



## SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN PASTOREO RACIONAL ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE BUFALISTAS ACB

### 1. FUNDAMENTOS DEL SISTEMA DE PASTOREO

La vida es el arte del encuentro. Voisin usó una ingeniosa definición de pastoreo como siendo “el encuentro entre la vaca y el pasto”- Empleó el término “vaca” porque era la producción lechera su principal actividad en el sector primario, pero se adapta a cualquiera de los herbívoros. El pasto y el animal que pasta son dos seres interdependientes y mutuamente necesarios. Uno no vive sin el otro: ambos se complementan y se fortalecen si el encuentro es armonioso, y ambos se debilitan o perecen si el encuentro es conflictivo. La enunciación de las leyes que propician encuentros armoniosos y mutuamente satisfactorios entre herbívoros y plantas pratenses, ese fue el legado de Voisin para la humanidad. Los establecimientos rurales sistematizados con base en sus teorías muestran diariamente, en todas las regiones brasileras y sudamericanas cuan bello es ese espectáculo. Los animales irradian felicidad y el pasto exhibe un verdor intenso, agradable a los ojos.

Esas escenas inspiraron y continúan inspirando a poetas, músicos, pintores y escritores.

Por otra parte, cuan deprimente es el cuadro tanto de los animales agrediendo el pasto todavía en pleno crecimiento o cuando son obligados a ingerirlo con alto contenido de fibras y con baja digestibilidad. Esas escenas no inspiran sino repulsión, disgusto, desánimo. Al pasto no se impondrá ningún sacrificio Si el pasto se debilita o perece, serán grandes y prolongados los futuros perjuicios para el productor.

Quien cuida del rebaño no puede olvidarse del pasto que alimenta al rebaño. Aprende a respetar y hasta venerar los pastos. En caso de emergencia hasta que las previsiones sanadoras surtan sus efectos, si algún sacrificio debiera ser impuesto, el elegido para la oblación será el rebaño. Los ganados, como elementos transitorios del sistema, pueden ser sometidos a restricciones alimenticias temporarias con el fin de poder tener abundancia de pastos para siempre, a partir de la superación de los problemas que motivaron las providencias.

#### **Planta pratense: una definición inédita y precisa.**

Las plantas componentes de las pasturas, denominadas por Voisin “plantas pratenses”, en especial gramíneas y leguminosas, presentan particularidades anatómicas y fisiológicas no encontradas en ningún otro grupo vegetal conocido. Son capaces de rebrotar después de cada corte, varias veces durante un mismo año. Cuando son taladas a fondo, les queda a esas plantas muy poco de la parte aérea original para que se produzca la fotosíntesis. Asimismo la planta rebrota y forma inicialmente la parte verde que intercepta la luz solar para de ahí en adelante proceder a la fotosíntesis, la reacción



básica de la vida. Ese rebrote inicial se produce siempre a expensas de sustancias orgánicas de reserva almacenadas en las raíces y en las partes aéreas más bajas, próximas al nivel del suelo. Todo eso, bien entendido, si a la planta se le concedieron los beneficios del descanso desde el talado anterior con la posibilidad de almacenar las sustancias orgánicas de reserva. Si, al contrario, el talado se hubiera hecho antes de que la planta haya logrado almacenar dichas sustancias de reserva en cantidades suficientes el rebrote será muy difícil y pobre.

En casos más severos, con cortes frecuentes, como acontece en el pastoreo continuo, en que los animales permanecen sobre una misma parcela durante largo tiempo, puede ocurrir hasta la muerte de la mayoría de las plantas pratenses, quedando apenas las más resistentes al maltrato, en general las menos nutritivas. Es una escena muy común ver el tapiz vegetal arrasado, imponiendo a las plantas un desesperado esfuerzo para la supervivencia. Cuando se asocia el pastoreo continuo con quemas, quedan pocas especies de pastos, que en su titánica lucha por perpetuarse utilizan el recurso de la fructificación.

Se ven así plantas de pequeño porte, casi sin hojas, con poco más que un simple tallo y formando ya sus semillas.

Voisin, entonces acuña la definición de Planta Pratense:

“Planta pratense es la planta capaz de almacenar en sus raíces y en la base de sus tallos, varias veces durante un año, las sustancias de reserva que le permitan un rebrote después de cada corte.”

Comprender ese concepto es el segundo paso a ser dado por quien quiera manejar correctamente sus pasturas y mantenerlas productivas para siempre. La grandeza de la obra de Voisin reside en haber dado definiciones lógicas y precisas a aspectos de vital importancia para la producción animal y las pasturas, nunca antes consideradas. En ningún tratado de fisiología vegetal y manejo de pasturas encontrará el lector definiciones relativas a pastoreo y planta pratense. No considerarlas, en todo o en parte, fue la primera causa de los fracasos de los que se iniciaban o de los investigadores que trataron de establecer parámetros de comparación del Pastoreo Racional con los demás sistemas de pastoreo.

Entender y gravar en la memoria los verdaderos e integrales significados de pastoreo y planta pratense será el punto de partida para una carrera de éxitos en el manejo de los pastos. Es verdad que quien parte de una premisa equivocada llegará siempre a una conclusión equivocada. La práctica será siempre y en cualquier circunstancia el criterio de la verdad.

**Sustancias de reserva: energía vital para el rebrote.**



Cuando la planta es talada, queda muy poco y a veces nada de la parte aérea capaz de crear, por fotosíntesis, las condiciones necesarias para la formación de nuevas células, y su posterior rebrote. Por consiguiente resulta indispensable que la planta al ser cortada, posea en sus raíces o en la base de sus tallos las reservas que le permitan la formación de parte verde inicial, constituida por tejidos jóvenes.

Estos, en consecuencia, siendo capaces de interceptar la radiación solar producirán por fotosíntesis el crecimiento normal de la planta como un todo. Todo rebrote de las plantas prateras se produce siempre a expensas de las sustancias orgánicas previamente elaboradas, -antes del corte-, además de aquellas necesarias para su conservación y crecimiento. Esas sustancias son almacenadas en las raíces y en las partes aéreas inferiores. Si esas plantas son cortadas antes que tengan almacenadas sus sustancias de reserva, el rebrote será lento, difícil y débil.

Esas fueron en resumen las consideraciones de Voisin sobre las sustancias de reserva y su importancia en el manejo de los pastos. Es de sentido común que la productividad de una pastura, -entendida como el crecimiento de sustancia seca por unidad de tiempo y de superficie-, está inexorablemente vinculada a la acumulación de sustancias de reserva en el momento del corte, que puede ser producido por el diente del animal, por el filo de una guadañadora o el de una desmalezadora (Voisin, 1967 a; Klapp, 1971; Vickery, 1981; Romero, 1994 y 1998).

El Pastoreo Racional no sólo no agota las sustancias de reserva, sino contribuye a aumentar su presencia en las plantas componentes de una pastura. En el pastoreo continuo o rotativo no racional, los cortes repetidos sin que las plantas hayan dispuesto de tiempo para acumular sus sustancias de reserva, son causa de menor producción de biomasa verde y reducción del impulso de rebrote y crecimiento. En casos extremos el resultado es una total degradación de las pasturas, como ocurre en ambientes tropicales con plantas de porte erecto, muy sensibles a ese régimen predatorio de utilización.

### **Naturaleza de las sustancias de reserva.**

Las reservas son definidas como las sustancias orgánicas almacenadas en los órganos permanentes de la planta, que son utilizadas por ésta como fuente de energía para el crecimiento o como material estructural (Monteiro et al., 1993).

De acuerdo a Voisin (1967a), en condiciones idénticas en cuanto a las cantidades o proporción de sustancias de reserva que permanecen después del corte, el rebrote de la planta podrá variar mucho en función de otros factores:

- duración del día,
- tenor de humedad del suelo,
- temperatura ambiente,



- cantidad de elementos nutritivos en la solución del suelo,
- precipitaciones pluviales,
- y otros menos mencionados.

Hacen falta aún mejores estudios sobre como las plantas almacenan sus sustancias de reserva, conocimiento que contribuirá en mucho al perfeccionamiento de los métodos de utilización de las pasturas.

Las sustancias de reservas son en general lípidos y glúcidos, impropriamente denominados carbohidratos. Aun en proporciones diminutas, las proteínas pueden ser consideradas como sustancias de reserva, que en condiciones de cortes irracionales, son utilizadas por la planta para la respiración (desasimilación).

Las sustancias de reserva, según Correia (1983), pueden ser divididas en dos grandes grupos:

- Carbohidratos no estructurales o no fibrosos
- azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, melobiosa, rafinosa, estaquiosa);
- polisacáridos (almidón y frutosanas).
- Carbohidratos estructurales o fibrosos
- celulosa;
- hemicelulosas;
- lignina.

### **Carbohidratos no-estructurales: energía para las plantas y los herbívoros.**

Los carbohidratos no estructurales son importantes fuentes de energía para las plantas y para los herbívoros que las ingieren. Constituyen la mayor fracción de contenido sólido del citoplasma (el interior de las células). En las gramíneas de clima templado o subtropical, las principales sustancias de reserva son frutosanas que se acumulan en los tallos. En las gramíneas de clima tropical y las leguminosas la principal sustancia de reserva es el almidón que se acumula principalmente en las hojas. Una de las razones de la mayor susceptibilidad de las pasturas tropicales a la degradación, es que están constituidas mayormente por gramíneas de porte erecto: sus hojas, con relación a los tallos son removidas con más facilidad por los bovinos. La pérdida energética es mayor en almidón que en frutosanas.

### **Carbohidratos: estructurales: soporte para la función ruminal.**

Los componentes estructurales están constituidos por dos sustancias principales: celulosa y hemicelulosas. Éstas son precursoras de la celulosa. Las membranas de las células



vegetales están constituidas principalmente por celulosa y hemicelulosa. En menores cantidades se encuentra la lignina, compuesto polifenólico presente en gramíneas de porte elevado como son las mayoría de las tropicales importadas de África. La celulosa y las hemicelulosas constituyen la mayor fracción de la dieta de los rumiantes y son siempre las más expresivas fuentes de sustrato disponible para la fermentación en la panza. La mayor parte de la energía es retenida en los productos de excreción de los microorganismos: ácidos grasos volátiles (AGV), y metano. El rumiante utiliza los AGV como fuente de energía, que proviene de una fracción, - fibra-, que de otra forma no podría ser utilizado.

Los AGV son ocho, pero, por orden decreciente de concentración molar, tres son los principales: acético, propiónico y butírico. El ácido butírico es la principal fuente de energía para los rumiantes; el total de energía que produce es superior al total producido por todos los otros AGV juntos. La cantidad de AGV presente en el contenido retículo-ruminal proviene de la actividad microbiana y de la absorción a través de la pared de la panza. Tan pronto el rumiante haya ingerido alimentos rápidamente fermentables, aumenta la actividad microbiana, lo que resulta en un aumento de concentración de AGV.

Las forrajeras de clima tropical se caracterizan por presentar bajos tenores de carbohidratos solubles y por elevada proporción de paredes celulares, constituidas por carbohidratos estructurales. Según Fabiola (2003), en comunicación personal, ese elevado contenido de paredes celulares está asociado a la anatomía de las plantas forrajeras tropicales en razón de la alta proporción de tejido vascular (vasos leñosos), que tienen mayor eficiencia para la fotosíntesis y mayor crecimiento, pero precisan de un soporte estructural más consistente. Las plantas con mayor habilidad para el crecimiento, por lo que necesitan una mayor estructura de soporte para mantenerse en posición erecta y no volcarse con facilidad.

Altos tenores de glúcidos estructurales limitan el consumo voluntario.

La población microbiana alojada en el tracto digestorio de los rumiantes, en especial panza e intestino ciego, ataca todos los carbohidratos estructurales hidrolizándolos y convirtiéndolos, en porcentajes variables, en compuestos más simples: ácidos grasos volátiles, que son la fuente primaria de energía para los rumiantes. Esas sustancias son un estímulo para la masticación y contribuyen a la producción de saliva, que mantiene estable el pH de la panza.

La lignina, muy resistente al ataque enzimático es considerada indigestible para los herbívoros de interés zootécnico. Es individualmente la mayor responsable de la reducción de la digestión de la pared celular de las plantas forrajeras. La concentración de lignina en la pared celular de gramíneas y leguminosas está estrechamente correlacionada con la indigestibilidad de la FDN (fibra detergente neutro) en más de 90 %



y todavía más de 95% de la FDA (fibra detergente ácido). La lignina tiene un efecto físico sobre la celulosa, cubriéndola y protegiéndola del ataque de los microorganismos de la panza.

Las hemicelulosas, por estar íntimamente asociadas a la lignina, son casi indigestibles, sólo una pequeña fracción es posible de ser atacada por las enzimas de los rumiantes y demás herbívoros. Las hemicelulosas después de degradada dan origen a pentosanas que componen de 16-20 % de la materia seca de las forrajeras y henos, que a su vez al fermentar también originan AGV. Las celulosas son sólo un poco más digestibles que las hemicelulosas.

La presencia de altos tenores de celulosa y hemicelulosas en los pastos limita el consumo voluntario y demanda un tiempo de hasta 30 horas entre la ingestión y la eliminación (velocidad de paso). La fracción fibrosa diluye la energía de los alimentos y reduce el consumo voluntario por el efecto de llenado de la panza y por la saturación de la capacidad de rumia del animal según los trabajos de Poppi et al (1987) y Teixeira (2001).

### **Las plantas pueden ser más o menos sensibles a la degradación.**

Las sustancias de reserva almacenadas en los órganos subterráneos tienen que ser suficientes para mantener la vida de las plantas prateras durante los períodos adversos, -invierno o sequías prolongadas-, o posibilitar rebrotes vigorosos en los períodos favorables (Osieczanski, 1954; Klapp, 1971).

Cualquier aprovechamiento de la pastura, sea en forma de pastoreo o por segadora, interrumpe el crecimiento de las raíces. Esa paralización comienza luego de las primeras 24 horas siguientes al corte y alcanza a la mayor parte del sistema radicular. Al mismo tiempo se inicia una intensa descomposición de las raíces más viejas, con disminución acentuada de la capacidad de absorción de agua y nutrientes. Esos procesos perduran hasta que las hojas nuevas, por fotosíntesis alcancen a restituir a las raíces las sustancias de reserva utilizadas como préstamo para el rebrote.

Hay plantas más sensibles que otras a los cortes frecuentes o desmedidos. Las plantas de porte bajo y las rastreras son menos afectadas que las plantas cespitosas, de porte erecto. En el caso de las regiones tropicales sudamericanas, *Brachiaria brizantha*, *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum* (pasto colonial), son más susceptibles a degradación que *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria decumbens* y las especies nativas de los montes (cerrados). En el caso de los campos naturales del sur brasilero, uruguayos y argentinos, constituidos por especies de clima templado de bajo porte, en las que las sustancias de reserva están almacenadas en las raíces en proporción superior de 90 %, la



degradación es más lenta y menos perceptible visualmente, aunque siempre generan una reducción del potencial de crecimiento y producción de masa verde.

### **Curva sigmoidea: otra definición precisa.**

Otra incursión exitosa de Voisin al campo de la fisiología vegetal fue la interpretación de la curva sigmoidea, conformada por Bonner & Galston (1952). Esta curva constaba en todos los programas de disciplinas de Agronomía apenas para motivar preguntas de pruebas de las que los profesores se valían sin vacilar. Esta curva, obtenida del crecimiento de sustancia seca de la planta de maíz, Voisin la trazó para la ciencia del manejo de la pasturas y, una vez más, acertó. La curva de rebrote de la planta pratense también tiene la forma sigmoidea, “característica universal de todos los organismos vivos en general”.

Midiendo el crecimiento de sustancia verde de sus pasturas en Normandía, Francia, notó Voisin que en el auge de la primavera, meses de mayo y junio, el crecimiento por hectárea era de 480kg en los primeros seis días de descanso de las parcelas, 1.120 kg en los siguientes tres días y 3200kg en los últimos nueve días. Era el punto apropiado para poner sus vacas en las parcelas: la pastura había completado su crecimiento más rápido en apenas 18 días. Notó del mismo modo, que a partir de allí hasta los 27 días, o sean otros nueve más, el crecimiento de la pastura fue de apenas 960kg. La primavera europea es esplendorosa. Los días son largos, hay humedad en el suelo, la temperatura es agradable durante el día, cae un poco por la noche. Las plantas, paralizadas durante el invierno debajo de la nieve, recuperan el tiempo de letargo fisiológico y crecen aceleradamente. Aun así, parecía una exageración que el tiempo de reposo primaveral de la pasturas pudiese ser de apenas 18 días en aquel continente, según lo relatara Voisin.

### **Interpretar la curva sigmoidea.**

Los números de la curva sigmoidea de Voisin reflejan una situación peculiar de su pequeña propiedad normanda y del tiempo en que vivió. Lo que importa es su conformación y la sensibilidad requerida para interpretar correctamente en qué parte de la curva se encuentra la comunidad vegetal pratense que se tiene delante. Es esencial la necesidad de reunir datos para manejar los pastos con la máxima probabilidad de acierto, o sea tomar muestras de disponibilidad de masa verde antes de la entrada de los animales a los piquetes (oferta) y de lo que sobró después del fin de la jornada de pastoreo (sobra), con lo que se estima cuanto ha ingerido el ganado. Cada establecimiento que incluye un proyecto de Pastoreo Voisin, con segura orientación técnico-gerencial, debe tener sus números y sus curvas sigmoideas, por estación y por especie de pasto. Aun dentro de un establecimiento las curvas varían de año en año, de acuerdo con las condiciones climáticas observadas. Interpretadas correctamente cada vez se nos equivocamos menos, y acertamos más, en el interminable proceso de aprendizaje.



### **La necesidad de medir la oferta forrajera**

Esas curvas sirven para evaluar el comportamiento de la masa verde residual luego de la salida de los animales y de la oferta de masa verde en el momento en que ingresan a las parcelas. El crecimiento de la masa verde verificado en el período y la cantidad que alcanzan a ingerir al final del tiempo de permanencia en la parcela no son medidos directamente. Son meras operaciones de suma y resta de dos medidas:

Crecimiento de masa verde = masa ofertada – masa remanente

Consumo de masa verde = masa pre-pastoreo – masa post-pastoreo

Crecimiento y consumo de masa verde, matemáticamente pueden ser iguales, pero esa cuenta debe ser verificada en cada ocupación de la parcelas. En general no se sabe. El resultado final depende del consumo proyectado para el lote que está destinado para un rodeo que está destinado a ser alimentado en la parcela.

### **Hojas viejas y material muerto denuncian manejo incorrecto de las pasturas.**

La cantidad de material muerto (MM) de una pastura es el resultado del manejo incorrecto y del desajuste de la carga animal. La forma más eficaz de reciclaje de nutrientes no es el material muerto, sino son las deyecciones animales. Un bovino adulto de razas de carne elimina por día 14 litros de orina y 24kg de bosta, materia alimenticia de los escarabajos coprófagos, que contribuyen a mejorar las propiedades físicas del suelo y activar su biocenosis. Las plantas en libre crecimiento reciclan nutrientes a ritmo lento. Los nutrientes permanecen indisponibles hasta que las condiciones climáticas y la descomposición por la biota de las capas superficiales del suelo, los pongan a disposición de las plantas. Ajustando la carga animal a la oferta de forraje de la parcela, se reduce la cantidad de plantas no consumidas. El pisoteo y las deyecciones animales ayudarán a que el remanente de forraje post-pastoreo y el material no comestible caigan al suelo, lo que facilitará la acción de los microorganismos recicladores de nutrientes.

No necesariamente, como afirman algunos investigadores, el MM aumenta con el aumento de la oferta de forraje. Las hojas viejas y el material muerto sobre la superficie del suelo, reducen el crecimiento vegetal por la fuerte demanda metabólica de fotosintatos y por el sombreo de las nuevos macollos basales durante el rebrote (Adjei, 1980).

### **Eliminar lo que no sirve, quedar con lo que es bueno.**

Remover el material muerto y la vegetación vieja es una medida saludable y eficiente en el manejo de pasturas, y es exactamente lo que ocurre cuando se inicia la implementación del Pastoreo Racional. El material muerto y la vegetación envejecida resultan de



pastoreos desuniformes, cuando se aplican métodos que no tienen en consideración, con el rigor necesario, el balance entre oferta y demanda de pasto de los animales ó el momento correcto de hacerlos ingresar en una parcela y de retirarlos de allí. La primera regla de manejo de las pasturas es no dejar criar MM y utilizar el forraje en su mejor momento nutritivo, coincidente con el momento fisiológico más favorable al posterior rebrote. Con dos desmalezadas estratégicas por año, al inicio pueden ser 3 o 4, se evita la formación de material muerto, que no alimenta a los animales y todavía frena el crecimiento de los pastos. Como corolario de esta, una regla de oro para el manejo correcto de las pasturas es calcular cuantos potreros son necesarios para que el lote de animales cumpla una rotación con observancia perfecta de los tiempos de reposo y hacer heno de los potreros excedentes. Si disponemos, por ejemplo, de cuarenta potreros asignados para el pastoreo de un determinado lote de animales, y el tiempo de descanso ideal para la época es de 32 días, se reservarán ocho potreros para henificar.

### **Las curvas sigmoideas de Blaser**

Mismo limitado por teorías inconsistentes, Blaser entretanto ha dado una valiosísima contribución para la comprensión de la curva sigmoidea del crecimiento de los pastos, transpuesta por Voisin del maíz (Bonner&Galston, 1952) para las plantas pratenses.

Se ha basado Voisin en la curva sigmoidea para mostrar, con números sacados del proceso productivo de su pequeña granja lechera pero de valor universal, el punto óptimo de corte de una planta pratense, que es atingido después de un estadio inicial de crecimiento escaso y que culmina, en el ápice, con gran producción diaria de masa verde ("la llamarada de crecimiento"). Cabe a Blaser el mérito de complementar los estudios del maestro normando y exponer en dos muy apropiadas curvas sigmoideas los efectos concomitantes del sobre el rendimiento de MS (materia seca) de la parte aérea y el porcentaje de sustancias de reserva presente en la parte subterránea de las plantas de una pastura. Si otra contribución no tuviera dado, sólo por tal hecho ya tendría se adjudicado el honro de ver su nombre inscrito en la selecta galería de los grandes científicos de la rama pasturas.

