables a las condiciones edafoclimáticas, ser palatables, con alto contenido proteico, fácil de establecerse mediante siembra directa, transplante o estacas.

La **fruticultura** es parte intrínseca de los sistemas agroforestales en fincas integradas, donde se diseñan arreglos varios que van desde el área de frutales alrededor de la casa, el establecimiento de arboledas o en los contornos de los campos actuando muchas veces como setos vivos.

Otros arreglos agroforestales pueden ser:

- Setos vivos como alimento animal, demarcación de terrenos, cortinas rompe vientos, fuente de mulch, etc.
- Policultivo mixto
- Plantación estratificada de árboles domésticos o industriales
- Plantación de árboles alrededor de las fuentes de agua o pantanos

- Poda selectiva en bosque nativo
- Plantación de especies leñosas para combustible, postes, cuje, etc.

Algunas de las especies de árboles más utilizados en Cuba en sistemas de alimentación para el ganado vacuno son:

- Leucaena – *Leucaena leucocephala*
- Algarrobo de olor – *Albizia lebbek*
- Algarrobo – *Samanea samán*
- Piñón florido – *Gliricidia sepium*
- Baria – *Gerascanthus gerascanthus*
- Almácigo – *Bursera simaruba*

## **Valor nutritivo de los alimentos y los subproductos de cosecha**

---

Al igual que existen distintos grupos de nutrientes y elementos en el suelo, las plantas necesitan diferentes proporciones de los mismos para asegurar su mantenimiento y desarrollo normal. Igual ocurre para los animales y el hombre.

Un grupo de estos elementos, que se están en mayores proporciones en la naturaleza como el *carbono, hidrógeno y oxígeno* se encuentran en estado gaseoso en la atmósfera y todo organismo vivo los necesitan en grandes cantidades. Estos constituyen activadores indispensables de los procesos y actividades de síntesis.

En otro grupo están los llamados macronutrientes, *nitrógeno, fósforo y potasio*, los cuales las plantas necesitan en mayores cantidades y por tanto también los contienen en mayores proporciones en su constitución.

Además de estos, el *calcio, magnesio y azufre* cumplen funciones muy específicas y de gran relevancia para la planta, este grupo es llamado el de las sales y sales y en último lugar, por las cantidades en que los necesitan y contienen las plantas están los llamados elementos menores como son el *boro, cobre, hierro, magnesio, zinc y molibdeno*, los cuales no por estar representados como microelementos son menos importantes, puesto que su deficiencia puede causar también trastornos de considerable importancia.

En total son 15 elementos que se han señalado, sin obviar otros tantos como el *yodo, cloro, silicio, manganeso* y otros que también necesitan las plantas en pequeñísimas cantidades y que se mueven desde el suelo hasta las plantas y de ahí hacia los organismos heterótrofos y nuevamente al suelo.

En este ciclo muchos subproductos "residuos" de la producción agrícola, constituyen fuentes de alimentos para los animales, especialmente rumiantes que tienen la capacidad de asimilar en mayor medida los alimentos fibrosos, de menor calidad, pero que son portadores de ciertos niveles, en algunas ocasiones nada despreciables, de nutrientes de valor en su alimentación y por ende una utilización más eficiente de estos recursos en función del sistema y la producción de alimentos de origen animal para el consumo humano.

**Tabla 8.** Datos aproximados de algunos frutales comunes en Cuba. Tomado de revista *Agricultura Orgánica*, agosto 1996.

	Nombre científico	Rendimiento, frutas/ árbol	Época de cosecha	Edad, años 1ra cosecha	Vida total, años
Aguacate	<i>Persea americana</i>	200300	jun - sept	36	50
Anón	<i>Annona squamosa</i>	3080	ago - nov	3	30
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	150200	todo el año	4	50
Chirimoya	<i>Annona reticulata</i>	80150	abr - jun	3	20
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	2030	jun - ago oct - nov	3	30
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	200500	abr ago - sept	3	30
Lima	<i>Citrus limetta</i>	800900	sept - nov	5	30
Limón criollo	<i>Citrus aurantifolia</i>	7001000	todo el año may - jun	6	30
Mamey	<i>Colocarpum sapota</i>	500800	abr - jul	9	+ 70
Mamey Sto. Domingo	<i>Mammea americana</i>	6001000	abr - jul	9	+ 70
Nispero	<i>Manilkana zapotilla</i>	300600	jun - sept	7	40
Mamoncillo	<i>Melicocca bijuga</i>	!	jul sept	5	50

Aunque muchos nutrientes son necesarios para el buen desarrollo de las plantas y para su uso como alimentos, su valor se calcula comúnmente a partir de su contenido de energía y proteína, sin dejar de lado los demás componentes que como se ha explicado cumplen funciones decisivas en el estado físico y reproductivo de los animales.

La energía es la materia indispensable para realizar los procesos vitales y en nutrición se expresa como calor liberado por los alimentos y que es aprovechado por los animales para cumplir sus funciones fisiológicas y productivas. Por otro lado la proteína es una sustancia que contiene nitrógeno y se emplea en actividades de constitución del organismo y la producción de otras sustancias y puede ser encontrada en cualquier parte del cuerpo o de los productos en mayor o menor cantidad.

El balance de los alimentos disponibles de acuerdo a los requerimientos alimenticios de los animales en explotación nos indicará si debemos mantener, aumentar o disminuir la carga sobre el sistema para lograr una alimentación equilibrada de los mismos.

Las tablas de valor nutritivo de pastos y forrajes, así como el de los residuos de cosecha, junto a las tablas de requerimiento animal por categoría y especie (que se encuentran en disímiles materiales), son la base de cálculo para establecer una estrategia correcta de alimentación de los animales y así asegurar un aspecto importante de su bienestar y lograr mejores niveles productivos.



**Tabla 9.** Composición nutritiva de los pastos y forrajes.

		MS,%	PB,%	MS EM, Mcal/kg	Ca,%	P,%
Pastos mejorados	LL	29.0	7.6	2.00	0.48	0.19
	S	36.3	6.2	1.85	0.56	0.18
Pastos naturales	LL	29.3	6.7	1.90	0.44	0.25
	S	36.2	4.7	1.80	0.53	0.25
Forrajes permanentes	LL	28.1	6.30	1.98	0.54	0.22
	S	32.5	5.25	1.92	0.61	0.15
Caña (sin suplementar)		26.2	2.60	2.19	0.55	0.14
Caña suplementada		26.1	3.8	2.33	0.55	0.14
Maiz	LL	29.3	7.8	2.37	1.54	0.14
	S	28.0	7.7	2.28	0.62	0.10
Sorgo	LL	16.3	10.7	2.03	0.85	0.17
	S	24.1	10.8	2.42	0.60	0.25
Girasol	LL	16.1	12.1	2.30	2.61	0.32
Soya	LL	19.5	17.4	2.28	1.00	0.32
	S	24.4	10.6	1.90	1.97	0.26
Yuca (parte aérea)	LL	15.3	9.5	2.16	1.39	0.15
Yuca (hojas)	LL	15.3	27.0	2.19	1.29	0.60
	S	17.4	23.0	2.19	1.00	0.55
Boniato	LL	10.0	20.0	2.30	1.79	0.24
Dolichos	LL	28.0	14.9	2.27	1.63	0.28
	S	19.9	16.2	2.27	1.50	0.25
Glycine		28.2	19.1	2.32	1.66	0.25
Piñón Florido (hojas)		25.3	24.6	2.53	1.70	1.21
Leucaena		31.0	20.5	2.25	2.30	0.25

**Tabla 10.** Valor nutritivo de los residuos agrícolas.

Producto	Agua <sup>(1)</sup> , %	Rendimto. <sup>(2)</sup> , t/MS/ha	Proteína <sup>(2)</sup> , %	E.D. <sup>(2)</sup> , Mcal/kg MS	Densidad <sup>(3)</sup> , kg/m <sup>3</sup>
Maíz, paja	2845	4.8	57	1.371.63	50100
Sorgo, paja	2045	4.0	47	1.631.90	50100
Arroz, paja	3060	4.0	34	1.331.55	50100
Algodón, paja	2030	4.0	1.52.5	1.291.63	50100
Maní, paja	1530	1.3	1015	1.031.90	50100
Caña, cogollo	5080	6.0	68	1.741.90	100150
Banano, hoja	7080	2.0	1015	1.451.98	100150
Banano, pseudotallo	9095	10.0	1.83.5	2.532.78	100150
Plátano, hoja	7080	2.0	1015	1.451.93	100150
Yuca, hoja	6080	3.6	2025	2.332.71	150200
Boniato, rastrojo	6070	4.0	1216	2.352.53	100150
Frijol, rastrojo	6070	1.0	46	1.451.60	50100
Soya, rastrojo	6070	1.5	46	1.451.63	50100
Maíz, tusa	1525	0.5	2.53.5	1.451.70	100200
Algodón, cáscara	1525	0.3	45	1.001.45	100200
Girasol, capitulo	1525	2.5	811	2.352.53	150200
Caña, bagazo	4652	9.0	0.52.0	0.981.00	120170
Caña, bagacillo	1520	2.0	0.52.5	1.021.27	120170
Café, pulpa	8090	0.015	913	1.002.18	200250
Cacao, cáscara	515	0.50	68	1.271.63	200250

(1) – Contenido de humedad del residuo tal y como se encuentra disponible

(2) – Valores expresados en base seca

(3) – Densidad seco al aire

# Los animales



## **Los animales en los sistemas integrados con bases agroecológicas**

La crianza animal está ligada estrechamente al desarrollo y la cultura humana y tiene una gran interdependencia con la domesticación de las plantas, puesto que mutuamente se han beneficiado para perpetuar su especie. El hombre, a través de los siglos, ha extraído beneficios de la crianza animal para su supervivencia a través de alimentos como la carne, leche, huevos y otros, tracción animal, transporte, abonos, lana, plumas, compañía, etc.

Como mismo se extraen gran cantidad de beneficios, el manejo inadecuado de los animales puede causar desastres ambientales como la erosión, desertificación o simplemente competir por el espacio con las plantas económicas o el hombre. La falta de integración de los sistemas productivos y la excesiva especialización ha creado un divorcio entre plantas y animales en la agricultura, siendo causa principal de estos problemas. La correcta introducción de los animales en los sistemas agrícolas y viceversa (de la agricultura en los sistemas pecuarios) permite:

- Aprovechar de forma óptima la energía y la materia orgánica, que en muchos casos se desperdicia.

- Consumir alimentos no utilizables considerados residuos por el hombre y transformarlos en productos aptos para la alimentación animal.
- Los animales pueden recolectar sus propios alimentos, realizar labores de cultivo, limpieza, aradura y disminuir la presencia de malezas e insectos.
- La producción de leche u otros productos de la crianza animal son ingresos constantes que proporcionan un ambiente financiero estable para los gastos corrientes de la finca.
- Una estructura diversificada de cultivos y animales disminuye los riesgos e incrementa la estabilidad económica de la finca.
- La diversificación de la producción significa a veces menor producción por rubro que en las fincas especializadas, pero es mayor la productividad sobre el área total y así mayores retornos brutos.

A partir de la aplicación correcta de los conceptos de la integración, se incrementa la productividad, se intensifica el uso del suelo y de los nutrientes de una manera sostenible y sin degradar las fuentes de recursos y el ambiente.

- La biomasa que consumen los animales se recicla en forma de estiércol para la producción de abono, que funciona como activador de la biología del suelo.
- Usar las áreas marginales que no son aptas para cultivos anuales, campos en barbecho o descanso agrícola.

A pesar de que los beneficios de la presencia animal en los sistemas agrícolas y de los cultivos en los sistemas pecuarios son bien conocidos en muchos casos, los resortes del mercado inducen a los agricultores a especializarse, pues la misión es la de producir, en el menor tiempo posible, la mayor cantidad de un producto determinado. En esta carrera se desestiman los asuntos relacionados con la etología, sanidad, requerimientos biológicos y sociales de los animales. Es por este motivo que las tierras se concentran cada vez en menos actividades, reduciendo o eliminando las ventajas y beneficios de la integración agricolaganadera.

Las especies de animales tienen la posibilidad de:

- Consumir los subproductos agrícolas no utilizables por el hombre, las mal llamadas malezas y otros subproductos del proceso de producción o transformación agrícola y convertirlos en alimentos de alto valor biológico
- Sus excretas son un importante aporte energético si se transforman en biogás, el lodo resultante de este proceso, junto con el humus de lombriz y el compost son importantes fuentes de fertilizantes orgánicos
- Garantizar el funcionamiento y cierre de los ciclos de nutrientes que permite potenciar las cualidades productivas de los suelos

## **Principios del manejo de los animales**

---

### **Principios para la crianza animal**

La etología es la ciencia que estudia el comportamiento animal y ésta proporciona los conocimientos básicos que se requieren para realizar un correcto manejo de su crianza, para lo cual se necesita conocer ciertos principios que rigen esta actividad.

Muchas veces no se tiene en cuenta aspectos relacionados con los requerimientos alimenticios, el confort o las necesidades sociales de los animales y por ende no se obtienen los resultados esperados. Mas aún, a veces se tiene garantizada una adecuada alimentación y existen elementos que provocan estrés al animal, como alguna enfermedad u otro que disturba el normal desenvolvimiento y también se ve limitada la expresión de su potencial.

Entre los principios ecológicos de la crianza animal están:

- Alimentación adecuada y balanceada que asegure suplir los requerimientos fisiológicos y de constitución del animal protegiendo su estado físico antes de pensar en los productos que de él se extraerán.
- Lograr que la base alimentaria del animal provenga de fuentes de recursos propios o del entorno. Residuos, subproductos, leguminosas y elementos agroforestales forrajeros de manera que no exista competencia con la alimentación humana.
- La recreación, esparcimiento, seguridad y en general el cumplimiento de las relaciones sociales debe constituir una prioridad en el manejo de los animales. Mientras mejor se sientan los animales, tengan instalaciones más apropiadas, puedan descansar en paz, puedan limpiarse, rascarse, estirarse, etc. y no tengan miedo o temor que lo mantenga en tensión mejores resultados podremos esperar de ellos.
- Los criterios de elección de especies y razas deben estar acordes con sus características de resistencia, rusticidad y adaptación a las condiciones de clima, tipo de alimento, etc. a las que las enfrentamos.
- La diversificación de los sistemas animales puede traer beneficios de complementación, pero siempre hay que tener presente la transmisión de enfermedades de unos a otros y manteniendo el control se obtienen buenos resultados.
- Finalmente la protección ecológica contra enfermedades permite que con animales saludables podamos esperar mejores resultados productivos y menos gastos en medicina.

