

CURSO DE PASTOS Y FORRAJES

681

2681

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

24 SET. 1991

**BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA**

**INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO**  
Subgerencia de Investigación  
División de Educación  
División de Ciencias Animales

**CURSO DE PASTOS Y FORRAJES**

**Coordinadores:**

**FABIO RODRIGUEZ TORRES, MV., M.S.**  
Coordinador Nacional Cursos de  
Asistencia Técnica Pecuaria  
Programa Nacional de Entrenamiento  
ICA, Tibaitatá  
Apartado Aéreo 151123 (El Dorado)  
Bogotá

**JAVIER BERNAL E., I.A., Ph.D.**  
Exdirector del Programa de Pastos  
y Forrajes y Director de la División  
de Semillas  
ICA, Oficinas Nacionales, Bogotá  
Apartado Aéreo 7984, Bogotá

TABLA DE CONTENIDO

|  | Página |
|--|--------|
| 1. PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCTIVIDAD GANADERA. . . . .<br>Jaime Lotero   | 1      |
| 2. FACTORES ECOLOGICOS EN LA PRODUCCION DE FORRAJES . . . . .<br>Javier Bernal, Fernando Villamizar,<br>Sigifredo Monsalve, Jaime Lotero | 33     |
| 3. ALGUNOS ASPECTOS DE FISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAJERAS . . . . .<br>Javier Bernal   | 62     |
| 4. ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS . . . . .<br>Pablo Mendoza, Alberto Ramírez   | 79     |
| 5. FERTILIZACION DE PASTOS . . . . .<br>Jaime Lotero   | 97     |
| 6. VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES . . . . .<br>Saúl Quintero  | 129    |
| 7. ESTIMACION DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES. . . . .<br>Enrique Alarcón M.   | 145    |
| 8. MEJORAMIENTO GENETICO DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES . . . . .<br>Enrique Alarcón, Javier Bernal E.                              | 161    |
| 9. EVALUACION DE LOS FORRAJES USANDO METODOS In vitro . . . . .<br>Javier Bernal E.  | 192    |
| 10. CONTROL DE MALEZAS EN POTREROS . . . . .<br>Carlos Romero Maldonado  | 203    |

|   | Página |
|---|--------|
| 11. SISTEMAS DE UTILIZACION DE PASTOS. . . . .  | 240    |
| Fernando Vélez  |        |
| 12. EL ANALISIS DE SUELOS Y SU APLICACION. . . . .  | 256    |
| Gildardo Marín M., Jaime Lotero, Manuel Rodríguez   |        |
| 13. ALGUNOS ASPECTOS IMPORTANTES PARA LA PRODUCCION<br>DE SEMILLAS DE PASTOS EN ZONAS TROPICALES. . . . . | 283    |
| Jairo Correa V.   |        |
| 14. CONSERVACION DE FORRAJES . . . . .  | 305    |
| Luis E. Méndez M., Gustavo Herrera P.   |        |

PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN LA  
PRODUCTIVIDAD GANADERA

Jaime Lotero C. I.A., Ph.D.\*

En el presente artículo se tratará, en una forma general, de los principales factores que directa o indirectamente influyen en la productividad ganadera, medida por la producción de carne, leche o lana por unidad de superficie.

En la Figura 1, adaptada por Mott (9), se puede observar la interrelación de distintos factores que en la fase final determinarán el producto animal que se obtiene. Del uso adecuado que el hombre haga de estos factores y en la medida que pueda modificarlos favorablemente, en el caso de que sean modificables, dependerá el éxito final de la empresa ganadera. Los factores fundamentales son el medio ambiente natural, el pasto, el manejo y el animal.

PRODUCCION POR HECTAREA DE CARNE,

LECHE O LANA

El producto animal que se obtenga depende fundamentalmente de dos factores:

-----  
\* Gerente Regional No. 4, ICA

1. La producción de unidad alimenticia por hectárea (medida de cantidad) que también puede expresar como capacidad de carga, y
2. La producción por animal (medida de calidad). Los datos incluidos en la Tabla 1, tomados de Ramírez y otros (13), pueden usarse para ilustrar lo que se ha dicho.

La mezcla que se comparó con el kikuyo (Pennisetum clandestinum) más trébol blanco (Trifolium repens), durante un año, consistía de orchoro (Dactylis glomerata), raigras inglés (Lolium perenne), trébol blanco y trébol rojo (Trifolium pratense). El ensayo se hizo bajo condiciones de pastoreo continuo, sin fertilización ni riego.

TABLA 1. ANIMALES POR HECTAREA, PRODUCCION DE LECHE POR VACA POR DIA Y PRODUCCION DE LECHE POR HECTAREA EN PRADERAS DE KIKUYO Y MEZCLAS.

| Detalle                    | Kikuyo | Mezclas |
|----------------------------|--------|---------|
| Vacas por hectárea         | 2,56   | 1,44    |
| Leche por vaca por día kg. | 11,89  | 14,24   |
| Leche por hectárea, kg     | 30,44  | 20,51   |

Como puede observarse, la capacidad de carga fue mayor en el kikuyo pero la producción por animal fue mayor en la mezcla (mejor calidad). La producción de leche por hectárea fue mayor en el kikuyo.

#### PRODUCCION DE UNIDAD ALIMENTICIA POR HECTAREA.

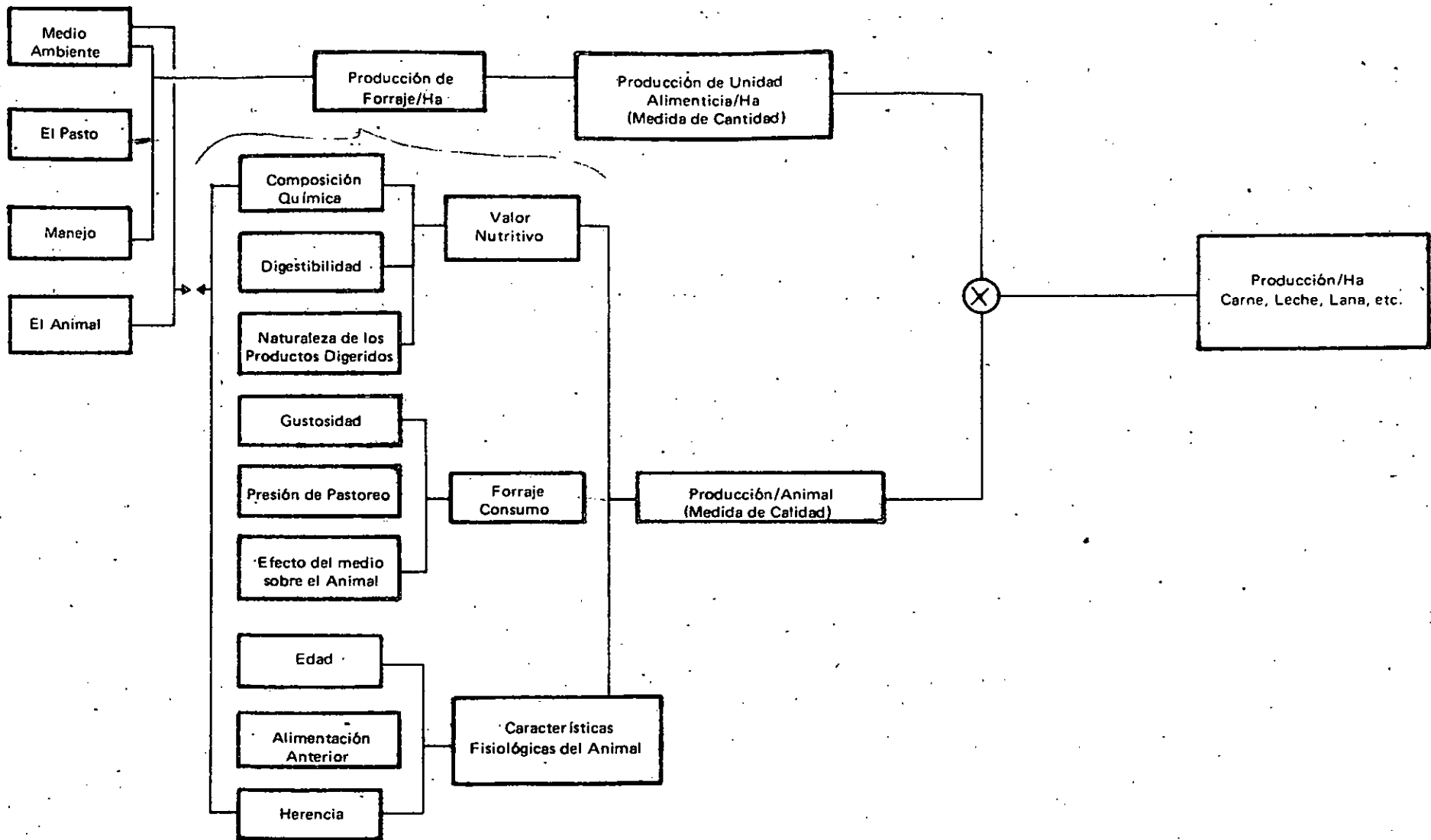
El producto alimenticio por hectárea es una consecuencia de la producción de forraje por hectárea, que a su vez depende del medio ambiente natural, de la especie de pasto y del manejo que se da a ese pasto.

Se puede expresar como nutrientes digeribles totales (NDT) o capacidad de carga a sostenimiento. Los NDT incluyen proteína, fibra, grasa y carbohidratos (ENN) en forma digerible. Los animales, de acuerdo principalmente al tipo (leche o carne), edad, raza y producción, requieren diferentes cantidades de NDT.

#### MEDIO AMBIENTE NATURAL.

Dentro de los factores del medio ambiente que tienen mayor influencia sobre la producción de forraje están el suelo, la precipitación, la temperatura, la luz y los factores bióticos (malezas, plagas y enfermedades).

Representación de las relaciones naturales entre los factores Pasto, Animal y Manejo que determinan la producción por Ha de Carne, Leche o Lana. Adaptado de Mott, en Forrajes. Editorial Continental, S.A. Mexico 1966.



Un factor realmente importante es el suelo en cuanto a sus propiedades físicas, químicas y de fertilidad. De las propiedades físicas del suelo, la textura y la estructura son indudablemente los más importantes. Los suelos francos, profundos y de estructura granular son los más deseables para la producción de pastos.

En relación con las propiedades químicas se debe tener en cuenta principalmente la reacción del suelo o pH, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio de cationes, bases intercambiables ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^{+}$  y  $\text{Na}^{+}$ ) y Al intercambiable. El pH determina la disponibilidad o "aprovechabilidad" de la mayoría de los nutrientes que las plantas necesitan para su mejor desarrollo. Esta propiedad puede ser modificada con la aplicación de correctivos: cal en suelos ácidos, y azufre de aluminio, yeso, etc. en suelos alcalinos.

La fertilidad de un suelo está íntimamente relacionada con las propiedades físicas y químicas; se refiere a una "cualidad" del suelo para proporcionar los nutrimentos adecuados, en cantidades balanceadas, para el normal desarrollo de las plantas; cuando del suelo se puede modificar con la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Se sabe que las plantas requieren por lo menos 16 elementos esenciales para su normal desarrollo y producción; estos 16 elementos son: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, B, Zn, Cl y Mo. Los tres primeros elementos (C, H, y O) provienen del aire y del agua y los 13 restantes del suelo.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

Las propiedades de fertilidad del suelo determinan en gran parte la adaptación y producción de los pastos; así por ejemplo el pasto gordura (Melinis minutiflora) se adapta y produce bien en suelos de baja fertilidad, mientras que el pangola (Digitaria decumbens) requiere suelos de una fertilidad relativamente alta. Las gramíneas son especialmente exigentes en N y las leguminosas en P, Ca y Mg.

En la Tabla 2 se incluyen los rendimientos de forraje seco por corte y la cantidad de N, P, K, y Ca removidos del suelo por los pastos angleton (Dichanthium aristatum), pangola y pará (Brachiaria mutica) mostrando así que hay necesidad de aplicar fertilizantes para evitar el empobrecimiento de los suelos y que las especies difieren en su capacidad para remover nutrimentos, de acuerdo al rendimiento y naturaleza de la especie (1).

La precipitación o cantidad de lluvia que cae en una región determina en gran parte la adaptación y producción de los pastos. El contenido de agua en los pastos es aproximadamente de un 80 por ciento y es el medio para reacciones químicas y biológicas y para la absorción y traslocación de los nutrimentos y sustancias elaboradas dentro de la planta, tales como proteínas, carbohidratos, etc. Es una de las "materias primas" en la fotosíntesis. La cantidad de lluvia tiene efecto sobre el mayor o menor grado de lavado o lixiviación de los nutrimentos. Generalmente los suelos más infértiles están localizados en zonas de alta precipitación.

TABLA 2. PRODUCCIÓN DE HENO Y REMOCION DE NITROGENO, FÓSFORO, POTASIO Y CÁLCIO POR LOS PASTOS ANGLETON, PANGOLA Y PARÁ, EN UN SUELO DEL VALLE DEL CAUCA, DURANTE UN AÑO. \*

| Tratamiento | Producción t/Ha<br>por año |      | Elementos removidos (kg/Ha/año) |    |     |    |
|-------------|----------------------------|------|---------------------------------|----|-----|----|
|             |                            |      | N                               | P  | K   | Cá |
| Angleton    | N- 0**                     | 3,4  | 36                              | 8  | 38  | 12 |
|             | N- 50                      | 19,9 | 267                             | 64 | 350 | 60 |
|             | N- 100                     | 27,6 | 415                             | 75 | 435 | 88 |
| Pangola     | N- 0                       | 1,0  | 13                              | 5  | 16  | 4  |
|             | N- 50                      | 9,6  | 164                             | 49 | 186 | 45 |
|             | N- 100                     | 16,6 | 390                             | 95 | 410 | 90 |
| Pará        | N- 0                       | 1,8  | 25                              | 7  | 43  | 5  |
|             | N- 50                      | 10,7 | 175                             | 46 | 244 | 35 |
|             | N- 100                     | 17,9 | 290                             | 65 | 500 | 50 |

\* Corte cada seis semanas

\*\* Nitrógeno aplicado después de cada corte.

La temperatura afecta prácticamente todos los procesos de la vida de las plantas, tales como crecimiento de agua y nutrientes, fotosíntesis, respiración, transpiración, acción de las enzimas, etc. La temperatura óptima para la fotosíntesis es más baja que para la respiración, lo cual permite a las plantas la acumulación de sustancias nutritivas como carbohidratos, proteínas y grasas. Es un factor de primordial importancia en la adaptación y producción de los pastos, y así las diferentes especies tienen límites o rangos de temperatura dentro de los cuales se desarrollan mejor. Con base principalmente en la temperatura, que en las zonas tropicales está especialmente determinada por la altitud, los pastos se han divi-

dido en pastos de clima cálido, pastos de clima medio y pastos de clima frío.

La luz, junto con la concentración de  $\text{CO}_2$  del aire, la temperatura, el agua y los nutrimentos son los principales factores que afectan la fotosíntesis mediante la cual la planta "fábrica" los carbohidratos, que posteriormente son transformados en proteínas, grasas, etc., compuestos que son necesarios para el desarrollo normal y producción de las plantas y que sirven de alimento para los animales. Se debe tener en cuenta la intensidad de la luz, es decir, que tan fuerte sea, la calidad y la duración o fotoperíodo. La intensidad de la luz es importante en el establecimiento y posterior desarrollo de los pastos debido a que en siembras muy densas las plantas pueden competir por este factor. La calidad, fuera de la intensidad, es importante en asociaciones de pastos o mezclas de gramíneas y leguminosas. Así por ejemplo, cuando se asocia una especie de crecimiento alto con una de crecimiento bajo, la calidad de la luz que reciben las plantas bajas puede ser diferente de la que reciben las plantas altas y esto afecta el crecimiento y producción.

La duración de la luz o respuesta de las plantas al fotoperíodo, además de influir en la producción de forraje, es especialmente importante desde el punto de vista de producción de semillas. Hay especies de día largo que bajo condiciones tropicales, donde prevalecen días cortos, se desarrollan vegetativamente y no florecen ni producen semillas; tal parece ser el caso de algunas especies del género Lespedeza.

Los principales factores bióticos que afectan el crecimiento, desarrollo y producción de los pastos son las malezas, las plagas y las enfermedades. Las malezas compiten con los pastos por espacio, luz, agua y nutrimentos. El problema de malezas resulta principalmente de un mal manejo de pastos. Existen métodos de control mecánico y químico; este último generalmente es el más económico a largo término. El control de malezas de hoja ancha por métodos químicos está prácticamente solucionado con el uso de compuestos como el 2,4-D, 2,4,5-T, Tordón 101, etc. El verdadero problema radica en el control de malezas de hoja angosta.

Las plagas y enfermedades, con pocas excepciones, no constituyen hasta el presente un factor limitante en la producción de la mayoría de los pastos. Pueden atacar diferentes partes de las plantas, como raíces, tallos, hojas, flores y frutos, reduciendo la producción de los pastos y su capacidad de reproducción. Bajo condiciones de pastoreo intensivo, en tierras de alto valor se puede justificar el control de insectos por medio de productos químicos. En cuanto a enfermedades, aparentemente resulta mejor la búsqueda y obtención de variedades resistentes y el uso de buenas prácticas culturales.

#### EL PASTO.

El pasto que se use en una explotación ganadera debe estar bien adaptado a las condiciones del medio ambiente y ser productivo.

Debe poseer buenas características agronómicas como alta relación de hojas o tallos, rápida recuperación después del corte o pastoreo, facilidad de propagación, alto poder competitivo con las malezas, resistente a plagas y enfermedades, persistente, gustoso, nutritivo, etc. Es muy difícil encontrar un medio ambiente al cual no se adapte por lo menos una especie de pasto, a no ser que prevalezcan condiciones definitivamente limitantes como son la ausencia casi total de agua o nieves perpetuas. Ejemplos de adaptación a condiciones adversas lo constituyen el pasto pará y alemán (Echinochloa polystachya), adaptados a zonas cálidas inundables, y algunas especies de Bouteloua, Botriochloa y Dichanthium, adaptadas a zonas cálidas y secas.

Mención especial debe hacerse a las mezclas de gramíneas y leguminosas por las ventajas que se obtienen con su uso, como son entre otras, las de que generalmente dan mayores rendimientos que cada especie aislada; se obtiene un forraje más nutritivo; se puede suprimir la aplicación de N, y se hace una mejor utilización del suelo ya que las gramíneas poseen un sistema radical superficial y las leguminosas un sistema radical profundo, extrayendo nutrimentos y agua de un volumen mayor de suelo. En la Tabla 3, se incluyen algunos datos parciales de un experimento sobre mezclas de gramíneas y leguminosas en el Valle del Cauca (5). Se estudiaron las gramíneas pangola, pará y guinea (Panicum maximun), cada una en combinación con las leguminosas soya forrajera (Glycine wightii), Vigna sp.,

calopo (Calopogonium mucunoides), kudzú tropical (Pueraria phaseoloides) y Desmodium intortum; además de un tratamiento con 50 kg/Ha de N después de cada pastoreo y un testigo. Como puede observarse, todas las mezclas rindieron más que las gramíneas puras con aplicación de 50 kg./Ha de N después de cada pastoreo, con muy ligeras excepciones.

#### MANEJO.

El manejo de un pasto se puede definir como el conjunto de todas aquellas prácticas que se realizan en un cultivo de pastos, para obtener una mayor producción de forraje de superior calidad, y consecuentemente una mayor producción animal. El manejo incluye desde la siembra del pasto hasta su utilización, aunque tradicionalmente se ha considerado como manejo el sistema de utilización de pastos ya establecidos. En el caso de pastos que se utilizan en pastoreo, el manejo también incluye la adecuada provisión de agua y sales minerales; además del sistema de pastoreo (continuo, alterno y rotacional).

Buenas prácticas de manejo comprenden adecuados sistemas de siembra, cantidad de semilla, control de malezas, enfermedades y plagas, fertilización (cantidad de fertilizante, época y método de aplicación, frecuencia, etc.), altura de corte o pastoreo, distancia de siembra, riego, método de utilización (corte, pastoreo, heno y ensilaje), renovación de potreros, etc.

TABLA 3. PRODUCCION DE FORRAJE SECO Y PORCENTAJE DE LEGUMINOSAS DE CADA MEZCLA. PROMEDIO DE SIETE PASTOREOS EN PANGOLA Y PARA Y CINCO EN GUINEA.

| Gramínea<br>Leguminosa    | Pangola          | Pará          | Guinea        |
|---------------------------|------------------|---------------|---------------|
| Soya forrajera            | 3,31*<br>50,80** | 2,98<br>32,20 | 4,03<br>54,00 |
| <u>Vigna sp.</u>          | 1,73<br>17,80    | 2,51<br>11,80 | 3,31<br>5,70  |
| Calopo                    | 2,36<br>29,80    | 2,90<br>24,40 | 4,09<br>15,20 |
| Kudzú                     | 3,55<br>55,70    | 2,91<br>42,40 | 4,14<br>51,00 |
| <u>Desmodium intortum</u> | 2,62<br>19,40    | 2,49<br>15,00 | 3,01<br>27,00 |
| N 50 kg/Ha                | 1,27             | 2,67          | 2,45          |
| N 0 kg/Ha                 | 0,78             | 2,06          | 2,06          |

\* Forraje seco, t/Ha

\*\* Porcentaje de leguminosas en la mezcla

En las Tablas 4 a 9 se incluyen datos de algunos experimentos relacionados con diferentes aspectos de manejo de pastos. Como puede observarse de los datos presentados en la Tabla 4, el corte a ras en el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) dió los mejores resultados en cuanto a la producción de forraje y la aplicación de 100 kg/Ha de N después de cada corte aumentó el rendimiento en forraje altamente significativa (3).

TABLA 4. EFECTO DE LA ALTURA DE CORTE Y APLICACION DE NITROGENO PASTO ELEFANTE. RENDIMIENTO PROMEDIO POR CORTE EN TONELADAS POR HECTAREA DE MATERIA SECA\*.

| Dosis de N<br>Kg/Ha | Alturas de corte en cm. |         |        |      | Promedio ** |
|---------------------|-------------------------|---------|--------|------|-------------|
|                     | Ras                     | 15      | 30     | 50   |             |
| 0                   | 6,06                    | 4,89    | 6,18   | 5,13 | 5,56 d      |
| 100                 | 11,13                   | 9,34    | 8,82   | 8,03 | 9,33 e      |
| Promedio**          | 8,59 a                  | 7,11 bc | 7,50 b | 6,58 |             |

\* Promedio de 20 cortes

\*\* Promedios con una letra en común no son significativamente diferentes al nivel de 5 por ciento.

En un experimento sobre el efecto de las distancias de siembra y dosis de N en la producción de forraje del pasto elefante (8), se encontró que los mayores rendimientos se obtuvieron cuando el pasto se sembró por tallos continuos extendidos en surcos distanciados 0,75 m, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas a los de otras distancias de siembra (Tabla 5). Con este sistema se obtiene una rápida cobertura del suelo y un buen control de malezas.

En las Tablas 6 y 7 se incluyen datos sobre el efecto de diferentes fuentes y dosis de N en la producción de forraje y contenido de proteína del pasto pangola (14). Como puede observarse, tanto la producción de forraje como el contenido de proteína aumentaron al incrementarse la dosis de N, en todas las fuentes ensayadas.

El control de malezas en potreros es una práctica que generalmente resulta en mayor capacidad de carga y mayor producción de carne por unidad de área. Los datos incluidos en la Tabla 8 demuestran este efecto (5).

TABLA 5. EFECTO DE LA DISTANCIA DE SIEMBRA Y APLICACION DE NITROGENO EN PASTO ELEFANTE. RENDIMIENTO PROMEDIO POR CORTE EN TONELADAS POR HECTAREA DE MATERIA SECA \*

| Distancias de siembra<br>metros  | Dosis de N, kg/Ha/Corte |        |         |         | Promedio** |
|----------------------------------|-------------------------|--------|---------|---------|------------|
|                                  | 0                       | 50     | 100     | 200     |            |
| Tallos inclinados 0,50<br>x 0,50 | 6,89                    | 8,38   | 10,52   | 11,90   | 9,42 a     |
| Tallos continuos 0,75            | 9,20                    | 9,45   | 11,62   | 11,99   | 10,56 b    |
| Tallos inclinados 1,00<br>x 1,00 | 5,64                    | 8,03   | 9,06    | 10,73   | 8,36 a     |
| Tallos inclinados 2,00<br>x 2,00 | 7,05                    | 8,37   | 10,63   | 10,39   | 9,11 a     |
| Promedio                         | 7,19 a                  | 8,56 b | 10,45 c | 11,25 c |            |

\* Promedio de 21 cortes.

\*\* Promedios con una letra en común no son significativamente diferentes del 5 por ciento.

TABLA 6. EFECTO DE LA FUENTE Y DOSIS DE NITROGENO EN PASTO PANGOLA. PRODUCCION DE FORRAJE EN TONELADAS POR HECTAREA DE MATERIA SECA POR CORTE\*.

| Fuente de N       | Dosis de N, kg/Ha por corte |       |       |       |       | Promedio |
|-------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
|                   | 0                           | 50    | 100   | 150   | 200   |          |
| Nitrato de sodio  | 2,32                        | 4,90  | 5,68  | 7,10  | 7,78  | 5,74 f   |
| Sulfato de amonio | 2,06                        | 4,64  | 5,82  | 6,12  | 6,38  | 5,00 g   |
| Urea              | 1,96                        | 4,28  | 5,70  | 5,90  | 6,34  | 4,84 g   |
| Promedio **       | 2,11a                       | 4,60b | 6,03c | 6,37d | 6,83e |          |

\* Promedio de 25 cortes

\*\* Promedios con una letra en común no son significativamente diferentes al nivel del 5 por ciento.

TABLA 7. EFECTO DE LA FUENTE Y DOSIS DE NITROGENO EN PASTO PANGOLA. PORCENTAJE PROMEDIO DE PROTEINA CRUDA EN EL FORRAJE\*.

| Fuente de N       | Dosis de N, kg/Ha por corte |     |     |      |      | Promedio |
|-------------------|-----------------------------|-----|-----|------|------|----------|
|                   | 0                           | 50  | 100 | 150  | 200  |          |
| Nitrato de sodio. | 7,0                         | 7,5 | 7,6 | 8,9  | 10,5 | 8,3      |
| Sulfato de amonio | 7,0                         | 7,5 | 8,8 | 10,4 | 12,4 | 9,2      |
| Urea              | 7,1                         | 7,1 | 8,2 | 9,2  | 10,3 | 8,4      |
| Promedio          | 7,0                         | 7,4 | 8,2 | 9,5  | 11,1 |          |

\* Promedio de 25 cortes

TABLA 8. CONTROL DE MALEZAS CON TORDON 101 Y "MACHETEO" EN PASTO PARA\*

| Detalle                        | Tratamiento |          |          |           |
|--------------------------------|-------------|----------|----------|-----------|
|                                | Testigo     | Macheteo | 6 lts/Ha | 12 lts/Ha |
| Capacidad de carga animales/Ha | 2,2         | 2,2      | 3,1      | 2,8       |
| Aumento diario, kg/animal      | 0,464       | 0,499    | 0,530    | 0,529     |
| kg. carne/Ha/año               | 372,6       | 400,7    | 599,7    | 540,6     |

\* Datos correspondientes a 365 días.

Se ha demostrado que con el pastoreo rotativo generalmente se obtienen mejores resultados que con el pastoreo continuo y alterno; los datos que se presentan en la Tabla 9, tomados de Bautista, Mánér y Chaverra (2), de un experimento con ovinos en pastos nativos de páramo, principalmente falsa poa (Holcus lanatus) y oloroso (Anthoxanthum odoratum), demuestran este hecho. El experimento duró un año y los tratamientos incluidos fueron pastoreo continuo; pastoreo alterno en rotación con 50 días de ocupación y 50 de descanso; pastoreo en rotación en tres potreros con 25 días de ocupación y 50 de descanso y pastoreo en rotación en seis potreros con 10 días de ocupación y 50 de descanso. Todos los tratamientos tuvieron una aplicación de 1 t/Ha. de Escorias Thomas (Calfos).

TABLA 9. EVALUACION DE PASTOS NATIVOS DE LOS PARAMOS BAJO CUATRO SISTEMAS DE PASTOREO CON OVEJAS.

| Tratamiento | Capacidad de carga animales/ha | Lana kg/Ha/año | Carne kg/Ha/año |
|-------------|--------------------------------|----------------|-----------------|
| Continuo    | 7,5                            | 38,94          | 163,49          |
| Alterno     | 10,0                           | 52,60          | 249,66          |
| 3 potreros  | 11,0                           | 61,16          | 283,06          |
| 6 potreros  | 12,0                           | 63,58          | 257,72          |

#### PRODUCCION POR ANIMAL

Como antes se mencionó, la producción por animal es una medida de la calidad del forraje consumido. Bajo condiciones de pastoreo continuo, donde el animal puede seleccionar su alimento, la ganancia en peso o producción de leche por animal puede ser mayores que bajo condiciones de pastoreo en rotación; sin embargo, la producción por área superficial, que es lo más importante, generalmente es menor bajo pastoreo continuo.

La producción por animal depende fundamentalmente de tres factores: 1) Valor nutritivo del alimento; 2) Forraje consumido, y 3) Características fisiológicas del animal.

Los datos incluidos en la Tabla 10, demuestran que al mejorar-se la calidad del forraje o valor nutritivo de los pastos puntero (Hyparrhenia rufa), pará, pangola y guinea, con la aplicación de 75 kg/Ha de N y riego, se aumentó la ganancia diaria de peso (1). En ninguno de los períodos experimentales hubo escasez de forraje y la capacidad de carga en todos los pastos fue superior a dos animales por hectáreas.

TABLA 10. GANANCIA DIARIA DE PESO EN kg. DE NOVILLOS CEBU CRUZADOS EN CUATRO PASTOS BAJO PASTOREO CONTINUO.

| Pastos  | Primer período*  | Segundo período       |
|---------|------------------|-----------------------|
|         | Sin N, sin riego | 75 kg/Ha de N y riego |
| Puntero | 0,690            | 0,720                 |
| Pará    | 0,600            | 0,690                 |
| Pangola | 0,450            | 0,720                 |
| Guinea  | 0,530            | 0,570                 |

\* Cada período duró 196 días.

En la Tabla 11 se incluyen datos de un estudio realizado por Posada (11) en la Facultad de Ciencias Agrícolas de Medellín, sobre producción de leche por vacas Holstein de aproximadamente cinco años de edad y 550 kg de peso. En este estudio se compararon los pastos elefante e imperial (Axonopus scoparius) en cuanto a consumo

y producción de leche. Debido a que todos los animales (10 por grupo) se les suministró la misma cantidad de concentrado, la diferencia en producción se debió al pasto. El valor nutritivo de los dos pastos era muy similar, según el análisis proximal, y la mayor producción de leche cuando se empleó imperial puede explicarse en base a un mayor consumo.

En un ensayo realizado en la Estación Agropecuaria Experimental El Nus, con ganado blanco orejinegro, se encontró mayor producción de leche y mayor consumo de pasto imperial que de elefante, pero menor producción de leche que en pastoreo en rotación en pasto puntero, donde el animal tuvo mayor oportunidad de seleccionar su alimento (4), Tabla 12.

TABLA 11. COMPARACION DE LOS PASTOS ELEFANTE E IMPERIAL EN CUANTO A PRODUCCIÓN DE LECHE Y CONSUMO.

| Pastos   | Leche         | Consumo       |
|----------|---------------|---------------|
|          | kg/día/animal | kg/día/animal |
| Elefante | 10,45         | 55            |
| Imperial | 11,96         | 66            |

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

**TABLA 12. PRODUCCION DE LECHE Y CONSUMO DE FORRAJE VERDE POR VACAS BON EN ESTABULACION Y PASTOREO.**

| TRATAMIENTO                    | Leche       | Consumo         |
|--------------------------------|-------------|-----------------|
|                                | kg/día/vaca | kg/100 kg. peso |
| Elefante                       | 4,5         | 13,4            |
| Elefante + concentrado         | 4,4         | 13,2            |
| Imperial                       | 4,7         | 14,3            |
| Imperial + concentrado         | 5,1         | 14,4            |
| Pastoreo puntero               | 6,1         |                 |
| Pastoreo puntero + concentrado | 6,0         |                 |

#### VALOR NUTRITIVO

Se considera que el valor nutritivo de un pasto depende de dos factores: 1) Su composición química y 2) Su digestibilidad\*.

Estos dos factores varían principalmente con la edad, fertilidad del suelo, especie de pasto, parte de la planta, períodos del año y manejo. Frecuentemente el contenido de proteína cruda se toma como un índice del valor nutritivo de un forraje. En las Tablas 13 y 15 se incluyen datos del efecto de la edad en el contenido de proteína de varios pastos, composición química de los elefantes Marker Patiño e híbrido común y contenido de proteína y minerales en angleton y paré.

TABLA 13. EFECTO DE LA EDAD EN EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA DE VARIOS PASTOS. C.N. I.A. Palmira (7).

| Pastos          | Porcentaje de Proteína |           |            |
|-----------------|------------------------|-----------|------------|
|                 | 4 semanas              | 8 semanas | 12 semanas |
| Coastal bermuda | 11,03                  | 8,75      | 5,60       |
| Pangola         | 10,50                  | 9,45      | 3,14       |
| Elefante        | 10,85                  | 7,26      | 3,41       |
| Guinea          | 10,06                  | 9,28      | 3,76       |
| Sorgo forrajero | 16,45                  | 8,14      | 4,11       |

En la Tabla 13 se observa claramente que el contenido de proteína disminuye al aumentar la edad de los pastos y que frecuentemente hay mayor variación dentro de un pasto a diferentes edades que entre diferentes pastos a la misma edad.

En la Tabla 14 puede observarse que al aumentar la edad disminuye el contenido de proteína y de ceniza (minerales) y se aumenta el contenido de fibra y extracto no nitrogenado (carbohidratos).

Como en los casos anteriores, en la Tabla 15 se observa una disminución en el contenido de proteína al aumentar la edad; además se observa una tendencia a disminuir los contenidos de P, K y Ca.

El efecto de la fertilidad del suelo en la composición química del pasto se ilustra por los datos presentados en la Tabla 16.

En ambas localidades el pasto puntero estaba en condiciones de creci-

miento (prefloración), sin embargo las diferencias en valor nutritivo son muy marcadas y se consideran un reflejo de la composición del suelo (1).

UK  
TABLA 14. COMPOSICION QUIMICA DE LOS ELEFANTES MERKER PATIÑO E HÍBRIDO COMUN EN DOS ESTADOS DE CORTE. C.N.I.A. Palmira (7).

| Pastos y Estado      | Proteína<br>% | Grasa<br>% | Fibra<br>% | E.N.N.<br>% | Ceniza<br>% |
|----------------------|---------------|------------|------------|-------------|-------------|
| <u>Merker Patiño</u> |               |            |            |             |             |
| 5 semanas            | 9,75          | 1,87       | 28,81      | 45,02       | 14,65       |
| 10 semanas           | 4,61          | 1,95       | 34,22      | 48,37       | 10,81       |
| <u>Híbrido Común</u> |               |            |            |             |             |
| 5 semanas            | 9,24          | 1,60       | 28,21      | 46,06       | 14,74       |
| 10 semanas           | 4,79          | 1,65       | 36,24      | 46,25       | 11,06       |

TABLE 15. PORCENTAJE DE PROTEINA, FOSFORO, POTASIO Y CALCIO EN LOS PASTOS ANGLETON Y PARA EN TRES FRECUENCIAS DE CORTE. C.N.I.A. Palmira. \*

| Frecuencia de corte<br>semanas | Angleton |      |      |      | Pará  |      |      |      |
|--------------------------------|----------|------|------|------|-------|------|------|------|
|                                | Proteína | P    | K    | Ca   | Prot. | P    | K    | Ca   |
| 3                              | 8,06     | 0,33 | 1,51 | 0,38 | 10,62 | 0,40 | 1,88 | 0,37 |
| 6                              | 6,69     | 0,25 | 1,18 | 0,37 | 6,75  | 0,33 | 1,75 | 0,33 |
| 9                              | 5,25     | 0,15 | 1,18 | 0,28 | 6,75  | 0,32 | 1,42 | 0,41 |

\* Datos sin publicar del Programa de Pastos y Forrajes del ICA.

TABLA 16. COMPOSICION QUIMICA DEL PASTO PUNTERO QUE CRECE EN DOS SUELOS CON DIFERENTE FERTILIDAD NATURAL.

| Región     | SUELO |          |          |                 |     |      | PASTO       |        |         |         |      |
|------------|-------|----------|----------|-----------------|-----|------|-------------|--------|---------|---------|------|
|            | pH    | M.O<br>% | P<br>ppm | Ca<br>me/100 g. | Mg  | K    | Prot.=<br>% | P<br>% | CA<br>% | CP<br>% | PN** |
| Caucasia   | 4,5   | 2,7      | 2,3      | 1,2             | 2,2 | 0,28 | 3,75        | 0,05   | 0,25    | 7,1     | 40   |
| Valle Sinú | 7,2   | 2,6      | 22,0     | 14,4            | 9,2 | 0,53 | 11,32       | 0,22   | 0,35    | 14,3    | 70   |

\* Cenizas

\*\* Porcentaje de natalidad

En las Tablas 17 y 19 se incluyen ejemplos del efecto de la especie y la edad en la digestibilidad de diferentes pastos. Como se observa en los datos presentados en las Tablas 17 y 18 hay diferencias en digestibilidad de diferentes pastos cosechados en estado similar de crecimiento; la festuca media (*Festuca elatior*) tuvo la mayor digestibilidad en sus diferentes componentes con excepción de la fibra (Tabla 17). Las especies de clima cálido, en general, presentan coeficientes menores de digestibilidad comparados con pastos de clima frío. En términos generales, en este estudio el pangola aparece como de mejor calidad (18).

TABLA 17. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD OBTENIDOS EN SEIS PASTOS A PARTIR DE DOCE ANIMALES (10).

| Nutrientos   | Festuca alta | Festuca media | Kikuyo | Orchero | Raigras anual | Rescate |
|--------------|--------------|---------------|--------|---------|---------------|---------|
| Materia seca | 62,13        | 70,12         | 62,88  | 67,75   | 61,42         | 60,57   |
| Proteína     | 64,66        | 76,14         | 64,29  | 74,28   | 62,86         | 69,69   |
| Fibra        | 69,05        | 71,44         | 67,24  | 72,22   | 68,59         | 63,98   |
| Grasa        | 58,12        | 58,72         | 50,29  | 48,90   | 53,36         | 58,60   |
| E.N.N.       | 62,21        | 71,28         | 61,73  | 67,88   | 62,75         | 58,73   |
| N.D.T.*      | 58,70        | 66,41         | 55,86  | 63,44   | 60,11         | 59,02   |
| N.D.T.**     | 52,89        | 60,02         | 52,05  | 58,27   | 54,14         | 52,75   |

\* N.D.T. en base seca

\*\* N.D.T. basado en equilibrio atmosférico.

Como se puede observar en los datos incluidos en la Tabla 19, en términos generales, la digestibilidad tiende a disminuir al aumentar la edad del pasto.

TABLA 18. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LOS PASTOS GUINEA, PANGOLA, PARA Y PUNTERO CULTIVADOS EN EL VALLE DEL CAUCA\*

| Nutrientes   | Guinea | Pangola | Pará  | Puntero |
|--------------|--------|---------|-------|---------|
| Materia seca | 58,32  | 68,79   | 61,10 | 59,92   |
| Proteína     | 51,27  | 51,19   | 67,63 | 47,28   |
| Fibra        | 67,05  | 75,91   | 63,81 | 70,83   |
| Grasa        | 48,11  | 58,10   | 61,85 | 66,67   |
| E.N.N.       | 65,05  | 70,95   | 62,94 | 62,94   |
| N.D.T.**     | 59,82  | 62,85   | 57,34 | 58,71   |
| N.D.T.***    | 54,73  | 57,39   | 62,11 | 53,78   |

\* Promedio de tres animales para cada pasto. Datos sin publicar del Programa de Ovinos del ICA.

\*\* N.D.T. en base seca

\*\*\* N.D.T. basado en equilibrio atmosférico.

TABLA 19. DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE HOJAS SECAS DE ELEFANTE, GUINEA Y PUNTERO EN TRES FRECUENCIAS DE CORTE. C.N.I.A. Nataima

| Frecuencia de corte | Digestibilidad % |        |         |
|---------------------|------------------|--------|---------|
|                     | Elefante         | Guinea | Puntero |
| 3 semanas           | 67,8             | 63,5   | 54,1    |
| 6 semanas           | 45,1             | 39,3   | 47,0    |
| 9 semanas           | 32,0             | 48,3   | 51,0    |

## FORRAJE CONSUMIDO

El consumo de forraje por el animal depende esencialmente de tres factores:

1. La gustosidad o "palatabilidad" del forraje.
2. La presión de pastoreo o forraje disponible.
3. El efecto del medio sobre el animal.

Lógicamente cuando el forraje es gustoso, el animal consume más; en el caso cuando se compara el consumo de imperial y elefante (Tablas 11 y 12), el imperial es un pasto de mucha gustosidad.

El efecto de la presión de pastoreo sobre la producción por animal, puede notarse de los datos de Ramírez y otros (12), con pastoreo continuo en pasto puntero. Con un animal por hectárea de la raza BON, la ganancia diaria por animal fue de 380 g. y con dos animales por hectárea la ganancia diaria por animal fue de 290 g. En el primer caso hubo subpastoreo (más forraje disponible) y en el caso segundo sobrepastoreo. Los datos incluidos en la Tabla 20 también ilustra este hecho; con uno y dos animales por hectárea hubo subpastoreo, dando al animal la oportunidad de seleccionar su alimento.

TABLA 20. PASTOREO CONTINUO EN PASTO PARA... C.N.I.A. Turipaná (4).

| Detalle                     | Tratamientos (animales por Ha) |       |       |     |
|-----------------------------|--------------------------------|-------|-------|-----|
|                             | 1                              | 2     | 3     | 4   |
| Días experimentales         | 308                            | 308   | 308   | 308 |
| Fprraje disponible*         | 7,3                            | 4,4   | 4,1   | 0,5 |
| Aumento promedio diario, kg | 0,570                          | 0,570 | 0,440 | **  |

\* 6/Ha de forraje verde en períodos de 28 días.

\*\* Los potreros no resistieron una carga de 4 animales por hectárea.

Cuando se considera el efecto del medio sobre el animal, se ha observado que en medios desfavorables los animales son menos productivos como resultado, entre otros factores, de un menor consumo de forraje. Tal es el caso de animales "pastoreando" bajo condiciones de topografía muy pendiente, en donde tienen que recorrer bastante terreno y "gastar" mucha energía para obtener el alimento que necesitan. Las ganancias en peso son bajas y por lo general las zonas pendientes se utilizan en mayor proporción para cría y levante que para ceba. También se tiene el caso de climas demasiado cálidos para ciertas razas de ganado; tal es el caso del Valle del Sinú para el ganado Holstein. Bajo estas condiciones el ganado pasa la mayor parte del tiempo en la siembra y en los pantanos y "pastorean" muy poco, lo cual se refleja en una baja producción.

La precipitación y la temperatura, que son los dos factores ambientales que más influyen en el clima de una región, tienen una gran influencia sobre la adaptación y producción del ganado.

#### CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS DEL ANIMAL.

En las características fisiológicas del animal se deben considerar principalmente tres factores:

1. Edad.
2. Alimentación anterior
3. Herencia.

Es lógico que los animales que se usan para obtener una buena producción de carne, leche o lana, deben estar muy bien adaptados al medio; de una edad adecuada para la producción y reproducción, y poseer buenas características genéticas. Además deben estar provistos de minerales, sal y agua y ser vacunados con la frecuencia y contra las enfermedades que indique un buen programa de sanidad animal. El control de parásitos, tanto internos como externos, debe hacerse con regularidad y según las exigencias de la zona. Los registros de producción son fundamentales en una buena empresa ganadera.

Con un buen manejo de los factores animales y pasto, según el medio ecológico donde se encuentran, se puede aumentar grandemen-

te el porcentaje de natalidad, reducir la mortalidad y aumentar la productividad de carne, leche o lana.

## REFERENCIAS.

1. ALARCON, E. y J. LOTERO. 1969. Establecimiento, fertilización y manejo de las principales gramíneas y leguminosas forrajeras en dos pisos térmicos de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, Bol. Téc. No. 5, pp 31.
2. BAUTISTA, R., J.H. MANER y H. CHAVERRA. 1970. Evaluación de pastos nativos de los páramos bajo cuatro sistemas de pastoreo con ovejas. Revista ICA 5 (2): 149- 155.
3. HERRERA, G., J. BERNAL y J. LOTERO. 1967. Altura de corte en pasto elefante. Agríc. Trop. 23: 521 - 527.
4. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1969. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual de Progreso.
5. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1970. Programa de Pastos y Forrajes. Informe Anual de Progreso.
6. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. S.F. Estudios sobre digestibilidad de pastos. Informe de Progreso, Bogotá Colombia, pp. 18.

7. LOTERO, J. 1967. Relación suelo - planta - animal. Instituto Colombiano Agropecuario. Bol de Div. No. 15 C.N.I.A. Turipaná. p 43 - 49.
8. LOTERO, J., J. BERNAL y G. HERRERA. 1967. Distancia de siembra y aplicación de nitrógeno en pasto elefante. Revista ICA 2 (2): 123 - 133.
9. MOTT, G.O. 1966. Evaluación de la producción de forrajes. En: Forrajes. Ed. por H.D. Hughes, M.R. Heath y D.S. Metcalfe. Co. Edt. Continental, S.A. México.
10. NARANJO, A. 1965. Digestibilidad aparente de seis gramíneas de clima frío. Tesis de Grado. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Manizales.
11. POSADA, S. 1961. Valor comparativo y consumo de pastos imperial (Axonopus scoparius) y elefante (Pennisetum purpureum) en la producción de leche en vacas Holstein. Univ. Nal. Fac. de Agronomía, Medellín, Tesis de Grado.
12. RAMIREZ, A. et al. 1968. El pastoreo continuo en el pasto puntero. Agric. Trop. 24: 657 - 663.

13. RAMIREZ, S. et al 1966. Comparaciones de kikuyo y trébol blanco en una mezcla de gramíneas y tréboles para vacas lactantes en pastoreo. Instituto Colombiano Agropecuario. Día de Campo. Ciencias Animales, Tibaitatá.
  
14. VILLAMIZAR, F. y J. LOTERO. 1967. Respuesta del pasto pangola a diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Revista ICA, 2 (1): 57 - 70.

FACTORES ECOLOGICOS EN LA PRODUCCION DE  
FORRAJES

Javier Bernal  
Fernando Villamizar  
Sigifredo Monsalve  
Jaime Lotero \*

INTRODUCCION.

La productividad de las plantas depende de la constitución genética y de las condiciones ambientales se llama Ecología, entendiéndose por medio ambiente "el complejo de factores que ejercen influencia sobre los organismos vivos".

En el cultivo de los pastos es de gran importancia conocer como reaccionan las diferentes especies a la influencia de determinados factores ecológicos o ambientales. Estos factores se dividen en climáticos, edáficos y bióticos.

FACTORES CLIMATICOS.

TEMPERATURA.

La temperatura afecta el crecimiento y metabolismo de los

---

\* I.A., Ph.D. Director División de Semillas ICA, Bogotá. I.A.,M.S. Gerente Regional No. 7 ICA Bucaramanga. I.A.,M.S. Programa de Pastos y Forrajes, Estación Experimental "El Nus" ICA Antioquia. I.A.,Ph.D. Gerente Regional No. 4 ICA, Medellín, respectivamente.

pastos. Se ha demostrado que la temperatura afecta los procesos de fotosíntesis, respiración, transpiración, absorción de agua y nutrientes, actividad de las enzimas, etc. de los cuales depende la producción de materia seca.

La mayoría de los pastos están adaptados para un crecimiento óptimo dentro de un margen relativamente estrecho de temperaturas diurnas, de 22 a 35 grados centígrados. Pueden resistir períodos cortos de temperaturas extremas, tanto altas como bajas, especialmente si el descenso de temperatura es gradual y si los períodos de calor son de corta duración.

En el trópico el factor que más determina la temperatura es la altura sobre el nivel del mar, aunque condiciones locales como vientos, montañas, corrientes de agua, etc. pueden tener influencia significativa. En Colombia los climas cálidos de más de 24 grados centígrados de temperatura promedio, se encuentran entre 0 y 100 metros sobre el nivel del mar; los climas templados con temperaturas entre 17 y 23 grados centígrados se encuentran entre 1.100 y 2.200 metros sobre el nivel del mar y los climas fríos de menos de 17 grados centígrados a más de 2.200 metros sobre el nivel del mar.

#### LUZ.

La producción de las plantas es el resultado de los factores ambientales actuando sobre un proceso fotoquímico, la fotosíntesis. La energía radiante que no es usada en la fotosíntesis se transforma en energía calórica y se emplea para la evaporación del agua desde la

planta en el proceso de la transpiración.

La cantidad de luz interceptada por la superficie foliar determina la eficiencia de utilización de ésta. Debido a que la cantidad de follaje que poseen las plantas forrajeras es muy variable de acuerdo con el grado de corte o pastoreo, éstos factores de manejo están íntimamente relacionados con la velocidad de crecimiento de las plantas forrajeras.

Para la producción de forrajes es de gran importancia el mantenimiento de un área foliar capaz de interceptar una gran proporción de la luz incidente. Cuando el índice de Área foliar (IAF), definido como "el área foliar por unidad de superficie de terreno", está por debajo de cierto nivel no se utiliza toda la luz disponible y en consecuencia el crecimiento es lento. Con valores de IAF muy altos ocurre un autosombreamiento que también puede causar una reducción sustancial del crecimiento. Para un crecimiento óptimo de las plantas forrajeras se requiere una cantidad de hojas suficiente para interceptar el 95 por ciento de la luz incidente. Este IAF se llama crítico y varía con la especie; por ejemplo para el maíz el IAF crítico es de 7.5 y para trébol blanco es de 3.5. Las prácticas de manejo de pastos que permitan mantener áreas foliares óptimas para una máxima interceptación de la luz incidente serán por lo tanto, las que conduzcan a una mayor productividad de los forrajes.

La duración de la luz diurna o fotoperíodo, también es importante en la producción de forrajes. En Colombia muchos pastos, espe-

cialmente de clima frío, permanecen en estado vegetativo o producen escasa cantidad de semilla de baja calidad porque las horas de luz no son suficientes para inducir la floración y producir semillas fértiles. En la Figura 1 puede observarse la influencia del fotoperíodo en la formación de inflorescencias en pasto angleton. Esto indica que cada especie requiere un período de iluminación determinado para florecer y producir semilla.

#### HUMEDAD.

El agua es uno de los factores ecológicos de mayor importancia. La cantidad y distribución de la precipitación determinan en gran parte la adaptación de una especie forrajera particular a un medio dado.

Las especies varían notablemente en su tolerancia a la sequía. La capacidad de las plantas para obtener agua del suelo cuando la disponibilidad es limitada, está relacionada con la profundidad y extensión del sistema radical. Así, bajo condiciones similares, los pastos se secarán más rápido que las leguminosas de sistema radical profundo como la alfalfa o kudzú.

Los principales factores que determinan las necesidades de agua de las plantas son: 1) la precipitación; 2) La evapotranspiración; y 3) El agua almacenada en el suelo y que está disponible para las plantas. Estos tres factores dan una estimación más real de las condiciones climáticas de una región que el solo dato de precipi-

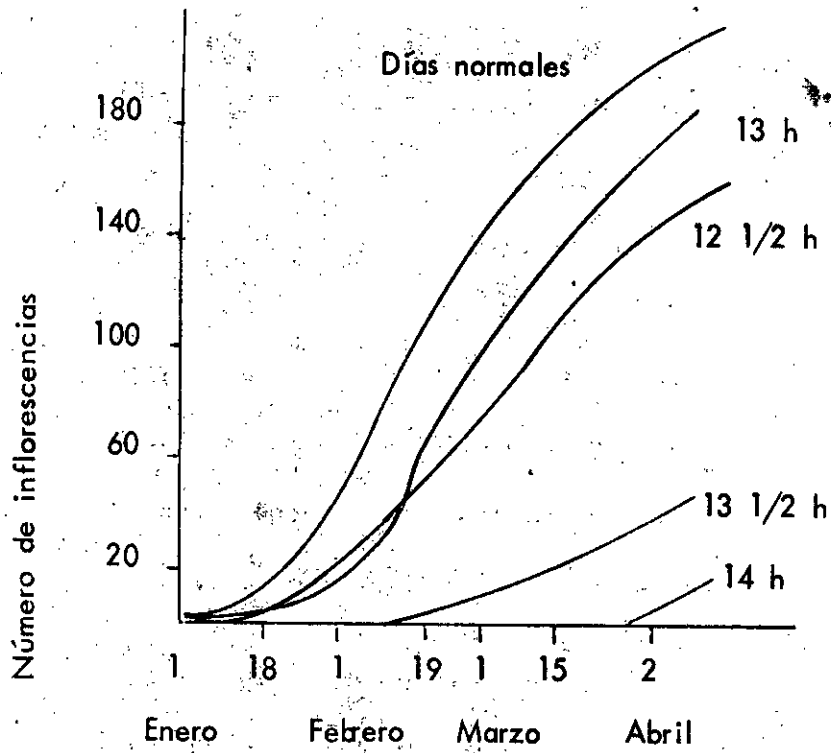


FIGURA 1. Influencia del fotoperíodo en la formación de inflorescencias en pasto angleton.

tación. La capacidad de almacenamiento de agua de los suelos depende de la textura y estructura; así, los suelos arcillosos como también aquellos con alto contenido de materia orgánica tienen mayor capacidad de retención de agua que los suelos arenosos.