### **Que acontece simultáneamente en la porción aérea y en la subterránea**

Se nota, por las dos curvas sigmoideas de Blaser reunidas en una sola figura (Figura 14/III), lo que acontece concomitantemente en la porción aérea y en la porción subterránea de la planta pratense, antes y después del corte. Los carbohidratos no-estructurales – las sustancias de reserva – que están en su más alto nivel de concentración en el momento del corte, tan logo ese se procese, son movilizados para sustentar el inicio de rebrote. Decaen de 35% de la masa seca de las raíces para menos de 10%, su punto de más baja concentración. Transcurridos alrededor de de 10 días,



termina la compulsoria transferencia de sustancias de reserva de las raíces para la parte aérea de la planta. Esta, por su vez, ya tiene su superficie solar foliar capaz de interceptar los rayos solares y dar inicio a la devolución de lo que ha tomado como préstamo. De ahí en adelante crece linealmente la concentración de sustancias de reserva hasta completar otra vez de 30-35% de la masa seca de las raíces. La planta ha crecido el máximo posible en su parte aérea; en la subterránea está con todas sus sustancias de reserva agrupadas. Ese es el solemne momento para que se procese el corte. Vengan, pues, los animales!

### **Desfoliaciones predatorias agotan las sustancias de reserva**

El desfoliación completo y renitente, explica Blazer, provocado por el pastoreo continuo o por el rotativo irracional en plantas de porte alto y erecto, causa la muerte de las plantas porque los azúcares en las raíces son totalmente consumidos por cortes frecuentes e irracionales, o sea, antes que a la planta se le conceda tiempo suficiente para reponer las sustancias de reserva indispensables al rebrote. La población de plantas y altos rendimientos son mantenidos a través de un juicioso pastoreo rotativo, léase Pastoreo Racional, que es así llamado porque es comandado por el ser humano y no por el albedrío del animal. A partir del momento en que las plantas atingen el estadio de floración el declino en la calidad es acelerado por el crecimiento de los tallos, consecuencia directa de la reducida penetración de la energía radiante en la superficie del suelo.

Pastoreos predatorios promueven repetidas desfoliaciones de las plantas de la pastura, reduciéndoles la capacidad de absorber agua y nutrientes del suelo. En consecuencia, la evapo-transpiración de las plantas (flujo del agua del suelo para la atmósfera decrece, lo que causa, también, reducción de la absorción de nutrientes. Las plantas, al fin e al cabo, se agotan y son presas fáciles para las malezas, mucho más adaptadas a condiciones adversas. El suelo se compacta y la pastura se degenera y degrada.

### **Pastoreos abusivos damnifican las plantas pratenses**

Pastoreos ofensivos causan daños a la integridad física de las plantas. La desfoliación abre el dosel a la penetración de los rayos solares, lo que afecta la temperatura y la humedad del suelo de las pasturas, con efectos inmediatos sobre las plantas pratenses, que se calientan y pierden ímpetu de crecimiento. Una desfoliación acentuada en épocas de bajas temperaturas y, más aun, en casos de ocurrencia de heladas, paraliza el crecimiento de la pastura y retarda el inicio del rebrote en virtud de las extraordinarias cantidades de energía exigidas para mantener constante su temperatura y no perecer. Cuánto mayor sea la concentración de soluto en la savia de las plantas – características de las pasturas conducidas bajo la égida del Pastoreo Racional – tanto mayor será su



capacidad de resistir a la congelación y de sobrevivir, conforme diversos autores expertos en fisiología vegetal.

### **Una eterna carrera de relevo**

La contribución inicial de C y N para el rebrote proviene de las sustancias de reserva presentes en las plantas por ocasión de la defoliación. Esa dependencia va de 2-7 días, a pesar de que hay registros en la literatura especializada de hasta 10 días de consumo de sustancias de reserva tras haberse producido el corte. A partir de entonces, la fotosíntesis corriente se torna decisiva para que la planta se recupere de perturbación y se ponga nuevamente en condiciones ideales para el corte subsiguiente. Es un tipo de corrida de relevo 2x2. El primer bastón, el del rebrote, es conducido por las sustancias de reserva; el segundo, el del crecimiento vegetal y de la recuperación de la planta, es empuñado por la fotosíntesis hasta el final de la corrida.

### **La calidad de la pastura decrece con más rapidez que la cantidad**

La calidad de la pastura decrece con más rapidez que la cantidad de masa verde disponible. Eso se debe al hecho de que los animales se comen primero las hojas, más nutritivas, y después los tallos, menos.

La caída de la calidad también se da en régimen de pastoreo rotativo descuidado de las cuatro leyes de Voisin cuando a un potrero se le concede tiempos excesivos de descanso mas allá de la faja óptima, dentro de la cual las plantas están en condiciones de sufrir un nuevo corte y rebrotar enseguida. A partir de esa faja óptima, la planta comienza a se aprontar para la fructificación (producción de semillas) y, en consecuencia, crecen la masa seca, los tenores de proteína, el consumo voluntario de los animales y la producción por animal y producción por hectárea.

El conductor de un pastoreo racional nunca permite que sus potreros pasen de la faja óptima del tiempo de descanso. Cuando el crecimiento de las pasturas supera la capacidad de consumo de un determinado lote de animales, siempre dispone de alternativa viable y factible de intervención. Una es aumentar el número de animales del lote y, en consecuencia, la demanda de masa verde. Pero esa es una medida de difícil ejecución el cotidiano de las haciendas por envolver alteraciones en el tamaño de los lotes en brotación y en sus planes de pastoreo. Esas alteraciones requieren, muchas veces, importaciones de animales – compra o arrendamiento de terceros. Otra es mantener la rotación establecida con tiempos de descanso de las pasturas correctamente observados reservándose para henificación los potreros excedentes. Si la rotación es de 32 días, por ejemplo, con un día de ocupación por potrero, y se tiene 40 potreros, se reservan a cada rotación ocho potreros para henificación. Siempre será observado el tiempo correcto de descanso y, en ninguna hipótesis serán los animales obligados a consumir pasto fibroso y



pobre en proteína y energía digestible, Los vaqueros perciben luego esa situación y dicen que el pasto está “pasado”. Al proceder de esa manera se mantiene el vigor y el valor nutritivo de las plantas.

### **La definición de fertilidad del suelo por la biocenosis: la visión de la agroecología**

La definición de fertilidad se refiere a la capacidad relativa que tiene un suelo de sustentar, por tiempo indeterminado, la producción que de él se pretende extraer. Para la agricultura regenerativa, la fertilidad está íntimamente ligada a su tenor de materia orgánica, que es capaz de influenciar de modo positivo todas las características que concurren para aumentos de producción, en especial para manutención de la biota del suelo.

La materia orgánica es responsable por la homeostasis, o sea, el equilibrio entre todos sus seres (un ser preserva la vida de todos los otros seres y todos los seres ajen en conjunto para ningún de ellos predomine). La compleja biocenosis del suelo crea, a través de relaciones de concurrencia, antagonismo, parasitismo y prelación, equilibrio estable entre poblaciones y pone un freno en la expansión desmesurada de una determinada especie que se pueda convertir en plaga. Contribuye, del mismo modo, para que las plantas se mantengan resistentes a enfermedades en su porción aérea en razón de la reducción de metabolitos libres (menos aminoácidos libres, más proteínas acabadas, menos azúcares solubles, más síntesis de almidón y celulosa ).

La materia orgánica es, igualmente, importante para la fijación de N y para la liberación de nutrientes del suelo. Entre todos los constituyentes del suelo, es la materia orgánica el de mayor capacidad de fijación, almacenamiento y liberación de nutrientes y agua, bien como de preservar la estructura que permite la penetración de raíces. Caída del tenor de materia orgánica del suelo de 5 para 3% causa reducción de 57- 37% de la capacidad de retención de agua y, en consecuencia, la inmovilización de nutrientes. Además, ayuda a mantener la estabilidad de los agregados, eleva el pH, cuando el suelo es ácido, y mantiene las sustancias promotoras de crecimiento de las plantas.

La materia orgánica es la más eficiente liga para unir y agregar las partículas sueltas del suelo (arena, silte y arcilla, que forman grumos esferoidales resistentes a la desagregación por el agua de las lluvias. Con eso, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y en la penetración de las raíces., con repercusiones directas en la resistencia a la erosión y y en el crecimiento de las plantas. Las moléculas de alto peso contenidas en la materia orgánica del suelo (ácidos húmicos o fúlvicos) son capaces de inmovilizar el Al y el Fe libres en la solución del suelo, condiciones en que son tóxicos a las plantas.

El humus, formador de 2/3 de la materia orgánica del suelo, influye directamente en el poder tampón, que es, en síntesis, la capacidad resistir a cambios bruscos de pH y na V%, porcentaje de saturación de bases.



Este poder tampón es especialmente importante para suelos arenosos o agotados por largas utilidades predatorias que se presentan desproveídos de arcillas reactivas, cuya acción es desempeñada por el humus.

Los lentos procesos de solubilidad y liberación de nutrientes son garantía de aporte ajustado a las plantas en el periodo de mayor crecimiento de las pasturas., en particular en las regiones de precipitaciones pluviales superiores a 1100mm por año. Por fin, la materia orgánica es decisiva en la movilización del P en suelos ricos en óxidos de ferro y aluminio, altamente propensos a fijar ese macronutriente e impedir que las plantas lo absorban. A través de la movilización biológica del P fijado y de su transformación en orgánico, el tenor de P total en el suelo no sufre alteraciones, entretanto su porción asimilada por las plantas se mantiene siempre elevada. Ahí están las razones por las cuales plantas de pasturas utilizadas bajo los principios del sistema Voisin no presentan síntomas de deficiencia de P, mismo cuando los análisis de laboratorio indiquen bajos tenores de ese elemento en el suelo.

Los ambientes agrícolas más hábiles en aumentar los tenores de materia del suelo son las pasturas perennes, más aun si conducidas por el Pastoreo Voisin, los sistemas agroflorestales y las coberturas verdes que sirven de substrato de masa seca para las culturas de verano, como avena, raigrás, nabo y vicia (arvejilla) (Osterroth, 2002).

Pastoreo Voisin: más masa verde, más raíces, más fertilidad, más animales, más excrementos, más alimentos para los animales

Con el crecimiento de la masa verde de las plantas pratenses aumenta el volumen de las raíces, principal alimento de los seres vivos subterráneos, cuyo trabajo libera los nutrientes que se encuentran en compuestos orgánicos, mientras la fauna del suelo abre camino para el agua de infiltración y las raíces, al mismo tiempo que fragmenta detritos de las plantas, mezcla y granula el suelo. Plantas descansadas y abonadas con excrementos animales produce mayor cantidad de masa verde con repercusión directa e inmediata en el crecimiento del volumen de raíces, que liberan nutrientes y aumentan la vida del suelo y mejoran su estructura. El resultado final será el aumento de la fertilidad del suelo, con efecto directo e inmediato sobre el crecimiento de la masa verde de las plantas y la disponibilidad de alimento para los animales, que retribuirán con mayor producción de excrementos, capaces de cerrar el ciclo de mayor crecimiento de masa verde en el sistema.

### **Mecanismos de las plantas pratenses a suelos ácidos**

Según Pedro Escosteguy (2003), eminente profesor-investigador de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Passo Fundo, las plantas de pastura con gran facilidad a los suelos ácidos en razón de los siguientes mecanismos:



a) Liberación de ácidos orgánicos de bajo peso molecular, tales como ácido cítrico y ácido málico, que pueden tornar complejo el Aluminio e inactivar la acción tóxica de ese elemento. La alteración del pH de la rizosfera, que incluye el volumen del suelo en íntimo contacto con las raíces y donde está concentrado 95% del peso de las raíces de las plantas, con relación al pH del suelo como un todo.

El sistema radicular, conteniendo raíces finas y voluminosas, exploran un volumen mayor de suelo y, por consiguiente, pueden absorber más nutrientes.

### **Fertilización de pasturas: siempre un tema polémico**

La cuestión de fertilización de pasturas suscita muchas discusiones. Antes de más nada, se debe tener en cuenta porque se ha iniciado esa discusión recientemente. Las industrias fabricantes de bonos formulados tienen restringidos márgenes para expansión de ventas en la actividad de producción vegetal, con excepción de las nuevas fronteras agrícolas. En los cultivos vegetales anuales la mayor énfasis es dada en la reducción del empleo de abonos en razón de las mejores condiciones de suelo proporcionadas por el sistema de siembra directa, largamente utilizada en las Américas. Entonces, las fábricas volvieron sus atenciones a la ganadería, que ocupa la mayor parte de nuestras tierras agrícolas y, con eso, iniciaron grandes campañas de promoción de ventas. Bajo el punto de vista agronómico se recomienda analizar con mucha atención la aplicación de abonos solubles formulados en razón de los siguientes motivos:

- a) – Las plantas absorben pasivamente más elementos de los que necesitan cuando estos se encuentran a su disposición en la solución del suelo. Estos mismos elementos agregados con el N en la forma amina, forman aminoácidos que pueden quedar libres, circulando en la sabia de las plantas, y causar un desequilibrio metabólico, lo que torna la planta más susceptible al ataque de insectos chupadores, hongos y virus.
- b) – La reposición de P y K, cuando necesaria, se la hace en forma de rocha molida, de modo que la disponibilidad para las plantas sea gradual, y que el crecimiento sea consistente. Es importante recordar que la masa seca (parte nutritiva de las plantas) es formada básicamente de carbono y esa estructura de C es obtenida a través de fotosíntesis, al conjugar el aire y el agua en reacciones metabólicas.
- c) – El N puede actuar como inductor de macollos cuando la planta se encuentra en crecimiento y con alta demanda de proteínas estructurales, entretanto el exceso de N conduce a una alta concentración de aminoácidos libres, lo que resulta en tejidos vegetales más tiernos y la planta, como un todo, muy débil frente a un desafío que tienen de enfrentar las plantas forrajeras: el pisoteo del ganado.
- d) – El tema P es aún muy complejo en lo que se refiere a la capacidad de las gramíneas de desarrollarse mismo con baja presencia de ese elemento en el suelo. Más complejo se torna aún el tema cuando se imagina que los extractores usados en laboratorio (en general ácidos débiles) son extremadamente ineficientes



cuando comparados con extractores biológicos como *Aspergillus niger*. Ya es conocido el hecho que los análisis convencionales mascaran la verdadera presencia del P en el suelo hasta 200 veces.

- e) – La obtención de una mayor carga animal será proveniente de la correcta dimensión de la oferta forrajera y las necesidades alimentares de los animales con vistas al cumplimiento de determinada meta de producción aprovechamiento de la capacidad impar de los rumiantes de, en conjunto de las bacterias de su panza, formar proteína a partir de estructuras de C presentes en las plantas forrajeras.
- f) – La microbiota asociada al suelo es la verdadera responsable por el desarrollo del sistema suelo-aguaplanta y no depende de solamente de los tres elementos principales N-P-K. Al contrario, el exceso de esos elementos puede conducir a un desequilibrio (Voisin, 1961; Chaboussou, 1971). Por tales motivos se contesta la estrategia de pretender mantener siempre el agro-eco--sistema dependiente de insumos externos, de altos costos, que son la principal causa de penuria en que viven los agricultores y ganaderos del continente.
- g) La acumulación adecuada de sustancias de reserva no es alcanzado en altas velocidades, pues el limitante en esos casos son las velocidades de las reacciones metabólicas arrolladas, que tienden a ser constantes. En reacciones enzimáticas hay dos limitaciones básicas: a. la cantidad de enzimas, mismo en situación de disponibilidad de substrato; b. la cantidad de substrato, mismo en situación de disponibilidad de enzimas. Las reacciones enzimáticas tienden a un equilibrio con todas las otras reacciones arrolladas. Actúan los organismos individualmente como un organismos único, absolutamente interligados.
- h) – Deben los procesos de intensificación productiva, como cualquiera proceso de crecimiento, ser consistentes y asentarse sobre bases sólidas. En la ganadería no será diferente. Por esos motivos, debe darse la intensificación a través del desarrollo de la vida del suelo, que será capaz de sustentar, por largos tiempos, altas producciones con bajos costos, conjugación fundamental para convertir la ganadería en actividad económicamente compensadora y socialmente recomendable. Concomitancia de incremento de producción y disminución de costos en la ganadería solo se logra con la adopción del Pastoreo Voisin.

### **¿Los vacunos extraen nutrientes y reducen su fertilidad del suelo?**

Esa es siempre una pregunta recurrente y se debe aclarar que en condiciones de correcta mineralización los vacunos no exportan nutrientes, al contrario los agregan al suelo, como se deduce de los números del Cuadro 12/III.

Cuadro 12/III – Exportación de minerales y balance con los nutrientes agregados por las mezclas minerales servidas a los vacunos en régimen de pastoreo



Composición mineral de un novillo de 480kg *		Composición de la mezcla mineral (g/kg) **	Consumo en 3 años (g)***	Exportación (g)****	Saldo (g)
Nutriente	%				
Ca	1.50	142	12,780	7,200	5,580
P	1.00	60	5,400	4,800	600
K	0.20	0	0	960	-900
Na	0.20	178	16,020	960	15,060
S	0.15	10	900	720	180
Cl	0.14	267	24,030	672	23,358
Mg	0.04	4	360	190	170
-	Mg/kg	-	-	-	-
Fe	50	0.95	85.5	24.0	61.50

Zn	30	2.50	225.0	14.4	210.60
Cu	3.00	1,27	114.3	14.4	112.56
Mo	2.50	0	0	1.20	-1.20
Se	1.70	0.01	0.9	0.82	0.08
I	0.45	0.08	7.7	0.22	7.48
Mn	0.35	1.00	90.0	0.17	89.83
Cr	0.08	0	0	0.04	-0,04
Co	0.06	0.09	8.1	0.03	8,07
F	0.06	0.45	40.6	0.03	40.57
Total	3.30%	536.87	60,062.10	15,212.35	44,517.45

- Maynard&Loosli, 1974, cálculos del autor; \*\* Promedio de 6 marcas comerciales con 60 g de P/kg disponibles en Brasil; \*\*\* Consumo promedio de 30kg/cabeza; \*\*\*\* Novillo de 480kg.

### ¿Por que mejora de la fertilidad del suelo en Pastoreo Voisin?

La mejora de la fertilidad del suelo se debe a las siguientes razones:

- La utilización de mezclas minerales proporciona balances positivos de nutrientes;
- Los vacunos devuelven en el estiércol y en la orina la mayor parte de los nutrientes por ellos ingeridos: 70% del N, 80% de P, 90% del K y 95% de los micronutrientes, entretanto aprovechan 70% de la materia orgánica (Monteiro & Werner, 1989);
- Además de los nutrientes devueltos al suelo, el estiércol y la orina activan la biota del suelo, una de las principales condiciones para que los nutrientes ahí existentes sean liberados para las plantas;



- d) – Otras condiciones para la utilización de las reservas de minerales del suelo son el tenor de materia orgánica, también mejorado por el Pastoreo Voisin, y excreciones ácidas liberadas por las raíces de las plantas, que igualmente son más abundantes en el mismo sistema;
- e) – No se agrega K a las mezclas minerales teniéndose en cuenta que los pastos, en general, suplen el animal. El K interfiere el metabolismo del Mg y causa la enfermedad conocida por “tetanía de la hierba”, a la cual Voisin (1978) ha dedicado libro homónimo;
- f) No se agrega Mo a las mezclas minerales en razón de que los pastos suplen en general suplen el animal en sus necesidades. Además, el exceso de Mo interfiere en el metabolismo del Cu y causa diarreas en los vacunos;
- g) – Poseen las gramíneas en sus espacios entre las raíces las micorrizas que ayudan en la absorción de P en suelos con bajos tenores de ese elemento, pues aumentan el volumen de raíces que exploran el suelo en busca de nutrientes. Pueden las leguminosas fijar a cada año entre 40-150kg/ha de N y la lluvia precipita más 20-30kg/ha de ese elemento (Malavolta, 1979; Primavesi, 1990).

### **Los objetivos del pastoreo**

El correcto manejo de los pastoreos tiene dos objetivos precipuos y fundamentales, según Smethan (1981):

- a) Producir las máximas cantidades de forraje de calidad por unidad de área;
- b) Propiciar que la mayor cantidad posible del alimento producido llegue al trato digestivo del animal.

Acresciento más dos objetivos, igualmente importantes, para completar y dar sentido total de coherencia a los dos primeros:

- c) Obtener el menor costo posible por kilogramo de forraje producido;
- d) Mantener la perennidad productiva de las pasturas.

### **Especifiquemos y desarrollemos estos cuatro objetivos.**

Frecuencia de cambios de potreros estimula el apetito del animal

En el establo, el herbívoro se come el pasto previamente cortado. En los potreros, cosecha su hierba. Las diferencias entre esas dos situaciones son abismales.

La manera más eficaz de estimular el apetito de los animales proviene de la frecuencia de cambios de potreros. Se los retiran los vacunos o cualquiera otra especie de herbívoro de una parcela semipastoreada, de la cual llevaron las mejores partes de las mejores plantas y en las cuales dejaron sobre la superficie del suelo sus excrementos y se los conduce a una nueva parcela. Un potrero parcialmente pastado, con olor que positivamente no aprecian los animales, se queda hacia atrás. Adelante está una parcela en descanso, con todo el pasto intacto y no bosteadado, de olor agradable, que siempre se revela estimulante hacia un lugar así tan acogedor.



### **Factores no-nutricionales deben estar siempre bajo estricta vigilancia**

Los factores no-nutricionales de mayor relevancia son:

Estructura de la pastura (volumen y altura del pasto ofrecida al animal)

Comportamiento del animal en el pastoreo, donde se incluye la selección del pasto que irá consumir

Tiempo de pastoreo y ritmo de los bocados.

Factor no-nutricional de importancia es la capacidad del trato digestivo

Vinculado a la estructura y a comportamiento en el pastoreo, asume importancia la capacidad del trato digestivo del animal, con gran variación entre especies, razas e individuos. Vacas de razas de carne, con 400-450kg, tienen capacidad próxima de 180 litros en trato digestivo. En caso de elevada oferta forrajera, basta un pequeño esfuerzo de pastoreo en las horas preferenciales - amanecer, atardecer, medianoche – y más las meriendas matinales y vespertinas para que el animal supla sus necesidades. Con rendimiento promedio de 3 gramos por bocado, alcanzarán continuada repleción de la panza con 13-15 mil bocados diarios, mucho por debajo de lo que puede realizar. Con tal régimen, mismo con elevada disponibilidad de masa verde, cesarán el pastoreo porque en el trato digestivo no cabe más nada. Saciadas y felices no tendrán ganas sino que de echarse y rumiar.