Además de un adecuado balance de alimentos en relación con sus contenidos de nutrientes para proporcionar una alimentación correcta a los animales (tablas de composición nutritiva de pastos y forrajes, pág. 40; residuos, pág. 41; y productos agrícolas, pág. 76), es necesario tener en cuenta dos componentes principales de la alimentación que son los minerales y el agua, a los cuales debemos dedicar especial atención.

## **Los minerales en la alimentación de los animales**

Frecuentemente los productores no le confieren la importancia que tiene el uso de minerales en la alimentación y subestiman la influencia que ejercen sobre la salud y la reproducción. Lo cierto es que tanto el organismo de los animales como los productos que de ellos se extraen poseen un gran número de minerales, entre los cuales 15 son considerados de uso esencial en la alimentación.

Ellos son: calcio, fósforo, azufre, potasio, sodio, cloro, magnesio, de los cuales necesitan mayores cantidades (minerales macronutrientes), así como hierro, zinc, cobre, manganeso, yodo, cobalto, molibdeno y selenio, de los cuales necesitan pequeñas cantidades (minerales micronutrientes).

Los requerimientos minerales básicos de mantenimiento de los animales y más allá, los relacionados con los volúmenes productivos a los que son sometidos en sistemas de explotación

semintensivos o intensivos, presupone que se destine atención en su adecuada suplementación en función de prevenir anomalías en la salud del animal o en su capacidad productiva y reproductiva.

Por ejemplo, el **calcio y el fósforo** son minerales que cumplen como función principal proporcionar la materia prima para la formación y fortalecimiento de los tejidos del esqueleto (huesos) para que logren la rigidez suficiente para la protección de los tejidos blandos, la creación de zonas de inserción a los músculos y constituyen una reserva mineral en caso de necesidades urgentes del organismo para sostener su funcionamiento. Es por ello que la inclusión de fuentes de fosfato dicálcico en las dietas es imprescindible si se quieren obtener buenos resultados.

El **hierro**, como formador de la hemoglobina y para la prevención de la anemia, además de su función principal que es el traslado del oxígeno a través de la hemoglobina, juega un papel importante en la alimentación animal.

El **yodo y el cobalto** están relacionados con los procesos metabólicos del animal y regulan su funcionamiento. Además, en los rumiantes estos elementos son imprescindibles para el desarrollo de ciertas bacterias del rumen que sintetizan la vitamina B<sub>12</sub>, esencial para estos animales.

La manera más práctica de determinar las necesidades minerales de los animales es:

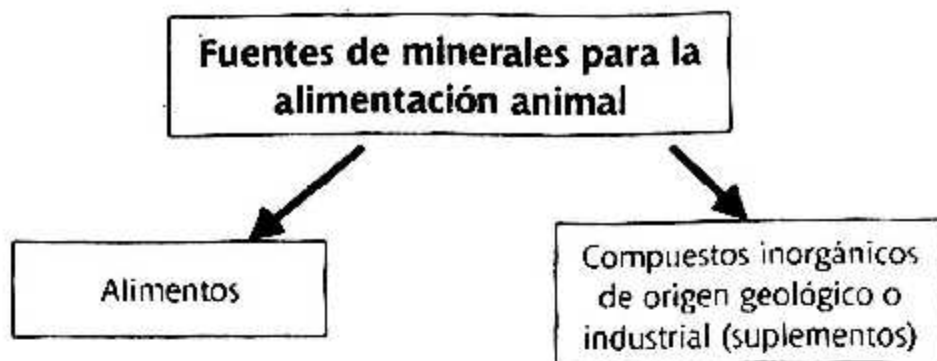
- A partir de la determinación de las necesidades de constitución y de mantenimiento de las actividades vitales del animal
- A partir de la concentración de minerales de los alimentos extraídos de la finca, realizando un balance de los mismos (leche, carne, huevos, etc.) y se formula en la dieta en las proporciones adecuadas.

Los aspectos más importantes que definen las necesidades de minerales son:

- La especie o raza
- La edad, sexo y rapidez del crecimiento
- El tipo de producción y la tasa que se persigue
- El nivel y forma química en que están ingeridos los minerales
- El equilibrio y adecuación de la dieta relacionados con la finalidad que se busca
- Las actividades hormonales y fisiológicas del animal
- El clima y el medio ambiente alimenticio

Tres ejemplos demuestran la influencia de algunos de estos factores:

1. Una gallina que no se encuentra en producción necesita una dieta que contenga 0.2 - 0.3% de calcio de la materia seca total suministrada, mientras que si está en producción continua necesita de 8 - 10 veces más.
2. Aunque la leche es un producto rico en calcio y fósforo, los porcentajes de inclusión de estos minerales en la dieta de las vacas no son tan altos, debido a que la ingestión de materia seca de estos animales es muy elevada.
3. El trabajo físico intenso que realizan algunos animales, provoca que a través del sudor se pierdan considerables cantidades de sales de sodio y cloro, por tanto, las necesidades de estos animales son mayores que las de aquellas que no sudan ni trabajan.



## Alimentos

La concentración de minerales en los alimentos suministrados a los animales (generalmente de origen vegetal), depende del género o especie a que pertenece, la naturaleza del suelo donde creció, las condiciones climáticas o estacionales durante su crecimiento y el período o etapa de maduración. Mientras sean mejores estas condiciones, lograremos un alimento de mejor calidad desde el punto de vista nutricional y estructural. Estas concentraciones pueden ser encontradas tabuladas en un sinnúmero de publicaciones que se refieren al tema.

Otros alimentos que pueden constituir fuentes importantes de minerales para los animales domésticos que logran producciones elevadas y requieren mejor calidad de los alimentos con menor cantidad de fibras como son los monogástricos (cerdos y aves), aunque los granos constituyen la base de su alimentación, son los procedentes de harinas proteicas de animales y pescados, generalmente subproductos de mataderos y plantas agroindustriales. Otro asunto importante en los alimentos de origen vegetal es la concentración de los nutrientes en ciertas partes, como por ejemplo las especies de grano, que acumulan la proteína en la semilla, los tubérculos y raíces que concentran el almidón, constituyendo importantes reservas y los pastos y forrajes, que acumulan cantidades considerables de azúcares y energía en sus hojas y tallos.

La utilización de las leguminosas en pastoreo para la crianza animal es una fuente gratuita de nitrógeno para la fertilización de las gramíneas a través de la fijación biológica, además de incrementar los niveles de minerales, vitaminas y digestibilidad del pastizal, por lo que se incrementa el consumo voluntario de los animales en pastoreo y, a su vez, los niveles productivos.

**Tabla 11.** Principales usos de las leguminosas para la alimentación animal en los sistemas integrados agroecológicos.

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bancos de proteína para la alimentación del ganado</li> <li>• Asociaciones gramínea – leguminosa para pastoreo</li> <li>• Silvopastoreo</li> <li>• Postes vivos para producción de biomasa</li> <li>• Sombra en los pastizales que constituye una reserva de biomasa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de producción de heno</li> <li>• Sistemas de producción de harinas y piensos criollos para el ganado menor, monogástricos fundamentalmente</li> <li>• Inserción en sistemas de policultivos, relevo, rotaciones y cultivos en franjas</li> </ul> |
|--|--|

Las leguminosas contienen lisina, un aminoácido esencial en la producción de leche. Se pueden sembrar en cultivo puro, en bancos de proteína o en asociaciones con gramíneas. Los conoci-

mientos que se requieren para su siembra, establecimiento y manejo son fundamentales y necesarios en los sistemas integrados.

## Suplementos

Los suplementos minerales provenientes de rocas (calizas, fosfóricas, zeolita, etc.) o procesados en la industria son aplicados directamente al animal en el comedero o se le formulan en los alimentos. Las altas concentraciones de minerales de estos suplementos permite corregir su deficiencia en un corto plazo de tiempo y su manipulación resulta más fácil. Los minerales más comúnmente utilizados, dadas las cantidades de inclusión que requieren los animales de granja para cumplir sus requerimientos de producción, son el calcio y el fósforo. En la tabla 12 se muestran las concentraciones de estos minerales en un grupo de los suplementos más empleados en la producción.

**Tabla 12.** Contenidos de minerales de algunos alimentos usados para la alimentación animal.

Subproductos	Ca, %	P, %	Pastos y forrajes (bajos insumos)	Ca, %	P, %
Arroz, paja	0.91	0.35	<b>Gramíneas y forrajes temporales</b>		
Arroz cáscara	1.07	0.06	Bermuda cruzada	0.40	0.15
Boniato, residuo	1.79	0.24	Brachiaria brizanta	0.62	0.20
Boniato, tubérculo	0.23	0.20	Faragua	0.50	1.18
Canavalia, grano	0.15	0.32	Girasol	2.72	0.21
Caña, bagacillo	1.41	0.07	Guinea común	1.33	0.18
Caña, cachaza fresca	1.88	0.60	Guinea likoni	1.68	0.24
Citríco, pulpa fresca	1.81	0.13	King grass	0.70	0.09
Frijol, rastrojo	1.50	0.15	Maíz, tallo y hojas	0.62	0.10
Gallinaza, ponedoras	12.7	2.1	Pangola común	0.21	0.15
Girasol, grano	0.18	0.48	Pasto estrella	0.51	0.23
Carne, harina B	7.03	4.20	Pitilla	0.54	0.17
Maíz, grano	0.22	0.30	Sorgo bicolor	0.60	0.25
Maíz, mazorca	0.10	0.26	Taiwan a144	0.34	0.23
Maíz, rastrojo seco	0.47	0.16	Tejana	0.55	0.41
Mani, rastrojo	1.55	0.13	Yuca, hojas	1.29	0.60
Miel final	1.36	0.10	<b>Leguminosas forraje</b>		
Palmiche	0.21	0.24	Canavalia	1.60	0.50
Pescado, harina	6.78	4.83	Dolicos lab lab	1.50	0.25
Plátano, hoja	1.43	0.17	Glycine	1.66	0.25
Plátano, pseudotallo	1.04	0.24	Gliricidia, hojas	1.70	1.21
Sorgo, grano	0.16	0.30	Leucaena	2.30	0.25
Soya, grano	0.25	0.55	Mucuna	1.47	0.17
Soya, torta	0.60	1.00	Soya, planta	1.97	0.06
Tomate, semilla	1.17	0.55			
Yuca	0.12	0.03			



**Tabla 13.** Composición media de suplementos de calcio y fósforo.

Suplemento	Ca, %	P, %
Ácido fosfórico		23.9
Carbonato de calcio	38.7	
Ceniza de central azucarero	2.7	0.28
Fosfato dicálcico	24.2	20.4
Harina de hueso	18.5	13.5
Sal mineral (CINa 46.5%)	12.3	10.4

### Agua

Otro de los aspectos esenciales para la crianza animal es el suministro de agua a libre voluntad, accesible y de calidad. Estos requerimientos son altos para todas las especies de animales, sin embargo, los problemas fundamentales se encuentran enfocados hacia el vacuno de leche, debido a los grandes volúmenes que deben ser suministrados a estos animales, que frecuentemente no cubren su demanda y, por ende, se ven afectados en su producción potencial y a veces hasta su condición corporal. Entre las principales funciones que cumple el agua en el organismo están

- Transporta el oxígeno a los pulmones a través de la sangre que fluye a los tejidos
- Previene enfermedades de los riñones, aparato digestivo, cálculos renales y estreñimiento
- Previene la deshidratación y la acidosis
- Elimina los residuos de los alimentos que utiliza el organismo, evitando que se acumulen y creen alteraciones
- Ayuda a la expulsión de los tóxicos al organismo a través de las heces, la orina y el sudor

Un vacuno adulto contiene entre 50 - 60% de su peso vivo que es agua. Esto quiere decir que su salud y productividad depende en gran medida del mantenimiento de estos niveles, que son aún mayores en proporción para los animales más jóvenes (75 - 80% al nacer). El consumo de agua es regulado por los animales en función de sus necesidades, es por ello que siempre deben tener fuentes accesibles y suficientes. Este aspecto está influenciado por el tipo de pasto o dieta que consume el animal, las condiciones climáticas reinantes y el proceso productivo a que es sometido.

**Tabla 14.** Requerimiento diario de agua de beber para bovinos de diferentes categorías y propósitos productivos.

Categoría	Consumo, litros
Terneros	520
Añojos(as)	2030
Novillas	2540
Vacas secas	2540
Vacas lactantes baja (< 5 litros)	4055
Vacas lactantes media (5-10 litros)	5570
Vacas lactantes alta (> 10 litros)	70100
Toros de ceba	2550

La falta de alimento puede soportarse durante un tiempo relativamente largo, sin embargo, la falta de agua provoca en poco tiempo grandes alteraciones, sobre todo en presencia de altas temperaturas.



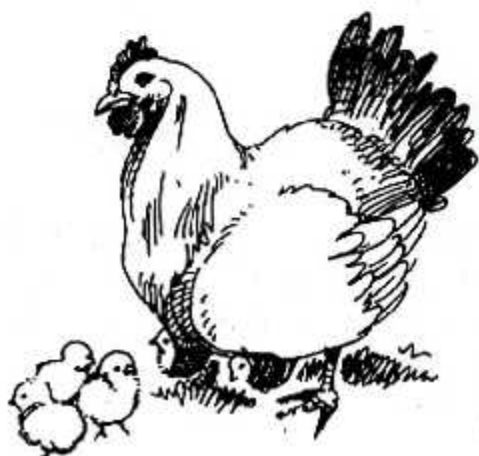
El balance de agua en el cuerpo se logra de forma natural, siendo este mecanismo regulado por el mismo animal siempre que cuente con una fuente de abasto de agua donde saciar su sed. El consumo de agua junto a una alimentación adecuada, son aspectos determinantes en el confort del animal.

## **Especies de animales más comunes en la finca, características y potencial**

Un gran número de especies de animales han sido domesticadas para su explotación en granjas con fines productivos, sin embargo, solo algunas de ellas se han difundido por todo el mundo. Los animales de cría con fines comerciales o de autoabastecimiento que comúnmente encontramos en las fincas tradicionales son las aves de corral, el porcino, el ovino, el caprino, el conejo y el vacuno.

Cada uno de ellos cumple una o varias misiones productivas (carne, leche, huevos, lana, plumas, grasa, etc.), pero también tienen otras importantes funciones en el aprovechamiento y transformación de muchas fuentes de alimentos que el hombre no es capaz de utilizar y que son convertidas de forma rápida y eficiente en excelentes fertilizantes con propiedades mejoradoras del suelo, funcionando como máquinas ecológicas para la conversión de alimentos (en muchos casos fibrosos de baja calidad) en alimentos de alto valor biológico (proteínas) para la alimentación humana.