#### LA ATMOSFERA.

La atmósfera es la capa de aire que rodea la tierra y está constituida por una mezcla de gases. Considerando las plantas, los componentes más importantes de la atmósfera son: el oxígeno, el anhídrido carbónico y el vapor de agua.

Desde el punto de vista práctico, en el campo no se presentan limitaciones para el crecimiento de las plantas debidas a deficiencias o excesos de  $O_2$  y  $CO_2$  para la parte aérea; sin embargo en el suelo se puede presentar simultáneamente una deficiencia de  $O_2$  y un exceso de  $CO_2$  causadas por un mal drenaje o inundación, los cuales pueden interferir con el metabolismo normal de las raíces.

La humedad del aire o sea el vapor de agua contenido en la atmósfera, regula en gran parte la pérdida de agua por las plantas y el suelo. El efecto del agua en el medio está fuertemente influido por la temperatura. De dos regiones que tengan la misma precipitación, la más cálida es también la más seca en sentido ecológico.

### FACTORES EDAFICOS.

El suelo es la parte superior de la corteza terrestre en la cual crecen las plantas; se puede definir como una mezcla dinámica de materiales inorgánicos, orgánicos, aire y agua.

### PERFIL DEL SUELO.

Cuando se hace un corte vertical de un suelo, se observan capas denominadas horizontales, los cuales tienen propiedades variables y pueden tener subdivisiones según la naturaleza del suelo.

El horizonte superior (A), corresponde al de máxima actividad biológica y máximo lavado, el sub-adyacente (B) es el horizonte de máxima acumulación de los materiales lavados del A y el horizonte inferior (C) corresponde al material parental (roca madre) no descompuesto, aunque si puede estar desintegrado.

Desde el punto de vista agrícola y de fertilidad, el horizonte A es el más importante, porque las plantas desarrollan allí la mayor parte de sus raíces; porque la actividad biológica del suelo se concentra en él, y porque es el más rico en nutrientes. La conservación de este horizonte es de gran importancia ya que, se deteriora y se destruye por las quemas, la erosión y el mal manejo.

En un suelo bajo condiciones ideales el horizonte A debe estar constituido por 45 por ciento de material inorgánico, 5 por ciento de materia orgánica, 25 por ciento de agua y 25 por ciento de aire.

## TEXTURA

Hace referencia a las diferentes proporciones de separados en la fracción mineral del suelo, denominándose los separados de la manera siguiente: Arenas, si sus tamaños son de 2,00 a 0,05 mm. de diámetro. Limos, si sus tamaños son de 0,05 a 0,002 mm. de diámetro. Arcillas, si sus tamaños son menores de 0,002 mm. de diámetro.

De acuerdo con el separado que domine en el suelo, éste recibe un nombre especial o textural; así por ejemplo, si domina la arena, el suelo se denomina arenoso o liviano; si domina la arcilla, se denomina arcilloso o pesado, y si hay una mezcla adecuada de los tres separados se denomina franco o mediano.

Entre algunas de las propiedades del suelo que están relacionadas con su textura, se pueden citar: facilidad de laboreo o preparación, susceptibilidad a la erosión, facilidad de germinación de las semillas y penetración de las raíces, contenido y retención de nutrientes; contenido, retención y penetración del agua y aireación.

## ESTRUCTURA.

Con este término se denomina el arreglo de las partículas sólidas de un suelo. Una estructura bien desarrollada indica generalmente la presencia de arcilla y materia orgánica, las cuales tienen propiedades aglutinantes. Los distintos arreglos estructurales se denominan granular, en placas, en bloques y prismáticos; el más deseable es el tipo granular.

La estructura se destruye cuando un suelo que contiene arcillas se ara estando húmedo. Este proceso reduce el volumen de poros para la aireación y retención de agua y deja la superficie del suelo en un estado indeseable de terrones.

#### COLOUR.

Esta propiedad está estrechamente relacionada con el contenido de materia orgánica y la naturaleza química de los compuestos de hierro presentes. La presencia de colores oscuros generalmente está asociada con altos contenidos de materia orgánica y los colores rojos, amarillos y en general brillantes, están asociados con la buena aireación del suelo y en consecuencia con buenos estados de drenaje interno del suelo. En suelos altos en compuestos de hierro oxidados, el color oscuro de la materia orgánica generalmente es enmascarado por los colores rojos y amarillos de estos compuestos. Los colores grises y azulados generalmente indican condiciones pobres de drenaje interno y aireación.

#### PERMEABILIDAD.

Esta propiedad se refiere a la rapidez con la cual se mueve el agua desde la superficie del suelo al interior de este y a través de los poros.

La permeabilidad depende principalmente de la textura, estructura y espacio poroso. Tiene influencia en la aireación y capacidad del suelo para retener agua.

#### CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA.

La propiedad del suelo para retener agua depende principalmente de su textura, estructura, permeabilidad y contenido de materia orgánica. Se considera que el agua del suelo aprovechable para el crecimiento de las plantas es la que se encuentra en los poros capilares y su contenido varía entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente.

La capacidad de campo ha sido empíricamente definida como la cantidad de agua que permanece en un suelo bien drenado, 24 horas después de una lluvia fuerte o irrigación. El punto de marchitamiento permanente es aquel contenido de humedad del suelo en el cual las plantas se marchitan y no se recuperan.

El manejo adecuado de los suelos implica el mejoramiento y conservación de aquellas características físicas deseables, susceptibles de ser mejoradas, para tener un medio apropiado para el crecimiento de las plantas.

#### PROPIEDADES QUIMICAS.

Las propiedades básicas de un suelo resultan de la combinación de sus características o propiedades físicas y químicas. La naturaleza química del suelo controla el suplemento y disponibilidad de los nutrientes para el crecimiento de las plantas. La mayor parte de la actividad química de un suelo depende del contenido y naturaleza

de la arcilla y de la materia orgánica bien descompuesta. Las partículas individuales de estas fracciones son pequeñas; usualmente menores de 0,002 mm. de diámetro y están íntimamente ligadas, constituyendo la fracción coloidal del suelo.

#### CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES.

Este fenómeno se refiere a la cantidad total de cationes (Ca, Mg, K, Na) que un suelo puede adsorber por el fenómeno de intercambio. Usualmente se expresa como miliequivalente por 100 gramos de suelo seco. A mayor capacidad de intercambio mayor potencial de fertilidad del suelo, aunque otros factores tales como clase de cationes presentes, acidez y alcalinidad también están involucrados.

La capacidad de intercambio de cationes depende principalmente del contenido y naturaleza de la arcilla, contenido de materia orgánica y pH. En los suelos tropicales, con algunas excepciones, predomina la caolinita y los hidróxidos de hierro y aluminio en la fracción arcillosa y su capacidad de intercambio de cationes es generalmente baja.

La materia orgánica del suelo resulta de la acumulación de residuos de plantas y animales; cuando está bien descompuesta recibe el nombre de "humus" y en estado coloidal tiene una capacidad de intercambio de cationes de 200 m.e./100 gramos, aproximadamente. Además de ser una fuente de nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre, la

materia orgánica tiene influencia sobre algunas propiedades del suelo, tales como estructura, porosidad, retención de agua, retención de cationes intercambiables, población de microorganismos y fijación de fósforo.

Por las características deseables que imparte al suelo, la materia orgánica debe conservarse y tratar de aumentarse. En Colombia se ha encontrado que la materia orgánica tiende a aumentar con la altura sobre el nivel del mar y con la disminución de la temperatura (Tabla 1).

TABLA 1: CONTENIDO PROMEDIO DE MATERIA ORGANICA EN SUELOS DE VARIAS REGIONES DE COLOMBIA.

| Región            | Altura media<br>m.s.n.m. | Temperatura<br>°C | M.O.<br>% |
|-------------------|--------------------------|-------------------|-----------|
| Sabana de Bogotá  | 2.600                    | 12                | 19,80     |
| Zona Cafetera     | 1.400                    | 21                | 9,80      |
| Valle del Cauca   | 1.000                    | 24                | 4,20      |
| Llanos Orientales | 500                      | 26                | 3,00      |
| Costa Atlántica   | 50                       | 28                | 2,40      |

### BASES INTERCAMBIABLES.

El término bases intercambiables o total de bases intercambiables, se refiere a la suma de los cationes Ca, Mg, K y Na que posee un suelo en forma intercambiable. Por el proceso de intercambio de cationes estas bases pasan a la solución del suelo de allí son absorbidas por las plantas.

Dentro de ciertos límites, a mayor saturación de complejo de intercambio con bases corresponde una mayor fertilidad del suelo. Debe existir cierto equilibrio entre las bases intercambiables para una adecuada nutrición de las plantas. Cuando el complejo de cambio está saturado principalmente con Na se presentan problemas.

### REACCIÓN DEL SUELO O pH

El pH del suelo es una medida de su acidez o alcalinidad. Un pH de 7,0 es neutro, valores más bajos indican acidez y valores más altos alcalinidad. Los valores de pH en el suelo son:

|                       |          |     |       |
|-----------------------|----------|-----|-------|
| Extremadamente ácido  | menos de | 4,5 |       |
| Muy fuertemente ácido |          | 4,5 | - 5,0 |
| Fuerte ácido          |          | 5,1 | - 5,5 |
| Medianamente ácido    |          | 5,6 | - 6,0 |
| Ligeramente ácido     |          | 6,1 | - 6,5 |
| Neutro                |          | 6,6 | - 7,3 |

|                          |          |     |       |
|--------------------------|----------|-----|-------|
| Suavemente alcalino      | 7,4      | -   | 7,8   |
| Moderadamente alcalino   | 7,9      | -   | 8,4   |
| Fuertemente alcalino     | 8,5      | -   | 9,0   |
| Muy fuertemente alcalino | Mayor de | 9,0 | - 9,0 |

La acidez del suelo se corrige con la aplicación de cal; la cantidad y frecuencia de aplicación de cal depende principalmente del cultivo que se va a sembrar, pH del suelo, aluminio intercambiable, textura, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio de cationes y porcentaje de saturación con bases.

En cuanto a los suelos salinos y sódicos, su recuperación puede incluir una serie de tratamientos como lavado y remoción de sales, aplicación de materia orgánica, aplicación de azufre, yeso, sulfato de aluminio, etc. El tratamiento indicado depende de la naturaleza de las sales y de la saturación del complejo de cambio con sodio.

La reacción tiene influencia sobre algunas propiedades del suelo, disponibilidad de nutrientes para las plantas y crecimiento de éstas. Entre los principales efectos se pueden mencionar:

1. Disponibilidad del P, Ca, Mg, K y Mo. A pH bajo (suelos ácidos) el P es precipitado por el Fe y Al que se encuentran en solución. Cuando el complejo de cambio está saturado principalmente con H y Al, hay menor retención y mayor deficiencia de Ca, Mg y K. El Mo es menos disponible en suelos ácidos.

2. N. aprovechable. De 97 a 98 por ciento del N aprovechado por las plantas proviene de la materia orgánica y ésta tiene que ser descompuesta por microorganismos, para producir amonio y nitratos que son las formas más utilizadas por las plantas. A pH bajo la actividad de estos microorganismos se restringe seriamente.
3. Efectos tóxicos. A pH bajo, el Al y el Mn pueden ser tóxicos para las plantas. A pH alto, en suelos saturados con Na, este elemento puede ser tóxico.
4. Fijación de N por las bacterias en los nódulos de las raíces de las leguminosas. Cuando el pH es bajo, la fijación del N atmosférico se reduce y aún se puede inhibir.
5. Disponibilidad de elementos menores. Todos los elementos menores, con excepción del Mo, son más disponibles a valores bajos de pH; en suelos neutros, alcalinos y calcáreos se puede presentar deficiencia de ellos.
6. Estructura del suelo. Un suelo saturado con Na pierde su estructura por la dispersión de los coloides. La infiltración se reduce o no existe y el espacio poroso se reduce considerablemente.

Con algunas excepciones, el mejor intervalo de pH para el crecimiento de la mayoría de las plantas se encuentra entre 5,5 y 6,5

y uno de los objetivos de un buen programa de manejo de suelos es el tratar de manter el pH dentro de estos limites.

De acuerdo a la adaptación a la reacción del suelo los pastos se pueden dividir en dos grupos:

Pastos que toleran alta acidez del suelo: puntero, pangola, braquiaria, elefante, caña forrajera, micay, imperial, gordura.

Pastos que exigen suelos cercanos a la neutralidad: angleton, coastal bermuda, buffel.

Con respecto a las leguminosas, éstas son más exigentes que los pastos y requieren un pH que varía de 6,0 a 7,0.

#### FERTILIDAD.

La fertilidad de un suelo puede definirse como una cualidad de éste para suministrar los nutrientes apropiados, en cantidades adecuadas y balanceadas para el crecimiento de las plantas cuando otros factores como la luz, temperatura, humedad y condiciones físicas son favorables.

Para determinar el estado de fertilidad se emplea el análisis químico del suelo, por medio del cual se determina la acidez o pH, nitrógeno total, materia orgánica, fósforo aprovechable, capacidad de intercambio de cationes, bases intercambiables (Ca, Mg, K, y Na) y Al intercambiable.

## FACTORES BIOTICOS.

Factores bióticos son aquellos representados por otros seres vivos que conviven con los pastos en el mismo medio. Los agentes bióticos pueden ser favorables o desfavorables para la producción de los pastos. Los principales factores bióticos que influyen en el crecimiento y producción de los pastos son los microorganismos, los animales y otras plantas.

Los microorganismos pueden ser benéficos y perjudiciales; son benéficos aquellos que intervienen en reacciones del suelo que conducen a la liberación de nutrientes contenidos en la materia orgánica, o los que fijan el N del aire ya sea simbiótica o autotróficamente. Pueden ser perjudiciales si son patógenos, como los virus, hongos y bacterias que causan enfermedades.

Los animales pueden también favorecer o perjudicar el desarrollo de los pastos. Algunos como las lombrices ayudan a mejorar las condiciones de aireación e infiltración y transportan material de un sitio a otro; los insectos en muchos casos ayudan a la polinización y son en ese aspecto necesarios para completar el ciclo reproductivo de muchas especies. Otros insectos son perjudiciales y a veces ocasionan daños graves.

Los animales superiores en su mayor parte son perjudiciales para los pastos pues, o se alimentan de ellos o simplemente los destruyen por pisoteo. Los animales devuelven al suelo en forma de excrementos.

to y residuos orgánicos, parte de los nutrientes que toman de los pastos, que posteriormente pueden ser utilizados por el mismo pasto.

Algunas plantas superiores como las leguminosas forman mezclas útiles con los pastos, en las cuales la leguminosa mejora la calidad del forraje y proporciona al pasto parte del N fijado simbióticamente de la atmósfera. Otras plantas, por el contrario, compiten con los pastos por espacio, agua, luz y nutrientes; éstas son las malezas que en algunos casos pueden incluso desplazar a las especies útiles si no se controlan y se da al pasto un manejo adecuado.

El hombre llega a constituirse en uno de los principales factores bióticos en la producción de forrajes, ya que del manejo que se le da a las praderas dependerá su productividad.

#### CLASIFICACION DE LAS FORMACIONES ECOLOGICAS.

Desde el siglo pasado los ecólogos han ideado varios sistemas de clasificación de la vegetación del mundo. Hasta el momento ningún sistema ha recibido un apoyo general. De manera similar los edafólogos y los meteorólogos han tratado de clasificar los suelos y los climas del mundo, pero con resultados similares a los ecólogos.

Uno de los sistemas de clasificación más comunes es el de Holdridge que distingue "formaciones climáticas" solamente, dejando los efectos de las condiciones edáficas para divisiones subordinadas.

Para este sistema, la definición para formación es: "Un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo".

En la Figura 2 se incluye la clasificación ecológica de las formaciones del mundo propuesta por Holdridge y basada en los factores climáticos de mayor importancia que son la temperatura y la precipitación. Esta clasificación divide el mundo en 100 formaciones diferentes.

Las principales formaciones que se encuentran en Colombia y su extensión se incluyen en la Tabla 2.

Desde el punto de vista de la ganadería las formaciones ecológicas más importantes son:

Bosque seco tropical (bs-T).

La extensión aproximada de esta formación es de 200. 574 km<sup>2</sup>; la temperatura media superior a 24°C y un promedio de lluvia anual entre 1.000 y 2.000 mm. Se presenta en zonas con elevación entre 0 y 1.100 metros sobre el nivel del mar. El bs-T es una de las mejores formaciones ecológicas para la ganadería; en la costa Atlántica y en los valles del Cauca y del Alto Magdalena se encuentran las mejores ganaderías de carne, especialmente donde se cuenta con riego suplementario; en esta formación se facilita el establecimiento de

explotaciones intensivas. En sitios con limitaciones edáficas como los Llanos nororientales se tiene ganadería de cría pero también se ceba en las vegas de los grandes ríos. En toda la formación se encuentran algunas explotaciones de lechería rentables.

Bosque húmedo tropical (bh-T).

Ocupa un área de 310.578 km<sup>2</sup>, tiene una temperatura media superior a 24°C y un promedio de lluvia anual entre 2.000 y 4.000 mm. En Colombia se encuentra desde el nivel del mar hasta 1.000m. de altura aproximadamente. La ganadería de todo tipo es una actividad común en la formación, aunque no es tan apropiada como el bs-T para este tipo de explotación. En algunas zonas es recomendable establecer cultivos permanentes como palma africana, cacao, banano, etc. no explotar racionalmente los recursos forestales.

TABLA 2. FORMACIONES ECOLOGICAS DE COLOMBIA, AREA Y LOCALIZACION.

| Formación                 | Símbolo | Area<br>km <sup>2</sup> | Localización en el país  |
|---------------------------|---------|-------------------------|--|
| Maleza desértica tropical | md-T    | 3820                    | Guajira  |
| Monte espinoso tropical   | me-T    | 6795                    | Guajira, Santa Marta, cañones de los ríos Chicamocha y Cabrera |

TABLA 2. (Continuación)

| Formación                     | Símbolo | Area<br>km <sup>2</sup> | Localización en el país   |
|-------------------------------|---------|-------------------------|---|
| Bosque muy seco tropical      | bms-T   | 19240                   | Guajira, valle del Cesar, zona de Barranquilla y Cartagena, río Patía, zonas de Neiva, Villavieja, Aguachica y Zulia. |
| Bosque seco tropical          | bs-T    | 200574                  | Llanura del Caribe, Llanos del Tolima y Huila, Valle del Cauca, Llanos nororientales y algunas cuencas interiores.    |
| Bosque húmedo tropical        | bh-T    | 310578                  | Valle medio del Magdalena, Urabá, Zulia, Guaviare, putumayo, Tumaco, Amazonas.  |
| Bosque muy húmedo tropical    | bmh-T   | 82430                   | Vertiente del Pacífico  |
| Bosque pluvial tropical       | bp-T    | 15682                   | Cuenca del Pacífico, Chocó  |
| Monte espinoso subtropical    | me-ST   | 300                     | Cuenca del río Chicamocha   |
| Bosque seco subtropical       | bs-ST   | 6036                    | Cabrera (Huila), Patía y otras zonas de Nariño  |
| Bosque húmedo subtropical     | bh-ST   | 33515                   | Zona cafetera   |
| Bosque muy húmedo subtropical | bmh-ST  | 41580                   | Parte de la zona cafetera   |
| Bosque pluvial subtropical    | bp-ST   | 32343                   | Vertiente oriental de la cordillera oriental y vertiente occidental de la cordillera occidental                       |

TABLA 2. (Continuación)

| Formación                      | Símbolo | Area<br>km <sup>2</sup> | Localización en el país  |
|--------------------------------|---------|-------------------------|--|
| Bosque seco montano bajo       | bs-MB   | 10785                   | Sabana de Bogotá, zonas de Boyacá  |
| Bosque húmedo montano bajo     | bh-MB   | 10168                   | Zonas de la cordillera oriental, valle de Rionegro (Ant.) vertiente del río Juanambú |
| Bosque muy húmedo montano bajo | bmh-MB  | 45218                   | Parte de la vertiente de los Andes   |
| Bosque pluvial montano bajo    | bp-MB   | 16907                   | Vertiente oriental de la cordillera oriental.  |
| Bosque húmedo montano          | bh-M    | 8265                    | Zonas de páramo  |
| Bosque muy húmedo montano      | bmh-M   | 12357                   | Zonas de páramo  |
| Bosque pluvial montano         | bp-M    | 13925                   | Zonas más altas de la cordillera de los Andes:                                       |
| Subalpino, Alpino y Nival      |         |                         | Picos nevados de las cordilleras y Sierra Nevada.                                    |

Sistema de Clasificación de las  
FORMACIONES VEGETALES O ZONAS DE VIDA NATURAL DEL MUNDO

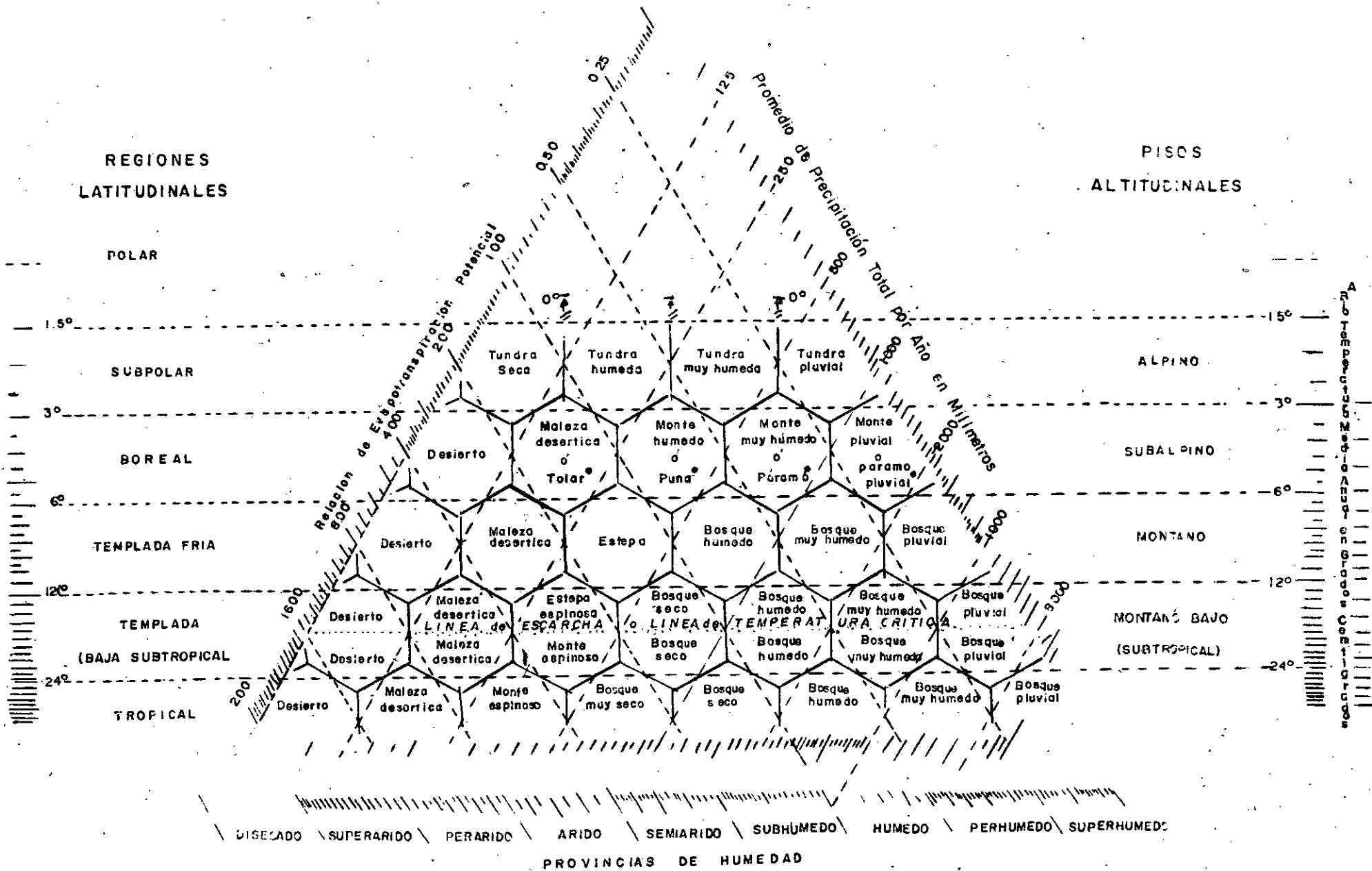


FIGURA No. 2

Bosque húmedo subtropical (bh-ST).

Esta formación tiene una extensión aproximada de 33.515 km<sup>2</sup>, tiene como límites climáticos una temperatura media anual entre 18 y 24°C y un promedio anual de lluvias entre 1.000 y 2.000 mm.; se encuentra aproximadamente entre 1.000 y 2.100 metros sobre el nivel del mar. En esta formación se encuentra mucha parte de la llamada zona cafetera; la ganadería es abundante pero predominantemente de tipo familiar; los suelos pendientes dificultan la explotación intensiva y la adaptación de razas especializadas; la zona es densamente poblada, de ahí la importancia de mejorar la agricultura y la ganadería en esa formación.

Bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST).

La formación tiene una extensión de 41.580 km<sup>2</sup>. Las características climáticas son similares a las del bh-ST pero la precipitación es mayor, entre 2.000 y 4.000 mm. También forma parte de la zona cafetera con las mismas características de explotación, suelos, población; etc. que el bh-ST. La agricultura y la ganadería deben ser racional y técnicamente explotadas pues debido a la alta precipitación y a la pendiente de los suelos se presentan fácilmente zonas de erosión.

Bosque seco montano bajo (bs-MB)

Aunque el área ocupada por esta formación no es demasiado considerable, 10.785 km<sup>2</sup>, es una de las zonas más pobladas y más aptas

para agricultura intensiva y producción de leche. Tiene una temperatura entre 12 y 19°C y un promedio anual de lluvias entre 500 y 1.000 mm. Se encuentra esta formación entre 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar. Comprende zonas como la sabana de Bogotá y los altiplanos de Boyacá y Narino; cuando se tiene riego suplementario es la formación más adecuada para explotaciones intensivas de lechería; la producción de pastos puede ser muy buena y las razas especializadas en producción de leche se adaptan muy bien en este medio. En agricultura se producen cereales, papa, hortalizas, frutales etc.

Bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

Tiene un área de 10.168 km<sup>2</sup> y se encuentra cerca de la sabana de Bogotá, en algunas zonas de Narino y Boyacá y en oriente Antioqueño. Es de características muy similares al bs-MB, pero la precipitación es entre 1.000 y 2.000 mm. Es también una zona bastante poblada y muy apta para la producción de leche en forma intensiva.

En general se encuentra ganadería en casi todas las formaciones ecológicas de Colombia, en muchos casos en formaciones donde es recomendable tener este tipo de explotaciones. Sin embargo, como la ganadería en esas zonas cumple un importante papel al suministrar carne y leche a la población, es necesario dar alternativas de manejo y producción que aumenten la productividad de esas zonas. De igual manera debe darse alternativas y soluciones a las zonas más aptas para la

producción, pues en ellas se produce la mayor cantidad de carne y leche que van a satisfacer la creciente demanda de los centros urbanos y en algunos casos a producir divisas para la exportación.

## REFERENCIAS.

1. BLAIR, E. 1965. Manuel de riegos y avenamiento. IICA. Zona Andina. Lima Perú. 364 p.
2. BLASCO, M. 1968. Propiedades químicas de los suelos del valle del Cauca. Curso de Administración Ganadera. SAG.
3. BLASER, E. 1966. Sistemas de explotación en pastoreo. En: Forrajes. CECSA. México, p. 601 - 612.
4. CLARKE, G.L. 1958. Elementos de Ecología. Ed. Omega. Barcelona 615 p.
5. ESPINAL, S. y E. MONTENEGRO. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 201 p.
6. GONZALEZ, A. 1968. Algunas propiedades físicas de los suelos. Curso de Administración Ganadera. SAG.
7. HESKETH, J.D. and R.B. MUSGRAVE. 1962. Photosynthesis under field conditions. IV. Light studies with individual corn leaves. Crop. Sci. 2: 311 - 315.

8. HOLDRIDGE, L.R. 1953. Curso de Ecología Vegetal. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Ministerio de Agricultura, San José de Costa Rica. 47 p.
9. HOLDRIDGE, L.R. 1947. Determination of woels plant formations simple climatic data. Science 105, No. 2727, p. 367 - 368'
10. LANDE, H.M. 1964. Plant response to high temperatures. En: Forage plant physiology and soil - range relationships. A.S.A. Special Publication No. 5. p. 15 - 31.
11. LOTERO, J. 1965. Métodos empleados para determinar el estado de fertilidad de los suelos. Agric. 21: 518 - 530.
12. LYON, L.T., H.O. BUCKMAN and N.C. BRADY. 1952. The nature and properties of soils. The McMillan Co., New York.
13. MARIN, G. y J. GOMEZ. 1966. Algunos aspectos del análisis de suelos, IV. La interpretación del análisis. Agric. Trop. 22: 368 - 379.
14. MOSS, D.N., R.B. Musgrave and E.R. LEMON. 1962. Photosynthesis under field conditions. III. Some effects of lighth, carbon dioxide, temperature, and soil moisture on photosynthesis, respiration and transpiration of corn. Crop. Sci. 1: 83 - 87.

15. SPRAGUE, V.G. y D.E. McCLOUD. 1966. Los factores climatológicos en la producción de forraje. En: forrajes, CECSA, México, p. 397 - 406.
16. THOMPSON, L.M. 1962. El suelo y su fertilidad. Editorial Reverté, S.A. Barcelona.

**ALGUNOS ASPECTOS DE FISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAJERAS \***

Javier Bernal E. \*\*

**INTRODUCCION.**

El crecimiento de las plantas forrajeras, gramíneas o leguminosas, está influenciado por las condiciones ambientales a las cuales se hallan expuestas. El clima de un área tiene una marcada influencia en la productividad de las plantas que crecen en dicha zona. Es necesario conocer la respuesta fisiológica de cada especie a las condiciones ambientales para poder formular un sistema racional de manejo (11, 13).

**FACTORES AMBIENTALES MAS IMPORTANTES.**

Los factores ambientales que ejercen mayor influencia en el crecimiento de los forrajes son: luz, temperatura y humedad.

---

\* Contribución del Programa Nacional de Pastos y Forrajes del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

\*\* I.A., Ph.D. Director Programa Nacional de Pastos y Forrajes, Centro Experimental Tibaitatá, Apartado Aéreo 151123 El Dorado, Bogotá.

## LUZ

Los factores de la luz que influyen en el crecimiento de las plantas se pueden separar en tres factores: intensidad, calidad y duración.

## Intensidad.

Las plantas responden a diferente manera a los aumentos de intensidad de la luz, mientras algunas especies aumentan la tasa de fotosíntesis al aumentar la intensidad de la luz, otras muestran una rápida saturación y como consecuencia una ausencia de respuesta a dichos aumentos. De acuerdo con la respuesta a la intensidad de la luz, la mayor parte de las plantas comunes se pueden clasificar en tres categorías: primera, plantas cuyas hojas aumentan la tasa de fotosíntesis al aumentar la intensidad de la luz hasta llegar al máximo de luz solar, que presentan una marcada respuesta a la luz a bajas intensidades y una rápida tasa de fotosíntesis con luz brillante, como maíz (Zea Mayz), Caña de Azúcar (Saccharum officinarum), Sorgo Forrajero (Sorghum vulgare) Y GRAN parte de los pastos tropicales.

La segunda categoría está representada por plantas que no responden apreciablemente a intensidades mayores de 1/3 de la máxima luz solar y tienen una tasa de fotosíntesis aproximadamente la mitad de la del grupo anterior, entre estas se encuentran el pasto azul orchoro (Dactylis glomerata), Trébol rojo (Trifolium pratense)

y la mayor parte de las plantas cultivadas. El tercer grupo comprende plantas que se saturan con aproximadamente  $1/4$  de la máxima luz solar y a él pertenecen las llamadas "plantas de sombra", que crecen lentamente y muchas especies maderables (4, 11).

Las especies que responden a la luz de alta intensidad presentan mayores tasas de fotosíntesis a todas las intensidades de luz. Se ha comprobado que las hojas individuales de la mayor parte de las leguminosas y pastos de zona templada, se saturan a intensidades menores que los pastos tropicales. En pastos de la zona templada la saturación de hojas individuales puede ocurrir a intensidades de luz de 20.000 a 30.000 lux, mientras que la saturación no se presenta en la mayor parte de los pastos tropicales hasta 60.000 lux o más. La conversión de energía solar en el punto de saturación es de menos de 3 por ciento en pastos de zona templada, comparado con 5 a 6 por ciento para los pastos tropicales; por lo tanto los pastos tropicales tienen un potencial fotosintético mayor y valores de saturación más altos (11, 13).

Los dos grupos de plantas forrajeras también difieren bioquímicamente. Los pastos tropicales aparentemente no tienen fotorespiración y el punto de compensación (o mínima concentración de  $\text{CO}_2$  a la cual pueden fotosintetizar en una atmósfera confinada) es muy bajo, de aproximadamente 5 ppm. En los pastos de zona templada y leguminosas se presentan fotorespiración cuando se exponen a la luz, y el punto de compensación es de 50 a 60 ppm de  $\text{CO}_2$  (11, 13).

Los pastos tropicales tienen un mecanismo diferente para incorporar  $\text{CO}_2$  en el proceso de la fotosíntesis. Parece que el primer producto de la fotosíntesis es un compuesto de 4 carbonos, por lo cual estas plantas se denominan como plantas con mecanismos  $\text{C}_4$ , en contraste con los pastos de zona templada que pertenecen al grupo de plantas con mecanismo  $\text{C}_3$ . En las plantas  $\text{C}_3$  el primer producto de la fotosíntesis es ácido-3 fosfoglicérico (3PGA), mientras que en las  $\text{C}_4$  es un ácido de 4 carbonos como el ácido málico.

#### Calidad

La calidad de la luz se refiere a la longitud de onda del rayo luminoso. Las plantas crecen mejor cuando la luz incidente es la totalidad del espectro solar que cuando es solamente una porción de él. Plantas que se desarrollan bajo condiciones de luz infrarroja crecen continuamente, como en la oscuridad, mientras que las plantas que reciben únicamente luz ultravioleta se pueden retrasar en su crecimiento o inclusive pueden morir(13).

#### Duración.

La duración del día o fotoperíodo influencia el desarrollo vegetativo y la floración. Las plantas de día corto florecen bajo condiciones de noche larga, mientras que las plantas de día largo florecen bajo condiciones de noche corta. En el trópico, donde la duración del día es más o menos uniforme y los días y las noches tie-

nen aproximadamente la misma duración, la mayoría de las especies que producen semilla son plantas neutrales que no responden al fotoperíodo o plantas de día corto (13).

#### TEMPERATURA

La temperatura influencia todos los procesos fisiológicos de la planta. Los extremos de temperatura determinan el rango de adaptación y la distribución de las especies (4, 13).

La temperatura óptima es distinta para las diferentes especies, estados de desarrollo y partes de la planta. Generalmente, la temperatura óptima para el desarrollo vegetativo es menor que la óptima para floración y producción de semilla, y es menor para el crecimiento de la raíz que para el desarrollo de la parte aérea. Las especies de zona templada parece que tienen su temperatura óptima alrededor de 20°C, aunque pueden crecer activamente a temperaturas mucho más bajas, mientras que para las especies tropicales el óptimo parece estar entre 30 y 35°C, y producen muy poco por debajo de 15°C. (13).

#### EFFECTO DE LAS TEMPERATURAS ALTAS.

Estudios realizados por Sullivan y Sprague (15) y Brown, citado por Laude (8), indican que bajo condiciones de alta tempera-

tura se registra un descenso en el contenido de fructosanas, una disminución en el contenido de sucosa y un aumento en los porcentajes de celulosa, lignina y pentosanas y un porcentaje más alto de nitrógeno, además, una mayor proporción del nitrógeno se encuentra en forma soluble.

Las raíces son más seriamente afectadas que la parte aérea con las altas temperaturas. La muerte de las raíces es el resultado de un agotamiento de los carbohidratos y un aumento en las sales de amonio o compuestos nitrogenados similares (15).

#### EFEECTO DE LAS TEMPERATURAS BAJAS.

No se conoce muy bien el modo como las bajas temperaturas matan las células, pero está relacionado con la formación de cristales de hielo dentro de los tejidos (14).

Las células casi siempre mueren cuando se forman cristales de hielo dentro del citoplasma. La formación de hielo ocurre en los espacios intercelulares. Los cristales aumentan en número y tamaño a medida que el agua va saliendo de las células. Mientras más baja sea la temperatura, mayor es la cantidad de agua que sale de las células y que se cristaliza en los espacios intercelulares.

Existen dos teorías acerca de como la formación de hielo y la deshidratación que la acompaña pueden matar la célula, una es la del daño mecánico del protoplasma y la otra la de la precipitación de la proteína (14).

De acuerdo con la teoría del daño mecánico, la pérdida de agua por parte de la célula somete el protoplasma a condiciones en las cuales ésta se rompe. La teoría de la precipitación de la proteína afirma que la concentración del protoplasma aumenta con la deshidratación, hasta el punto en el cual las proteínas no pueden permanecer dispersas se coagulan. La coagulación debida al aumento de concentración de electrolitos acompaña la coagulación debida a la deshidratación (14).

#### HUMEDAD

La distribución de la vegetación sobre la superficie de la tierra está controlada por la disponibilidad de humedad más que por cualquier otro factor ecológico individual. La manera como el agua afecta el crecimiento de las plantas es a través de su efecto en los procesos fisiológicos internos. Dentro de ciertos límites la actividad metabólica de células y plantas está estrechamente relacionada con su contenido de agua (7).

El crecimiento de las plantas está controlado por la velocidad de división y expansión celulares y por el suministro de compuestos orgánicos e inorgánicos requeridos para la síntesis de protoplasma y paredes celulares. La expansión celular depende de un mínimo de turgencia celular y la elongación de tallos y hojas se detiene rápidamente en presencia de déficits de agua (7).

#### EFFECTO DEL EXCESO DE HUMEDAD.

El agua de por sí no perjudica las plantas, especialmente las raíces. Sin embargo, un exceso de agua en el suelo desplaza el aire de los poros no capilares e induce una deficiencia de oxígeno que puede causar la muerte de muchas raíces. La respiración normal de las raíces y de los microorganismos del suelo tiende a reducir la concentración de oxígeno y a aumentar la del dióxido de carbono. Cuando ambos factores se presentan en el suelo los daños causados a la raíz inducen marchitez y amarillamiento de la planta detención en el crecimiento de las raíces disminución en la absorción de sales alteración del balance de agua en la planta, disminución en la fotosíntesis y susceptibilidad a las enfermedades de la raíz (7).

#### EFFECTO DEL DEFICIT DE HUMEDAD.

El déficit de humedad se caracteriza por una serie de alteraciones en el metabolismo de las células. La pérdida de turgencia causada por el exceso de transpiración, conduce al cierre de los estomas y a la detención de la fotosíntesis. Cuando la deshidratación es severa se produce hidrólisis de la proteína, seguida por la translocación de los aminoácidos formados a las porciones no afectadas de la planta. Cuando toda la planta está afectada se presenta una concentración de aminoácidos que puede ser perjudicial. Los carbohidratos de reserva generalmente permanecen en la parte afectada (9).

La resistencia a la sequía se puede dividir en mecanismos de defensa que son aquellas adaptaciones anatómicas o morfológicas que permiten conservar el agua como estomas modificados, cutículas más gruesas, etc. o aquellas que aumentan la capacidad de absorción de agua como sistema radicular más abundante raíces más profundas, etc., y tolerancia que puede consistir en una mayor capacidad de fotosíntesis que las plantas no tolerantes, o una mayor síntesis de proteína y RNA. (9).

#### ALIMENTOS DE RESERVA EN PORRAJES.

Los carbohidratos de las plantas se dividen en dos grupos, estructurales que son los que forman parte de la planta, y carbohidratos no estructurales, Los carbohidratos no estructurales (CNE) se almacenan en los órganos vegetativos y son la fuente primaria de energía para el rebrote en las especies forrajeras perennes. (3, 10, 13).

Los CNE se encuentran almacenados en órganos que permanentemente no son removidos por el corte o pastoreo, como las bases de los tallos, coronas y raíces y son de gran importancia para el mantenimiento y producción en aquellas épocas en las cuales la utilización de carbohidratos por la planta excede a la tasa de síntesis de ellos (1, 3, 13).

En muchas plantas forrajeras las fluctuaciones en CNE después del corte, siguen más o menos el contorno de una curva en forma de U. Períodos de disminución son seguidos por períodos de acumulación, y un nivel bajo de CNE es frecuentemente un indicativo de crecimiento activo.

Las plantas forrajeras se pueden dividir en dos grupos basados en el tipo de CNE que acumulan. Los pastos tropicales y subtropicales y las leguminosas almacenan principalmente almidón, los pastos de zona de templada almacenan fructosanas (2).

#### EFFECTO DEL CORTE O PASTOREO EN LOS CARBOHIDRATOS DE RESERVA.

La remoción de la parte aérea va acompañada por una rápida disminución en el porcentaje de almidón y fructosanas en la base del tallo y las raíces. Las plantas forrajeras que crecen erectas y en matojos con la mayor parte del área foliar en la parte superior, como los pastos de corte, dependen casi completamente de las reservas para el rebrote, ya que la mayor parte del área foliar es removida cuando se cortan bajo. Las especies que tienen un hábito de crecimiento rastrero y por lo tanto tienen el área foliar cerca de la superficie del suelo, no son completamente defoliadas por el corte o pastoreo y como consecuencia dependen menos de los carbohidratos de reserva para la recuperación (3, 17).

El descanso en las reservas después del corte indica que estas se utilizan para respiración y síntesis de nuevos tejidos. Aunque las reservas juegan un papel importante en el rebrote, esto es de corta duración; los mayores cambios ocurren entre 3 y 15 días y el nivel original de CNE generalmente se recupera entre 3 y 5 semanas después del corte. Cuando el corte se realiza frecuentemente la cantidad de reservas permanece baja, y la planta puede eventualmente morir por agotamiento si no se permite un tiempo suficiente para el almacenamiento de algunas reservas (3, 13, 16).

#### EFFECTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LOS CARBOHIDRATOS DE RESERVA.

Las plantas que crecen bajo condiciones de luz intensa presentan contenidos más altos de CNE que plantas que crecen a la sombra. La calidad de la luz tiene algunas influencia en la cantidad de CNE y esta es mayor cuando las plantas crecen bajo el espectro luminoso completo que cuando crecen bajo porciones específicas de él. Las longitudes de onda corta y ultravioleta retardan el crecimiento y pueden inclusive matar la planta. La cantidad de CNE aumenta cuando la longitud del día aumenta (5, 13).

Las temperaturas bajas están asociadas con una mayor acumulación de CNE, ésta es también mayor cuando las noches son frías que cuando son cálidas (3).

La sequía aumenta la concentración de carbohidratos en los tejidos vegetativos, caracterizada por una disminución en el transporte de productos de la fotosíntesis y una mayor reducción en la utilización que en la acumulación de carbohidratos (12).

#### EFFECTO DE LA DEFOLIACION EN LA FISIOLOGIA DE LOS FORRAJES.

En general la defoliación disminuye la cantidad de materia seca (M.S.) producida por la planta. Esto es particularmente cierto para las especies de zona templada, pero en pastos tropicales es frecuente encontrar la situación contraria, en la cual la producción de m.s. es mayor cuando se corta o pastorea a intervalos adecuados. Si el corte o pastoreo es severo y muy frecuente puede encontrarse que la planta no pastoreada produzca más que la pastoreada (6).

El porcentaje de proteína decrece al aumentar la edad del pasto. El corte generalmente tiene como consecuencia un aumento en el porcentaje de proteína del forraje debido a la remoción del forraje maduro y su reemplazo por tejidos más jóvenes. Existe una correlación negativa entre m.s. y contenido de nitrógeno del forraje. El problema fisiológico que se presenta desde el punto de vista de manejo de forrajes es encontrar el momento de corte adecuado en el cual el aumento en el porcentaje de nitrógeno compense por la disminución en la producción de m.s. para maximizar la producción de proteína. Si se cosecha demasiado tierno el contenido de nitrógeno

será alto pero el rendimiento de m.s. será muy bajo, por el contrario, si se cosecha muy maduro el rendimiento de m.s. será alto pero el contenido de nitrógeno muy bajo (6).

En general, existe evidencia de que el corte afecta menos la producción de proteína que la producción de m.s., de tal manera que si se tiene un sistema de manejo que no afecta demasiado la producción de m.s. se puede obtener un aumento de la producción de proteína.

La defoliación también afecta la digestibilidad de la m.s. y parece que mientras más frecuentes sean los cortes más alta es la digestibilidad. Jameson (6) reporta que en pasto bermuda (Cenodon dactylon) la digestibilidad in vitro de la m.s. fue mayor cuando el pasto se cosechó a intervalos de 6 semanas que cuando se cosechó cada 12 semanas.

El efecto de la defoliación en la cantidad de nutrientes de reserva ya fue discutido anteriormente. El efecto de la defoliación en el crecimiento de la raíz y la absorción de nutrientes ha sido ampliamente investigado. Se ha demostrado que la defoliación reduce el crecimiento de la raíz, Cides, citado por Jameson (6), reporta que en pasto hodes (Chloris gayana) el número de raíces disminuyó de 135 a 32 cuando la defoliación aumentó de 0 a 70 por ciento, y la absorción de P<sub>32</sub> se disminuyó notablemente.

La defoliación también cambia muy frecuentemente la forma de las primeras hojas que se forman después del corte o pastoreo. La producción de semilla se reduce cuando la planta es cosechada, aunque la remoción de hojas solamente antes de la floración puede tener poco efecto (6).

La morfología de las plantas se puede cambiar con el corte o pastoreo, ya que el remover los puntos del crecimiento en algunas especies que los tienen encima de la superficie del suelo, se suprime la denominación apical y por lo tanto se puede inducir una mayor formación de macollas y tallos secundarios (6).

## BIBLIOGRAFIA.

1. ALBERDA, T. 1966. The influence of reserve substances on dry - matter production after defoliation. Proc. Int. Grassld. Congr. (Finland) 10: 140 - 147.
2. BENDER, M.M. and DALE SMITH. 1973. Classification of starch and fructosan accumulating grasses as C-3 or C-4 species by carbon isotope analysis. J. Br. Grassld. Soc. 28: 97 - 100.
3. BERNAL, E.J. 1974. Evaluation of carbohydrate reserves, Gilt and quality in three tropical grasses. Ph.D. Thesis (Unpublished). Iowa State University, Ames, Iowa. 178 p.
4. \_\_\_\_\_, F. VILLAMIZAR R., y J. LOTERO C. 1972. Factores ecológicos en la producción de forrajes. En: Curso de Pastos y Forrajes. ICA pp. 28 - 68.
5. BURNS, R.E. 1972. Environmental factors affecting root development and reserve carbohydrates of bermudagrass cuttings. Agron. J. 56: 364 - 365.
6. JAMESON, D.A. 1964. Effect of defoliation on forage plant physiology. In: Forage plant physiology and soil-range relationships. ASA Special Publication No. 5 p. 67 - 80.

7. KRAMER, P.J. 1969. Plant and soil water relationships a modern synthesis. Mc Graw-Hill Series in organismoc Biology. 482 p.
8. LAUDE, H.M. 1964. Plant response to high temperatures. In: Forage plant phisiology and soil-range relationships. ASA Special Publication No. 5 p. 15 - 31.
9. LEVITT, J. 1964. Drought. In: Forage plant physiology and soil-range relationships. ASA Special Publication No. 5 p. 57 - 66.
10. Mc ILROY, R.J. 1967. Carbohídrates of grassland hebage, Herlo. Absted. 37: 79 - 86.
11. MOSS, D.N. 1964. Some aspects of microclimatology important in forage plant physiology. In: Forage plant physiology and soil-range relationships. ASA. Special Publication No. 5 p. 1 - 14.
12. SOSOBEE, R.E., and H.H. WIEBE. 1971.. Effect of water stress and clipping of photosynthate translocation in two grasses. Agron. J. 63: 14 - 17.

13. SMITH, DEL. 1978. Physiological considerations in forage management. In: Forages. 3a. Iowa. State University Press. Chapter 40, p. 425 - 436.
14. SMITH, DALE. 1974. Freezing of forage plants. In: Forage plant physiology and soil-range relationships. ASA. Special Publication No. 5 p. 32 - 56.
15. SULLIVAN, J.T., and V.G. SPRAGUE. 1949. The effect of temperature on the growth and composition of the stubble and roots of perennial ryegrass. Plant Physiol. 24: 706 - 719.
16. WARD, C.Y. and R.E. BLASER. 1961. Carbohydrate food reserves and leaf area in reproof of orchardgrass. Crop. Sci. 1: 366 - 370.
17. WEINMANN, H. 1947. Determination of total available carbohydrates in plants. Plant Physiol. 22: 279 - 290.

## ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS

Pablo Mendoza \*  
Alberto Ramírez \*\*

La tendencia a incrementar el área de pastos mejorados cobra cada vez mayor importancia en el país. Esto es debido principalmente a factores de bajo rendimiento y productividad de las especies nativas, introducción de nuevas especies y variedades de cualidades sobresalientes y a la incorporación de nuevas áreas a la producción nacional mediante socola de bosques o adecuación de tierras.

En términos generales se puede decir que Colombia se divide en dos grandes zonas climáticas en lo que al cultivo de pastos se refiere: cálida y fría comprende también el páramo. En este artículo se tratará de resumir los principales métodos empleados en el establecimiento de praderas y algunas consideraciones generales que deben tenerse presente para la escogencia de la especie a emplear.

#### 1. CRITERIOS PARA LA SELECCION DE ESPECIES.

En clima frío tienen más importancia los conceptos de humedad del suelo y presencia de heladas, mientras que en clima cálido son más interesantes las observaciones sobre humedad del suelo, acidez y fertilidad.

---

\* I.A. Agrostólogo. Programa de Pastos y Forrajes ICA - Tibaitatá  
\*\* I.A. Agrostólogo. Programa de Pastos y Forrajes ICA - Palmira.

Lo anterior se explica mediante la generalización de que los suelos en clima frío son ácidos y con una fertilidad que varía de baja a media, con muy pocas excepciones, mientras que en los climas cálidos existe una gran variabilidad en lo que se refiere a rangos de acidez y fertilidad.

### 1.1. CLIMAS FRIOS.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, las gramíneas y leguminosas forrajeras de clima frío pueden dividirse en dos grupos:

- a. Las que resisten encharcamientos prolongados.
- b. Las que toleran heladas frecuentes.

En el primer caso, sobresalen las especies: raigrás italiano (Lolium multiflorum), pasto azul orchoro (Dactulis glomerata), festuca alta (F. arundinacea), festuca media (F. elatior).

Dentro del segundo grupo, pueden mencionarse: la festuca alta, el raigrás italiano y el pasto azul orchoro.

Como especie de muy buena adaptación y producción en regiones sin mayores problemas de humedad y sin heladas, se puede citar el kikuyo (Pennisetum clandestinum), la especie de más amplia difusión en clima frío.

En aquellas regiones donde la adaptación del kikuyo es deficiente, como por ejemplo, zonas con heladas frecuentes (2.800 metros sobre

el nivel del mar o más) y zonas con alto nivel freático se facilita el establecimiento de otras especies mejoradas. Puede presentarse el caso de siembra de pastos mejorados sobre áreas cubiertas por kikuyo lo cual es difícil y no recomendable desde el punto de vista práctico, siendo más recomendable el establecimiento de un cultivo limpio tal como maíz, o papa y posteriormente establecer el pasto mejorado. En general es conveniente efectuar la siembra de mezclas de especies mejoradas tales como raigrás, orchoro y tréboles (Tabla 1).

Con relación a las leguminosas para pastoreo, el trébol blanco (Trifolium repens) es la especie más difundida; necesitándose suelos menos ácidos, más fértiles y bien drenados. Para lograr establecer trébol rojo y alfalfa los requisitos son similares. En la Tabla 2, se incluyen varias condiciones de suelo y algunas de las especies que en ellos prosperan.

#### 1.2. CLIMAS CALIDOS.

Teniendo en cuenta las características de adaptación de algunas especies de clima cálido a diferentes condiciones de clima y suelo se puede elaborar un resumen tal como aparece en la Tabla 3.