Las razas vacunas de leche, con registros históricos de 2,5 mil años de selección para grandes capacidades digestivas, pueden mantener 220-230 litros de bolo alimentar agasajado en su interior. Por la simple observación visual de un lote de vacas de la raza Holandesa se constata que no son raras las de 240 litros. Nuestras mediadas tienen acusado en períodos plétóricos de oferta forrajera consumos promedios diarios de 90-92kg de pasto por cabeza. Para tanto, la oferta forrajera varía de 16-18ton/ha de masa verde (2900-3600kg de MS). El consumo del lote queda alrededor de 11 ton de masa verde por día.

La ley de las probabilidades estadísticas indica que hay diferencias de consumo entre vacas. Es razonable admitirse que algunas ingieren 70kg y otras, 100kg, o más!

Vacas de determinado lote disponen diariamente del mismo volumen de masa verde en los potreros, pero ingieren individualmente cantidades distintas. Vacas con mayor capacidad en el trato digestivo tienen conjugadas las características de mandíbulas más largas (distancia entre los cuatro dientes incisivos) y fosas nasales más amplias, gran capacidad que les confieren de respirar y aprehender gran cantidad de pasto en cada bocado. Vacas de 70kg de ingestión estarán repletas antes que las vacas que ingieren 100kg porque los volúmenes de sus tratos digestivos son diferentes. Y, por supuesto, el potencial de producción de leche también será diferente para mismo mérito genético.

### **Factores nutricionales**



En la parte superior de la curva de la Figura 2/IV se tiene la indicación que el control de consumo es condicionado por factores nutricionales, entre los cuales se destacan:

Digestibilidad del pasto ofertado

Tiempo de retención del alimento en la panza

Concentración de productos metabólicos.

No hay pasto nutritivo con deficiencias en el abastecimiento de agua

Cuando nos deparamos con resultados mediocres el desempeño productivo animal, en general, nos inclinamos a buscar la causa en el pasto y relegamos a plan inferior el abastecimiento de agua. No raras veces el productos se depara con vacunos sobre exuberantes pastos y asimismo con escasos incrementos de peso vivo por cabeza o insatisfactoria producción de leche en función de la insuficiente ingestión del, con toda la propiedad y justicia, denominado "líquido precioso". La recíproca, por desgracia, nos es verdadera. Pastos de calidad inferior, mismo con correcto abastecimiento de agua, no son capaces de proporcionar elevados rendimientos en producto animal. En otros casos se puede ver deletéreos efectos en los animales de la maligna conjugación de pastos inferiores con deficiente abastecimiento de agua.

### **¿Debemos reformar nuestras pasturas o manejarlas para que nunca se degraden?**

Voisin explica la degradación de las pasturas:

Las pasturas degeneran porque están mal utilizadas;

El ser humano es el culpable, no la pastura;

Las labranzas, las fertilizaciones y las resiembras no resuelven el problema de la degradación de las pasturas y tampoco mejoran los sistemas defectuosos de su utilización.

Con una nueva o vieja pastura, será indispensable la decisión de se adoptar el Pastoreo Racional o volverá a se degradar;

No pregunte si una especie es buena o mala, busque saber bajo cual método es utilizada;

La humanidad solo sobrevivirá si sea capaz de asociarse al suelo y l labranza es una gran insensatez del género humano;

El Pastoreo Racional es una de las más harmónicas formas de asociación del hombre con el suelo, donde brota la vida y se sostiene el futuro de las civilizaciones.

## **2. HÁBITOS DE LOS ANIMALES EN PASTOREO**

Las primeras lecturas.

Cuando he leído la edición española de "Productividad de la hierba", traducida por el profesor madrileño Carlos Luis de Cuenca, el capítulo dedicado a la vaca en pastoreo y sus hábitos me llamó particular atención. Voisin buscó ver el pastoreo del punto de vista



de sus vacas y completó con oportunos comentarios el trabajo desarrollado de 1940-45, en la Universidad de Cornell (EEUU), por Johnstone-Wallace. El profesor inglés radicado en los Estados Unidos ha descubierto algunos aspectos muy interesantes sobre el comportamiento de vacas en pastoreo, fruto de sus observaciones pioneras.

Las conclusiones de Johnstone-Wallace

De sus observaciones, el investigador ha concluido:

- a) Las vacas se distraen mucho durante el día (acompañan todos los acontecimientos alrededor) y, por tal motivo, el pastoreo nocturno es más eficiente que el diurno;
- b) En los días de altas temperaturas, el tiempo de pastoreo diurno disminuye y el nocturno aumenta;
- c) Las vacas son animales de hábitos reglados y saben muy bien distribuir el tiempo entre pastoreo, rumia, descanso y vagabundeo;
- d) Si las vacas no logran ingerir, en un tiempo aproximado de 8 horas de pastoreo, las cantidades de masa verde capaces de cubrir sus requerimientos nutricionales, no prolongan por nada la jornada de trabajo;
- e) El pastoreo representa gran esfuerzo para las vacas, una tarea penosa para obtener todos los días de la pastura de 10-14% de su peso vivo en masa verde con el empleo de un instrumento de corte de 6,5- 8cm (largura de sus mandíbulas);

Las conclusiones y asertivas de Voisin sobre los hábitos de los animales en pastoreo

Voisin ha concluido al observar sus animales en pastoreo que:

- a) Todas las vacas de un grupo tienen la tendencia de pastar, rumiar o echarse simultáneamente;
- b) Existe nítida jerarquía social, que solo después de consolidada es capaz de traer tranquilidad al grupo de animales;
- c) Las vacas dominadoras imponen sus actitudes a las dominadas y disfrutan de regalías y privilegios en el grupo;
- d) Las vacas prefieren pastos con 15-22cm de altura, condición que les permite cosechar las máximas cantidades de masa verde;
- e) Los trabajos futuros de selección deben llevar en cuenta la capacidad de pastoreo de las vacas, consubstanciadas en las características anatómicas de mandíbulas fuertes, amplias fosas nasales y gran volumen corporal, en especial en la panza;
- f) Las vacas no comen plantas venenosas vivas en el campo, pero no las distinguen más por el olor en el pesebre si se las ofrecen cortadas, y, en esas condiciones, las ingieren;
- g) Las vacas prefieren los pastos nativos a los exóticos;



- h) A las vacas les gusta comida variada y se aburren cuando son obligadas a comer durante muchos días la misma especie de pasto, mismo que éste sea de la más alta calidad (hasta de la abundancia);
- i) A las vacas les gusta la variación: si están a comer pastos con bajos tenores de masa seca (15-16%), cuando pueden elegir, prefieren pastos elevados tenores (30%) y viceversa; si están en régimen de pasto pobre en valor nutritivo, en especial de proteína, cuando tienen a la disposición alimentos pastos tiernos y nutritivos los comen con avidez como a recuperar el tiempo perdido y reponer sus reservas;
- j) La especie forrajera de más alta palatabilidad en las condiciones europeas no era una gramínea y tampoco una leguminosa, pero una hierba del campo, le lengua de vaca (*Plantago lanceolata*), una prueba que las vacas no estudiaron botánica y quieren dar opinión acerca de sus gustos y preferencias;
- k) Las vacas se niegan a consumir pastos crecidos junto a sus excrementos;
- l) La vaca busca el pasto encharcado por la orina fresca de sus colegas de grupo, pero manifiesta repugnancia a las plantas sobre las cuales tenga sido distribuida orina fermentada.

### **Jornada básica de vacunos en Pastoreo Voisin**

Cuatro académicos de Agronomía de la UPF, dos de cada vez, a mi pedido, se dispusieron a observar durante dos días enteros (48 horas) lo que hacían 85 novillos de engorda con peso promedio de 335kg. En la primera observación, todos los potreros donde estaban los novillos disponían de acceso a una represa; en la segunda vez, de las 10-14 horas, eran conducidos a un abrevadero, con sombra.

Jornada básica de vacunos de Pastoreo Voisin:

Horario Actividades

08 - 10 - Vagabundeo, rumia, descanso (echados)

10 -14 - Pastoreo esporádico, toma de agua, rumia esporádica, vagabundeo

14 - 17 - Pastoreo esporádico, vagabundeo

17 – 20 - Pastoreo intenso

20 – 22 - Vagabundeo, rumia

22 - 24 - Descanso (echados) y rumia

00 – 02 - Pastoreo intenso

02 – 04 - Vagabundeo, rumia

04 – 06 Descanso (echados) y rumia

06 - 08 Pastoreo intenso

Fuente: Académicos de Agronomía de la UPF, Revisión del Autor.



## **Conclusiones sobre los hábitos de animales en Pastoreo**

De las observaciones del Cuadro y del relato de observadores en distintas situaciones, se pueden extraer las siguientes asertivas:

- a) Los vacunos tienen tres períodos bien definidos de comidas prolongadas: a amanecer, al atardecer y a la media-noche (ésta cena no constaba en la literatura consultada);
- b) La cena de la media-noche es muy provechosa para los animales, que no se sienten atraídos por acontecimientos y movimientos de personas y máquinas en su entorno;
- c) Las tres comidas mencionadas totalizan seis horas de pastoreo intenso del total de 8-9 horas en que los animales se envuelven en esa actividad, restando 2-3 horas para pastoreos esporádicos, muy poco productivos aparentemente;
- d) Serían de gran utilidad estudios y mediciones sobre cuanto del volumen total ingerido durante el día cabe a cada uno de esas comidas;
- e) El vagabundeo desempeña papel importante en el bien-estar del animal en régimen de pastoreo rotativo y es una constante el día o la noche;
- f) El animal en vagabundeo, en la mayoría de las veces de panza llena, camina sin prisa y sin destino definido, con frecuencia, importuna sus colegas de grupo;
- g) Todos los animales de un grupo de vacunos en pastoreo ejercen el derecho al vagabundeo, pero algunos individuos son más lúdicos que otros;
- h) Algunos individuos presentan comportamientos semejantes a niños hiperactivos, o sea, no sosiegan nunca y molestan sus colegas de grupo a todo instante. Se identifican, de otro lado, individuos que son molestados y hasta agredidos por casi todos, sin molestar a ningún. Parece que son los miembros del extracto más inferior de los dominados.
- i) La rumia es un clímax de tranquilidad y deleite para el animal, que tanto más dará señal de satisfacción cuanto más abundante haya sido la comida anterior más confortables sean las condiciones del clima reinante en el momento;
- j) Vacas lecheras saciadas tienen la tendencia de dormir mientras rumian echadas, bajan y alzan la cabeza varias veces y muestran contrariedad cuando son instadas a ponerse de pie en esos momentos;
- k) Animales adultos, en especial vacas, caminan cosechando la hierba de un potrero a otro sin prisa; animales jóvenes, terneros y novillitos, al contrario, aprovechan la caminata para distenderse, jugar, correr y dar señales de evidente felicidad;
- l) En el tiempo de permanencia en el abrevadero, los vacunos explicitan todo el repertorio de actitudes más notables: pastoreo, toma de agua, vagabundeo, rumia, descanso;
- m) En los días y las horas de calor intenso, los vacunos se dejan quedar por varios minutos casi inmóviles y solo se deciden a caminar para la toma de agua.



## **La reactividad de distintas especies y razas**

En primer lugar hay que aclarar que no existen animales herbívoros agresivos, pero sí eactivos delante una situación perturbadora. La reactividad del Nelore y su fuerte instinto gregario son explicados por el hecho que, en su provincia indiana de origen, existen tigres, grandes felinos predadores y en la América Tropical hay onzas. Si no hubiesen desarrollado el instinto gregario y apurado la reactividad y la vigilancia es muy probable que no tuvieran sobrevivido para convertirse en nuestra principal raza de vacunos.

La escolarización previa al ingreso de los vacunos y búfalos en la rotación de pastos propicia que los animales sepan respetar las cercas eléctricas y los límites de las parcelas. Los búfalos son capaces de llevar por delante una cerca convencional de cinco hilos si se deciden a desplazarse para un punto en frente, pero no osan siquiera tocar un hilo de alambre electrificado. Novillos Nelore, incluso los criados en largas extensiones de tierra, tras pocos días de escolarización respetan las cercas eléctricas e atienden llamados de los vaqueros y los siguen mansos y obedientes.

## **Animales domésticos tienen buena memoria**

La arrogancia y la falta de respeto hacia los animales parecen ser comportamientos arraigados en el ser humano. Muchas veces trabajamos con el ganado como verdaderos predadores. Nos divertimos harto cuando, a los gritos, hacemos los vacunos galopar y correr. No mostramos ninguna complacencia cuando golpeamos con una porra la parte superior de la cabeza de un animal inmovilizado en brete estrecho. El sonido hueco llega a nuestros oídos como una música. Nos deleitamos con nuestra cobarde presunción de que contra los animales todo podemos, sin culpa o miedo a punición o revide.

¿En esas situaciones, que reacción podemos esperar de los animales? Miedo! (Paranhos da Costa, 2003). El problema, dice el profesor-investigador de la Unesp-Jaboticabal, que se ha convertido en la más expresiva figura de la etología aplicada a la zootecnia en las Américas, es que los animales tienen buena memoria y gran capacidad de reconocer personas o grupos de personas que les han causado dolor y sufrimiento. Relata Paranhos da Costa el caso de una hacienda de vacunos de carne en que las vacas en los primeros días se ponían vigilantes delante la presencia de un grupo de observadores de comportamiento animal bajo su dirección. En los días siguientes, ya habituadas, miraban al grupo por algunos segundos y se ponían a pastar despreocupadas. Entretanto cuando los vaqueros de la hacienda ingresaban en el pasto a caballo, vestidos con uniforme, las vacas paraban de pastar, se ponían en estado de alerta y, luego, huían de las inmediaciones. Esos vaqueros, supo después el etólogo y sus discípulos, trataban los animales con usual brutalidad, en el campo y los corrales.



## **Las instalaciones no son proyectadas para el confort de los animales**

Presumen los ganaderos y los constructores que el objetivo principal de las instalaciones de manejo es contener, a cualquier costo, animales bravíos en bretes, troncos y mangas. En ninguna hipótesis, un local donde al principal producto de la hacienda y su razón directa de existir se le deben obsequiar con condescendientes tratamientos, que se reservan a los entes más queridos. Afortunadamente, la visión humanista en la relación con los animales se ha ampliado en los últimos años y tiende a profundizar en los próximos. Se espera que grandes progresos sean alcanzados en todos los aspectos de la lid con animales de nuestro interés zootécnico, del nacimiento al transporte y a las operaciones insensibilización y faena, con repercusión directa sobre la calidad de los productos ofrecidos al consumidor. Son importantes los trabajos de la dra. Temple Grandin, investigadora de la Universidad del Colorado (EEUU) en la concepción y construcción de instalaciones y equipos que lleven en cuenta aspectos de comportamiento y la estructura de todas las especies de interés económico con vistas a ofrecerles confort, seguridad y bienestar.

### **Sombra: máximo confort con mínimo costo**

Vacunos y búfalos se sienten más cómodos cuando pueden disfrutar de sombra en las horas más calurosas del día y, de esa manera, aliviar cerca de 30% de la carga térmica radiante sobre su cuerpo. Por ese motivo, no podrá haber un proyecto de Pastoreo Voisin en las Américas que no se les ofrezca a los animales ese recurso.

Con cuanto de superficie sombreada se le debe brindar a los pastadores? La regla, según Paranhos da Costa (1997), es que debe haber sombra suficiente para proteger del calor todos los animales del lote al mismo tiempo, cualquiera hora del día. En proyectos que se destina un potrero que sirva de abrevadero y hacia ello se encaminen los animales en las horas más calientes del día, el recurso sombra puede ser ofrecido solo en este local y los animales estarán contemplados en sus exigencias. Por ejemplo, un lote de 300 animales, ya más allá del tamaño del que normalmente se forma para pastoreo racional, requeriría un bosque con 1500m<sup>2</sup>, con 150-200 árboles plantados. En la mayoría de los casos, los lotes no son tan portentosos y se puede ofrecer sombra con mucho menos área y árboles. Vacas lecheras se rehúsan a pastar en las horas más calurosas del día aunque tengan a disposición pasto abundante y prefieren quedarse bajo los árboles.

### **Desplazamiento de animales en Pastoreo Voisin**

Por el patrón básico de comportamiento expreso en Cuadro 1/VII (Charles cuidar aquí os números pues los capítulos cambiaron de nombre), se definen horarios en que inicia el



movimiento de vacunos de carne o de leche más adecuados a su bien-estar. En el ganado de carne, son necesarios apenas dos desplazamientos: del potrero comido al abrevadero y de este al nuevo potrero. Al ganado lechero, en razón de dos ordeños diarios, se imponen cinco desplazamientos: 1. del potrero nocturno al establo de ordeño matinal; 2. del establo al potrero diurno; de éste al abrevadero; de aquí al establo para el ordeño vespertino; del establo al nuevo potrero nocturno. La preocupación de quien trabaja con las teorías de Voisin es no causar ninguna contrariedad a los animales cuando estos estén en pleno usufructo de un recurso. En casos de calor intenso, no se remueve un lote de animales abrigados en la sombra, por ejemplo. El vaquero, al se aproximar del lote, encuentra los animales en alerta y prontos a seguirlo. El condicionamiento adquirido les enseño que el vaquero les dará acceso a un recurso del cual se resienten en aquel momento; por eso lo siguen con claras señales de satisfacción y gozo anticipado. El desplazamiento es un momento de excitación y distensión, más percibido en animales jóvenes, que corren, bellaquean, dan pinotes en los trayectos de acceso al agua o al potrero, como da constado con argucia Lebrón (2000). Los vacunos echados, cuando instados a se desplazar, se levantan y tienden a defecar. Como no nos interesa que defecuen en los corredores y en el abrevadero, se espera de 5-10 minutos junto de ellos y más de la mitad del lote defecará antes de abandonar el potrero pastado y hará la fertilización en lugar cierto.

Un artificio eficaz es emitir los camperos sonidos estimulantes, tales como batidas de palmas, simulaciones de mugidos o conversas. Los animales responden con obsequiosos bosteos.

### **Vacas en parición no deben ser desplazadas diariamente**

Desplazamientos diarios inconvenientes es de razas de vacunos de carne próximos al parto. Haciendas organizadas tienen sus vacas reunidas en lotes homogéneos cuanto al período de gestación. Puedo decir que el único limitante operacional del Pastoreo Voisin cuanto a confort animal es el desplazamiento de vacas próximas al parto. En esos casos, si se tema en contrariar la regla, es frecuente que las vacas abandonen sus crías en momento del desplazamiento y es muy raro el caso que se las acepten de vuelta más tarde.

Para prevenir ese mal, se debe armar un potrero grande (de acuerdo al tamaño del lote) el cual se lo subdivide con cercas eléctricas en 6-8 potreros menores. Las vacas paren en esos potreros bajo la vigilancia de vaqueros precipuamente entrenados para prestarles asistencia siempre que necesario. Las vacas eran nuevamente incorporadas al lote de pastoreo tras una semana de vida de los terneros, que ya tenían habilidad suficiente para seguirlas en los desplazamientos diarios. En el potrero-maternidad, los terneros al nacer tienen sus ombligos desinfectados y atados, reciben caravanas de identificación en las orejas, son pesados y opcionalmente mochados. Los enemigos principales pasan a ser



los urubúes, que intentan atacar a los terneros recién nacidos. La negligencia es penalizada con la muerte de terneros. Los vaqueros llegan a la maternidad en pocos minutos y pueden vigiar los partos e intervenir en caso de distocia. En establecimientos grandes, se destinan 2-3 vaqueros solo para dar atención a la maternidad.

### **Tamaño de los lotes de animales en Pastoreo Voisin**

En ganado lechero, hemos observado lotes de 120 vacas en lactación sin ninguna tensión extrema aparente. Los animales, entretanto, reciben un nuevo potrero con abundante oferta de masa verde al final de cada uno de los ordeños diarios. En casos de hatos grandes, como lo de la Granja Santo Isidoro, el lote de vacas en lactación está dividido en dos grupos: vacas de mediana y vacas de alta producción. Cada uno de esos lotes recibe dos potreros por día.

En vacas de carne, trabajamos con lotes de 350 cabezas, número que reputo apropiado tanto para el bienestar de los animales, como para la formación de un lote capaz de ajustarse a una correcta planificación alimentaria, destinación de las áreas de pastoreo y ocupación racional de la mano de obra operativa. Lote más robusto sería, a priori, desaconsejado. Lo más importante es que el lote sea estable en su composición y tamaño y se eviten alteraciones numéricas frecuentes. Entrada de nuevos animales en un lote rompe la jerarquía social establecida y recrudecen las interacciones agonísticas con reflejos directos en el bienestar.

Terneros de desmama que ingresan en Pastoreo Racional pueden construir lotes de 350 hasta 500 cabezas, desde que sea observado un mínimo de peso entre los más pesados y los más livianos. Conviene atender con cuidado para que no haya restricción del volumen de agua ofertado a los animales y de espacio de acceso a los bebederos o tajamares. En el caso que haya dentro del lote mayor un grupo de animales pequeños y poco pesados en relación al promedio, estos serán discriminados y agredidos por los más grandes. En consecuencia, no pastarán con tranquilidad, andarán siempre en la cola de los desplazamientos. Llegarán con mucha dificultad a la fuente de agua, se desarrollarán poco, siendo que muchos acaban por morir. Más importante que el tamaño del lote, que puede ser numeroso, es la uniformidad de tamaño, peso y sexo entre sus componentes.

Para novillos de engorda, los lotes no deberán superar las 160 cabezas, un número apropiado para que los animales se conozcan entre ellos, memoricen el status social y no vivan en conflicto intragrupo. En haciendas grandes o en pequeñas, se puede mantener un lote de novillos en terminación para ventas mensuales. Romero, en la Hacienda Conquista, tiene siempre 3-4 lotes en rotación, siendo que uno de esos, es constituido de novillos en fase adelantada de engorda. El comprador de gado gordo visita e inspecciona un solo lote en pastoreo y elige los que les parezcan más gordos para la faena.

### **Bienestar animal, economía del productor y exigencia del consumidor**



El tema etología fue tratado del punto de vista ético, en la definición de normas cuanto a los límites de la acción humana con respeto a los animales. No menos influyentes en ese proceso fueron las restricciones impuestas por el mercado comprador a los transgresores de las normas reguladoras del bien-estar animal.

Bien-estar animal resultará en más eficiencia en los procesos productivos, en mejores resultados económicos y en la mejora de los productos para el consumidor (Paranhos da Costa, 2003). Vinculada afectivamente con los animales como está, la humanidad profundizará las exigencias para que esos seres sean a cada día más bien tratados y respetados. Sistema productivo que prestar atención a esos aspectos tendrá dificultades en consolidarse.