### **Aves de corral**



Las aves de corral, por sus hábitos alimentarios, son competidoras por los alimentos con el hombre. A pesar de consumir alguna fibra, la mayor parte de la dieta está formada por granos y alimentos concentrados que en muchas ocasiones pudieran ser utilizados en la nutrición humana.

En los sistemas intensivos de explotación avícola estos alimentos son utilizados porque las aves son capaces de convertir con alta eficiencia la proteína vegetal y transformarla en proteína animal de alto valor biológico en un breve tiempo.

## Alimentación de las aves de corral

En dependencia de la edad, el molido de los alimentos es importante para una alimentación adecuada. Así para los animales más pequeños (pollitos), deberá ser lo más fino posible, en tanto a los mayores se les puede suministrar poco molido, granos partidos y hasta enteros.

El alimento debe ser seco preferiblemente, en función del limitado espacio del aparato digestivo de las aves. Si el alimento contiene agua, el animal deberá consumir mayor volumen para cubrir sus requerimientos de energía y proteínas. Las aves confrontan problemas con la digestión de la fibra, por lo cual el suministro de alimentos fibrosos debe ser limitado (máximo 10 - 15% de la dieta en animales adultos). Los pavos, gansos y ocas consumen mayores cantidades.

Tabla 15. Clasificación de los alimentos para aves.

Energéticos	granos y viandas	maiz sorgo yuca boniato
	aceites	aceite de pescado aceite de girasol aceite de cachaza aceite de soya aceite kenaf
Proteicos	cadáveres de animales o harina de animales	harina de pescado harina de residuos del sacrificio, incluso sangre harina de carne y hueso desechos de incubación
	harinas vegetales (oleaginosas)	harina de girasol harina de soya
	otras leguminosas	canavalia frijol verde

Mayormente los alimentos que se suministran para aves en el comedero son presentados como harinas. Las harinas de granos como el sorgo, el maíz, etc., son producidas después de secar el grano y tritararlo al tamaño deseado. Las viandas (boniato, yuca, plátano, etc.) son troceadas, dejadas secar al sol (en el caso de la yuca, el sol elimina elementos tóxicos para aves) y molidas posteriormente.

Las semillas de oleaginosas (girasol y soya) son utilizadas primeramente en la extracción de aceite para el consumo humano y se produce el residuo o torta de este proceso, de donde se obtiene la harina. Para eliminar los factores tóxicos que posee la soya en la alimentación de aves debe someterse a temperaturas de 140°C durante 10 - 12 minutos, también puede remojarse la semilla en agua aproximadamente 12 horas y hervir durante 5 minutos, secar al sol y moler.

Es recomendable usar mezclas de harinas vegetales y animales, mejorando así el valor nutritivo de las fuentes proteicas. Las harinas de hojas, aunque son alimentos fibrosos, pueden ser utilizadas con éxito como complemento o relleno de los alimentos, después de secados y molidos. Entre ellas tenemos las harinas de hoja de yuca, boniato, plátano, plantas acuáticas, etc. También puede suministrarse hierba fresca molida en el comedero o practicar el pastoreo como fuente adicional de la dieta, entre estas puede citarse la leucaena (no más del 5% por causa de factores antinutricionales), la alfalfa, otras leguminosas y gramíneas, así como plantas acuáticas como la lemna o azola, con alto nivel proteico.

**Tabla 16.** Dosis a suministrar de hierba fresca.

Edad	g/ave/día
7 - 21 días	5
A partir de 22 días	10

Los requerimientos de minerales y vitaminas se cubren a partir de la inclusión solo del 1% que se suministra en premezclas comerciales. De no tener disponible alguna premezcla, estos requerimientos pueden cubrirse con pasto verde, harinas de hojas, etc.

Las lombrices e insectos son alimentos usados frecuentemente y forman parte de la dieta básica de las aves criadas en libertad. Sin embargo, la cría de lombrices para suministrar a aves en confinamiento es una solución apropiada para suplir los requerimientos de proteína de las aves. La lombricultura permite una reproducción rápida de estos animales, que son muy apetecidos por las aves. Comúnmente se considera que una gallina ponedora cubre sus requerimientos proteicos de un día con 2 - 3 lombrices adultas.

La producción de mieles a partir de la caña de azúcar permite contar con un subproducto de alto valor para la alimentación animal, que es la miel B. Específicamente para aves, niveles de inclusión en la dieta de hasta 50% han sido factibles, aunque con producciones de huevo más discretas que a base de piensos comerciales. La mezcla de miel con alguna fuente de harina de forraje secado al sol se incluye en la dieta como un producto seco común.

El proceso de formulación de la dieta para aves o cualquier otra especie animal debe tener en cuenta tres aspectos fundamentales:

1. Requerimientos de la categoría a alimentar
2. Aporte de nutrientes de cada ingrediente con que se cuenta
3. Límites permisibles de inclusión de cada componente o ingrediente de la dieta

**Tabla 17.** Requerimientos por rangos de las aves de corral de proteína bruta (PB), energía metabolizable (EM), calcio y fósforo.

	Proteína bruta, %	EM, Kcal/kg	Ca, %	P, %
Pollo de ceba	1922	2900 - 3300	0.9 - 1	0.85
Gallina ponedora	1416	1650 - 2800	3.8 - 4	0.8 - 0.9
Gansos/patos	1420	2650 - 2800	0.9 - 1	1.7 - 1.95
Pavos	1324	2900 - 3400	0.7 - 2.3	0.8 - 0.9

Los aportes nutricionales de los piensos comerciales, criollos y otros alimentos (subproductos agrícolas, harinas de animales, etc.) que constituyen materias primas para la alimentación animal pueden ser encontrados en tablas presentadas en este mismo documento o más completas y específicas para aves en el *Manual para la cría popular de aves* de Juana Rodríguez y colaboradores, que fue editado por el Instituto de Investigaciones Avícolas en mayo de 1998. El cálculo de las fuentes necesarias para realizar formulaciones de dietas que cumplan los requerimientos del animal y los requerimientos de máxima inclusión, será la base práctica para sostener una alimentación adecuada.

## El conejo

A pesar de no ser un animal rumiante, el conejo es capaz de utilizar los alimentos fibrosos y prescindir de los granos como base de su alimentación, no obstante, con raciones de hasta el 20% de estos últimos podrá mostrar mejores resultados productivos. Por ello, su competencia por los alimentos con el hombre, al igual que los bovinos, ovinos y caprinos, es menor que para aves y cerdos.



Después del pollo de ceba y el pavo, el conejo es el animal que convierte con mayor rapidez y eficiencia el alimento en proteína animal. Este asimila fácilmente las proteínas de los vegetales ricos en celulosa, mientras que para la alimentación de pollos y pavos no se justifican los rendimientos y son irrentables al alimentarlos con vegetales. Por tanto, para los países donde no existe excedentes de cereales como Cuba; la producción de carne de conejo constituye una interesante alternativa.

**Tabla 18.** Indicadores productivos y reproductivos del conejo para condiciones de bajos insumos.

Indicador	Valor	Indicador	Valor
Número de partos/año	4 - 6	Gazapos destetados /parto	5 - 6
% mortalidad al destete	20 - 30	Consumo MS g/animal/día	
% mortalidad posdestete	10 - 20	Gazapos/año	30
Edad al destete, días	30 - 40	Reemplazos y adultos	130
Peso medio al destete, kg	0.5	Ceba y gestación	180
Número de gazapos/ hembra/año	30 - 35	Lactancia	400
Peso al final de la ceba, kg	2.5 - 3	Rendimiento - canal, %	50
Edad al sacrificio, días	100	Producción en canal hembra/año, kg	1025

El conejo es un animal muy apropiado para su crianza, sobre todo en áreas urbanas, ya que requiere pequeños espacios para su explotación. Algunas de las características más importantes que promueven la cría de conejos son:

- Tienen mínimos requerimientos de espacio y luz
- Necesitan poco tiempo para su cuidado

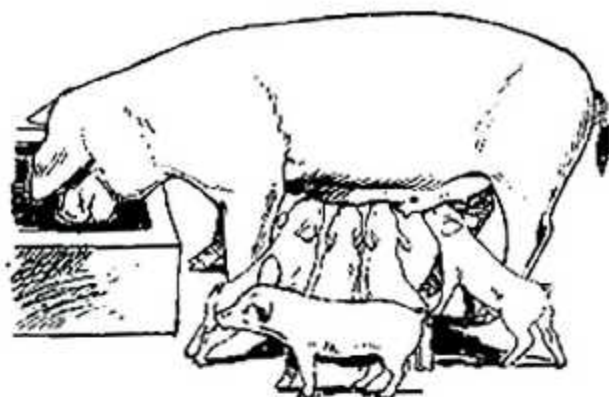
- Se reproducen rápidamente y su ciclo de vida es corto.
- No son animales ruidosos
- El estiércol es fácil de coleccionar

A continuación se relacionan algunos pastos, forrajes y productos agrícolas apropiados para la alimentación de conejos:

**Tabla 19.** Alimentos para conejos.

Alimento	Observaciones
<i>Amaranthus</i> spp.	20% de proteínas, utilizado como suplemento
<i>Arachis hypogaea</i> (maní)	50% proteína – torta de maní
<i>Beta vulgaris</i> (remolacha forrajera)	17 - 18% proteína planta
Brachiarias	8 - 13% proteínas
<i>Daucus carota</i> (zanahoria)	12 - 13% proteínas – raíz y hojas
<i>Eichornia crassipes</i> (jacinto de agua)	25% harina incorporada en la dieta
<i>Hibiscus rosasinensis</i> (mar pacífico)	15% proteínas
<i>Ipomea batatas</i> (boniato)	16 - 20% proteínas – 70% almidón, excelente alimento tubérculos y hojas
<i>Leucaena leucocephala</i> (leucaena)	28% proteínas – 25 - 60% inclusión, amplias posibilidades de inclusión en las dietas
<i>Manihot sculenta</i> (yuca)	24 - 28% proteínas – hojas – inclusión 15 - 45% de harina de yuca (87% almidón, 2,5 - 3% proteínas), excelente subproducto para alimentar conejos
<i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	Forraje excepcional para la alimentación de conejos, puede cubrir 100% de la dieta en forma de heno
<i>Musa</i> sp. (plátano)	Aunque la planta en general es pobre en proteínas es utilizada por los criadores, pero debe ser complementada con otras dietas
<i>Panicum maximum</i> (guinea)	5 - 10% de proteínas en dependencia del estado vegetativo, bajos resultados
<i>Pennisetum purpureum</i> (pasto elefante)	
<i>Pueraria phaseoloides</i> (kudzú)	15 - 17% proteína, los conejos la comen muy bien
<i>Saccharum officinarum</i> (caña)	1 - 2% proteína, se utiliza con éxito en la alimentación de conejos hasta 60% de la dieta
<i>Solanum tuberosum</i> (papa)	Se ha utilizado con buenos resultados, pero compite con la alimentación humana; restos de cocina pueden ser utilizados, las peladuras verdes pueden causar trastornos digestivos
<i>Zea mays</i> (maíz)	Su forraje presenta excelentes condiciones para la alimentación de los conejos

## El cerdo



El cerdo supera a todos los demás animales de granja en la eficiencia de conversión de alimento en carne comestible. Aunque toleran la inclusión de forrajes en su dieta, se alimentan fundamentalmente de granos, lo que constituye en ocasiones una limitación para su cría intensiva. No obstante, existen tecnologías para alimentar cerdos de forma no convencional con muy buenos resultados en ganancia de peso vivo, como es la inclusión de soya y jugo de caña de azúcar.

Este sistema consiste en suministrar guarapo *ad libitum* (8 -10 kg) y una cantidad restringida (500 g/día) de harina de soya para aportar 200 g de proteína. Con esta dieta se producen ganancias diarias promedio en ceba entre 600 - 700 g, lográndose cebar un cerdo de entre 25 y 90 kg en 100 - 120 días con un total de 50 - 60 kg de harina de soya y 1000 kg de guarapo.

La alta prolificidad y la adaptación a condiciones mínimas de cuidado son también ventajas de estos animales. Especial atención debe prestarse a los contenidos en nutrientes de las raciones que deben estar bien balanceadas puesto que los efectos de las deficiencias son muy marcados.

**Tabla 20.** Algunos indicadores productivos del cerdo. Fuente: GarcíaTrujillo, 1996.

Indicadores	
Parto, puerca/año	2
% mortalidad/lactancia	10
Lechones destetados, puerca/año	20
Peso a las 8 semanas, kg	16
Ganancia media diaria en ceba, g	650
Edad a los 90 kg, días	200
Supervivencia nacimiento-sacrificio, %	75
Producción de carne en pie cerda/año, kg	1200

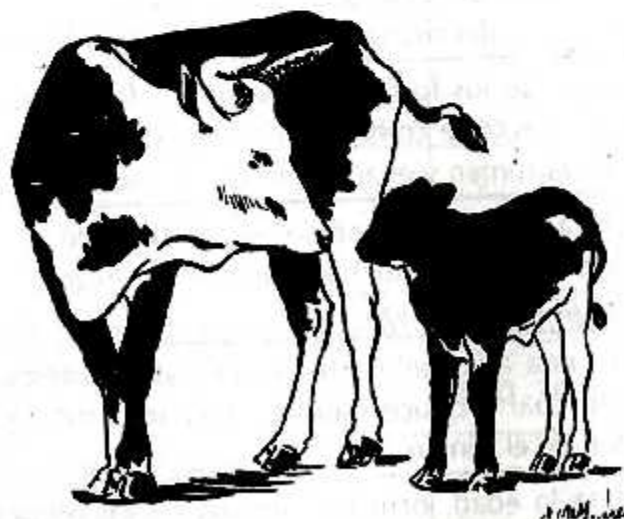
La inserción del cerdo dentro de los sistemas integrados de producción propone estrategias de alimentación no convencional donde éste aproveche los subproductos de cosecha y algunas plantas con suficiente potencial para suplir parte de sus requerimientos. En el caso de los grandes éstos pueden ser cultivados en sistemas mixtos donde ocupen un mínimo espacio y se reduzca la competencia por el área y la alimentación con el humano.