TABLA 1. ADAPTACION RELATIVA DE VARIAS ESPECIES DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS DE CLIMA FRIO A DIFERENTES CONDICIONES DE SUELO.

| CONDICIONES DEL SUELO      | ESPECIE RECOMENDADA                        |
|----------------------------|--|
| Vegas, zonas pantanosas    | R.I., F.A., F.M., O., Avena<br>Kikuyo T.B. |
| Terreno bien drenado       | R.I., O., F.M., T.B.                       |
| Sin heladas                | T.R., Alfalfa, Kikuyo, Avena               |
| Páramo, heladas frecuentes | F.A., F.M., R.I., O., T.B.<br>Alfalfa      |

R.I. : Raigrás inglés

F.A. : Festuca alta

F.M. : Festuca media

O. : Orchoro

T.B. : Trébol blanco

T.R. : Trébol rojo

TABLA 2. VARIEDADES PROMISORIAS DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS DE CLIMA FRIO.

| NOMBRE CIENTIFICO                         | NOMBRE COMUN     | VARIEDADES  |
|---|------------------|---|
| <u>Lelium multiflorum</u>                 | Raigrás italiano | Gulf, Stoneville, común, Florida Rust resistant.      |
| <u>L. multiflorum</u> x <u>L. perenne</u> | Manawa           | (3/4 R. italiano 1/4 R. inglés)                       |
| <u>L. multiflorum</u> x <u>L. perenne</u> | Ariki            | (3/4 R. inglés 1/4 R. italiano)                       |
| <u>Dactylis glomerata</u>                 | Azul orchoro     | Prairial, germinal, Potomac.                          |
| <u>Festuca arundinacea</u>                | Festuca alta     | Manade, Kentucky 31, Comercial S 170                  |
| <u>Festuca elatior</u>                    | Festuca media    | Comercial   |
| <u>Pennisetum clandestinum</u>            | Kikuyo           | Común   |
| <u>Avena sativa</u>                       | Avena forrajera  | ICA Soracá, ICA Bacatá, ICA Gualcalá                  |
| <u>Medicago sativa</u>                    | Alfalfa          | Dupuits, Peruana, Narragansett, Brand A - 24, Atlixco |
| <u>Trifolium repens</u>                   | Trébol blanco    | Común, Kenland  |

TABLA 3. ADAPTACION RELATIVA DE VARIAS ESPECIES DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS DE CLIMA CALIDO A DIFERENTES CONDICIONES DE SUELO.

| CONDICIONES DEL SUELO                             | ESPECIE RECOMENDADA   |
|---|---|
| Vegas, zonas inundables                           | Pará, alemán, janeiro   |
| Terreno aluvial, buen drenaje                     | Pangola, angleton, sorgo, guinea, leguminosas forrajeras, tropicales. |
| Terreno seco y pedregoso                          | Puntero, angleton, guinea.  |
| Terreno seco, pendiente y con problemas de acidez | Buffel, gordura y puntero.  |

TABLA 4. VARIETADES PROMISORIAS DE GRAMINEAS DE CLIMA CALIDO.

| NOMBRE CIENTIFICO           | NOMBRE COMUN    | VARIEDAD                                |
|-----------------------------|-----------------|---|
| <u>Axonopus scoparius</u>   | Imperial        | Común, Eto clon 60, 72, 70              |
| <u>Brachiaria decumbens</u> | Braquiaria      | Común                                   |
| <u>Brachiaria mutica</u>    | Pará            | Común                                   |
| <u>Dichantium aristatum</u> | Angleton        | Común, tallo azul                       |
| <u>Digitaria decumbens</u>  | Pangola         | Común, Hawaii 1723                      |
| <u>Pennisetum purpureum</u> | Elefante        | H 534, H 536, Común, Merkeron (Patiño). |
| <u>Sorghum vulgare</u>      | Sorgo forrajero | ICA, Palmira, MN 1022                   |

Para zonas inundables, independientemente de la acidez y la fertilidad se puede pensar en pasto par (Brachiaria mutica), en pasto alemán (Echinochloa polistachya) y janeiro (Eriochloa polistachya). Para zonas aluviales no inundables cuyas condiciones de fertilidad sean más propicias se puede pensar en los pastos pangola (Digitaria decumbens) y angleton (Dichantium aristatum), en orden descendente de humedad del suelo.

Para zonas un poco más secas que la anterior, se recomiendan los pastos guinea (Panicum maximum), Puntero (Hypharrhenia rufa), y existe la alternativa de sembrar braquiaria (Brachiaria decumbens) si se desea una especie de gran cobertura y de mucho poder invasor aunque de costo de establecimiento más alto.

Los pastos buffel (Cenchrus ciliaris) y gordura (Melinis minutiflora) pueden servir muy bien para el establecimiento de praderas en zonas secas con problemas de alcalinidad y acidez, respectivamente.

Las variedades promisorias de gramíneas para climas cálidos aparecen en la Tabla 4. Con relación a las gramíneas para corte la de más amplia adaptación y mayor producción es elefante (Pennisetum purpureum); siguiéndole en orden de importancia el imperial (Axonopus scoparius) en zonas con más de 400 metros sobre el nivel del mar y que tienen más de 2.000 mm de precipitación anual (bmh-T). Si por el contrario, hay periodos de intensa sequía se puede pensar en la utilización de sorgo forrajero (Sorghum vulgare).

De las leguminosas, la más recomendable en la generalidad de los climas cálidos del país es el kudzú tropical (Pueraria phaseoloides) aunque, se aprecia alguna diferencia en la adaptación de las especies, como aparece en la Tabla 5.

El guandul y la acacia forrajera son dos especies utilizadas para corte o "ramoneo" que han mostrado excelente adaptación de las especies, como aparece en la Tabla 5.

El guandul y la acacia forrajera son dos especies utilizadas para corte o "ramoneo" que han mostrado excelente adaptación en climas cálidos.

## 2. ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS.

### 2.1. PREPARACION DEL SUELO.

Deben seguirse las prácticas comunes que se emplean para preparación del suelo en cultivos comerciales es decir: arada, rastrillada y si es posible nivelada. Debe aprovecharse la primera rastrillada para encalar, si es necesario.

### 2.2. DENSIDAD DE SIEMBRA.

Por lo general, para climas cálidos se utilizan de 25 a 35 kg/Ha de semilla sexual, a excepción del gordura del cual se emplean 15 kg/Ha. Para climas fríos, se utilizan 12 a 15 kilogramos de semilla sexual debido a la mejor germinación y mayor pureza de este tipo de se-

TABLA 5. ADAPTACION DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS DE ACUERDO A LAS ZONAS GEOGRAFICAS DE COLOMBIA EN CLIMAS CALIDOS.

| ZONA              | NOMBRE CIENTIFICO              | NOMBRE COMUN    |
|-------------------|--------------------------------|-----------------|
| Costa Atlántica   | <u>Clitoria ternatea</u>       | Campanita       |
|                   | <u>Pueraria phaseoloides</u>   | Kudzú tropical  |
|                   | <u>Centrosema spp</u>          | Bejuco de chivo |
| Valle del Cauca   | <u>Glycine wightii</u>         | Soya perenne    |
|                   | <u>Pueraria phaseoloides</u>   | Kudzú Tropical  |
|                   | <u>Centrosema spp</u>          | Bejuco de chivo |
| Llanos Orientales | <u>Pueraria phaseoloides</u>   | Kudzú tropical  |
|                   | <u>Calopogonium mucunoides</u> | Rabo de Iguana  |
|                   | <u>Stilosanthes guianensis</u> | Stilosanthes    |
| Magdalena Medio   | <u>Pueraria phaseoloides</u>   | Kudzú Tropical  |
|                   | <u>Centrosema spp</u>          | Bejuco de chivo |
|                   | <u>Desmodium spp.</u>          | Pega - pega     |

millas. Se exceptúan la avena (55 kg/Ha) y (55 kg/Ha) y el rescate (35 kg/Ha).

Las semillas de las gramíneas forrajeras deben ser cubiertas con una capa muy ligera de tierra; en caso contrario, se afectará enormemente su establecimiento; parece ser conveniente cubrir la semilla pasando ramas o "cultipacker" en lugar de hacerlo con rastrillo. Las especies de reproducción vegetativa como pangola, pará, elefante e imperial deben sembrarse a chorrillo en surcos distanciados de 0.50 a 0,60 m observando desde luego las labores de preparación de siembra que se recomiendan para el establecimiento de pastos.

### 2.3. FERTILIZACION INICIAL.

Se puede fertilizar después de la siembra con fertilizantes compuestos y posteriormente se aplica la úrea durante el crecimiento de los pastos. Si no existe otro criterio, se tomará como pauta para la fertilización inicial el análisis del suelo. En el Valle del Cauca, se recomienda la aplicación inicial de 30 a 50 kg/Ha de bórax, en siembras de alfalfa; en clima frío ha dado buen resultado la aplicación de 15 kg/Ha.

### 2.4. CONTROL DE MALEZAS.

En caso de una alta invasión de malezas se puede utilizar un matamalezas preemergente, a base de DNBP, en dosis de 6,50 Lts/Ha. en 200 Lts de agua. Es importante recalcar que este herbicida debe aplicarse dentro de los tres días siguientes a la siembra si hay humedad

suficiente para la germinación. Su uso es especialmente recomendable para el establecimiento de alfalfa en clima frío, en donde el principal problema es el enmalezamiento por kikuyo.

### 3. SIEMBRA DE LAS LEGUMINOSAS.

Es aconsejable sembrar las leguminosas por separado, pues es corriente que cuando se siembran junto con las gramíneas. aquellas, por su mayor densidad, se coloquen en la parte inferior del recipiente y sean distribuidas primero. La siembra puede efectuarse en surcos alternos distanciados 30 -60 cm o se siembra la gramínea en surco y las leguminosas al voleo. Las cantidades de semilla necesaria en cada caso pueden observarse en la Tabla 6.

### 4. RESIEMBRA.

Si luego de unos 30 días se observa un cubrimiento desuniforme de la pradera, se rastrillan las partes calvas y se procederá a resembrar utilizando la densidad de siembra recomendada y tapando de acuerdo a las instrucciones.

### 5. RENOVACION DE PRADERAS.

Algunos pastos, especialmente aquellos que se reproducen vegetativamente, cuando son sometidos a manejo intenso sin tener en cuenta los adecuados períodos de descanso, tienden a formar "colchones" de estolones improductivos y de escaso vigor. Se recomienda, para contrarrestar este hecho, renovar la pradera siguiendo estas prácticas culturales:

1. Sobrepastorear el forraje existente o, guadañar si es posible.
2. Rastrillar empleando rastrillo pesado a media traba.
3. Regar semilla de leguminosas en las dosis recomendadas.
4. Fertilizar con abono compuesto de acuerdo al programa de fertilización planeado o al análisis de suelo.

Aplicando este sistema en praderas de kikuyo, se ha logrado aumentar la producción de forraje en más de 40 por ciento además del incremento del 2 al 3 por ciento en el contenido de proteína, en base seca, del forraje.

En especies de reproducción sexual, es una buena práctica dejar las semillas una vez al año aunque los pastos cuyo período de reposo de la semilla es largo, deberían exceptuarse de este tratamiento, por ejemplo: guinea, angleton, búffel.

#### 6. PRIMER PASTOREO.

La carga y el período de ocupación a que sea sometida por primera vez una pradera nueva, son factores que incidirán en la recuperación y persistencia de los pastos.

Es conveniente que el primer pastoreo sea suave para de esta manera acelerar la empradización del potrero con la consiguiente reducción de la posibilidad de invasión de malezas.

## BIBLIOGRAFIA.

1. ALARCON, E. y J. LOTERO. 1969. Establécimiento, fertilización y manejo de las principales gramíneas y leguminosas en dos pisos térmicos de Colombia. C.N.I.A. Palmira 41 p.
2. ALARCON. E., J. LOTERO y L. ESCOBAR. 1969. Producción de semilla de los pastos angleton, puntero y guinea. Agric. Trop. 25 (4): 206 - 214.
3. GROWDER, L.V. 1959. Recomendaciones para el cultivo de pastos y forrajes de clima frío. Agric. Trop. 15(1): 35 - 51.
4. DAVILA, V. y H. CHAVERRA. 1968. Obtenga buenos resultados con el pasto kikuyo. Temas de Orientación Agropecuaria. 3(25): 14-23.
5. PROGRAMA DE PASTOS Y FORRAJES. 1968. ICA. Informe Anual de Progreso. 73 p.
6. RAMIREZ, R. y L.V. CROWDER. 1961. Vigor de las plántulas de gramíneas y leguminosas cultivadas en los climas fríos de Colombia. Agric. Trop. 17(8): 444- 458.
7. VILLAMIZAR, F. 1969. El cultivo de la alfalfa. Plegable de divulgación No. 13. ICA.

TABLA 6. SISTEMA DE ESTABLECIMIENTO DE LAS PRINCIPALES GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS.

| Pastos de clima cálido | Sembrar                   | Cantidad semilla/Ha parte vegetativa (tallos, cepas, estacas) y/o Semilla. | Distancia de siembra en cm entre surcos matas | USOS                | OBSERVACIONES                                    |
|------------------------|---------------------------|--|---|---------------------|--|
| Pangola                | Tallos o cepas            | 1.0 - 1.5 ton  | 25 - 50 x 25 - 50                             | Pastoreo<br>Heno    | También siembra al voleo y tapando con rastrijo. |
| Bahía                  | Tallos o cepas<br>Semilla | 1.0 - 2.5 ton<br>8-10 kg   | 25 - 50 x 25.50                               | Pastoreo            | También siembra al voleo y tapando con rastrijo  |
| Dallis                 | Tallos, cepas y semillas  | 1.0 - 1.5 ton.   | 25 - 50 x 25.50                               | Pastoreo            | También siembra al voleo y tapando con rastrijo  |
| Coastal bermuda        | Tallos                    | 1.0 - 1.5 ton.   | 25 - 50 x 25 - 50                             | Pastoreo<br>o Heno  | También siembra al voleo y tapando con rastrijo  |
| Angleton               | Semilla                   | 10-15 kg.  | 25 - 50 - voleo-chorro                        | Pastoreo            | Buena producción de semilla                      |
| Hatico                 | Cepas o semillas          | 15-20 kg   | 25-50 x 25 - 50<br>chorro                     | Corte               | Puede sembrarse al voleo por semilla             |
| Panico azul            | Semilla                   | 3 - 7 kg.  | 25-50(Voleo) chorro                           | Corte               | Al voleo 5-8 kg.                                 |
| Puntero                | Semilla                   | 15-25 kg   | voleo   | Pastoreo            | Semilla con escasa germinación                   |
| Buffel                 | Semilla                   | 10-15 kg.  | 25 voleo - chorro                             | Pastoreo<br>o corte | Semilla con alto poder "latencia".               |

TABLA 6. (Continuación).

| Pasto de clima cálido          | Sembrar         | Cantidad semilla/Ha parte vegetativa (tallos, cepas, estacas) y/o Semilla. | Distancia de siembra en cm entre surcos matas |              | USOS                             | OBSERVACIONES                                       |
|--------------------------------|-----------------|--|---|--------------|----------------------------------|---|
| Rhodes                         | Semilla         | 5 -10 kg.  | 25 voleo - chorro                             |              | Pastoreo<br>Heno                 | Buena producción de semilla                         |
| Guinea                         | Cepas o semilla | 2.0 Ton. y<br>10-15 kg.  | 25-50 (voleo) 25-50                           |              | Pastoreo<br>corte o<br>ensilaje  | Buena producción de semilla                         |
| Gordura                        | Semilla         | 10-15 kg.  | 25-50 (voleo) chorro                          |              | Pastoreo                         | Buena producción de semilla y baja germinación.     |
| Pará                           | Tallos          | 1.5-2.0 ton.   | 25-50 (voleo)                                 |              | Pastoreo,<br>corte o<br>ensilaje | Se adapta a zonas húmedas                           |
| Janeiro                        | Tallos o cepas  | 1.5-2.0 ton  | 25-50 (voleo)                                 |              | Pastoreo                         | Muy escaso y mezclado con el pará                   |
| Guatemala                      | Estacas o cepas | 20.000   | 100   | x 50         | Corte                            | Poco utilizado por el ganadero. Buen macollamiento. |
| Elefante                       | Cepas o estacas | 20.000   | 100   | x 50         | Corte                            | Muy buen pasto de corte                             |
| Imperial                       | Cepas o estacas | 40.000 y<br>20.000   | 50<br>100                                     | x 50<br>x 50 | Corte                            | Pasto de corte. Atacado por gomosis.                |
| Micay                          | Cepas o estacas | 40.000 y<br>20.000   | 50<br>100                                     | x 50<br>x 50 | Pastoreo                         | Atacado por gomosis                                 |
| Sorgo forrajero<br>ICA Palmira | Semilla         | 10-15 kg   | 60  | x Chorro     | Corte                            | Córtese cuando comience floración.                  |

TABLA 6. (Continuación).

| Pasto de clima<br>(cálido)* frío<br>Leg.clima crío** | Sembrar        | Cantidad semilla/Ha parte<br>vegetativa (tallos, cepas,<br>estacas) y/o semilla. | Distancia de siembra<br>en cm entre surcos<br>matas ) | USOS              | OBSERVACIONES                      |  |
|--|----------------|--|---|-------------------|------------------------------------|--|
| Sorgo Sudán *  | Semilla        | 10-15 kg   | 50-100  | Chorro            | Corte                              | Córtese cuando inicie<br>la floración.   |
| Kikuyo   | Tallos o cepas | 1.5 - 2.0 ton.   | 30-50   | (voleo)50         | Pastoreo                           | Asocia bien con Trébol<br>rojo 6 kg o trébol blan-<br>co 3 kg.                           |
| Rye grass anual                                      | Semilla        | 10-15 kg   | 20-30   | (50voleo-chorro   | Corte                              | Escelente mezcla con<br>trébol rojo o blanco   |
| Rye grass Inglés<br>(R.I.)                           | Semilla        | 10-15 kg   | 20-30   | (50)voleo-chorro  | Pastoreo                           | Mezcla con trébol rojo<br>o blanco   |
| Orchero  | Semilla        | 12-15 kg   | (15)-25-30 cm   | voleo-<br>chorro  | Pastoreo                           | Mezcla con trébol blan-<br>co y trébol rojo  |
| Festuca  | Semilla        | 10-15 kg.  | (15)-25-30  | voleo-cho-<br>rro | Pastoreo                           | Mezcla con trébol blan-<br>co y trébol rojo.   |
| Pasto rescate  | Semilla        | 15-20 kg   | (15)-25-30  | voleo-<br>chorro  | Pastoreo                           | Mezcla con trébol blan-<br>co, trébol rojo y Rye<br>grass                                |
| Avena forrajera                                      | Semilla        | (30)40-60 kg   | (25-40)   | Chorro            | Corte, en-<br>silaje o<br>pastoreo | Para ensilaje-heno en<br>estado lechoso. Para<br>pastoreo antes forma-<br>ción de nudos. |
| Alfalfa **   | Semilla        | (15-20) kg<br>20-15  | 25 - 30   | chorrillo         | Corte o en-<br>silaje              | Corte cada 6-7 semanas<br>Pastoreo muy controlado.                                       |

TABLA 6. (Continuación).

| Leguminosas<br>clima frío | Sembrar            | Cantidad semilla/Ha parte<br>vegetativa (tallos, cepas,<br>estacas) y/o semilla. | Distancia de siembra<br>en cm entre surcos<br>matas | USOS  | OBSERVACIONES   |
|---------------------------|--------------------|--|---|---|---|
| Trébol blanco             | Semilla            | 4 - 6 kg/ha  | 25-30 voleo-chorrillo                               | Pastoreo<br>corte de<br>mezclas                             | Mezclas con F+Orchero<br>+Rye grass.                                  |
| Trébol rojo               | Semilla            | 6 - 10 kg/ha   | 25 - 30 voleo-chorri-<br>llo                        | Corte, pas-<br>toreo de<br>mezclas                          | En mezclas excelentes<br>para pastoreo.                               |
| CLIMA CALIDO              |                    |  |   |   |   |
| Alfalfa                   | Semilla            | 10-15 kg/ha  | 25-30 chorrillo                                     | Corte o en-<br>silaje                                       | Se hace necesario 30 kg<br>/Ha de bórax.                              |
| Desmodium                 | Semilla            | 8 -10 kg/Ha  | 50 voleo 50   | Pastoreo<br>de mezcla                                       | Crece espontáneamente,<br>Mezcla bien con Pará,<br>Pangola y Coastal. |
| Dolichos (ja-<br>cinto)   | Semilla            | 15-20 kg/Ha  | 50-100 x 30-50                                      | Abono ver-<br>de  | Excelente como abono<br>verde.  |
| <del>Kudzu tropical</del> | <del>Semilla</del> | <del>8 -10 kg/Ha</del>   | <del>50 - 20-30</del>                               | <del>Pastoreo<br/>suplemen-<br/>tario o de<br/>mezcla</del> | <del>Cubre muy bien</del>   |
| Terciopelo                | Semilla            | 15-25 kg   | 50 x 20 -30   |   | Asociación con maíz y<br>sorgos.                                      |
| Soya perenne              | Semilla            | 8 - 10 kg  | 50 chorrillo  | Pastoreo<br>suplemen-<br>tario o de<br>mezclas              | Excelente con pangola<br>y guinea                                     |

TABLA 6. (Continuación).

| Leguminosas de clima cálido                     | Sembrar       | Cantidad semilla/Ha parte vegetativa (tallos, cepas, estacas) y/o semilla. | Distancia de siembra en cm entre surcos matas | USOS                              | OBSERVACIONES  |
|---|---------------|--|---|-----------------------------------|--|
| <i>Cuadul cajanus</i>                           | Semilla       | 10 - 15 kg   | 100 x 30 - 50                                 | Corte o abono verde               | Como forrajera. Abono no verde.                                    |
| <i>Calopogonium</i> (rabo de iguana)            | Semilla       | 5 - 10 kg  | 50-100(voleo)10-20                            | Pastoreo de mezcla y abono verde  | Aparece espontáneamente. No soporta pastoreo intensivo.            |
| <i>Centrosema pub.</i> (Bejuco de chivo)        | Semilla       | 5 - 8 kg.  | 50-100(voleo)chorro                           | Pastoreo cobertura                | Remojar la semilla presiembra.                                     |
| <i>Clitoria-cámpnilla.</i> Zapatico             | Semilla       | 5 - 8 kg.  | 50-100(voleo)chorro                           | Pastoreo de mezcla                | Planta de cobertura Buena producción semilla..                     |
| <i>Leucaena glauca</i> (acacia forrajera)       | Semilla       | 5 - 10 kg.   | 74-120 x 20-40                                | Corte o ramoneo                   | Falta ensayar como forraje.  |
| <i>Phaseolus angularis</i> (Frijolito) castaño. | Semilla       | 10 - 15 kg   | 50-75 (voleo)                                 | Abono verde                       | Otra especie <i>Ph. calcaratus color rojo</i>                      |
| <i>Phaseolus lathyroides</i> (frijol arrozales) | Semilla       | 10 - 15 kg   | 50 (voleo) 30                                 | Forraje suplementario abono verde | Crece espontáneo después del cultivo del arroz.                    |
| URTICACEAS                                      |               |  |   |                                   |  |
| Ramio   | Rizomas-cepas | 30.000   | 60 x 60                                       | Corte                             | Valor nutritivo similar al de la alfalfa. Cortar cada 4-5 semanas. |

NOTA: Para convertir kilogramos por hectárea a kilogramos por plaza, multiplique la cantidad recomendada por 64 y divida por 100.

## FERTILIZACION DE PASTOS

Jaime Lotero C. \*

El uso de fertilizantes en pastos, bajo condiciones tropicales es muy limitado, debido posiblemente, entre otras causas a que no se le ha dado suficiente importancia al cultivo de los pastos, al alto precio de los fertilizantes y su transporte y a los sistemas tradicionales de manejo de pastos. A medida que aumenta el precio de la tierra y es necesario producir más carne, leche o lana para competir ventajosamente con los cultivos y satisfacer las demandas de una población en crecimiento constante, el uso de los fertilizantes se hará más necesario. También debe tenerse en cuenta que la ganadería en los trópicos debe convertirse en una fuente permanente de divisas.

Como norma general, los suelos tropicales tienden a ser cada vez más pobres en nutrimentos, comparados con los suelos de las zonas templadas, debido principalmente a las condiciones climáticas prevaletes, como alta temperatura y alta humedad que aceleran los procesos de descomposición de minerales y materia orgánica y lixiviación o lavado de los nutrimentos de las plantas.

En un programa de manejo de pastos, indudablemente la práctica de la fertilización es la que produce los mejores resultados, en el tiempo más corto, cuando otros factores, diferentes a la fertili-

---

\* I.A., Ph.D. Gerente Regional No. 4, ICA Medellín

dad del suelo no son limitantes. Con la fertilización adecuada de los pastos se aumenta su cantidad y calidad, con lo cual se consigue un aumento en la capacidad de sostenimiento y se sule a los animales con un alimento más adecuado para su crecimiento, sostenimiento y producción.

Para obtener los mejores resultados de un programa de fertilización de pastos, se debe tener en cuenta varios factores relacionados con el suelo, el clima y la planta. Además se debe considerar la cantidad y clase de fertilizante (fuente), frecuencia, época y método de aplicación.

Si el pH del suelo es bajo (reacción ácida), es necesario encalar para obtener los mejores beneficios del fertilizante aplicado. Para determinar el estado actual de la fertilidad del suelo se recomienda hacer un análisis químico por un laboratorio competente. El análisis de suelos se debe realizar con alguna periodicidad, que en el caso particular de pastos puede variar de dos a tres años. No sobra recalcar que la muestra para el análisis debe ser representativa del área de suelos cuya fertilidad se desea conocer y que se deben evitar las contaminaciones en la toma, manipuleo y preparación de las muestras que se han de enviar al laboratorio.

Con base en los resultados del análisis de suelos y requerimientos de los pastos, se hacen las recomendaciones de las enmiendas o fertilizantes que se deben aplicar en cuanto a su grado, canti-

dad, época y método de aplicación, principalmente. Aunque el análisis químico de suelos no da la información más completa sobre el estado de su fertilidad, se considera una ayuda muy valiosa para la recomendación de fertilizantes.

#### FACTORES DEL SUELO.

Los principales factores del suelo que deben considerarse en la fertilización de los pastos son:

1. El contenido de elementos esenciales en forma aprovechable o nivel de fertilidad;
2. La reacción del suelo o pH;
3. La textura del suelo;
4. La estructura del suelo.

En el trópico, en general, el N está considerado hoy día como el elemento que más restringe el crecimiento de los pastos. Algunos suelos, especialmente los rojos lateríticos o latolizados y los altos en materia orgánica, que predominan en las partes altas de las montañas, presentan deficiencias de P y Ca, principalmente. Sin duda, a medida que se aumente el empleo del N se evidenciarán deficiencias de P, K y otros elementos, al elevarse el nivel de productividad de los pastos y la remoción de nutrimentos. La reacción del suelo o pH afecta la disponibilidad de los elementos esenciales. La disponibilidad del P, así como la capacidad de las raíces de las plantas para

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

absorberlo, es menor en suelos ácidos, requiriéndose aplicaciones más abundantes de este elemento. En suelos muy ácidos es probable la presencia de Al y Mn en cantidades tóxicas. El encalado de los suelos ácidos no solo elimina esta toxicidad, y agrega Ca, sino que también aumenta la disponibilidad del P, estimula la actividad bacteriana y la fijación del N, tanto por los organismos simbióticos como por los organismos libres, y en esta forma puede reducir las necesidades en fertilizantes nitrogenados.

La absorción del P es también menor en suelos calcáreos o alcalinos. La disponibilidad de los microelementos, con excepción del Mo, es reducida en tales suelos, sobre todo cuando es consecuencia de un encalado excesivo. También es baja la absorción de K, o se desequilibra tanto la relación Ca: K en las plantas que se hace preciso recurrir a fertilizantes potásicos. Además, los suelos calcáreos tienen tendencia a provocar una pérdida de N en forma de amoníaco cuando se aplican fertilizantes a base de amonio y úrea, que han quedado sin incorporar en la superficie del suelo.

La mayoría de los pastos tropicales crecen bien en suelos relativamente ácidos, pH 5,0 a 6,0 y la respuesta a la aplicación de cal ha sido poca o ninguna, con excepción de ciertas leguminosas, como la alfalfa (Medicago sativa).

Los suelos de textura gruesa, como por ejemplo los arenosos, suelen ser más pobres en nutrimentos asimilables que los de textura más fina (arcillosos). En los suelos de textura gruesa, en zonas hú-

medas, es a menudo necesario aplicar dosis altas de N y a veces K, debido a las pérdidas por lixiviación o lavado; también puede ser preciso aplicar P con mayor frecuencia que en suelos de textura más fina. A los suelos de textura gruesa o livianos se les considera como "mal amortiguados" y por esta razón deberá practicarse su encajado con mayor cuidado que en los de textura más fina.

Entre los factores deseables en el suelo está el de mantener una estructura granular bien desarrollada; esto permite una mejor aireación del suelo para la respiración radical, necesaria para una mejor y mayor absorción de nutrimentos. Una estructura granular permite un intercambio de gases mayor entre el suelo y la atmósfera.

#### FACTORES CLIMATICOS.

El clima es un factor importante en la determinación de la naturaleza del suelo, así como también de la clase de pastos que se pueden establecer. Factores tales como la temperatura, la lluvia y su distribución y la evaporación, ejercen influencia sobre el uso de fertilizantes y nivel de fertilidad.

Dentro de la zona tropical, la temperatura varía principalmente con la altitud. En zonas cálidas, con adecuada precipitación, el crecimiento de los pastos es más vigoroso y por lo tanto se requiere un nivel más alto de fertilidad para mantener dicho crecimiento. En Colombia, por ejemplo, se ha encontrado que el N se debe aplicar

más frecuentemente en climas cálidos que en los medios y fríos. En términos generales, a temperaturas muy bajas en el suelo, se retarda la rata de absorción de nutrimentos, especialmente del P y en consecuencia se debe tener un nivel más alto de este elemento en el suelo para un crecimiento adecuado de las plantas. También a bajas temperaturas se restringe la actividad de los microorganismos que descomponen la materia orgánica, fuente principal de N en los suelos.

Existe una estrecha relación entre la presencia de humedad en el suelo y la reacción del cultivo a la aplicación de fertilizantes. Con excepción de los suelos irrigados, la cantidad y distribución de la lluvia influye no solo en la elección de los pastos, sino también en la posibilidad de emplear fertilizantes. Es necesario tener una adecuada humedad en el suelo para una mejor utilización de los fertilizantes por las plantas. Por lo general, las grandes lluvias dan origen al lavado de nutrimentos de los suelos, mientras que el lavado producido por lluvias de menor intensidad es menor. Es de esperarse que los suelos en zonas de abundantes lluvias tengan mayores necesidades de fertilizantes porque: a) el potencial de rendimiento suele ser más elevado cuanto mayor es el suministro de agua; b) los suelos son esencialmente menos fértiles debido a la <sup>Intemperización</sup> meteorización y al lavado o lixiviación, y c) La cantidad de fertilizante aplicado que se pierde por lavado es mayor.

Los trópicos áridos o semiáridos, carecen durante varios meses al año de cantidades suficientes de lluvia para los pastos, a

pesar de que la temperatura permite un crecimiento satisfactorio de éstos. Los riesgos suplementarios durante este período facilitarían ampliamente el incremento de la producción e intensificarían las necesidades de fertilizantes. En otras palabras, una distribución inadecuada de las lluvias reduce las necesidades de fertilizantes porque no es posible intensificar la producción de pastos si no se dispone de riego. La conveniente distribución de las lluvias en cantidades adecuadas constituyen un requisito indispensable para el cultivo de los pastos.

El uso de fertilizantes resulta más efectivo cuando se combate la insuficiencia de humedad mediante el riego. Cuando mayor sea la fertilidad del suelo, mayores serán los beneficios que se obtendrán de la aplicación del riego. El mejoramiento y la conservación de la fertilidad del suelo son de gran importancia en las tierras de regadío; si no se dispone de nutrimentos en cantidades suficientes, de poco servirá conservar la humedad del suelo con frecuentes irrigaciones.

La evaporación, al reducir la disponibilidad de agua utilizable por los pastos, disminuye el potencial de rendimiento y las necesidades de fertilizantes en las regiones donde la evaporación es alta, a menos que se compense la evaporación mediante riegos.

En zonas de baja precipitación y alta evaporación, los suelos pueden salinizarse. La evaporación rápida ocasiona la acumulación

de sales en la superficie. Para la recuperación de estos suelos es necesario agregar yeso, azufre, materia orgánica, sulfato de Al, etc. y agregar agua suficiente y efectuar el avenamiento para lavar las sales.

#### FACTORES DEL CULTIVO.

Se sabe que los cultivos difieren en sus requerimientos de elementos esenciales. Todavía no está claro porque una variedad rinde más que otra. Es posible que los sistemas enzimáticos funcionen más adecuadamente en una variedad que en otra o que los sistemas de absorción, translocación y utilización sean más eficientes.

Las variaciones que muestran los cultivos en sus necesidades de nutrimentos parecen depender de:

- a. Diferencias de absorción efectiva de nutrimentos.
- b. Diferencias de capacidad de los cultivos para extraer elementos del suelo.
- c. Las relaciones simbióticas.

En el primer caso se puede mencionar la absorción total de nutrimentos por la avena, comparándola con la del maíz; un buen cultivo de aquella utilizará 80 kg/Ha de N, mientras que el maíz consumirá 140 kg/Ha. Un buen cultivo de leguminosas, como la alfalfa, absorberá más P, K y Ca del suelo que las gramíneas. Por lo general, dentro de una familia de plantas, los cultivos que dan mayor rendi-

miento de materia seca por unidad de superficie, requieren una cantidad mayor de elementos esenciales.

Algunos autores han atribuido las diferencias intrínsecas de la facultad de absorber nutrimentos que poseen las raíces de las distintas especies de factores tales como la capacidad de intercambio de bases de las raíces, contenido de Ca o diferencias protoplasmáticas, pero aún no se ha llegado a una clara comprensión del fenómeno. En general, se admite que ciertas leguminosas pueden absorber el P de algunos minerales bastante insolubles y que algunas plantas no pueden absorber microelementos de suelos que abastecen suficientemente a otros cultivos, aún cuando en ambos casos sean más o menos idénticas las necesidades totales. Como ejemplo de las relaciones simbióticas entre plantas y microorganismos se aduce la independencia de ciertas leguminosas, convenientemente inoculadas, respecto al N procedente del suelo las leguminosas pueden crecer en suelos de bajo contenido de N asimilable, que no podrían sustentar el crecimiento de otros cultivos. La importancia de tener una especie apropiada de Rhizobium en el suelo, para lograr la adecuada nodulación de las raíces de las leguminosas es evidente. Sin esa relación simbiótica con el Rhizobium las leguminosas se ven obligadas a depender del N del suelo. Si en éste no se encuentra la especie de Rhizobium apropiada, tendrá que inocularse la semilla de la leguminosa o habrá que mezclar suelo de un sitio donde se sabe que la leguminosa nodula libremente, con la semilla, o con el suelo donde se plantará la leguminosa.

Se sabe que las gramíneas son especialmente exigentes en N y las leguminosas en P, K, Ca y Mg. Donde se tiene una mezcla de gramíneas y leguminosas es necesario balancear la fertilización para no favorecer una especie en detrimento de la otra.

Entre los nutrimentos de las plantas debería considerarse al P como un "colonizador" en algunas zonas, indispensable para elevar la productividad inicial del suelo que está siendo mejorado para la producción intensiva de pastos o cultivos. El N es necesario para intensificar la producción y en algunos casos se debe complementar su acción con el K.

#### APLICACION DE FERTILIZANTES.

La elección del método y el momento o época más adecuados para la aplicación de fertilizantes está supeditado a la clase y a la cantidad del fertilizante empleado, debido en parte, a que los ingredientes particulares del fertilizante se comportan de manera diferente en el suelo. No todos sus elementos los absorbe o utiliza inmediatamente el cultivo a que se destinan.

Cuando los fosfatos solubles en agua, tales como los superfosfatos, se aplican al suelo, reaccionan con éste y forman nuevos compuestos fosfatados, menos solubles y menos asimilables para las plantas. Este fenómeno, conocido con el nombre de "fijación del fosfato", varía en grado según los diferentes suelos. Se ha estimado que las plantas no aprovechan más del 10 por ciento de los ferti-

lizantes fosfatados que se aplican al voleo y se incorporan en el suelo; pero en cambio, cerca del 30 por ciento es aprovechado cuando se aplica en bandas o corona al pie de las plantas. La mezcla con el suelo aumenta la fijación y la aplicación localizada hace que el fertilizante fosfatado solo reaccione con una pequeña porción del suelo. Si se hace la aplicación localizada y se desea estimular el crecimiento precoz, una gran parte del P del fertilizante deberá ser soluble en agua. A mayor capacidad de fijación del suelo, mayor será la ventaja de la aplicación localizada o si el P va a ser mezclado con el suelo, se deben aplicar fertilizantes pelletizados. Por lo general los suelos de elevado contenido de arcilla poseen mayor capacidad de fijación que los arenosos. Los suelos ácidos tienen, mayor capacidad de fijación que los casi neutros o ligeramente alcalinos. Si se desea una mayor eficiencia de los fertilizantes fosfatados solubles en el agua, los suelos ácidos deben ser encalados.

El momento más oportuno para aplicar los fertilizantes fosfatados solubles en agua y en citrato es al tiempo de la siembra. En praderas ya establecidas, el P se puede aplicar al voleo sobre la superficie del suelo, cuando el nivel de humedad sea adecuado. En pastos de corte, sembrados en surcos, generalmente la aplicación localizada da los mejores resultados.

La fijación del K en los suelos no constituye un problema tan serio como en el caso del P, aún cuando el K soluble se puede

fijar por ciertos minerales arcillosos. Comparado con el P, el K se mueve en los suelos con mayor facilidad, sobre todo en aquellos cuya capacidad de intercambio de cationes es muy baja. Es aconsejable aplicar los fertilizantes potásicos al momento de la siembra.

Los suelos muy meteorizados y de textura liviana, en regiones de abundante precipitación, necesitan a menudo aplicaciones de K. A veces, en pastos ya establecidos, se logra un aprovechamiento más eficaz del K con pequeñas aplicaciones anuales o semestrales, en lugar de efectuar aplicaciones abundantes pero poco frecuentes. En general, se puede decir que la condición de los suelos en el trópico, por lo que respecta al K, es hoy en día más satisfactoria que en las zonas templadas. Se han registrado menos casos de reacción positiva de los cultivos a los abonos potásicos en los trópicos que en las zonas templadas, lo cual puede explicarse, en parte, por lo muy reducido del consumo de fertilizantes nitrogenados y fosfatados que hoy en día se registra en los trópicos. A medida que se generalice su uso, y aumenten las dosis de aplicación, posiblemente se presentarán deficiencias de K.

Como la concentración de sales solubles en el suelo es mayor cuando se usan fertilizantes potásicos que cuando se emplean los fosfatados, debe ponerse más cuidado al hacer las aplicaciones en bandas o en corona, para evitar que las plántulas sufran por contacto directo con el fertilizante o por efecto de excesiva dosis aplicadas cerca de la semillas. Cuando mayor sea la dosis y más arenoso el suelo, tanto más lejos de la semilla deberán colocarse los

fertilizantes si se desea evitar daños, especialmente si el suelo está relativamente seco. En pastos establecidos el K se puede aplicar al voleo sobre la superficie del suelo.

El N es absorbido por las plantas principalmente en forma de  $\text{NO}_3^-$ . Todo fertilizante nitrogenado que no esté en forma de nitrato, es transformado a esta forma en el suelo, la cual es fácilmente soluble en agua. Esta transformación requiere condiciones favorables de temperatura, humedad, aireación y ciertos nutrimentos como P y Ca. Las pérdidas de N de la zona de las raíces pueden ser grandes en suelos livianos y en zonas de alta precipitación. Las pérdidas de N por lixiviación pueden reducirse un poco en suelos de elevada capacidad de intercambio de cationes mediante el empleo de fertilizantes a base de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). El ión  $\text{NH}_4^+$  se adsorbe con el complejo de intercambio de la misma manera que cualquier otro catión, hasta que los microorganismos del suelo lo oxiden a la forma de  $\text{NO}_3^-$ .

El método de aplicar al voleo el fertilizante nitrogenado en el momento de sembrar suele ser satisfactorio, pero para cultivos de pastos es aconsejable aplicar una cantidad baja, para reducir las pérdidas por lavado. Como en el caso de los fertilizantes potásicos, una aplicación excesiva de N muy cerca de la semilla puede ser perjudicial. En pastos ya establecidos, sembrados al voleo o en surcos el N se puede aplicar al voleo. Cuando se emplea riego, parece más aconsejable aplicar el fertilizante nitrogenado inmediatamente des-

pués de la aplicación del riego, para evitar pérdidas por lixiviación. Si los pastos quedan con muy poca área foliar después del corte o pastoreo, es conveniente esperar un poco, hasta que se haya desarrollado cierta área foliar, para hacer la aplicación de N.

Las deficiencias de Ca y Mg son muy corrientes en suelos ácidos. El uso prolongado de cal agrícola corriente o de un superfosfato común rico en sulfato de Ca puede ocasionar la insuficiencia de Mg en algunos suelos; casi todas las leguminosas son sensibles a esta deficiencia. La utilización de cal dolomítica, constituye probablemente el tratamiento más satisfactorio de los suelos ácidos. En suelos neutros o alcalinos y sobre todo en los muy arenosos, la dolomita actúa con demasiada lentitud para controlar la insuficiencia; en estos casos es más aconsejable aplicar el Mg en forma de sulfato.

En igualdad de condiciones, la deficiencia de S se presenta más a menudo en suelos ácidos que en los alcalinos, debido a que los primeros sufren más los efectos de lixiviación. Los suelos no retienen fácilmente los componentes inorgánicos de S.

Puede ocurrir que como resultado de la meteorización y del excesivo empleo de fertilizantes que solo contenga los nutrimentos principales, se presenten deficiencias de uno o varios de los microelementos. Ciertos suelos carecen de algunos de esos elementos en su estado natural.

Por lo general, las deficiencias de elementos menores o microelementos se presentan con mayor frecuencia en suelos de textura liviana, muy meteorizados y en suelos calcáreos. Las plantas requieren los microelementos en mínimas cantidades y se deben aplicar con precaución a fin de evitar una dosis excesiva que ocasionaría toxicidades. Es posible aplicarlos en aspersión sobre el follaje; en esta forma los absorbe directamente las hojas de las plantas, corrigiéndose así los síntomas de deficiencia. Debido a que los efectos de las aspersiones son pasajeras, probablemente se requieran repetidas aplicaciones. Aparentemente, la mejor forma de aplicación de elementos menores es la de mezclarlos con algunos de los fertilizantes comerciales, antes de su aplicación.

Ciertos suelos tienen una capacidad de fijación de estos elementos tan elevada, que resulta muy difícil corregir las deficiencias mediante aplicaciones al suelo, como sucede con el Fe y el Zn en algunos suelos calcáreos. Durante los últimos años se ha presentado gran atención al empleo de compuestos retentivos (agentes quelatos) que forman uniones con elementos como Fe, Zn, Mn, y Cu. Uno de los más corrientes es el ácido etileno-diaminotetracético (EDTA). Las sales de este ácido y de otros análogos, junto con los cuatro elementos antes citados, pueden ser absorbidos por las plantas cuando se aplican al suelo, debido a que no reaccionan libremente con él. Estos compuestos pueden usarse también para asperjar el follaje o en soluciones nutritivas, para conservar estos elementos en solución.

La deficiencia de B y Cu es común en suelos orgánicos, pero puede presentarse también en suelos minerales ácidos o alcalinos. La deficiencia puede ser producto de un encalado excesivo.

En el sur de Australia, en Nueva Zelandia, en la parte central de Estados Unidos y en Africa Occidental se han observado deficiencias de Mo. Este tipo de deficiencias parece presentarse con más frecuencia en los trópicos que en las regiones templadas. Casi siempre los suelos bajos en Mo son de textura gruesa, ácidos y muy meteorizados. A veces las leguminosas sufren por deficiencia de Mo, pudiéndose corregir tal falta con la aplicación de 50 a 100 g/Ha. de compuestos tales como el molibdato de Na o de  $\text{NH}_4^+$ .

#### ALGUNOS RESULTADOS DE LA FERTILIZACION DE PASTOS

La literatura relacionada con la fertilización de pastos en zonas templadas es abundante; en zonas tropicales es relativamente escasa. Se ha dado especial énfasis al N, debido a que este elemento en general es el más limitante para la producción de los pastos.

En la Tabla 1 se incluyen algunos datos sobre respuesta de los pastos pangola (*Digitaria decumbens*), pará (*Brachiaria mutica*), angleton (*Dichanthium aristatum*), braquiaria (*Brachiaria decumbens*) y puntero o jaragua (*Hyparrhenia rufa*) a la aplicación de N en el Valle del Cauca. Todos los pastos respondieron a la aplicación de N,

pero en algunos la respuesta fue más notoria que en otros.

La frecuencia de aplicación de los fertilizantes puede variar con el clima, la especie de pasto, el tipo de suelo, utilización, riego y disponibilidad de mano de obra, principalmente. En la Tabla 2 se incluyen los resultados obtenidos en un ensayo con pasto guinea (Panicum maximum) en el Valle del Sinú, variando la dosis y la frecuencia de aplicación de N. Aunque en algunos casos la aplicación de N cada dos o tres cortes resultó en una mayor producción de forraje, la aplicación de este elemento después de cada corte resultó en una producción más uniforme durante todo el año, lo cual permitiría al ganadero tener una carga animal de mayor uniformidad.

Para tratar de regularizar la producción de forraje, bajo condiciones naturales, es decir, sin riego, el N se puede aplicar al final de la época de lluvias, lo cual permite una acumulación de forraje en la pradera para el período seco. En la Tabla 3 se observan los resultados obtenidos al aplicar N después de cada corte y estacionalmente al final del período lluvioso en pasto pangola en el C.N.I.A. Palmira. En esa zona, durante el año se presentan dos períodos secos, Diciembre a Marzo y Junio a Agosto. En un año el pangola se puede cosechar seis veces, de tal manera que el tratamiento de 50 kg/Ha de N después de cada corte recibiría 300 kg/Ha de N por año; el tratamiento de 100 kg/Ha de N al final del período de lluvias recibiría 200 kg/Ha de N por año. El rendimiento fue ligeramente superior en este

último tratamiento, obteniéndose un ahorro de fertilizante y una mayor población de leguminosas nativas.

TABLA 1. RESPUESTA DE LOS PASTOS A LA APLICACION DE NITROGENO EN EL VALLE DEL CAUCA. t/Ha DE FORRAJE SECO POR CORTE.

| Dosis de N<br>kg/Ga * | Pangola<br>(9)** | Pará<br>(9) | Angleton<br>(9) | Braquiaria<br>(12) | Puntero<br>(14) |
|-----------------------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| 9                     | 0,41             | 0,69        | 1,18            | 0,99               | 1,50            |
| 25                    | 1,74             | 2,52        | 4,00            | 1,67               | 2,80            |
| 50                    | 3,68             | 4,37        | 6,91            | 2,45               | 4,09            |
| 100                   | 6,27             | 7,41        | 10,21           | 3,08               | 4,40            |
| 200                   | 8,26             | 10,65       | 10,78           | 3,80               | 4,80            |

\* Nitrógeno aplicado después de cada corte.

\*\* Entre paréntesis el número de cortes.

TABLA 2. RENDIMIENTO PROMEDIO POR CICLO DEL PASTO GUINEA. t/Ha DE FORRAJE SECO C.N.I.A. TURIPANA.

| Frecuencia de aplicación | Dosis de N | Ciclo |      | Promedio |
|--------------------------|------------|-------|------|----------|
|                          |            | 1     | 2    |          |
| Cada corte               | 0          | 18,3  | 9,5  | 13,9     |
|                          | 25         | 25,3  | 21,1 | 23,2     |
|                          | 50         | 31,3  | 29,7 | 30,5     |
|                          | 100        | 49,7  | 47,6 | 48,6     |
|                          | 200        | 57,6  | 56,4 | 57,0     |
| Cada dos cortes          | 0          | 17,6  | 10,3 | 13,9     |
|                          | 50         | 29,0  | 29,5 | 29,2     |
|                          | 100        | 33,3  | 38,1 | 35,7     |
|                          | 200        | 47,5  | 49,0 | 48,2     |
|                          | 400        | 57,8  | 55,4 | 56,6     |
| Cada tres cortes         | 0          | 17,7  | 10,4 | 14,0     |
|                          | 75         | 24,1  | 20,9 | 22,5     |
|                          | 150        | 37,4  | 34,2 | 35,8     |
|                          | 300        | 46,7  | 47,1 | 46,9     |
|                          | 600        | 53,7  | 51,9 | 52,8     |

\* Cada ciclo consta de seis cortes.

TABLA 3. EPOCA DE APLICACION DE NITROGENO EN PANGOLA DE ACUERDO A LOS PERIODOS SECOS Y HUMEDOS.

| Tratamientos                         | t/Ha forraje seco por corte<br>(11)* |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Testigo (N = 0)                      | 2,4<br>33,3**                        |
| ⊙N - 50 kg/Ha después de cada corte  | 3,2<br>11,6                          |
| N - 50 kg/Ha final época de lluvias  | 2,6<br>19,2                          |
| N - 100 kg/Ha final época de lluvias | 3,5<br>20,1                          |

\* Entre paréntesis el número de cortes

\*\* Porcentaje de leguminosas espontáneas

También se ha estudiado la respuesta de los pastos a diferentes de N. Aunque en algunos casos se han encontrado diferencias en cuanto a la producción de forraje, contenido de proteína y producción de proteína por unidad de superficie, generalmente la fuente a utilizar depende de factores económicos tales como precio por unidad de N, costo del transporte, facilidad de adquisición en el mercado y efectos secundarios sobre propiedades físicas y químicas de los suelos. En las Tablas 4, 5 y 6 se incluyen algunos resultados de un experimento en pasto pangola en el valle de Medellín. En todos los casos se encontraron diferencias estadísticas significativas para fuentes, dosis y la interacción de fuentes por dosis. Principalmente por razones de costos, facilidad de adquisición en el mercado y efectos en el suelo, la úrea es la fuente de N más recomendable en este caso, en dosis de 50 kg/Ha de N después de cada corte.

TABLA 4. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DEL PANGOLA, EN t/Ha DE FORRAJE SECO POR CORTE. FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS, MEDELLIN.\*

| Fuente            | kg/Ha de N por corte |     |     |     |     | Promedio |
|-------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
|                   | 0                    | 50  | 100 | 150 | 200 |          |
| Nitrato de sodio  | 2,3                  | 4,9 | 6,6 | 7,1 | 7,8 | 5,7      |
| Sulfato de Amonio | 2,1                  | 4,6 | 5,8 | 6,1 | 6,4 | 5,0      |
| Urea              | 2,0                  | 4,3 | 5,7 | 5,9 | 6,3 | 4,8      |
| Promedio          | 2,1                  | 4,6 | 6,0 | 6,4 | 6,8 |          |

\* Promedio de 25 cortes

Existen numerosos casos en los cuales la aplicación de N a los pastos no resulta en un mayor porcentaje de proteína cruda en el forraje; sin embargo la producción total de proteína por unidad de superficie generalmente se aumenta con la aplicación de N porque hay un aumento en la producción de forraje. Este efecto ha sido interpretado en base a una dilución del N en un volumen mayor de forraje.

Como se mencionó anteriormente, la intensificación en la producción de pastos, mediante el uso de N, aumenta la necesidad de aplicar otros elementos como P, K, Ca, Mg, etc. ya que al aumentar la producción, la extracción o remoción de nutrimentos del suelo es mayor. Este efecto se ilustra por los datos presentados en la Tabla 7.

TABLA 5. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO EN EL PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA DEL PANGOLA, FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS, MEDELLIN \*

| Fuentes de Nitrógeno | kg/Ha de N por corte |     |     |      |      | Promedio |
|----------------------|----------------------|-----|-----|------|------|----------|
|                      | 0                    | 50  | 100 | 150  | 200  |          |
| Nitrato de sodio     | 7,0                  | 7,5 | 7,6 | 8,9  | 10,5 | 8,3      |
| Sulfato de amonio    | 7,0                  | 7,5 | 8,8 | 10,4 | 12,4 | 9,2      |
| Urea                 | 7,1                  | 7,1 | 8,2 | 9,2  | 10,3 | 8,4      |
| Promedio             | 7,0                  | 7,4 | 8,2 | 9,5  | 11,1 |          |

\* Promedio de 25 cortes.

TABLA 6 EFECTO DE DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO EN LA PRODUCCION DE PROTEINA CRUDA POR EL PANGOLA, EN kg/Ha POR CORTE. FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS, MEDELLIN.\*

| Fuentes de Nitrógeno | kg/Ha de N por corte |     |     |     |     | Promedio |
|----------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
|                      | 0                    | 50  | 100 | 150 | 200 |          |
| Nitrato de sodio     | 162                  | 368 | 500 | 632 | 817 | 476      |
| Sulfato de amonio    | 144                  | 348 | 512 | 636 | 791 | 460      |
| Urea                 | 139                  | 304 | 467 | 543 | 653 | 407      |
| Promedio             | 148                  | 340 | 494 | 605 | 758 |          |

\* Promedio de 25 cortes.

TABLA 7 PRODUCCION DE FORRAJE SECO POR AÑO EN ton/Ha Y REMOCIÓN DE NITROGENO, FOSFORO, POTASIO Y CALCIO, EN kg/Ha POR LOS PASTOS ANGLETON, PANGOLA Y PARA, DURANTE UN AÑO. C.N.I.A. de PALMIRA. \*

| Tratamientos   | Producción<br>t/Ha | Elementos removidos |    |     |    |
|----------------|--------------------|---------------------|----|-----|----|
|                |                    | N                   | P  | K   | Ca |
| Angleton N 0** | 3,4                | 36                  | 8  | 38  | 12 |
| N 50           | 19,9               | 267                 | 64 | 350 | 60 |
| N- 100         | 27,6               | 415                 | 75 | 435 | 88 |
| Pangola N 0    | 1,0                | 13                  | 5  | 16  | 4  |
| N 50           | 9,6                | 164                 | 49 | 186 | 45 |
| N 100          | 19,6               | 390                 | 95 | 410 | 90 |
| Pará N 0       | 1,8                | 25                  | 7  | 43  | 5  |
| N 50           | 10,7               | 175                 | 46 | 244 | 35 |
| N 100          | 17,9               | 290                 | 65 | 500 | 50 |

\* Corte cada seis semanas.

\*\* Nitrógeno aplicado después de cada corte.

419-BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

En ensayos de pastoreo, se ha encontrado que la aplicación de fertilizantes generalmente resulta en mayor ganancia diaria de peso o producción de leche por los animales, mayor capacidad de carga y mayor producción de carne o leche por unidad de superficie. En la Tabla 8 se incluyen los resultados de un ensayo realizado en el C.N.I.A. Palmira, para determinar la capacidad de carga y producción de carne en los pastos puntero, pará, pangola y guinea, bajo condiciones naturales y con fertilización y riego. En términos generales, la aplicación de N y riego resultó en una mayor ganancia de peso diaria por animal y mayor producción de carne por hectárea.