### **En el Pastoreo Voisin, animales y personas felices**

Animales domésticos, hace siglos, son mantenidos bajo dominio humano, que les proveen abrigo, alimento, protección contra predadores, cuidados sanitarios, pero, no raro, les dan tratamiento rudo, brutal y agresivo (Zanella, 1995; Grandin, 2000). Criados en sistemas tecnificados de producción sufren restricciones substanciales en la actividad comportamental y en las posibilidades de desplazamiento. En el Pastoreo Voisin, los pastadores viven en ambientes modificados, pero no alterados a punto de causarles dolor y sufrimiento, como ocurre con cerdos y vacunos en confinamiento. En el sistema preconizado en este libro, los animales pastadores viven en contacto directo con personas durante 3-4 veces por día. En los desplazamientos, no son sometidos a estreses o a tensiones extremas y dan frecuentes demostraciones que están contentos con el tratamiento recibido por parte de los vaqueros. En el auge de la sed y en las horas más calurosas del día, el bienhechor acercase del lote para conducir los animales a un local donde disfrutarán de sombra para mitigar los efectos del calor y agua para saciar la sed. Frescos y confortables desean comer. Luego aparece, otra vez, el vaquero, que los conduce en saludable y calma caminata a un potrero, donde dispondrán de pasto verde y nutritivo.

**¿Con todas esas regalías, que motivo tendrán los pastadores para quejarse de la vida? ¿De que males habrán de quejarse? ¿En que lugar podrán encontrar más confort y atendedores más solícitos?**

Ofrecer vida digna y confortable a los animales es atributo del Sistema Voisin y meta que sus difusores y aplicadores hacen absoluta cuestión de alcanzar, exhibir y proclamar junto con las de orden técnico y económico.

### **3. LAS CUATRO LEYES DEL PASTOREO RACIONAL**



Las cuatro leyes solo pudieron ser concebidas en razón de haber Voisin enunciado y desmenuzado en sus más importantes detalles los conceptos de pastoreo, plantas pratenses y curva sigmoidea del crecimiento de los pastos. Sin ellos, no habría munición científica para conformar las leyes que rigen las acciones de pastoreo. Sin teoría fundamentada no puede haber práctica coherente y evolutiva. Las cuatro leyes constituyen el mayor, el más variado y el más apropiado instrumental con que cuentan los productores y sus asesores para un correcto manejo de las pasturas. No conozco otro tan completo.

### **Primera Ley – La ley del descanso**

“Para que un pasto cortado por el diente del animal pueda dar su máxima productividad, es necesario que, entre dos cortes a diente sucesivos, haya pasado el tiempo suficiente que pueda permitir al pasto:

- a) Almacenar en sus raíces las reservas necesarias para un comienzo de rebrote vigoroso;
- b) Realizar su ‘llamarada de crecimiento’ (o gran producción diaria de por hectárea)”.

Corolario I de la primera ley – El período de descanso entre dos cortes a diente sucesivos será variable de acuerdo con la estación del año, condiciones climáticas y demás factores ambientales.

Como a todos los seres vivos, al pasto se le debe conceder el beneficio del descanso. Descubrir cual el tiempo adecuado de descanso de cada una de las parcelas en que se divide la pastura es consecuencia del trabajo conjugado del administrador, de la mano de obra y de asesoría técnica a partir de la correcta planificación del establecimiento ganadero.

Pastoreos mal conducidos tienen como causa la negligencia con la primera ley Cuando me invitan a inspeccionar una pastura y constato que el pastoreo es mal conducido y desastrosos son los resultados sobre el desempeño de los animales, el método más eficaz para identificar las causas del mal es mirarla bajo la óptica de las cuatro leyes del Pastoreo Racional. Casi nunca el asesor atento pasa de la primera ley y ya tiene claro como proceder y donde concentrar sus acciones correctivas. Las tres otras leyes se vinculan a la primera. Ajustada esa, las demás se ajustan casi naturalmente.

Harmonizadas en su conjunto, adquieren las cuatro leyes extraordinaria fuerza de aplicación. Descubrir para el mundo la importancia de los tiempos de descanso de las pasturas fue la más significativa de las contribuciones de Voisin para la ciencia de la utilización de los pastos como alimento para los herbívoros. Ignorarla fue la mayor de las equivocaciones de los profesores de pasturas y de los investigadores de métodos de



utilización de plantas pratenses. De ahí se explica la enorme cantidad de proyectos de investigación con punto de partida imperfecto y tantos recursos públicos desperdiciados sin ningún provecho para la sociedad.

Para que se cumplan fielmente la primera ley, hay que se armar en el área de pastoreo un gran número de potreros, recomendación que ya era divulgada en el año 1875 por el agrónomo y abad Jean-François Rozier.

El precursor de las cuatro leyes del pastoreo racional Voisin, en Productividad de la hierba, enaltece el Curso Completo de Agricultura, en nueve volúmenes, publicado en 1785-1800 por el abad Rozier, eminente agrónomo, botánico y profesor francés. En séptimo volumen describe la rotación de pasturas:

“El propietario inteligente divide sus pastos en varias parcelas... y sobre las cuales el ganado pasa sucesivamente. De ello resulta que, durante el tiempo en que la hierba de una división está siendo pastada, empieza a rebrotar la de las otras, y el animal encuentra siempre un pasto nuevo y abundante. Si el local no está dividido, el animal consume en un solo día, y destruye con su pisoteo, más cantidad de hierba de la que podría haber consumido en una semana. Sin esta precaución, se agarran a la hierba más tierna y en tanto que ésta exista desdeñan del resto, que, naturalmente, llega a endurecerse. Tan pronto los animales han terminado de comer toda la hierba de una división se les hace pasar a la siguiente. ... Con este método se puede tener la seguridad de poseer continuamente unos pastos excelentes”

Tiempos fijos de descanso: un error primario en la práctica de campo y en los diseños experimentales En la rotación de pasturas no son pocos los que cometen el error primario de establecer tiempos fijos de descanso entre las sucesivas ocupaciones de los potreros. Tiempos fijos de descanso pueden causar, según las condiciones climáticas y la estación del año, dos consecuencias:

- a) Tiempos excesivamente cortos agotan las substancias de descanso de las plantas y no les posibilitan explotar su mayor potencial de crecimiento de masa verde;
- b) Tiempos excesivamente largos aumentan el tenor de fibras (indigestibles) en las plantas y la demanda metabólica por fotosintetizados, con reducción de su ímpetu de crecimiento. En general, los diseños experimentales prevén que las plantas serán cortadas en intervalos de tiempo iguales, lo que se constituye en error básico de concepción. Voisin aseveraba que tales trabajos solo tendrían valor científico y técnico si se hace variar los tiempos de descanso según la época, la estación del año y las condiciones específicas imperantes en local considerado. En épocas de crecimiento acelerado, tiempos cortos de descanso de las pasturas (pero siempre suficientes y apropiados); en épocas de escaso crecimiento, tiempos largos de descanso.



## **Segunda ley – La ley de la ocupación**

“El tiempo global de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente corto para que una hierba cortada a diente el primer día (o al principio) del tiempo de ocupación no sea cortada de nuevo por el diente de los animales antes que éstos dejen la parcela”

Esta segunda ley se fundamenta en los daños que pueden causar los animales pastadores en los delicados tejidos de los puntos de crecimiento de las plantas prateras por el pisoteo o por el recorte de la porción aérea que ha rebrotado.

Las plantas de pasturas beneficiadas con tiempos correctos de descanso entre ocupaciones de potreros tienen mayor capacidad de crecer de que las sometidas al pastoreo continuo o rotativo irracional, atributo resaltado cuando las condiciones climáticas son favorables. La permanencia de un lote de animales sobre un potrero por largo tiempo tendrá como una de sus consecuencias más previsibles el hecho de que la mayoría será cortada, pisoteada y recortada. En un solo día en esas condiciones no habrá ningún sitio de un potrero que no haya sido visitado por los animales.

Juntándose las dos primeras leyes, podemos concluir que el manejo correcto de las pasturas llévanos a observar tiempos suficientemente largos de descanso y tiempos cortos de ocupación. Cualquiera trasgresión a ese precepto tendrá como efectos retroceso y reducción en la producción de pasto o la necesidad de compensar con fertilizaciones las iniquidades de manejo, lo que siempre representará gastos y aumento de costos al ganadero.

## **Tercera ley – La ley de la ayuda**

“Es necesario ayudar a los animales de exigencias alimenticias más elevadas para que puedan cosechar la mayor cantidad de hierba y que ésta sea de la mejor calidad posible”.

El primer corolario de la tercera ley: la altura del pasto Voisin adujo dos proposiciones extraídas del enunciado de la tercera ley. La primera dice plantas con 15- 22cm de altura en las condiciones del clima templado europeo, donde se situaba su grande lechera, permiten a los vacunos la cosecha de las máximas cantidades de pasto de calidad durante la jornada de pastoreo. Para las condiciones naturales de las regiones subtropicales o templadas del sur de Brasil, Uruguay y Argentina, esta faja óptima de altura puede ser satisfecha sin dificultades, ya que no hay en la flora prateras autóctona especies importantes en el aspecto nutricional con porte superior a 30cm. En la mayoría de los campos nativos de Paraguay, de clima tropical marcado los pastos nativos son constituidos de especies de porte bajo, raramente superiores a 25cm.

Entre las especies plantadas en las regiones tropicales brasileñas, cerca de 99 millones de hectáreas, siendo que 86% pertenecen al género *Brachiaria*, y solo la *Humidicola* se



encuadra en esa faja óptima de altura para eficientes pastoreos. La Decumbens se afasta un poco de esa faja y su altura poco pasa de 40cm; la Brizantha supera los 50cm, bien como el Andropogon. El pasto Colonial, por su vez, cuando bien manejado, pasa de 80cm en su punto de corte más apropiado, pero sus derivados, obtenidos a través de selección y cruzamientos (Tanzania y Mombasa), con vistas a la obtención de plantas con más hojas y menos tallos, el promedio de altura alcanza 60cm.

En cualquier de los dos casos, se tiene nítida correlación entre altura del pasto y la disposición de pastar por parte de los animales. Esos, siempre que puedan, elegirán el pasto más tierno y con mayor tenor de proteína. Si no logran elegir la especie, caso de pasturas monolíticas, elegirán las mejores porciones de las plantas, concentradas en las partes más altas, ricas en hojas y con tenor de proteína más elevado.

Ingerirán mayores cantidades de masa verde, por supuesto, si no son obligados a realizar un pastoreo fondo y comer las partes inferiores, que tienen proporcionalmente más tallos y menos hojas. La única variación está en la altura de las principales plantas de pasturas, con la advertencia de que las plantas de bajo porte tienen el mayor porcentaje de la masa verde concentrado en las hojas con relación a los tallos.

El segundo corolario de la tercera ley: menos trabajo de pastoreo y menor ingestión de pasto El segundo corolario aclara que cuanto menor sea el trabajo de pastoreo a fondo se le imponga a la vaca, mayores cantidades de masa verde podrá cosechar. La planta, en sus partes más altas, tiene más hojas, es más tierna y presenta mayor tenor de proteínas. A los animales apetecen más las hojas que los tallos, que son más duros y menos nutritivos. Además de gastronoma, la vaca es hedonista y busca siempre hacer todo lo que le conviene con el mínimo de esfuerzo. Si es obligada a pastar a fondo, la vaca disminuye su ímpetu de consumo voluntario en razón de que el pasto disminuirá de calidad e impondrá más esfuerzo para ser cortado e ingerido. A la medida que pase el tiempo desde el inicio del ingreso de los animales en el potrero, crecerá el volumen de deyecciones depositadas sobre el suelo y el olor desagradable de ahí derivado será un reductor de consumo. Pero ese punto es de competencia de la cuarta ley.

En el caso que el objetivo del pastoreo sea obtener máximos desempeños productivos individuales sin mayores relaciones con la producción por hectárea, el plan de pastoreo deberá ser concebido y conducido de modo que los animales no sean obligados a comer más de que  $2/3$  de la oferta de masa verde en el momento de ingreso en el potrero. Ese privilegio se le concede a los animales con exigencias nutricionales más elevadas. Si se trabaja, por ejemplo, con lotes de novillos de engorda, novillas de reposición (vaquillonas), becerros(as) en crecimiento no se les puede exigir a esas categorías que pasten a fondo y no se les puede ofrecer pasto de calidad inferior. Vacas de razas de carne en los tercios iniciales del período de gestación pueden ser sometidas a leve restricción alimentar sin



perjuicio para su misión de parir un ternero por año y destetarlo con peso elevado. Entretanto, para esa misma categoría, en el tercio final de gestación y en posparto, los niveles alimentares deben ser tan exigentes de que para novillos y novillas.

En un hato lechero, ninguna categoría animal, en ninguna fase, puede ser sometida a restricción alimentar.

#### **Cuarta ley – La ley de los rendimientos regulares**

“Para que una vaca pueda dar rendimientos regulares es preciso que no permanezca más de tres días una misma parcela. Los rendimientos serán máximos si la vaca no permanece más de un día en una misma parcela”.

En otras palabras, cuanto más permanece en el potrero, menor cantidad de pasto será el herbívoro capaz de ingerir. En un potrero nuevo, el pasto fresco estimula a los animales que coman con avidez. En otra potrero, semi-pastoreado, el pasto se presenta con olor desagradable para el animal, lo que contribuye para reducir su apetito. En caso de vacas lecheras en producción se recomienda cambiar de potrero dos veces por día, al final de cada ordeño. Los productores pequeños se adaptan muy bien a ese manejo y arman potreros móviles con rapidez. El entrenamiento de la mano de obra y la habituación de los animales, cambiar de parcela es una tarea rutinera muy fácil. Los beneficios aparecen a través de mejor aprovechamiento de la oferta forrajera y de mayor ingestión de pasto , lo que resulta en mayor producción.

Tanto bajo el punto de vista de los intereses de las plantas, como de los animales, son nocivas largas permanencias de un lote sobre un mismo potrero.

#### ***Figura 18/III (p. 112) Aprovechamiento del pasto de acuerdo con el tiempo de permanencia de los animales en un potrero.***

Tres leyes dependen de la primera y ésta de un grande número de potreros

Las personas que se imbuyeron de todo el valor teórico-práctico de las cuatro leyes del pastoreo racional, frecuentemente, piden una receta conclusiva. Entienden la primera ley y logran captar la vital importancia de los tiempos de descanso para el manejo correcto de las pasturas. De plano, concluyen que es la única. Basta seguir sus preceptos, piensan, y todo estará cierto y bien contemplado. Lo segundo paso será la simplificación que siempre viene agarrada al raciocinio directo de que, para observarse tiempo de descanso, no se necesita de un gran número de potreros. Inevitablemente caerá quien de esa manera proceder en lo que denominó Voisin con toda la propiedad “tiempos de descanso clandestinos”, a seguir sintetizados:



- Reducida flexibilidad en el manejo de sus pasturas por la imposibilidad de observancia de los correctos tiempos de descanso (desacuerdo con la primera ley);
- Agresión a las frágiles estructuras de rebrote de las plantas, cansadas por corte y recortes repetidos y también por el pisoteo intenso de los animales encerrados en los estrechos límites de un potrero (desacuerdo con la segunda ley);
- Imposición a los animales de consumo de plantas de bajo valor nutritivo en función de que a cada día de permanencia se reduce la calidad de la pastura y la altura de sus plantas, obligándolos a un pastoreo a fondo y la ingestión de menores cantidades de masa verde (desacuerdo con la tercera ley);
- Reducción de la eficiencia de pastoreo y del consumo voluntario en razón del olor desagradable de las deyecciones depositadas en todos los sitios del potrero (desacuerdo con la cuarta ley).

Todas las leyes dependen de la primera, y ésta depende de un gran número de potreros en el área de pasturas.

#### **4. PLANIFICACIÓN ALIMENTARIA BASADA EN PASTURAS**

Voisin, en sus dos principales obras sobre pasturas – Productividad de la Hierba y Dinámica de los Pastos – se dedicó a compilar, sistematizar, interpretar y darle coherencia a la vasta literatura técnica publicada en francés, alemán e inglés. Se ha concentrado en esos tres idiomas no solo porque los dominaba, sino que en ellos estaba englobado más de 90% del conocimiento acumulado sobre el tema en todo el mundo.

Restaba algo en ruso y español, pero nada significativo. No se limitaba Voisin a la lectura de textos y libros para llenar de citas sus obras y darles toque de cientificismo formal, como está de moda en los trabajos académicos de todas las ramas del saber, pero para extraerles su esencia y lo que podría venir en socorro de sus ya bien estructuradas teorías.

Voisin leía cada texto. Anotaba particularidades, daba su interpretación. Crítica o elogiosa, proyectaba consecuencias y preveía desdoblamientos de práctica a la teoría y viceversa. Tuvo la honra y el privilegio de hacer esa constatación cuando compulsé sus archivos, libros y publicaciones ocasionales reunidos en la Academia de Ciencias de Cuba, en La Habana, y en su biblioteca personal de su casa en Le Talou. Las anotaciones que hacía en los libros eran precisas y puntuales.

El maestro normando fue, como en diversas otras ramas de la producción animal y pasturas, el primer científico a dar foco en los aspectos cualitativos y cuantitativos de disponibilidad y demanda de masa verde para los animales en pastoreo. En diversos capítulos de Productividad de la Hierba resalta la necesidad de tomar-se medidas de oferta de masa verde de las pasturas para la correcta conducción de un pastoreo racional. La parte que dedica a la curva sigmoidea del crecimiento de los pastos no es nada más



que medir la oferta de masa verde antes del ingreso de los animales en un potrero, variable según las estaciones del año. No tuve tiempo de profundizar sus estudios en este particular, teniéndose en cuenta su prematuro y lamentable deceso y una gran parte de su tiempo era dedicado a recorrer el mundo para proferir conferencias.

### **Keith Milligan y la planificación alimentaria**

Mucho tiempo se ha pasado después de Voisin sin que una nueva luz fuese lanzada sobre la ciencia de los pastos hasta que los investigadores de Nueva Zelanda, liderados por Keith Milligan (1987) dieron a conocer los principios que han llamado “Planificación Alimentaria Basada en Pasturas” (feed planning on pastures).

Los autores del importante trabajo afirmaban que su práctica solo podría ser aplicada con precisión en el interior de los establecimientos que empreñasen el pastoreo rotativo. En haciendas de pastoreo continuo, de resto ya inexistentes en aquel pequeño país oceánico, aducían los investigadores, esa herramienta no puede ser usada con precisión.

La planificación alimentaria concebida por los investigadores neocelandeses, ellos mismos lo reconocían, debe estar constantemente bajo monitoreo en función de los desvíos de las estimativas en la oferta de pasto (pre-pastoreo) y de lo que ha restado tras la salida de los animales del potrero (pos-pastoreo). La diferencia entre esas dos medidas era lo que los animales efectivamente habían ingerido.

Quien trabaja con diagramación avanzada (los neocelandeses cometen muchos descuidos en ese particular) alcanza elevado grado de precisión en la forma cuadrada que deben tener potreros.

La planificación auxilia los ganaderos y sus consultores en el aumento de sus rendimientos técnicos y económicos a través de uso efectivo de sus disponibilidades de alimento, sen desperdicios o carencias.

Por todos esos motivos, se puede afirmar que la Planificación Alimentaria Basada en Pasturas es la Quinta Ley del Pastoreo Racional, un notable complemento a las que genialmente formuló Voisin. Esta herramienta ha conferido mucho más precisión al trabajo de los orientadores técnicosde proyectos de Pastoreo Racional.

La planificación alimentaria para animales en pastoreo tiene por base el balance entre:

- a. Las necesidades nutricionales de los animales;
- b. La alimentación fornecida por la pastura.



La escala de tiempo usada en los planos puede variar del largo plazo, un año o más, hasta un día. Son usados tres tipos de planos en función del tiempo de duración y para la tomada de decisión específica:

- a. Perfil alimentaria, plano de largo plazo, un año o más;
- b. Presupuesto alimentario, plano de medio plazo;
- c. Plano de pastoreo, de corto plazo, el cotidiano de los pastoreos.

Perfil alimentaria: toma de decisiones estratégicas.

Perfil alimentaria sirve para indicarnos:

- a. Tamaño del rebaño que puede ser alojado y convenientemente alimentado en determinado establecimiento ganadero;
- b. Períodos en que se puede tener los toros con las vacas o realizar la inseminación artificial, cuanto de reservas forrajeras (reservas internas o adquisición de suplementos) necesita el establecimiento para mantener su rebaño bien alimentado durante todo el año.

Siempre hay que tenerse disponible un promedio o padrón probable de demanda y disponibilidad de alimentos.

El perfil alimentario será calculado por el consultor en conjunto con la mayor autoridad ejecutiva de la hacienda, de preferencia con la participación del propietario. Es común iniciarse la planificación alimentaria sin que disponga la hacienda de todos los datos extraídos de su propio proceso productivo. Tenemos, en ese caso, de valernos de datos y estaciones experimentales con frecuencia inadaptadas al local donde se irá trabajar. Mismo que esos datos sufran de ese vicio de origen, es mejor comenzar con esos do que con ningún. No son raras las veces que se inicia una planificación alimentaria en haciendas sin ninguna información numérica sobre el crecimiento de pastos.

Los perfiles alimentarios son usados para establecerse el potencial de carga animal y el balance de demanda estacional de alimento con un padrón preestablecido de lo que puede suplir la pastura. La época de parición debe ser establecida para sincronizar aumento de demanda de alimento por las vacas en la lactancia con el aumento del crecimiento de la pastura en primavera.

La determinación del perfil alimentaria lleva en cuenta la situación mediana, donde la producción anual total del pasto y el padrón de crecimiento son comparados con la demanda alimentaria del sistema, dato por el número de animales por el consumo por animal.

La carga animal posible en un sistema cerrado (no entra alimento del exterior de la propiedad) es calculada dividiéndose el crecimiento promedio anual de la pastura en cada



uno de los meses por la demanda anual del sistema. Por ejemplo, si la oferta forrajera de la pastura es de 8500kg de masa seca y una vaca de raza de carne de 450kg requiere alrededor de 2500kg/año de masa seca, teóricamente se podrá tener de 3-4 vacas por hectárea. Entretanto, ni todo el alimento puesto a la disposición de las vacas podrá ser ingerido.

Sistemas de precisión en la utilización de pasturas logran propiciar a las vacas de razas de carne un porcentual de 75% con relación a la oferta, con grado inmenso de dificultades y de necesidades de monitoreo milimétrico de la demanda y disponibilidad de alimento. Prudente es no ultrapasarse una previsión de 70% de consumo con relación a la oferta y es seguro fijarla entre 60-65%, por lo menos en los primeros años del aprendizaje.