Algunas especies y sistemas de alimentación factibles a utilizar se describen a continuación (adaptado de Rena Pérez, 1996):

Caña de azúcar	Utilización de guarapo + soya Miel final (miel de pulga): 15% reducción de ganancias de peso vivo (100 g/día) a causa de presencia de materiales orgánicos no deseados Miel proteica (miel B + crema de torula): ganancias de 500 g/día Caña picada
----------------	--

Arbustos y árboles	<p><i>Trichantera gigantea</i>, 18% proteína en materia seca, 15% de proteína aportada por la soya en cerdos mayores de 60 kg y 30% en cerdas en gestación</p> <p><i>Leucaena leucocephala</i>, 10 -15% inclusión de la dieta, alrededor de 25% de proteína. Las hojas secas hechas heno muestran los mejores resultados</p> <p><i>Gliricidia sepium</i> (Piñón florido), 10 - 15% de inclusión</p>
Viandas y plátanos	<p>Yuca: aproximadamente el 3% de proteína y las hojas 17 - 34%. El suministro de yuca fresca o troceada permite ganancias de 650 - 700 g/día</p> <p>Plátanos: puede llegar a suplir hasta 65 - 70% de la dieta energética, las hojas pueden tener entre 9.5 y 11.4% de proteína. Se suministra hasta 15% de harina de hoja de platanito.</p>
Girasol	<p>Empleo de semillas de girasol enteras o el residuo de la fabricación de aceite como tortas.</p> <p>Problemas: alto nivel de fibra y bajo nivel de aminoácidos.</p> <p>Dietas con girasol suplementados con lisina permitieron ganancias de 760 g/día</p> <p>Amplias posibilidades</p>
Otros	<p>Desperdicios orgánicos de comedores</p> <p>Ensilaje de pescado</p> <p>Lemna</p> <p>Azolla</p> <p>Nuez de coco</p> <p>Lombrices</p> <p>Palmiche</p>

## El rumiante, eslabón fundamental



La capacidad que tienen los rumiantes (vacas, cabras y ovejas) de consumir una dieta fibrosa está relacionada con la presencia de estómagos adaptados para realizar estas funciones y la micro flora rumial, que descompone la celulosa de los pastos y forrajes y otros alimentos vegetales que contienen celulosa, hemicelulosa, lignina y otros compuestos en la pared celular, lo que los hace menos digeribles.

La población de microorganismos que viven en simbiosis con el animal desarrolla una fuerte actividad metabólica. Estos no solo descomponen la celulosa, sino que transforman todos

los alimentos que entran en el rumen, donde se produce una fermentación continua, al entrar los alimentos groseros por un lado, mezclarse con la masa en fermentación y salir por otro líquidos y residuos de alimento, productos finales de este proceso.



Los microorganismos que conviven en el rumen son principalmente bacterias y protozoos y en ocasiones se encuentra levaduras, pero no en cantidades apreciables. Las bacterias viven en pH entre 5.5 - 7.3 y los protozoos entre 5.5 - 8.0. Ambos requieren fuentes de energía y proteína para su desarrollo normal y sobreviven a temperaturas entre 39 y 40°C.

Después de conocer que los microorganismos presentes en el rumen son los encargados de procesar todos los alimentos que necesitan estos animales para su desarrollo y reproducción llegamos a dos conclusiones importantes:

- El rumen funciona como una fábrica, donde entran materias primas y salen productos elaborados y desechos, que pueden ser utilizados ulteriormente para otros fines, dentro o fuera del animal.
- Para hacer que un rumiante esté bien alimentado debemos alimentar apropiadamente a las bacterias y protozoos del rumen para que puedan desempeñar su labor.

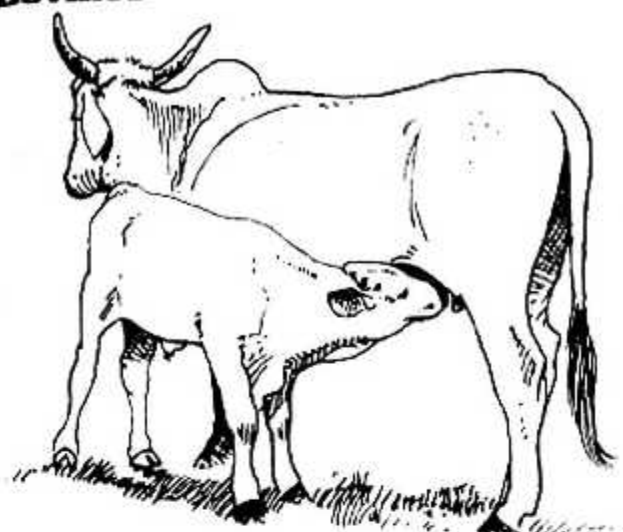
Después de dedicar un espacio a la importancia de los microorganismos en el rumen en la degradación de los alimentos fibrosos, el manejo y factores que afectan sus poblaciones, se puede definir que los rumiantes son considerados un eslabón fundamental para los sistemas integrados de producción.

La posibilidad que tienen de alimentarse a partir de fibra permite que no compitan con el hombre ni con los monogástricos por los alimentos, y constituye una oportunidad inestimable para el desarrollo de sistemas integrados de producción donde la utilización máxima de los recursos alimenticios (biomasa), el reciclaje de nutrientes y energía, y la producción de estiércoles como fuente de fertilizantes, son aspectos cruciales en su funcionamiento.

**Tabla 21.** Factores que afectan la población de microorganismos en el rumen (Adaptado de Hardy, s.f.).

Cantidad y frecuencia en el suministro de los alimentos	El suministro de alimentos solo una vez al día provoca disminuciones del pH y por tanto la muerte de bacterias y protozoos. Este debe realizarse varias veces al día, cumpliendo con el principio del modelo de fermentación continua.
Cambios diurnos y estacionales	Los ayunos prolongados y la calidad estacional de los alimentos, fundamentalmente en zonas tropicales, afectan los microorganismos del rumen.
Procesamiento de la dieta	El molido, peletizado y secado de los forrajes, así como la fabricación de hojuelas, pellets y granos cocidos, trae consigo un estado de acidosis y la disminución de protozoos en el rumen y el aumento de las bacterias.
Competencia protozoosbacterias	Se produce en la competencia por los alimentos y el consumo de algunos tipos de bacterias por los protozoos. Esto hace que desaparezcan estos tipos de bacterias y se afecte la fermentación.
Especie y raza	Puede estar ocasionado por una adaptación de los animales al ambiente alimenticio en su habitat, lo cual produce especies más adecuadas a las condiciones que se presentan en el rumen.
Edad	A medida que se incrementa la edad, ocurren cambios en los alimentos que proporcionan condiciones propicias para el desarrollo de bacterias y protozoos.

## Bovinos



Los bovinos son animales que se alimentan de productos fibrosos como los pastos y forrajes. Estos animales poseen cuatro estómagos y microorganismos que degradan los alimentos con altos contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina.

La crianza de vacunos ha sido ampliamente difundida en el mundo, fundamentalmente para la producción de leche y carne. sin embargo, son muchos los beneficios que podemos obtener de estos animales para lograr sistemas integrados de producción entre los cuales están:

- Producen otros alimentos y subproductos lácteos y cárnicos
- Utilizan y consumen muchos subproductos agrícolas no utilizables por el hombre u otros animales. Se alimentan de pastos y forrajes por lo que no compiten con el hombre por el alimento, a veces sí por el espacio
- Producen excretas y orina en cantidades apreciables
- Se emplean como animales de trabajo
- Son utilizados para el transporte, tiro y acarreo
- Sus cueros, huesos, cuernos y pezuñas son utilizados para preparados biodinámicos, para la fertilización del suelo y para confeccionar herramientas e instrumentos de trabajo

**Tabla 27.** Rangos (mínimo y máximo) estimados de indicadores productivos y reproductivos del ganado bovino para bajos insumos.

Indicador	Rango	Indicador	Rango
Peso al nacer, kg	25 - 35	Rendimiento en canal, %	52 - 57
Edad al primer parto, meses	30 - 40	Ganancia media diaria, g/animal/día	400 - 800
Edad de incorporación, meses	18 - 25	Peso al sacrificio del macho, kg	350 - 400
Natalidad, %	60 - 80	Edad al sacrificio, meses	30 - 40
Intervalo entre partos, días	400 - 450	Capacidad de ingestión de MS, % peso vivo	2.5 - 3
Duración de la lactancia, días	240 - 300		
Producción de leche, kg/lactancia	1000 - 3000	Peso promedio animal adulto, kg	400 - 500
Producción de leche, kg/vaca/día	3 - 15	Consumo de agua de vaca en producción, l	50 - 100
Producción de leche, kg/ha	800 - 4500		

bajos insumos, es que podremos saber cuanto podremos esperar de su comportamiento. Es indicadores pueden ser utilizados para diseñar mejor la relación específica de cada finca. Insumo con que cuenta, carga sobre el sistema, disponibilidad de alimentos y su balance, etc.

Los sistemas de manejo de bovinos en potrero permite desarrollar diversas estrategias basadas la rotación de áreas agrícolas y ganaderas, reforestación, descanso del suelo par a la regeneración biológica de sus nutrientes, mejora de la estructura y acumulación de materia orgánica, etc. U práctica común en la agricultura tradicional es empastar las áreas sometidas a cultivos durante 5 años, o simplemente dejarlas en barbecho 12 años con este objetivo.

## Caprinos

La leche de cabra tiene cualidades especiales, las cuales son de particular significado para la nutrición humana. La grasa y caseína de esta leche son fácilmente digeribles y por esto es muy buena para la alimentación de niños y enfermos o personas que no toleran la leche de vaca.

Generalmente la cria tradicional de cabras se ha realizado en sistemas extensivos de manejo, prestando poca atención al animal de forma individual y el propósito principal es el de producir leche y carne. Los niveles productivos son bajos, debido principalmente por el uso de deficientes sistemas de manejo de la alimentación, alta mortalidad y la presencia de enfermedades y parásitos que conspiran contra la expresión de su potencial.



Entre los principales aspectos que distinguen a las cabras de otros animales domésticos están:

- Pequeña talla
- Requieren de poco espacio para su alojamiento
- Son muy eficientes en la digestibilidad de la fibra cruda (celulosa)
- Alta prolificidad

Las cabras de las razas Saanen y Toggenburg tienen potencial genético para producir 600 – 100 kg de leche por año. Sin embargo, el manejo de la alimentación, el ambiente y demás aspecto sanitarios y de alojamiento deberán tenerse en cuenta para la expresión de este potencial.

Algunas razas tropicales son reconocidas como buenas productoras de leche, no obstante, esta no logran los niveles productivos antes mencionados, oscilando comúnmente entre 150 – 500kg de leche por año, influenciado sobre todo por el potencial genético, talla, prácticas de ordeño inadecuadas, manejo deficiente de la alimentación, clima, parásitos y enfermedades.

## Sistemas de manejo

Para obtener altos rendimientos, las cabras necesitan atención adecuada y sistemas de manejo que permitan el resultado esperado. Los dos sistemas más comúnmente empleados son el

estabulado, donde el animal permanece todo el tiempo en corrales o tarimas continuos y el pastoreo y es muy adecuado para crianza familiar a pequeña escala y donde el suelo es cultivado intensivamente. Se recomienda que sean usadas razas con alto potencial productivo.

El **diferido o semiestabulado**, es el sistema donde el animal tiene acceso al área de pastoreo y también se le suministran algunos alimentos en el comedero. La cría estabulada ha sido muy propagada en los países tropicales, dadas sus ventajas:

1. Máxima protección de las adversidades y dificultades del ambiente, con completo control sobre los alimentos suministrados
2. La cría de los cabritos puede ser mejor supervisada y se puede utilizar en este caso alimentos de mejor calidad
3. Es muy conveniente para la detección del celo
4. No hay que hacer inversiones en acuartonamiento
5. Disminuyen los problemas con parásitos, principalmente gusanos y las enfermedades respiratorias
6. El estiércol y el rechazo de la alimentación pueden ser colectados y aplicados al campo fácilmente

Asimismo muestra algunas desventajas como son la inversión inicial en que hay que incurrir para la construcción de los corrales o tarimas, la demanda de fuerza de trabajo continua para la limpieza y la alimentación y el estricto cuidado de las pezuñas.

En muchos países tropicales y subtropicales la cabra es probablemente el animal de mayor valor para el hombre. Estas pueden proveer diferentes productos como carne, leche, fibra y pieles. La importancia de cada uno de esos productos depende de qué tipo de cabra manejaremos en nuestro sistema. Además, las cabras producen fertilizante (estiércol) y otros subproductos como los tarros, pezuñas, pelo, etc.

La cantidad de cabras en el mundo está estimada en alrededor de 400 millones, más del 80% de las cuales están en Asia (55%) Africa (30%), América del norte, centro y sur (10%) y el resto en Europa y Australia.

### Valor y características de la leche de cabra

De este animal, la leche es el producto más apreciado por el hombre y esto es gracias a que:

- En primer lugar, es excelente fuente de proteína para los pequeños productores y sus familias
- En segundo, que su grasa y caseína son fácilmente digerida, por esto es recomendable para la alimentación de niños y enfermos.

**Tabla 22.** Composición comparativa de la leche de cabra y de vaca.

	Agua, %	Grasa, %	Proteína, %	Azúcar, %	Minerales, %
Cabra (clima templado)	87.5	3.8	3.0	4.1	0.79
Cabra (clima tropical)	86.5	4.9	4.3	4.1	0.89
Vaca (Holstein)	87.3	3.7	3.4	4.8	0.73
Vaca (Cebú)	86.5	4.8	2.8	4.6	0.74

los que se cree o dice, no tiene un olor fuerte. Esto solo se da en caso que haya contacto con algún macho que activa estas glándulas que despiden olores fuertes. Para evitar esto se deben separar la cabras en ordeño de los chivos, manteniendo la higiene en el ordeño y no dejando la leche fresca cerca de los animales, porque la leche fresca absorbe fácilmente los olores externos.

## Razas

Las cabras domesticas pueden ser clasificadas de acuerdo a su origen, talla o funciones. Es muy raro encontrar razas puras en los países tropicales, normalmente se ven cruzamientos de dos más razas. Esto es un error, puesto que es muy importante conocer que raza estamos manejando para definir las pautas para la selección, alimentación, propósito, etc.

**Tabla 23.** Principales razas caprinas por continentes.

Continento	Raza	Proposito
Africa	Nubian	Leche
	Boer	Carne
	Maradi	Carne/Pieles
Europa	Alpina francesa	Leche
	AngloNubian	Leche/Carne
	Saanen	Leche
	Toggenburg	Leche
Asia	Jamnapari	Leche
	Kimbing Katjang	Carne
	Cashmere	Pelo

**Tabla 24.** Comportamiento productivo de razas caprinas lecheras.

Raza	País	Kg leche	Días
Jamnapari	India	210 - 270	210 - 230
Nubia de Sudán	Sudán	60 - 70	
Saanen	Puerto Rico	700	340
Saanen	Israel	500 - 1000	300
Anglo Nubian	Malasia	300	300
Anglo Nubian	Trinidad	150	125

Las razas más comúnmente empleadas en Cuba son la Nubia, Saanen (razas lecheras) y Toggenburg (doble propósito - leche y carne). La crianza tradicional es casi siempre tendiente a los sistemas extensivos, prestando poca atención a los animales individualmente. Bajo estas condiciones se insiste más en la producción de carne y alguna leche adicional, lo cual está más acorde con los animales bajo sistemas más intensivos.