En el C.N.I.A. La Libertad, Villavicencio, se efectuó un ensayo de pastoreo continuo con y sin fertilización, utilizando toros San Martinero de año y medio de edad y un peso promedio de 182 kg. Los pastos utilizados fueron puntero, gordura (Melinis minutiflora) y peludo o braquiaria. Estos pastos se sembraron en parcelas de una hectárea. Se emplearon los siguientes tratamientos: Testigo, 700 kg/Ha de Escorias Thomas y 2 t/Ha de cal más 500 kg/Ha de 10-20-20. En la Tabla 9 se incluyen los resultados obtenidos en el experimento. La producción total de carne y la capacidad de carga fue mayor en los potreros fertilizados, especialmente en los pastos puntero y braquiaria, sobresaliendo el tratamiento con Escorias Thomas. La mayor ganancia de peso diario por animal se obtuvo con el pasto braquiaria. La capacidad de carga relativamente alta que se obtuvo para esta zona y las altas ganancias de peso diario, pueden explicarse parcialmente

TABLA 8. PASTOREO CONTINUO EN PUNTERO, PARA, PANGOLA Y GUINEA. DOS PERIODOS DE 196 DIAS CADA UNO.

| Pastos  | Primer Período |                    |             | Segundo Período*      |                    |             |
|---------|----------------|--------------------|-------------|-----------------------|--------------------|-------------|
|         | Sin N y        | Sin Riego          |             | 75 kg/Ha de N y Riego |                    |             |
|         | Animales /Ha   | Ganancia diaria, g | Carne kg/Ha | Animales /Ha          | Ganancia diaria, g | Carne kg/Ha |
| Puntero | 2,5            | 690                | 340         | 2,3                   | 720                | 316         |
| Para    | 2,5            | 600                | 295         | 2,7                   | 690                | 366         |
| Pangola | 2,5            | 450                | 222         | 2,4                   | 720                | 343         |
| Guinea  | 2,0            | 530                | 208         | 2,7                   | 570                | 303         |

\* Durante el segundo período no hubo suficientes animales para la verdadera capacidad de sostenimiento.

TABLA 9. CAPACIDAD DE CARGA Y PRODUCCION DE CARNE EN LOS PASTOS GORDURA, PUNTERO Y BRAQUIARIA, BAJO PASTOREO CONTINUO, CON Y SIN FERTILIZACION.

| Tratamiento                           | Capacidad de carga | Ganancia diaria, g | Producción total carne, kg/Ha |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|
| Gordura Testigo                       | 1,50               | 466                | 313                           |
| 700 kg/Ha E.T.                        | 1,85               | 409                | 339                           |
| 2 t/Ha de cal + 500 kg/Ha de 10-20-20 | 1,76               | 486                | 383                           |
| Puntero Testigo                       | 1,86               | 581                | 484                           |
| 700 kg/Ha E.T.                        | 2,00               | 638                | 572                           |
| 2 t/Ha de cal + 500 kg/Ha 10-20-20    | 2,06               | 558                | 515                           |
| Braquiaria Testigo                    | 1,79               | 649                | 521                           |
| 700 kg/Ha E.T.                        | 1,97               | 676                | 597                           |
| 2 t/Ha de cal + 500 kg/Ha 10-20-20    | 1,68               | 733                | 552                           |

\* Duración del experimento 448 días.

por el tipo de ganado que se utilizó, de poco peso y en estado de crecimiento vigoroso.

En las Tablas 10 y 11 se incluyen algunos resultados obtenidos en el Brasil, estado de Sao Paulo, en seis pastos tropicales: guinea, puntero o yaraguá, pangola, Tanganica (Panicum maximum), gordura y Coastal bermuda (Cynodon dactylon).

TABLA 10. PRODUCCIÓN DE CARNE Y CAPACIDAD DE CARGA EN PASTOS CON Y SIN FERTILIZANTE DURANTE 168 DIAS DE VERANO (No 7/61 a ABRIL 24/62).

| Tratamientos |                | Ganancia peso/Animal |           | Animas/<br>Ha | Ganancia total<br>por Ha, kg |
|--------------|----------------|----------------------|-----------|---------------|------------------------------|
|              |                | Total kg.            | Diaria g. |               |                              |
| Guinea       | Fertilizado    | 122,8                | 731       | 2,90          | 356,1                        |
|              | No Fertilizado | 129,1                | 768       | 1,66          | 214,3                        |
| Puntero      | Fertilizado    | 136,5                | 813       | 3,09          | 421,8                        |
|              | No Fertilizado | 135,0                | 804       | 1,85          | 249,8                        |
| Pangola      | Fertilizado    | 95,8                 | 570       | 2,86          | 274,0                        |
|              | No Fertilizado | 98,7                 | 588       | 2,29          | 226,0                        |
| Tanganica    | Fertilizado    | 117,3                | 698       | 3,15          | 269,5                        |
|              | No Fertilizado | 100,8                | 600       | 1,22          | 123,0                        |
| Gordura      | Fertilizado    | 123,1                | 733       | 0,98          | 120,6                        |
|              | No Fertilizado | 147,4                | 877       | 1,08          | 159,2                        |
| Coastal      | Fertilizado    | 110,4                | 657       | 1,95          | 215,3                        |
|              | No Fertilizado | 102,3                | 609       | 1,01          | 103,3                        |

TABLA 11. PRODUCCION DE CARNE Y CAPACIDAD DE CARGA EN PASTOS CON Y SIN FERTILIZANTE DURANTE 112 DIAS DE INVIERNO (Julio 18 - Noviembre 7 de 1961)

| Tratamientos |                | Ganancia peso/an.<br>total kg |             | Animales<br>por Ha | Ganancia total<br>por Ha. |
|--------------|----------------|-------------------------------|-------------|--------------------|---------------------------|
|              |                |                               | Díaria<br>g |                    |                           |
| Guinea       | Fertilizado    | 18,8                          | 168         | 2,06               | 38,7                      |
|              | No Fertilizado | 0,4                           | 4           | 2,23               | 0,9                       |
| Puntero      | Fertilizado    | 14,8                          | 132         | 1,75               | 25,9                      |
|              | No Fertilizado | -0,5                          | -4          | 1,75               | -0,9                      |
| Pangola      | Fertilizado    | 19,6                          | 175         | 2,63               | 51,5                      |
|              | No Fertilizado | 2,6                           | 23          | 2,60               | 6,8                       |
| Tanganica    | Fertilizado    | 8,6                           | 77          | 1,17               | 10,1                      |
|              | No Fertilizado | 4,5                           | 40          | 1,13               | 5,1                       |
| Gordura      | Fertilizado    | -1,9                          | -17         | 1,61               | -3,1                      |
|              | No Fertilizado | 4,2                           | 38          | 1,61               | 6,8                       |
| Coastal      | Fertilizado    | -2,8                          | -25         | 1,98               | -5,5                      |
|              | No Fertilizado | -23,5                         | -210        | 1,75               | -41,1                     |

En la zona experimental, municipio de Matao, a 610 metros sobre el nivel del mar se tiene una temperatura media de 21,7°C y una precipitación media anual de 1,410 mm, la cual ocurre aproximadamente un 80 por ciento en verano. Puede observarse que tanto en verano como en invierno la ganancia total de peso vivo por hectárea fue mayor cuando los pastos se fertilizaron.

Las fuentes, dosis, frecuencias, métodos de aplicación, etc., de los fertilizantes pueden afectar algunas de las características

químicas y físicas del suelo, especialmente el pH, disponibilidad de nutrimentos, permeabilidad, etc. En la Tabla 12 se incluye el efecto de diferentes fuentes y dosis de N en el pH de un suelo aluvial que había recibido N por cinco años en forma continua. En el caso de fuentes de efecto residual ácido, como el sulfato de amonio y la urea, es necesario aplicar cal con alguna frecuencia para evitar los efectos perjudiciales de una acidez alta en el suelo.

TABLA 12. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO SOBRE EL pH DEL SUELO. FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS, MEDELLIN.

| Fuentes de Nitrogeno | Dosis de N, kg/Ha por corte |                |                |                |                | Promedio |
|----------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|
|                      | 0<br>(0)                    | 50<br>(1.250)* | 100<br>(2.500) | 150<br>(3.750) | 200<br>(5.000) |          |
| Nitrato de Sodio     | 6,08                        | 6,54           | 6,80           | 7,03           | 6,85           | 6,66     |
| Sulfato de Amonio    | 5,46                        | 5,13           | 4,35           | 3,85           | 3,57           | 4,46     |
| Urea                 | 5,73                        | 5,77           | 5,76           | 5,50           | 5,27           | 5,60     |
| Promedio             | 5,75                        | 5,81           | 5,64           | 5,46           | 5,20           |          |

\* Entre paréntesis la cantidad total de N aplicado en cinco años.

En la Figura 1 se puede observar la relación entre el Al intercambiable y el pH. La disminución del pH y aumento de Al intercambiable resultaron de la aplicación continuada de N en forma de urea al pasto pangola, en dosis de 50, 100, 200 y 400 kg/Ha de N cada seis semanas, durante cuatro años.

Una fertilización mal realizada, empleando fuentes, dosis y métodos de aplicación inadecuados, puede resultar en efectos perjudiciales para el pasto y para el suelo. En el caso de fertilizantes simples, que se mezclan para su aplicación se debe tener en cuenta la compatibilidad de los materiales usados; así por ejemplo la úrea no se debe mezclar con fertilizantes de reacción básica como las Escorias Thomas porque el N se pierde en forma de  $\text{NH}_3$ .

Es muy probable que el animal en pastoreo tenga efectos significativos sobre el estado de fertilidad del suelo, por el retorno de excreciones. Se ha estimado que los bovinos retornan en las heces y en la orina, aproximadamente el 75 por ciento del N, el 80 por ciento del O y el 85 por ciento del K contenidos en el alimento. Se ha encontrado que los animales bajo pastoreo continuo, destruyen los excrementos en una forma no uniforme y que durante una estación normal de pastoreo, solamente el 10 a 15 por ciento del potrero es afectado significativamente por las excreciones. Aparentemente se requiere la misma fertilización, en presencia o ausencia del animal en pastoreo.

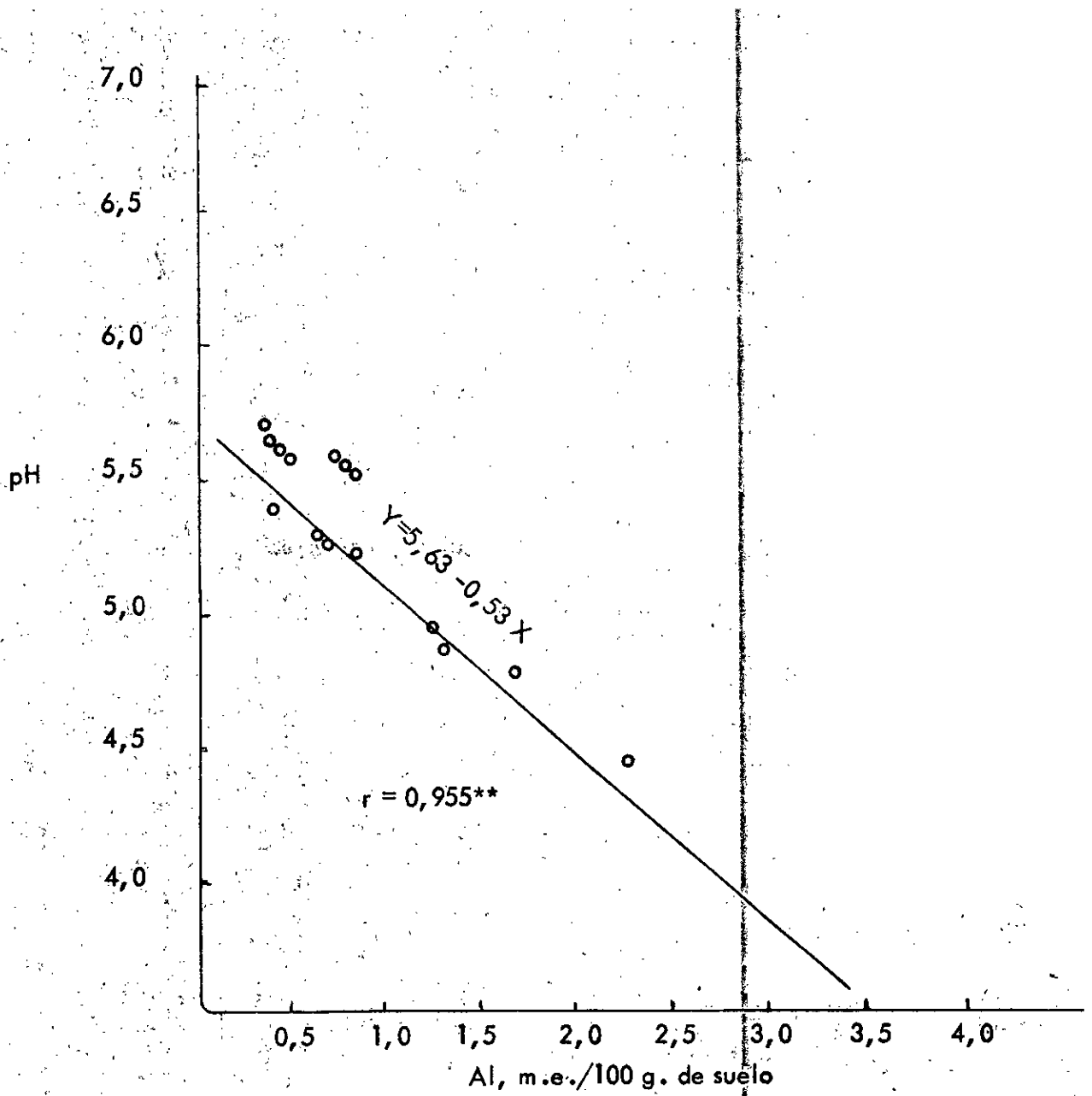


FIGURA 1. Relación entre el pH y el contenido de aluminio intercambiable del suelo.

## REFERENCIAS

1. ALARCON, E. y J. LOTERO. 1969. Establecimiento, fertilización y manejo de las principales gramíneas y leguminosas forrajeras en dos pisos térmicos de Colombia. ICA. Bol. Téc. No. 5, 31 pp.
2. BEAR, F.E., W.A. KING and C.B. BENDER. 1946. The dairy cow as a conserver of soil fertility. N.J. Agr. Expt. Sta. Bull. 730.
3. CHANDLER, J.V. et al 1967. El manejo intensivo de forrajes tropicales en Puerto Rico. Recinto de Mayaguez. Est. Exp. Agr. Bol. 202, 169 pp.
4. CHUNG SANG, G. 1971. Efecto de la orina depositada por vacas en pastoreo sobre la fertilidad del suelo. Magister Scientiae Tesis. Univ. Natl. ICA. Bogotá, 54 pp.
5. CROWDER, L.V. y G. RIVEROS. 1962. Resumen de las investigaciones en pastos y forrajes. Agric. Trop. 18: 391 - 420.
6. ESCOBAR, L., A. RAMIREZ y J. LOTERO. 1967. Dosis y frecuencia de aplicación de nitrógeno en tres gramíneas tropicales. Agric. Trop. 23: 726 - 737.

7. IGNATIEFF, V. y H.J. PAGE. 1959. El uso eficaz de los fertilizantes. Colección FAO. Estudios agropecuarios No. 43.
8. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1965 - 1970. Programa de Pastos y Forrajes. Informes anuales de Progreso.
9. LOTERO, J., W.W. WOODHOUSE, Jr. AND R.G. PETERSEN. 1966. local effect on fertility of urine voided by grazing cattle. Agron. Jour. 58: 262 - 265.
10. LOTERO, J. 1967. Algunos aspectos de la fertilización de pastos. En: Pastos y Ganados para la Costa Atlántica. ICA. Bol. No. 15 p. 33 - 42.
11. LOTERO, J. et al 1971. Respuesta de gramíneas y leguminosas forrajeras al encalamiento. Acidez y Encalamiento en el trópico. Primer coloquio de suelos. S.C.C.S. Suelos Ecuatoriales 3 (1): 210 - 239.
12. LOTERO, J. 1972. Región trópico húmedo. Conferencia especial de la FAO sobre pastos y cultivos forrajeros en América tropical. Cali, Colombia, Enero 17, 22, 1972, 18 pp.

13. PETERSEN, R.G., W.W. WOODHOUSE, Jr. AND H.L. LUCAS. 1956. The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effect on pasture fertility. II. Effect of returned excreta on the residual concentration of some fertilizer elements. Agron. Jour. 48: 444 - 449.
14. QUINN, L.R., et al 1962. Producao de carne en bovinos submetidos a pastoreio em seis gramineas tropicais. IBEC. Res. Inst. Bol. No. 28, p. 42.
15. RUSSELL, E.W. 1961. Soil conditions and plant growth. John Wiley and Sons. 9th. Ed.
16. TISDALE, S.L. AND W.L. NELSON. 1966. Soil Fertility and Fertilizers. 2nd. Ed. The MacMillan Co., New York.

## VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES.

Saúl Quintero \*

## INTRODUCCION.

Una forma de medir el valor nutritivo de los forrajes para rumiantes, es a través de su eficiencia potencial para crecimiento y producción de leche, carne o lana, cuando el animal lo consume como fuente alimenticia.

Es lógico deducir por lo tanto, que un forraje será de buena calidad si cumple con las siguientes condiciones:

1. Poseer todos los nutrimentos esenciales en proporciones balanceadas.
2. Ser de alta digestibilidad.
3. Ser gustoso o agradable para el animal.

La presencia simultánea de estas tres condiciones en la ración diaria de rumiante, significaría entonces, máxima productividad; si alguna de ellas es deficiente o incompleta se afectará su calidad y disminuirá proporcionalmente su valor nutritivo.

---

\* Ingeniero Agrónomo, Profesor Universidad Nacional de Medellín

Los conocimientos actuales sobre fisiología del rumen, explican en forma bastante clara, la manera como operan en el animal los tres factores anotados; iniciando en la producción y consecuentemente en la apreciación del valor nutritivo de los forrajes. En este orden de ideas se tratará de establecer la relación causa - efecto de cada uno de estos factores, con el fin de suministrar ideas más claras, más útiles y más amplias que puedan servir de base para comprender mejor los diferentes enfoques con que se ha tratado de discutir éste tema. A este respecto cabe destacar los factores que inciden en el valor nutritivo de los forrajes según varios autores (,1 6) y que son:

1. Especie de planta.
2. Partes de la misma (hoja tallo).
3. Edad de la planta.
4. Factores ecológicos principalmente suelo y clima.

#### FORMA COMO OPERA LA DIGESTION EN EL RUMEN.

Los rumiantes son, entre los mamíferos los animales más capacitados para extraer de pastos y forrajes en general, el mayor provecho posible en razón de sus características anatómicas y fisiológicas. Esta cualidad se debe a la forma funcional del rumen, que obliga al animal a depender para su subsistencia, de la actividad microbial y de la síntesis que se presenta en la panza.

Un vacuno en buen estado de salud y bien alimentado posee alrededor de 10.000 millones de bacterias y de 200.000 a 1.000.000 de protozoarios por grano de contenido rumial. Los microorganismos viven en simbiosis permanentemente con el animal hospedero extrayendo nutrimentos de la fibra y elaborando aminoácidos esenciales y vitaminas. El rumiante a su vez, provee a la flora ruminal de alimentos y medio apropiado para su proliferación y funciones. Esta actividad digestiva y de síntesis, que ocurre por la acción de bacterias y protozoarios, no la pueden ejercer por sus propios medios fisiológicos, las demás especies explotadas por el hombre.

#### DIGESTION DE CARBOHIDRATOS.

Los carbohidratos presentes en las plantas forrajeras han sido agrupados en dos categorías: 1) Insolubles o estructurales, presentes en la pared celular y 2) solubles que se encuentran en el contenido celular (11). El primer grupo está formado principalmente por celulosas y hemicelulosas unidas a la fracción lignina, y en algunos casos, a sílice; en el segundo se encuentran entre otros, los almidones y azúcares.

La pared celular o fibra solo puede ser digerida por la acción de microorganismos, los cuales secretan enzimas digestivas que no se producen en el aparato digestivo de los animales superiores. Estas enzimas desdoblan la celulosa y hemicelulosa hasta llevarlas a ácidos grasos volátiles; acético, propiónico y butírico, principalmente para ser absorbidos y utilizados como fuente de energía por el rumiante.

El desdoblamiento de los carbohidratos insolubles es lento y se inhibe fuertemente cuando la lignina o la sílice se encuentran en cantidades altas. Los almidones y azúcares se convierten mucho más rápido a ácidos grasos volátiles (AGV) y sirven como fuente inmediata de energía para la proliferación de los microorganismos.

Uno de los factores que más afecta la digestibilidad de los pastos, es su edad y estado de desarrollo. La celulosa y hemicelulosa se depositan en los tejidos en crecimiento, durante el engrosamiento celular, formando la pared secundaria. Una vez terminado éste según Wardrop (13) empieza la deposición de lignina que continúa hasta que el tejido adquiere su tamaño final. Este mismo autor indica que la principal función de la lignina es la de proporcionar soporte y rigidez al material vegetal, incrementando la resistencia de la pared celular a las fuerzas de compresión. Freudenberg (1965) ha descrito la lignina como "sustancia comparable al cemento en el concreto reforzado".

A medida que un pasto madura, su digestibilidad decrece como consecuencia, probablemente, de la deposición de la lignina, la cual protege la celulosa y hemicelulosa contra los ataques bacteriales, reduciéndose en esta forma la disponibilidad de energía y consecuentemente la actividad microbiana en el rumen.

Asociada con la lignocelulosa de las plantas, se presenta en muchos casos la sílice ( $\text{SiO}_2$ ). Esta sustancia parece que actúa en la misma forma que la lignina, aumentando la resistencia a la pared

celular e impidiendo su digestibilidad (9, 12).

Como puede observarse, existen razones realmente lógicas que explican la forma como las plantas forrajeras disminuyen su valor nutritivo a medida que avanzan en edad. Sería de gran importancia para el trópico, poder seleccionar variedades de pastos que presenten lignificación retardada; con ello se lograría proporcionar al animal mayor cantidad de forraje por unidad de superficie y mayor cantidad de energía digerible.

#### DIGESTION DE LA PROTEINA.

En los ruminantes, la proteína que llega al rumen es atacada por los microorganismos en forma similar a lo que ocurre con los carbohidratos. Los compuestos proteícos se descomponen por acción de enzimas microbiales (proteasas y deaminasas) hasta llegar a sustancias simples como son AGV y amoníaco. Este último compuesto constituye la fuente principal de nitrógeno con que se nutren las bacterias para la síntesis de los aminoácidos que forman su proteína celular. Se requiere entonces que el amoníaco esté presente en cantidades apropiadas, al tiempo que la microflora hace uso de la energía para proliferar.

Cualesquier deficiencia de amoníaco durante el proceso digestivo, afecta el estado de desarrollo microbial y por ende la utilización de fibra y síntesis de proteínas y de vitaminas. Otro tanto ocurre con deficiencia de nutrimentos energéticos.

La intensidad de la proliferación microbial, a que se ha hecho referencia, es un factor importante en la nutrición del rumiante, ya que la proteína celular de la microflora es fuente principal de aminoácidos para el organismo hospedero, cuando los microorganismos se digieren en el tracto digestivo posterior al rumen.

La digestibilidad de la proteína de los pastos, también es afectado por el estado de madurez y lignificación de las plantas (Tabla 1). Aparte de que el contenido de proteína disminuye con la edad, los pastos maduros pueden presentar hasta un 10 por ciento de su ya reducido nitrógeno total, involucrado a la lignocelulosa. En tal forma la disponibilidad de este elemento es baja para los microorganismos y para el animal hospedero. (11).

La anterior discusión, muestra claramente que existe una interacción en la digestión de carbohidratos y proteínas, que afecta reciprocamente la utilización de ambos grupos de nutrimentos. Actualmente se sabe que el aprovechamiento óptimo de la proteína y los carbohidratos por rumiantes, ocurre cuando la fermentación de ambos se presenta al mismo tiempo y con igual rata de velocidad fermentativa. Cualquier factor suelo - planta - animal que cause alteraciones en las condiciones anotadas afecta en forma negativa el valor nutritivo de los pastos.

## EFECTO DE LOS MINERALES EN LA DIGESTION.

La actividad microbial del rumen ocurre en forma permanente siempre y cuando la microflora reciba los nutrimentos que necesita para su desarrollo. Ya se indicó, como los carbohidratos y las proteínas proporcionan energía y nitrógeno; sin embargo, estos dos nutrimentos no son los únicos indispensables para los microorganismos; se requieren además minerales.

Desafortunadamente los conocimientos que se tienen sobre las necesidades nutritivas específicas de cada elemento en las diferentes especies microbiales son pocos, incompletos y en algunos casos contradictorios. De los 15 elementos esenciales para el organismo del rumiante, se ha reportado, al menos, que 12 de ellos (Ca, P, K, Mg, S, Cl, Fe, Mn, Cu, Co, Mo, I) provocan máxima digestibilidad de fibra y/o máximo estímulo del crecimiento bacterial (2, 7).

Una deficiencia leve o aguda de uno o varios minerales esenciales para el buen desarrollo microbial, redundará en baja digestibilidad de la fibra en los pastos y un aprovechamiento deficiente de sus carbohidratos y proteínas.

Al analizar un alimento para rumiantes, se debe considerar, no solo su efecto fisiológico y nutritivo para el animal, sino la acción que pueda ejercer sobre la microflora. Un cambio brusco en los componentes de una ración, provoca también cambios bruscos en el sustrato de los microorganismos y una alteración temporal del balance

TABLA 1. INFLUENCIA DE LA ESTACION Y ESTADO DE CRECIMIENTO SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL PASTO GUINEA (Panicum maximum).

| Estado vegetativo  | Estación        | Proteína cruda (%) |                |
|--------------------|-----------------|--------------------|----------------|
|                    |                 | Contenido          | Digestibilidad |
| Prefloración       | Lluviosa        | 9,6                | 71,0           |
|                    | Comienzo sequía | 9,3                | 73,0           |
|                    | Sequía          | 7,4                |                |
| Inicio Floración   | Lluviosa        | 8,0                | 52,0           |
|                    | Comienzo sequía | 7,5                | 51,0           |
|                    | Sequía          | 7,1                |                |
| Floración completa | Lluviosa        | 6,6                | 47,0           |
|                    | Comienzo sequía | 6,2                | 41,0           |
|                    | Sequía          | 6,5                | 50,0           |

Tomado en forma abreviada de Johnson, et al 1967. Citados por Gallo (4).

ecológico ruminal. Sobrevienen, como consecuencia, períodos de fermentación deficiente en el rumen, menor ataque a la fibra y menor síntesis de nutrimentos. Al respecto Church (2), anota que el tiempo requerido para la adaptación del rumiante a un simple cambio de pasto verde por heno, oscila ente 10 y 14 días. Esta adaptación involucra tanto al animal como a la microflora, quienes deben hacer los ajustes enzimáticos necesarios para la buena digestión y utilización metabólica de los productos digeridos.

Los pastos en general pueden presentar en muchos casos, contenidos deficientes de nutrimentos debido a factores incontrolables o

difíciles de corregir en un momento dado como son: especie forrajera, edad de la planta, factores ecológicos, etc.

La respuesta del animal a los pastos llevaría a clasificarlos como forrajes de baja calidad, cuando en realidad, la sola suplementación con los nutrimentos deficientes, cambiaría completamente la apreciación. Esta circunstancia demuestra claramente la relatividad de las escalas de clasificación de los forrajes e indican la necesidad de que el Agrostólogo y el Zootecnista piense más en la relación pastos - fisiología ruminal que en cada uno de los factores de clasificación por separado.

#### DIGESTIBILIDAD Y GUSTOSIDAD COMO FACTORES QUE

#### AFFECTAN EL VALOR NUTRITIVO.

La discusión anterior sobre la forma operativa del rumen, es una demostración de la importancia que tiene la buena digestibilidad como condición imperativa en la valoración de los forrajes. Se sabe de otro lado, que la alta producción de carne o leche exige, que además de una buena utilización de los pastos por el animal, aquellos tengan una buena gustosidad.

A través de muchas observaciones se ha encontrado que existe una correlación bastante estrecha entre digestibilidad y gustosidad. Reid y Col (1959) citados por Gallo (4) muestran algunos datos que pueden referirse a esta interrelación (Tabla 2).

TABLA 2. RESPUESTA DE VACAS LECHERAS A FORRAJE DE PRIMER CRECIMIENTO CORTADO DEL MISMO ORIGEN EN DOS FECHAS DIFERENTES.

| Fecha de corte | Rendimiento de las Vacas |                         | Heno     |                    |
|----------------|--------------------------|-------------------------|----------|--------------------|
|                | Leche (LCG 4%)<br>kg/día | Cambio de peso<br>g/día | TND<br>% | Consumo*<br>kg/día |
| Día 0          | 19,5                     | + 180                   | 66       | 12,8               |
| Día 30         | 13,9                     | - 45                    | 51       | 9,9                |

\* Corregido en base a 90 por ciento de materia seca.

Fontenot y Blaser (3) recalcan que los animales seleccionan, para comer, aquellas plantas o partes de las misma que poseen la mayor digestibilidad. Sin embargo, otros autores no comparten este pensamiento debido a la interpretación, bastante refinada, que le han querido dar al término "gustosidad". Gordón (5) en una revisión bibliográfica sobre gustosidad de forrajes descarta la correlación que puede existir entre ésta y la digestibilidad. Da como factores de gustosidad, entre otros, los siguientes:

1. Sentidos (gusto, olfato, tacto lingual y vista).
2. Acostumbramiento previo respecto al pasto.
3. Razas.
4. Especie de planta.
5. Composición de la planta.

En este trabajo se entiende por gustosidad, el potencial de un alimento para ser consumido con avidez por los animales y en consecuencia se acepta como factor de gustosidad, la capacidad intrínseca que tiene un pasto para que los rumiantes lo consuman abundantemente. A esto se le ha llamado "consumo voluntario".

El consumo voluntario es otro factor de producción animal bastante estudiado que tiene que ver con el valor alimenticio de los forrajes y el estado fisiológico del animal. Un ejemplo notable que puede ilustrar este punto, es el efecto nutricional que provoca el cobalto en el apetito de los rumiantes. Una ración deficiente en este mineral, afecta la digestión de fibra y teóricamente el aprovechamiento integral del pasto consumido.

En el rumen se sintetiza a partir del cobalto, la vitamina cobalamina (B<sub>12</sub>). Una de las funciones de ésta vitamina en rumiantes es la de metabolizar el nutrimento energético, "ácido propiónico" que es general en la digestión ruminal (14). Cuando el cobalto no se presenta en cantidades apropiadas en un pasto, los vacunos u ovinos afectados van perdiendo apetito de acuerdo a la intensidad de la deficiencia, hasta morir aparentemente de inanición originada por el bajo valor nutritivo del forraje.

Estudios recientes, revisados por Church (2), muestran que la presencia de ácido propiónico en el organismo de los rumiantes, provoca pérdida de apetito. Por lo tanto la deficiencia de cobalto afecta

el consumo voluntario a través de pérdidas de apetito, ocasionadas por acumulación de ácido propiónico que no puede metabolizarse debido a deficiencia fisiológica de la vitamina B<sub>12</sub>.

#### MEJORAMIENTO DEL VALOR NUTRITIVO DE FORRAJES POR TRATAMIENTOS QUIMICOS.

Los carbohidratos, celulosa y hemicelulosa se encuentran presentes en maderas y plantas lignificadas formando el complejo "lignocelulosa", que ha sido considerado como el compuesto orgánico más abundante sobre la tierra. En los últimos 10 años, se han intensificado bastante los estudios tendientes a obtener la forma de aprovechar la energía de la lignocelulosa en la alimentación de rumiantes. Forrajes lignificados como tusa de maíz, bagazo de caña o residuos de cosechas, cuando se tratan con álcalis, mejoran su digestibilidad y palatabilidad.

En un estudio de levante de corderos con tusa de maíz tratada (3 por ciento NaOH + 1 por ciento KOH), se logró durante 84 días, un aumento diario promedio de 150 g contra 86 g para los corderos que recibieron la tusa sin tratar. El consumo voluntario y la digestibilidad de la materia seca aumentó con el tratamiento en un 30 por ciento y 14 por ciento respectivamente. En otro experimento con novillos de levante (Hereford x Angus), alimentados con el mismo material, se lograron en 140 días, aumentos promedios de peso de 910 g/día (8).

El mecanismo por el cual los álcalis aumentan el valor nutritivo de los materiales lignocelulósicos, no se conoce en forma clara. Según Tarhow y Feist (10) el tratamiento, con hidróxidos destruye enlaces entre la hemicelulosa y la lignina, a la vez que aumenta la capacidad del material tratado para absorber agua y posiblemente enzimas digestivas.

## REFERENCIAS.

1. ALARCON, E. 1972. Estimación del valor nutritivo de los forrajes. ICA., Temas de Orientación Agropecuaria No. 76.
2. CHURCH, D.C. 1969. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol 1. Oregon State University Book Stores, Inc.
3. FONTENOT, J.P. and R.E. BLASER. 1965. Symposium on factors influencing voluntary intakes of herbage by ruminants: Selections and intake of grazing animals. J. Anim. Sci. 24: 1202.
4. GALLO, J.T. 1972. Valor nutritivo de los forrajes. En: Curso de Pastos y Forrajes. ICA p. 179 - 192.
5. GORDON, C.N. 1969. Measurement and significance of forage palatability. National Conference on forage quality evaluation and utilization, Lincoln, Nebraska.
6. HUGHES, H.D., M.E. HEATH and D.S. MECALFE. 1962. Forages. The Iowa State University Press.
7. HUNGATE, R.E. 1966. The rumen and its microbes. Academic Press, London.

8. QUINTERO, S.E. 1972. Animal responses to sodium hydroxide treated corn cobs when fed to ruminants. Ph.D. Thesis. University of Nebraska.
9. SMITH, G.S., A.B. NELSON and J.A. BOGGINO. 1971. Digestibility of forage in vitro as affected by content of "silica" J. Anim. Sci. 33: 666.
10. TARKOW, H. and W.C. FEIST. 1969. A mechanism for improving the digestibility of ligno - cellulose material with dilute alkali and liquid ammonia. In: Cellulases and their applications. Adv. Chem. Ser. No. 95 R.F. Gould, Ed. Amer. Chem. Washington D.C.
11. VAN SOEST, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. J. Assn. Off. Agr. Chem., 46: 825.
12. VAN SOEST, P.J. and L.H.P. JONES. 1968. Effect of silica in forages upon digestibility. J. Dairy Sci. 51: 1644.
13. WARDROP, A.B. 1965. Cellular differentiation in xylem. In: Cellular ultrastructure of woody plants. W.A. Cote Ed. Syracuse University press.

14. WHITE, A., PH. HANDLER and E.L. SMITH. 1968. Principles of Biochemistry McGraw Hill Book Company, New York.

## ESTIMACION DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES

Enrique Alarcón M. \*

La producción de carne o leche por hectárea depende directamente de la producción por animal y ésta, a su vez, es influenciada por el valor nutritivo del pasto o concentrado. El valor nutritivo puede variar de acuerdo con la especie, variedades dentro de la especie, parte de la planta (hojas, tallos, inflorescencia) edad de la planta y factores ecológicos, principalmente suelo y clima.

El sistema Weende de Análisis Proximal, ha sido utilizado durante más de 100 años en los experimentos de nutrición de rumiantes y no rumiantes y como base para el control de calidad de los diferentes materiales alimenticios. En la actualidad, este sistema se considera obsoleto puesto que involucra graves errores en cuanto a su metodología y distinción entre las fracciones de la materia seca que son verdaderamente disponibles para los animales. En el análisis proximal se determina proteína cruda, fibra cruda, grasa, extracto libre no nitrogenado (ENN), minerales y contenido de humedad. La principal falla de este sistema se encuentra en la determinación

---

\* Ingeniero Agrónomo, M.S. Programa de Pastos y Forrajes ICA.

de la fibra cruda y por ende en la importancia nutricional que a ella se le atribuye. Según este análisis, la fibra representa la porción de la materia seca menos disponible y digestible por el animal mientras que el ENN representa la fracción más disponible. En este caso, los valores de digestibilidad para estos dos componentes deben ser diferentes y mayores para el segundo de ellos (ENN).

En los alimentos citados en la Tabla de Morrison (5), se observa que el 10 por ciento de los concentrados, 28 por ciento de los ensilajes, 30 de los forrajes succulentos y 30 por ciento de los heno, presenta un coeficiente de digestibilidad para la fibra cruda igual o mayor que aquel correspondiente al del ENN. Tablas sobre análisis de especies tropicales presentadas por Hardison (4), muestran que el 70 por ciento de ellas tienen un coeficiente de digestibilidad más alto para la fibra cruda que para el ENN. Se ha comprobado que el obtener el ENN por el método de la diferencia en el análisis proximal, se permite que la mayoría de la lignina y hemicelulosa sean incluidas en esta fracción mientras que la celulosa es el principal componente de la fibra cruda. El concepto inicial de fibra cruda está relacionado con la solubilidad de la celulosa la cual determina su disponibilidad. La solubilidad de la celulosa varía con la clase de la misma, componentes químicos adyacentes y edad de la planta. El concepto de solubilidad es más aplicable en los no rumiantes pero, en los rumiantes no lo es necesariamente, puesto que estos poseen la habilidad de digerir la fibra. Uno podría hacer

sus propias conclusiones acerca de la validez de la relación propuesta por Crampton (2) entre el Índice de Valor Nutritivo (IVN) con la tasa de la celulosa, en un sistema de digestión in vitro durante 12 horas. Por otra parte, la determinación de grasa en el sistema Weende, por el método de extracto etéreo, también conduce a errores puesto que no representa el verdadero contenido de triglicéridos se encuentran principalmente en la semilla y por lo tanto, su determinación es importante para los concentrados.

Indudablemente, el análisis proximal ha contribuido a la evaluación del valor nutritivo de los forrajes y conjuntamente con los coeficientes de digestibilidad se han obtenido los valores de nutrientes digestibles totales (NDT), de utilidad práctica. Sin embargo, hoy en día existen métodos más precisos y que definen verdaderamente la disponibilidad de las fracciones de la materia seca para los animales. Así mismo, algunos de los nuevos sistemas permiten relacionar los constituyentes químicos con el consumo de forrajes y realizar cálculos más exactos sobre el contenido de energía neta de los mismos.

Antes de describir un nuevo sistema para evaluar el valor nutritivo de los forrajes es necesario explicar brevemente el concepto de uniformidad nutricional. Este concepto está basado en el hecho de que si la materia seca de un forraje puede ser dividida en componentes de disponibilidad uniforme, la evaluación de los forrajes consistirá en sumar la cantidad de cada componente multiplicada por su disponibilidad.

Lucas (7) ideó una prueba para conocer la uniformidad nutricional: La cantidad digestible de un elemento en el forraje es regresado al porcentaje del mismo. La teoría de Lucas sostiene que la constante de la ecuación de regresión es un estimativo de las excreciones endógenas del componente y, la dependiente, un estimativo de la digestibilidad verdadera del mismo. El tamaño de la correlación y la desviación estandar de la regresión estiman la uniformidad nutricional de los componentes.

En un estudio en que se incluyeron 10 variedades de alfalfa, pasto bromo, paja de trigo y algunos concentrados, se calculó la regresión de Lucas para estimar la digestibilidad verdadera y excreciones metabólicas de la pared celular (PC), contenidos celulares (CC) y proteína. La digestibilidad de la materia seca presentó valores desde 36 hasta 82 por ciento. El contenido de pared celular varió de 11 a 82 por ciento, el contenido de proteína desde 3,2 hasta 36,2 por ciento y su digestibilidad desde 40 hasta 86 por ciento. Las siguientes ecuaciones de regresión fueron obtenidas para los 10 forrajes en estudio.

|                      |   |   |               |
|----------------------|---|---|---------------|
| PROTEINA,            | Y | = | 0.96 x -4.02  |
| CONTENIDOS CELULARES | Y | = | 1.04 x -16.16 |
| PARED CELULAR        | Y | = | 0.55 x +0.46  |

Las desviaciones estándar para los componentes químicos fueron las siguientes:

| COMPONENTE           | REGRESION | PENDIENTE |
|----------------------|-----------|-----------|
| PROTEINA             | 0.69      | 0.022     |
| CONTENIDOS CELULARES | 2.97      | 0.044     |
| PARED CELULARES      | 6.55      | 0.100     |

En las ecuaciones de regresión puede observarse que las constantes de regresión (excreciones endógenas) para proteína y CC fueron: -4.02 y -16.16 respectivamente. Las pendientes (digestibilidad verdadera) fueron 0.96 y 1.04 para estos dos componentes. La PC presentó la más baja digestibilidad: 0.55. La proteína y los CC dieron los valores más bajos de desviación estándar. Estas comparaciones permiten concluir que tanto la proteína como los CC son altamente disponibles y pueden considerarse como una fracción uniforme. Esta conclusión se hace más válida si se tiene en cuenta que los valores fueron obtenidos de diferentes forrajes con distinta composición química. La PC no puede considerarse como una fracción de disponibilidad nutricional uniforme sino que varía con respecto a la especie y edad de la planta. Esto no implica que ella no pueda utilizarse como una unidad para estudiar su efecto en la digestibilidad o el consumo.

Una definición adecuada de lo que significa el valor nutritivo debe darse en términos de los factores que influyen en el consumo de nutrientes (6). Este consumo de nutrientes dependerá del consumo de forraje, digestibilidad del forraje y eficiencia en la utilización del forraje digerido. Un sistema de estimación del valor nutritivo que permite identificar en forma rápida y simple estos factores será el más adecuado para realizar estudios tendientes a conocer y aumentar la calidad de los forrajes. Así mismo, este sistema deberá ser válido para la comparación de varias especies. Una de las limitaciones de predecir el valor nutritivo teniendo como base el análisis proximal es la de ser válido en casos particulares pero, no en la generalidad de las situaciones. Por otra parte, el consumo de forrajes es quizás el factor más limitante de una elevada producción por animal. Este hecho se acentúa más en el caso de los pastos tropicales, los cuales por efecto del manejo, falta de variedades mejoradas y sobre todo el clima (altas temperaturas) presentan un alto contenido de carbohidratos estructurales que limita el consumo por parte de los animales. Con esto, se quiere indicar que se hace más crítica la situación cuando se emplea el análisis proximal para determinar la disponibilidad nutricional, de los pastos tropicales.

Un sistema racional para estimar el valor nutritivo de los forrajes es aquel ideado por Van Soest (7). Este sistema, la materia seca es dividida en dos componentes de distinta disponibilidad.

nutricional: la pared celular (PC) y los contenidos celulares (CC). Como se dijo anteriormente, la digestibilidad de los CC puede considerarse en promedio del 96 por ciento. La digestibilidad de la pared celular es variable y depende de sus constituyentes y su proporción. Con el método de Van Soest también es posible conocer los constituyentes de la pared celular (CPC). Los principales son: Celulosa, hemicelulosa, lignina y en algunos casos sílice. Una pequeña cantidad del nitrógeno del forraje se encuentra en la PC combinado con la lignina, y no es disponible para los animales. La proporción de este nitrógeno puede aumentarse considerablemente cuando los forrajes son secados a altas temperaturas por espacios de tiempo prolongado. Este nitrógeno no es digestible debido a su combinación con la lignina mediante la reacción de Maillard. En la figura 1 se presenta un esquema para la obtención de los constituyentes químicos según el método de Van Soest.

En términos generales, las gramíneas presentan un mayor contenido de PC que las leguminosas pero estas, a su vez, tienen un mayor contenido de lignina. Ambas familias presentan un contenido similar de celulosa pero las gramíneas tienen mayor contenido de hemicelulosa la cual es también más digestible. Algunas especies de gramíneas presentan contenidos elevados de sílice, principalmente en las hojas. Se ha encontrado que la sílice reduce la digestibilidad de la materia seca. Este fenómeno se ha encontrado en el pasto pará (Brachiaria mutica) y otros cultivados en climas templados. Parece que la sílice es un factor de menos importancia en la reducción de

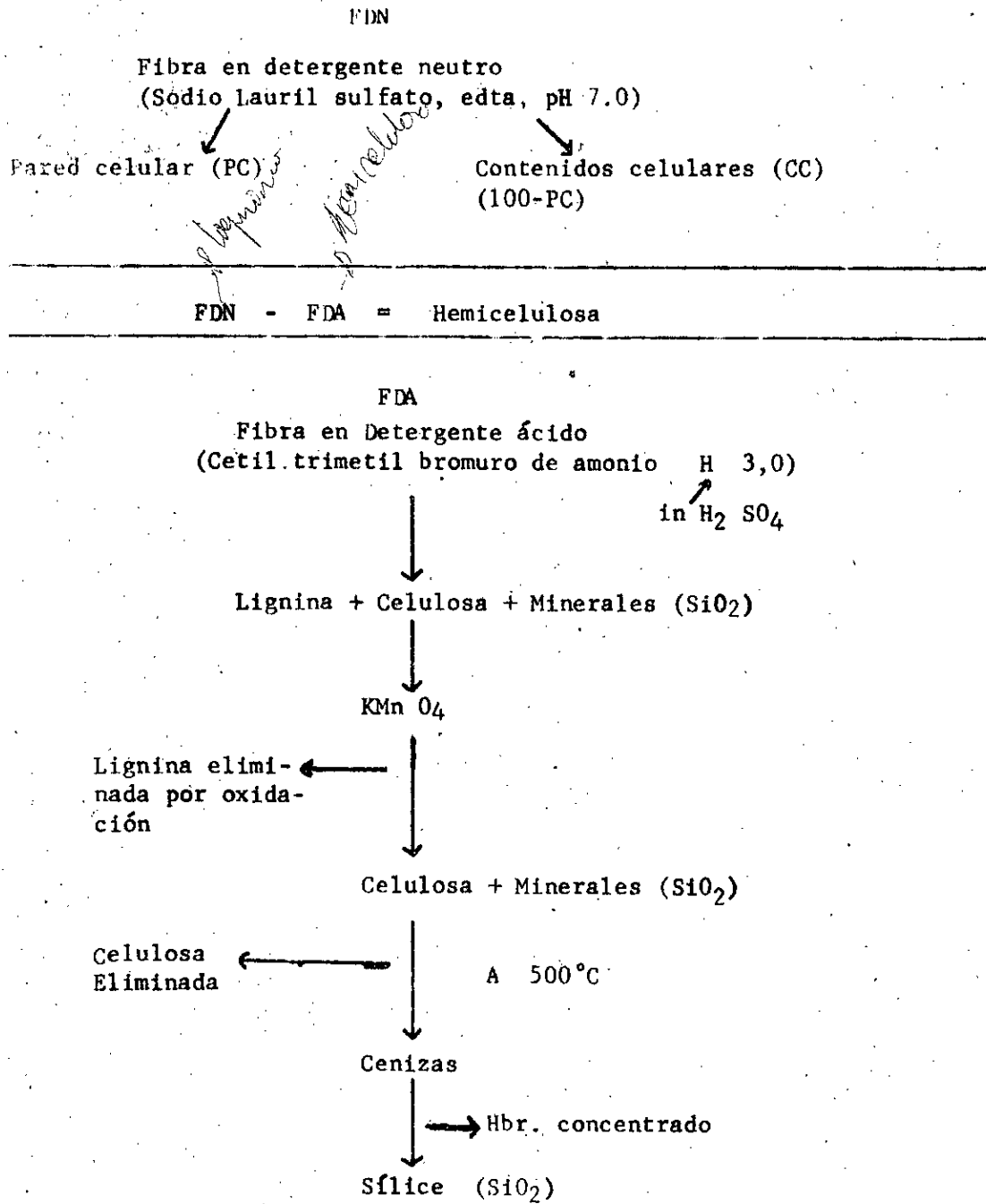


FIGURA No. 1 Esquema del análisis de forrajes según el método de Van Soest.

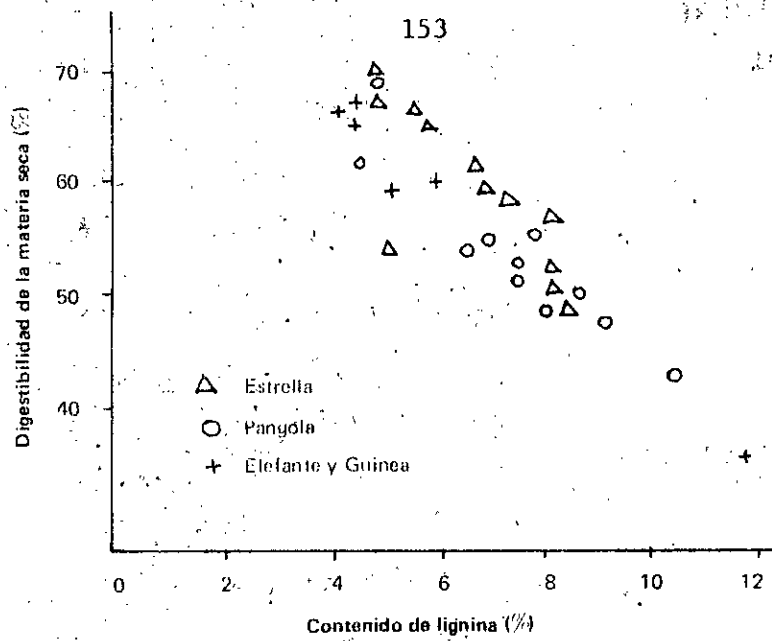


FIGURA 2. Relación entre lignina y digestibilidad *in vitro* de la materia seca en plantas enteras de los pastos Estrella, Pangola, Elefante y Guinea ( $r = 0.90$  ++).

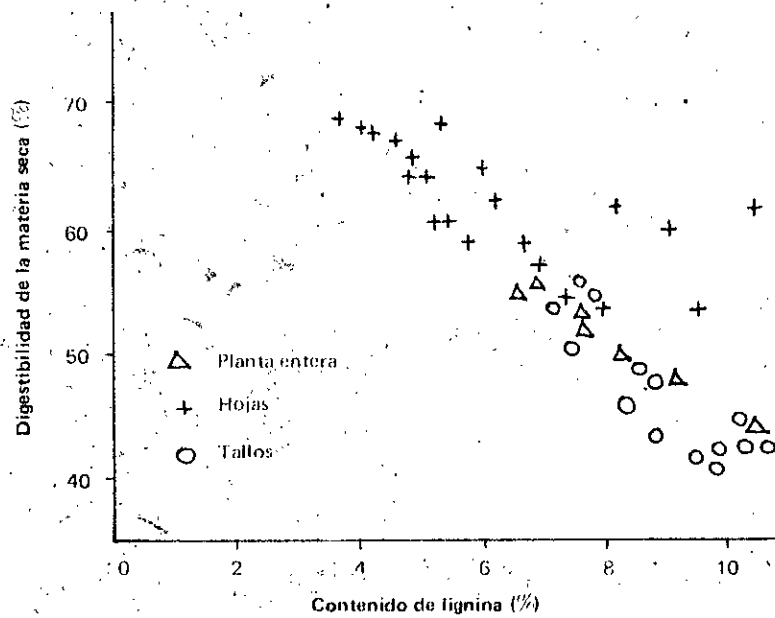
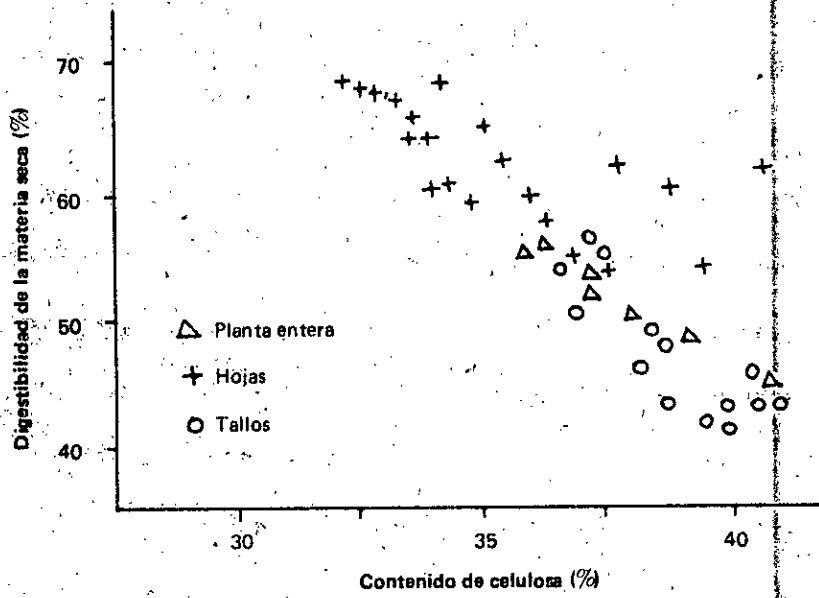


FIGURA 3. Relación entre lignina y digestibilidad *in vitro* en fracciones de la planta del pasto Pangola ( $r = 0.87$  ++).

la digestibilidad de las leguminosas. Alarcón (1) encontró porcentajes de sílice muy bajos en hojas de diferentes especies de *Destodium* los cuales no afectaron la digestibilidad. En los tallos no se encontró sílice. Es frecuente que las hojas tengan mayor contenido de PC que los tallos aunque esta situación puede variar. Van Soest encontró que la PC era un factor que estaba muy relacionado con la digestibilidad de la materia seca de las hojas del pangola, (*Digitaria decumbens*) sin embargo, la digestibilidad de las hojas jóvenes fue menor que la de hojas maduras y mayor que la de hojas viejas. Las Figuras 2, 3 y 4 muestran la relación entre digestibilidad de los pastos pangola, elefante, guinea y estrella. Nótese especialmente, en la Figura 4 cómo la celulosa presenta una distribución de puntos desordenada y difícil relacionar con la digestibilidad. Teniendo en cuenta que la fibra cruda en el análisis proximal está compuesta principalmente de celulosa, se puede confirmar el hecho de que no es aconsejable seguir utilizando este sistema como criterio de calidad de los pastos y forrajes.