Los cálculos pueden ser conducidos de dos maneras:

- a. Por la demanda: se toma la necesidad anual de cada vaca, 2500kg de MS e se lo divide por 70%, donde se obtiene la necesidad de ofertarse durante el año 3570kg de MS/cabeza. Considerándose que la producción del sistema es de 8500kg de MS/ha/año, se la divide por la demanda por cabeza, 3570kg de MS, y se obtiene el número de vacas a ser alojadas por hectárea, o sea, 2.38 vacas de 450kg o una carga de 1071kg/ha de peso vivo.
- b. Por la disponibilidad efectiva (ingestión): se toma la oferta anual de de MS/ha, en el caso, 8500kg y se la multiplica por el porcentual de consumo por cabeza, 70%. Se obtiene 5950kgde MS pasible de ingestión por ha/año, que, divididos por la necesidad anual de ingestión por vaca, 2500kg de MS, dan, otra vez, 2.38 vacas de cría de 450kg/ha.

Ambos cálculos son válidos e nos conducen a resultados precisos.

En los animales en crecimiento, la demanda alimentaria es creciente. Los cálculos se tornan más complejos y el monitoreo debe ser más severo porque un error en evaluaciones nos llevara a una reducción de las ganancias de peso estimadas o una sobre de forraje (desperdicio). Ambos son pecados graves en la conducción de los pastoreos.

### **Presupuesto alimentario: plan de mediano plazo**

El presupuesto alimentario ofrece informaciones acerca de la mejor manera de usarse un alimento en disponibilidad, con vistas a asegurarse niveles excelentes de producción animal y de este modo optimizar el uso de las pasturas. En la mayoría de los casos, la disponibilidad de pasto y la demanda no se equilibran con el resultado de los primeros cálculos.; se debe hacer ajustes para encontrarse la manera más económica de superar los déficit, o la manera más conveniente de utilizarse los excedentes. Una vez alcanzado



el equilibrio en el presupuesto, se pasa a la elaboración del plano de pastoreo para asegurarse que sea alcanzado el consumo deseado.

De esa forma, tendremos distintas necesidades de MS y MV. En el momento de la análisis, se verifica si el presupuesto suple las necesidades del lote cuanto a Pb y NDT.

El consumo porcentual de pasto con relación a la oferta fue de 71.5%. Analizándose el Cuadro, se puede observar una sobra de 215kg de NDT (21.8%) con relación a la demanda del lote basado en tablas.

El presupuesto con relación a Pb es apretado, ya que la sobre es de apenas 4.1kg (2.7%). Además del presupuesto estar apretado, el porcentual de consumo sobre la oferta es elevado (71.5%), lo que ha obligado a los animales a un gran esfuerzo de pastoreo. El recomendable sería trabajarse con 60-65% de consumo con relación a la oferta, con lo que se obtiene ganancias de peso en las vacas y en los terneros, sin desperdicio de forraje. Además de ese beneficio, el residuo de masa verde pos-pastoreo, del orden 5300kg por potrero, sería capaz de construir más eficientemente para altas tasas de crecimiento de la pasturas. Los animales, al regresar a los potreros, encontrarían elevada oferta de pasto para suplir sus necesidades nutricionales.

Con base en ese presupuesto, se tomaron las siguientes decisiones de manejo:

- a. En función de que en los meses siguientes (julio y agosto), en la región de la hacienda, ocurre normalmente lento crecimiento de las pasturas, se ha reducido la carga animal del sector.
- b. Como ya estaba programado el destete para el final de mayo a inicio de junio, se anticipó la retirada de los terneros y se logró aliviar la carga animal.
- c. Del lote de 246 vacas, 30 fueron descartadas y vendidas para engordadores de la región.

### **Interpretación del presupuesto alimentario**

#### ***Hipótesis 1 – No hay sobra tampoco falta de alimento.***

Se considera equilibrado el presupuesto cuando la necesidad de alimento es igual o hasta 10% superior a la demanda. En ese caso, se sigue el plan de pastoreo establecido. En cualquier circunstancia, se debe monitorear las anotaciones de los vaqueros a cada visita a la hacienda para certificarse de que el consumo está de acuerdo con lo proyectado y la ganancia corresponde a la meta.

#### ***Hipótesis 2 – La sobra de alimento es superior a 10% de la demanda.***

*Alternativa 1* - Se aumenta la carga animal, sea por adquisición de animales de fuera del establecimiento, sea por transferencia de animales de otros sectores de la hacienda;



*Alternativa 2* – Se hace nueva destinación de áreas de pastoreo, suprimiéndose sectores enteros o parte de esos;

*Alternativa 3* – Se reserva las áreas excedentes para henificación.

*Alternativa 4* – Se aumenta la expectativa de ganancia diaria, obligando a los animales a un consumo porcentual con relación a la oferta menor de lo que fue inicialmente proyectado (pastoreo aliviado y amplias posibilidades de selección).

***Hipótesis 3 – Hay déficit alimentario, o sea, la demanda es superior a la oferta.***

*Alternativa 1* - Se disminuye la carga por venta de animales o por transferencia para otros sectores de la hacienda o para otros establecimientos.

*Alternativa 2* – Se hace nueva destinación de áreas de pastoreo, acrecentándose nuevo(s) sector(es) entero(s) o parte de ese(os).

*Alternativa 3* – En caso de que la meta no sea la manutención, se debe disminuir las expectativas de ganancia (por cabeza y del lote), obligando a los animales un consumo porcentual superior al inicialmente proyectado, o sea, se elabora un nuevo plan de pastoreo.

*Alternativa 4* – Se usan las reservas forrajeras disponibles.

*Alternativa 5* – Se compra forraje (heno, piensos, u otros suplementos disponibles) para suplir en consumo cuali-cuantitativo proyectado.

Cualquiera de las decisiones deberá ser precedida por estudios de viabilidad técnica, económica y de logística.

**Destinar áreas de pastoreo para cada categoría animal**

Frecuentemente, existen lotes de distintas categorías de animales en un mismo establecimiento y se debe destinar áreas de pastoreo para cada una de esas. Las áreas pueden ser destinadas en la base pro rata, de acuerdo con el número relativo o la unidad de rebaño de cada categoría. La opción preferida es destinar áreas de acuerdo con la exigencia de alimento para atingirse un nivel específico de producción.

En la hipótesis de un descuido en la destinación de áreas de pastoreo con relación a las necesidades animales, las metas de desempeño no son alcanzadas. Una vez más se debe decir que, el pastoreo continuo, toda la oferta forrajera está disponible a los animales todo el tiempo y, en ese caso, no se puede ejercer ningún control efectivo sobre el proceso productivo. El productor solo se da cuenta de los estragos en la ganancia de peso de los animales cuando casi nada más puede hacer sino lamentarse por el fracaso. En el Pastoreo Racional se puede, en todos los momentos, evaluarse la disponibilidad alimentaria y medirse el consumo efectivo de los lotes de animales, que es producto de la diferencia entre la masa de pasto pre-pastoreo y pos-pastoreo. En otras palabras, en el Pastoreo Racional, se alcanza la tan deseada flexibilidad de manejo, imposible en el pastoreo continuo o rotativo irracional.



### **Plan de pastoreo: el cotidiano, el corto plazo en el interior de las haciendas**

Los planes de pastoreo son necesarios cuando el pasto es racionado y el rebaño está en sistema rotativo. Es indispensable observarse pormenores como cuanto tiempo puede un lote permanecer en cada sector para que se tenga el consumo proyectado y las metas de producción plenamente alcanzadas. Antes de prepararse un plan de pastoreo, el presupuesto alimentaria debe tornar posible la disponibilidad adecuada de alimentos y si habrá necesidad de suplementos alimentarios y en que cantidades.

Se calcula el tamaño del lote para que la permanencia en cada potrero sea de un día, pero es posible trabajar-se con potreros de tamaños desiguales variándose apenas el tiempo de permanencia del lote, asumiéndose que se mantendrá constante el consumo por animal. Además de observarse el consumo animal y el tiempo de ocupación, no se renuncia al tiempo de descanso de cada un de los potreros hasta el punto culminante de la curva sigmoidea.

El procedimiento para calcularse el número de días que un lote debe pastorear en un determinado potrero es el siguiente:

Días (masa de pasto pre-pastoreo – masa pos-pastoreo) x área / (número de animales x consumo por animal)

Ejercicio: Calcular cuantos días puede un lote de 150 novillos permanecer en un potrero de 1ha, sabiéndose la masa de pasto pre-pastoreo es de 800g/m<sup>2</sup> de masa verde y que ésta tenga 20% de MS. La masa pos-pastoreo es de 320g/m<sup>2</sup>. El consumo diario por novillo es de 6.4kg de MS para una ganancia de 500g/cab/día.

En el pre-pastoreo tenemos una oferta forrajera de 8000kg de MS por potrero, lo que equivale a 1600kg de MS. En el pre-pastoreo, restarán en el potrero 640kg de MS.

Los cálculos:

$$\text{Días} = (1600-640) \times 1 / (150 \times 6.4)$$

$$\text{Días} = 960 / 960$$

$$\text{Días} = 1 \text{ (uno).}$$

Conclusión:

El lote, en el caso, puede permanecer un día en el potrero para el consumo indicado.

Si el lote fuera, por ejemplo, de 200 cabezas, para el consumo indicado, faltarían 320kg de MS por día.

Delante esa situación, cabrían tres decisiones, de acuerdo con las condiciones objetivas del establecimiento en causa:



- a. Aumentarse el porcentual de consumo del lote para 80% con relación a la oferta (imponer un pastoreo a fondo), lo que, inmediatamente, causaría una disminución de la ganancia de peso por cabeza;
- b. Disminuirse el lote para 150 cabezas, que es el caso de los cálculos sacados;
- c. Fornecerse, en caso de disponibilidad y costo compatible con el precio del novillo gordo, suplemento alimentaria hasta cubrirse los requerimientos de los animales para la ganancia originalmente proyectada.

### **Digestión de la fibra**

La fibra es digerida a través de acción de las bacterias, protozoarios y hongos, presentes en la panza. Los hongos tienen como función colonizar partículas lignificadas y poseen la capacidad de digerir celulosa y hemicelulosas. Las bacterias y los protozoarios son responsables por la degradación de las fibras.

A través de la acción de la microbiota de la panza, los rumiantes son capaces de aprovechar la celulosa como fuente de energía, por la transformación de ácidos grasos volátiles (AGV). Los AGV son absorbidos por las paredes de la panza y pasan a la corriente sanguínea en la forma de ácido acético, que formará la grasa de la leche y del cuerpo; ácido propiónico, que irá formar la lactosa (azúcar de la leche), y la glucosa sanguínea y; el ácido butírico. En pequeñas cantidades pueden ser formados azúcares a partir de la celulosa y del almidón.

La lignina, por ser totalmente indigestible, no es aprovechada por los rumiantes.

Fibra insoluble en detergente neutro (FDN) Es el componente comúnmente denominado de "fracción de la pared celular", siendo la porción de la muestra vegetal insoluble en detergente neutro (pH 7.0). Se constituye, básicamente, de celulosa, hemicelulosas, lignina y sílice (Scheffer-Basso et. al. 2003). El componente FDN se constituye en importante indicador de la densidad del forraje. Plantas más viejas poseen altos tenores de lignina, que acaban por reducir la digestión de la celulosa. Sin embargo, en plantas jóvenes y tiernas, con menores proporciones de lignina, la digestibilidad de la celulosa un forraje puede llegar a 80%. Si comparadas en el mismo estadio de desarrollo, se note que las gramíneas tienen un contenido de FDN superior al de las leguminosas. Las gramíneas tropicales presentan paredes celulares mayores si comparadas con las gramíneas subtropicales y templadas, y, por lo tanto, mayor tenor de FDN (Teixeira, 2001).

El tenor de FDN de un forraje está relacionado con el máximo consumo voluntario por los rumiantes, una vez que el tenor de fibra representa la fracción menos digestible de un alimento. En la elaboración de la planificación alimentaria basada en pasturas, cuando se formula dietas de precisión, el FDN es un indicador del potencial del alimento. Como el FDN es expresado en porcentual sobre el peso vivo en masa seca, es posible estimarse



cual será el consumo promedio diario por cabeza en masa seca y, aún, identificarse ganancias de peso posibles de atingirse o la producción el litros de leche por vaca/día, con dietas basadas en forrajes. A partir de entonces, se puede establecerse las decisiones estratégicas a ser tomadas en las distintas circunstancias.

Para concluir, cuanto mayor sea el tenor de FDN, menor será el consumo del forraje y cuanto menor el tenor de FDN, mayor será el consumo del forraje.

### **Fibra en detergente ácido (FDA)**

Es la fracción de la pared celular del forraje que es más comúnmente incluida en los resultados de laboratorio, incluyendo celulosa, lignina y sílice, difiriendo de la anterior (FDN) por la ausencia de las hemicelulosas. La FDA es importante debido a su correlación negativa con la disponibilidad de energía en el forraje. En función de eso, fueron desarrolladas ecuaciones específicas para distintas especies forrajeras, las cuales permiten estimar el valor energético de un material con base en valor de su contenido de FDA (Scheffer-Basso et. al. 2003).

## **5. EL MANEJO AGRO ECOLÓGICO DEL SUELO: UNA MANERA DE PRODUCIR CONSTRUYENDO SUELOS EN GANADERÍA.**

En el país, desde la época de la conquista, se impusieron tecnologías equivocadas para la agricultura y la ganadería, que no tuvieron en cuenta las condiciones reinantes en el medio tropical, lo que se tradujo en la destrucción paulatina de los recursos naturales y en la disminución de la calidad de vida y empobrecimiento del hombre del campo, Forero s.f.. Con los conquistadores, se trajeron tecnologías originadas para las condiciones de la zona templada, donde sus suelos permanecen aproximadamente tres meses congelados y luego otros tres meses en descongelación, haciendo necesario, al entrar la primavera, arar y voltear los suelos para insolarlos o calentarlos para poder sembrar y lograr que las semillas germinen.

Estas tecnologías que incluyeron labranza con arados y rastrillos y la quema de la vegetación para mantener los potreros y los cultivos limpios, se extrapolaron al medio tropical, donde sus suelos permanecen casi todo el tiempo insolados durante el día, con temperaturas superiores a los 40°C entre las 10 AM y las 4 PM y en presencia de fuertes aguaceros. Los suelos del trópico no deben voltearse, porque esto mata la vida del suelo y no beben limpiarse retirando su cobertura vegetal, tanto de especies de piso como de especies arbóreas, porque ésta se requiere para proteger el suelo de las altas temperaturas y el impacto de las fuertes lluvias, Forero s. f..

El suelo es un medio natural compuesto de minerales, agua, aire, materiales orgánicos y organismos vivientes, en el cual crecen las plantas. Ecológico es el suelo que está siendo



manejado en conformidad con los diversos factores de un clima o medio ambiente específico. El suelo tropical es un ecosistema apropiado para el clima tropical. En estado virgen dispone de una bioestructura grumosa muy favorable para la expansión radicular. Esta bioestructura se forma de los agregados, floculados por la presencia de óxidos de hierro y aluminio, gracias a la actividad biológica. Para eso necesita de materia orgánica, y como ésta sufre descomposición rápida en clima tropical húmedo, es indispensable su reposición periódica.

La pobreza mineral del suelo tropical no constituye una desventaja mientras su bioestructura sea buena, lo que prueba la vegetación exuberante en suelos vírgenes.

En la zona tropical ecuatorial, la temperatura, las lluvias y los vientos son muy fuertes, y por esto, la tendencia de la naturaleza ha sido la mantener esta zona con coberturas vegetales densas, como las selvas y los bosques tropicales, para proteger el suelo y su biota del sol, de las lluvias y vientos fuertes. Si el sistema elimina los arbustos y árboles, se pierden las barreras rompe vientos y así el viento que está sobre el suelo se calienta llevándose consigo la humedad proveniente de la transpiración de las plantas y los suelos se secan más rápidamente, haciendo más fuertes las sequías en ausencia de lluvias, Primavesi (2.001).

El suelo tropical debe estar protegido con vegetación o cobertura vegetal para defenderlo de las altas temperaturas; además, como tiene mucha vida no se debe intervenir con labranza; por esto hoy se está recomendando cada vez más la labranza mínima o la cero labranza. La labranza del suelo produce a las dos horas una nube de gas carbónico que contamina la atmósfera, incrementado el efecto invernadero.

Según Forero s.f., al voltear el suelo ecuatorial, con arados y rastrillos, los microorganismos aerobios que están localizados en el suelo superficial quedan enterrados y mueren por falta de oxígeno y los anaerobios que están en el suelo más profundo, quedan en la superficie y mueren en presencia de aire. Con la labranza, el suelo pierde su bioestructura, se vuelve polvo y sus agregados se arruinan y se vuelven más susceptibles a la compactación y a la falta de aire.

El sol ecuatorial destruye los microorganismos y los pequeños animales en suelos desnudos, sin cobertura superficial, ni protección arbórea. La intensa radiación solar afecta negativamente la fertilidad del suelo. El sol seca en poco tiempo un suelo desnudo evaporando su humedad, Forero s.f.

La fertilidad global de un suelo está dada por cuatro componentes, a saber: la fertilidad física, que está determinada por la bioestructura (aireación, porosidad, permeabilidad, infiltración o drenaje); la fertilidad química, que está dada por el pH del medio y por el contenido de nutrientes en forma asimilable; la fertilidad biológica, que esta dada por la



magnitud de la biocenosis o actividad biológica, y fertilidad hídrica, que está dada por el contenido de agua retenida en forma disponible para las plantas.

El manejo agro ecológico del suelo tropical es protegerlo del impacto directo de las gotas de lluvia y del lavado superficial del agua de escorrentía, de los rayos directos del sol y de las altas temperaturas a nivel del piso, de los fuertes vientos desecantes durante las horas más calurosas y de la compactación superficial causada por el animal; es no invertirlo con labranza a base de arados y rastras de discos o vertederas, es reponerle constantemente materia orgánica diversa y lignificada, es promover y proteger la biocenosis o desarrollo de la vida del suelo, es promover y mantener una buena bioestructura para una mayor infiltración del agua y del aire y es aumentar la intensidad y magnitud de la re-silicificación y reciclaje de nutrientes para promover el mejoramiento y conservación natural de la fertilidad.

Importancia de la materia orgánica en el suelo tropical. La materia orgánica resulta de la descomposición de la biomasa vegetal y animal. Es el alimento de la biota del suelo (microflora, meso fauna y macro fauna), es la despensa de los macro y micro minerales para las plantas. Se encuentra en el suelo superficial, donde hay una alta concentración de microorganismos que la desintegran y liberan nutrientes asimilables que le entregan a las raíces de las plantas. La materia orgánica y la biota del suelo, constituyen la base fundamental de la fertilidad de los suelos tropicales, Forero s.f.

El sistema tropical está fundamentado en el reciclaje de materia orgánica. En el trópico el 80% de los nutrientes está en la biomasa; en cambio, en la zona templada el 80% está en el suelo mineral. En el sistema tropical hay una mayor diversidad vegetal que en la zona templada. Cuanto mayor es la diversidad arriba del suelo, mayor diversidad habrá dentro del suelo, Así, mientras en la zona templada hay dos millones de microorganismos por gramo de suelo en los 30 centímetros de suelo activo, en el trópico se tienen de 15 a 20 millones de microorganismos por gramo de suelo, muy activos hasta los 15 centímetros de profundidad donde hay hongos que producen antibióticos que se lavan en el perfil, haciendo que la vida por debajo de 15 centímetros sea muy reducida, Primavesi (2.001).

El problema más grande de los suelos de regiones tropicales y subtropicales cuando son cultivados es que, en condiciones de suficiente humedad, pierden rápidamente la materia orgánica hasta niveles subóptimos, y con ella pierden su bio estructura y sus condiciones para producir. Por esto es que la restitución de la materia orgánica al suelo se vuelve vital en la agricultura tropical. Además se debe tener en cuenta que con la disminución de la materia orgánica decrece también la capacidad de intercambio de cationes que es uno de los parámetros que mas determina su fertilidad potencial, Primavesi (2.001).



El humus se forma por la descomposición de la materia orgánica. El calcio favorece esa descomposición. Si no hay calcio disponible en el suelo, no hay formación de ácido húmico. En el trópico la descomposición de la materia orgánica es muy rápida y en la mayoría de las veces sólo llega a ácido fúlvico, que es un ácido que no consiguió enriquecerse con calcio y es fácilmente lavado del suelo y cuando es lavado este ácido arrastra consigo cationes empobreciendo más el suelo, Primavesi (2.001).

En el trópico el humus normalmente no se forma, y el que se forma es ácido fúlvico, y no ácido húmico, que es el ácido de la humina. La humina enriquece el suelo, enriquece la CIC, y por tanto, la cantidad de nutrientes que están a disposición de las plantas, Primavesi (2.001).

La capacidad del suelo tropical de intercambiar cationes, es decir, de mantener calcio, potasio, magnesio y sodio disponibles para la planta, depende en parte del contenido de materia orgánica. Un suelo con apenas 5% de MO, casi posee tantos cationes como un suelo con 55% de arcilla. La bioestructura del suelo está dada por su aireación interna, su porosidad, su permeabilidad, su drenaje interno, su capacidad de retención de agua, que está a su vez determinada por la cantidad y calidad de la materia orgánica.

El suelo tiene que estar bien aireado, porque así una mol de glucosa le proporciona a la planta 672 calorías a través de respiración aeróbica; en cambio, en respiración anaeróbica o fermentativa sólo le produce 21 calorías por mol de glucosa. Cuanto menos aire haya en el suelo, menor será la cosecha, Primavesi (2.001).

La materia orgánica es la responsable de la homeostasis, esto es, del equilibrio entre todos sus seres vivos (un ser preserva la vida de los otros seres y todos los seres actúan en conjunto para que ninguno de ellos predomine sobre los demás), Sorio (2.003). La compleja biocenosis del suelo crea, a través de las relaciones de concurrencia, antagonismo, parasitismo y predación, un equilibrio estable entre poblaciones y pone un freno a la expansión desmesurada de una determinada especie que podría convertirse en plaga. Una visión agro ecológica de la fertilidad del suelo, está íntimamente ligada a su contenido de materia orgánica, la cual influencia de modo positivo sobre todas las características que contribuyen al aumento de la producción, en especial para el mantenimiento de su biota (micro, meso y macro organismos), o biocenosis del suelo, Sorio (2.003).

Según Primavesi (2.001), la planta, aún en suelo pobre, tiene idénticas condiciones de producir que en un suelo provisto de nutrientes, siempre que la raíz tenga la posibilidad de expandirse libremente, como se ilustra en la figura 1.



Según Wrigley, citado por Primavesi, 1.982, una planta que consigue explorar un volumen de suelo cuatro veces mayor, produce tres veces más que una planta con todos los nutrientes concentrados en un volumen inicial de suelo.