La enorme variación entre las producciones de leche entre las diferentes razas de cabras está dado por las diferencias genéticas principalmente, pero también está estrechamente relacionado

con la nutrición, la talla, las prácticas de ordeño utilizadas, el clima, los parásitos y las enfermedades, entre otros.



### Método más apropiado de ordeño

La rutina durante el ordeño es muy importante. (tener manos limpias, uñas cortas y ropa limpia), debe tenerse en cuenta que el ordeño debe ser suave y con una cadencia (ritmo) uniforme y a mano llena, tirando lo menos posible el pezón para no dañarlo y respetando el tiempo de eyección de la leche y el llenado posterior del pezón para volver a realizar la acción.

### Métodos principales de alimentación

Para obtener altos rendimientos, las cabras necesitan atención y alimentación adecuadas y sistemas de manejo que permitan el resultado esperado. Los dos sistemas más comúnmente empleados son el **estabulado**, donde el animal permanece todo el tiempo en corrales o tarimas confinados y el **pastoral** donde el animal cosecha directamente la hierba que es muy adecuado para crianza familiar a pequeña escala y donde el suelo es cultivado intensivamente. Se recomienda que sean usadas razas con alto potencial productivo.

El **diferido o semiestabulado**, es el sistema donde el animal tiene acceso al área de pastoreo y también se le suministran algunos alimentos en el comedero. La cria **estabulada** ha sido muy propagada en los países tropicales, dadas sus ventajas:

1. Máxima protección de las adversidades y dificultades del ambiente, con completo control sobre los alimentos suministrados
2. La cria de los cabritos puede ser mejor supervisada y se puede utilizar en este caso alimentos de mejor calidad
3. Es muy conveniente para la detección del celo
4. No hay que hacer inversiones en acuartonamiento
5. Disminuyen los problemas con parásitos, principalmente gusanos y enfermedades respiratorias
6. El estiércol y el rechazo de la alimentación pueden ser colectados y aplicados al campo fácilmente

Asimismo, muestra algunas desventajas como lo son la inversión inicial en que hay que incurrir para la construcción de los corrales o tarimas, la demanda de fuerza de trabajo continua para la limpieza y alimentación y el estricto cuidado de las pezuñas.

### Sicología de las cabras

- El criador de cabras puede disfrutar mucho con ellas. Esto es considerado como parte de un buen manejo.
- Las cabras en producción intensiva de leche son aún más contentas y juguetonas y si le satisfacemos ese requerimiento redundará en la producción de leche.
- Si es posible se le debe proveer de la compañía de otras cabras, de no ser así podría provocarse dificultades en la producción.

- En caso de tener varias cabras juntas, se debe tener en cuenta el descomando para que no se dañen en el establecimiento del orden jerárquico del grupo.
- La regularidad en la rutina es muy importante. Las cabras responden con muy buena actitud a una rutina diaria de alimentación, ordeño y cuidados generales.
- Ordeñar las cabras en el mismo orden puede ser importante.
- A las cabras les gusta un cuidado suave, no gustan de extraños, perros u otros animales ruidosos durante el momento de ordeño.

## Reproducción de las cabras

Las cabras de clima templado (frío) tienen reproducción estacional en sus países de origen. Experiencias en varios países tropicales indican que algunos casos se puede aparear las cabras en cualquier fecha del año, pero algunas veces no ha sido posible hacerlo más de una vez al año. La razón de esto no está clara, pero es posible obtener regularmente tres partos en dos años sin dificultades. Esto significa que las cabras deben ser servidas cerca de tres meses después del parto.

- El celo de una cabra dura de 12 a 48 horas y la ovulación ocurre de 24 a 36 horas después de la aparición del celo.
- El macho debe situarse en la segunda mitad del estro.
- Especial atención debe tenerse durante el segundo día y repetir la monta en 12 horas si está aún en celo.
- El ciclo estral (el periodo en el cual volverá a presentar celo) es de 17 a 23 días (promedio 21). En cabras mayores el ciclo se acorta.
- La cabra debe tener una edad mayor de 12 meses para entrar en reproducción y debe tener un peso aproximado de 32 kg (70 - 75 libras) antes del apareamiento.

Tabla 25. Indicadores productivos y reproductivos de las cabras.

Indicador	Rango valor
Peso al nacimiento, kg	2.4 <sup>a</sup> - 2.3 <sup>b</sup>
Peso a los tres meses, kg	12.5 <sup>a</sup> - 10.8 <sup>b</sup>
Peso al sacrificio machos (6 meses), kg	14.5 - 22
Peso adulto hembras (1 año), kg	44
Edad a la gestación, meses	7 - 9
Edad al parto, meses	12 - 14
Días de gestación	147 - 152
Intervalo parto - parto, días	329 <sup>c</sup> - 362 <sup>d</sup>
Rendimiento en canal de los cabritos	43 - 47%
Consumo MS, % del peso vivo	
Cabras en zonas tropicales	3 - 5 %
Machos	2.5 - 4 %

a - machos

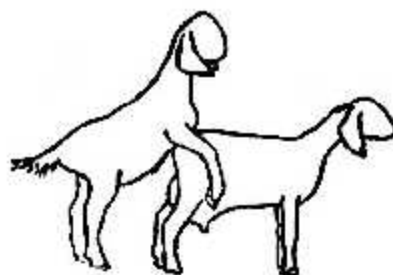
b - hembras

c - criollos y cruces

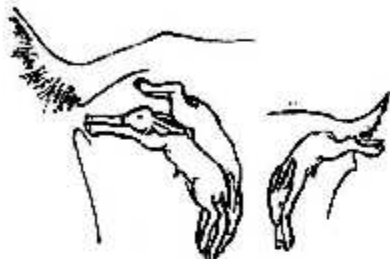
d - razas puras

## Principales señales del celo

- Hinchazón, enrojecimiento de la vulva y descarga de mucus
- Cola parada
- Nerviosismo y quejidos
- Montarse y dejarse montar por otras cabras
- Orina frecuente



## Parto



Entre 146 y 156 días después del apareamiento se produce el parto. De 8 a 10 semanas antes del parto la cabra debe ser secada y los mayores cuidados deben tenerse después de 4 semanas después de haberse secado. Debe situarse en un espacio aparte de las demás cabras al inicio de los síntomas de parto más importantes. Esto ocurre aproximadamente una semana antes del parto.

## Cuidados que se deben proporcionar al cabrito

Existen tres métodos de crianza al cabrito:

1. Dejar el cabrito con la madre durante un periodo de 3060 días
2. Separarlo de la madre durante la noche (después de una semana)
3. Separarlo para que reciba la leche en un recipiente después de haber tomado el calostro de la madre durante 4 días

## Alimentación de las cabras de leche

Existen muchos cálculos hechos a partir de los requerimientos de proteína, energía, calcio y fósforo, vitaminas y otros minerales para la alimentación de las cabras. Asimismo, las metodologías existentes para el balance de las raciones para cabras enfocan las necesidades para el mantenimiento, la producción, etc. para esperar mejor respuesta productiva y salud de los animales.

No obstante, el criterio de selección de las cabras es muy refinado y las maneras de alimentación deben ser ajustadas a sus gustos cuando se trata de forrajes. Por eso, a pesar de poder hacer un balance de los requerimientos alimenticios y el aporte de los alimentos suministrados, la máxima que utilizan muchos criadores es que la comida que alimenta es la que sobra en el comedero.

## Algunas recomendaciones para la alimentación de las cabras

- Deben ser evitados cambios abruptos. Por ejemplo, si el forraje está húmedo o seco. Esto puede prevenir la diarrea.
- A las cabras les gusta el forraje limpio y fresco o bien conservado. El forraje sucio, con impurezas, viejo, húmedo o que ha estado tirado no es fácilmente consumido por las cabras. Esto puede causar trastornos en su tracto digestivo y por eso lo evitan.
- Como son selectivas para el alimento también lo son para el agua, la cual debe ser muy limpia y cambiada frecuentemente.



- En cabras estabuladas se debe tener en cuenta que cuanto sea posible se le debe porcionar alimento, distribuyéndoselo en varias partes durante el día.
- Los forrajes más jóvenes y hojas lozanas son mejor consumidas por las cabras.
- El alimento que no es apetecible por ellas lo consumen poco, mientras que aquel que si les lo consumen con gran avidez y en grandes cantidades.
- El alimento que no es consumido debe ser retirado del comedero tan pronto como sea posible
- Alimentos desechados por otros animales o que contengan saliva, etc. no son consumidos las cabras.
- Las cabras gustan de variaciones en la dieta que se les proporciona, por tanto, debe suministrarse diferentes alimentos acorde a respuestas productivas visibles.
- Las cabras suelen, según sus hábitos naturales, comer alto, por tanto, se les debe situar manojos de hierbas para que ramoneen en caso de estar estabuladas.
- La comida que cae en el suelo no es consumida usualmente si no es puesta nuevamente en el comedero y removida.
- Los comederos deben ser situados de manera individual, puesto que una cabra no consume el desecho de otra.
- El agua debe estar siempre disponible y debe ser refrescada al menos una vez al día. Esta no debe estar cerca del comedero para evitar contaminación. También debe evitarse la caída en el agua de excrementos lo cual echará a perder de inmediato la leche.
- El agua no debe ser situada en vasijas de más de 9 - 10 cm de profundidad para evitar la contaminación por coccidiosis.

Estas y otras muchas recomendaciones a los criadores serán muy útiles para mejorar el comportamiento productivo y reproductivo, así como el bienestar de los animales.

## **Ovinos y carneros.**



Los carneros tipo pelibuey, son los más adecuados para la cría en sistemas de bajos insumos debido fundamentalmente a su alta rusticidad. Estos animales consumen alimentos de baja calidad como residuos de cosecha, pajas y pastos fibrosos.

Las categorías que se definen desde el punto de vista productivo son: sementales, reproductoras, crías, hembras en desarrollo, hembras jóvenes, machos en desarrollo, ceba, receladores y desecho.

**Tabla 26.** Indicadores productivos y reproductivos del ovino Pelibuey.

Indicador	Rango valor
Peso al nacimiento, kg	2.62 - 3.20
Supervivencia al destete, %	95
Peso vivo al destete, kg	1824
Peso vivo al año (machos, kg)	25 <sup>a</sup>
Canal, % peso vivo	42 - 45
Edad de incorporación a la reproducción, días	272
Periodo interpartal, días	257
Edad al primer parto, días	418
Peso al primer part. kg	29
Peso oveja adulta, kg	3739
Fertilidad, %	88 - 92
Prolificidad, carnerito/parto	1.2 - 1.7
Partos/año	1.5

a - Crecimiento moderado

## **Eficiencia de los animales para la conversión de alimentos**

La eficiencia de conversión de los alimentos suministrado a los animales en producto apto para el consumo humano, constituye un aspecto de suma importancia, más aún cuando se dispone de escasos recursos alimenticios y en la mayoría de los casos de baja calidad para este fin.

Si miráramos solo hacia la eficiencia con que son capaces de convertir lo animales de granja los alimentos de que disponemos, nos restringiríamos a criar pocas especies, las cuales son más eficientes en este sentido. Sin embargo, como hemos visto anteriormente, cada especie en la finca tiene características propias y realizan funciones en beneficio del sistema.

En los países pobres la competencia por los alimentos entre el hombre y los animales no favorece el uso de granos u otros productos que son considerados como materias primas para la fabricación de concentrados proteicos para la alimentación animal. En cambio, deben ser utilizados sistemas de alimentación basados en alimentos fibrosos siempre y cuando la especie lo permita. No obstante cuando es necesario utilizar dietas basadas en granos u otras fuentes proteicas, como es el caso del cerdo y las aves, la búsqueda de proporciones adecuadas de sustitutos proteicos de origen vegetal (hojas de leguminosas u otras especies palatables, cáscara de naranja deshidratada, etc.) o animal (subproductos de la industria), el diseño de sistemas agrícolas más eficientes en la producción de proteína vegetal y en cuanto a la captación de energía solar y el uso de otras fuentes energéticas como los subproductos de la industria azucarera, serán algunos de los elementos a tener en cuenta en una concepción integrada de la alimentación animal.

Existen diferentes vías por las cuales podemos cuantificar la eficiencia productiva de los animales. Una es a partir del volumen de alimento producido en relación con la capacidad de una reproductora por año (tabla 28), siendo las aves y el conejo los que mayor eficiencia muestran

en este sentido y el bovino y ovino de carne los de peores resultados. Para la eficiencia de conversión del alimento en producto (tabla 29) puede ser analizado cuánto produce en canal y cuánta energía o proteína consume para producir cierta cantidad de estos nutrientes a partir de un balance.

**Tabla 28.** Capacidad productiva de una reproductora de las diferentes especies animales. Adaptado de García Trujillo, 1996.