La división de la materia seca de los forrajes en sus dos componentes principales PC y CC ha sido incorporada por Van Soest (8) en la determinación de digestibilidad in vitro e in vivo para obtener coeficientes de digestibilidad verdadera (DV). El método original de Telley y Terry el cual produce digestibilidad aparentes (DA) fue modificado en su segunda etapa. El siguiente ejemplo ilustra la diferencia entre DV y DA: Supóngase que un animal fue alimentado con 10 kilogramos de materia seca.

Recolectadas las



BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

FIGURA 4. Relación entre celulosa y digestibilidad *in vitro* en fracciones de la planta de pasto Pangola ( $r = .30$ )

heces y analizado su contenido de materia seca, se encontró que ésta era de 4 kilogramos. De esta manera, se diría que la digestibilidad fue del 60 por ciento puesto que 6 kilogramos fueron obtenidos por el animal. Esta digestibilidad se denomina aparente, puesto que los 4 kilos de materia seca encontrados en las heces están compuestas tanto de alimento no digerido como de excreciones endógenas del animal, las cuales son principalmente de origen bacterial. Aplicando el sistema de Fibra en detergente Neutro al residuo después de la digestión in vitro, en el método de Telley y Terry o a las heces, se comparan las dos fracciones, una proveniente del alimento y las otras excreciones endógenas para obtener finalmente como residuo el alimento verdaderamente no digerido el cual corresponde enteramente a pared celular. Así, en el ejemplo anterior, 1.2 kilogramos podría corresponder a excreciones endógenas y 2.8 a forraje indigestible. De esta manera la DV sería 72 por ciento. Aunque la digestibilidad y las excreciones metabólicas varían con el consumo, constituyentes químicos y tipo de animal (ovino o bovino), el hecho de poder conocer en forma más precisa la verdadera digestibilidad de un alimento permite tener un índice muy aceptable del valor nutritivo. Para el mejorador de pastos, este sistema es un arma muy valiosa para la distinción de cientos de genotipos y la definición de la superioridad de algunos de ellos. Igualmente sería útil para el nutricionista, con el objeto de conocer el por qué de la superioridad o inferioridad de las dietas que él estudia. Existen ecuaciones apropiadas,

las cuales basadas en estos sistemas, permiten la obtención de DA, energía neta así como predecir el consumo de materia seca. Estudios de esta clase pueden ser realizados con especies tropicales.

La digestibilidad verdadera de la materia seca también puede ser obtenida directamente a partir de los constituyentes químicos. Este sistema comprende un proceso de adición basado en el hecho anteriormente discutido de que los factores químicos individuales limitan la digestibilidad. De esta manera, Goering y Van Soest (3) han establecido una ecuación sumativa en la siguiente forma:

DV =  $0.98 \times CC + DPC \times PC$  en donde

DV = digestibilidad verdadera (%)

0.98 = digestibilidad de los CC

CC = contenidos celulares (%)

DPC = digestibilidad de la pared celular basada en la relación Lignina/FDA (Ver Figura 1)

PC = Pared celular (%)

La ecuación anterior comprende la adición de dos cantidades. Sin embargo, cuando otros componentes químicos (sílice metabolizable o nitrógeno) se encuentran en apreciables cantidades en la pared celular, deberán considerarse como factores a restar de la ecuación original. De esta manera la ecuación se convertiría en un conjunto de (+) y (-).

Es importante señalar que la ecuación sumativa no pretende reemplazar el sistema in vitro para obtener coeficiente de DV.

El objeto es comparar los dos valores (in vitro y el de la ecuación) para conocer si los constituyentes de la pared celular determinados para el forraje bajo estudios, estuvieron o no verdaderamente limitando la digestibilidad.

Así, por ejemplo, Alarcón (1) encontró que en hojas de 27 especies de *Desmodium*, la lignina estuvo estrechamente correlacionada en forma negativa y altamente significativa con DV in vitro. En los tallos, el PC y la celulosa estuvieron inversamente relacionados con la DV in vitro de los mismos. Al comparar los valores in vitro con aquellos obtenidos con la ecuación sumativa, se encontraron diferencias muy pequeñas para las hojas, pero no así para los tallos. Se pudo concluir que en *Desmodium* existen otros factores mucho más importantes que la lignina y principalmente que la celulosa responsable de la reducción de la digestibilidad, los cuales posiblemente son compuestos aromáticos (de estructura similar a la lignina) tales como los taninos.

## BIBLIOGRAFIA.

1. ALARCON, M.E. 1971. Variation in digestibility among and within *Desmodium* spp. Masters Thesis. 99 p.
2. CRAMPTON, E.W., DONEFER, E. and LLOYD, L.E. 1960. J. Animal Sci. 19: 538 - 544.
3. GOERING, H.K. and P.J. VAN SOEST. 1970. Forage Fiber Analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications) U.S. D.A. Agricultural Handbook. No. 379. 20 p.
4. HARDISON, W.A. 1966. Chemical composition nutrient content and Potential Milk producing capacity of fresh tropical forage. IAO-UNIV. Philippines. Dairy Train. Res. nst. 50 p.
5. MORRISON, F.B. 1959. Feeds and Feeding 22 nd. Ed. Morrisson Publishing Co. Clinton, Iowa. 1. 165 p.
6. RAYMOND, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops. Adv. Agronomy 21: 3 - 109.

7. VAN SOEST, P.J., R.H. WINE and L.A. MOORE. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. Proc. X Intern. Grassland Congr. Helsinki, Finland. pp. 438 - 441.

**MEJORAMIENTO GENETICO DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES \***

Enrique Alarcón M., Javier Bernal E. \*\*

**INTRODUCCION.**

Entre los objetivos primordiales de un programa de mejoramiento genético de forrajes están el aumentar la capacidad de producción de materia seca y el mejoramiento de otras características agronómicas como persistencia, resistencia a enfermedades, tolerancia a la sequía o hábito de crecimiento más apropiado de acuerdo con el uso que se piense dar al forraje. Sin embargo, la calidad es de suma importancia, ya que la cantidad determina la producción de unidades nutricionales y por consiguiente la producción animal.

Solamente cuando el valor nutritivo de un forraje ha sido determinado en un experimento que involucra directamente la producción animal, tendrá el fitomejorador el mejor criterio de selección. Esta evaluación es muy difícil de realizar, al menos en los estados iniciales de un programa de mejoramiento, debido a la gran cantidad

---

\* Contribución del Programa de Pastos y Forrajes del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

\*\* I.A., M.S. Director Nacional Programa Pastos y Forrajes hasta Agosto de 1973, en comisión de estudios en Cornell University, Ithaca, N.Y., E.E.U.U., e I.A., Ph.D. Director Nacional Pastos y Forrajes, C.E. Tibaitatá, A.A. 151123 (El Dorado), Bogotá, respectivamente.

de genotipos que el mejorador debe estudiar. La alternativa en este caso consiste en tener un buen entendimiento de los factores que afectan el valor nutritivo de los forrajes y determinarlo por medio de técnicas simples pero precisas.

Se sabe que los forrajes difieren en sus características nutricionales. Esta variación puede ser debida a diferentes causas: estado fisiológico de la planta, factores ambientales, proporción de hojas y factores genéticos (gramíneas o leguminosas, género, especie, variedad, etc.). Recientemente la atención de los investigadores se ha concentrado en la variación entre plantas. Estudios realizados en los últimos años indican que existe variación genética para las características nutritivas de los forrajes y que se ha logrado modificar el genotipo de algunas gramíneas y leguminosas para mejorar su valor nutritivo.

#### CARACTERISTICAS NUTRITIVAS PARA EL FITOMEJORAMIENTO

Definir el valor nutritivo de los forrajes es más difícil que en otras plantas. Raymond (64), afirma que el término forraje incluye una gran variedad de alimentos que va desde heno y arbusto de baja calidad, hasta gramíneas y leguminosas inmaduras de alta digestibilidad.

En el pasado los principales criterios usados en la selección por valor nutritivo eran proteína cruda y relación hoja - tallo.

Estudios realizados recientemente con especies tropicales y de zona templada demuestran que la relación hoja - tallo no se puede usar para predecir calidad del forraje, pues se ha encontrado que en plantas jóvenes los tallos tienen mayor digestibilidad que las hojas (51, 74, 82).

La proteína es un componente muy importante, sin embargo, no está muy relacionada con la digestibilidad y el contenido de energía del forraje. Se ha demostrado que la población microbiana del rumen digiere y modifica casi todos los componentes nitrogenados del alimento, los cuales son convertidos en proteínas microbianas, la cual es utilizada posteriormente por el rumiante. Por lo tanto, el valor biológico de la proteína tiene relativamente poca importancia en la nutrición de rumiantes, el contrario de lo que sucede con los animales monogástricos. (37, 58).

En general, los forrajes de zona templada tienen un contenido adecuado de nitrógeno para suplir los requerimientos de mantenimiento del ganado. En pastos tropicales el porcentaje de proteína declina rápidamente con la madurez; algunas especies tropicales tienen un contenido de proteína muy bajo, por lo cual el fitomejorador podría utilizar esta característica como criterio en la selección para mejorar los forrajes (47).

El valor nutritivo de los forrajes se basa frecuentemente en el análisis proximal (Método de Weende) en el cual la materia seca

se separa principalmente en dos componentes el componente de fibra cruda (FC), asumiendo que es la fracción menos digerible, y el extracto libre de nitrógeno (ELN), considerado como la fracción de más disponibilidad. Mowat (56) y Van Soest (80) reportan que éste procedimiento, formulado hace más de 150 años, no es adecuado para evaluar la calidad de los forrajes. Al revisar los valores dados para diferentes forrajes en las tablas de Morrison (55) y Herdison (34), se encontró 25 y 70 por ciento más de digestibilidad para la FC que para el ELN, respectivamente. Datos similares presentan Mc Dowell y otros (59). Según Van Soest (79) el método de Weendes permite que la mayor parte de la lignina y la hemicelulosa se incluyan como parte del ELN, el cual supuestamente está compuesto por carbohidratos disponibles.

Una división muy precisa de la materia seca del forraje, desde el punto de vista de disponibilidad para el animal fue hecha por Van Soest (77), quien considera que la materia seca contiene dos fracciones principales: 1) pared celular (PC) que comprende principalmente celulosa, hemicelulosa, lignina, proteína y compuestos nitrogenados incorporados en la PC y sílica. La PC es parcialmente digerida y 2) contenido celular (CC) que incluye lípidos, azúcares, ácidos orgánicos, almidón, nitrógeno no protéico, proteína soluble y pectina. El CC es digerido en un 99 por ciento.

La PC y sus constituyentes (principalmente la lignina) tienen un efecto negativo sobre la digestibilidad de la materia seca y el consumo de forraje. Van Soest separa CC y PC mediante el uso de un detergente neutro.

La utilización de un detergente ácido permite la determinación de lignocelulosa y posteriormente ceniza insoluble, compuesta principalmente por sílica.

El valor nutritivo de los forrajes se debe considerar en función de los factores que influyen en el nivel de consumo. El consumo de nutrientes es el resultado de consumo de materia seca, digestibilidad del alimento y eficiencia de utilización del alimento digerido. Cada uno de estos factores puede estudiarse separadamente antes de considerar sus interacciones en un sistema práctico de alimentación animal. (63).

De los tres parámetros que influyen en el consumo de nutrientes por rumiantes, la digestibilidad o diferencia entre la cantidad de materia seca, nutrientes o energía entre la dieta y las heces, es el más útil para el mejorador cuando desea determinar el valor nutritivo de los forrajes. El perfeccionamiento de las técnicas de digestibilidad in vitro y de los métodos de laboratorio para estimar la composición química permitan al mejorador de forrajes clasificar las especies y variedades de acuerdo a su digestibilidad y comparar sus datos con los de otros investigadores.

En estudios recientes se ha enfatizado la medida de consumo de materia seca como un factor de mayor importancia que la digestibilidad en el valor nutritivo de los forrajes, especialmente en aquellos de baja calidad. Sin embargo, en algunos casos se ha encontrado

que el uso apropiado de los valores de digestibilidad y composición química de la materia seca permiten predecir el consumo; por lo tanto, el desarrollo de variedades de alta digestibilidad debe ser una meta prioritaria en un programa de mejoramiento de forrajes (6, 7, 23, 56, 73, 80).

Johnson (40) revisó el desarrollo y aplicación de los métodos de fermentación in vitro para la evaluación de forrajes y la precisión de los métodos in vitro cuando se comparan con las determinaciones in vivo.

Cuando se trata simplemente de clasificar una serie de forrajes por orden de digestibilidad el método in vitro es suficiente. La digestibilidad aparente de la materia seca in vitro (DIV) se determina rutinariamente siguiendo el método descrito por Tilley y Tarry (75). Varias modificaciones se han introducido a éste método con el objeto de obtener resultados más precisos. La modificación introducida por Van Soest (77) tiene especial importancia para el fitomejorador. Esta modificación separa el valor nutricional de la PC del valor del CC y de las excreciones metabólicas, el resultado final es la digestibilidad verdadera (DV) o sea la cantidad real no digerida del alimento inicialmente suministrado. Los valores in vitro encontrados con la técnica modificada son esencialmente iguales a los valores de DV encontrada por el método in vivo. El mejorador puede utilizar ésta técnica para identificar con precisión los genotipos superiores (78).

Crampton y otros (20) propusieron un índice que combinan consumo y digestibilidad en un solo parámetro, el índice de valor nutritivo (IVN). El hecho de que la digestibilidad de la materia seca, un componente del índice, se obtenga de la digestibilidad in vitro de la celulosa, puede dar una idea errónea de la disponibilidad del forraje debido a que la digestibilidad de la celulosa está influenciada por la presencia de ligninas, hemicelulosa y otros compuestos bioquímicos. Van Soest (76) indica que el consumo y la digestibilidad son atributos independientes del forraje y que considerarlos juntos puede producir resultados confusos. Aún más, el mejorador puede encontrar difícil utilizar el IVN como criterio de selección debido a que generalmente cuenta con cantidades limitadas de forraje y por lo tanto las determinaciones de consumo son difíciles de realizar.

El tercer parámetro es la eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos. Este factor se refiere a la eficiencia con la cual el rumiante utiliza los componentes del forraje, especialmente energía, proteína y minerales, para su propio mantenimiento y para la producción animal.

La energía total de la dieta se pudiera utilizar como un índice del valor nutritivo. Sin embargo, la cantidad total de calorías que contiene un forraje no indica de manera adecuada la cantidad de energía que el rumiante obtiene del forraje para fines útiles, tales como mantenimiento, trabajo y producción de carne, leche o

lana. Se ha calculado que solamente entre el 10 y el 35 por ciento de la energía total de la dieta se emplean para fines útiles (65). Esta porción se llama energía neta (EN). El resto de la energía fecal, gases y calor, actualmente se trata de reemplazar el sistema de los nutrientes digeribles totales (NDT) por el de EN.

El conocimiento de los niveles de EN, y la heredabilidad de los mismos, sería un buen criterio para seleccionar genotipos con un valor nutritivo superior. Sin embargo, la determinación directa de EN es difícil, costosa y requiere mucho tiempo, lo cual imposibilita su uso en la evaluación de cientos de genotipos que deben ser observados y seleccionados en un programa de mejoramiento.

La alternativa consiste en usar otros componentes del valor nutritivo para estimar indirectamente el EN. Raymond (64) reporta que el nivel de digestibilidad de los forrajes está estrechamente relacionado con la eficiencia con la cual el forraje digerido es utilizado. Valores de EN se pueden calcular a partir de DIV (48). Van Soest (82) ha obtenido valores de EN a partir de su sistema de análisis de fibra con detergentes. Un sistema de ecuaciones convierte la digestibilidad aparente en EN. Los valores de la ecuación fueron estimados en vacas lactantes para mantenimiento y producción. Estos cálculos requieren la determinación de PC y CC (100 PC) en los forrajes estudiados.

Los minerales son un factor nutricional importante. Las plantas y los rumiantes tienen requerimientos similares de elementos

esenciales. El contenido de minerales varía con la familia, género y especie de forraje. Se ha encontrado variación genética en el contenido de minerales de algunos forrajes (26, 55, 59).

El mejoramiento genético de forrajes para modificar el contenido de minerales específicos solo se justifica en condiciones especiales; por ejemplo, cuando la única fuente de germoplasma son las especies nativas con contenidos extremadamente bajos de minerales, como ocurre en muchas sabanas del mundo. En la mayoría de los casos las deficiencias minerales se corrigen más eficazmente suplementando directamente a los animales.

Muchas veces el mejorador puede obtener un forraje de buena digestibilidad, alto contenido de proteína y minerales y de excelentes condiciones agronómicas, pero su utilización puede verse limitada por la baja gustosidad o la presencia de compuesto tóxicos. Muchos forrajes contienen sustancias tales como alcaloides, nitratos, estrógenos, glicosidos y agentes que producen timpanismo (63). Muchos de estos compuestos son sustancias aromáticas que actúan como mecanismos inhibidores de la fermentación celulolítica; las principales clases son flavonas (taninos y pigmentos), isoflavonas (conestrol, genisteína, cumarina y gramina) y algunos derivados que llevan el grupo indol.

Altos contenidos de isoflavonas y taninos inhiben muchos sistemas enzimáticos. Forrajes con alto contenido de taninos presen-

tan baja digestibilidad de la proteína y de la materia orgánica. (24, 38, 49). Un programa de mejoramiento bien dirigido debe seleccionar plantas de buena gustosidad y bajo nivel de compuestos tóxicos.

#### VARIACION DE LAS CARACTERISTICAS NUTRITIVAS.

La información disponible acerca del mejoramiento genético del valor nutritivo de los forrajes se refiere en su gran mayoría a especies de zona templada. Pocos estudios se han realizado en el trópico para mejorar el valor nutritivo de las gramíneas y leguminosas.

El éxito del mejoramiento de cualquier característica de una especie depende principalmente de la variedad genética del germoplasma disponible. Existen diferencias en la composición química de los distintos grupos taxonómicos, lo mismo que entre los géneros y especies del mismo grupo. Se han reportado muchos estudios de diferencias intergenéricas e interespecíficas principalmente con respecto a la digestibilidad, contenido de proteína cruda, componentes de la PC, gustosidad y composición mineral; la mayor parte se refieren a especies de zona templada (18, 21, 27, 30, 42, 59, 63, 79, 80, 83, 84). También existen reportes, aunque frecuentes, de especies tropicales y sub-tropicales (9, 22, 39, 44, 47, 50, 52, 53, 81). La mayor parte de estos estudios indica que existe considerable variación genética particularmente para DIV.

Bajo ciertas circunstancias, el mejorador después de utilizar la variación intraespecífica existente puede considerar cruces interespecíficas entre padres seleccionados. La mayor parte de los estudios de progenie se han dirigido a características agronómicas y estudios de segregación de genes marcadores, pero no al valor nutritivo de las progenies.

Kennedy y Helgate (44) encontraron que la aceptación por ovejas de la  $F_1$  de un híbrido entre Phalaris arundinacea y Ph. tuberosa era intermedia entre los padres; Ph. arundinacea fue el de menor gustosidad. En híbridos de sorgo x sudán se ha reportado variación en la gustosidad (62). Los híbridos interespecíficos no fueron tan gustosos como los híbridos intraespecíficos de sudán. Manawa y ariki, dos híbridos de raigrás (Lolium multiflorum x L. perenne) no solamente presentan características superiores a los padres sino que son más gustosos, tienen menor contenido de células y mayor digestibilidad que los padres (3, 19, 32).

El uso de hibridación intraespecífica para incrementar el valor nutritivo de los forrajes tropicales ha sido muy limitado. (61). Gupta (39) en India, cruzó líneas promisorias de Pennisetum tyfoides con pasto elefante, P. purpuraceum, y encontró que 17 de 21 híbridos estudiados tenían más de 10 por ciento de proteína y un alto contenido de calcio. En Africa se encontró que la buena calidad del P. tyfoides, var. Maiwa se podría transmitir a la progenie cuando se cruzaba con elefante. Se ha reportado que la DIV de elefante y Maiwa es de 58 y 66 por ciento, respectivamente, mientras que

algunos de los híbridos tienen valores de DIV de 5 a 10 por ciento superiores a los del elefante (1).

Cristie y Mowat (21) encontraron valores de DIV que oscilaban entre 49 y 68 por ciento, al estudiar plantas enteras de 444 clones de pasto orchero (Dactylis glomerata). La variación atribuida al efecto genotipo fue de 75 por ciento. Resultados similares se encontraron al estudiar 750 clones de pasto bromo (Bromus inermis). Al estudiar seis cruces dialélicos de pasto bromo suave por un período de dos años también se encontró considerable variación en la DIV (66).

Estudios realizados con pasto orchero, analizando plantas individuales en cinco estados iniciales de desarrollo, hasta por lo menos la iniciación de la floración. Se concluyó que la selección de plantas altamente digestibles en un estado de desarrollo también presentan mayor digestibilidad en los otros estados (43).

Clark y Mott 12 clones de pasto tomothy (Phleum pratense), encontraron diferencias significativas en DIV cuando se cosechaban en los últimos estados de desarrollo. En clones de alfalfa Medicago sativa, se encontró una variación genética aditiva altamente significativa para DIV, lo cual indica que la digestibilidad en la alfalfa se puede aumentar por selección usando métodos in vitro (29).

Variaciones genotípicas en el contenido de carbohidratos solubles se han reportado en raigrás y sorgo alman Sorghum alman (17, 39).

El nivel de poliploidía de los forrajes también tienen efecto sobre el valor nutritivo de los mismos. En pasto tomothy Phalaris arundinácea, se han encontrado diferencias en gustosidad entre líneas tetraploides y hexaploides. Las líneas tetraploides fueron más gustosas y fueron más consumidas que las hexaploides. En este mismo pasto también se han presentado diferencias en gustosidad entre líneas tetraploides y hexaploides. Las líneas tetraploides fueron más gustosas y fueron más consumidas que las hexaploides. En este mismo pasto también se han presentado diferencias significativas en los valores de DIV para diferentes clones (4, 60).

Líneas tetraploides de Herpanthis dieron mayores valores de digestibilidad de la materia seca que las líneas diploides. Variaciones similares se han registrado entre líneas de Digitaria (45, 70). De la variación total en DIV, la fracción correspondiente al componente genético fue mayor. Los valores de DIV variaron entre 57.8 y 73.1 por ciento para familias y de 53.9 por ciento a 76.3 por ciento entre genotipos.

Burton y otros (6), reportan que en 23 clones de pasto costal bermuda (Cynodon dactylon) se presentaron variaciones significativas en la digestibilidad de la materia seca (de 50.2 a 62.2 por ciento). El mejor híbrido  $F_1$  (Coastal x Kenya 56 # 14) tuvo en promedio 12.3 por ciento más de digestibilidad que el costal bermuda común, en un período de cuatro años. Híbrido del cruce Midland x Kenya

61 variaron entre 45.2 y 59.2 por ciento de digestibilidad. Monson (54), estudiando 500 clones de coastal bermuda encontró variaciones de DIV entre 33 y 74 por ciento).

Diferencias genotípicas en el contenido de proteína se han encontrado en especies de Medicago, alfalfa, coastal bermuda, Phalaris tuberosa, "reed canarygrass", raigrás y orchuro (2, 6, 12, 13, 15, 28, 35, 36, 46, 75).

Estos estudios prueban que existe variación genética para los principales componentes del valor nutritivo de los forrajes. Las diferencias que se encuentran entre genotipos dentro de las especies demuestran que la selección de plantas individuales en base a altos valores para dichos componentes puede ser un medio efectivo para mejorar la calidad. La selección por digestibilidad es la más aconsejable ya que se determina fácilmente y está estrechamente relacionada con los factores más importantes como son consumo y EN.

#### ESTUDIOS DE COMPONENTES GENETICOS Y HEREDABILIDAD

Contar con un amplio rango de variación en el germoplasma disponible es una gran ayuda en la conducción de un programa de mejoramiento. Casi todos los constituyentes del valor nutritivo de los forrajes exhiben variación entre especies y dentro de las especies. Para poder utilizar ventajosamente esta variabilidad es necesario conocer el mecanismo que controla la genética de las características de-

seables y la proporción de la variación total de ellas que se debe a causas genéticas o sea su heredabilidad.

Muchos de los estudios de evaluación de la acción de los genes y heredabilidad de los constituyentes del valor nutritivo de algunos forrajes, especialmente DIV, han utilizado sistemas de cruces dialélicos. Estos estudios indican que un alto porcentaje de la variación es de origen genético y que la acción de los genes es principalmente aditiva (5, 21, 29, 65).

Se han encontrado diferencias significativas entre clones parentales y entre sus progenies para porcentaje de DIV en pasto cinta y orchoro. La heredabilidad varió entre 51 y 80 por ciento y 6 y 66 por ciento para clones y progenies de pasto cinta, respectivamente. (10, 16).

En estudios realizados con plantas enteras y partes de la planta de la especie Agropyron intermedium, se encontró que al seleccionar por alta DIV del tallo, se seleccionaba también una por alta digestibilidad de toda la planta (67, 71). Resultados similares se obtuvieron al establecer en cruces dialélicos con seis clones de pasto bromo suave. También se encontró que al seleccionar las plantas por altura, se mejoraba la digestibilidad debido a que existía una alta asociación genética entre estas dos características. La variación persistió a través de los años, indicando que los genes que controlan estas características tienen cierta estabilidad bajo diferen-

tas condiciones ambientales (72).

Proteína cruda y contenido de nitrógeno han presentado alto grado de heredabilidad en varias especies de forrajes como pasto cinta, Ph. tuberosa, y raigrás italiano y perenne (2, 12, 14).

El maíz de ensilaje se encontró variaciones genéticas para la DIV fibra en detergente ácido, fibra de detergente neutro y lignina en detergente ácido de plantas enteras y tallos de 28 cruces simples (68).

Burton y Monson (8) estudiaron heredabilidad de la digestibilidad de la materia seca en pasto costal bermuda. La heredabilidad osciló entre 27 y 69 por ciento indicando que esta característica se puede variar utilizando métodos convencionales de mejoramiento. La presencia de variación genética aditiva fue evidente, ya que los híbridos  $F_1$  entre padres de alta y baja digestibilidad, tuvieron una digestibilidad aproximada a la del promedio de los padres. Parece que la digestibilidad de la materia seca en este pasto está controlada por un número de genes que exhiben poca o ninguna dominancia. En los raigrases italianos y perennes se encontró que DIV y contenido de carbohidratos solubles tenían una heredabilidad de 42 y 84 por ciento, respectivamente (18).

En base a la literatura citada se puede concluir que muchas de las características nutritivas de los forrajes son controlados por varios genes. Aunque las heredabilidades reportadas se refieren es-

trictamente a las poblaciones de las cuales se obtuvieron, ellas demuestran que hay una gran influencia genética en la expresión de la variabilidad total de estos constituyentes; por lo tanto el valor nutritivo de los forrajes se puede modificar a través de un programa de mejoramiento.

Es muy importante entender la relación entre producción de materia seca y calidad del forraje. La relación entre estas dos características es muy variable. En algunos casos DIV y producción no están correlacionados, mientras que en otros casos, aunque pequeña, la correlación tiene una tendencia negativa. En estos casos, el fitomejorador tiene que entender el tipo de asociación existente para poder hacer una contribución real, ya que después de todo calidad x cantidad de forraje determinan la cantidad de producto animal por unidad de área. Según Raymond (63): "si un genotipo produce más forraje que otro cuando ambos tienen el mismo nivel de digestibilidad, entonces es probable que el primer genotipo tenga mayor digestibilidad, entonces ambos se cosechan al mismo nivel de producción".

## LITERATURA CITADA.

1. AKEN'OVA, M.E., H.R. CHHEDA and L.V. CROWDER. 1974. Interspecific hybrids of Pennisetum typhoides S. and H. x P. purpureum Shum. for forage in the hot humid lowland Tropics of West Africa. 2. Evaluation of selected hybrids. Niger. Agric. 11. (in press).
2. ASAY, K.H., J.T. CARLSON and C.P. WILSIE. 1968. Genetic variability in forage yield, crude protein percentage and palatability in reed canarygrass, Phalaris arundinacea L. Crop. Sci. 8: 568 - 571.
3. BAILEY, R.W. 1964. Pasture quality and ruminant nutrition I. Carbohydrate composition of ryegrass varieties grown as sheep pastures. N.Z. J. Agric. Res. 7: 496 - 507.
4. BARNES, R.F. and G.O. MOTT. 1970. Evaluation of selected clones of Phalaris arundinacea L. I. in vivo digestibility and intake. Agron. J. 62: 709 - 722.
5. \_\_\_\_\_, W.E. Nyquist and R.C. PICKETT. 1970. Variation in acceptability and covariation with agronomic characters in Phalaris arundinacea L. Intl. Grassld. Congr. Proc. 11: 202 - 206.

6. BURTON, G.W., R.H. HART and R.S. LOWREY. 1967. Improving forage quality in bermudagrass by breeding. *Crop. Sci.* 7: 329-332.
7. \_\_\_\_\_. 1969. The plant breeder and forage evaluation. *Natl. Confr. Forage Qual. Eval. and Util. Proc. Lincoln, Nebraska*, P: 1 - 8.
8. \_\_\_\_\_. and W.G. MONSON. 1972. Inheritance of dry matter digestibility in bermudagrass, *Cynodon dactylon* (L) Pers. *Crop. Sci.* 12: 375 - 378.
9. BUTTERWORTH, M.H. 1964. The digestible energy content of some tropical grasses. *J. Agric. Sci.* 63: 319 - 321.
10. CARLSON, I.T., K-H. ASAY, W.F. WEDIN and R.L. VETTER. 1969. Genetic variability in vitro dry matter digestibility of fall saved reed canarygrass, *Phalaris arundinacea* L. *Crop. Sci.* 9: 162 - 164.
11. CLARK, K.W. and G.O. MOTT. 1960. The dry matter digestion in vitro of forage crops. *Can J. Plant Sci.* 40: 123.

12. CLEMENTS, R.J. 1969. Selection for crude protein content in Phalaris tuberosa L. I. Response to selection and preliminary studies on correlated responses. Aust. J. Agric. Res. 20: 643 - 652.
13. CLEMENTS, R.J., R.M. ORAM and W.R. SCOWERD. 1970. Variation among strains of Phalaris tuberosa L. in nutritive value during summer. Aust. J. Agric. Res. 21: 661 - 676.
14. \_\_\_\_\_ 1973. Breeding for improved nutritive value of Phalaris tuberosa herbage: An evaluation of alternative sources of genetic variation. Aust. J. Agric. Res. 24: 21 - 34
15. \_\_\_\_\_ 1973. Selection for crude protein content in Phalaris tuberosa II. Field studies on selected lines. Aust. J. Agric. Res. 24: 35 - 45.
16. COOPER, J.P., M.A. TILLEY, W.F. RAYMOND and R.A. TERRY. 1962. Selection for digestibility in herbage grasses. Nature, 195: 1276 - 1277.
17. \_\_\_\_\_, and E.L. BREERZE. 1971. Plant Breeding: Forage grasses and legumes. In: Potential Crop Production (p.F. Wareing and J.P. Cooper eds) Heinemann Educational Books London. p. 295 - 318.

18. \_\_\_\_\_ . 1973. Genetic variation in herbage constituents  
In: Chemistry and Biochemistry of Herbage. G.W. Butter and  
R.W. Baitey ed. Vol. 2 p. 379 - 417.
19. CORKILL, L. 1968. Improvement of short-rotation ryegrass, Dairy  
Farming Animal Massey Agric. Coll. Univ. New Zealand p.  
152 - 162.
20. CRAMPTON, E.W., W. DONEFER and L.E. LLOYD. 1960. A nutritive  
value index for forages. J. Anim. Sci. 19: 538 - 544.
21. CHAVERRA, G.H., R.L. DAVIS and R.F. BERNES. 1967. Inheritance  
of in vitro digestibility and associated characters in Me-  
dicago sativa L. Crop. Sci. 7: 19 - 21
22. CHRISTIE, B.R. and D.N. HOWATT. 1968. Variability of in vitro  
digestibility among clones of bromegrass and orchardgrass.  
Can J. Plant Sci. 48: 67 - 73.
23. DEINUM, B. and J.G.P. DIRVEN. Comparison of forage quality of  
10 tropical grasses. Agron. Absts. C-6: 68.
24. DENT, J.W. 1963. Applications of the two stage in vitro diges-  
tibility to variety testing. J. Brit. Grassld. Soc. 18:  
181 - 188

25. DONNELLY, E.D. and W.B. ANTHONY. 1969. Relationship of tannin dry matter digestibility and crude protein in Sericea lespedeza. Crop Sci. 9: 361 - 362.
26. DOTZENKID, A.D. and K.E. HENDERSON. 1964. A performance of five orchardgrass varieties under different nitrogen treatments. Agron. J. 56: 152 - 155.
27. De LOOSE, R. and L. BAERT. 1968. Inter-cloal difference in sodium uptake within the species Phleum pratense and Festuca pratensis Plan. Soil. 24: 343- 350.
28. FRANCIS, C.M., A.J. MILLINGTON, R.W. BAILEY. 1967. The distribution of oestrogenic isoflavones in the genus Trifolium. Aust. J. Agric. Res. 18: 47 - 54.
29. GEGENBACH, B.G. and D. MILLER. 1972. Variation and heritability of protein concentration in various alfalfa plant parts. Crop. Sci. 12: 767 - 769.
30. GOPLEN, B.P. 1969, Forage yield and other agronomic traits of high and low-coumarin isosynthetics of sweetclover. Crop Sci. 9: 477 - 486.

31. GRAHAM, N. Mc. C. 1967. The net energy value of three subtropical forages. Aust. J. Agric. Res. 18: 137 - 147.
32. GREEN, J.O., A.J. and R.A. TERRY. 1971. Grass species and varieties' Relationships between forage stage of growth yield and forage quality. G.R.I. Hurley. Tech Rep. No. 8 81 p.
33. GUPTA, V.P. 1969. Breeding superior quality pennisetums for green fodder. Plant Sci. Ind. 1: 20 - 23.
34. HARDISON, W.A. 1966. Chemical composition, nutrient content and potential milk producing capacity of fresh tropical forage. FAO. Univ. Philip. Dairy Train, Res. Inst. 50 p.
35. HEINRICHS, D.H., J.E. TROELSEN and F.G. WORDER. 1969. Variation of chemical constituents and morphological characters within and between alfalfa populations. Can. J. Plant. Sci. 49: 293 - 305.
36. HEINRICHS, D.H. 1970. Variation of chemical constituents within and between alfalfa populations. Intl. Grassld. Congr. Proc. 11: 267 - 270.

37. HUNGATE, R.W. 1966. The rumen and its Microbes. Academic Press. New York. 533 pp.
38. HUTTON, E.M. and J.N. COOTE. 1966. Tannin content of some tropical legumes. J. Aust. Inst. Agr, Sci. 32: 139 - 140.
39. \_\_\_\_\_. 1970. Tropical pastures. In: Advances in Agronomy. 22: 2 - 66.
40. JOHNSON, R.R. 1969. The development and application of in vitro rumen fermentation methods for forage evaluation. Nalt. Confr. Forage Qual. Eval. and Util. Proc. Lincoln, Nebraska M: 1 - 18.
41. JONES, R.J. 1969. A note on the in vitro digestibility of two tropical legumes. Phaseolus atropurpureus and Desmodium intortum. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 35: 62 - 63.
42. JONES, D.I.H. 1970. The ensiling characteristics of different herbage species and varieties. J. Agric. Sci. 75: 293 - 300.
43. JULEN, G. and A. LARGER. 1966. Use of the in vitro digestibility test in plant breeding. Int. Grassld. Congr. Proc. 10: 652-657.

44. KENNEDY, G.S. and M.D. HOLGATE. 1972. The acceptability of Phalaris to sheep. Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb. 11: 169 - 172.
45. KLOCK, M.A., S.C. SHANK, J.E. and P. CEVALLOS. 1973. Genetic variation among Digitarias in in vitro digestion and its relationship to plant morphology. Agron. Abstr.: C-6: 64.
46. LAZEMBY, A. and H.A. ROGERS. 1965. Selection criteria in grass breeding V. Performance of Lolium perenne genotypes grown at different nitrogen levels and spacings. J. Agric. Sci. 65: 75 - 90.
47. MARSHAL, B., M.I.E. LONG and D.D. THORNTON. 1969. Nutritive value of grasses in Annols and the Queen Elizabeth National Park, Uganda. III. In vitro dry matter digestibility. Trop. Agric. Trin. 46: 43 - 46.
48. MAYER, C. 1969. Net energy estimation by determination of the in vitro digestibility and its value to fodder crop breeding. Eucarpia Fodder Crop report of Meeting Held at the Welsh Plant Breeding Station. Aberystwyth p. 15 - 17.
49. MAYNARD, L.A. and J.K. LOOSLI. 1969. Animal Nutrition. 6th ed. McGraw-Hill Book Co. 613 p.

50. MILFORD. 1960. Criteria for expressing nutritional values of subtropical grasses. Aust. J. Agric. Res. 11: 121 - 137.
51. MINSON, D.J., W.F. RAYMOND and C.E. HARRIS. 1960. Studies in the digestibility of herbage. J. Brit. Grass. Soc. 15: 174 - 180.
52. \_\_\_\_\_, and M.N. Mc LEAD. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. Intl. Grassld. Congr. Proc. 11: 719 - 722.
53. \_\_\_\_\_. 1971. The digestibility and voluntary intake of six varieties of Panicum. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 11: 18 - 25.
54. MONSON, G.W. 1971. Variation of in vitro dry matter digestibility (IVDM) in collections of bermudagrass and pearl millet. Agron. Abstr. C-6: 57.
55. MORRISON, F.B. 1959. Feeds and Feeding. 22nd ed. Morrison Publishing Co., Clinton, Iowa. 1165 p.
56. MOWAT, D.N. 1968. Applications and implications of invitro deigestibility technique to plant breeding. In: Forages Economies Quality. ASA. Spec. Public. No. 13: 85 - 93.

57. \_\_\_\_\_, M.L. KWAIN and J.E. WINCH. 1969. Lignification and in vitro cell wall digestibility of plant parts. Ca. J. Plant Sci. 47: 499 - 504.
58. McDONALD, I.W. 1968. The nutrition of greazing ruminants. Nutr. Abs. Rev. 38: 381 - 400.
59. Mc DOWELL, L.R., J.H. CONRAD, J.E. THOMAS and C.H. HARRIS. 1974. Latin America Tables of Feed Composition. Inst. Food and Agr. Sci. University of Florida. Center Trop. Agr. Dept. Anim. Sci. 448 p.
60. O'DONOVAN, P.B., R.F. BARNES, M.P. PLUMBER, S.O. MOTT and L.V. PACKETT. 1967. Ad Libitum intake and digestibility of selected reed canarygrass (Phalaris aundinacea) clones as measured by the fecal index method. J. Anim. Sci. 26: 1144 - 1152.
61. PRITCHARD, A.J. 1971. Hybrid between Pennisetum typhoides and P. purpureum as potential forage crop in southeastern Queensland. Trp. Grassld. 6: 35 - 39.
62. RABAS, D.L., A.R. Schmid and G.L. MARTEN. 1970. Relationship of chemical composition and morphological characteristics to palatability in sudangrass and sorghum x sudan hybrids. Agron. J. 62: 762 - 763.

63. RAYMOND, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops In:  
Advances in Agronomy. 21: 1 - 108.
64. \_\_\_\_\_, 1968. Components the nutritive value of forages.  
In: Forages Economics-Quality. ASA. Spec. Publi. 13: 47 -  
62.
65. REID, J.T. 1974. Nutritional Energetics. Notes of the Course.  
Anim. Nutr. 503. p. 116.
66. ROSS, J.G., S.S. BULLIS and K.C. LIN. 1970. Inheritance of  
in vitro digestibility in smooth. Crop Sci. 10: 672 - 673.
76. \_\_\_\_\_ and R.T. THADEN. 1972. In vitro digestibility of  
diallel and polycross progenies of intermediate wheatgrass.  
Agron. Absts. C-1: 28.
68. ROTH, L.S., G.C. MARTEN, W.A. CRAMPTON and D.D. Strihman. 1970.  
Genetic variation of quality traits in maize (Zea mays)L.)  
forage. Crp. Sci' 10: 365 - 367.
69. RUMBAL, W., G.W. BUTLER and R.H. JACKMAN. 1972. Variation in  
nitrogen and mineral composition in populations of prairie  
grass (Bromus unioloides, H.B.K.) New Zealand J. Agric.  
Res. 15 - 33 - 42.

70. SCHANK, S.C. and J.E. MOORE. 1972. Genetic variation in quality among digicgrass and limpograsses as measured by in vitro procedures. Agron. Absts. C-6: 71.
71. SLEPER, D.A., P.N. DROLSON and N.A. JORGENSEN. 1973. Breeding for improved dry matter digestibility in smooth brenegrass (Bromus inermis, Leyss) Crop Sci. 13: 556 - 559.
72. \_\_\_\_\_ and P.N. DROLSON. 1974. Analysis of several morphological traits and their associations with digestibility in Bromus inermis. Leyss, Crop. Sci. 14: 34 - 36
73. SULLIVAN, J.T. 1962. Evaluation of forage crops by chemical analysis. A critique. Agron. J. 54: 511 - 515.
74. TERRY, R.A. and J.M.A. TILLEY. 1964. The digestibility of leaves and stems of forages as measured by and in vitro procedure. J. Brit. Grassld. Soc. 19: 363 - 372.
75. TILLEY, S.M. and R.A. TERRY. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassld. Soc. 18: 104 - 111.

76. VAN SOEST, P.J. 1964. Symposium on nutrition and forage and pastures: New chemical procedures for evaluating forages. J. Anim. Sci. 23: 838 - 845.
77. \_\_\_\_\_. 1966. Non nutritive residues. A system of analysis for the replacement of crude fiber. J.A. O.A. 49: 546 - 551.
78. \_\_\_\_\_. R.H. WINE and L.A. MOORE. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. Grassld. Congr. Proc. 10: 438 - 441.
79. \_\_\_\_\_. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. J. Anim. Sci. 26: 119 - 128.
80. \_\_\_\_\_. 1968. Structural and chemical characteristics which limit the nutritive value of forages. In Forages Economics Quality. ASA. Spec. Public. 13: 63 - 76.
81. VAN SOEST, P.J., F. ABRUNA and R. CAROCOSTAS. 1971. The composition and in vitro digestibility of Puerto Rican Grasses. 21 p. (unpublished).
82. \_\_\_\_\_. 1971. Net energy from detergent fiber analysis. National ASAS Meetings U. of California, Davis p. 404.

83. WALTERS, R.J.K., F. ap Griffith, R. HUGHES and D.I.H. JONES.  
1967. Some factors causing differences in digestibility  
of grasses measured by an in vitro method. J. Brit. Grassld.  
Soc. 22: 112 - 116.
84. \_\_\_\_\_ . 1971. Variation in the relationships between in  
vitro digestibility and voluntary dry matter intake of  
different grass varieties. J. Agric. Sci. 76: 243 - 252.

**EVALUACION DE LOS FORRAJES USANDO METODOS In vitro\***

Javier Bernal E. \*\*

**INTRODUCCION.**

La calidad de los forrajes se puede evaluar utilizando métodos de laboratorio, que consisten en realizar una serie de análisis químicos al forraje, sin la intervención del animal. Este tipo de evaluación ha sido ampliamente utilizada, pero ha sido sujeta a críticas debido a que ignora uno de los principales componentes del sistema cual es el animal.

El método de evaluación utilizando el animal, o método In vivo es mucho más adecuado en general consiste en suministrar a los animales una cantidad conocida de alimento y medir la cantidad de este alimento que no es digerida o utilizada. El sistema tiene limitaciones como la dificultad en el manejo de los animales, número de pruebas que se pueden concluir simultáneamente y duración de las mismas.

-----  
\* Contribución del Programa Nacional de Pastos y Forrajes del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

\*\* I.A., Ph.D. Director Programa Nacional Pastos y Forrajes. Centro Experimental "Tibaitatá", Apartado Aéreo 151123 El Dorad, Bogotá.

Con el objeto de utilizar las ventajas de los métodos anteriores y evitar sus desventajas, se desarrollaron los métodos de evaluación In vitro en los cuales se trata de reproducir en el laboratorio las condiciones del rumen. La reproducción de las condiciones del rumen se logra utilizando líquido ruminal y saliva artificial como medios de incubación por lo cual no se prescinde completamente del animal.

#### ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS METODOS DE DIGESTIBILIDAD

##### In Vitro

Los parámetros que se han utilizado más comúnmente, en comparaciones directas son energía Digestible (ED), digestibilidad de la materia seca e índice de valor nutritivo (IVN) y se ha hecho la regresión con los parámetros in vitro para obtener ecuaciones de predicción. Cual de ellos se escoge depende el uso que se vaya a dar a los datos. Si solamente se desea clasificar los forrajes en orden de digestibilidad, los parámetros In vitro son de por sí suficientes, pero si se va a utilizar en la formulación de raciones, requiere ciertas transformaciones, basadas en unidades de nutrición animal (4).

El parámetro In vitro que se debe escoger depende de: a) El sistema in vitro que se va a usar; b) el parámetro in vivo que se pretende predecir; y c) los tipos de forrajes que se van a utilizar. El criterio más comúnmente usado es el de desaparición de la

materia seca (DMS), aunque existe cierta variabilidad de acuerdo con el sistema empleado para la determinación, es la más sencilla y sujeta a menor error. DMS in vitro se correlaciona muy bien con digestibilidad de la materia seca in vivo y es muy adecuada para predecirla, pero la correlación con consumo es muy baja (2).

La otra determinación in vitro que se usa comúnmente es digestibilidad de la celulosa (DC) a distintos tiempos de fermentación. Períodos de incubación largos (30 a 48 horas) se correlacionan bien con digestibilidad in vivo de la celulosa y DMS, pero no con el consumo (4).

Algunos otros criterios se han utilizado para las determinaciones in vitro tales como producción de gas, producción de ácidos grasos volátiles y desaparición de algunas otras fracciones, especialmente ciertos carbohidratos. Estas determinaciones tienen su aplicación en problemas específicos pero generalmente no se adaptan a análisis rutinarios de grandes cantidades de muestras (4).

#### FUENTES DE VARIACION EN LOS METODOS

##### In vitro

De acuerdo a Van Dyne y Hang citados por Johnson (4), las variables que afectan los estudios de fermentación in vitro se pueden resumir en cuatro grupos:

1. Variaciones en las poblaciones microbianas.
  - a. Dieta del animal del cual se toma el rumen.
  - b. Diferencias entre animales.
  - c. Diferencias en el modo de procesar el inóculo.
  
2. Diferencias debidas a los diferentes métodos de almacenamiento, molido y técnicas utilizadas en la preparación de las muestras.
  
3. Diferencias atribuidas al medio.
  - a. Proporción muestra: inóculo.
  - b. Buffer utilizado.
  - c. Solución nutritiva usada.
  
4. Variaciones de procedimiento como tiempo de fermentación, criterios de digestibilidad utilizados y errores de laboratorio.

La fuente de error y variabilidad más común en las determinaciones in vitro es el inóculo, los factores que lo alteran son:

1. Dieta del animal.
2. Sistema de alimentación (tiempo, etc).
3. Tiempo de toma de la muestra de líquido del rumen.

4. Método de procesamiento del líquido del rumen.
5. Manejo del líquido del rumen entre el animal y los tubos en los cuales se hace la determinación in vitro.
6. Tratamiento en el laboratorio antes de la inoculación.

La clase de dieta que ingiere el animal afecta el inóculo, pero principalmente en estudios de corta duración. En estudios que emplean tiempos de fermentación largos no se ha encontrado diferencia debido a la dieta que consume el animal donante.

Existen divergencias en cuanto al tiempo de extracción del inóculo. La mayor parte de los autores recomiendan remover el líquido del rumen de 12 a 18 horas después de la última comida del animal. Aunque la máxima concentración de microorganismos se encuentra entre 1 y 6 horas después de comer, durante este período la toma de muestras se dificulta debido a que el rumen se encuentra lleno excepto si el área dorsal y el líquido contiene muchos materiales solubles que pueden afectar los resultados. Generalmente tampoco se suministra agua al animal antes de la toma de la muestra para evitar diluciones del inóculo (4, 5).

El manejo y procesamiento del inóculo varían mucho de un laboratorio a otro, pero en general se recomienda separar el líquido del material grueso por filtrado o centrifugación, mantener las condiciones anaeróbicas con  $\text{CO}_2$  y conservar la temperatura alrededor de  $39^\circ\text{C}$ . Una solución buffer y una solución nutritiva se deben

agregar para mantener la efectividad del inóculo. Instrucciones para la preparación de estas soluciones se encuentran en Tilley y Terry (8).

#### METODO DE TILLEY Y TERRY

El método propuesto por Tilley y Terry (8), es el más utilizado, consiste básicamente en fermentar anaeróbicamente la muestra con líquido del rumen, seguido por una digestión con pepsina ácida. El método ha recibido algunas modificaciones menores y adaptaciones de acuerdo con los distintos laboratorios. Los factores que varían entre laboratorios son tiempo de fermentación y digestión, grado de finura de la muestra, tamaño de la muestra y volumen de inóculo utilizado.

El método de Tilley y Terry es fácilmente reproducible, es más útil que los métodos convencionales de análisis químicos para evaluar los forrajes y presenta una alta correlación con la digestibilidad in vivo. En el caso de los forrajes tropicales los resultados tienden a ser más bajos que los encontrados con los métodos in vivo, pero se considera que estima adecuadamente la calidad de estos forrajes (2, 8).

### METODO DE VAN SOEST.

Este método consiste básicamente en separar la materia seca en contenido celular (CC) y pared celular (PC), utilizando detergentes (9).

Quando las muestras se destilan con un detergente neutro; este detergente solubiliza el CC, dejando un residuo que es la PC. El CC está constituido principalmente por azúcares, almidón, glicósidos, fructosanas, pentosanas, pectinas, ácidos orgánicos, sustancias nitrogenadas, lípidos, minerales solubles, pigmentos solubles y taninos. Esta fracción es esencialmente digerible de acuerdo con Tessema (7) y Van Soest (9).

Los componentes de la PC constituyen el esqueleto de la planta; incluye las paredes primarias y secundarias. La PC está compuesta básicamente de hexosas, pentosas, ácidos urónicos y algunos minerales y compuestos nitrogenados insolubles. Los compuestos químicos se encuentran formando celulosa, hemicelulosa y lignina (9). La sílica también forma parte de la pared celular y es uno de los elementos más limitantes en la digestibilidad de los pastos tropicales (1, 2).

### DIGESTIBILIDAD VERDADERA.

La digestibilidad verdadera (DV) es una modificación introducida por Van Soest, que consiste en efectuar la etapa de fermentación

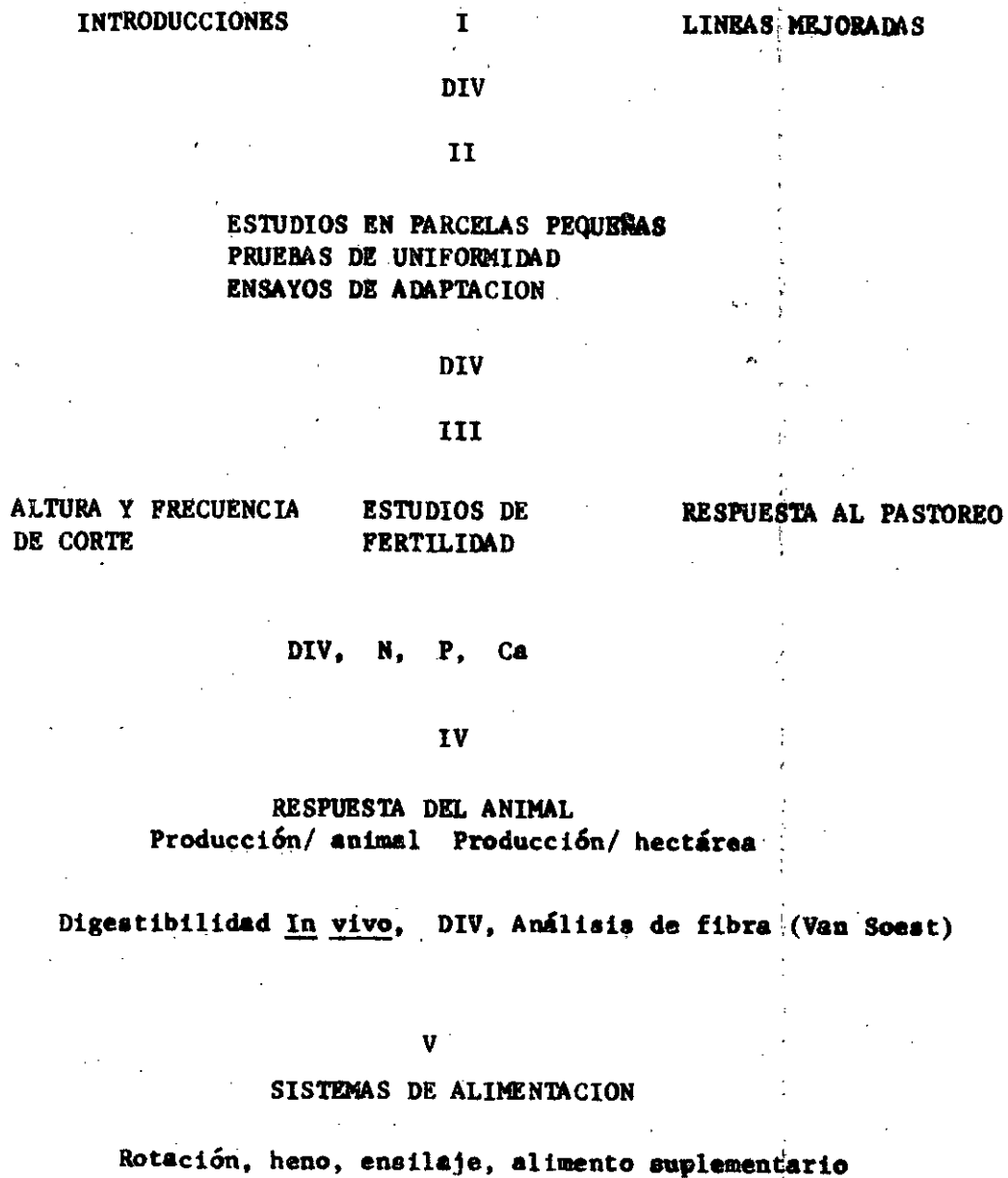
del método de Tilley y Terry, y en lugar de la digestión con pepsina ácida se destila la muestra con detergente neutro (2, 3).