El problema básico del suelo tropical es tener una bioestructura que permita un buen desarrollo radicular, y sólo después de contar con ésta se debería considerar la fertilización.

Laterización de los suelos tropicales. La laterización es el proceso de des-silificación de los suelos tropicales y ocurre cuando la relación de óxido de hierro más aluminio a óxido de silicio es mayor a 2,5. La laterización es normal en climas tropicales y subtropicales con estación seca pronunciada y consiste en que durante la estación lluviosa el suelo es percolado por el agua que se lleva consigo ácido silícico disuelto, des-silificando el suelo. De la misma forma se lleva calcio, magnesio, nitratos y boro. Luego en la estación seca, donde predomina la evaporación debido al déficit agudo de las precipitaciones suben nuevamente los nitratos y el potasio que, junto con la actividad micro orgánica, especialmente de algas, permiten la vegetación exuberante al comienzo de las lluvias. En estas condiciones hay acumulación de hierro y aluminio en la superficie del suelo, porque son más difíciles de ser lavados que el silicio, Primavesi (2.001).

La alta solubilidad del silicio en clima tropical conduce a la des-silificación de los suelos y la degradación de las arcillas. El silicio se pierde en suelos con pH menos de 5,5 y el suelo se torna inferior en su capacidad para producir.

El suelo tropical con pH entre 4,0 y 5,0 sufre degradación rápida hacia la laterita, donde las arcillas ricas (montmorillonitas) se transforman en arcillas pobres (cauliníticas) y finalmente se transforman en gibsitita, que es hidróxido de aluminio. Este proceso se conoce como des-silificación y es reversible. La sílice lixiviada es transportada nuevamente a la superficie del suelo por árboles, arbustos y especies de raíces profundas. En el momento en que se talan los bosques para establecer cultivos o pasturas para pastoreo, se corta también el flujo de nutrientes y la fuente de re-silificación. Muchos árboles y arbustos transportan nutrientes a la superficie como, calcio, potasio, magnesio, sodio, etc., variando según la especie. La compactación del suelo permite la acumulación de aluminio hasta niveles tóxicos Primavesi (2.001).

En la literatura se liga la riqueza de un suelo a la cantidad de arcilla que tiene el mismo. Sin embargo, esto vale para las arcillas menos hidratadas de las zonas templadas. Con la rápida degradación de las arcillas en clima tropical, el tenor en arcilla no siempre coincide con la riqueza en elementos nutritivos disponibles, ya que su capacidad de mantener los nutrientes disponibles es muy reducida. La capacidad de intercambio (CIC), en el suelo tropical es muy baja, se tiene la caolinita, de muy baja CIC. Según Bourguignon (2.002),



además de nitrógeno, fósforo y potasio las plantas requieren unos 45 nutrientes minerales para su nutrición y para su metabolismo, de ellos el carbono, el oxígeno, el hidrógeno y el nitrógeno son constituyentes vitales del 92 al 98% de la materia seca de las plantas y provienen de la atmósfera; del suelo provienen elementos que constituyen del 2 al 5% de la materia seca de las plantas, entre los cuales se encuentran 12 que son elementos esenciales: el potasio y el cloro que no son constituyentes y 10 que son constituyentes, como fósforo, boro, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, molibdeno, cobre y zinc. Existen 18 oligoelementos accesorios cuyo papel aún no es bien conocido, pero que se encuentran en los seres vivos, como las plantas, entre los cuales hay cuatro que no son constituyentes como: litio, sodio, rubidio y cesio y 14 que son constituyentes como: flúor, sílice, selenio, cobalto, yodo, estroncio, bario, aluminio, vanadio, estaño, níquel, cromo, berilio y bromo. Sin embargo, en la agricultura y ganadería convencional, sólo se aplican nitrógeno, fósforo y potasio y muy poca importancia se le da al resto de nutrientes. En la agricultura y ganadería ecológica, aunque no se aplican fertilizantes, se le da mucha importancia tanto a los macro como a los micronutrientes para las plantas a través del reciclaje propiciado, que es la base del mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad del suelo.

Con los productos de la fotosíntesis (azúcares simples) las plantas elaboran otras sustancias más complejas como proteínas, grasas, almidones, celulosa, hemicelulosa, hormonas, etc. que forman sus tejidos.

Para obtener una sustancia final, se requieren numerosas reacciones químicas en cadena que son catalizadas por enzimas que están constituidas o acompañadas por micro nutrientes. Si en el suelo no existe en forma disponible el micro nutriente específico para facilitar una reacción intermedia, no se elabora el producto final y la planta acumula sustancias semi elaboradas, que en altas cantidades le pueden ser dañinas en la mayoría de los casos; o también la planta tiene que desdoblar sustancias elaboradas para la síntesis de otras, lo que igualmente ocasiona la acumulación de sustancias semi elaboradas. Ante esta situación, se sabe que las plantas exudan un “cierto tipo de aerosol” que atrae un insecto chupador específico que se siente atraído por la estructura química de esa sustancia. De esta manera, las plantas resuelven un problema metabólico originado por la deficiencia específica de uno o más nutrientes en el suelo. Esto es lo que se conoce como trofobiosis.

Pero, si el suelo tiene todos los elementos esenciales, la planta estará bien balanceada, ninguna plaga sería atraída, pues no podría alimentarse de ella. En este caso, la planta ofrecerá alimentos de alta calidad para el hombre o los animales.

Según Forero, sf, en la naturaleza ninguna planta es maleza y ningún microbio o insecto es plaga. Si las plantas tienen buena nutrición, ninguna plaga aparece. Los microbios e



insectos plagas de la agricultura inculta son neutros o benéficos en la agricultura ecológica. La deficiente nutrición de una planta atrae plagas que deben indicar al agricultor la deficiencia nutricional para buscar soluciones. Las plagas aparecen para destruir y avisar los errores del hombre. Las malezas avisan con su presencia que el suelo sufre compactación, mal drenaje, pH extremos, o deficiencias o excesos de algún mineral que ellas empiezan a solucionar. Los insectos o microbios avisan que las plantas y sus frutos tienen baja calidad biológica, por deficiencias nutritivas. Aparecen para destruir plantas de mala calidad biológica, para preservar la salud del ecosistema evitando su degeneración, así cuidan la buena alimentación y salud humana. Este es un principio fundamental de biología y ecología: la clave agrícola es la nutrición biológica balanceada de las plantas, si se cumple, no hay plagas ni enfermedad. De acuerdo con estos conceptos se puede afirmar que en la naturaleza no hay plagas.

Hoy en día se sabe que la mayor parte de las enfermedades humanas, son provocadas por el suelo. Los suelos no es que tengan los gérmenes, sino que al producir el alimento, éste no es suficiente para mantener la salud. Por ejemplo, y esto es reconocido por los mismos científicos norteamericanos, si una madre recibe una alimentación muy rica en nitrógeno, automáticamente es deficiente en cobre, porque el nitrógeno y el cobre son elementos antagónicos: si se tiene por ejemplo, 1.500 miligramos de nitrógeno, se necesita 1 miligramo de cobre, pero si este cobre no existe y las plantas son fertilizadas con NPK, la madre será deficiente y el hijo que nacerá va a ser parapléjico, porque el cerebro se desarrolla menos en su parte motora y por eso el hijo no puede mover sus piernas. Otro ejemplo es con el zinc: si la madre recibe una alimentación deficiente en zinc por causa de fertilizaciones ricas en fósforo, el niño nace mentalmente débil.

Si se encala demasiado y falta manganeso, el niño nace deforme. Así que todo exceso de un elemento provoca la deficiencia de otro, y si la madre no está completamente adaptada a este tipo de alimentación y, por tanto, de suelo, se puede ver en los problemas que aparecen en los hijos. Esto va a tal punto que en la China hicieron un experimento con 1400 niños con problemas de debilidad mental, se les dio zinc y todos se recuperaron, se volvieron normales y todo ¿por qué?. Porque ya se sabe que el zinc es el agente que actúa en la eliminación del gas carbónico en la sangre, al circular la sangre por el cuerpo, retira el gas carbónico y lo lleva al pulmón, que se libra de él, al cambiarlo por oxígeno, así se oxigena el cuerpo. Pero al faltar el zinc, el pulmón no consigue evacuar todo el gas carbónico, y por lo tanto trae menos oxígeno del que debería. El resultado es un cerebro mal oxigenado que no es capaz de un raciocinio y de un comportamiento normal, al suministrar zinc, esto se normaliza, Primavesi (2.001).

En la ganadería ecológica los diversos nutrientes que requieren los pastos, se encuentran en la biomasa vegetal de la hojarasca diversa que cubre el suelo, proveniente de plantas de raíces profundas que reciclan estos nutrientes.



Cada especie vegetal con sus microorganismos asociados, coloniza un sector del suelo desde donde extrae cierto tipo de nutrientes en particular, que luego son llevados a la parte aérea y después colocada sobre la superficie del suelo.

Con el monocultivo resulta inevitable la aparición de insectos plagas dañinos al cultivo. La única especie sembrada será incapaz de conseguir la diversidad de nutrientes necesarios para balancear su metabolismo interno, ya que estará limitada a los nutrientes que puede extraer su raíz del nicho particular de ubicación.

No aprovechará el reciclaje que harían otras plantas colocando sus raíces a diferentes profundidades y en diferentes espacios del suelo, Forero, s.f.

Con la diversidad vegetal será mayor la protección del suelo y con la abundante y variada biomasa vegetal que se coloca sobre la superficie del suelo, será mayor y más rico el reciclaje de nutrientes para la biota del suelo y para los cultivos.

Cuando las gotas de lluvia impactan sobre el suelo desnudo o con poca cobertura, lo erosionan y arrastran la materia orgánica y los microorganismos y el suelo pierde su fertilidad. Además, el suelo desnudo o con poca cobertura se compacta más fácilmente por el pisoteo del animal que los amasa, los comprime y los endurece, Forero s.f.. El suelo compactado se torna anaeróbico y así el aluminio y el hierro se acumulan más fácilmente.

Los arados de cinceles y los renovadores destruyen la compactación, pero al poco tiempo el suelo se vuelve a compactar, debido a que no existen condiciones favorables para mantener la aireación lograda con su labranza, Forero s.f.. Estas condiciones están dadas por la presencia de ciertos tipos de mocos o jaleas secretadas por las lombrices y por las bacterias aeróbicas respectivamente, que son las que favorecen la agregación de las partículas del suelo en conglomerados o unidades más estables a la acción del agua, que son los que le van a dar al suelo su estructura física y biológica (bio estructura) más adecuada.

Una manera más ecológica y viable de favorecer o reconstruir la bio estructura del suelo es favoreciendo la presencia de plantas con sistemas radiculares profundos y/o colocando biomasa vegetal superficialmente, mediante lo que se conoce como el acolchado de los suelos. Las plantas de raíces pivotantes y profundas son los medios creados por la naturaleza para mantener la bio estructura interna de los suelos (porosidad, aireación, permeabilidad, drenaje). Estas plantas, con sus sistemas radiculares fuertes, rompen el suelo endurecido, lo descompactan y lo airean haciéndolo más permeable.

El acolchado de los suelos consiste en dejar recuperar, madurar o semillar el pasto en aquellos potreros de inferior condición dentro de una rotación, para luego guadañarlo



totalmente y colocarlo sobre el suelo. La biomasa vegetal colocada superficialmente estimula la retención de agua y la biocenosis o desarrollo de la vida del suelo, especialmente de lombrices que perforan el suelo y crean canales que estabilizan con el moco producido por donde se infiltran el agua y el aire para favorecer el desarrollo de las raíces. Según Primavesi (2.001), también se estimula el crecimiento de bacterias aeróbicas (*Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum* y otras citófagas), que como organismos autótrofos (fabrican su propio alimento), fijan una inmensa cantidad de nitrógeno atmosférico en sus tejidos, que luego al morir lo incorporan al suelo enriqueciéndolo en este elemento. Paralelamente, secretan jalea que ayuda a la estructuración del suelo en agregados más estables a la acción del agua. Las lombrices, bacterias y otros pequeños animales, ayudan a humificar los residuos orgánicos y a mineralizar o liberar sus nutrientes para las plantas.

Mientras más lignificada y celulósica sea la biomasa que se coloca en el suelo mayor será la proliferación de bacterias aeróbicas y mayor la producción de jalea aglutinante, que facilitará en mayor proporción el mejoramiento de la bio estructura. Mientras mayor sea descomposición de los materiales que se agregan al suelo mayor será su efecto benéfico con respecto a la biocenosis y la bio estructura. Es por esto, que no es recomendable compostar los materiales orgánicos que se agregan al suelo, especialmente estiércoles, porque en la pila donde se hace el proceso, se pierde casi toda la energía fácilmente disponible (azúcares y almidones) que requieren los seres vivos del suelo (lombrices, colémbolos, bacterias, hongos, etc) y, también porque se pierde una alta proporción del nitrógeno presente en el material original.

Si a la biomasa vegetal, que se coloca superficialmente sobre el suelo, se le riega al voleo un material que contenga calcio y fósforo como roca fosfórica, esto estimulará el crecimiento de *Azotobacter*, que es una bacteria aeróbica que es capaz de fijar altas cantidades de nitrógeno, enriqueciéndolo en este elemento, Primavesi (2.001).

Pero, si la biomasa vegetal se entierra, como lo han recomendado las tecnologías de la revolución verde, se estaría favoreciendo una descomposición anaeróbica a través de hongos y actinomicetos, que es más lenta y que no produce el efecto estimulante de la agregación del suelo y, que además, durante el proceso produce gas metano y otros gases tóxicos para las raíces de las plantas. La biomasa enterrada absorbe humedad, secando el suelo superficial que está encima de ella. Sorio (2.003).

Para un manejo agro ecológico del suelo tropical, el ganadero debe procurar:

1. Mantener una cobertura alta y protectora del suelo a través de pastoreos altos,
2. Promover la siembra de árboles y arbustos dentro de los potreros, en una proporción tal que proteja el suelo y los animales de la insolación causada por la incidencia directa de los rayos del sol,



3. Promover el enmalezamiento estratégico de los potreros de más mala condición, para se estimule el reciclaje de nutrientes hacia la superficie, a través de la incorporación de una biomasa diversa de raíces profundas,
4. Después del enmalezamiento, realizar el acolchado del potrero con dos cortes sucesivos de toda la vegetación, para restaurar la capa de molch o detritos orgánicos, que protejan el suelo de las altas temperaturas y del golpe directo de las gotas de lluvia,
5. Dar un descanso de unos cinco a seis meses, mientras dura el proceso de acolchado, para favorecer el desarrollo de la biocenosis y para estimular la descomposición y mineralización de nutrientes de la biomasa colocada,
6. Eliminar el uso de herbicidas, insecticidas, etc.,
7. Donde no existan arvenses de raíces profundas, airear el suelo por medio de renovadores, a través de labranza vertical que no invierta el suelo.

## **6. LA DIVERSIDAD VEGETAL DE LAS PASTURAS TROPICALES: ELEMENTO INDISPENSABLE PARA UNA PRODUCCIÓN LIMPIA EN GANADERÍA, DENTRO DE UN PROCESO DE CERTIFICACIÓN.**

Las mal llamadas “malezas”, hoy mejor identificadas con el término de arvenses, hacen referencia al conjunto de especies asociadas con los cultivos o con las plantas forrajeras en los potreros, sin señalarlas de proliferación o de alta invasión. Un grupo de estas especies interfieren con las plantas forrajeras afectando negativamente sus rendimientos; sin embargo, otro número considerable de ellas poseen características que las distinguen como especies útiles dentro de los potreros, porque: a) ayudan a conservar la fertilidad física y química del suelo, b) ayudan a conservar el agua en el suelo, c) porque no desarrollan profusamente su follaje y su sistema radicular como para crear una marcada competencia, d) porque son fuente de oligo y micro nutrientes y otras sustancias como proteínas, carbohidratos solubles, vitaminas, hormonas, factores del crecimiento y otras sustancias, al ser consumidas por el animal en aquellas épocas en que las plantas forrajeras caen en sus contenidos. Como ejemplo de estas especies se tienen: escoba, verbena, bledo, salvia, olivón, lengua de vaca, mostaza, chicoria, entre otras.

Las arvenses son plantas con una gran capacidad para utilizar la energía solar y producir una alta cantidad de biomasa en corto tiempo, que luego puede ser incorporada al suelo enriqueciéndolo en aquellos nutrientes que extraen y agotan las gramíneas de la parte superficial. Algunas se han señalado como importantes al servir como alimento y hospederas para la fauna benéfica y los insectos plagas, evitando así que ataquen el cultivo o al servir como repelentes de insectos plagas y de agentes patógenos para las plantas forrajeras y los animales. Por tanto, estas especies



constituyen un recurso muy valioso para el equilibrio ecológico del ecosistema pastura bajo pastoreo

Los herbívoros tuvieron su origen y se desarrollaron en áreas donde la diversidad vegetal fue alta, esto hizo que desarrollaran en forma natural hábitos selectivos por aquellas especies de mayor calidad nutritiva y por aquellas especies que les permitieran balancear todos los nutrientes requeridos para su normal crecimiento y reproducción. Por esto, se dice que los animales poseen lo que se ha llamado la “sabiduría nutricional” que, en condiciones de adecuada disponibilidad de forraje verde y alta diversidad de especies, les permite escoger todo aquello que les es necesario y dejar de lado lo que no deben consumir.

Se ha observado que el animal busca algunas arvenses en estado vegetativo durante aquellas épocas, en las cuales las especies forrajeras no le brindan adecuados contenidos de ciertas sustancias que le son esenciales para el mantenimiento de una buena flora ruminal, necesaria para poder aprovechar eficientemente la materia seca consumida en forma selectiva diariamente. La diversidad de especies le permite al animal mantener una flora ruminal más rica en diversidad de especies de microorganismos. Lo contrario sucede cuando el animal pastorea una sola especie y no tiene la oportunidad de seleccionar su dieta, en este caso su flora ruminal es menos diversa y, durante el verano, cuando la especie presente cae en sus contenidos de proteína, caerá el crecimiento de la flora ruminal a niveles tan bajos que no permitirán al animal hacer un buen aprovechamiento de la dieta consumida. El animal con sus hábitos selectivos es capaz de mantener constante su flora ruminal. Esta capacidad será mayor mientras las pasturas le ofrezcan mayor diversidad vegetal durante todo el tiempo.

El concepto “potrero limpio de arvenses” es muy peligroso, ya que al tratar de erradicar por completo estas especies con fuego o con productos químicos, se llega indirectamente a la erradicación de las leguminosas nativas y otras especies que son indispensables para la conservación de la fertilidad del suelo y el mantenimiento del equilibrio ecológico.

Cuando el productor decide tener “potreros limpios de arvenses”, la profundidad de explotación del suelo se limita a la zona explorada por las raíces de las gramíneas (5 a 10 cm de profundidad). En cambio, cuando el potrero contiene otras especies de sistema radicular más profundo, como la mayoría de las arvenses, la profundidad de explotación del suelo se incrementa hasta los niveles alcanzados por sus raíces. En esta forma, estas plantas aumentan el volumen del reciclaje en el suelo, extrayendo nutrientes para su crecimiento y reproducción y luego, a través de la materia seca que incorporan a la superficie del suelo, lo enriquecen en aquellos elementos que las gramíneas vienen agotando. Estas especies ejercen con sus raíces una labor de bombeo de nutrientes hacia la parte aérea para luego colocarlos en niveles accesibles a las gramíneas,



contribuyendo así al mantenimiento de la fertilidad del suelo. Así éstas van a reciclar elementos como P, K, Ca, Mg y elementos menores de niveles inferiores del suelo, donde no llegan las raíces de las gramíneas. Figura 1.

De igual manera, estas plantas con sus raíces pivotantes o penetrantes son capaces de perforar capas endurecidas del suelo, mejorando la capacidad de infiltración del agua y el intercambio gaseoso, al aumentar el espacio poroso que queda una vez que sus raíces mueren y se descomponen después de ser consumidas o cortadas antes de su floración. De esta manera, mejoran la estructura y la textura del suelo impidiendo que éstos se compacten y se sellen internamente.

Los suelos dedicados a ganadería son susceptibles a la compactación superficial, a causa de la presión o fuerza compactante que ejerce el animal con el pisoteo, especialmente sobre suelos de texturas pesadas con poca o ninguna cobertura, y a sellarse internamente a través del arrastre y deposición de pequeñas partículas por el agua lluvia que se infiltra o percola dentro del suelo.

Al comparar la fuerza compactante entre un tractor de 4500 kg de peso y un bovino de 450 kg de peso vivo, se encontró que ésta es de 0,56 kg/cm<sup>2</sup> para el tractor y de 1,88 kg/cm<sup>2</sup> para el bovino, lo que equivale a una fuerza compactante 3,4 veces mayor para el bovino, como se ilustra en la figura 2.

***Figura 1. Reciclaje de nutrimentos en el suelo en los sistemas: pastura limpia de gramínea pura y pastura con diversidad vegetal.***

La compactación y sellamiento del suelo se favorecen en las pasturas por la ausencia de roturación y preparación frecuente del suelo, como se hace en otros cultivos, y por la no aireación periódica a través de labranza vertical con cinceles. Por esto, se debe velar porque existan en las pasturas plantas con sistemas radiculares profundos, y no tratar de erradicarlas con productos químicos, que son muy peligrosos porque causan erosión genética con la desaparición de muchas especies que cumplen un papel muy importante para la conservación de la vida en el ecosistema.

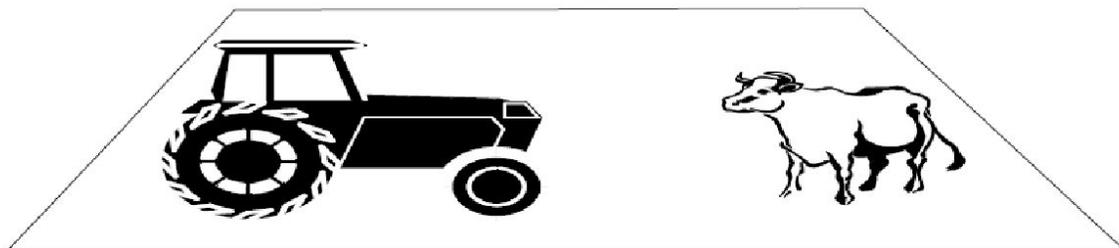
Por todo lo anterior, algunos autores plantean la necesidad de que las pasturas tropicales sean ricas en diversidad vegetal. Esto, con el fin de permitirle al animal seleccionar y balancear su dieta a través del año. De esta manera, éste realizará un consumo estacional de las diferentes especies disponibles en la pastura a medida que sus requerimientos nutricionales así lo exijan, como sucede con la hembra de cría. Por lo tanto, los potreros deben contener una adecuada proporción de arvenses. Esta proporción depende fundamentalmente de tres aspectos: primero de la agresividad de la gramínea



dominante en la pastura, segundo de la zona ecológica y tercero de la intensidad de explotación del sistema.