Especie	Reproducción # crías/año	Peso vivo, kg	Rend. canal, %	Producc. anual, kg	Rend PV <sup>1</sup>
Pollo ceba	100	3	63	189	63
Pavo	60	10	79	474	47.4
Conejo	40	4.5	60	108	24
Cerdo	12	170	73	1489	8.8
Ovino	1.4	70	50	49	0.7
Bovino (carne)	0.8	500	60	240	0.5
Bovino (leche)	0.8	500	100	2500	5

<sup>1</sup> kg producido / kg de peso vivo

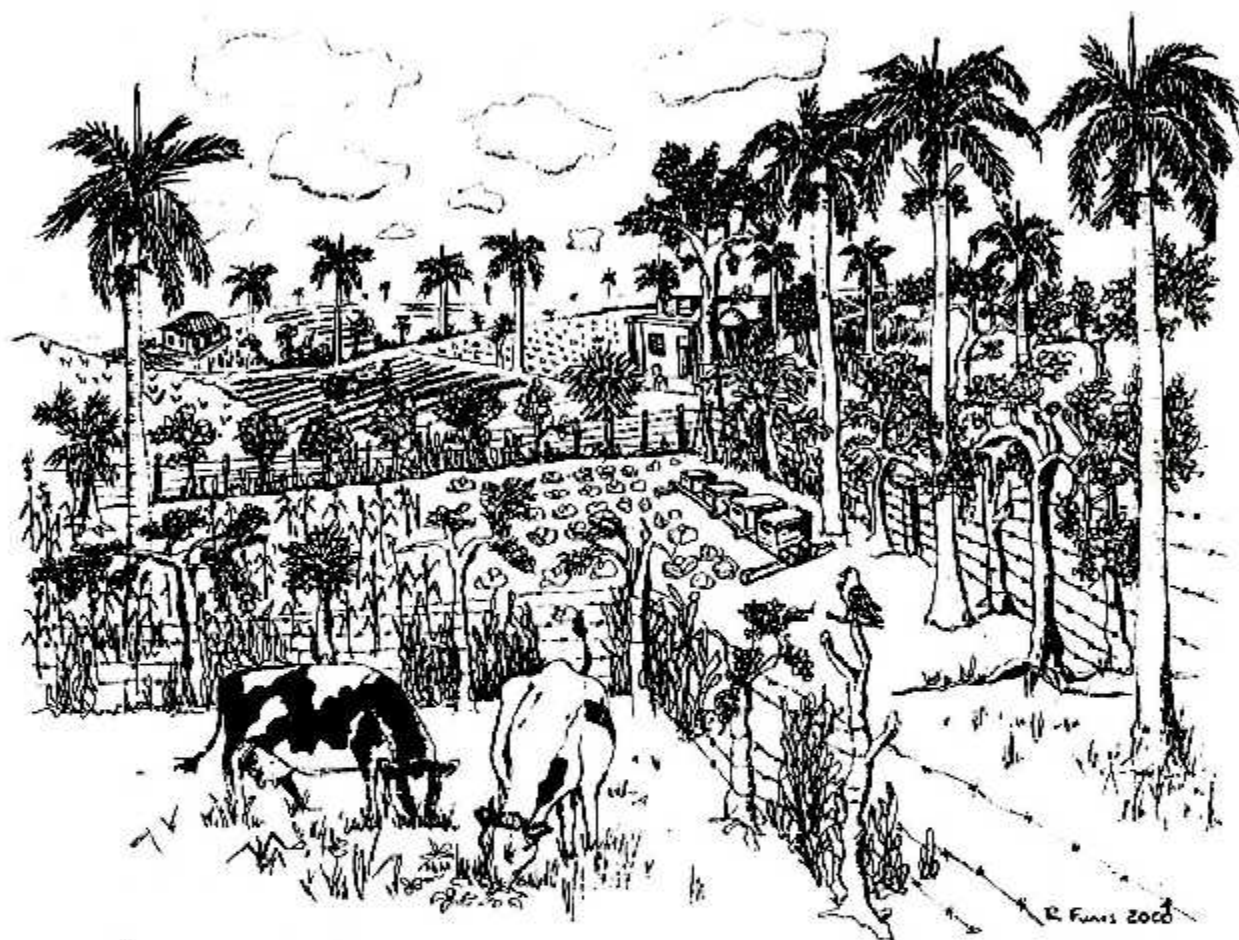
**Tabla 29.** Eficiencia de conversión de los alimentos, energía y proteína de los animales de granja. Adaptado de García Trujillo, 1996.

Especie	Conversión	Alimento	Energía	Proteína
	kg MS consumida/ kg producto bruto	kg MS consumida/ kg producto canal	kcal consumida/ kcal producto	g PB consumida/ g PB producida
Vaca lechera	1.1	1.1	5.8	2.7
Gallina huevos	4.6	4.6	12.1	3.9
Pollo ceba	2.1	2.9	12.4	1.9
Pavo	5.2	6.5	19.0	3.2
Cerdo	4.0	5.7	18.8	4.1
Conejo	3.0	5.5	14.5	6.0
Bovino carne	9.0	15.5	34.2	10.6
Ovino	8.0	17.0	44.0	16.5

MS – Materia Seca

PB – Proteína Bruta

# Sistemas integrados animales - cultivos



## Conceptos básicos sobre sistemas

Como parte del paradigma de la agricultura especializada se promueve la creación de ambientes artificiales en los cuales se proporcionan las condiciones "óptimas" para que una especie vegetal o animal exprese su potencial productivo. Es cierto que en muchos de estos sistemas intensivos en capital, energía y todo tipo de insumos, se logra un incremento de las producciones bajo cierto "control" de los agentes externos o intrínsecos del sistema como es el caso de enfermedades, mejoramiento genético, fertilización, ataque contra plagas, entre otros.

En todos los casos la producción especializada apunta hacia la obtención de un producto y generalmente no tiene en cuenta muchos de los factores que inciden en el resultado final, sea alcanzado por vías económicas, ecológicas y sostenibles.

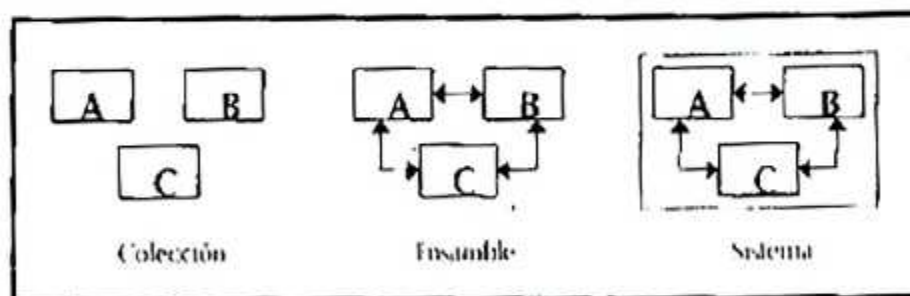
Los sistemas especializados de producción requieren generalmente un flujo exógeno de recursos y su mantenimiento por ende no depende de su capacidad propia de sustento. En cambio, los sistemas productivos que miran hacia los procesos y donde el resultado no es la simple suma de sus partes, muestran mayor capacidad de sostenerse a sí mismos, generando sinergias que permiten potenciar las capacidades naturales de producir alimentos y de restaurar el equilibrio productivo, ecológico, económico, etc. ante la influencia negativa de cualquier factor interno o externo.

En este capítulo abordaremos los conceptos básicos por los cuales se rigen los sistemas agrícolas sobre la base de una concepción holística, integral y agroecológica. Las principales características que se tienen en cuenta en el seguimiento de sistemas son:

<b>Sinergia</b>	Plantea que la suma de todas las partes es diferente al todo ( $1 + 1 = 3$ )
<b>Recursividad</b>	Expresión de que todo sistema está compuesto por otros sistemas (subsistemas)
<b>Jerarquía</b>	Cada sistema está formado por otros sistemas (subsistemas), pero cada uno está interrelacionado y donde uno es superior a otro (los inferiores están contenidos en los superiores)
<b>Sistema</b>	Unión de los componentes físicos relacionados entre sí, de forma tal que actúan como un todo y con un objetivo determinado.

Un sistema no es considerado la suma de sus partes, sino el resultado del todo formado por partes. Por eso no podemos decir que el solo hecho de diversificar un sistema sea el resultado de una visión de sistema. El ensamble entre esos componentes aislados, unido a una definición que los agrupe no solo por sus interacciones sino por su conjunto, es el resultado de un sistema, donde el funcionamiento sistémico logra sinergias muchas veces inexplicables por su complejidad que dan resultado a un comportamiento superior.

### Conformación de un sistema



El concepto de sistemas en la agricultura ha sido definido en cuatro niveles:

#### Nivel 1 - Sistemas bioquímicos y físicos

- Nutrición de los suelos y relación del crecimiento de las plantas
- Estudios de la fotosíntesis
- Estudios metabólicos de los animales

#### Nivel 2 - Sistemas de plantas y animales

- Crecimiento de plantas y animales
- Crecimiento y desarrollo en manejo animal

- Relación animal/pastos

#### Nivel 3 - Sistemas comerciales de explotaciones

- Sistemas empresariales de manejo de fincas
- Sistemas comerciales de manejo de fincas

#### Nivel 4 - Sistemas nacionales e internacionales

- Estudios de oferta/demanda en la agricultura nacional
- Modelos internacionales de producción de alimentos

En los sistemas agroecológicos se implanta no solo la racionalidad biológica del funcionamiento del suelo, las plantas y animales, sino que se relaciona con el hombre y su entorno social, económico y político como parte de la búsqueda de un concepto más amplio de vida en armonía con los recursos naturales donde se desecha la visión antropocéntrica del mundo y toma lugar con fuerza una visión biocéntrica que explica el funcionamiento y evolución de cualquier cambio.

La concepción de sustentabilidad de un sistema agrícola necesita que este sea considerado como una unidad global donde el objetivo fundamental no es el de incrementar los rendimientos de cada rubro, sino optimizar el sistema como a un todo.

Las características básicas que deben tener las plantas a utilizar en un agroecosistema eficiente pueden resumirse como:

- **Alta eficiencia en la actividad fotosintética**, plantas que hagan un aprovechamiento (captación) de la energía solar en forma óptima y transformarla en compuestos orgánicos
- Plantas que tengan **baja pérdida energética** por respiración para lograr mayor productividad neta de biomasa/ha
- **Repartición de la energía asimilada** hacia los órganos deseados (raíces, tallos, ramas, etc.)

Así tenemos también que entre los principios y fundamentos agroecológicos que permiten la sustentabilidad biológica y viabilidad económica en las unidades de producción agropecuarias están:

1. Diversificación espacial y temporal
2. Integración de la producción animal y vegetal
3. Mantenimiento de altas tasas de reciclaje de desechos de animales y vegetales
4. Optimización del uso del espacio, con un diseño adecuado de la superficie de uso agrícola

La aplicación de estos principios permitirá una mejora en la capacidad de sustento a partir del diseño de subsistemas que se entrelacen y logren una efectiva complementación. El reciclaje de desechos y la biointensificación sin deteriorar la base de recursos naturales, suelo, biodiversidad, será en este caso la estrategia para incrementar los niveles productivos en vez del consumo de capital e insumos, por lo cual se esperará un balance positivo y estable de nutrientes, energía, materiales y socioeconómico-financiero como resultado de su interacción con en el exterior. Entre los atributos de los sistemas tenemos:

**Productividad:** Medida de la cantidad de producción por unidad de superficie, trabajo invertido o insumos utilizados

**Estabilidad:** Constancia de la producción agropecuaria bajo las condiciones ambientales, económicas y prácticas de manejo

**Sustentabilidad:** Representa la habilidad de un sistema para mantener su nivel de producción en el tiempo, conjugando las características socioeconómicas del agricultor y las restricciones ambientales, frente a presiones de estrés o perturbaciones.

Contrario a lo que a veces se piensa, los sistemas no son entres cerrados, es más, se ha definido que en la naturaleza los sistemas cerrados no existen, habiendo un flujo constante entre el exterior y el interior de los sistemas. Para expresar más correctamente la idea, podemos decir que se conserva gran parte de la materia a través del reciclaje y se aprovecha más eficientemente la energía disponible y entonces tiene más sentido decir que existen sistemas semicerrados.

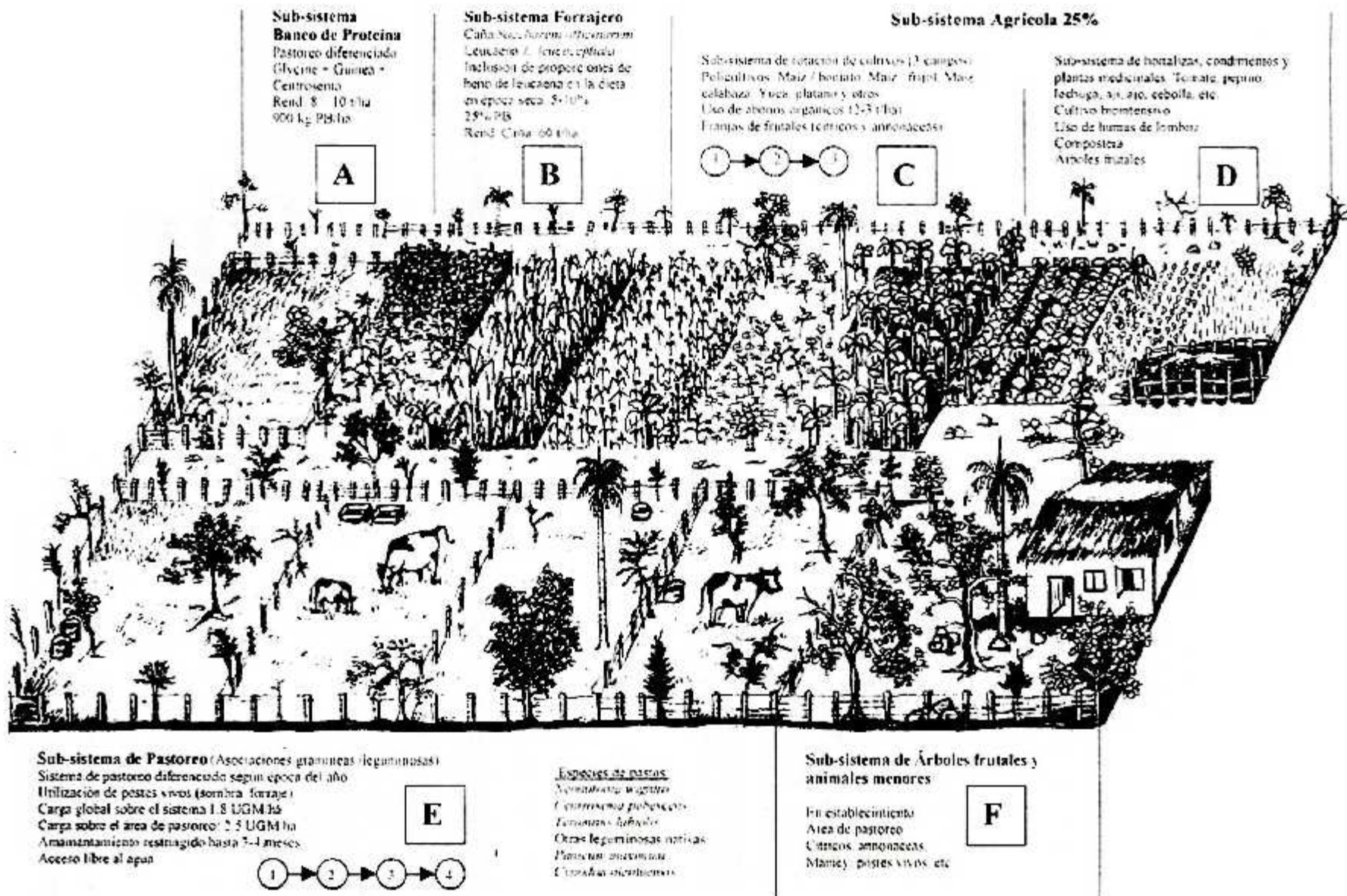
Estos sistemas tienen propiedades que los rigen y los definen como ecosistemas en su funcionamiento y conformación. Estas son:

- Holismo o integralidad
- Interacción de los componentes bióticos y abióticos
- Complejidad de funcionamiento

Habría que emplear muchos conceptos y ejemplos para definir con exactitud cuáles son los recursos y procesos sobre los que se sustenta cualquier sistema, desde el más simple hasta el más complejo. Si sabemos que el agroecosistema no es más que el proceso de artificialización de los ecosistemas naturales para la producción de alimentos, tenemos que conformarnos con imitar lo más posible el comportamiento natural de sus componentes, sin perder de vista los propósitos múltiples de la agricultura vista desde una concepción ecológica y por ende integral.