#### UTILIDAD DE LOS METODOS In vitro

Los métodos de digestibilidad in vitro, debido a su flexibilidad y la facilidad de reproducción permiten simplificar el trabajo de evaluación de forrajes en las distintas etapas de la investigación, permitiendo una selección rápida de las especies y variedades promisorias y la eliminación de mucho material que alargaría y encarecería los programas.

Las distintas etapas de la investigación en los cuales pueden intervenir los métodos de evaluación de forrajes in vitro fueron esquematizadas por Mott y Moore (6).

ESQUEMA PARA LA EVALUACION DE FORRAJES



\* DIV = Digestibilidad in vitro

## BIBLIOGRAFIA.

1. ALARCON M., E. 1972. Estimación del valor nutritivo de los forrajes. ICA Temas de Orientación Agropecuaria No. 76.
2. BERNAL, J. 1974. Evaluation of carbohydrate reserves, yield and quality in three tropical grasses. Ph.D. dissertation. Iowa State University. 178 p.
3. GOERING, H.K. and P.J. VAN SOEST. 1970. Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Agr. Res. Center Agr. Handbook No. 379.
4. JOHNSON, R.R. 1970. The development and application of In vitro rumen fermentation methods for forage evaluation. In: Proceedings of the National conference on forage quality evaluation and utilization. Lincoln, Nebraska, Sept. 3 - 4 1969. M-1 M-11.
5. JOHNSON, R.R. and B.A. DEHORITY. 1968. A comparison of several laboratory techniques to predict digestibility and intake of forage. J. Anim. Sci. 27: 1738.

6. MOTT, G.O. and J.E. MOORE. 1970. Forage evaluation techniques in perspective. In: Proceedings of the National conference on forage quality evaluation and utilization. Lincoln Nebraska, Sept. 3 - 4. 1969. L-1, L-10.
7. JESSEWA, S. 1972. Nutritional value of some tropical grass species compared to some temperate grass species. Ph.D. dissertation. Cornell University Ithaca, New York.
8. TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY. 1963. A two technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassld. Soc. 18: 104 - 111.
9. VAN SOEST, P.J., 1968. Structural and chemical characteristics which limit the nutritive value of forages. In: Forages economics quality. ASA Special Publication No. 13. p 63-76.

## CONTROL DE MALEZAS EN POTREROS

Carlos Romero Maldonado \*

## 1. INTRODUCCION.

Existen en Colombia alrededor de 41 millones de hectáreas dedicadas al sostenimiento de la ganadería nacional. La mayor parte de esta superficie está constituida por praderas naturales (66 por ciento) con pastos que no permiten una alta capacidad de carga. Sin embargo, 14 millones de ellas (34 por ciento) han sido sometidas a programas de mejoramiento por medio de pastos introducidos de diferentes partes del mundo, donde las malezas se constituyen en uno de los principales problemas dentro de las prácticas de manejo. Este problema se hace más grave, si se considera que algo más de las tres cuartas partes del área dedicada a pastizales está localizada en la región entre 0 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, donde por las condiciones ecológicas de las zonas se produce un crecimiento y establecimiento más rápido de las malas hierbas.

En el país es práctica común el sobre-pastoreo y este es el medio por el cual los potreros se mantienen en un mal estado. El sobre pastoreo debilita los pastos y estimula la aparición de malezas,

---

\* I.A.,M.S. Fisiología Vegetal, ICA Tibaitatá. Apartado Aéreo 151123 Bogotá Colombia.

lo cual se traduce en baja producción de forraje por hectárea. Por lo tanto, para tener una ganadería progresista, suficiente para satisfacer el consumo y convertirse en una fuente sólida de divisas, es necesario realizar un control efectivo de las malezas para incrementar la capacidad de carga de los potreros. El objeto de este trabajo es dar una indicación sobre el control de malezas en potreros y resumir algunas de las investigaciones realizadas en el país y otras partes del mundo.

#### MALEZAS DE POTREROS.

El problema de las malezas en potreros ha sido creado por el cambio de las especies nativas no forrajeras a una posición de mayor importancia y por la introducción de especies exóticas. Estos cambios de las comunidades de las plantas está constantemente ocurriendo en áreas no cultivadas y dedicadas a la ganadería, por la influencia de las prácticas de pastoreo, manejo de las prácticas culturales, introducción de plantas, insectos, enfermedades y muchos otros factores ambientales. En general, las especies que permanecen, o se introducen tienden a aumentar su densidad y llegan a ser dominantes en partes donde la vegetación recibe algún disturbio o es removida.

Las malezas en los potreros se pueden dividir en arbustivas y herbáceas. Aunque estas últimas se encuentran en todas las zonas ganaderas del país y causan bajas en producción de forraje, los arbustos son los más difíciles de controlar. En la Tabla 1 aparecen las principales malezas de potreros de clima cálido en Colombia. (Morales, 1975).

## EFFECTO DE LAS MALEZAS SOBRE LOS ANIMALES.

Uno de los problemas más graves que se presentan en potreros enmalezados para su uso en la ganadería es la ocurrencia de enfermedades crónicas o letales en los animales, cuya etiología en muchos casos es desconocida. Las posibles causas de estas enfermedades pueden ser "las plantas tóxicas" que cuando son ingeridas en cantidades suficientes por los organismos son capaces de producir alteraciones en su metabolismo, con síntomas de fitotoxicidad inmediatos o pasajeros.

En ciertas zonas del país donde la muerte del ganado es habitual y elevada, se han efectuado encuestas sobre las pérdidas de animales ocasionadas por la maleza tóxica el "Cansaviejo" y se ha determinado que en los Departamentos de la Costa, especialmente Bolívar, estas alcanzan un valor de 8 millones de pesos. La Asociación de Ganaderos de Barrancabermeja, por su parte, indican muertes de un 8 a 10 por ciento de su ganado como consecuencia de las plantas indeseables (Morales, 1975). En la Tabla 2 aparecen algunas malezas tóxicas de potreros y su principio activo.

## PRINCIPIOS BASICOS DE CONTROL DE MALEZAS EN POTREROS.

Los métodos que se emplean para combatir cualquier mala hierba deben fundarse en sus hábitos de desarrollo y en su reproducción. Por otra parte, dichos métodos deberán estar determinados por el hábitat por la localización de las malas hierbas, según se desarrollen en suelos pesados o ligeros, suelos húmedos o secos, en un campo o en

TABLA 1. NOMBRE CIENTIFICO, NOMBRE COMUN, TIPO DE PLANTA, PROPAGACION Y HABITAT DE LAS MALEZAS MAS IMPORTANTES DE POTREROS.

| Nombre Científico                  | Nombre Común      | Tipo de Planta | Propagacion                  | Habitat                    |
|------------------------------------|-------------------|----------------|------------------------------|----------------------------|
| <u>Cyperus ferax</u>               | Cortadera         | Herbácea       | Semillas                     | Tierras planas y onduladas |
| <u>Cyperus rotundus</u>            | Coquito           | Herbácea       | Tubérculo, bulbos y semillas | Tierras planas y onduladas |
| <u>Cyperus luzulae</u>             | Cortadera         | Herbácea       | Semillas y rizomas           | Tierras planas y onduladas |
| <u>Dichromena ciliata</u>          | Estrellita        | Herbácea       | Semillas                     | Tierras planas y onduladas |
| <u>Adropogon bicornis</u>          | Rabo de zorro     | Herbácea       | Semillas                     | Tierras planas y onduladas |
| <u>Cenchrus echinatus</u>          | Cadillo           | Herbácea       | Semillas                     | Tierras planas y onduladas |
| <u>Imperata contracta</u>          | Vende aguja       | Herbácea       | Semillas u rizomas           | Tierras bajas y húmedas    |
| <u>Paspalum conjugatum</u>         | Hierba amarga     | Herbácea       | Semillas                     | Tierras planas             |
| <u>Paspalum fasciculatum</u>       | Gramalote         | Herbácea       | Estolones y semilla          | Tierras planas y húmedas.  |
| <u>Paspalum virgatum</u>           | Maciega           | Herbácea       | Estolones y semilla          | Tierras planas y húmedas   |
| <u>Sporobolus poiretti</u>         | Castillera        | Herbácea       | Semillas                     | Tierras planas y onduladas |
| <u>Heliconia bihai</u>             | Platanillo        |                | Rizomas y semillas           | Tierras planas y onduladas |
| <u>Scheelea butyraceae</u>         | Palma de vino     |                | Semillas                     | Tierras planas y onduladas |
| <u>Blechnum pyramidatum</u>        | Hierba morada     | Herbácea       | Semillas                     | Sitios sombreados          |
| <u>Achyranthes indica</u>          | Cadillo           | Semi-leñosa    | Semillas                     | Tierras planas y onduladas |
| <u>Althernanthera brasiliensis</u> | Cardón de fraile  | Semiarbusto    | Semillas                     | Tierras planas y onduladas |
| <u>Amaranthus dubius</u>           | Bledo             | Herbácea       | Semillas                     | Tierras planas y onduladas |
| <u>Ahouai nitida</u>               | Bola de toro      | Arbustiva      | Semillas                     | Tierras onduladas          |
| <u>Allamandra cathartica</u>       | Lechoso           | Arbusto        | Semillas                     | Tierras onduladas y secas  |
| <u>Rauvolfia canescens</u>         | Solita            | Arbusto        | Semillas                     | Tierras onduladas y secas  |
| <u>Calotroois procera</u>          | Falso algodón     | Arbusto        | Semillas                     | Tierras onduladas y secas  |
| <u>Eupatorium odoratum</u>         | Balsilla o salvía | Arbusto        | Semillas                     | Tierras onduladas y secas  |
| <u>Vernonia patens</u>             | Salvion           | Arbusto        | Semillas                     | Tierras onduladas y secas  |
| <u>Malachra alceifolia</u>         | Malu              | Herbácea       | Semillas                     | Tierras onduladas y secas  |
| <u>Phitecolobium lancealatum</u>   | Pico de loro      | Arbusto        | Semillas                     | Tierras onduladas y secas  |
| <u>Rumex crispus</u>               | Lengua de vaca    | Herbácea       | Rizomas y semillas           | Tierras onduladas y secas  |

Para mayor información véase "Algunas malezas de potreros tropicales (Morales et al 1974)".

pastizales. También pueden influir de una manera considerable la magnitud del área invadida y de las prácticas agronómicas usuales, que son factores de primordial importancia. La cantidad de trabajo y capital necesario para combatir las malezas, varían con el tipo de malezas presentes, el sistema de control que se desea emplear y el establecimiento del tipo de pradera escogida.

Es necesario que se tenga conocimiento sobre lo que es prevención, control y erradicación de una maleza. Esto presupone conocer la biología de las malezas, el comportamiento de las semillas (sexual y asexual) en el suelo, su viabilidad, facilidad de dispersión y el número de semillas producidas por cada planta.

#### PREVENCIÓN.

Consiste en evitar que las malezas se establezcan y se diseminen de un área a otra. Para lograr esto varias medidas de manejo deben ser seguidas (Lynch, 1973).

1. Un adecuado manejo de los pastos por medio de:
  - a. Buena preparación del suelo.
  - b. Uso de semilla de buena calidad.
  - c. Pastos adaptados para la zona
  - d. Uso de una buena densidad de siembra y método de siembra al tiempo apropiado.
  - e. Una apropiada fertilización.
  - f. Un apropiado uso del forraje.

TABLA 2. NOMBRE CIENTIFICO , NOMBRE COMUN, PRINCIPIO ACTIVO Y DAÑOS OCA-  
SIONADOS POR ALGUNAS MALEZAS DE POTREROS.

| Nombre Científico              | Nombre Común  | Principio Activo                     |
|--------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| <u>Panicum maximum</u>         | Guinea        | Glucósidos cianogénicos              |
| <u>Sorghum halepense</u>       | Pasto Johnson | Glucósidos cianogénicos              |
| <u>Cynodon dactylon</u>        | Argentina     | Glucósidos cianogénicos              |
| <u>Coidosculus urens</u>       | Pringamosa    | Glucósidos cianogénicos              |
| <u>Croton trinitatis</u>       | Pajarito      | Glucósidos cianogénicos              |
| <u>Indigofera suffruticosa</u> | Anil          | Glucósidos cianogénicos              |
| <u>Mascagnia concinna</u>      | Caensa viejo  | Glucósidos cianogénicos              |
| <u>Kallstroemia maxima</u>     | Atarraya      | Glucósidos cianogénicos              |
| <u>Portulaca oleracea</u>      | Verdolaga     | Glucósidos cianogénicos              |
| <u>Brassica campestris</u>     | Nabo          | Aceites irritantes                   |
| <u>Raphanus raphanistrum</u>   | Rábano        | Aceites irritantes                   |
| <u>Sesbania exaltata</u>       | Sesbania      | Seponinas                            |
| <u>Rauvolfia lingultrina</u>   | Venenito      | Alcaloides y: Reserpina<br>deserpina |
| <u>Tanaecium exitosum</u>      | Bejuco blanco | Alcaloide                            |
| <u>Sarcostemma olaucum</u>     | Yerba sapo    | Alcaloide                            |
| <u>Rumex acetosella</u>        | Barbasco      | Oxalato                              |
| <u>Pteridium aquilinum</u>     | Helecho       | Oxalato                              |
| <u>Amaranthus sp.</u>          | Bledo         | Nitrato                              |
| <u>Cassia occidentalis</u>     | Bicho         | Nitrato                              |
| <u>Ipomea tiliacea</u>         | Batatilla     | Nitrato                              |
| <u>Sida rhombifolia</u>        | Escobilla     | Nitrato                              |
| <u>Eupatorium spp.</u>         | Salvion       | Nitrato                              |

(De Morales, 1975).

2. Previendo el establecimiento de malezas y su producción de semillas por medio de:
- a. Un mantenimiento de carreteras, cercas y otras áreas limpias de malezas.
  - b. Limpieza de la maquinaria utilizada para evitar transporte de semillas de malezas.
  - c. Evitando la compra de alimentos para el ganado que puedan traer malezas o sus semillas.
  - d. Transporte de ganado de áreas infestadas a lotes limpios.
  - e. Controlando a tiempo cualquier tipo de maleza que inicie su establecimiento.
  - f. Rotando algunos potreros con cultivos, para evitar el desarrollo de plantas indeseables que generalmente están asociadas con las plantas utilizadas como forraje.

#### ERRADICACION.

La erradicación de las malezas requiere la muerte de la planta y la destrucción de todos sus órganos de reproducción. La erradicación puede ser deseable y practicable cuando la infestación de las malezas es confinada a un área limitada o cuando las especies de las malezas son extremadamente nocivas. La erradicación usualmente no puede ser cumplida en una sola aplicación, porque las semillas pueden permanecer latentes en el suelo (Kligman, 1970).

## CONTROL.

El control de una especie de maleza presupone la reducción de la existencia de las plantas y su propagación a tal punto, que su presencia no sea serio problema o no interfiera con el uso económico del área productiva (Kligman, 1970).

## METODOS DE CONTROL.

### a) Control Cultural.

Las más efectivas herramientas para que el ganadero tenga un buen control de malezas en sus potreros es su adecuado manejo (Lynch, 1973). Los siguientes factores deben tenerse en cuenta:

- Intensidad de pastoreo y rotación de praderas.

El número de animales por unidad de área y el tiempo que ellos permanecen en el potrero tienen un profundo efecto sobre la producción, composición botánica y número de malezas presentes en un potrero.

La remoción de los animales por un tiempo indefinido en varias zonas del país que tienen altas intensidades de lluvia, resulta en una rápida reversión de vegetación a plantas arbustivas y posteriormente a bosques. Así mismo, pastos inadecuadamente utilizados por sobrecargar el potrero son rápidamente invadidos por arbustos, helechos y otros tipos de malezas. En esta forma, se debe planear una densidad de animales adecuados, de acuerdo a la clase de pasto existente y a la capacidad de éste para recuperarse.

- Tipo de animal que se va a pastorear.

Potreros dedicados al pastoreo de ovejas, presentan diferentes especies de malezas que aquellos donde se pastorea vacas o caballos. En general, las vacas y caballos son más selectivas para usar gramíneas y leguminosas para su alimentación que las ovejas. Es así, como en algunas regiones del mundo se emplean estas últimas junto con caballos o vacas para eliminar ciertos tipos de plantas ~~malezables~~, como el Senecio vulgaris.

- Una buena fertilización.

El mejor síntoma para controlar malezas y maximizar la productividad de los pastos casi siempre incluye una adecuada fertilización como factor esencial. La mayoría de los suelos dedicados a la ganadería en Colombia son deficientes en fósforo y en algunos casos en azufre, potasio y otros nutrimentos, tales como molibdeno. Las deficiencias de estos elementos deben ser corregidas, para que los pastos crezcan rápidamente y compitan ventajosamente con las malezas. Por otra parte, casi todas las gramíneas que se emplean como pastos responden a la fertilización.

- Una adecuada irrigación.

En épocas de verano, generalmente, los pastos detienen su crecimiento como un medio de protección, en tanto que algunas malezas, debido a su rusticidad continúan su crecimiento lográndose establecer.

Para evitar esto, se recomienda aplicar agua a los pastos con el fin de que reinicien su crecimiento y eviten el establecimiento de las plantas indeseables.

- Un buen control de insectos y enfermedades.

Los insectos y enfermedades pueden destruir grandes áreas dedicadas a pastos y a menudo dejar el espacio libre para la implantación de malezas. Consecuentemente, en zonas infestadas (con insecto o enfermedades), el control de malezas se reduce al control de insectos, enfermedades y técnicas de manejo que sean necesarias para disminuir el número de estos agentes o el daño que ellos causen.

- En potreros que se van a establecer tener en cuenta además de los anteriores puntos, la densidad de siembra, calidad de la semilla, mezclas de pastos, tipo de suelo y preparación del suelo para la siembra.

Las mezclas de pastos que se van a sembrar deben tener aquellas especies adaptadas al suelo y clima y estar de libres de semillas de malezas que representen un daño potencial para el área. La cantidad de semillas por hectárea y su vigor juega un papel importante, ya que una baja densidad de plantas puede permitir un fácil ingreso de las malezas. La preparación de suelo para la siembra debe efectuarse en la misma forma que cualquier cultivo. Una buena preparación, en general asegura una alta densidad del pasto y elimina la necesidad de cortar las malezas posteriormente. El manejo de potreros recién establecidos es otro

factor que se debe tener en cuenta. En la mayoría de las zonas del país las praderas son utilizadas tan pronto el pasto se ha establecido, con el fin de aumentar el macollamiento de las gramíneas y suministrar mejores condiciones para el desarrollo de las leguminosas. Sin embargo, no existen investigaciones que permita asegurar la mejor manera de manejar los pastos recién establecidos.

#### CONTROL MECANICO.

Hay varias técnicas de control mecánico de malezas en potreros las cuales bajo ciertas condiciones, pueden ser preferibles a otros métodos. En general, los ganaderos poseen algún tipo de equipo para controlarlas mecánicamente, lo cual puede eliminar la necesidad de utilizar métodos más costosos (Morales, et al, 1973).

Los sistemas más comúnmente usados son:

- Arado y Rastrillo.

Preparación del suelo: Una buena preparación del suelo incluye con anticipación a la siembra o establecimiento del pasto una o más rastrilladas destruyendo las malezas por medio de ruptura de la parte aérea y exposición de las raíces en la superficie. Esta labor con rastrillo es un sistema muy aconsejable en lotes abundantemente infestados de malezas, porque se destruye la población de plantas presentes, se colocan las semillas y las partes de propagación en condiciones favorables de germinar, para luego destruir las plántulas nacidas de ellas.

Una arada posterior, seguida después de 3 o 4 rastrilladas son las normas mínimas para la preparación de una buena cama para la semilla (sexual o asexual). El arado destruye las malezas volteándolas, exponiendo las raíces al sol, o invirtiendo y tapando la parte aérea. Es muy recomendable para destruir plántulas o plantas pero es contraproducente para destruir semillas por ser ésta una labor profunda, lo cual hace que la semilla se entierre sin disminuir su viabilidad.

Normalmente es aconsejable la labor de arado y rastrillo, en potreros que han sido continuamente mal manejados y en los cuales la invasión de malezas puede ser tan alta, que sería mejor preparar el terreno en la forma descrita y establecer los pastos mejorados.

- Guadañadora.

Cuando las malezas tienen hábitos de crecimiento y morfología diferentes a las especies deseables, el corte de las malezas elimina la competencia principalmente por luz que éstas ejercen. Guadañas periódicas a alturas tales que se afecten las malezas y no las especies forrajeras tienden a reducir las reservas nutritivas de aquellas disminuyendo así su habilidad para competir. Por esta razón el corte debe ser utilizado después de que las plantas han terminado su crecimiento rápido y cuando el almacenamiento de reservas alimenticias es bajo. El corte de pastos anuales y malezas de hoja ancha cuando comienza, reduciendo así su propagación. La efectividad del corte cuando hay una mezcla de diferentes malezas es difícil ya que se encuentran malezas de plantas rastreras que pueden crecer a una altura más baja que la cuchilla cortadera. Cortes demasiado bajos perjudican la especie

deseable. En estos casos se procederá a establecer cortes intermedios y luego cortes más bajos hasta cuando la planta forrajera establezca su efecto competitivo, con la consecuente eliminación de la maleza rastrojera por falta de luz y espacio.

- Macheteo.

El machete es más selectivo que la guadaña para el control de malezas, por otra parte se puede utilizar en los lugares impenetrables a las máquinas cortadoras, pero tienen el defecto de que es antieconómico en áreas extensas. Este sistema aplicado oportunamente impide la formación de semillas y elimina la parte aérea dejando intacta la parte bajo la superficie del suelo, ocurriendo poco tiempo después el rebrote el cual debe eliminarse con una nueva labor.

- Arranque Manual.

En lo posible se debe practicar antes de la floración para evitar así la multiplicación de semillas. Este método puede ser útil en ganaderías pequeñas e intensivas. En muchas partes de Colombia se recomienda éste método para el control de Rabo de Zorro (Andropogon bicornis) Puede ser también útil durante los estados iniciales del desarrollo de nuevas malezas. Este método en general es lento y costoso para combatir las malas hierbas en pastizales.

## CONTROL QUIMICO.

El objeto del control químico es hacer que las especies deseadas ocupen el lugar de las malezas. Sin embargo, para lograr un control efectivo se requiere el uso de los herbicidas integrado con las prácticas de manejo mencionadas anteriormente (Morales, et al: 1973).

Existen una serie de productos químicos, que tienen una gran variedad de nombres comerciales, los cuales sirven para el control de malezas de hoja ancha. Estos productos se consiguen en diferentes formulaciones comerciales (Tabla 3).

### Control Químico de Arbustos.

Los arbustos constituyen uno de los más graves problemas en áreas de pastoreo. Los químicos más efectivos para el control son los fenoxiacéticos, picloram y dicamba. En la Tabla 4 aparecen la susceptibilidad de algunas de estas especies, a los herbicidas anteriormente mencionados.

Tipos de tratamientos para controlar químicamente los arbustos: Existen una serie de métodos de aplicación de productos para el control de arbustos. Este método son específicos sobre determinados tipos de malezas, entre ellos podemos citar (Páez, 1973).

#### a) Tratamiento foliar.

Son aspersiones foliares que se efectúan con equipos corrientes como bomba de espalda, bomba de mula y otros los cuales sirven para tratar

arbustos bajos y uniformes, los herbicidas hormonales se emplean en concentraciones de 0.5 al 2 por ciento en agua (Figura 1).

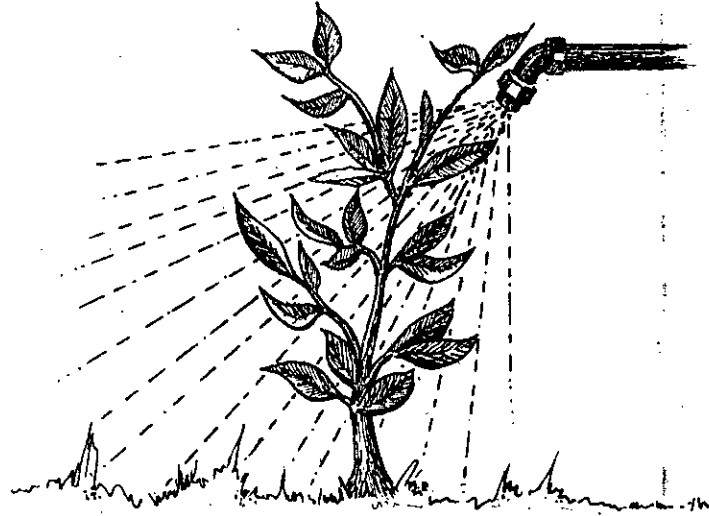


FIGURA 1. CONTROL POR TRATAMIENTO FOLIAR.

b. Tratamiento basal.

Este método consiste en aplicar con brocha la solución herbicida a una franja de 50 cm en la base del tronco, hasta producir escurecimiento del producto, pero evitando que se pierda. Este método se utiliza para arbustos de menos de 10 cm de diámetro y se emplea normalmente una mezcla de 4 - 6 litros del producto hormonal (ester) en 100 litros de ACPM (Figura 2).

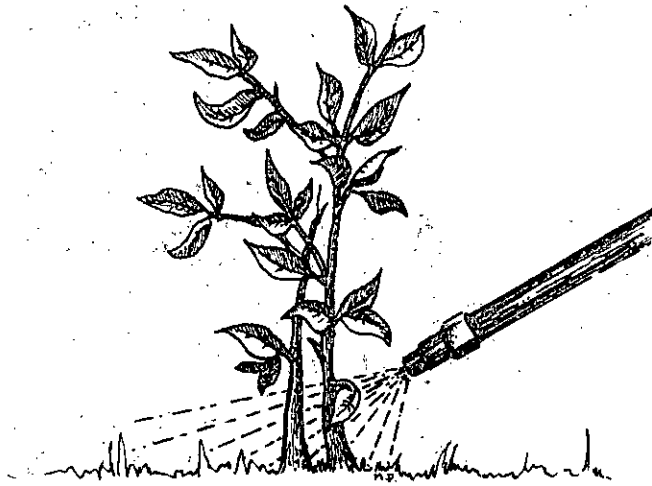


FIGURA 2. CONTROL POR TRATAMIENTO BASAL.

c. Tratamiento de Tocones.

Este tratamiento implica pintar con una brocha o asperjar totalmente un tocón o cepa de unos 20 - 40 cm de alto y con diámetro de menos de 5 cm las aplicaciones deben efectuarse después del corte del arbusto. Una solución de 4 litros de producto hormonal (esteres) en 40 - 60 litros de ACPM son efectivos para prevenir los rebrotes. En la práctica se ha comprobado que 60 cc de ACPM más la cantidad herbicida, son suficiente para bañar un tocón o cepa en la forma descrita (Figura 3).



FIGURA 3. CONTROL POR TRATAMIENTO DE TOCONES.

d. Tratamiento en cortes de cavidad circular.

Consiste en anillar el árbol con cortes que sirvan de receptáculo al herbicida. Estos cortes se deben hacer a una altura de 0.5 - 1.0 metros y luego asperjarlo con una solución de 4 litros de producto hormonal (ester) en 100 litros de ACM (Figura 4).

De los tratamientos anteriores, el de tocones es el más efectivo para malezas arbustivas que tengan un sistema de raíces profundo para malezas arbustivas que tengan un sistema de raíces profundo y bastante ramificado como el espino (Pitheceolobium sp) y el muñeco (Cordia coleococa).

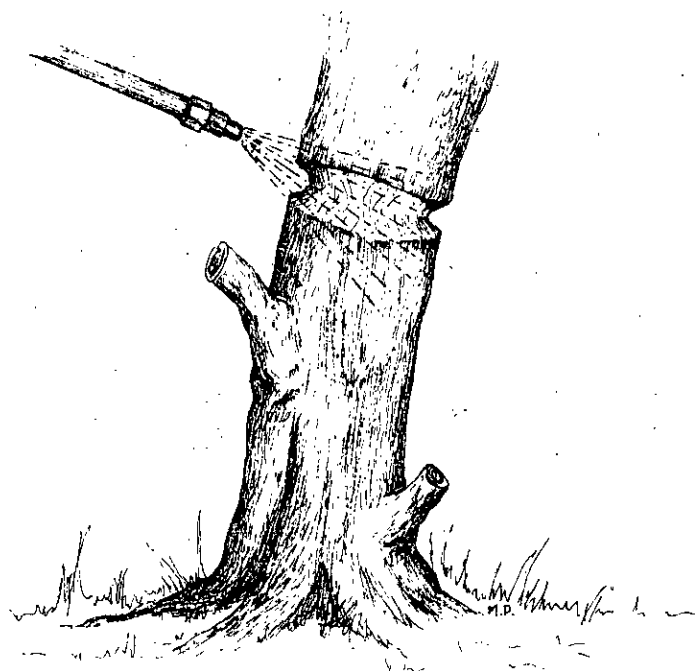


FIGURA 4. CONTROL POR TRATAMIENTO EN CORTES DE CAVIDAD CIRCULAR.

Control químico de malezas herbáceas de hoja ancha.

Las malezas herbáceas de hoja ancha son plantas indeseables no arbustivas que incluyen especies anuales, bianuales y perennes. Generalmente son controladas por aplicaciones de herbicidas hormonales, picloram, dicamba o mezclas de estos productos. La susceptibilidad de algunas de ellas a varios herbicidas aparecen en la Tabla 5.

TABLA 3. NOMBRE COMUN Y NOMBRE COMERCIAL DE LOS HERBICIDAS COMUNMENTE EMPLEADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANCHA.

| NOMBRE COMUN                  | ALGUNOS NOMBRES COMERCIALES   |
|-------------------------------|---|
| 2,4,-D amina                  | Fórmula 40, A-nikilamina, Ceretox amina 4, Ceretox amina-6, DMA-4, DMA-6, Herbicida 200, kilex 7, Stantox-64.       |
| 2,4-D ester                   | Anilil-4, Ceretox ester, Ceretox fuerte, 2,4-D ester, Esteron-44, Esteron-47, Hedotal ester, Herbicida-100, Kilex-2 |
| 2,4,5-T ester                 | Decamina 4-T, 2,4,5-T ester. Esteron T-344, Fedearroz-500, Kilex-3, Stantox T-45, Tormona T-344.                    |
| 2,-4-D ester + 2,4,5,-T ester | Hierbatox 2-2, Esteron 50-50, Esteron Matabrozas. Hierbatox 2-1, Esteron 50-25.                                     |
| 2,4,5-TP                      | Silvex, Kuron.  |
| picloram                      | Tordon 22 k   |
| 2,4-DB                        | Butyrac 118   |
| picloram + 2,4-D amina        | Tordon 101  |
| picloram + 2,4,5-T ester      | Tordon-155  |
| dicamba + 2,4-D amina         | Banvel-D  |
| paraquat                      | Gramoxone   |
| glifosato                     | Round up.   |

De (Morales, et al, 1974)

TABLA 4. SUSCEPTIBILIDAD DE LAS PRINCIPALES MALEZAS ARBUSTIVAS A VARIOS HERBICIDAS HORMONALES (de Morales, et al 1973)

MALEZAS

| Herbicida                      | Concetración<br>% Producto<br>Comercial | <u>Achyranthes indica</u> | <u>Althernanthera spp.</u> | <u>Beuhinia spp.</u> | <u>Cassia fora</u> | <u>Chomelia spinosa</u> | <u>Cordia colococea</u> | <u>Vernonia patens</u> | <u>Hallothropium spp.</u> | <u>Iussiaea spp.</u> | <u>Lantana spp.</u> | <u>Mascagnia concinna</u> | <u>Mimosa pigra</u> | <u>Mimosa pudica</u> | <u>Phithecolobium spp.</u> | <u>Randia aculeata</u> | <u>Scheelea spp.</u> | <u>Sida spp.</u> | <u>Solanum spp.</u> | <u>Stachytarpheta</u> |
|--------------------------------|---|---------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| 2,4-D amina<br>(480 g/l)       | 1.0                                     | R                         | S                          | R                    | S                  | R                       | R                       | S                      | S                         | S                    | S                   | R                         | R                   | R                    | R                          | R                      | R                    | R                | M                   | M                     |
| 2,4-D amina<br>(480 g/l)       | 2.0                                     | R                         | S                          | E                    | S                  | R                       | R                       | M                      | S                         | S                    | S                   | R                         | R                   | R                    | R                          | R                      | M                    | R                | S                   | M                     |
| 2,4-D ester<br>(480 g/l)       | 1.0                                     | R                         | S                          | R                    | S                  | R                       | R                       | S                      | S                         | S                    | S                   | R                         | M                   | M                    | R                          | R                      | M                    | R                | S                   | S                     |
| 2,4-D ester<br>(480 g/l)       | 2.0                                     | R                         | S                          | R                    | S                  | R                       | M                       | M                      | S                         | S                    | M                   | R                         | M                   | M                    | M                          | R                      | M                    | R                | S                   | S                     |
| 2,4,5-T ester<br>(400 g/l)     | 1.0                                     | M                         | S                          | M                    | S                  | R                       | M                       | S                      | S                         | S                    | S                   | M                         | M                   | M                    | M                          | R                      | M                    | M                | S                   | S                     |
| 2,4,5-T ester<br>(400 g/l)     | 2.0                                     | M                         | S                          | M                    | S                  | R                       | M                       | M                      | S                         | S                    | S                   | M                         | S                   | S                    | M                          | R                      | M                    | M                | S                   | S                     |
| 2,4-D+2,4,5-T<br>(240+240 g/l) | 1.0                                     | M                         | S                          | M                    | S                  | M                       | M                       | S                      | S                         | S                    | S                   | M                         | S                   | S                    | M                          | M                      | M                    | M                | S                   | S                     |
| 2,4-D+2,4,5-T<br>(240+240 g/l) | 2.0                                     | M                         | S                          | M                    | S                  | M                       | M                       | M                      | S                         | S                    | S                   | M                         | S                   | S                    | M                          | M                      | M                    | M                | S                   | S                     |

TABLA 4. (Continuación)

| Herbicida                                 | Concetración<br>%Producto<br>Comercial | <u>Achyranthes indica</u> | <u>Althernanthera spp</u> | <u>Bauhinia spp.</u> | <u>Cassia fora</u> | <u>Chomelia spinosa</u> | <u>Cordia colocoea</u> | <u>Vernonia patens</u> | <u>Haliotroopium spp.</u> | <u>Iussiaea spp.</u> | <u>Lantana spp.</u> | <u>Mascagnia concinna</u> | <u>Mimosa pigra</u> | <u>Mimosa pudica</u> | <u>Phithecolobium spp.</u> | <u>Randia aculeata</u> | <u>Scheelea spp.</u> | <u>Sida spp.</u> | <u>Solanum spp.</u> | <u>Stachytarpheta</u> |
|---|--|---------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| Pieloram + 2,4,-D<br>amina (64 + 240 g/l) | 0.5                                    | S                         | S                         | S                    | S                  | S                       | S                      | S                      | S                         | S                    | S                   | M                         | S                   | S                    | S                          | M                      | M                    | M                | S                   | S                     |
| Pieloram + 2,4-D<br>amina (64 + 240 g/l)  | 1.0                                    | S                         | S                         | S                    | S                  | S                       | S                      | S                      | S                         | S                    | S                   | M                         | S                   | S                    | S                          | M                      | S                    | S                | S                   | S                     |
| Pieloram + 2,4-D<br>amina (64 + 240 g/l)  | 2.0                                    | S                         | S                         | S                    | S                  | S                       | S                      | M                      | S                         | S                    | S                   | M                         | S                   | S                    | S                          | M                      | S                    | S                | S                   | S                     |
| Dicamba + 2,4-D<br>amina (88 + 352 g/l)   | 1.0                                    | M                         | S                         | M                    | S                  | M                       | M                      | S                      | S                         | S                    | S                   | R                         | M                   | M                    | R                          | M                      | M                    | S                | S                   | S                     |

R = Resistente.

M = Medianamente resistente a la recuperación

S = Susceptible.

Estas maleza requieren varias aplicaciones para controlarlas.

TABLA 5. SUSCEPTIBILIDAD DE MALEZAS HERBACEAS A VARIOS HERBICIDAS (De Morales et al 1973)

MALEZAS

| HERBICIDA                             | Dosis %<br>de Producto<br>Comercial | <u>Amaranthus spp</u><br>* | <u>Bidens spp*</u> | <u>Blechnum spp*</u> | <u>Canna edulis</u> | <u>Cucumis spp.</u> | <u>Heliconia spp.</u> | <u>Malachra alceifolia</u> | <u>Momordica charantia</u> | <u>Paulinis macrophilla</u> | <u>Sarcostema glaucum</u> | <u>Thalia geniculata</u> | <u>Rumex crispus</u> | <u>Rumex acetosela</u> | <u>Matricaria spp.*</u> | <u>Eupatierium spp. *</u> |
|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 2,4-Damina (480 g/l)                  | 1.0                                 | S                          | S                  | S                    | M                   | S                   | M                     | M                          | S                          | R                           | S                         | S                        | M                    | M                      | S                       | S                         |
| 2,4-Damina (480 g/l)                  | 2.0                                 | S                          | S                  | S                    | M                   | S                   | M                     | M                          | S                          | ?                           | S                         | S                        | M                    | M                      | S                       | M                         |
| 2,4-D ester (480 g/l)                 | 1.0                                 | S                          | S                  | S                    | M                   | S                   | S                     | M                          | S                          | R                           | S                         | S                        | M                    | M                      | S                       | S                         |
| 2,4-D ester (480 g/l)                 | 2.0                                 | S                          | S                  | S                    | M                   | S                   | S                     | S                          | S                          | M                           | S                         | S                        | M                    | M                      | S                       | M                         |
| 2,4,5-T ester (400 g/l)               | 1.0                                 | S                          | S                  | S                    | M                   | S                   | S                     | M                          | S                          | M                           | S                         | S                        | M                    | M                      | S                       | S                         |
| 2,4,5-T ester (400 g/l)               | 2.0                                 | S                          | S                  | S                    | M                   | S                   | S                     | S                          | S                          | M                           | S                         | S                        | M                    | M                      | S                       | M                         |
| 2,4-D+2,4,5-T ester (240 + 240 g/l)   | 1.0                                 | S                          | S                  | S                    | M                   | S                   | M                     | S                          | S                          | M                           | S                         | S                        | M                    | M                      | S                       | S                         |
| Pieloram + 2,4-D amina (64 + 240 g/l) | 0.5                                 | S                          | S                  | S                    | M                   | S                   | M                     | S                          | S                          | S                           | S                         | S                        | S                    | S                      | S                       | S                         |
| Pieloran + 2,4-Damina (64 + 240 g/l). | 1.0                                 | S                          | S                  | S                    | R                   | S                   | M                     | S                          | S                          | S                           | S                         | S                        | S                    | S                      | S                       | S                         |
| Pieloran + 2,4-Damina (64 + 240 g/l). | 2.0                                 | S                          | S                  | S                    | R                   | S                   | M                     | S                          | S                          | S                           | S                         | S                        | S                    | S                      | S                       | M                         |

TABLA 5 (Continuación)

| HERBICIDAS                      | Dosis %<br>de Producto<br>Comercial | <u>Amaranthus* spp.</u> | <u>Bidens spp*</u> | <u>Blechnum spp*</u> | <u>Canna edulis</u> | <u>Cucumis spp.</u> | <u>Heliconia spp.</u> | <u>Malachra alceifolia</u> | <u>Mormordica charantia</u> | <u>Paullinis macrophylla</u> | <u>Sarcostema glaucum</u> | <u>Thalia geniculata</u> | <u>Rumex crispus</u> | <u>Rumex acetosela</u> | <u>Matricaria spp.*</u> | <u>Eupaterium spp.*</u> |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Dicamba + 2,4-D<br>88 + 352 g/l | 1.0                                 | S                       | S                  | S                    | M                   | S                   | M                     | M                          | S                           | R                            | S                         | S                        | S                    | S                      | S                       | S                       |
| Paraquat 120 g/l                | 0.5 - 1.0                           | S                       | S                  | S                    | R                   | S                   | R                     | R                          | S                           | R                            | S                         | S                        | R                    | R                      | S                       | R                       |
| Glyfosato 480 g/l               | 1.0                                 | S                       | S                  | S                    | -                   | -                   | -                     | -                          | -                           | -                            | -                         | -                        | S                    | S                      | -                       | -                       |

S = Susceptible.

R = Resistente

M = Medianamente resistente

\* Malezas que son susceptibles a concentraciones del 0.5 por ciento

- No se tienen datos

Concentración calculada en la base a un volumen de agua de 300 l/Ha.

## Control químico de malezas de hoja angosta en potreros.

En los potreros, las malezas de hoja angosta desplazan con mucha facilidad a los pastos benéficos, debido a su alta capacidad competitiva y su resistencia a condiciones adversas. Esto se debe a que malezas de hoja angosta no sólo tienen más fáciles sistemas de propagación, sino que presentan características semejantes a las de las plantas cultivadas, siendo difícil por lo tanto desarrollar compuestos químicos para combatir las sin hacer daño al pasto.

Los nombres de los herbicidas más empleados y que sirven para controlar las malezas de hoja angosta aparecen en la Tabla 6 y las malezas más comunes y su susceptibilidad a los anteriores herbicidas se muestran en la Tabla 7.

TABLA 6. NOMBRE COMUN, CONCENTRACION Y NOMBRE COMERCIAL DE LOS HERBICIDAS COMUNMENTE EMPLEADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANGOSTA EN POTREROS (De Morales et al, 1973).

| Nombre Común       | Concentración | Nombre comercial. |
|--------------------|---------------|-------------------|
| dalapon            | 85 %          | Dowpon, Basfapon  |
| TCA                | 95%           | Nata              |
| MSMA + surfactante | 480 g/l       | Ansar 529         |
| DSMA               | 81 %          | Ansar 8,100       |
| diuron             | 80 %          | Karmex            |
| amitrol            | 240 g/l       | Weedazol          |
| paraquat           | 240 g/l       | Gramoxone         |
| glifosato          | 480 g/l       | Round-up          |

TABLA 7. SUSCEPTIBILIDAD DE ALGUNAS MALEZAS DE HOJA ANGOSTA A HERBICIDAS.

| HERBICIDA  | Dosis<br>Producto<br>Comercial por<br>Hectárea | <u>Andropogon<br/>bicornis</u> | <u>Cenchrus<br/>spp.</u> | <u>Cyperus<br/>rotundus</u> | <u>Cyperus</u> | <u>Dichromena<br/>ciliata</u> | <u>Homolepsia<br/>aturensis</u> | <u>Imperata<br/>contracta</u> | <u>Paspalum<br/>conjugatum</u> | <u>Paspalum<br/>fasciculatum</u> | <u>Paspalum<br/>paniculatum</u> | <u>Paspalum<br/>virgatum</u> | <u>Scleria<br/>sp.</u> |
|------------|--|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------|
| dalapon    | 10 kg  | S                              | S                        | M                           | -              | -                             | S                               | S                             | M                              | S                                | S                               | S                            | S                      |
| MSMA       | 12 L.  | M                              | M                        | R                           | S              | S                             | M                               | S                             | S                              | M                                | S                               | S                            | M                      |
| DSMA       | 6 kg.  | M                              | R                        | R                           | S              | S                             | M                               | -                             | M                              | M                                | M                               | M                            | M                      |
| TCA        | 40 kg.   | S                              | M                        | M                           | S              | -                             | M                               | S                             | S                              | M                                | S                               | M                            | R                      |
| amitrol-T  | 8 L  | R                              | -                        | M                           | S              | S                             | M                               | M                             | S                              | R                                | M                               | M                            | R                      |
| paraquat   | 2 L  | M                              | M                        | M                           | M              | S                             | S                               | M                             | M                              | R                                | M                               | M                            | R                      |
| diuron*    | 3 %  | M                              | R                        | R                           | S              | S                             | S                               | S                             | S                              | M                                | -                               | S                            | S                      |
| glyphosato | 2 L.   | S                              | S                        | S                           | S              | S                             | S                               | S                             | S                              | S                                | S                               | S                            | S                      |

S = Susceptible

R = Resistente

M = Medianamente resistente

\* Aplicación dirigida a la base de la planta. Dosis expresada en porcentaje del volumen de aplicación. Volumen de aplicación: 300 litros agua/Ha.

Control químico de malezas para el establecimiento de pastos.

En el establecimiento de praderas con nuevas gramíneas, leguminosas o mezclas de los dos se presentan muchas veces problemas, cuando el área está fuertemente infestada con semillas de malezas. Las nuevas plantas en la mayoría de los casos no pueden competir muy favorablemente con las malezas.

a. Control químico de malezas para el establecimiento de gramíneas.

Los pastos pertenecientes a la familia de las gramíneas pueden ser tratados ventajosamente con 2,4-D, 2,4,5-T, picloram, dicamba, mezclas de algunos de estos herbicidas, si el problema existente es debido a malezas de hoja ancha concentración de 1 por ciento de 2,4-D, 2,4,5-T dicamba + 2,4-D, 2,4-D + 2,4,5-T o 0.5. por ciento de picloran + 2,4-D, pueden ser usadas después de que las plántulas hayan alcanzado el estado de macollamiento. (Las concentraciones son calculadas en base a un volumen de agua de 300 l/Ha). En algunos casos se requiere repetir las aplicaciones después de 20 a 30 días (Ramos, 1975).

b. Control químico de malezas para el establecimiento de leguminosas.

Los herbicidas que se usan para controlar malezas en gramíneas difieren considerablemente de aquéllas utilizadas en campos sembrados con leguminosas. Se sugiere el uso de EPTC en presiembra incorporado para el control de gramíneas y algunas malezas anuales, o dalapon en

postemergencia que controla principalmente gramíneas y 2,4-D en post-emergencia que controla malezas anuales de hoja ancha.

Susceptibilidad de algunos pastos a los herbicidas recomendados para el control de malezas en potreros.

Con el fin de ayudar al ganadero y al técnico a hacer una correcta ~~esce~~ elección del herbicida apropiado, se presenta en la Tabla 8 la respuesta a varias gramíneas y leguminosas benéficas, a aplicaciones postemergentes de algunos productos utilizados para el control de malezas en potreros.

Efecto de los herbicidas sobre el ambiente.

El efecto de un herbicida sobre el ambiente es una función tanto de la dosis como del porcentaje de área tratada. También es de gran importancia la localización del compuesto, ya sea sobre o dentro de la planta o el suelo. Por ejemplo, si un herbicida sistémico es aplicado foliarmente y a las pocas horas cae un fuerte aguacero, mucha parte del químico será lavado y probablemente lixiviado. En el suelo el producto puede ser atacado por los organismos y se descompondrá en algunas semanas, cuando la humedad y temperatura son favorables. Los que no son atacados por los microorganismos pueden permanecer en el suelo durante varios meses o más tiempo donde son adsorbidos por las partículas coloidales o foto-descompuestos por los rayos ultravioleta, o permanecen intactos sobre la superficie de la hoja o el suelo.

a. Degradación de los herbicidas en el suelo y las plantas.

Los herbicidas son degradados en el suelo dependiendo de las características y condiciones del mismo y la naturaleza del compuesto. La velocidad de descomposición, por su parte, tiene una relación directa sobre la cantidad de herbicidas translocado y absorbido por las plantas. Kaufmann (1964) halló que el dalapon se degrada rápidamente (en cuatro semanas) en suelos con alta temperatura y húmedos. MacRea y Alexander (1965) mostraron que el 2,4-D se descomponía en corto tiempo y que su degradación era más rápida que la del 2,4,5-T. Upchurch (1966) indicó que las úreas (diuron) son susceptibles a descomposición por los microorganismos del suelo y que dicho ataque era lento.

Por otra parte, la degradación de algunos herbicidas por las plantas es mucho más lenta que en el suelo bajo condiciones favorables. Así, el dalapon persiste por dos años en semillas de algodón y trigo (Fay y Miller, 1963). Un resumen de la descomposición de ciertos herbicidas en el ambiente aparece en la Tabla 9.

b. Residuos en el Forraje.

Pocos estudios han sido realizados sobre residuos de herbicidas en forraje. La mayoría de ellos han sido hechos con productos hormonales, dalapon, triazinas y úrea sustituidas. En la Tabla 10 aparecen los residuos encontrados en forraje 12 horas después de la aplicación de algunos de los herbicidas utilizados para controlar malezas en potreros (Grigsby y Farwell, 1950).

TABLA 8. RESPUESTA DE ALGUNAS LEGUMINOSAS Y GRAMINEAS BENEFICAS A VARIOS HERBICIDAS UTILIZADOS PARA CONTROLAR MALEZAS EN POTREROS (Nicholls et al, 1973, Donado, 1973 y R de la Cruz, 1970).

| HERBICIDA        | Dosis Kgria/Ha. | <u>Stylosanthes guyanensis</u> | <u>Desmodium intortum</u> | <u>Phaseolus atropurpureos</u> | <u>Glycine wightii</u> | <u>Calopogonium mucunoides</u> | <u>Pueraria phaseoloides</u> | <u>Lotonomis bainessi</u> | <u>Centrosema pubescens</u> | <u>Desmodium spp.</u> | <u>Leucaena leucocephala</u> | <u>Medicago sativa</u> | <u>Trifolium repens</u> | <u>Trifolium pretense</u> | <u>Panicum maximum</u> | <u>Digitaria decumbens</u> | <u>Penisetum clandestinum</u> | <u>Andropogon nodosus</u> | <u>Cenchrus brownii</u> | <u>Cenchrus ciliaris</u> | <u>Cynodon dactylon</u> | <u>Brachiaria mutica</u> | <u>Brachiaria decumbens</u> | <u>Pennisetum purpureum</u> | <u>Hypparrhenia rufa.</u> | <u>Pennisetum ciliare</u> | <u>Ixophorus unisetus</u> | <u>paspalum notatum</u> | <u>Panicum purpurascens</u> |   |
|------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| 2,4-D            | 0,5             | R                              | R                         | R                              | M                      | R                              | R                            | R                         | R                           | R                     | R                            | S                      | R                       | R                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | R                         | R                         | R                         | R                       | R                           |   |
| 2,4-D            | 1,0             | R                              | R                         | R                              | S                      | R                              | R                            | R                         | R                           | R                     | R                            | S                      | M                       | M                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | R                         | R                         | R                         | M                       | R                           | R |
| 2,4-DB           | 1,0             | R                              | R                         | R                              | M                      | R                              | R                            | R                         | R                           | R                     | R                            | M                      | R                       | R                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | -                        | -                           | -                           | -                         | -                         | -                         | -                       | -                           | - |
| 2,4-DB           | 8,0             | R                              | R                         | R                              | M                      | R                              | M                            | R                         | R                           | R                     | R                            | M                      | R                       | R                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | -                        | -                           | -                           | -                         | -                         | -                         | -                       | -                           | - |
| 2,4,5-T          | 1,0             | -                              | S                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | S                     | -                            | S                      | S                       | S                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | R                         | R                         | R                         | M                       | R                           | R |
| 2,4-D+2,4,5-T    | 1,0             | -                              | S                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | S                     | -                            | S                      | S                       | S                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | R                         | R                         | R                         | M                       | R                           | R |
| Dicamba          | 0,5             | M                              | R                         | M                              | S                      | S                              | S                            | R                         | M                           | R                     | M                            | S                      | S                       | S                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | R                         | R                         | R                         | R                       | R                           | R |
| Dicamba          | 1,0             | S                              | S                         | S                              | S                      | S                              | S                            | R                         | S                           | S                     | S                            | S                      | S                       | S                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | R                         | R                         | R                         | M                       | R                           | R |
| Piclorum (G)     | 1,0             | M                              | M                         | M                              | S                      | R                              | R                            | S                         | M                           | M                     | S                            | S                      | S                       | S                         | M                      | M                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | -                         | R                         | R                         | M                       | R                           | R |
| Picloram (G)     | 3,0             | S                              | S                         | S                              | S                      | S                              | M                            | S                         | M                           | S                     | S                            | S                      | S                       | S                         | S                      | M                          | R                             | M                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | -                         | R                         | R                         | S                       | M                           | R |
| picloram + 2,4-D | 1,0             | -                              | S                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | S                     | -                            | S                      | S                       | S                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | R                         | R                         | R                         | M                       | R                           | R |
| diuron           | 1,0             | S                              | S                         | S                              | S                      | S                              | S                            | R                         | S                           | S                     | S                            | M                      | S                       | S                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | R                         | R                         | R                         | R                       | R                           | R |
| diuron           | 2,0             | S                              | S                         | S                              | S                      | S                              | S                            | S                         | S                           | S                     | S                            | S                      | S                       | S                         | R                      | R                          | R                             | R                         | R                       | R                        | R                       | R                        | R                           | R                           | R                         | R                         | M                         | R                       | M                           | R |
| MSMA             | 2,0             | -                              | S                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | S                     | -                            | -                      | -                       | -                         | M                      | M                          | -                             | S                         | R                       | R                        | S                       | S                        | S                           | M                           | S                         | R                         | M                         | M                       | R                           |   |
| MSMA             | 4,0             | -                              | S                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | S                     | -                            | -                      | -                       | -                         | M                      | S                          | -                             | S                         | R                       | R                        | S                       | S                        | S                           | M                           | S                         | M                         | M                         | S                       | M                           |   |
| MSMA             | 6,0             | -                              | S                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | S                     | -                            | -                      | -                       | -                         | S                      | S                          | -                             | S                         | R                       | R                        | S                       | S                        | S                           | S                           | S                         | M                         | S                         | S                       | S                           |   |
| dalapon          | 5,5             | R                              | S                         | M                              | M                      | M                              | M                            | M                         | S                           | S                     | R                            | R                      | R                       | R                         | M                      | M                          | M                             | M                         | R                       | R                        | M                       | R                        | R                           | M                           | R                         | S                         | M                         | R                       | S                           |   |
| dalapon          | 11,0            | M                              | S                         | S                              | S                      | M                              | M                            | M                         | S                           | S                     | R                            | M                      | M                       | M                         | M                      | S                          | S                             | S                         | R                       | R                        | S                       | M                        | M                           | S                           | S                         | S                         | S                         | M                       | S                           |   |
| paraquat*        | 0,5             | -                              | S                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | S                     | -                            | S                      | S                       | S                         | S                      | S                          | S                             | M                         | R                       | R                        | M                       | M                        | M                           | M                           | M                         | R                         | S                         | M                       | M                           | - |
| DSMA             | 4,0             | -                              | S                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | S                     | -                            | -                      | -                       | -                         | M                      | S                          | -                             | S                         | R                       | R                        | R                       | M                        | M                           | S                           | M                         | R                         | M                         | M                       | M                           | M |
| DSMA             | 6,0             | -                              | S                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | S                     | -                            | -                      | -                       | -                         | S                      | S                          | -                             | S                         | R                       | R                        | R                       | M                        | M                           | S                           | M                         | R                         | M                         | M                       | M                           | M |
| ghyfosato        | 0,8             | -                              | -                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | -                     | -                            | -                      | R                       | S                         | S                      | M                          | S                             | -                         | -                       | -                        | S                       | S                        | S                           | S                           | -                         | -                         | -                         | -                       | -                           |   |
| glyphosato       | 1,6             | -                              | -                         | -                              | -                      | -                              | -                            | -                         | -                           | -                     | -                            | -                      | M                       | M                         | S                      | S                          | S                             | -                         | -                       | -                        | S                       | S                        | S                           | S                           | -                         | S                         | -                         | -                       | -                           |   |

\* Daño inicial pero posteriormente la planta se recupera  
 G =Significa granular del 10 por ciento  
 S =Significa susceptible

M = Significa medianamente susceptible  
 R = Significa resistente  
 - = No existen datos

TABLA 9. DESCOMPOSICION DE ALGUNOS HERBICIDAS USADOS EN POTREROS EN DIFERENTES AMBIENTES.  
(De Warren, 1970).

| Herbicida | Microbiológica         | en luz del sol | en plantas |
|-----------|------------------------|----------------|------------|
| 2,4 - D   | Rápida                 | Lenta          | Lenta      |
| 2,4,5 - T | Media                  | Lenta          | Lenta      |
| dicamba   | Lenta                  | Media          | Lenta      |
| picloram  | Muy lenta              | --             | Muy lenta  |
| diuron    | Lenta                  | Media          | Lenta      |
| paraquat  | deactivado en el suelo | Rápida         | --         |
| dalapon   | Rápida                 | Muy lenta      | Lenta      |

c. Toxicidad de los herbicidas a los animales.