## COMPARACIÓN ENTRE LA FUERZA DE COMPACTACIÓN DE UN TRACTOR Y UN BOVINO

Ingeniero agrícola Luis Bernardo Sierra Posada



PESO TRACTOR POTENCIA MEDIA: 4500 Kg.

PESO NOVILLO:

450 Kg.

ARÉA CONTACTO CON EL SUELO : 8000 cm<sup>2</sup>

ARÉA CONTACTO CON EL SUELO: 240 cm<sup>2</sup>  
(60 cm<sup>2</sup>/Pezuña X 4 Patas)

$$P = F / A$$

$$P = 4500 \text{ Kgf} / 8000 \text{ cm}^2 \\ = \underline{\underline{0.5625 \text{ Kgf/cm}^2}}$$

$$P = 450 \text{ Kgf} / 240 \text{ cm}^2 \\ = \underline{\underline{1.88 \text{ Kgf/cm}^2}}$$

Aunque parezca increíble, las arvenses cumplen una función tan o más importante que las mismas gramíneas por los aspectos discutidos; además como plantas diferentes morfológicamente a la familia de las gramíneas, presentan en su composición química mayores contenidos de minerales y otros principios nutritivos. En un estudio publicado por Jerry Brunetti (1) reporta haber analizado bromatológicamente arvenses en estado vegetativo del estado de Pensilvania (EEUU) para compararlas con la alfalfa. Sus resultados colocan a la alfalfa (llamada la reina de las pasturas) en un nivel medio en cuanto a disponibilidad de nutrientes. Esta riqueza nutricional en estado vegetativo de estas especies es la que pueden aprovechar los animales para balancear su dieta, ya que algunas tienden a extraer más calcio, otras más magnesio, otras más boro, otras más zinc, otras más cobalto, etc. Así el animal con su selectividad puede balancear mejor su ración diaria, que en presencia de sólo gramínea pura. En el cuadro anterior, la mayoría de las arvenses presentan menores contenidos de FAD y FDN y mayores contenidos de TDN que la alfalfa. Todas presentan igual o mayores contenidos de energía neta para



lactancia. Igualmente, casi todas superan a la alfalfa en sus contenidos de elementos minerales mayores y menores.

Muchas arvenses, como algunos pastos, pueden ser plantas tóxicas, sin embargo, se ha encontrado que ante una abundante diversidad vegetal en los potreros, los animales consumen selectivamente la cantidad requerida para el animal balancear sus requerimientos nutricionales, sin detrimento de su salud. Muchas de las plantas que consumen los animales en el potrero han sido reportadas con contenidos de sustancias tóxicas. Es posible que al hacerlo el animal esté tratando de eliminar sus parásitos internos y externos. El cuadro 2, resume los datos obtenidos en un estudio llevado a cabo por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena, CORMACARENA, para la composición química y valor nutritivo de arvenses arbóreas y arbustivas presentes en potreros, que según los ganaderos del Departamento de El Meta, son consumidas en forma regular o estacional por los bovinos.

<b>Comparación de la calidad nutritiva de varias arvenses con la alfalfa</b>							
<i>Nutriente</i>	<i>Alfalfa</i>	<i>Diente de león</i>	<i>Achicoria</i>	<i>Com frey</i>	<i>Llantén</i>	<i>Hoja de ortiga</i>	<i>Lengua de vaca</i>
Proteína	20,97%	25%	19,5%	23,7%	19,6%	25,7%	32,7%
Proteína digestible			14,7%	18,5%	14,7%	20,4%	26,9%
Solubilidad de la proteína	50,07%	24,40%	24,2%	11,4%	15,0%	16,8%	9,9%
Relación N/S	11:1	10:1	8:1	14:1	6:1	4:1	15:1
FAD	32,1%	19,20%	32,8%	29,8%	34,1%	22,6%	19,5%
FDN	43,61%	30,00%	46,8%	42,2%	45,8%	34,4%	44,7%
TDN	63,89%	80,90%	63,5%	66,8%	64,4%	74,5%	77,8%
ME mcal/lb		1,33	1,04	1,10	1,06	1,22	1,28
NE/lact Mca/lb	0,65	0,85	0,65	0,69	0,66	0,77	0,81
NE/mant. Mca/lb		0,895	0,648	0,697	0,661	0,806	0,853
NE/gan. Mca/lb		0,6	0,383	0,426	0,394	0,523	0,564
Calcio	1,58%	1,04%	0,89%	2,73%	1,84%	4,38%	0,83%
Fósforo	0,37%	0,33%	0,31%	0,20%	0,26%	0,41%	0,37%
Potasio	2,05%	4,46%	3,59%	3,59%	2,97%	3,01%	3,53%
Magnesio	0,46%	0,26%	0,26%	0,39%	0,17%	0,39%	0,64%
Sodio	759 ppm		0,04%	0,04%	0,011%	0,005%	0,02%
Azufre	0,31%	0,41%	0,37%	0,27%	0,53%	0,94%	0,35%
Hierro	171 ppm	657 ppm	195 ppm	176 ppm	83 ppm	349 ppm	111 ppm
Cobre	15 ppm	15 ppm	14 ppm	29 ppm	12 ppm	11 ppm	13 ppm
Zinc	30 ppm	34 ppm	43 ppm	46 ppm	44 ppm	40 ppm	38 ppm
Manganeso	23 ppm	35 ppm	36 ppm	192 ppm	30 ppm	36 ppm	36 ppm
Boro	50 ppm	30 ppm	28 ppm	42 ppm	29 ppm	67 ppm	31 ppm



(1) Brunetti Jerry. Weed: forage, fodder and medicine, ACRES, U.S.A, Vol. 29, N° 12. 1999, tomado de Sierra 2.002. Cifras con color rojo, igualan o mejoran los valores para la alfalfa.

Cuadro 2. Características bromatológicas de especies arbóreas y arbustivas consumidas 100% por bovinos, 28% por los equinos y 16% por los porcinos en potreros.



Especie	N. común	MS	PC	PS	FDN	DGR. 48 hrs.	P	K	Ca	Mg	S
<i>Trichanthera gigantea</i> (HBK) Nees	Cajeto	18,0	16,0	23	44,0	71	0,3	1,9	2,8	0,64	0,23
<i>Spondias</i> sp.	Ciruelo	16,8	19,6	33,6	56,4	36,1	0,31	0,98	1,17	0,3	0,19
<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	34,4	13,6	19,4	47,0	28,9	0,17	1,10	1,15	0,09	0,15
<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq) Baill.	Anon	36,6	14,2	24,4	41,8	50,9	0,13	0,74	1,72	0,17	0,13
<i>Vernonia</i> sp.	Salvi6n, oliv6n	14,5	21,2	24,2	21,4	58,8	0,39	2,64	0,66	0,34	0,27
<i>Pollalesta discolor</i> (HBK) Aristeg.	Cenizo	29,2	19,8	25,8	51,8	50,6	0,35	2,12	0,51	0,21	0,15
<i>Crescentia cujete</i> L.	Totumo	21,2	15,1	15,5	59,4	47,3	0,44	2,20	0,47	0,48	0,34
<i>Jacaranda obtusifolia</i> Hand B.	Gualanday	33,3	10,1	15,0	33,2	63,2	0,27	0,53	0,29	0,11	0,10
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz y Pavon) Oken	Nogal	33,1	20,3	21,7	59,4	28,8	0,22	1,31	0,89	0,67	0,11
<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	Resbalamono	33,2	11,1	24,1	45,0	44,9	0,42	1,03	1,42	0,31	0,13
<i>Sambucus nigra</i> L.	Sauco	14,4	24,5	47,9	31,6	82,9	0,38	2,0	1,25	0,56	0,18
<i>Cecropia</i> cf. membranaceae	Yarumo, Guarumo	25,4	21,4	11,7	39,4	63,7	0,38	1,11	0,93	0,36	0,15
<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. & Sneathl.	Guarumo	35,0	15,9	8,26	41,8	42,8	0,12	1,33	0,39	0,27	0,09
<i>Tetrorchidium</i> sp	Palo Pelado	22,2	21,2	51,5	30,4	76,7	0,20	1,18	0,41	0,40	0,40
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. Cv Coperi	San Joaquin, Cayeno.	19,4	17,7	55,0	35,2	90,0	0,41	1,71	2,79	0,43	0,15
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Trompillo	32,7	15,7	13,5	62,6	27,4	0,25	1,37	1,09	0,31	0,23
<i>Psidium</i> sp.	Guayabo Cimarr6n	32,0	11,1	19,0	52,8	30,1	0,16	1,84	0,28	0,27	0,12
<i>Myrcia</i> sp.	Array6n	36,1	10,7	5,4	58,0	26,5	0,16	0,82	0,44	0,16	0,11
<i>Ludwigia</i> sp.	Flor Amarillo, Varej6n	20,3	17,0	27,6	51,2	63,9	0,42	1,34	1,38	0,37	0,38
<i>Averrhoacarambola</i> L.	Carambolo	30,4	14,4	27,4	57,0	50,9	0,16	2,13	0,59	0,58	0,21
<i>Piper aduncum</i> L.	Cordoncillo, Canutillo	24,4	23,4	13,7	34,8	86,5	0,33	2,25	0,61	0,42	0,12
<i>Piper peltatum</i> L.	Anicillo	12,0	20,4	33,2	39,0	58,0	0,48	2,1	2,39	0,39	0,21
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Bencenuco, Ajicillo	12,2	26,0	24,8	45,4	62,3	0,3	1,95	2,22	0,38	0,19
<i>Solanum jamaicense</i> Mill.	Frutillo, Espino, Raja Teta	32,2	10,7	2,63	49,2	43,9	0,11	1,81	0,46	0,37	0,12
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Gu6cimo	28,2	20,1	33,9	41,8	64,0	0,30	1,46	1,50	0,44	0,15
<i>Senna racemosa</i> (Mill.) Irwin & Barneby	Corcho	25,0	23,4	34,8	44,2	64,2	0,28	1,55	0,89	0,33	0,07
<i>Senna silvestris</i> (Vell.) Irwin & Barneby	Vainillo	27,4	22,3	33,1	42,2	67,8	0,27	1,05	0,61	0,24	0,08
<i>Bauhinia</i> cf. Tarapotensis Benth.	Patevaca	36,6	17,0	27,5	55,4	31,0	0,33	0,86	1,72	0,25	0,15
<i>Cassia grandis</i> L.	Ca6afistula	32,8	15,2	38,3	58,0	16,3	0,21	1,32	0,17	0,13	0,18
<i>Brownea ariza</i> Benth.	Palocruz, Ariz6	30,4	10,9	-	72,0	20,9	-	-	-	-	-
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp) O.F. Cook	C6mbulo, Búcaro, Cachimbo	20,4	21,8	0,30	57,0	51,6	0,20	1,47	1,86	0,46	0,36



<i>Erythrina variegata</i> L.	Caraqueño,	14,7	29,0	38,3	35,6	72,4	0,49	1,77	2,05	0,25	0,14
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Matarratón	26,0	18,8	42,3	54,2	70,0	0,36	1,2	0,61	0,23	0,15
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	Pegadito, Suarzia	36,8	14,8	23,3	69,4	17,7	0,14	0,94	0,25	0,18	0,12
<i>Pseudosamanea guachapele</i> (H.B.K.) Harms	Iguá, Cedro Antioqueño	34,0	26,6	39,0	43,4	68,2	0,19	0,80	0,57	0,36	0,12
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Corona de Cristo, Aromo, Manca Tigre, Pelá	32,8	25,3	38,1	49,8	39,1	0,24	1,01	1,09	0,15	0,17
<i>Inga sapindoides</i> Willd.	Guamillo Blanco	34,6	24,7	40,6	60,8	37,9	0,23	0,80	1,14	0,17	0,09
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Guamo Churimo	44,0	18,5	23,1	69,4	14,6	0,19	0,82	0,27	0,09	0,12
<i>Mimosa trianae</i> Benth.	Yopo	46,0	17,9	26,2	46,2	40,4	0,19	0,59	1,26	0,21	0,13
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Dormidero	43,2	16,1	4,40	73,2	13,2	0,19	1,07	0,17	0,12	0,09
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Balso Blanco	24,9	17,9	27,4	40,0	58,2	0,42	1,57	1,08	0,37	0,15
<i>Triumfetta mollissima</i> H.B.K.	Cadillo	26,7	15,9	16,4	65,9	59,1	0,38	1,45	0,85	0,36	0,09
<i>Costus scaber</i> R & P.	Caña Agria	15,8	11,3	32,2	65,9	31,1	0,12	1,63	0,86	0,5	0,13

MS = materia seca; PC = proteína cruda; PS = proteína soluble; FDN = fibra detergente neutro; DGR.48h = degradabilidad en 48 horas; P = fósforo; K = potasio; Ca = calcio; Mg = magnesio; S = azufre.

Fuente: Torres, M.I. y otros 2,002.

Cabe destacar el gran número de especies (50 en total), que según los ganaderos de El Meta, son consumidas por los animales en la región donde se realizó el estudio; especies que históricamente han sido consideradas indeseables en los potreros, pero que de acuerdo con los análisis químicos del estudio pueden constituir una fuente muy importante de nutrientes para los animales durante algunas épocas del año, donde los pastos caen en su calidad. De 50 especies analizadas en el estudio, 36 presentaron contenidos de proteína cruda en el rango de 15 a 25%, igualando de esta manera a las leguminosas que en términos generales están en este rango. El 72% de las especies son consumidas por los bovinos, tanto en la época de verano como durante la época de lluvias, donde las gramíneas presentan una mejor calidad. Esto sugiere un consumo estratégico y selectivo por parte del animal a través del año para lograr balancear más fácil sus requerimientos. Con relación a la selección de componentes de la planta, se observó que el 92% mostraron preferencias por las hojas, el 12% por los tallos, el 5% por las flores y el 9% por los frutos.

Ahora, que se viene hablando, con gran insistencia, de la necesidad de introducir los sistemas silvopastoriles en el trópico para lograr mayor sostenibilidad en la producción,



basados en la introducción de especies exóticas para la mayoría de los ambientes, cabe reflexionar sobre el gran potencial que se está desperdiciando al tratar de erradicar estas especies nativas y adaptadas a cada región, en vez de diseñar sistemas de silvopastoreo naturales con esta rica diversidad vegetal que ofrece el trópico.

La anterior reflexión, muestra claramente qué tan equivocados han estado algunos enfoques que se manejan en la investigación en ganadería tropical, donde sólo se le da importancia a lo introducido y poco o nada se le valora a lo autóctono o nativo. Existen muy pocas excepciones como el meritorio trabajo que viene realizando la corporación CORMACARENA en su área de influencia. Esta es una de las razones del por qué la investigación que se lleva a cabo, muy pocas veces presenta al productor opciones baratas, prácticas y de fácil adopción. Basta con analizar lo costoso, lento y difícil que resulta introducir especies exóticas a los potreros, donde se hace necesario dejar la pastura desocupada por un largo período mientras los árboles se establecen y alcanzan la altura para el ramoneo, significando grandes fracasos debidos a la baja adaptabilidad y poca resistencia de las especies a este tipo de manejo.

Muchas de estas especies de hoja ancha son plantas medicinales que se utilizan en medicina homeopática en humanos y utilizadas desde tiempos remotos por la Medicina Veterinaria tradicional de los indígenas Zenú, (ASPROAL 1.999), y más recientemente, se vienen empleando en Medicina Veterinaria Herbaria por la MV Hilda Gladys Arango L. en la ganadería orgánica (ANALAC-SENA 2.004). Así estas plantas también pueden ser utilizadas por los bovinos en los potreros para proteger su salud. Esto es fácil de comprender, porque si un perro y un gato que no son herbívoros, saben cuál planta deben consumir para controlar sus parásitos intestinales, con mayor razón un bovino que por naturaleza es herbívoro, debe saber también cómo purgarse o proteger su salud en un potrero que le ofrezca diversidad de arvenses entre las cuales se encuentren este tipo de plantas.

La Medicina Veterinaria tradicional de los indígenas Zenú (ASPROAL 2.004), utiliza plantas, muchas de éstas arvenses, arbustos y árboles de los potreros, para tratar enfermedades y parásitos en los animales, como se puede observar en la lista siguiente, donde se listan las enfermedades y las plantas utilizadas para su tratamiento o control.

Buenamoza o peste de moco: Totumo cimarrón.

Mazamorrilla: Limón criollo.

Huequera, cachera o cachiza: salvia, bajagua.

Gusanos de la piel, nuches: mafafa, ceiba de leche, mapurito, albarraco, cocuelo.

Garrapatas y moscas: preparado de cascarilla con neem, preparado de zarnilla con balsamina, paraíso, malambo y limón.

Sarna: matarratón con tabaco, limón criollo con zarnilla.



Parásitos internos: totumo cimarrón, bajagua, guásimo, mango.

Retención de leche: ajonjolí, pasto admirable.

Mastitis o inflamación de la ubre: totumo cimarrón, papayo macho.

Retención de placenta en vacas: totumo, altamisa, maíz cuba hoja prieta, guásimo.

Parto difícil: guásimo.

Cólicos: totumo, cascarilla, cebolla colorada, tabaco, limón criollo.

Diarrea: guayaba agria con platanillo, balsilla, guanábana, limón, culo de pollo.

Hemorragia: café.

Heridas: hierba anís, escobilla, matarratón, dividivi.

Infección de los ojos o conjuntivitis: llantén, balsilla.

Hormiguillo: agua de panela caliente tibia o fría.

Rabia: maguey con hierbabuena bejuco de castilla.

Tétano: achiote con ultimorrial.

Como ejemplos de arvenses que son comunes en los potreros y que sirven para curar ciertos cuadros patológicos en humanos y en animales (Fonnegra y Jiménez, 1.999, Gómez y Rivera, 1.987), se tienen:

Dolores abdominales: Bledo, verbena blanca, diente de león amarillo.

Cólicos: Bledo, menta, naranja agria, cidrón.

Vermicidas: Rejalgar, ambrosía o paico, verbena negra, higuierillo, barbasco.

Purgativas: Rejalgar, balsamina, sauco, espadilla, diente de león amarillo.

Antihelmínticas: Rejalgar (látex), balsamina, nacedero, papayo, calabaza, cáscara de aguacate.

Disenterías: Manrubio o mejorana, masiquía, totumito, achicoria dulce o cerraja, ambrosía o paico, acedera o trébol o vinagrera, cordoncillo o santamaría, ajo, llantén, papayo, jugo de limón, mora silvestre o zarzamora.

Vermífugas: Altamisa, ajenjibre o falso piretro, masiquía, ambrosía o paico, verbena negra, espadilla, papayo, higuierillo, trompeto, barbasco mora silvestre, guaba.

Tónicas del estómago: Ajenjibre, falso piretro.

Parásitos externos: Barbasco, trompeto.

Parásitos intestinales: Ajenjibre o falso piretro, limoncillo, verbena blanca.

Diarreas: Masiquía, totumito, ambrosía, verbena negra, llantén, menta, salvia, vedenegro, encenillo, limoncillo, hoja de plátano, cáscara de aguacate, malva, arrayán, guayabo, plátano, mora silvestre, aroma.

Digestivas: Totumito.

Timpanismo: Acedera o trébol.

Laxantes: Verbena negra, borraja, lengua de vaca, batatilla.

Inflamaciones intestinales: Salvia.

Repelente de moscas: Sauco.

Insecticidas: Sauco, santamaría.

Tenífugas: Papayo, calabaza.

Fiebre de garrapatas: Encenillo.



Inductoras del calor en vacas: Lengua de vaca.  
Diarreas con sangre: Mora silvestre.

Los postulados introducidos por el modelo de producción propuesto por la revolución verde, para justificar el mantenimiento de cultivos y potreros limpios de arvenses, han hecho que el sistema de producción bovina se haya convertido en un utilizador obligado de productos químicos como herbicidas, insecticidas y vermífugos. La costumbre generalizada en ganadería de eliminar las arvenses, le quita al animal la oportunidad de balancear su dieta y de desparasitarse por sus propios medios.

Lo expuesto antes, muestra claramente como las arvenses se constituyen en el factor natural más importante e indispensable para asegurar la sostenibilidad y el equilibrio ecológico a largo plazo de las pasturas tropicales. Lo que se necesita es entender que éstas son los medios que la naturaleza le ha entregado al hombre para que utilizándolas inteligentemente pueda lograr una producción más limpia, conservando o aún mejorando los recursos naturales. El trabajo que los autores han venido llevando a cabo por más de siete años, documentado en el artículo Desarrollo de un modelo sostenible para la producción limpia en ganadería de carne (Sierra y Arcila 2.003a), se ha basado en este entendimiento. La utilización estratégica de la diversidad vegetal en los potreros ha llevado a suspender totalmente la aplicación de herbicidas y realizar la limpieza de los potreros con machete o guadaña, apoyándose en la utilización de la rotación de potreros bien aplicada. Igualmente, ha permitido suspender también en forma total la aplicación de vermífugos y baños para mosca del cuerno y garrapatas, (Sierra y Arcila 2.003 a, b). El pastoreo racional es, en sí, un método efectivo para controlar la proporción de arvenses indeseables y el más poderoso estímulo para aquellas especies que se quieren ver dominando la pastura. En su correcta conducción y manejo hiere de muerte a las especies inferiores y contribuye para el vigor y la multiplicidad de las de mayor valor forrajero.

Es destacable en este nuevo enfoque, la protección ambiental del ecosistema con un manejo libre de agroquímicos, y el mejoramiento que se viene logrando a través del tiempo en la sucesión vegetal de la cobertura de las pasturas, lo que está redundando en mejores cifras en los parámetros productivos de las fincas, con menores costos económicos y ecológicos y con el logro de una producción totalmente limpia, la cual debe favorecer al consumidor final.

La clave es que el administrador de las pasturas sea capaz de mantener la proporción adecuada de estas especies en estado vegetativo en el potrero. La rotación es una herramienta importante que facilita el manejo de esta proporción, ya que bajo este sistema el animal amplía el espectro de especies consumidas de en la pastura, favoreciendo de esta manera la competitividad de la gramínea hacia las arvenses, haciendo así innecesario el uso de herbicidas para el mantenimiento de los potreros.