# Diseño de recursos y procesos

## Proporción de integración ganadería/agricultura 75:25





## **La finca como un todo**

---

El predominio del monocultivo, la concentración de la tierra en grandes empresas y la falta de conciencia ecológica, han conducido a la simplificación de los sistemas agrícolas, que son cada vez más frágiles y dependientes de recursos externos para producir.

La separación de los sectores agrícola y ganadero ha generado grandes pérdidas de recursos naturales que en muchos casos se queman o contaminan. La unión nuevamente de los sectores agrícola y ganadero a partir de la integración de los sistemas productivos puede dar respuesta, en gran medida, al déficit de energía y alimentos existente, ya que permite:

- Recuperar los desperdicios con un uso racional de los recursos locales
- Reducir o eliminar la necesidad de fertilizantes comerciales
- Incrementar las entradas de la finca con menor trabajo
- Mejorar la estabilidad de la producción
- Disminuir los riesgos económicos
- Aumentar la producción total de alimentos, entre otras muchas bondades

El primer paso para lograr la integración es incrementar el número de especies o diversificar el sistema. Esto es importante en términos de productividad, regulación biótica, obtención de alimentos comestibles y reforestación. Las especies de plantas constituyen la fuente primaria de alimentación del hombre y los animales. Muchas fuentes no convencionales de alimentos deben ser consideradas en el diseño de agroecosistemas sustentables.

Entre ellas los cultivos producen de 5 a 10 kg de subproductos por cada kilogramo de producto agrícola, que significa una fuente de biomasa, por lo general de alto valor biológico. Estos subproductos pueden convertirse en proteína animal a través de los rumiantes y como abono mediante el compost. Los cultivos, además, son una vía económica y productiva para eliminar el aroma y marabú.

Las especies de pastos, bien manejadas, incrementan y acumulan materia orgánica en el suelo, evitan la erosión y sus excedentes pueden formar parte del compost. Es el alimento más racional y económico para la producción bovina.

Las plantas arbóreas garantizan alimentos y bienestar a los animales e incrementan la producción de alimentos nutritivos para el hombre.

Dentro de la biodiversidad de plantas no deben faltar las leguminosas en cualquiera de los subsistemas. Ellas mejoran el suelo, aportándole nitrógeno a través de las bacterias que se encuentran en los nódulos que tienen sus raíces, pueden emplearse como abono verde o cobertura y deben estar presente en la rotación de cultivos y policultivos. Son las únicas plantas que aportan cantidad y calidad de proteína para la nutrición humana y animal.

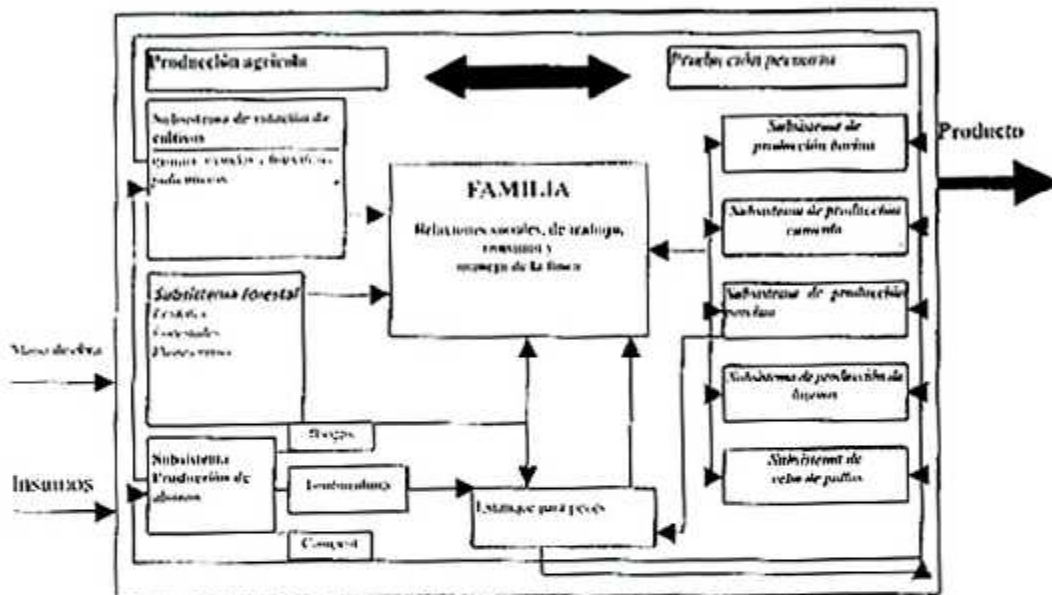
Las especies de animales tiene la posibilidad de:

- Consumir los subproductos agrícolas no utilizables por el hombre, las mal llamadas malezas y otros subproductos del proceso de producción o transformación agrícola y convertirlos en alimentos de alto valor biológico.
- Garantizan el funcionamiento y cierre de los ciclos de nutrientes que permiten potenciar las cualidades productivas de los suelos.

- Los excrementos son un importante aporte energético si se transforman en biogas: el lodo resultante de este proceso, junto con el humus de lombriz y el compost son importantes fuentes de fertilizantes orgánicos.

Cada elemento de un sistema (subsistema) puede ser un todo, una célula, un átomo es un todo. Sin embargo, estos están incluidos en otro sistema superior que tiene racionalidad propia a partir de la unión de todos sus componentes en un ente mayor. Para manejar una finca desde esta concepción debemos desterrar la idea de que existe un componente principal e insistir en la multifuncionalidad que permite la definición de muchas capas y transectos que incrementan su capacidad productiva y autorregenerativa.

**Esquema de las interacciones entre los diferentes sistemas en una finca familiar integrada. El Campestre, Bauta, La Habana**



## **Eficiencia productiva y energética de los sistemas integrados**

Toda transferencia energética implica pérdidas, por tanto, la optimización de los flujos energéticos al nivel de finca o sistema productivo lo hará más eficiente en función de la producción de alimentos. Para definir todos los procesos energéticos partimos de considerar tres leyes fundamentales de la energía conocidas que rigen su estado y funcionamiento:

- La energía ni se crea ni se destruye
- En toda transferencia de energía ocurren pérdidas (no existe 100% de transferencia energética)
- En una transferencia energética no puede haber más energía en el eslabón posterior que en el anterior

Muchas veces oímos que un sistema productivo tiene un balance positivo de energía y productos y por tanto se entiende que se ha creado energía. Pareciera eso, si tenemos en cuenta que las fuentes de energía que entran a los sistemas muchas veces no las podemos ver o cuantificar adecuadamente. Sin embargo, se trata de que ciertos sistemas son más eficientes en el uso de las fuentes de energía disponibles y se diseñan (con arreglo a sus recursos) para que se fije y convierta

en producto gran parte de la vasta energía, que otros sistemas menos eficientes no lo consideran o simplemente no logran captar.

Generalmente los sistemas de cultivos son más eficientes desde el punto de vista de la producción energética, puesto que son capaces de captar la luz solar y convertirla en compuestos orgánicos. Por su parte, los sistemas de producción animal son dependientes de materias primas provenientes de las plantas para garantizar su existencia, lo que los hace menos eficientes.

Los organismos fotosintéticos son considerados como productores primarios, puesto que a partir de ellos comienzan las cadenas tróficas, así es que la energía almacenada por los vegetales contribuye al desarrollo del resto de los organismos consumidores y descomponedores donde en cada nivel se descifra una pérdida de energía en forma de calor.

Los animales por su parte, son productores de fuentes proteicas, vitaminas, grasas, minerales y servicios, recursos muy preciados para la industria y también consumen un grupo de residuos agrícolas que no pueden ser utilizados directamente en la alimentación humana y son aprovechados por los animales antes de ser incorporados al suelo, por tanto cumplen importantes funciones de reciclaje de nutrientes dentro de la concepción de los sistemas mixtos.

A partir de 1 Mcal emanada por el sol, se pierden en el ambiente 988 Kcal, pudiendo ser captadas, transformadas y producidas por las plantas solo 12 Kcal, de las cuales 2 son utilizadas en la respiración y 10 (1%), están disponibles como producción primaria bruta para la alimentación del hombre o los animales. Si esta energía es consumida por el animal, éste será capaz solo de generar una producción secundaria de 0.1 Kcal (1%), de la cual el hombre solo podrá asimilar 0,005 Kcal (5%).

### Flujo energético en la naturaleza



Cada kilogramo de alimento representa un gasto de energía para llegar a su obtención y a su vez aporta fuentes de abastecimiento que proporciona energía para dar continuidad a la vida sobre la tierra. Así es que podemos definir con mayor claridad la eficiencia con que funciona un sistema productivo, a través del balance entre las calorías invertidas y las calorías obtenidas de esa inversión. Los estudios realizados sobre este particular demuestran que los sistemas tradicionales, con alta diversidad y bajo consumo de combustible, capital y recursos externos de la finca, logran mayor eficiencia desde el punto de vista energético, siendo más sostenibles en el tiempo.

A partir de combinaciones adecuadas entre el componente animal y vegetal se podrán potenciar los beneficios que esperamos de este tipo de sistemas integrados. El aumento del componente animal en función del área, no debe traer consigo una disminución de la eficiencia energética del sistema, sino que a través de un uso correcto de los potenciales e interacciones posibles entre ambos componentes, se enriquezca el sistema aumentando su eficiencia y productividad en la producción de alimentos para el hombre.

En un sistema integrado ganadería (75%) agricultura (25%), se comprobó durante los cuatro primeros años de establecimiento como el indicador calorías producidas/calorías invertidas, muestra una tendencia al incremento y así de la eficiencia energética y productiva de la finca.

**Tabla 30.** Evaluación productiva y eficiencia energética Finca 75:25 Integración ganadería - agricultura.

Factores productivos	Años			
	1ro	2do	3ro	4to
Producción total (t/ha)	4.4	4.9	5.1	5.3
• Agrícola	1.3	3.3	2.8	2.4
• Pecuario	3.1	1.6	2.3	2.9
Energía (Mcal/ha)	3797	3611	4885	4393
Proteína (kg/ha)	168	115	151	147
Personas que alimenta/ha				
• Fuentes energéticas	4	3.5	4.8	4.3
• Fuentes proteicas				
1. Origen vegetal	3	2.4	2.2	2.4
2. Origen animal	12	8	11.4	10.7
Insumos (gastos energéticos)				
Trabajo humano (Mcal)	569	392	359	316
Trabajo animal (Mcal)	16.8	16.8	16.8	1
Trabajo con tractor (Mcal)	277.3		138.6	46.2
Relación energética (cal prod./calorías inv.)	4.4	8.8	9.5	12.1

Tanto los animales como el hombre tienen requerimientos de energía y proteína como base de la dieta para el mantenimiento y producción. Es por ello importante conocer no sólo cuál es la eficiencia productiva y energética de los sistemas, sino en qué medida estos logran alimentar a los seres humanos y los animales en función de estos dos componentes principales de la dieta. Para esto es importante tener a mano la calidad de los alimentos producidos en la finca, tanto de origen animal como vegetal para el consumo humano y cuáles son los requerimientos de su utilización. Asimismo, la calidad de los alimentos más comunes utilizados para los animales (pastos, forrajes y granos), así como el de los residuos agrícolas.

Esta sería la base de cálculo para entender, desde la óptica de los sistemas agrícolas, cuál es su eficiencia productiva y energética. Así podemos cuantificar de cada sistema, sea especializado o no,

además, a que costo energético, es decir, cuanto debemos invertir para lograr esto.

**Tabla 31.** Equivalencia energética y proteica de productos agrícolas y pecuarios para el consumo humano.

Producto	Valor calórico (Kcal/kg MF)	Valor proteico (% PB)	Producto	Valor calórico (Kcal/kg M F)	Valor proteico (% PB)
<b>Cereales y Granos</b>			<b>Hortalizas y vegetales</b>		
Arroz	3550	8.0	Tomate	230	1.0
Maíz seco	3300	9.0	Cebolla	360	1.5
Maíz tierno	960	3.5	Ajo	1370	6.2
Frijoles	3400	22.0	Pepino	150	0.9
Vigna	3400	22.0	Col	390	1.1
Canavalia	3400	35.0	Aji	220	1.2
Soya	3400	40.0	Lechuga	170	1.2
Maní	5150	17.5	Calabaza	150	0.7
Ajonjolí	4500	15.6	Cebollino	270	1.6
<b>Origen animal</b>			Ajo porro	520	2.2
Leche de vaca	660	3.3	Zanahoria	420	1.2
Leche de cabra	670	3.3	Quimbombó	360	2.4
Carne bovina	2280	17	Habichuelas	320	1.9
Carne de cerdo	2200	13.5	Berenjena	250	1.1
Carne de conejo	1720	23.2	<b>Frutas</b>		
Carne de ovino	1650	18.5	Plátano	1100	1.2
Carne de pato	1710	20.1	Melón	280	0.6
Carne de pollo	1300	19.9	Limón	300	0.5
Huevos de gallina	1570	12.8	Naranja	490	0.9
Huevos de pato	1870	13.3	Mango	660	0.7
Huevos de oca	1810	13.9	Piña	580	0.3
			Toronja	690	1.3
<b>Raíces y tubérculos</b>					
Yuca	1320	1.0	Ñame	131	2.0
Boniato	1140	1.8	Malanga	1260	5.0
Papa	760	2.1			

MF - materia fresca, PB - proteína bruta

Un ejemplo sencillo nos demuestra una vez más cómo los sistemas integrados sobre la base de la diversificación son más eficientes cuando se establecen diseños en arreglo a las capacidades de los agroecosistemas donde se sustentan. Para iguales condiciones de suelo y clima en una finca especializada ganadera de alto potencial a base de pastos y forrajes en La Habana, se logra:

Producir: 3000 litros de leche/ha x 3.3% proteína = 99 kg proteína

x 660 kcal energía = 1980 Mcal energía

Que permite alimentar: 10 personas – Fuentes proteicas animales  
..... Fuentes proteicas vegetales  
2 personas – Fuentes energéticas totales

**Tabla 32.** Requerimientos energéticos, proteicos y de consumo de vegetales de una persona promedio.

Nutrientes	Requerimientos diarios	Requerimientos anuales
Energía, Mcal	2.800	1022
Proteína total, kg	0.070	25.5
Proteína origen vegetal, kg	0.042	15.3
Proteína origen animal, kg	0.028	10.2
Verduras, kg	0.300	109

Mientras que en un sistema bajo las mismas condiciones basado en la integración y diversificación de su concepción de manejo y diseño que produce no solo leche sino otros productos agrícolas, logro producir como promedio de cuatro años 7 toneladas de producto total (5 agrícola y 2 pecuario leche y carne) que permitio alimentar:

10 personas – Fuentes proteicas animales  
9 personas – Fuentes proteicas vegetales  
7 personas – Fuentes energéticas totales

Encima de esto la eficiencia energética de la producción fue de 10.15 cal producida por cada caloría invertida, lo que demuestra la viabilidad económica, ecológica y social de este tipo de producción.