Usualmente, la toxicidad de un compuesto es expresado en términos de una sola dosis que podría matar la mitad de un cierto grupo de animales. Este valor es llamado el LD 50 y es expresado en mgr del producto por kilogramo de peso del cuerpo. Esta información ha sido obtenida, para la mayoría de los herbicidas utilizados sobre ratas blancas y otros tipos de animales. Otros datos sobre efectos crónicos, tanto directos como indirectos tales como estudios de reproducción son más difíciles de derivar. La Tabla 11 muestra el LD 50 y la toxicidad crónica de varios herbicidas empleados para controlar malezas en potreros. Así, como también el número mínimo de dosis diaria que causa pérdida de peso o síntomas de envenenamiento en vacas, ovejas y pollos.

TABLA 10. CANTIDAD DE HERBICIDA COLECTADO EN DOS MUESTRAS DE FORRAJE  
12 HORAS DESPUES DE LA APLICACION

| Herbicida               | Muestra | Peso fresco<br>mgr | Herbicida<br>mg/muestra | Herbicida en<br>mg/100 gr de<br>peso fresco<br>forraje |
|-------------------------|---------|--------------------|-------------------------|--|
| 2,4-D sal sódica        | 1*      | 875                | 670                     | 76.5   |
| 2,4-D sal sódica        | 2**     | 1250               | 573                     | 39.8   |
| 2,4-D sal alcalonamina  | 1       | 950                | 179                     | 18.8   |
| 2,4-D sal alcalonamina  | 2       | 1450               | 239                     | 16.5   |
| 2,4-D isopropil ester   | 1       | 775                | 565                     | 73.0   |
| 2,4-D isopropil ester   | 2       | 1500               | 2190                    | 146.0  |
| 2,4,5-T isopropil ester | 1       | 60                 | 244                     | 40.7   |
| 2,4,5-T isopropil ester | 2       | 1300               | 560                     | 43.1   |

1\* = Aplicado en Julio 16 de 1950.

2\*\*= Aplicado en Julio 21 de 1950.

TABLA 11. TOXICIDAD DE ALGUNOS HERBICIDAS A ANIMALES Y EL MISMO NUMERO DE DOSIS DIARIAS PARA CAUSAR PERDIDAS DE PESO O SIGNOS DE ENVENENAMIENTO (De Radeleff, 1970).

| Herbicida                                    | LD 50 l<br>oral<br>mg/kg | Dosis<br>mg/kg | Mínimo número de dosis diaria para causar pérdidas de peso<br>o signos de envenenamiento. |        |        |
|--|--------------------------|----------------|---|--------|--------|
|  |                          |                | Vacas   | Ovejas | Pollos |
| 2,4-D sal alquilamonamina                    | 375 - 560                | 500            | -   | 7      | 10     |
|  |                          | 250            | 1   | 70     | 10     |
|  |                          | 100            | 86  | 8      | -      |
| 2,4-D propilenglicol butil<br>eter-ester     | 400 - 500                | 250            | 3   | 2      | 4      |
|  |                          | 100            | -   | -      | 10     |
| 2,4,5-T propilene glicol<br>butil eter-ester | 300 - 550                | 500            | -   | -      | -      |
|  |                          | 250            | 4   | 4      | 10     |
|  |                          | 100            | -   | 4      | -      |
| picloram                                     | 2.000-8.200              | 500            | 9   | 2      | 10     |
|  |                          | 250            | -   | 9      | -      |
| dalapon                                      | 2.000-9.000              | 500            | -   | 7      | -      |
|  |                          | 100            | -   | -      | -      |
| diuron                                       | 3.400                    | 250            | -   | 1      | 8      |
|  |                          | 100            | 10  | 2      | 10     |
|  |                          | 10             | -   | -      | 10     |

## RESUMEN

La gran cantidad de malezas que actualmente se encuentran diseminadas en todas las áreas dedicadas a la ganadería hacen que la capacidad de carga de los potreros se reduzca considerablemente.

Además, la clase y cantidad de principios tóxicos contenidos en ellas incrementan las pérdidas que se producen anualmente en la ganadería nacional. Por estas razones, se necesita un medio efectivo de controlarlas, ya sea por medios químicos, culturales y mecánicos o a través de un programa efectivo de prevención.

La base para cualquier programa de control de malezas en potreros depende del adecuado uso de los métodos de control y la de la enseñanza de los mismos a los ganaderos. Entre ellos, el método químico es el más ampliamente utilizado en potreros en combinación con los métodos culturales y mecánicos. En esta forma, se obtiene una efectiva y eficiente eliminación de las malezas.

## BIBLIOGRAFIA.

1. DE LA CRUZ, R. 1970. Susceptibilidad de gramíneas forrajeras a herbicidas. Programa Nacional de Fisiología Vegetal. Informa Anual de Progreso: 194 - 198.
2. DONADO, W.J. 1973. Respuesta relativa de ocho gramíneas tropicales a dosis subletales de cinco herbicidas. Programa Graduados ICA - UN. 6 pp. (Tesis sin publicar).
3. FOY, C.L. and J.H. MILLER. 1963. Influence of dalapon on maturity, yield and seed fiber properties of cotton. Weeds 11: 31 - 36.
4. GRIGSBY, B.H. and E.D. FARWELL. 1950. Some effects of herbicides on pastures and on grazing livestock. Michigan State Agr. Exp. Sta. Quarterly Bulletin. 22 pp.
5. KLINGMAN, G.C. 1970. Industry contribution and responsibilities in weed control. First FAO International Conference on Weed Control: 1 - 17.
6. LYNCH, P.B. 1973. Pasture management factors affecting weed control in grazed pastures in New Zealand. Procc. 4<sup>th</sup> Asian-Pacific. Weed Sci. Soc. Conf. 1: 24 - 31'

7. MAC RAE, J.C. and M. ALEXANDER. 1965. Microbial degradation of selected herbicides in soil Jour. Agr. and Food Chem. 13: 72 - 76.
8. MORALES, L. 1975. Malezas tóxicas y sus principios tóxicos. Revista Comalfi. 2(2): 52 - 75.
9. MORALES, L.D. VARGAS Y C. ROMETO. 1973.a. Control de Malezas de hoja angosta en potreros de clima cálido. Hoja divulgativa. ICA INFORMA. 4 pp.
10. \_\_\_\_\_, N. RAMOS., T. FULLERTON y C. CARMONA. 1973. Control de Malezas en potreros. Temas de Orientación Agropecuaria. No. 84 - 85: 182 - 201.
11. NICHLLS, D.F., D.L. PLUCKNETT, AND L.C. BURRILL. 1973. Effect of herbicides on improbed tropical pasture legumens and grasses. Procc. 4<sup>th</sup> Asian-Pacific. Weed Sic. Soc. Conf. 1: 55 - 65.
12. PAEZ, J.A. 1973. Métodos de aplicación de herbicidas en potreros. Temas de Orientación Agropecuaria No. 84 - 85: 202 - 204.
13. RAMOS A. 1975. Comunicación personal.

14. RADELEFF, R.D. 1970. Veterinary toxicology. Second Edition. Ed. Zea. Febiter, Philadelphia. 352 pp.
15. UPCHURCH. R.P. 1966. Behavior of herbicides in the soil. Pesticide Review. 16: 46 - 85.
16. WARREN, L.G. 1967. Residues of herbicides and impact on uses by livestock. Symposium Proceedings. Herbicide Vegetation Management, in Forest, Ranges and non-crop lands. Oregon State University. 227 - 242.

**BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA**

## SISTEMAS DE UTILIZACION DE PASTOS

Fernando Vélez \*

## 1. INTRODUCCION.

En Colombia la mayor parte de la alimentación animal se basa en el uso de los pastos y forrajes lo cual impone el conocimiento de los diferentes sistemas de manejo y utilización de éstos si se quiere alcanzar la mayor producción animal por unidad de área.

La utilización y manejo de las praderas de acuerdo con las necesidades del suelo y de las plantas debe ser parte de un esfuerzo conjunto de los técnicos y ganaderos que trabajan en este campo de la producción animal.

Los distintos tipos de explotación ganadera hacen que las técnicas para su manejo sean igualmente diversas. Sin embargo, los principios fundamentales para estimular el crecimiento de las plantas forrajeras utilizables, la conservación del suelo y la humedad son aplicables en todos los casos. La palatabilidad o gustosidad, la composición química y la digestibilidad contribuyente en un 70 a 90 por ciento a determinar la calidad forrajera de una especie.

---

\* I.A. Secretaría de Desarrollo de Caldas, Manizales

De modo que, no solo es importante producir más forraje, sino que debe mejorarse la calidad de éstos para obtener el máximo grado de consumo y una eficiente conversión por el animal.

No siempre los mismos alimentos son igualmente aceptados por los distintos tipos de una especie animal, ello dependerá del sexo, edad, sanidad, etc.

El grado de aceptación de un pasto por parte del animal dependerá en parte de la gustosidad de este y del tipo de alimentación que recibió anteriormente.

La gustosidad es un aspecto complejo y está influenciado por factores tales como: estado vegetativo, manejo, condiciones climáticas y condiciones del suelo.

El valor nutritivo de los pastos para los rumiantes depende principalmente de su composición química y su digestibilidad. La digestibilidad representa el porcentaje de alimento consumido que es realmente aprovechado por el animal a través de los procesos de la digestión.

Para planear bien un programa de establecimiento y utilización de pastos, el ganadero primero deberá entender y conocer bien las diversas clases de suelos que posee y la capacidad de cada una de ellos para producir forrajes. El conocimiento de la topografía, la ecología de la zona y sus efectos en la producción de forraje es también importante.

La primera decisión que el ganadero debe tomar es acerca de la especie de pasto que quiere establecer y manejar. Esta decisión debe basarse en la clase de pasto que ahora crece, comparada con el que podría establecer, con las necesidades alimenticias de los animales y los costos de las prácticas que puedan necesitarse en relación con lo que con ellas pueda lograrse.

Cuando el ganadero haya decidido cuáles pastos ha de manejar, deberá escoger el o los sistemas de pastoreo y prácticas de manejo que aumenten la producción de éstos.

## 2. PRINCIPIOS DE APROVECHAMIENTO DE LOS PASTOS.

Existen dos principios fundamentales en el manejo y utilización de las praderas que determinan la productividad y el largo de vida productiva de éstas y son: El índice de área foliar (AF) y los nutrientes de reserva (carbohidratos).

### 2.1. INDICE DE AREA FOLIAR.

Es la superficie de hojas en metros cuadrados, por metro cuadrado de suelo. La velocidad de rebrote de una planta después de la defoliación está muy relacionada con la tasa de fotosíntesis la cual depende del grado de intercepción de luz por las hojas. Estas son los órganos de los cuales se elaboran casi todas las substancias que la planta necesita para sus procesos vitales. El pastoreo controlado facilita el mantener un adecuado AF.

## 2.2. NUTRIENTES DE RESERVA.

Se sabe que parte de las sustancias elaboradas en las hojas se depositan en la raíz y en las partes bajas de los tallos y constituyen reservas alimenticias de la planta. El volumen de la raíz depende mucho de la cantidad de reservas y éstas a su vez, dependen del área foliar de la planta.

Cuando mediante pastoreo o corte se eliminan las hojas, las reservas de la raíz se reducen ya que parte de ellas se utilizan para dar origen a los nuevos rebrotes. Si la defoliación es frecuente e intensa, tal como puede ocurrir en el caso de un sobrepastoreo, las reservas pueden agotarse en su totalidad y debido a la ausencia de órganos de síntesis, los rebrotes pierden vigor y la planta puede llegar a desaparecer.

Los nutrientes de reserva de los pastos se encuentran principalmente en forma de carbohidratos. Los pastos de clima cálido almacenan principalmente carbohidratos. Las leguminosas a diferencia de los pastos, acumulan menos carbohidratos y son a su vez más ricas en proteína, calcio y fósforo.

En la producción de los carbohidratos intervienen los factores ambientales, los nutrimentos y el agua.

Para la eficiente utilización de los pastos es necesario conocer su hábito de crecimiento, así por ejemplo: el pasto guinea, el pará, el elefante y otros de crecimiento erecto, dan los mejores

resultados cuando se utilizan para corte o ensilaje y los de crecimiento postrado o rastrero como el kikuyo en los climas fríos y el pangola en los climas medio y cálido dan buenos resultados bajo condiciones de pastoreo moderado y resisten mejor los cortes o pastoreos bajos, que los de crecimiento erecto.

### 2.3. EL PASTOREO SELECTIVO.

Cuando una pradera está formada por varias especies de gramináceas, el animal que pastorea en ella puede seleccionar las especies más palatables lo cual constituye una desventaja en cualquier sistema de pastoreo.

No todas las plantas forrajeras son igualmente apetecidas por el animal, ni todas son igualmente gustosas en la misma fase de crecimiento o de madurez. En este aspecto tiene mucha influencia la fertilidad del suelo.

La oportunidad para un pastoreo selectivo y la cantidad de forraje consumido, tiene a corto plazo mayor influencia en la producción del animal, que sobre el comportamiento de la pradera.

## 3. SISTEMAS DE PASTOREO.

Entre los diferentes sistemas de pastoreo pueden enunciarse: el continuo, alterno, rotacional y en fajas. A continuación se enumeran las ventajas y desventajas de cada uno de éstos.

### 3.1. PASTOREO CONTINUO.

Es el tipo de pastoreo más utilizado en las explotaciones ganaderas y consiste en mantener los animales todo el tiempo en un solo potrero.

Este tipo de pastoreo tiene muchos inconvenientes. Pueden ocurrir varios casos; si se tiene un número elevado de animales en el potrero es decir, el potrero no tiene capacidad suficiente para producir el forraje necesario para los animales, se presentará el caso del "sobrepastoreo". Puede suceder también que el número de animales sea reducido, es decir, va a sobrar pasto y se presenta el fenómeno del "subpastoreo" si hay pastos más gustosos que otros serán mejor utilizados por el ganado y tenderán a desaparecer debido al agotamiento de las reservas y los menos gustosos crecerán más al tener menos competencia.

Tanto el subpastoreo como el sobrepastoreo tienen relación con la disponibilidad de forraje, la posición de los bebederos, saladeros, de la sombra, de las puertas, topografía, dirección de los vientos, presencia de malezas y distintas especies de pastos, fertilidad y humedad del suelo.

En este sistema el animal gasta más energía, debido a que tiene que caminar más en busca de alimento para llenar sus requerimientos y la pradera se degrada debido a la aparición de "calvas", o sea zonas de suelo descubierto.

Bajo este sistema muchas veces se obtiene un mayor aumento diario de peso por animal que bajo otros sistemas de pastoreo; pero no siempre la producción por hectárea va a ser superior, debido al menor número de animales que se puede tener.

### 3.2. PASTOREO ALTERNO.

Consiste en dividir un potrero en dos partes más o menos iguales, en el cual los animales pastorean por un tiempo definido una parte del potrero mientras la otra permanece en descanso. Con este sistema se puede ajustar mejor la carga animal, permite hacer mejor uso de los fertilizantes, mejor control de malezas y un manejo más adecuado de los animales. Requiere por lo general un período de ocupación por potrero más largo que el requerido en el pastoreo rotacional.

### 3.3. PASTOREO EN ROTACION.

Este sistema consiste en dividir toda el área de una pradera en potreros más pequeños y mientras uno esta ocupado los demás permanecen en descanso. Teniendo en cuenta que el objetivo principal de la producción y utilización de los pastos es la producción animal, Voisin (1959) estableció las leyes del pastoreo racional basado en los requerimientos tanto del pasto como del animal. Estas leyes se explicarán tomando como ejemplo algunos pastos tropicales.

## PRIMERA LEY

Antes de que una pradera esté lista para pastorear, es necesario que haya transcurrido un intervalo suficiente entre dos pastoreos consecutivos con el fin de permitirle al pasto:

- a. La acumulación de las reservas necesarias para estimular un crecimiento vigoroso después del corte o pastoreo.
- b. Para la producción de mayor cantidad de forraje por hectárea.

Podría agregarse a esta primera ley que el descanso adecuado del pasto permite no solo mayor producción de forraje por hectárea sino mayor persistencia de las praderas bajo óptimas condiciones de producción. El período de descanso varía según las condiciones climáticas prevalentes en una región.

## SEGUNDA LEY

El período total de ocupación de un potrero debe ser lo suficientemente corto, para que una planta que fue cosechada por el animal el primer día o a principios del período de ocupación, no sea cosechada de nuevo por la mandíbula del animal antes de dejar dicho potrero.

En un sistema de pastoreo continuo el animal tiende a seleccionar su alimentación, consumiendo los rebrotes, hojas y tallos tier-

nos. Si la capacidad de carga del potrero está por debajo del óptimo, una gran proporción del forraje se tornará leñoso y puede llegar un momento en el cual el grado de lignificación del pasto sea tal que el ganado no consuma forraje para su mantenimiento, no importa que se le haya asignado un número de hectáreas superior a la requerida por el animal. Si la capacidad de carga es óptima, un período de ocupación demasiado largo, aumentaría la probabilidad de que el ganado coseche el rebrote de la misma planta varias veces durante el período de ocupación. Esto, claro está, viola la primera ley, puesto que no se permite a la planta acumular las reservas necesarias para el rebrote vigoroso, persistencia y máxima productividad. Al prolongar el período de ocupación se reduce la producción del pasto, lo cual es más drástico, cuando las condiciones de crecimiento son menos favorables, particularmente si la pluviosidad es baja.

Para evitar las cosechas consecutivas de la misma planta en un solo pastoreo, el período de ocupación del potrero no debe exceder cuatro días y el período máximo permitido sería de seis días.

#### TERCERA LEY.

A los animales de requerimientos nutricionales más altos, debe permitírseles cosechar la mayor cantidad de pasto de mejor calidad.

### Corolario I.

Pastos con un promedio de altura entre 15 y 22 cm, permiten al animal cosechar la cantidad máxima de forraje de mejor calidad.

### Corolario II.

Mientras menos "repase" se imponga al animal, mayor cantidad de forraje podrá cosechar.

El Corolario I del señor Voisin, es válido para los pastos de los climas fríos de Colombia, especialmente para festuca media y alta, orchoro, raigras inglés, kikuyo, pasto rescate y trébol blanco y rojo. Podría aplicarse al pangola, dallis, angleton y algunas leguminosas tropicales como el kudzú, soya perenne, frijol jacinto y terciopelo en pastoreo. Sin embargo, con gramíneas de porte medio y crecimiento en matojos como el pará, y guinea, esta altura de pastoreo no sería la óptima desde el punto de vista de producción de forraje, acumulación de reservas y persistencia del pasto. Alturas óptimas para pastoreo de algunos pastos de clima cálido serían: pangola 30 cm, angleton 30 a 40 cm, puntero 40 a 50 cm, guinea 40 a 50 cm, pará 50 a 60 cm.

En general, según la especie, el pasto debe pastorearse hasta una altura de 15 a 20 cm sobre el nivel del suelo. Su recuperación dependerá, como se mencionó antes, de las reservas acumuladas en las raíces y en la parte baja de las vainas de las hojas, como del área foliar no pastoreada, la cual continuará el proceso de fotosíntesis.

## CUARTA LEY

Si una vaca lechera va a producir cantidades regulares de leche, no debe permanecer en un potrero más de tres días. La producción de leche máxima se obtendrá si permanece en el potrero solo un día.

Aplicando las dos últimas leyes relativas a los requerimientos del animal en pastoreo, es posible aumentar la producción de leche en un 20 a 30 por ciento. Si se aplica la primera ley, la producción de forraje puede duplicarse.

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS BASICOS.

Los elementos básicos en un sistema de pastoreo racional son: el período de permanencia; el período de ocupación y el período de descanso.

## Período de Permanencia.

Es el tiempo total en horas o días que un animal o grupo de animales pastorea un potrero en cada rotación.

## Período de Ocupación.

Es el tiempo total empleado en el pastoreo de un potrero para todos los grupos de animales en cada rotación; cuando hay solo un grupo de animales el período de ocupación es igual al período de permanencia. Si el período de permanencia es igual para todos los grupos, el período de ocupación será igual al período de permanencia

multiplicado por el número de grupos. Pero si un grupo permanece en el potrero dos días, un segundo grupo un día y un tercero dos días, el período de ocupación del potrero será de cinco días.

Período de descanso o de recuperación.

Es el período comprendido entre dos pastoreos sucesivos, durante el cual el pasto se deja descansar. El período de descanso es igual al período de permanencia multiplicado por el número de potreros en descanso. Por ejemplo: para el valle del Sinú con un solo grupo de animales en pastoreo un total de nueve potreros, un período de ocupación de cinco días, se tiene un período de descanso de  $(9 - 1) \times 5 = 40$  días.

Con dos grupos de animales en pastoreo, un período de permanencia de dos días para cada grupo y un total de 12 potreros, es decir, un período de ocupación de cuatro días. El período de descanso sería de:  $(12 - 2) \times 4 = 40$  días.

EL NUMERO DE POTREROS.

En el planeamiento de un sistema de rotación de pastoreo racional el primer factor que debe tenerse en cuenta es el número de potreros, de los cuales puede determinarse el área de cada uno. El descanso está influido por el período de permanencia de cada grupo.

Se dijo anteriormente que un período de descanso de 30 días para pasto pará con riego suplementario, sería bastante aconsejable bajo condiciones del valle del Sinú.

Si se tiene un período de ocupación, de seis días, el número de potreros necesarios se calcularía de la siguiente forma:

| Número de potreros<br>en descanso                         | Período de ocupación |
|---|----------------------|
| $(X - 1) \times 6 = 30$                                   |                      |
| $6X - 6 = 30; 6X = 30 + 6; X = \frac{36}{6} = 6$ potreros | 30 días              |

Si se tuviera un período de ocupación de cinco días, el número de potreros para un período de descanso de 30 días sería:

$$(X - 1) \times 5 = 30; 5X - 5 = 30; 5X = 30 + 5; X = \frac{35}{5} = 7 \text{ potreros}$$

#### TAMAÑO DEL POTRERO.

No necesariamente todos los potreros deben ser del mismo tamaño, pero hasta donde sea posible debe ser de producción de forraje más o menos igual. Si se tiene por ejemplo que el tamaño promedio para la clase I de tierras es de 10 hectáreas; de 15 hectáreas para la clase II, y de 20 para la clase III, tratándose en todos los casos de igualar la productividad de los pastos en las diferentes clases de tierras de la finca.

#### 3.4. PASTOREO EN FAJAS.

Consiste en proporcionar diariamente mediante el empleo de cerca eléctrica una faja de potrero suficiente para alimentar determinado grupo de animales. Es un sistema recomendable para zonas lecheras donde el costo de la tierra es alto y permite mantener una alta capacidad de carga por hectárea, a la vez que facilita un pastoreo más uniforme.

Otro sistema de utilización de forrajes es el llamado de confinamiento o estabulación. En este sistema se le suministra al animal pastos de corte, ensilaje o heno y como su nombre lo indica los animales permanecen durante todo el tiempo estabulados; este sistema tiene como ventajas: No se desperdicia pasto por pisoteo, el período de descanso se puede controlar mejor, y se pueden aprovechar mejor las mezclas de gramíneas y leguminosas.

## REFERENCIAS.

1. ALARCON, E. 1970. El manejo de las praderas y reservas de alimentos. Revista ESSO Agrícola No. 3. 18 - 20.
2. BERNAL, J. 1971. Manejo de praderas. ICA. 18 p. (Mimeografiado).
3. BLASER, E. 1966. Sistemas de explotación en pastoreo en forrajes. CECSA, México, p 601 - 611.
4. BLASER, E. 1964. Efecto del animal sobre la pastura. C.N.I.A. "Alberto Boerger". Uruguay, p 12 - 19.
5. DAVILA, V. 1967. Alimentos de reserva en forrajes. Agric. Trop. 23: 738 - 743.
6. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, U.S. 1966. Como manejar bien las tierras de pastoreo. Rev. Agr. de las Américas No. 5.
7. ECHANDI, O.; R.I. ROBB y L. LARSON. 1966. Utilización de los potreros a través del pastoreo y del corte para alimentación en establo. Mesa redonda Regional sobre Forrajes en Centro América. Turrialba, Costa Rica.

8. ELIZONDO, M. 1962. Interpretación del consumo de pastos y forrajes por el ganado lechero. Revista Agricultura de las Américas 7: 81 - 90.
9. ESCOBAR, G., A. RAMIREZ, J. GOMEZ y A. MICHIELIN. 1971. Comportamiento de novillas cebú en pastoreo continuo y rotación en pasto bahía (grama). Bol. Téc. No. 15: 76 - 81. C.N.I.A. Palmira.
10. FERRER, A. 1966. El problema del sobrepastoreo. Revista del Cebú, Venezuela 12: 22 - 23.
11. HERRERA, G. 1969. Consideraciones sobre el buen manejo de los pastos. Rev. ESSO Agrícola No. 2: 14 - 21.
12. LANTOW, J.L. y T.L. HEGGIE. 1942. Variety of grasses for better forage and livestock production. Regional Bulletin 81, U.S. Soil conservation service. Albuquerque, Nuevo México E.V.A.
13. MAINAR, A. y M. HYCHA. 1965. Praderas de diente en el regadío I.N.I.A. Madrid 19 - 24c.
14. RAMIREZ, A. y A. MICHIELIN. 1971. La rotación de potreros. ICA Hoja Divulgativa No. 40'
15. VOISIN, A. 1959. Grass Productivity. Philosophical Library Inc. New York. 353 p.

## EL ANALISIS DE SUELOS Y SU APLICACION

Gildardo Marín M.  
Jaime Lotero  
Manuel Rodríguez \*

En muchos casos los nutrimentos de la planta no están en el suelo en cantidades suficientes para su buen crecimiento, por lo cual es necesario agregarlos para obtener buenos rendimientos.

El diagnóstico de las necesidades de nutrimentos que necesitan los cultivos en un suelo dado y con determinadas condiciones de humedad es competencia del técnico agrícola. El éxito del diagnóstico dependerá de la experiencia y conocimiento que tenga del suelo, de las condiciones ambientales y de la planta.

Se han empleado varias técnicas para obtener información del estado de fertilidad del suelo o de las necesidades de nutrimentos de las plantas; éstas son: 1) Síntomas de deficiencia de nutrimentos; 2) Análisis de tejidos vegetales; 3) Ensayos en el campo y en el invernadero, y 4) El análisis de suelos.

El análisis de suelos es el tema que se tratará en el presente artículo y por lo tanto las explicaciones siguientes se referirán al análisis de suelos y a las actividades que lo complementan.

---

\* I.A.,M.S. Programa de Suelos CNIA, Tibaitatá. I.A.,Ph.D. Gerente Regional No. 4, Medellín. I.A. Programa de Suelos CNIA, Tulio Ospina ICA Medellín, respectivamente.

### Tipos de Análisis de Suelos

En los suelos se hacen comúnmente dos tipos de análisis : el físico-mecánico ó de textura y el análisis químico.

En el análisis físico-mecánico se determina la proporción de partículas de arena, limo y arcilla, lo cual permite agrupar los suelos en clases texturales o tipos de suelos.

El análisis químico comprende dos tipos generales con respecto a sus constituyentes: el análisis químico total y el análisis químico parcial, también llamado "análisis rápido" de los suelos.

En un análisis total se determina la cantidad completa de los elementos presentes en el suelo independiente de su forma y de su aprovechabilidad. Tales datos son de mucho valor para estudiar la formación del suelo y otras fases de la ciencia del suelo, pero dan muy poca información sobre la disponibilidad de los elementos esenciales para las plantas. Para este caso se utilizan los análisis parciales; llamados así, porque solamente se determina una porción de la cantidad de un nutriente. Estos análisis se utilizan para hacer recomendaciones de fertilizantes y enmiendas.

### Fases del Análisis de Suelos

El análisis parcial incluye varias fases, todas ellas de mucha importancia para una correcta utilización de los resultados. Tales fases son : 1) Investigación; 2) La toma de una muestra de sue-

los; 3) El procedimiento de laboratorio; 4) La interpretación del análisis; y 5) Las recomendaciones de fertilizantes y enmiendas. En esta forma, los análisis rápidos pueden definirse como un medio para determinar las necesidades de nutrientes por las plantas.

### Investigación

Desde hace muchos años el Programa Nacional de Suelos del ICA ha localizado numerosos experimentos de campo con cultivos de maíz, trigo, cebada, papa, hortalizas, algodón, etc., y conjuntamente con el Programa de Pastos y Forrajes ensayos de fertilización en pastos con el objeto de correlacionar el análisis de suelos con los rendimientos obtenidos de las varias cosechas, al adicionar fertilizantes al suelo. De esta manera se ha logrado establecer tentativamente niveles críticos para fósforo y potasio tal como se indica en la Tabla 1.

TABLA. 1. Niveles críticos de fósforo y potasio en el suelo para la mayoría de los cultivos.

| Categorías | Fósforo (P)<br>(p.p.m.) | Potasio (K)<br>meq./100g. suelo |
|------------|-------------------------|---------------------------------|
| Bajo (B)   | menos de 15             | menos de 0.15                   |
| Medio (M)  | de 15 a 30              | de 0.15 a 0.30                  |
| Alto (A)   | más de 30               | más de 0.30                     |

La clasificación de los suelos en bajo, medio y altos, según el contenido del fósforo y/o potasio, está basada en la probabilidad de respuesta de la cosecha a la adición de fertilizantes fosfatados o potásicos. Cuando el nutrimento está clasificado en la categoría Bajo, la probabilidad de respuesta de una cosecha a la aplicación de dicho nutrimento es mucho más alta que en otro suelo en el cual el mismo elemento está clasificado en la categoría de alto o medio.

#### Toma de la Muestra de Suelos.

Quizás la fase más importante en el análisis de suelos es la toma de la muestra de suelo. El mayor ERROR en el análisis de suelos, se debe a la mala toma de las muestras de suelos para analizar, lo cual se reflejará en una pérdida de dinero para el agricultor por no conocer bien el estado de fertilidad del suelo, lo que conduce a utilizar fertilizantes inadecuados ó innecesarios.

Para tomar una buena muestra de suelos siga las siguientes instrucciones :

1. Solicite caja para empacar las muestras y hojas de información en la Agencias de Extensión, y en los Centros y Estaciones Experimentales del ICA. La hoja de información además de tener las instrucciones para tomar las muestras, sirve para apuntar los datos que necesita el laboratorio para poder hacer el análisis.

2. Epoca para tomar las muestras de suelos : Las muestras de suelos deben tomarse uno ó dos meses antes de la siembra en cultivos anuales ó un mes antes de la cosecha en cultivos perennes. En pastos ya establecidos la mejor época para tomar la muestra será después del corte ó época de máximo pastoreo, con el objeto de hacer la aplicación de fertilizantes dos meses antes de comenzar el período de máximo crecimiento.
  
3. Herramientas para tomar las muestras : Las herramientas para tomar las muestras son : un balde limpio, una pala o garlancha, un barreno o tubo o una palita de jardinería. El instrumento que se vaya a usar dependerá de las condiciones del suelo y del que encuentre a disposición. Es mejor tomar la muestra cuando el suelo esté algo húmedo, aproximadamente las mismas condiciones de humedad requeridas para arar. El tubo es mejor para tomar muestras en suelos con pastos y en terrenos húmedos. Si tiene que tomar la muestra en condiciones muy húmedas deje secar el suelo al aire libre sobre un papel limpio antes de mezclar.
  
4. Divida la finca en áreas : Cuando el predio presenta cambios en apariencia y producción como consecuencia de variaciones de suelos, de la conformación topográfica o del tratamiento agrícola de los cultivos, años. etc. es necesario para la toma de la muestra de suelos dividir la finca en áreas que contemplen esas variaciones, tal como se indica en la Figura 1.



contaminación artificial. Luego cave un hueco en forma de "V" (Figura 2) cuyo tamaño aproximado es del ancho de la pala y a la profundidad de arado 0 - 20 cm. para todos los cultivos con excepción de pastos en pastoreo que es de 0 - 10 cm. Corte una tajada del suelo de 2 a 3 cm. de grueso en la pared del hueco. Tome una faja de una pulgada en el centro de la tajada y colóquela en el balde. Descarte los extremos de la tajada.



Figura 2. Toma de la muestra.

6. Tome varias submuestras : Es absolutamente necesario o indispensable que usted tome una muestra que sea representativa del lote en estudio. Repita entonces la operación anterior en 15 o 20 lugares del terreno, de acuerdo al tamaño del lote o área

en donde va a tomar la muestra, en la forma que se observa en la Figura 1 (muestra 6). El tamaño del área representada por una muestra estará determinada por la variación del suelo, los cultivos anteriores y los fertilizantes agregados. Mezcle bien las submuestras y luego llene la caja y descarte el resto.

Identificación de la muestra : Las cajas deben numerarse y escribir el nombre y la dirección correspondiente. Es muy importante llenar la hoja de información por duplicado. Guarde una copia y envíe la otra con la muestra. Especifique el cultivo que va a sembrar. No use términos indefinidos como pasto, ó maíz. Especifique que clase de pastos están o van a ser sembrados. Indique si el maíz es para grano ó para ensilaje. El mismo número que aparece en la caja debe ser colocado en la hoja de información. Para enviar las muestras al laboratorio, coloque la hoja de información en un sobre junto con las muestras, en una caja grande y envíeles al laboratorio de suelos.

Las muestras de suelos deben enviarse al laboratorio oportunamente. Usted puede esperar la información del análisis dos semanas después de haber recibido la muestra en el laboratorio. Sin embargo, si usted envía las muestras en el momento de sembrar, es posible que los resultados de los análisis no lleguen oportunamente. No debe esperar hasta el último minuto para enviar la muestra, si se quiere que los resultados se reciban a tiempo para comprar la cal y los fertilizantes.

### Procedimiento de Laboratorio

El laboratorio de Suelos del ICA en Palmira tiene capacidad para analizar hasta 200 muestras diariamente ya que cuenta con personal suficiente y un equipo que permite hacer muchas determinaciones de una vez.

Determinación de pH : Las recomendaciones de cal están basadas principalmente en el contenido de aluminio intercambiable y en el grado de acidez de los terrenos. El grado de acidez o pH se determina por medio de un potenciómetro con electrodo de vidrio en la relación suelo-agua por volumen de 1:1. A 10 cm. cúbicos de suelo se le añaden 10 cm. cúbicos de agua destilada. La mezcla se deja en reposo durante una hora, después de la cual se lee el pH en el potenciómetro.

Determinación de la materia orgánica : La materia orgánica se determina por el método de Walkley y Black. Oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio, al calentarla espontáneamente con ácido sulfúrico concentrado. El exceso de ácido crómico se titula con una solución de sulfato ferroso. Se hacen los cálculos para expresar la materia orgánica como porcentaje del peso total del suelo.

Determinación del nitrógeno total : Por el método modificado de Kjeldahl. Digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado y destilación del amonio en una solución de ácido bórico al 4%. El borato de amonio formado se titula con ácido sulfúrico décimo normal. Una estimación aproximada del porcentaje del nitrógeno total del sue-

lo se calcula dividiendo el porcentaje de materia orgánica por 20. Esta es la razón por la cual en los resultados de los análisis de suelos que hace el ICA no aparece el valor del nitrógeno.

Determinación del fósforo : El fósforo se determina por el método de Bray II ó sea haciendo la extracción con una solución que es una mezcla de 0,03 N  $\text{NH}_4\text{F}$  y 0,1 N HCl.

Determinación de bases intercambiables : (K, Ca, Mg, Na). Esta determinación se hace por el método de Peech. Se utiliza como solución extractora acetato de amonio normal y neutro. El K y el Na se determinan en el extracto por espectrofotometría. El Ca y el Mg se determinan en el extracto titulado con Verseno.

Determinación del aluminio intercambiable : El aluminio intercambiable en suelos ácidos se extrae con una solución de una sal neutra, como el KCl normal y luego se determina la cantidad titulando el extracto con una solución de NaOH de normalidad conocida.

Determinación de la capacidad de intercambio de cationes : (C.I.C.) Simultáneamente con la extracción de cationes intercambiables se utiliza el acetato de amonio, para medir la C.I.C. El exceso de amonio se lava con alcohol y el amonio se desplaza con una solución de cloruro de sodio al 10%. El amonio desplazado se destila en forma de amoniaco en una solución de ácido bórico al 4%. Luego se titula con una solución de ácido sulfúrico décimo normal. Indirectamente se puede calcular por suma de cationes.

Análisis físico-mecánico : Se hace por el método de Boujocus o del Hidrómetro. Como agente dispersante se utiliza una solución de Hexa-metafosfato y carbonato de sodio (no se destruye la materia orgánica). Para agricultores en los análisis de fertilidad y de caracterización se determina la textura al tacto y se dá el nombre de la clase textural aproximada.

Análisis de Salinidad : Se determina la conductividad en el extracto del suelo saturado, la C.I.C. y el porcentaje de saturación de Na intercambiable. Además el pH de acuerdo al método enunciado antes.

#### Interpretación de los Resultados.

El pH : La acidez del suelo (pH) es uno de los factores que más influyen en la disponibilidad de los nutrimentos mayores y menores.

En los suelos ácidos hay generalmente buenas cantidades de elementos menores disponibles (con la posible excepción del molibdeno) y poca disponibilidad del fósforo y bases de cambio. En el rango de pH de 5,5 a 7,3 generalmente no se presentan problemas relativos a suelos ácidos, salinos o sódicos. Se considera que la mayoría de las plantas pueden crecer normalmente si se encuentran controlados los otros factores que afectan el crecimiento de éstas. En suelos con un pH por encima de 7,3 indica generalmente la presencia de algunos carbonatos libres de calcio, de magnesio o de ambos, y pueden presentarse deficiencias de elementos menores. Los suelos que

tienen valores de pH más altos de 8,5 siempre contienen cantidades muy apreciables de sodio intercambiable. En suelos extremadamente ácidos (pH menor de 5,5) algunos elementos pueden encontrarse en cantidades tóxicas para las plantas especialmente el aluminio.

El aluminio intercambiable : Las recomendaciones de cal por parte del ICA, se basan especialmente en el contenido de aluminio intercambiable de los suelos. En suelos con más de 10% de materia orgánica y pH menor a 5,0 y en suelo con menos de 10% de materia orgánica y pH menor a 5,5, se recomienda aplicar una tonelada y media de cal agrícola, que contenga por lo menos un 80% de  $\text{CaCO}_3$  por cada miliequivalente (meq) de aluminio intercambiable.

La Materia Orgánica : Un nivel adecuado de materia orgánica mejora las propiedades de los suelos. La materia orgánica hace los suelos pesados más friables, más fáciles de trabajar y promueve una mejor estructura, mejora la capacidad de los suelos ligeros para retener agua y disminuye la pérdida de nutrimentos por lixiviación.

La materia orgánica es fuente nutrimentos para las plantas, particularmente nitrógeno, fósforo y azufre. Contiene mucho menos fósforo que nitrógeno, pero es suficiente en muchos casos para incluir más del 50% del fósforo total del suelo. En los suelos con alto contenido de materia orgánica existen generalmente cantidades adecuadas de boro aprovechable. Un aspecto importante de la materia orgánica del suelo es la relación que tiene con el nitrógeno; en términos generales el porcentaje de materia orgánica del suelo

dividido por 20 es igual al porcentaje del nitrógeno total del suelo. Sin embargo, el contenido de nitrógeno total del suelo no es una medida de la cantidad de nitrógeno que será aprovechable para las plantas.

Como las arcillas del suelo, las partículas coloidales de la fracción orgánica están cargadas negativamente y atraen iones cargados positivamente, a su superficie. La influencia de la materia orgánica en la capacidad de intercambio de cationes de un suelo se puede evaluar en promedio en dos meq. por 100 gramos de suelo por cada 1% de materia orgánica. Los suelos con alto contenido de materia orgánica requieren más cal para llevarlos a la neutralidad. El principal efecto de la materia orgánica sobre la reacción del suelo, o pH, no es hacer el suelo ácido sino aumentar la capacidad amortiguadora (Buffer) del suelo. Dicho en otra forma: la presencia de la materia orgánica tiende a disminuir la tendencia del pH del suelo a cambiar cuando se agrega material ácido o alcalino.

TABLA 2. Contenido promedio de materia orgánica en suelos de varias regiones colombianas.

| Región                    | Altitud media<br>metros | Promedio<br>M.O. % | Rangos de M.O. |
|---------------------------|-------------------------|--------------------|----------------|
| Sabana de Bogotá          | 2.600                   | 18,90              | 5,30 - 37,00   |
| Zona cafetera             | 1.400                   | 9,80               | 4,50 - 20,00   |
| Valle del Cauca           | 1.000-1.100             | 4,20               | 3,80 - 8,20    |
| Llanos Orientales         | 500                     | 3,00               | 1,80 - 4,90    |
| Costa Atlántica, menos de | 300                     | 2,40               | 1,10 - 3,70    |

Fósforo del Suelo.

El fósforo se expresa en los resultados de los análisis de suelos, en partes por millón (p.p.m.) de su forma elemental. Se llama p.p.m. a las unidades en un millón de unidades de la misma especie. Por ejemplo : kilogramos en un millón de kilogramos, miligramos en un millón de miligramos.

Si el análisis de suelo da 10 p.p.m. de P, y una hectárea de suelo, capa arable, pesa 2.000.000 de kilogramos, ese suelo tendrá 40 kilogramos de P por hectárea. Para expresar los resultados en forma de  $P_2O_5$  se hacen los cálculos siguientes :

Peso molecular del  $P_2O_5$  igual a  $31 \times 2 + 5 \times 16 = 62 + 80 = 142$ .

62 kg. de P corresponden a 142 de  $P_2O_5$ .

$$X \text{ (kg. de } P_2O_5) = \frac{142 \times 40 \text{ kg}}{62} = 91,6 \text{ kg. de } P_2O_5$$

Luego 40 kg. de P/Ha. = 91,6 kg. de  $P_2O_5$ /Ha. = 20 p.p.m. de P

Buscando la equivalencia de p.p.m. a  $P_2O_5$ /Ha. se tendría :

Si 20 p.p.m. de P equivalen a 91,6 kg. de  $P_2O_5$ /Ha.

1 p.p.m. de P equivale a X kg. de  $P_2O_5$ /Ha.

$$\text{Luego : } X = \frac{91,6 \times 1}{20} = 4,58$$

Es decir, 1 p.p.m. de P = 4,58 kg. de  $P_2O_5$ /Ha.

Por lo tanto, para convertir p.p.m. de P en el suelo a kg.

de  $P_2O_5$ /Ha., basta multiplicar p.p.m. de P por el factor 4,58; o sea que: p.p.m. de P x 4,58 = kg. de  $P_2O_5$ /Ha.

El análisis de suelos para fósforo aprovechable se ha estudiado durante muchos años y todavía hay muchos problemas involucrados en su determinación. De los métodos utilizados el mejor será el que presente mejor correlación entre el fósforo del suelo y la respuesta de la cosecha a su aplicación. En el laboratorio de suelos del ICA se sigue el método de Bray II como se mencionó antes. La interpretación del análisis de fósforo está indicado en la Tabla 1.

#### La Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)

La capacidad de intercambio catiónico representa el número total de posiciones intercambiables o cargas negativas de la fracción coloidal expresadas en miliequivalentes (meq) por 100 gramos de suelo. Esta convención tiene la ventaja de que las cantidades efectivas de los diferentes cationes son aditivas.

La C.I.C. del coloide orgánico y de las arcillas montmorillonita, micas, caolinita e hidróxidos son más o menos de 200, 100, 30, 8 y 4 meq/100 g. La C.I.C. es mayor en suelos de textura más fina. Los suelos arenosos y los suelos franco-arenosos son bajos en arcilla coloidal y generalmente en humus, por tanto, la C.I.C. es menor que en los suelos arcillosos. Sin embargo, en algunos casos, la materia orgánica puede compensar las diferencias en la C.I.C. en dos suelos de diferentes texturas.

En Colombia la C.I.C. de los suelos es muy variable, aún dentro de una misma región. La C.I.C. más alta se ha encontrado en los climas fríos donde predomina el coloide orgánico.

### Bases Intercambiables ( $\text{Ca}^{++}$ , $\text{Mg}^{++}$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ )

El término bases intercambiables o total de bases intercambiables se refiere a la suma de las bases ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$ ) en forma intercambiable expresadas en meq/100 g. de suelo. Se extraen con una solución normal y neutra de acetato de amonio ( $\text{CH}_3\text{COO NH}_4$ ).

En reacciones de oxidación y reducción el peso equivalente es el número de gramos de reactivo necesario para oxidar o reducir un gramo átomo de hidrógeno. En términos más simples : el equivalente químico de un elemento, es su peso atómico dividido por su valencia. Si se expresa en gramos se denominará entonces equivalente gramo.-

Ejemplos :

|                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
| Peso atómico de calcio (Ca)       | = | 40   |
| Valencia de calcio                | = | 2  |
| Equivalente/gramo                 | = | $40 \div 2 = 20 \text{ g.}$                              |
| Miliequivalente de Ca             | = | $20 \div 1000 = 0,020 \text{ g}$<br>por 100 g. de suelo. |
| Una Ha.                           | = | 2.000.000.000. g de<br>suelo.                            |
| Luego un miliequivalente de Ca es | = | $\frac{2.000.000.000. \times 0,020}{100}$                |
|                                   | = | 400.000 g = 400 kg/Ha<br>de Ca.                          |
| Peso atómico del magnesio (Mg)    | = | 24   |
| Valencia                          | = | 2  |

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| Equivalente / gramo          | = $24 \div 2 = 12$ g. |
| Un miliequivalente de Mg     | = 240 kg de Mg/Ha.    |
| Peso atómico del potasio (K) | = 39                  |
| Valencia                     | = 1                   |
| Equivalente / gramo          | = $39 \div 1 = 39$ g. |
| Un miliequivalente de K      | = 780 kg de K/Ha.     |
| Peso atómico del sodio (Na)  | = 23                  |
| Valencia                     | = 1                   |
| Equivalente / gramo          | = $23 \div 1 = 23$ g. |
| Miliequivalente de Na        | = 460 kg de Na/Ha.    |

Tentativamente se han establecido como niveles críticos para potasio en varias regiones de Colombia, los valores de la Tabla 1.

Debe tenerse en cuenta que la cantidad de potasio encontrado en el análisis de suelos no es siempre una buena medida de la capacidad del suelo para suministrar potasio. Puede ocurrir que parte del potasio que no es determinado en el análisis del suelo sea utilizado por las plantas. De manera que al hacer recomendaciones sobre fertilizantes potásicos, sería importante conocer, además del nivel crítico de  $K^+$  en el suelo y las necesidades de la cosecha, la capacidad del suelo para suministrar potasio de esas porciones no determinadas en el análisis de suelos. Es decir que en los suelos hay más potasio disponible para las plantas que el determinado por el análisis.

Es difícil establecer niveles críticos para el calcio en el suelo. La deficiencia de calcio depende principalmente de su porcen-

taje de saturación y del pH. Así por ejemplo : 4,5 meq. de Ca en el suelo de la serie 13 OC-5 Tolima puede considerarse altos, mientras que 9,0 m.e. en la serie Tibaitatá se pueden considerar bajos. La explicación es muy sencilla; el pH en el suelo del Tolima es de 6,5 y en el de Tibaitatá es de 5,0. El porcentaje de saturación de bases en el suelo del Tolima es de 80,72 mientras que en el de Tibaitatá es apenas de 47,67. Además se ha dicho que, si el porcentaje de saturación con calcio en un suelo es alto, el desplazamiento de este catión será comparativamente fácil y rápido. Esta consideración es muy importante en la práctica al sembrar leguminosas.

Los iones asociados también tienen mucha influencia en la aprovechabilidad del calcio. Si se asume que las cantidades del calcio retenidas por dos suelos son las mismas, pero en uno de ellos el catión acompañante es predominantemente el hidrógeno y en el otro es el sodio; debido a que la fuerza de absorción en general es del orden:  $H^+$  mayor que Ca y Mg mayor que K y Na, es obvio que en el primer caso postulado, los iones  $Ca^{++}$  estarán presentes en la solución del suelo en gran cantidad porque ellos son retenidos menos tenazmente que los iones  $H^+$  asociados. En el segundo caso, la concentración de los iones  $Ca^{++}$  en la solución del suelo será relativamente baja ya que son retenidos más fuertemente por el coloide que los iones  $Na^+$ .

Los varios tipos de coloides difieren en la tenacidad para retener cationes específicos. Por ejemplo: la tenacidad con la cual es retenido el calcio por la montmorillonita, es mucho mayor que en

la caolinita. Por esta razón, se sugiere que una arcilla montmorillonita se encale hasta por lo menos un 70% de saturación de bases para que el calcio exhiba facilidad de intercambio. Una arcilla caolínica, por otra parte parece liberar calcio más fácilmente a más bajo porcentaje de saturación de bases.

#### Porcentaje de los Cationes Metálicos Intercambiables.

Una evaluación más detallada del estado de los cationes en el suelo, incluye una determinación separada del porcentaje de saturación de cada uno de los diferentes cationes. La cantidad de cada catión metálico intercambiables puede calcularse por un porcentaje del total de la C.I.C.

$$\text{Porcentaje de saturación} = \frac{T}{\text{C.I.C.}} \times 100$$

en la cual T es el total de los cationes metálicos intercambiables expresados en meq./100 g. de suelo y C.I.C. es la capacidad de intercambio catiónico, también expresada en meq./100 g. de suelo.

Ejemplo para el Na.

$$\% \text{ de saturación de Na} : \frac{\text{Na meq./100 g. de suelo} \times 100}{\text{C.I.C. en meq./100 g. de suelo}}$$

La C.I.C. de los suelos y el porcentaje de saturación de bases han desarrollado un aspecto bastante importante en la química de suelos. Muchos investigadores han tratado de determinar el porcentaje

de saturación de bases óptimo para el crecimiento de un cultivo específico. Así por ejemplo: Algunos investigadores han postulado que la condición ideal para el buen crecimiento de la alfalfa, es cuando el suelo tenga: 65% de saturación con Ca, 10% de saturación con Mg, 5% de saturación con K y 20% de saturación con H.

### Salinidad y Alcalinidad de los Suelos.

La interpretación de la salinidad del suelo basada en la conductividad del extracto del suelo se incluye en la Tabla 3.