## **7. EL NUEVO MODELO DE POTRERO TROPICAL**

La ganadería colombiana ha trabajado desde sus comienzos utilizando los principios de la agricultura y ganadería de zona templada, traídos por los colonizadores españoles. Estos principios han creado un modelo de producción inadecuado al medio tropical que hace a la ganadería colombiana ineficiente y costosa. Para poder competir en el mundo integrado del siglo XXI se hace necesario revisar dicho modelo.

El Modelo Tradicional de Producción Ganadera El modelo tradicional de producción ganadera que se viene utilizando en el país se caracteriza por el uso generalizado de potreros limpios de malezas, no arborizados y sin cercas vivas, y por el uso del pastoreo continuo a baja altura. Este es un modelo inadecuado al medio tropical por las siguientes razones:

Es un modelo extractivo, donde se da muy poca o ninguna importancia a la re-mineralización de los suelos y al reciclaje de nutrientes. Ello va en contravía de la manera como funciona el ecosistema tropical, el cual está basado en el reciclaje de nutrientes para mantener una adecuada mineralización de los suelos. El sistema tropical donde más claramente se observa la importancia del reciclaje de nutrientes es la selva amazónica. Allí, suelos de baja calidad sostienen, gracias a un agresivo reciclaje, la mayor cantidad de biomasa del mundo por metro cuadrado.

Para un eficiente reciclaje de nutrientes es necesario que los potreros estén ocupados por una alta diversidad de especies con diferentes sistemas radiculares, que tiendan a ocupar el suelo en una variada extensión y profundidad. Esto es contrario al concepto generalizado de potrero que se maneja en nuestra ganadería tradicional, donde sólo se acepta la presencia de gramíneas, cuyo sistema radicular superficial limita enormemente su capacidad para reciclar nutrientes del suelo.

La actitud displicente hacia el reciclaje de nutrientes, ha significado un agotamiento paulatino de las reservas de nutrientes y una disminución de la fertilidad potencial, como consecuencia de las pérdidas de nutrientes ocurridas por medio de la exportación fuera del sistema a través de la producción animal, y aquellas atribuibles a lixiviación, lavado, fijación y volatilización. La disminución de la fertilidad potencial se observa en la mayor parte de la altillanura del caribe, donde los suelos ya han sufrido un proceso de degradación en su fertilidad natural a través del uso continuado en ganadería. Este proceso se manifiesta ahora por el cambio de coberturas vegetales de guinea, angleton, climacuna y uribe, a coberturas de kikuyina (colosuana) y otras especies nativas de menores requerimientos nutricionales. La pregunta que surge a este respecto es: después de kikuyina y especies nativas que seguirá?



Es un modelo que ignora la gran necesidad en el trópico de reponerle constantemente al suelo la materia orgánica. En el trópico la descomposición y mineralización de la materia orgánica es un proceso muy rápido. Dado que la fertilidad y productividad del suelo dependen de una buena cantidad de materia orgánica, en el trópico es importantísimo reponerla constantemente. Como el modelo tradicional trabaja con potreros desprovistos de árboles, limpios de malezas y pastoreados a baja altura, la reposición de materia orgánica que se da es mínima. Por consiguiente, la productividad de la pastura está por debajo de su potencial teórico.

Es un modelo indiferente ante la necesidad de recargar de agua el suelo durante la época de lluvias. La zona tropical, a pesar de contar con altos niveles de precipitación en muchas de sus regiones, no cuenta, en la mayoría de ellas, con una buena distribución de lluvias durante el año. Éstas se concentran no sólo en ciertas épocas del año, sino también en ciertos días de la época lluviosa. Para que el suelo tenga suficientes reservas de agua con que soportar las grandes pérdidas ocasionadas por las altas temperaturas de la época de sequía, es necesario que existan las condiciones para que pueda almacenar grandes cantidades de agua caída en grandes aguaceros y en cortos períodos de tiempo. Al utilizar potreros desprovistos de árboles y pastorear a baja altura, el modelo tradicional de producción ganadera no logra que el suelo se recargue adecuadamente de agua. El modelo crea las condiciones para sequías más fuertes de lo que debieran ser, atentando contra la viabilidad de las pasturas y promoviendo la presencia de especies adaptadas a escasez de agua, especies éstas de baja productividad.

Es un modelo indiferente a la erosión que pueden provocar las fuertes lluvias tropicales. Las fuertes lluvias tropicales, concentradas en cortos periodos de tiempo, tienen el potencial de arrastrar grandes cantidades de suelo a menos que éste se encuentre bien protegido. En potreros ondulados o pendientes sin protección superficial, al no contar con árboles y al ser los pastos mantenidos a baja altura, se crean condiciones para que ocurran grandes pérdidas de suelo, favorecidas por el impacto directo de las gotas lluvia sobre el suelo descubierto y por la pezuña del animal al disturbar el suelo con poca cobertura. Ello conduce inevitablemente a menores productividades a través del tiempo, a causa de la pérdida de fertilidad del suelo y de la degradación de la cobertura de la pastura.

Es un modelo que no tiene en cuenta las altas temperaturas del trópico y sus efectos sobre las pasturas y los animales. El trópico es una zona de altas temperaturas durante todo el año. En el trópico bajo, en potreros sin árboles, la temperatura a nivel de la cobertura de la pastura se eleva por encima de 40 grados centígrados entre las 10:30 a.m. y las 15:00 p.m. en días de sol. A estas temperaturas las plantas cierran sus estomas y paran su función fotosintética. Se pierde, por lo tanto, aproximadamente un 50% del



potencial de producción diario de la pastura (Forero 2.002). A esas mismas temperaturas los animales dejan de comer y reducen su metabolismo por estrés calórico. En consecuencia, la producción animal diaria es sólo un bajo porcentaje del potencial teórico.

Es un modelo que ignora la necesidad de la biodiversidad en el trópico. En el trópico se encuentra la mayor biodiversidad del planeta, siendo la selva amazónica la más desarrollada expresión de dicha biodiversidad. Esa gran biodiversidad no es gratuita. Es requerida para prevenir plagas y enfermedades, para garantizar la fertilidad del suelo y el equilibrio ecológico del ecosistema tropical. El modelo tradicional de producción ganadera propugna por pasturas de sólo gramíneas y, más aún, de monocultivos de gramíneas. Esta es una receta para favorecer la incidencia de insectos plagas, enfermedades y la invasión de plantas indeseables. Así mismo, reduce la actividad biológica del suelo, al afectar la biota de éste. La biota del suelo se reduce automáticamente al reducirse la diversidad vegetal en su cobertura. Como consecuencia de ello, la mineralización de la biomasa producida no es tan completa, reduciendo la fertilidad del suelo.

Es un modelo que desaprovecha la gran ventaja competitiva del trópico: su alta radiación solar. En la alta radiación solar incidente se encuentra la ventaja competitiva del trópico. Debido a ella, las tasas de crecimiento de los pastos son mucho mayores que en la zona templada, haciendo presumir que las productividades en el trópico deberían ser mucho mayores que en aquella. Sin embargo, al pastorear continuamente y a baja altura y trabajar sin árboles, el sistema tradicional de ganadería anula dicha ventaja. Las pasturas son forzadas, en primer lugar, a utilizar sus reservas nutritivas para el rebrote haciendo que éste sea muy lento, en vez de hacer uso de la fotosíntesis a través de las hojas residuales para su recuperación después del pastoreo y, en segundo lugar, a parar dicha fotosíntesis cuando la temperatura a nivel de cobertura es mayor a 40 °C (Forero, R., comunicación personal). Las tasas de crecimiento resultantes son mucho menores de lo posible.

Es un modelo que degrada la pastura. Al usar pastoreo continuo, el modelo tradicional crea las condiciones para un pastoreo intenso y frecuente de las especies más gustosas de la pastura, las cuales suelen ser las más productivas y de mejor calidad. En consecuencia, estas especies se mantienen agotadas en sus reservas nutritivas y con baja capacidad de rebrote. Al no darles oportunidad para recuperarse después de ser cosechadas, la desaparición de estas especies es inevitable. Es así como se crea una pastura degradada donde predominan las especies menos productivas y de baja calidad.

## **El Nuevo Modelo de Potrero Tropical**



Lo anterior, muestra la necesidad de revisar el modelo actual de producción ganadera en el país. El medio tropical, y en especial el ecuatorial, caracterizado por la incidencia de alta radiación solar, alta precipitación, alta temperatura y alta humedad relativa, requiere del diseño de un nuevo modelo de potrero tropical, que genere condiciones más favorables para el suelo, las plantas y los animales.

Dicho modelo debe buscar proteger y mejorar el suelo, la base de la riqueza del ganadero, reduciendo al mínimo la lixiviación y la erosión, cuidando que se den las condiciones para una activa y diversa biota del suelo, y garantizando una fuente constante de materia orgánica. Debe mejorar las condiciones para una mayor productividad de las pasturas, garantizando la captura de la mayor cantidad posible del agua lluvia, protegiendo los pastos de las altas temperaturas tropicales y permitiéndole a las pasturas aprovechar en todo momento la alta radiación solar. Debe mejorar la productividad de los animales protegiéndolos de las altas temperaturas y proveyéndolos con una dieta variada y abundante que les permita balancear su dieta y mantener su salud.

Este nuevo modelo de producción ganadera se debe basar en:

Un buen ciclo de nutrientes.

Una continúa reposición de la materia orgánica.

Un buen ciclo del agua.

Un manejo adecuado de las altas temperaturas.

Una gran biodiversidad.

Un alto aprovechamiento de la alta radiación solar durante todo el año.

Una pastura más productiva y con mayor aporte de nutrientes por el pasto.

Ciclo de nutrientes. Dado que las raíces de los pastos sólo exploran entre 20 y 25 centímetros por debajo del nivel del suelo, la vitalidad de las pasturas depende de su capacidad para encontrar en ese rango de profundidad los nutrientes requeridos. En el trópico, sin embargo, la lixiviación de nutrientes es grande. Por ello se requiere contar con un sistema radicular que bombee hacia la superficie los nutrientes que al lixiviarse se pierden para las raíces de los pastos. Ese sistema lo tienen las arvenses (llamadas también malezas), las leguminosas y los árboles. Los tres grupos de plantas poseen raíces más profundas que el pasto, como lo atestigua su verdor durante las épocas secas y raíces pivotantes que les permiten abrirse camino más fácilmente en el suelo. Debido a ello pueden alcanzar el agua y los nutrientes lixiviados y retornarlos a la superficie a través de sus hojas y ramas.

El modelo de potrero tropical debe, por consiguiente, buscar potreros con arvenses o malezas, con buena presencia de leguminosas y arborizados, de tal manera que se garantice un buen ciclo de nutrientes de las profundidades del suelo a la superficie, en un proceso natural de mantenimiento de la fertilidad del suelo superficial.



Reposición de la materia orgánica. Las altas temperaturas tropicales tienen como efecto una rápida descomposición y mineralización de la materia orgánica. Por consiguiente, en el trópico la materia orgánica se consume y se acaba rápidamente con las nefastas consecuencias que ello tiene para la nutrición vegetal y la estructura del suelo. Para mantener una alta productividad se requiere de una continua reposición de la materia orgánica. Las selvas tropicales logran ello con una gran cantidad de árboles. Las pasturas en la región deben imitar la selva teniendo la mayor cantidad de árboles posible.

Pero, además, debe existir un agresivo proceso de colocación de masa vegetal proveniente de las malezas, las leguminosas y las gramíneas para garantizar altas productividades. Ello significa que los potreros deben tener pastos no alelopáticos, que permitan a las leguminosas y arvenses desarrollarse junto con ellos para que el pisoteo de los animales y el trabajo cultural, con machete, guadaña o corta-malezas, coloque gran cantidad de materia orgánica sobre el suelo. Los pastos que más favorecen este proceso son los de crecimiento erecto tipo guinea, angleton, uribe, carimagua, y pará, entre otros. Para garantizar una gran biomasa, dichos pastos deben pastorearse altos.

Especies de crecimiento rastrero como estrella, humicicola, llanero y otras especies de brachiaria como decumbens y brizantha, que tienen efectos alelopáticos, cuando se ensamblan como pasturas puras, no permiten una adecuada diversidad vegetal en la cobertura del piso que proporcione un buen reciclaje de nutrientes y una rica biota del suelo. Por lo tanto, las pasturas formadas por estas especies son más susceptibles a la degradación, cuando se manejan como pasturas de gramíneas puras, haciendo necesario la introducción de especies arbóreas bajo modelos de silvopastoreo, donde se incluyan especies maderables para sombrío y especies para ser ramoneadas por los animales o desramadas durante la época seca.

Ciclo del agua. En el trópico puede caer mucha agua, pero cae mal distribuida. Datos tomados durante el primer semestre del 2.003 en el cañón del Río Arma, en los límites entre Antioquia y Caldas, muestran que el 41% de la precipitación del periodo cayó en sólo 7 de 61 aguaceros, es decir, un 11,5% de los aguaceros del periodo. En la zona de San Onofre, Sucre, el 23% de la precipitación caída en los primeros ocho meses del mismo año cayó en dos aguaceros. El hecho que mucha agua caiga en pocos aguaceros de corta duración plantea el problema de cómo lograr que la tierra absorba esa agua rápidamente. La selva amazónica logra ello con una gran cantidad de materia orgánica colocada sobre el suelo como mantillo o "mulch" y utilizando las copas de los árboles para disminuir la fuerza del agua que cae sobre la superficie. Copiando ello, el modelo de potrero tropical debe trabajar con la mayor cantidad de árboles posible y colocar agresivamente las gramíneas, leguminosas y arvenses sobre el suelo. Sin embargo, los potreros no pueden tener la misma densidad de árboles que la selva. Por lo tanto, se debe



suplir esa falta de árboles con pasturas altas que amortigüen la fuerza del agua al caer, impidiendo el sellamiento interno del suelo.

**Manejo de las altas temperaturas.** Las altas temperaturas que se pueden alcanzar en el trópico no son conducentes a sistemas agropecuarios altamente productivos. De acuerdo con Primavesi (2.002) cuando la temperatura de la superficie de los suelos tropicales es mayor a 33 grados centígrados, las plantas no pueden absorber agua ni nutrientes. Es debido a ello que en el trópico la presencia del árbol es ubicua. El árbol es la respuesta de la naturaleza a los problemas que generan las altas temperaturas. Conscientes de ello, el modelo de potrero tropical debe contar con la mayor cantidad de árboles posible. Se reporta que en el trópico llega dos veces la intensidad de luz necesaria para la máxima fotosíntesis. Por lo tanto, la arborización puede interceptar hasta un 50% de la luz incidente sin afectar los rendimientos de la pastura.

**Biodiversidad.** Dado que los ecosistemas tropicales son los más diversos del mundo, el modelo de potrero tropical debe replicar dicha diversidad. Por ello debe contener no sólo gramíneas sino también árboles, leguminosas y arvenses. Hasta donde sea posible cada uno de estos componentes debe también ser diverso en sí mismo.

El componente arbóreo debe estar compuesto de especies de porte alto, medio y bajo, y tanto de especies maderables como de aquellas que produzcan frutos o vainas para los animales. Se busca con esto favorecer la avifauna y la entomo-fauna, necesarias ambas para controlar insectos plagas de las pasturas como el mión de los pastos, blissus, gusano ejército, entre otros.

Los componentes gramíneas, leguminosas y arvenses deben ser variados con los siguientes objetivos en mente:

1. Proporcionar una dieta que permita a los bovinos balancear sus requerimientos nutricionales y consumir plantas medicinales para mantener su salud.
2. Obtener un mejor ciclo de nutrientes, pues cada planta extrae diferentes cantidades de los distintos minerales que se encuentran en el suelo.
3. Permitir el desarrollo de una biota del suelo diversa para reciclar más eficientemente la materia orgánica.
4. Permitir al animal mantener una flora ruminal más diversa y estable.

**Aprovechamiento de la alta radiación solar.** Para lograr las altas producciones de forraje que teóricamente son posibles en el trópico, dada la alta radiación solar de la zona, dos condiciones deben darse:

1. Las gramíneas deben mantenerse en condiciones óptimas para lograr altas producciones de biomasa. Para ello es necesario que su recuperación, después de ser cosechadas por el animal, se haga a base de fotosíntesis y no a base de reservas



nutritivas. Ello sólo es posible si el animal deja suficiente hoja residual en las plantas. Por lo tanto, es necesario practicar el pastoreo alto o descope de la pastura.

2. Las gramíneas deben ser protegidas de las altas temperaturas tropicales. Es por lo que requieren de la sombrilla que proporcionan las copas de los árboles. Por lo tanto, los potreros deben estar arborizados en toda su extensión.

Pasturas productivas y con mayor aporte de nutrientes por el pasto. A diferencia de una pastura degradada, una pastura productiva es aquella compuesta en su mayor parte por especies productivas y de alta calidad nutritiva. Ello se logra dándole a estas especies el suficiente descanso después de ser cosechadas por el animal para su recuperación total. Para lograr esto, es necesario que la pastura se maneje bajo el sistema de pastoreo rotacional, donde se garantice una cosecha rápida del potrero, el periodo de recuperación necesario y carga animal ajustada.

Este potrero debe ser arborizado en toda su extensión, incluyendo entre 40 a 70 árboles por hectárea, con especies maderables y especies que produzcan frutos o vainas para los animales, que no cierren totalmente sus copas para que la luz solar alcance el piso debajo de las mismas; por lo tanto, deben elegirse especies de hojas pequeñas, donde las leguminosas de las subfamilias Mimosoideae (guamo, acacias, carboneros, orejero o piñón de oreja, trupillo o cují negro, iguá o cedro amarillo, samán o campano, entre otras), Caesalpinioideae (cañafístula, vainillo o velero, alcaparro, dividivi de tierra fría, clavellino, entre otras) y Fabaceae (matarratón, guayacán trébol, entre otras) son las más deseables por su capacidad para fijar nitrógeno y por su aporte como forraje para el ramoneo en las ramas más bajas durante el verano. La combinación de varias especies de árboles es más recomendable que el monocultivo desde el punto de vista de ataque de plagas o enfermedades.

La arborización de potreros es un proceso complicado, difícil, lento, y costoso, que debe ser planeado inteligentemente, con el fin de que éstos cumplan, con sus copas y raíces, todas sus funciones importantes con respecto al equilibrio ecológico y sostenibilidad del ecosistema. En el modelo de pastura tropical que se propone la cobertura del piso, con su diversidad de especies, debe ser responsable totalmente de la alimentación de los animales durante todo el año; por lo tanto, no se considera acertado realizar un gran esfuerzo técnico y económico para plantar árboles en el potrero para que los animales se los coman en cada pastoreo, manteniéndolos a baja altura, con lo cual no se obtendrían sus mayores beneficios para la estabilidad del ecosistema. A los árboles debe permitírseles que se desarrollen totalmente, para que puedan desempeñar todas sus maravillosas funciones de que los ha dotado la naturaleza; esto no excluye la opción de que los animales puedan consumir el forraje de sus ramas más bajas y de fácil acceso para los animales durante el verano.



Con las nuevas divisiones que se tendrán que hacer para establecer las rotaciones, muchos potreros quedarán sin la presencia de sombra, siendo este un problema que se debe resolver con el establecimiento de especies arbóreas nativas de la región. Para esto, se puede aprovechar la utilización de estacas nacedoras de las especies de la zona que se puedan aprovechar para extender los alambres de la cerca eléctrica como cercas vivas y, paralelamente se pueden ir estableciendo árboles dentro de los potreros, con la ayuda de la misma cerca eléctrica, como se muestra en la figura 1.

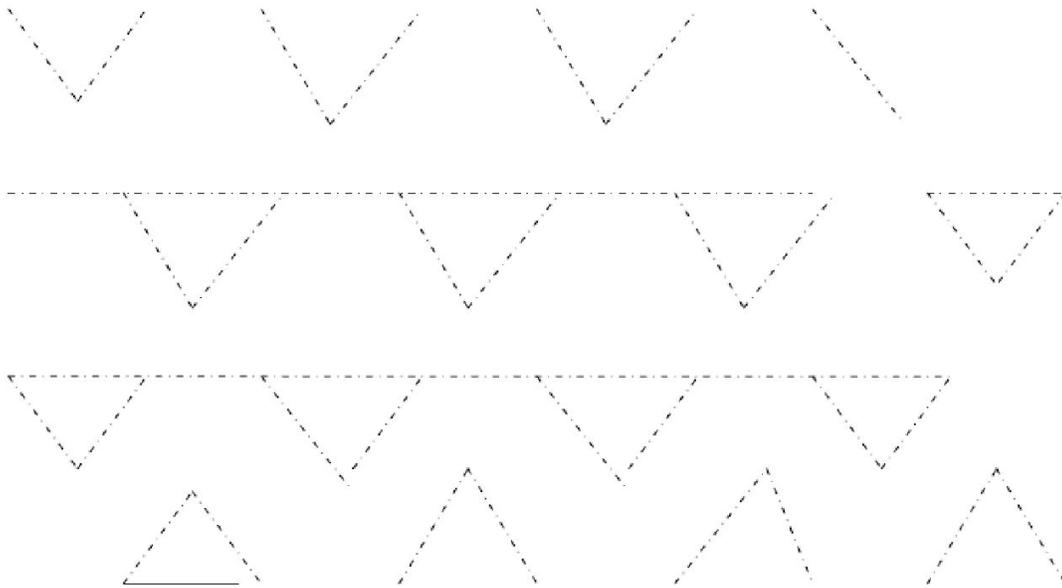


Figura 1. Esquema para introducir árboles dentro de los potreros utilizando la cerca eléctrica para la protección durante el establecimiento.

Este esquema permite introducir los árboles en los potreros sin necesidad de excluir el pastoreo de los potreros por períodos muy largos de tiempo hasta que se establezcan los arbolitos.

Los triángulos y las líneas internas se pueden construir con alambre dulce calibre 16 o 18 (tipo tomatero) y dejarlos durante el tiempo que sea necesario (1,5 a 2 años); luego se trasladan a otro potrero. Las áreas de protección se pueden guadañar durante el último día de pastoreo del potrero y utilizarse parcialmente deshidratado al sol (tres o cuatro horas de sol) por los mismos animales.

El diseño en forma de tresbolillo (en triángulo) permitirá además funcionar como barreras rompavientos.



La cobertura de la pastura debe estar formada igualmente por una alta diversidad vegetal, incluyendo gramíneas, leguminosas y arvenses de tipos herbáceos y arbustivos. Forero (comunicación personal) establece que esta proporción debe ser 45% gramíneas, 35% leguminosas y 20% arvenses. Como las gramíneas son las más importantes para la producción de biomasa de la pastura, se sugiere que su proporción sea un poco mayor (50 a 60%).