# Terminología de los sistemas agroecológicos integrados

Tomado de Harwood, 1986

La atención que se prestó durante la década pasada a la tecnología de los sistemas agrícolas dio origen a un vocabulario cuyo uso se ha extendido rápidamente. simultáneamente ha habido discrepancias con respecto a la terminología usada anteriormente. Aquí se registran las definiciones de uso más aceptado, indicándose las áreas de mayor desacuerdo. Cuando hay más de una definición, se incluye primero la que ha sido usada en el texto.

## **Términos referidos a los sistemas como un todo**

**Sistema:** Conjunto de objetos y actividades ligados por algún tipo de interacción o interdependencia regular.

**Sistema agrícola:** La forma en que se organizan los recursos de la finca para la producción de productos primarios agrícolas a través de cierta tecnología y dentro de su ambiente. Esta definición excluye, por lo tanto, cualquier elaboración que vaya más allá de la que normalmente se realiza en la finca con los productores agrícolas o los animales, e incluye los recursos de la finca usados en la comercialización del producto. Otra definición dice: "Una colección de unidades funcionales distintas, tales como cultivos, ganado y actividades comerciales, que tienen interacciones debido al uso conjunto que hacen de los insumos que reciben del ambiente". Este uso más general del término trasciende los límites individuales de la finca, refiriéndose a fincas organizadas en forma similar.

**Sistema de cultivo:** Los patrones de cultivo usados en la finca y su interacción con los recursos de la misma, otras actividades de la finca, y la tecnología que determina su modo de ser.

**Empresa de la finca:** Las actividades de producción de un cultivo o especie animal dentro de un sistema agrícola, constituye la unidad más pequeña en que se usa el recurso, y normalmente el análisis de costo/beneficio se hace en relación a ella, es decir, a la cría de un animal en particular o a la siembra en cierta fecha de un cultivo específico. Por lo tanto, una empresa es un subsistema agrícola completo.

**Agricultura migratoria:** Varios años de cultivo seguidos por varios años de barbecho, sin ningún tipo de manejo. Este tipo de agricultura puede practicarse ya sea cambiando las áreas de cultivo alrededor de un sitio de vivienda o poblado permanente, o trasladando todo el poblado, conforme se trasladan los campos de cultivo.

**Corta y quema:** Tipo especial de agricultura migratoria en áreas de alta pluviosidad en donde crecen arbustos o árboles durante el período de barbecho, los que se cortan y queman para limpiar el terreno.

**Agricultura en seco:** Cultivo de cereales en rotación con uno o dos años de barbecho, en zonas áridas y semiáridas.

**Agricultura dependiente de la lluvia:** El crecimiento de cultivos o animales bajo condiciones de pluviosidad natural. El agua puede retenerse en los campos de cultivo por medio de diques, como en los campos de arroz inundado con agua de lluvia, pero no hay agua disponible de áreas de almacenamiento permanente.

**Agricultura mixta:** Fincas con actividades integradas de cultivos y animales.

**Silvicultura:** Siembra de árboles para madera o productos madereros.

**Agrosilvicultura:** Cultivo de árboles para madera, con cultivos agrícolas bajo ellos.

### **Términos relativos al tipo de cultivo**

**Cultivo:** Todas las plantas de la finca que se siembran y manejan con propósitos económicos, y que dan un producto físico para el uso de la finca o para la venta.

**Cultivos arables:** Cultivos que requieren laboreo.

**Cultivos de ciclo corto:** Los que ocupan la tierra tres meses o menos.

**Cultivos de ciclo medio:** Los que ocupan la tierra de tres a seis meses.

**Cultivos de ciclo largo:** Los que ocupan la tierra de seis a 18 meses.

**Cultivos perennes:** Los que ocupan la tierra por más de treinta meses (no incluyen leguminosas ni gramíneas en pasturas permanentes).

**Cultivos perennes de campo:** Los que requieren laboreo y ocupan el campo de tres a doce años (cabuya, caña de azúcar).

**Cultivos arbustivos:** Árboles a los que se les hace desarrollar con apariencia de arbustos (café, té).

**Cultivos arbóreos:** Árboles que producen frutas y que no se siembran principalmente para madera.

### **Términos relativos al arreglo espacial y temporal de los cultivos**

**Cultivos múltiples:** Siembra de más de un cultivo en el mismo terreno, en un año agrícola. Dentro de este concepto hay muchos patrones posibles de arreglo temporal y espacial.

**Patrón de cultivo:** La secuencia anual y el arreglo espacial de cultivos, o cultivos y barbecho, en un área dada.

**Índice de cultivo:** Número de cultivos por año en un campo dado, multiplicado por 100 (algunas veces usado como valor R: el porcentaje de tierra de cultivos realmente cultivada en un año).

**Uso equivalente de la tierra (U.E.T.):** El área de monocultivo necesaria para dar la producción equivalente en un hectárea de cultivos intercalados o mixtos. La U.E.T. es la suma de las fracciones del rendimiento de las siembras intercaladas en relación a su rendimiento como monocultivos.

**Índice de equivalencia área/tiempo:** La relación entre el número de días/hectárea requeridos por el monocultivo y el número de días/hectárea empleados con la siembra intercalada para producir cantidades idénticas de cada uno de los componentes.

**Cultivo máximo:** El logro de la mayor producción posible por unidad de área y por tiempo, sin tener en cuenta el costo ni la utilidad neta.

**Cultivo secuencial:** Un segundo cultivo sembrado después de la cosecha del primero (en África Occidental algunas veces se le denomina cultivo de relevo).

**Monocultivo:** Siembra de un cultivo único durante un tiempo. Otra definición es: "siembra repetitiva del mismo cultivo en el mismo terreno".



**Cultivo único:** La variedad de un cultivo sembrada sola, a la densidad normal.

**Cultivo de retoños:** Cultivo de rebrotes de los rastrojos después de una cosecha, no necesariamente de granos.

**Cultivo doble:** Siembra de dos cultivos en secuencia en el mismo año, usando semillas o plántulas de transplante: uno después de la cosecha del otro (el mismo concepto para cultivo triple).

**Cultivo en franjas:** Siembra de dos o más cultivos en distintas franjas lo suficientemente anchas para permitir labores de cultivo independientes. Debido al ancho de las franjas, hay mayor intercalamiento que en las asociaciones de siembras intercaladas.

**Cultivo intercalado:** Dos o más cultivos sembrados simultáneamente en la misma hilera, hileras alternas, o hileras pares, en la misma área.

**Siembra intercalada:** Todos los tipos de siembra de semillas o de plántulas de un cultivo dentro de una población de plantas en crecimiento. Se usa especialmente con cultivos anuales bajo poblaciones de cultivos perennes.

**Intercultivo:** Cultivos arables sembrados debajo de cultivos perennes.

**Cultivo mixto:** Dos o más cultivos sembrados simultáneamente en el mismo campo y al mismo tiempo, pero sin arreglo en hileras (algunas veces se denomina cultivo intercalado mixto).

**Cultivo (o siembra) de relevo:** El cultivo anual que está madurando se intercala con plántulas o semillas del cultivo siguiente. Si el periodo de floración del primer cultivo se traslapa con el segundo cultivo, la combinación resulta cultivo intercalado (es sinónimo de "cultivo intercalado de relevo").

**Policultivo simultáneo:** La siembra simultánea de dos o más plantas útiles en la misma parcela. Incluye cultivo mixto, cultivo intercalado, intercultivo, siembra intercalada y siembra de relevo.

## **Términos relativos al ambiente físico**

**Campo:** La mayor unidad de tierra continua que no está subdividida por restricciones físicas o económicas para las labores de cultivo.

**Complejo ambiental:** Conjunto de localidades que comparten los mismos valores para los determinantes físicos de los patrones de cultivo identificados. Sinónimo de "análogos agroecológicos".

**Complejo de producción agronómica:** Conjunto de los sitios descritos por valores de determinantes agronómicos, para los cuales el comportamiento relativo de los patrones de cultivo es sustancialmente similar.

**Dependiente de la lluvia:** Tierra que no se irriga.

**Determinantes:** Variables físicas o económicas que determinan el comportamiento de los patrones de cultivo.

**Tierra inundada (o anegada):** Tierra que permanece bajo agua durante una gran parte del año, mientras los cultivos están en el campo (se usa especialmente para arroz inundado).

**Tierra de secano:** Tierra que se cultiva sin agua estancada y que no se inunda durante la estación de cultivo.

## **Términos socioeconómicos**

**Etapa de crecimiento:** El estado de un sistema agrícola (en una finca dada) con respecto al grado de participación en la economía de mercado, el uso de artículos de consumo, el uso de insumos de caja y el grado de mecanización de la finca.

**Estabilidad:** La posibilidad de predicción de un evento o resultado.

**Parcela:** La mayor unidad de tierra continua, bajo una misma tenencia.

**Recursos:** Los factores de producción físicos (tierra, luz, agua y tiempo en un ambiente dado) y económicos (mano de obra, energía, caja y mercados) de que se dispone en una finca dada.

**Riesgo:** La falta de estabilidad, asociada con las consecuencias para el agricultor de un comportamiento deficiente no pronosticado.

## **Bibliografía consultada**

- Anon. 1996.** Agricultura Orgánica. Revista del Grupo Gestor de la Asociación Cubana de Agricultura Orgánica. Agosto. pp. 10.
- Conway, G. R. 1986.** Agroecosystems analysis for research and development. Bangkok: Winrock international.
- Ecology Center. 1979.** How to raise rabbits and chickens in an urban areas. California.
- Funes-Monzote, F. y Hernández, D. 1996.** Algunas consideraciones y resultados sobre la elaboración y utilización del compost en fincas agroecológicas. Agricultura Orgánica 2:1.
- Funes-Monzote, F. 1998.** Sistemas de producción integrados ganadería – agricultura con bases agroecológicas: Análisis y situación perspectiva para la ganadería cubana. Tesis MSc. pp 124.
- Funes-Monzote, F. y Marta Monzote. 1999.** La Agricultura Orgánica en una visión integrada del desarrollo rural sostenible. En: Cambios tecnológicos, sustentabilidad y participación. Publicado por el Grupo de Sociología y Estudios Rurales de la Universidad de La Habana. pp 10-45.
- Funes-Monzote F. and Marta Monzote. 2000.** Results on Integrated CropLivestockForestry Systems with agroecological bases for the development of the Cuban Agriculture. 13<sup>th</sup> IFOAM International Scientific Conference. Basel, Switzerland.
- Funes-Monzote, F and J. del Río. 2000.** Cuando lo pequeño puede ser grande. En: Experiencias agroecológicas en Argentina. 9 pp.
- Funes-Monzote, F., Marta Monzote, D. Serrano, H.L. Martínez y J. Fernández. 2000.** Productividad y eficiencia energética de sistemas integrados ganadería-agricultura. Primer Congreso Internacional de Mejoramiento Animal. CIMA, Ciudad de La Habana. pp. 490-497
- García Trujillo, R. 1996.** Los animales en los sistemas agroecológicos. La Habana.
- García Trujillo, R. y Dulce María Pedroso. 1989.** Alimentos para rumiantes: Tablas de valor nutritivo. Editorial Edica. La Habana.
- Hardy, C. s.f.** Los microorganismos del rumen y su actividad. En: Bioquímica nutricional; fisiología digestiva y metabolismo intermediario en animales de granja. La Habana: MES.
- Harwood, R. 1979.** Small farm development understanding and improving farm systems in the humid tropics. Westview Press. Boulder. 160 pp.
- Harwood, R. 1986.** Desarrollo de la pequeña finca. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 170 pp.
- INRA. 1963.** Mínimo técnico agrícola: Curso básico. INRA. Departamento de enseñanza y divulgación. La Habana.
- IPCDIER. 1998.** Goat Husbandry. 26<sup>th</sup> Course on Dairy Farm in Rural Development. Oenkerk, Dairy Training Centre – Friesland. The Netherlands
- Kolmas, E. y D. Vásquez. 1999.** Manual de agricultura ecológica. Grupo de Agricultura Orgánica. La Habana.
- Lebas, F.; P. Coudert; et al. 1986.** El conejo: Cria y patología. FAO, Roma.
- Masera, O. y Marta Astier, 1993.** Energía y sistema alimentario en México: Aportaciones de la agricultura alternativa. En: Agroecología y desarrollo agrícola en México. México: Universidad Autónoma Metropolitana de Xochimilco. pp. 17-34.

and Development Policy). 20 pp

**Monzote, Marta y Funes-Monzote, F. 1997.** Integración ganadería-agricultura: una necesidad presente y futura. *Agricultura Orgánica* 3 (1): 7-10.

**Pérez, Rena. 1996.** Técnicas agropecuarias para los alimentos ecológicos del MINAZ. Folleto. 70 pp.

**Rodríguez, Juana; G. Madrazo; et al. 1998.** Manual para la cría popular de aves. Instituto de Investigaciones Avícolas. La Habana.

**Ustimenko, G. V. 1980.** El cultivo de plantas tropicales y subtropicales. Editorial Mir, Moscú.

**Venegas, V. R. y Siau, G. G. 1994.** Conceptos, principios y fundamentos para el diseño de sistemas sustentables de producción. *Revista Agroecología y Desarrollo*, No. 7, agosto. pp. 15-28.

**Zvietovich, M. G. s.f.** Inoculantes fertilizantes biológicos nitrogenados. RAAA.