Suelos Salinos : Los suelos salinos dan una conductividad del extracto de saturación de más de 4 mmhos/cm. a 25 grados centígrados y el porcentaje de saturación de sodio intercambiable es menor de 15. Ordinariamente el pH es menor de 8,5.

Suelos Sódicos no Salinos : Los suelos sódicos no salinos tienen más del 15% de saturación con sodio y un pH de 8,3 a 10 u 11. La conductividad del extracto de saturación es menos de 4 mmhos/cm. a 25 grados centígrados. El sodio intercambiable presente puede tener una influencia muy marcada en las condiciones físicas del suelo. A medida que aumenta la proporción de sodio el suelo llega a ser más disperso.

Suelos Sódicos-Salinos : Son suelos cuya conductividad del extracto de saturación es mayor que 4 mmhos/cm. a 25 grados centígrados y el sodio intercambiable es mayor del 15%. Esos suelos se forman como resultados de procesos combinados de salinización y alcalinización.

Los suelos sódicos-salinos, algunas veces contienen yeso.

### La textura y Estructura de los Suelos

Dos propiedades físicas y muy importantes deben tenerse en cuenta al hacer la recomendación de fertilizantes: la textura y la estructura del suelo. La textura está relacionada con el tamaño de las partículas minerales. Específicamente se refiere a la proporción de los varios grupos-tamaño en un suelo dado. No menos importante es la estructura que es el arreglo de las partículas en grupos o agregados. Esas propiedades juntas ayudan a determinar no solamente la habilidad del suelo para suministrar nutrimentos sino también el suministro de agua y aire, tan importante para la vida de las plantas.

Por su tamaño los separados en la fracción mineral del suelo se denominan de la manera siguiente :

arenas, si sus tamaños son de 2,00 a 0,05 mm. de diámetro.

limos, si sus tamaños son de 0,05 a 0,002 mm. de diámetro.

arcillas, si sus tamaños son menores de 0,002 mm. de diámetro.

De acuerdo con el separado que predomine en el suelo, éste recibe un nombre especial; así por ejemplo si domina la arena, el suelo se denomina arenoso o liviano; si domina arcilla, se denomina arcilloso o pesado; y si hay una mezcla adecuada de los tres separados se denomina franco o mediano.

Entre algunas de las diferentes propiedades del suelo que son afectadas por su textura, se pueden citar: facilidad de laboreo o preparación, susceptibilidad a la erosión, facilidad de germinación de las semillas y penetración de las raíces; contenido y retención de nutrimentos, contenido, retención y penetración del agua, contenido de materia orgánica y aireación.

La Estructura del Suelo : Las relaciones del aire y el agua dependen de la estructura del suelo. Si la humedad es inadecuada, la planta no puede utilizar los nutrimentos, no puede desarrollar sus funciones fisiológicas normalmente. Si el agua es excesiva o el aire (oxígeno) es deficiente, la planta no puede absorber los nutrimentos adecuadamente. Si el suministro de oxígeno dentro del suelo es bajo, como resultado de condiciones estructurales pobres, los procesos de respiración se retardan y en consecuencia, la germinación y el crecimiento. En adición al efecto de relaciones impropias entre aire y agua sobre la germinación y crecimiento de las plantas, la actividad bacterial también se retarda y los procesos de nitrificación no pueden proseguir normalmente. En esta forma la producción de nitratos de la materia orgánica se disminuye hasta tal punto que la planta no crece normalmente.

Los distintos arreglos estructurales se denominan en la forma siguiente:

Granular : Las partículas del suelo se hallan aglomeradas en gránulos más o menos redondeados y similares en forma y tamaño. Esta es la estructura apropiada.

En Placas : Aparecen en forma de aglomerados con dimensiones horizontales mayores que las verticales.

En Bloques : Es común en los suelos, particularmente en los bosques y praderas. Se presenta en forma de aglomerados angulares, casi con las mismas dimensiones horizontales y verticales.

Prismático : Aparece en forma de unos aglomerados alargados verticalmente en forma de prismas. Es común en los subsuelos de perfiles profundos y muy diferenciados.

Cuando los suelos que contienen arcillas se aran estando húmedos, se destruye su estructura y se convierten en lodos. El proceso de enlodamiento reduce el volumen de poros y deja la superficie del suelo en un indeseable estado de terrones. La importancia de mantener una buena estructura en los suelos es muy grande debido a que tiene relación con la erosión, influye en la aireación e influye en la capacidad de retención del aire y del agua.

#### Recomendaciones de Fertilizantes para Pastos.

Los requerimientos de cal y fertilizantes varían de acuerdo con las condiciones del suelo, la clase de cultivo, el manejo y el clima. Las recomendaciones de cal y fertilizantes están basados en el análisis de suelos, en las prácticas de cultivo, en el tipo de planta y en las respuestas obtenidas en ensayos de campo. En esta forma el análisis de suelos es una guía para la aplicación correcta

de fertilizantes y enmiendas, pero no es la solución mágica para obtener mayores cosechas. Junto con las prácticas de fertilización, se debe usar semilla certificada, variedades apropiadas, preparar bien la tierra, sembrar a tiempo, aplicar suficiente riego y controlar las plagas, enfermedades y malezas. En la Tabla 4 se presentan recomendaciones de fertilizantes para pastos en base al análisis de suelos. Los otros factores ya nombrados y que influyen en la recomendación, deben ser tenidos en cuenta por el Técnico de Asistencia Técnica para modificar o no la recomendación hecha por el Laboratorio.

Las recomendaciones incluidas en la Tabla 4 pueden considerarse como mínimas de acuerdo a condiciones económicas. Para pastos de corte, como el elefante, en climas cálidos y en explotaciones intensivas, se puede aplicar 50 Kg./Ha. de N después de cada corte si hay suficiente humedad. También el pasto pangola es muy exigente en N. En el caso de mezclas de gramineas y leguminosas, si la proporción de leguminosas es de 30% o mayor, y están debidamente noduladas, no hay necesidad de aplicar N. En el caso de las mezclas, el pH del suelo debe mantenerse por encima de 5,5.

TABLA 4. Recomendaciones de fertilizantes para el cultivo de pastos.

| Resultado del Análisis |   | Cantidad recomendada, Kg/Ha. |                               |                  | Tiempo de Aplicación |
|------------------------|---|------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|
| P                      | K | N                            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                      |
| B                      | B | 25                           | 50                            | 50               | M.S.                 |
|                        |   | 25                           | 0                             | 0                | D.S.*                |
| B                      | A | 25                           | 50                            | 0                | M.S.                 |
|                        |   | 25                           | 0                             | 0                | D.S.                 |
| A                      | B | 25                           | 0                             | 50               | M.S.                 |
|                        |   | 25                           | 0                             | 0                | D.S.*                |
| A                      | A | 25                           | 0                             | 0                | M.S.                 |
|                        |   | 25                           | 0                             | 0                | D.S.                 |

M.S. = Al momento de sembrar.      D.S. = Después de sembrar

D.S.\* = En pastos establecidos aplique el total del nitrógeno cada 6 meses, dos o tres semanas antes de finalizar el período de lluvia, o más frecuentemente de acuerdo a las necesidades del forraje y si se cuenta con riego. En pastos establecidos mezclados con leguminosas no se hacen aplicaciones de nitrógeno si el porcentaje de leguminosas es mayor de 30%.

## REFERENCIAS

1. LEON, S., A. 1964. Estudios químicos y mineralógicos de diez suelos colombianos. *Agric. Trop.* 20: 442-451.
2. LOTERO, J. 1966. Métodos empleados para determinar el estado de fertilidad de los suelos. *Agric. Trop.* 21: 518-530.
3. LOTERO, J. y R. RODRIGUEZ. 1968. Características físicas y químicas de los suelos. Curso de suelos, pastos y ganadería para el Valle del Cauca. C.N.I.A. Palmira. Bol. Tec. N°4, p. 10-18.
4. LOTERO, J. 1966. Formas de fósforo en el suelo, fijación y aprovechabilidad. *Agric. Trop.* 22: 275-284.
5. MARIN, G. 1966. Algunos aspectos de análisis de suelos. I. Instrucciones para tomar muestras de suelos. *Agric. Trop.* 22: 175-182.
6. MARIN, G. 1966. Algunos aspectos de análisis de suelos. II. Tipo de análisis y procedimientos. *Agric. Trop.* 22: 255-262.
7. MARIN, G. y J.A. GOMEZ. 1966. Algunos aspectos del análisis de suelos. IV. La interpretación del análisis. *Agric. Trop.* 22: 368-379.
8. MARIN, G. y J.A. GOMEZ. 1966. Algunos aspectos de los análisis de suelos. V. Factores que deben tenerse en cuenta al hacer recomendaciones de fertilizantes y cal. *Agric. Trop.* 22: 426-432.

9. MARIN, G., J. NAVAS, J.A. GOMEZ. 1971. Recomendaciones tentativas de fertilizantes y cal para diversos cultivos de acuerdo al análisis de suelos: 2a. aproximación. En: Interpretación de análisis de suelos y recomendaciones de fertilizantes. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.
10. NAVAS, J., A.H. MANZANO, y A.C. McCLUNG. 1966. Algunos aspectos de análisis de suelos. III. Calibración de análisis. *Agric. Trop.* 22: 285-294.
11. TOBON, C., J.H. 1970. Como tomar una muestra de suelo. Bol. de Div. N<sup>o</sup>. 27. Instituto Colombiano Agropecuario.

ALGUNOS ASPECTOS IMPORTANTES PARA LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE  
PASTOS EN ZONAS TROPICALES

Jairo Correa V.

1. INTRODUCCION.

Existen en Colombia varias entidades (públicas y privadas) dedicadas a la producción comercial de semillas mejoradas de los principales cultivos agrícolas. Dichas semillas se obtienen mediante el uso de material genético de gran potencial productivo, de prácticas culturales altamente tecnificadas, de operaciones mecánicas especializadas y de un rígido control de la calidad por parte del estado. Todo ello ha hecho de esta actividad una industria bien organizada y con altos rendimientos económicos.

Contrasta lo anterior con la producción de semillas de pastos en nuestro país, ya que se trata de una actividad de orden secundario en la explotación ganadera, de carácter transitorio y muy poco tecnificada. Las consecuencias de esta situación son, entre otras, la baja calidad de la semilla que se expende en el comercio, el costo excesivo de la misma, la dificultad para conseguir cierta clase de semillas y las frecuentes pérdidas que sufren los usuarios de este insumo.

-----  
\* I.A., Ph.D. Universidad Nacional, Medellín

El sistema de producción que se sigue en Colombia consiste en que el ganadero separa un potrero de su finca y lo destina a la producción de semilla para su uso o para la venta, sin haber hecho ningún tipo de selección del material que está multiplicado, sin siquiera preparar adecuadamente el suelo, sin controlar malezas y menos aún, sin emplear técnica adecuada para cosechar, procesar y conservar su semilla. La actitud misma del ganadero que no se preocupa por producirla contribuye a agravar este problema, pues no exige calidad en la semilla que compra.

Afortunadamente, ya empieza a organizarse la producción de semilla de gramíneas y leguminosas, como una industria. Los primeros pasos los están dando algunos productores particulares de otros tipos de semillas y varias entidades del sector público. Aparte de producir semillas mejoradas y de organizar la industria, se hace necesario emprender una campaña de educación de los usuarios de este insumo, para dar así una solución adecuada al problema.

Aunque no se dispone de abundante información sobre producción y multiplicación de semillas de gramíneas y leguminosas en Colombia, el programa de Pastos y Forrajes del ICA ha hecho estudios de los diferentes aspectos importantes para la producción de semillas en ángleton (Dichanthium aristatum (Poir) Hubbard), puntero, (Hyparrhenia rufa, (Ness) Stapf.), guinea (Panicum maximum, Jacq.), Stylosanthes y Pueraria, principalmente. Dichos estudios sirven de base para un programa de producción de semillas podrán usar en un futuro próximo para la multiplicación de semilla con un alto grado

de pureza física y genética, y excelente poder germinativo y superar uno de los obstáculos más importantes para el establecimiento de nuevas praderas con pastos mejorados, la renovación de los que están envejecidos y agotados, y la obtención de semilla de buena calidad para las diversas zonas ecológicas del territorio nacional. También se podrán suprimir las importaciones de semillas de gramíneas y leguminosas para tierra fría, como son la avena forrajera., varios tipos de tréboles, la alfalfa, etc., no siempre de buena adaptación al medio tropical por lo corto del fotoperíodo en esta latitud.

## 2. ALGUNOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION.

### 2.1. MATERIAL GENETICO.

Es indispensable utilizar semillas de variedades mejoradas de alto rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades, que se adapten bien en la zona en donde se las va a cultivar; tengan un alto grado de pureza, buen porcentaje de germinación y que produzcan plantas vigorosas, en tal forma que se asegure el éxito de la siembra para que los pastos crezcan rápidamente. En esta forma podrá evitarse el establecimiento pobre de los pastos que origina plantas de escaso rendimiento, o lo que es peor tener que resembrar con las pérdidas consiguientes de tiempo, dinero y esfuerzos.

## 2.2. CONDICIONES CLIMATICAS.

Las regiones más adecuadas para la producción de semilla de pastos son aquellas en las que la precipitación se distribuye en períodos húmedos y secos, de tal manera que el pasto se siembre o se corte en período lluvioso y se coseche en época seca. Si la zona es seca durante casi todo el año, puede hacerse el cultivo siempre que se disponga de agua de riego. Así se podrá proveer de agua a las plantas durante los períodos críticos, especialmente de la floración y la formación de la semilla. Las frecuentes lluvias y en particular la humedad relativa alta parecen tener cierta relación con la presencia de algunas enfermedades que atacan las panículas y los flósculos en las gramíneas, y las vainas en las leguminosas. Si el tiempo es lluvioso durante la época de cosecha, además del peligro de las enfermedades habrá muchos problemas en la recolección, principalmente si esta es mecánica.

## 2.3. CONDICIONES EDAFOLOGICAS.

Es muy deseable utilizar un suelo fértil, con buen drenaje, pero con buena capacidad de retención de humedad, especialmente durante el período de floración y formación de la semilla. En suelos de mediana fertilidad o con deficiencia de algunos elementos nutritivos, la aplicación de fertilizantes ayuda a mejorar la producción. En Colombia, los suelos de clima frío son pobres en nitrógeno total, y se presentan en ellos deficiencias de nitrógeno aprovechable con

alguna frecuencia. Los de clima cálido son pobres en nitrógeno y de bajo contenido de materia orgánica a causa de la intensa actividad de los micro-organismos del suelo, principalmente.

Un exceso de nitrógeno en el suelo puede disminuir la producción de semillas, especialmente de leguminosas como el género Stylosanthes, en el que la maduración de las mismas es seriamente afectada. Una deficiencia de este elemento puede traducirse en una reducción drástica del desarrollo de los tallos florales.

La aplicación de fósforo es importante porque no solo es bajo en la mayoría de los suelos tropicales, sino porque contribuye decisivamente a la formación y maduración de las semillas.

Pueden esperarse buenos resultados con la aplicación de fertilizantes si esta se hace con conocimiento de las características físicas del suelo, las del cultivo (clase de pasto) y un análisis químico del suelo.

#### 2.4. PRACTICAS CULTURALES.

Tanto el cultivo en surcos como por el sistema de pradera permite obtener buenos rendimientos en calidad y cantidad de semillas. El primer método hace más fáciles las prácticas culturales, el control de malezas y la recolección mecanizada.

Las malezas pueden invadir el cultivo e impedir que crezca y produzca en buenas condiciones. Por ello es preciso planificar su control aún antes de sembrar el pasto. Las malezas pueden controlarse a mano, a máquina (guadañadora) o por medios químicos como los matamalezas, ya sea pre-emergentes o cuando éstas se encuentran en un período de crecimiento vigoroso. El adecuado control de malezas previene las mezclas de semillas en el momento de la cosecha.

No es aconsejable aplicar nitrógeno después de que las panículas han emergido, pues no es aprovechado por la planta y por consiguiente no es retributivo económicamente. En el momento de la siembra deben aplicarse 20 kilos de nitrógeno por hectárea y si se trata de un cultivo ya establecido, se recomienda aplicar la misma cantidad de este nutriente por hectárea y si se trata de un cultivo ya establecido se recomienda aplicar la misma cantidad de este nutriente por hectárea al comienzo del período de crecimiento. La forma de aplicación es al voleo para praderas y en bandas cercanas a las plantas si la siembra se hizo en surcos.

Si es preciso aplicar agua de riego y hay facilidad para hacerla, debe regarse preferencialmente durante la floración y cuando la semilla esté formándose. Sin embargo, en épocas de sequía siempre son convenientes los riegos porque mantienen un adecuado suministro de elementos nutritivos disponibles y el funcionamiento normal de la planta.

La altura del corte es en la mayoría de las gramíneas de 10 cm, aproximadamente. En el caso particular del pasto guinea (Panicum maximum) el corte debe hacerse a una altura superior a los 20 cm.

#### 2.5. FLORACION Y MADURACION DESUNIFORME.

Esta característica de la planta hace muy difícil determinar una fecha adecuada para la recolección. El madurar de las inflorescencias en forma descendente partiendo del ápice hacia abajo es típico de los pastos angleton, puntero, guinea, bahía (Paspalum notatum, Flugge), pequeño búfalo (Panicum coloratum L.) y otros. Una cuidadosa inspección de las panículas es necesaria para determinar el momento oportuno de cosecha.

En la Tabla 1 se da una lista de pastos con floración y maduración de la semilla desuniforme, bajo condiciones tropicales.

#### 2.6. PRODUCCION DE FLOSCULOS ESTERILES Y FLOSCULOS FERTILES PERO SIN SEMILLA.

La formación de flósculos estériles en las panículas es una característica de algunos pastos tropicales. Dichos flósculos poseen únicamente los órganos masculinos y no son, por consiguiente, capaces de producir semillas (cariópsides). Se pueden distinguir porque no tienen aristas como los flósculos fértiles. Los analistas de semillas las consideran como impurezas. En las panículas del pasto angleton se encuentran frecuentemente en un 50 por ciento del total de la semi-

TABLA 1. PASTO CON SEMILLA DE MADURACION DESUNIFORME EN COLOMBIA.

| Nombre Científico                        | Nombre Común           |
|--|------------------------|
| <u>Calopogonium mucunoides</u> , Desv.   | Calopo, rabo de iguana |
| <u>Centrosema</u> spp.                   | Bejuco de chivo        |
| <u>Chloris gayana</u> , Kunth            | Pasto rhodes           |
| <u>Clitoria ternatea</u> (L.) DNE        | Zapatico de reina      |
| <u>Dolichos lablab</u> L.                | Dolichos               |
| <u>Festuca arundinacea</u> Schreb.       | Festuca alta           |
| <u>Lolium multiflorum</u> Lam            | Raigras anual          |
| <u>Panicum antidotale</u> , Retz         | Pánico azul            |
| <u>Pueraria phaseoloides</u> (Roxb) Bent | Kudzú tropical         |
| <u>Sorghum alnum</u> , Parodi            | Sorgo alnum            |
| <u>Stizolobium deeringianum</u> , Bort   | Frijol terciopelo      |
| <u>Stylosanthes gracilis</u> H.B.K.      | Alfalfa del Brasil     |
| <u>Trifolium hybridum</u> , L.           | Trébol híbrido         |
| <u>Trifolium pratense</u> , L.           | Trébol rojo            |
| <u>Trifolium repens</u> , L.             | Trébol blanco          |
| <u>Vigna sinensis</u> (L) Endl.          | Caupi                  |

lla que compone una muestra tomada de las ramas. Lo anterior constituye un serio obstáculo para el adecuado procesamiento del material\*.

\* En este mismo pasto se ha observado que del 20 al 30 por ciento de los flósculos fértiles no poseen cariósido y son por ello también considerados como vanos.

Por esta razón es muy difícil conseguir en el mercado cantidades grandes de ciertas semillas tropicales, principalmente de los géneros Cenchrus, Chloris, Melinis, Paspalum y Dichanthium.

2.7. PRODUCCION DE SEMILLA CON MUY BAJO PODER GERMINATIVO O INFERTIL EN ALTO PORCENTAJE.

Este problema también es muy frecuente en varios pastos muy cultivados en Colombia, por lo cual deben ser multiplicados usando semilla vegetativa y a un alto costo. En la Tabla 2 se dan los nombres de los más conocidos.

2.8. CAIDA PREMATURA DE LA SEMILLA (Abscisión).

Es un proceso natural en muchas plantas productoras de semilla, que a menudo impide o limita seriamente la cosecha de semilla viable con fines comerciales. Este problema existe en muchos pastos importantes que se cultivan en regiones tropicales, semitropicales y templadas del mundo. Algunos de los más afectados en Colombia se dan en la Tabla 3. En varios de estos pastos las pérdidas por abscisión son tan grandes que alcanzan el 100 por ciento de la producción de semilla. En otros no son tan considerables pero de importancia económica si se piensa utilizar la semilla en cultivos comerciales. Por ejemplo, el pasto bahía pierde bajo condiciones experimentales el 75 por ciento de sus cariósides y el pasto pequeño búfalo (Kleigrass) un 90 por ciento bajo iguales condiciones. En cambio en el pasto

timoteo. la abscisión no reviste caracteres tan dramáticos porque la retención de la semilla en la planta hasta alcanzar completa madurez, fluctúa entre 80 y 90 por ciento, para cultivos comerciales.

TABLA 2. PASTOS CUYA SEMILLA ES DE MUY BAJO PODER GERMINATIVO O INFERTIL EN ALTO PORCENTAJE.

| Nombre Científico                           | Nombre Común       |
|---|--------------------|
| <u>Axonopus purpusi</u> (Metz) Chase        | Guarataro          |
| <u>Axonopus scoparius</u> (Flugge) Hitch    | Pasto imperial     |
| <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf.          | Braquiaria común   |
| <u>Brachiaria mutica</u> (Forsk) Stapf.     | Pasto pará         |
| <u>Cynodon dactylon</u> (L) Pers.           | Argentina          |
| <u>Dactylis glomerata</u> L.                | Pasto azul orchoro |
| <u>Dichanthium aristatum</u> (Poir) Hubbard | Pasto angleton     |
| <u>Digitaria decumbens</u> Stent            | Pasto pangola      |
| <u>Festuca elatior</u> L.                   | Festuca media      |
| <u>Hyparrhenia rufa</u> (Nees) Stapf.       | Puntero o yaragua  |
| <u>Paspalum dilatatum</u> , Poir            | Pasto dallis       |
| <u>Pennisetum purpureum</u> , Sch.          | Pasto elefante     |
| <u>Saccharum officinarum</u> , L.           | Caña forrajera     |

Son numerosos los factores ambientales que contribuyen a que las semillas se desprendan de las panículas antes de tiempo (temperatura, viento, granizo, etc.). Aunque los estudios para determinar las causas de la abscisión seminal en gramíneas son muy escasos, se ha comprobado que ella se debe a la formación de una zona de abscisión en la base de los flósculos, constituida por células parenquimatosas que impiden el movimiento de agua y elementos nutritivos hacia la semilla en formación. Se espera que este problema pueda ser resuelto en un inmediato futuro, mediante la aplicación de hormonas vegetales que eviten o inhiban el desarrollo de la zona de abscisión en un período temprano de la formación de las panículas.

#### 2.9. COSECHA.

Debe hacerse en una época determinada del año que permita una maduración lo más uniforme posible de la semilla. En pastos con época definida de floración la fecha de corte es determinante de la futura fecha de recolección. Si el pastoreo es permanente, la floración y la formación de las semillas serán irregulares, lo que dificulta la cosecha.

Si la mano de obra es abundante y barata la cosecha puede hacerse a mano, cortando la panícula y formando con ellas haces o manojos que se depositan en el lugar en donde se hará el secado. Algunos tipos de semillas pueden cosecharse con máquina (combinada), como es el caso del pasto negro (Paspalum plicatulum) haciendo algunos ajustes

en la corriente de aire y en las zarandas, en tal forma que sea posible hacer una separación de las semillas por tamaño o peso.

TABLA 3. PASTOS CULTIVADOS EN COLOMBIA EN LOS QUE LA CAIDA PREMATURA (Abscisión). DE LAS SEMILLAS ES FRECUENTE.

| Nombre Científico                        | Nombre Común            |
|--|-------------------------|
| <u>Echinochloa crusgalli</u> (L) Beauv.  | Liendra de puerco       |
| <u>Exophorus unisetus</u> (Presl.) Schl. | Hatico                  |
| <u>Panicum maximum</u> , Jacq.           | Pasto guinea            |
| <u>Phalaris arundinacea</u> , L.         | Pasto cinta             |
| <u>Phaseolus lathyroides</u> , L.        | Fríjol de los arrozales |
| <u>Teramnus uncinatus</u> , S.W.         |                         |
| <u>Trifolium dubium</u> , Sibth.         | Trebol dorado           |
| <u>Vicia angustifolia</u> , L.           | Veza común              |
| <u>Zornia diphylla</u> (L) Pers.         | Cargadita               |

Cualesquiera que sea el sistema usado para la recolección, deben tomarse las medidas necesarias para que las inflorescencias no queden expuestas al sol directamente, porque puede producirse un secamiento muy rápido que causa la pérdida de la viabilidad de las semillas. Es conveniente dejar a la sombra el material recién cosechado durante varios días y luego completar el secado al sol. Cuando

la semilla ya está lo suficientemente seca puede procesarse sin peligro de daño mecánico y almacenarse sin que sea atacada por hongos.

No es recomendable cosechar y dejar en el campo las inflorescencias formando pilas o montones, porque la temperatura puede exceder de los 40°C y causar la fermentación de la semilla, con la consiguiente disminución o pérdida de la capacidad germinativa\*.

El sistema de recolectar la semilla que ha caído al suelo, muy usado en algunas regiones de Colombia, aparte de ser dispendioso proporciona un material de calidad muy pobre, ya que la semilla puede estar constituida por flósculos infértiles en alto porcentaje y además mezclada con semillas de malezas, tierra, pedazos de hojas y tallos, etc., impurezas difíciles de separar aún por medios mecánicos.

#### 2.10. PERIODO DE REPOSO.

Se presenta normalmente en la semilla de muchos pastos tropicales, principalmente en gramíneas. Las causas de este fenómeno son variadas, pero en el caso de las gramíneas se sabe que puede atribuirse en muchos casos a impermeabilidad de los tegumentos al oxígeno atmosférico. Para los pastos angleton, guinea y puntero el mayor porcentaje de germinación se obtiene entre 190 y 218 días, 160 y 189 días, 100 y 129 días después de la cosecha, respectivamente. En los pastos de clima frío, la máxima germinación se obtiene dos meses después de la cosecha.

\* Dennis Purcell. Comunicación personal. 1972.

De acuerdo con la literatura existente, es una característica de muchas especies de gramíneas, en los que el grado y persistencia pare estar relacionado con la historia agrícola de las mismas. Es muy profundo en las de poca importancia agrícola o que solo recientemente han sido incorporadas a ella y es muy corto, en las especies que han sido cultivadas por largo tiempo y mejoradas genéticamente, como es el caso de los cereales, en los que constituye una característica varietal. De todas maneras, el período de reposo en estas últimas es muy corto y menos complicado que en muchos pastos silvestres o el de varios pastos cultivados intensamente.

Cualquiera que sea el tipo de reposo, la condición de descanso en la semilla decrece progresivamente a medida que pasa el tiempo después de la cosecha. Los cambios que se suceden con posterioridad a la cosecha se denomina "post-maduración" y el tiempo requerido de pos-maduración varía de seis a ocho semanas en los cereales y hasta cinco años, aproximadamente, en algunos pastos.

El período de reposo en los pastos ha sido investigado extensamente desde 1881 y se han encontrado métodos para romperlo, lo que implica el poder entender más científicamente el problema y evitar los largos períodos de almacenaje necesarios para romper los post-maduración. Algunos de los resultados obtenidos con estos trabajos son:

1. Se ha sugerido que uno de los factores condicionalmente más importante en el reposo de semillas de Digitaria

- sanguinalis es una restricción del intercambio gaseoso por los tegumentos. En una atmósfera con alta concentración de oxígeno (40 - 60 por ciento) el porcentaje de germinación se aumentó notablemente.
2. En pastos del género Agropyron se logró estimular la germinación rompiendo los tegumentos, eliminando una pequeña porción de la parte distal de las cariósides y haciendo perforaciones en los tegumentos cuando eran muy suberizados.
  3. En Sorghum halepense L. Pers. bastó un tratamiento con ácido sulfurico concentrado durante treinta minutos para superar el período de reposo, al igual que en Cynodon dactylon y en Paspalum notatum Flugge.
  4. La luz es un estimulante de la germinación de semillas en reposo, como se ha comprobado con Poa pratensis, Eremocloa sphiuroides y Agrotis tenuis.
  5. Un tratamiento con temperaturas bajas seguido por germinación a 15 - 20°C produjo un aumento considerable en la germinación del Dactylis glomerata.

En numerosas especies de leguminosas el período de reposo es causado por la impermeabilidad de los tegumentos al agua. Este problema es muy frecuente en los géneros Trifolium, Melilotus, Medicago

Lotus, Vicia, Lathyrus, Glycine, Phaseolus y Pisum. En Melilotus existe una región de los tegumentos impermeable al agua, formada por una capa de células compactas y fuertemente suberizadas. Recientemente se ha comprobado que la impermeabilidad en semillas pequeñas de leguminosas está condicionada por una fisura en el hilum que actúa a la manera de una válvula higroscópica, que se abre en menos de un minuto cuando está rodeada de aire seco y se cierra con igual rapidez cuando el aire es húmedo.

Existen varios métodos para obviar este problema, entre ellos el uso de agua caliente, la escarificación física y con ácidos, el calor y el enfriamiento rápido a muy bajas temperaturas.

#### 2.11. METODOLOGIA DE LA PRODUCCION DE SEMILLA.:

El estudio de la Tabla 4, en la que se da información del ICA sobre producción de semilla de algunos pastos cultivados en nuestro país, indica claramente que mediante el establecimiento de campos destinados a la producción de semilla exclusivamente las producciones que se obtienen en la actualidad tanto en gramíneas como en leguminosas.

Además de un estudio sobre diversas prácticas culturales en las zonas ecológicas más apropiadas para el cultivo de pastos, los programas de producción de semillas deben incluir otros aspectos importantes como son los puramente fisiológicos (madurez fisiológica, fotoperíodo, abscisión, período de reposo, etc), los de procesamiento

y tratamiento con fungicidas e insecticidas, los de vigor y viabilidad bajo diversas condiciones de almacenaje, etc.

#### 2.12. PROCESAMIENTO.

Las labores de este importante proceso puede decirse que no se llevan a cabo en Colombia, principalmente en las semillas de gramíneas, ya que se las vende sin empacar, limpiar, clasificar, tratar, etc. o sea que no ofrecen garantía alguna para el comprador ni por su calidad ni por el tiempo que han permanecido en los depósitos de los vendedores.

La limpieza puede hacerse a mano, usando para ello cedazos o zarandas después de haber sumergido la semilla en agua y haber removido (por flotación) los materiales grandes y livianos. También puede llevarse a cabo usando máquinas especializadas y costosas unas o sencillas, a base de aire otras.

#### 2.13. ALMACENAMIENTO.

Cada especie exige un período de almacenamiento debido al fenómeno fisiológico del reposo o post-maduración que presentan muchas gramíneas y leguminosas. Las semillas de guinea, angleton, puntero, pasto negro, gordura y buffel tienen bajo potencial germinativo recién cosechadas.

TABLA 4. PRODUCCION DE SEMILLA EN ALGUNOS PASTOS CULTIVADOS EN COLOMBIA. (kg/Ha/Cosecha).

| <u>Nombre Científico</u>     | <u>Nombre Común</u>            | <u>Producción</u> |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| <u>Agrotis alba</u>          | Agrotis cundidoña              | pocas semillas    |
| <u>Anthoxanthum odoratum</u> | Pasto oloroso                  | abundante         |
| <u>Bromus catharticus</u>    | Pasto rescate                  | 250 - 700         |
| <u>Dichanthium aristatum</u> | Angleton                       | 200 - 300         |
| <u>Festuca arundinacea</u>   | Festuca alta                   | 100               |
| <u>Festuca elatior</u>       | Festuca media                  | 11                |
| <u>Hyparrhenia rufa</u>      | Puntero o yaragua              | 277               |
| <u>Lolium multiflorum</u>    | Raigras anual                  | 441               |
| <u>Melinis minutiflora</u>   | pasto gordura o yaragua peluda | 280               |
| <u>Panicum maximum</u>       | Guinea                         | 165               |
| <u>Paspalum plicatum</u>     | Pasto negro                    | 600 - 800         |
| <u>Paspalum notatum</u>      | pasto bahía                    | 224 - 336         |
| <u>Sorghum vulgare</u>       | sorgo forrajero                | 1.200             |

Es muy difícil almacenar semillas de pastos en el trópico, debido principalmente a la humedad relativa alta de muchas zonas durante el invierno. Cuando la semilla ha sido cosechada oportunamente y ha sido procesada, puede almacenarse en climas secos (temperatura baja y baja humedad relativa) preferentemente.

Antes de comprar cantidades grandes de semilla es muy deseable que el ganadero obtenga una muestra representativa y haga efectuar una prueba de calidad de la misma en un laboratorio para pruebas de semilla del ICA o de la Caja Agraria. Dicha prueba debe incluir el grado de pureza y el potencial de germinación. El registro del tiempo que lleva de cosechada la semilla es muy importante.

## REFERENCIAS.

1. ALARCON, E.; J. LOTERO y L. ESCOBAR. 1969. Producción de semillas de los pastos angleton, puntero y guinea. Agr. Trop. 25 (4): 207 - 215.
2. CARMONA, C. 1974. Producción de semillas de pastos, gramíneas y leguminosas. Curso sobre tecnología y producción de semillas. Medellín. Ministerio de Agricultura de Colombia. ICA.
3. COEHLO, R.C. 1971. Seed dormancy in gramineae. Unpublished Seminar. Mississippi State University, Miss. U.S.A. 10 p.
4. CORREA, J. 1973. Anatomical studies of seed shattering in bahiagrass (Paspalum notatum Flugge) and Klinggrass (Panicum coloratum L.) Dissertation. Mississippi State University, Miss. U.S.A. 61 p.
5. CORREA, J. 1972. Seed shattering in tropical grasses. Unpublished data. Mississippi State University, Miss. U.S.A. 12 p.
6. CROWDER, L.V. 1958. Iniciación de la investigación de pastos y forrajes en Colombia. Agric. Trop. 14 (2): 93 - 100.

7. DELOUCHE, J.C. 1964. Notes on seed dormancy! A general discussion. Mississippi State University, Miss. U.S.A.
8. DELOUCHE, J.C. and NGUYEN, N.T.s.f. Methods for overcoming seed dormancy in rice. Mississippi Agr. Exp. Sta. Journal Paper No. 1219. p 42 - 49.
9. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1966. Curso de pastos y ganadería. Cereté (Córdoba). Ministerio de Agricultura de Colombia 115 p.
10. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1971. Gramíneas y leguminosas forrajeras en Colombia. Manual de Asistencia Técnica No. 10. 327 p.
11. JOLLIFF, G. y J. SANCHEZ. 1971. Trabajos en semillas. Ministerio de Agricultura de Colombia. ICA 72 p. (Mimeógrafo).
12. LOTERO, J. 1972. Producción de semilla de pastos. ICA. Curso de Utilización de los Forrajes Tropicales. Turrialba, Costa Rica 21 p.
13. LANZ, M.A. 1974. Seed development and maturation in guineagrass (Panicum maximum) M.S. Thesis, Mississippi State University. Miss. U.S.A. 95 p.

14. PJIPPS, R.H. 1973. Methods of increasing the germination percentage of some tropical legumens. Tropical Agriculture (Trinidad) 50 (4): 291 - 296.
  
15. SANCHEZ, J. y L. LOTERO. 1972. Producción de semilla de pastos. En: ICA Curso de Pastos y Forrajes. 192 - 215.
  
16. VILLAMIZAR, F. y H. CHAVERRA. 1969. Producción de semilla de pastos de clima frío. Agric. Trop. 25 (11): 733 - 735.

## CONSERVACION DE FORRAJES

Luis E. Méndez M.  
Gustavo Herrera P. \*

## INTRODUCCION.

La explotación de bovinos en Colombia debe pasar del sistema extensivo a un sistema intensivo, ya que es un renglón de importancia económica para el país y porque abarca más del 30 por ciento de la superficie.

Por otra parte la población bovina y su índice de crecimiento, indican que en poco tiempo el país tendrá más de 26 millones de cabezas, con un mayor potencial de producción.

La alimentación a base de forrajes, que en la mayoría de los casos son de baja calidad debido a su bajo contenido de nutrimentos y baja digestibilidad, tendrá que convertirse en alimento adecuado para la producción animal eficiente y económica.

Los pastos de corte producen más alimento por unidad de superficie y manejados adecuadamente tienen un alto valor nutritivo y están en capacidad de alimentar un mayor número de animales. Las especies de pastoreo, al igual que las de corte pueden almacenarse para épocas de escasez.

---

\* M.V.,M.S. Director Programa de Ganado de Leche, CNIA Tibaitatá. I.A. Universidad Nacional, Medellín, Respectivamente.

Los sistemas de conservación de forraje permiten mantener estable la producción animal durante todo el año.

En el trópico existen condiciones más o menos definidas de clima. En las épocas de alta precipitación el pasto crece en forma abundante y durante la época de sequía el crecimiento disminuye. Lógicamente durante esta última disminuye la producción animal, y por tanto, es imperativo la adopción de sistemas de conservación de forrajes y la transformación de éstos con el objeto de mantener el suministro de alimento de buena calidad.

El presente artículo tiene por objeto hacer una síntesis sobre los sistemas de conservación de forrajes lo cual contribuye a mantener una producción animal constante a través de todo el año.

#### Sistemas de Conservación de Forrajes.

Por conservación de forrajes se entiende su almacenamiento, sea en verde o transformado, con el objeto de mantener un suministro regular y lograr una producción animal constante.

La conservación en verde se refiere al mantenimiento de la planta en el campo para su utilización en épocas de escasez.

Los forrajes transformados para su conservación se dividen en: ensilado, henificado, paletizado.

Las ventajas y desventajas de la conservación de forrajes son :

1. Se tiene alimento disponible durante todo el año.
2. Permiten un uso más racional del suelo
3. Se asegura una mayor rentabilidad de la empresa.

Como desventajas pueden mencionarse :

1. Requiere mayor dotación de equipos e instalaciones
2. Requiere de una programación más precisa.
3. Requiere la selección de pastos apropiados.

#### Cosechas que se pueden conservar.

Entre los criterios que se deben considerar al elegir el pasto que se va a ensilar están: 1) Relación tallo-hojas; 2) Hábito de crecimiento; 3) Período vegetativo y volumen de producción.

Cualquier planta puede ensilarse pero generalmente se prefieren; 1) Pastos de alto rendimiento; 2) Hortalizas-papa-maíz; 3) Subproductos de cosechas.

En la Tabla 1 se presentan las principales gramíneas y leguminosas que comúnmente se usan para ensilar.

#### Ensilado.

Método general de conservación de los productos agrícolas que consiste en colocarlos en silos. El silo está constituido por una cavidad abierta en el suelo o por un depósito cerrado o descubierto.

TABLA 1. Gramíneas y leguminosas más comunes para ensilar en el trópico.

| Nombre común     | Nombre científico            | Adaptación<br>m.s.n.m. | Forraje verde<br>ton/Ha./año. |
|------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Braquiaria       | <u>Brachiaria decumbens</u>  | 0 - 2.200              | 125                           |
| Rescate          | <u>Bromus catharticus</u>    | 0 - 1.800              | 150                           |
| Pará             | <u>Brachiaria mutica</u>     | 1500 - 3100            | 150 a 200                     |
| Buffel           | <u>Cenchrus ciliaris</u>     | 0 - 2.000              | 125                           |
| Rhodes           | <u>Chloris gayana</u>        | 1000 - 2000            | 110                           |
| Azul orchoro     | <u>Dactylis glomerata</u>    | 1500 - 3100            | 60 a 100                      |
| Angleton         | <u>Dichanthium aristatum</u> | 0 - 200                | 100 a 150                     |
| Festuca alta     | <u>Festuca arundinacea</u>   | 1800 - 3200            | 96 a 120                      |
| Raigrás anual    | <u>Lolium multiflorum</u>    | 2000 - 3200            | 100 a 175                     |
| Guinea           | <u>Panicum maximum</u>       | 0 - 1800               | 160 a 170                     |
| Elefante*        | <u>Pennisetum purpureum</u>  | 0 - 2.200              | 200 a 300                     |
| Caña forrajera   | <u>Saccharum officinarum</u> | 0 - 200                | 300                           |
| Maíz*            | <u>Zea maiz</u>              | 0                      |                               |
| Sorgo forrajero* | <u>Sorghum vulgare</u>       |                        |                               |
| Pasto sudán      | <u>Sorghum sudanense</u>     | 0 - 1500               | 250                           |
| Alfalfa*         | <u>Medicago sativa</u>       | 2000 - 3000            | 80                            |
| Kudzú            | <u>Pueraria phaseoloides</u> | 0 - 2000               | 55                            |
| Trébol rojo      | <u>Trifolium pratense</u>    | 2000 - 3000            | 65                            |
| Trébol blanco    | <u>Trifolium repens</u>      | 1800 - 3200            | 55                            |

\* Especies más recomendables.

edificado sobre el suelo, puede ser igualmente un montón de productos colocados sobre el nivel del terreno, etc. El procedimiento se aplica a todos los productos agrícolas; Granos, raíces, tubérculos, forrajes verdes: en todos los casos se trata de operar de tal manera que la conservación sea lo más perfecta posible, procurando que se produzcan las mínimas modificaciones en la sustancia de los productos ya que estas modificaciones corresponden siempre a pérdidas de elementos útiles.

Es esencial comprender los cambios que sufre el producto agrícola antes de surgir del silo convertido en ensilaje, para poder preparar con regularidad y bajo condiciones muy diferentes de humedad o madurez ensilaje de alto contenido de proteína y carbohidratos, a partir de diferentes forrajes.

El proceso consiste en una fermentación y el arte de ensilar bien, estriba en controlar dicha fermentación, dentro de límites bastante estrechos.

El ensilado es en realidad lo inverso de un proceso de síntesis pues en él, los carbohidratos son desgradados para formar dióxido de carbono y ácidos orgánicos y las proteínas son reducidas a aminoácidos. Este proceso degradativo se denomina fermentación y es llevado a cabo en parte por las plantas y sobre todo por la acción de las bacterias.

Cuando se coloca en el silo un forraje verde las células de las plantas aún están vivas y por lo tanto respiran. En este proceso el oxígeno es utilizado para oxidar carbohidratos presentes en el material ensilado con la consecuente formación de  $\text{CO}_2$ , agua y liberación de energía, esto último trae como resultado la elevación de temperatura del producto ensilado. En los casos de gran contenido de oxígeno por penetración de éste silo o por mala compactación del ensilaje, se desarrollan altas temperaturas ( $56^\circ\text{C}$  .  $62^\circ\text{C}$ ), lo cual se traduce en pérdidas de carbohidratos y baja digestibilidad de la proteína por sobrecalentamiento. Por consiguiente debe evitarse altas penetraciones de aire para poder obtener temperaturas no mayores de  $40^\circ\text{C}$ , debido a temperaturas de este tipo y al agotamiento del aire retenido en la masa de células vegetales mueren y entonces tienen lugar los cambios bacterianos.

Una vez muertas las células vegetales los carbohidratos, proteínas y grasas tienden a difundirse a través de la masa ensilada, las bacterias existentes secretan enzimas que atacan especialmente a los carbohidratos con el fin de reducirlos a sustancias más simples; siendo los productos más importantes ácido láctico, acético y butírico. De estos ácidos el dominante en un buen ensilaje es el láctico que generalmente constituye del 0,5 a 1,5 por ciento del peso del producto en fresco.. Temperaturas entre  $26^\circ\text{C}$  y  $38^\circ\text{C}$  favorecen el tipo de fermentación láctico. Con temperaturas superiores a  $40^\circ\text{C}$ , el ensilaje puede tener un fuerte olor a ácido butírico, favorecido por alto porcentaje de bacterias formadoras de este ácido, que a más

de los olores desagradables son las encargadas de secretar enzimas que descomponen las proteínas en aminoácidos y amoníaco. Los fermentos activos son aerobios y actúan con preferencia entre 18°C y 25°C e igualmente una gran humedad favorece su acción.

#### Factores que afectan la calidad del ensilaje.

Entre estos pueden mencionarse : 1) Humedad de las plantas; 2) Contenido de carbohidratos; 3) Temperatura y 4) Longitud de trozos.

#### Clase de silos.

a) Aéreos o de torre : Son verticales, construídos con diferentes materiales como concreto, ladrillo, bloque, madera y/o láminas metálicas. Tienen techo para una buena protección contra las lluvias. En relación con otros silos permiten obtener una mejor calidad del producto por su buena compactación, menores pérdidas superficiales y periféricas pero a su vez estos silos son más costosos en su construcción y en su mecanismo, pues requieren maquinaria más complicada para llenarlos y vaciarlos.

b) Subterráneos : Construídos en su totalidad dentro de la tierra, recubiertos unas veces otras nó, cuando lo están, se hace con madera, ladrillo o concreto, cuando nó, las pérdidas superficiales son mayores. Se necesita como regla básica que sea construído en la ladera, para obtener buen drenaje, de lo contrario fracasa.

- c) Semi-aéreos : Una parte en la tierra y otra nó. Suelen usarse en la construcción los mismos materiales descritos para el anterior.
- d) A nivel del suelo : Bunker, silos largos construídos sobre el suelo, usando los mismos materiales. Se disponen a manera de dos muros o paredes paralelas separadas y ligeramente inclinadas.
- e) De montón : Sin utilizar ningún tipo de construcción, se pueden hacer directamente sobre la tierra o sobre una tela asfáltica o sobre un piso de concreto, puede cubrirse con plástico, tamo y/o tierra.

#### Llenado, Apisonado y Cubierta del Silo.

En los silos construídos a nivel del suelo (Bunker y de Montón) o los silos subterráneos o de trinchera, el forraje cosechado y picado se echa directamente al piso del silo o sobre las capas de material ya apisonado.

Para llenar los silos de torre se necesita de un elevador de forraje, lo cual hace más dispendiosa la labor y más costoso el ensilaje.

El material debe repartirse en capas uniformes a medida que se está cargando, sin esperar volúmenes muy grandes para apisonar, lo cual dificulta la buena compactación y la expulsión de aire de la masa ensilada.

Se debe dar especial atención a la compactación del material para asegurar una buena fermentación, por lo tanto después de nivelar cada carga de forraje debe apisonarse usando para tal efecto y según la clase de silo: tractor, yuntas de bueyes o caballos, obreros y pisones, etc.

Finalmente es muy aconsejable cubrir el material ensilado con el objeto de reducir las pérdidas debidas al aire y al agua. Puede hacerse con teja plástica, costales y tierra, tamo y tierra, etc.

Aproximadamente a las dos o tres semanas después de tapado el silo puede empezar a ser utilizado. El producto debe retirarse en capas uniformes comenzando en los silos horizontales por uno de los extremos y en los verticales por la parte superior.

#### Aditivos y Preservativos

Los forrajes con bajo contenido de carbohidratos, tales como los pastos y las leguminosas, productos con niveles superiores de 75 por ciento de humedad y/o productos con niveles inferiores al 65 por ciento, requieren algunos productos aditivos como maleza, maíz molido de 3<sup>a</sup>, tusa molida, etc. para corregir la humedad ó aumentar el contenido de carbohidratos, y a su vez asegurar una buena fermentación del material ensilado. Cuando la humedad es mayor del 75 por ciento, se hará adición de 5 a 7 kg. de melaza y 100 kg. de grano por tonelada de forraje verde; se puede adicionar también 50 a 70 kg. de tusa de maíz molido y 10 kg. de melaza.

Si la humedad del forraje es más baja del 68 por ciento se puede utilizar una dilución de melaza y agua adicionando 15 kg. por tonelada de forraje verde.

Para productos agrícolas de bajo contenido de carbohidratos se requieren 5 y 10 kg. de melaza o de 50 a 100 kg de grano por tonelada de forraje; la adición de melaza no se hace únicamente para mejorar el contenido de carbohidratos o para corregir niveles de humedad sino también para mejorar el gusto mismo del producto o para mejorar el valor nutritivo.

En estudios hechos al respecto se encontró que con la aplicación de melaza a las gramíneas ensiladas, tuvieron una alta digestibilidad de la materia seca, e igualmente las vacas alimentadas con el ensilado que poseía melaza mejoraron significativamente sus rendimientos de leche y de materia grasa de la leche.

Aunque los preservativos aparentemente son beneficiosos, se ha demostrado que se logra un buen ensilaje sin necesidad de usarlos, siempre y cuando se consideren los siguientes puntos, puramente mecánicos o de manejo :

1. Cosechar en el momento apropiado buscando siempre una humedad de 73%.
2. Hacer un corte fino y uniforme (1.5 a 2 cm).
3. Rapidez en la carga del silo.
4. Eficiencia de la expulsión de aire con un buen apisonamiento.
5. Agregar aditivos si el forraje lo requiere.

6. Cubrir adecuadamente el silo.

Teniendo en cuenta los anteriores puntos se puede estar seguro que las pérdidas del material ensilado han de ser mínimas. Lógicamente que las pérdidas por putrefacción externa o superficial son mayores en los silos horizontales que en los verticales, pero se pueden reducir a un mínimo con buen sellado.

Calidad del Ensilaje.

La calidad del ensilaje se puede medir o evaluar por su olor, color, valor nutritivo, gustosidad, rendimiento, productividad, pH, contenido de nitrógeno amoniacal y ácidos.

Las características de un buen ensilaje contra las de un mal ensilaje se pueden apreciar en la Tabla 2.

Existen algunos correctivos que mejorarían la calidad misma del ensilaje pero que en nuestro medio es difícil y demasiado costoso su uso.

Pérdidas Durante el Ensilado

La naturaleza de las pérdidas que se producen durante el ensilaje pueden clarificarse en tres grupos principales : 1) Pérdida en el campo; 2) Pérdidas en el silo por respiración (aerobias) y 3) Pérdidas por fermentación (anaerobias).

TABLA 2. Comparación entre un buen ensilaje y un mal ensilaje.

|                     | Ensilaje de buena calidad | Ensilaje de mala calidad       |
|---------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Acido acético *     | 1,5                       | 3,0                            |
| pH                  | 4,0                       | 5,5                            |
| Acido láctico       | 8,5                       | 1,1                            |
| Acido acético       | 1,5                       | 3,0                            |
| Nitrógeno amoniacal | 1,0                       | 4,0                            |
| Color               | verde amarillento         | negro                          |
| Olor                | agradable                 | podrido, fecal ó avinagrado.   |
| Apariencia          | ausencia hongos           | presencia hongos.              |
| Humedad             | 68%                       | mayor del 71% y menor del 65%. |
| Sabor               | agradable                 | no aceptado por el ganado      |

\* Porcentaje en materia seca.

#### 1. Pérdidas en el campo.

Las pérdidas se consideran mínimas cuando los forrajes se ensilan el mismo día de su corte, y tras un período de desecación de 24 horas cabe esperar que no se pierda más del 1 a 2% de la materia seca.

## 2. Pérdidas en el Silo por Respiración.

Es preciso alcanzar unas condiciones anaeróbicas lo más rápidamente posible si se desean mantener mínimas las pérdidas. La actividad de las enzimas vegetales persisten mientras en el silo continúan las condiciones anaerobias y el pH no sufra drásticos cambios. El aumento de temperatura que se aprecia en la masa ensilada depende de la tasa de respiración, grado de aislamiento en el silo y color específico del producto ensilado. Por desgracia no es fácil determinar las pérdidas atribuidas a la respiración y con frecuencia se atribuyen a las originadas por la fermentación.

## 3. Pérdidas por Fermentación.

Las pérdidas por fermentación en un sentido riguroso, son las originadas por la actividad del microorganismo que se desarrolla en condiciones anaerobias. Las pérdidas originadas por la fermentación dependerán del contenido de materia seca del producto ensilado. Si el forraje ensilado ha sido desecado, quedará inhibida la fermentación con un pH más elevado que si ha sido ensilado un forraje fresco.

### Consumo de Ensilaje

En la Tabla 3 se incluye algunos datos sobre el consumo de ensilaje por animales de raza Holstein.

Teniendo en cuenta los anteriores consumos se pueden hacer al-

TABLA 3. Consumo diario aproximado del bovino de razas según su estado productivo y edad.

| Animal              | Cantidad mínima<br>g. | Cantidad máxima<br>kg. |
|---------------------|-----------------------|------------------------|
| Vacas productivas   | 30                    | 50                     |
| Vacas secas         | 30                    | 40                     |
| Novillas de 360 kg. | 25                    | 35                     |
| Novillas de 300 kg. | 20                    | 25                     |
| Terneras de 5 meses | 9                     | 13                     |
| Novillas y toretes  | 20                    | 35                     |

gunos cálculos o estimativos : Area de cultivo, capacidad del silo, consumo diario y/o mensual, capacidad de carga, etc.

Ejemplo :

Suponiendo que un ganadero quiere alimentar : 55 vacas en ordeño ; 7 vacas secas; 20 novillas en gestación; 10 novillas pequeñas y 3 toros, un total de 95 animales : Preguntas

Cuánto ensilaje necesitaré para todo el año, para sostener el ganado a base de ensilaje?.

Cuánto ensilaje necesitaré para un período de 5 meses, tiempo de escasez de pasto?.

Qué área necesitaría en sorgo forrajero calculando una producción/ hectárea por año de 300 toneladas?.

Qué volumen debe tener los silos en cada caso?.

Respuestas :

Cantidad de ensilaje sorgo forrajero necesario para un año.

| Número de animales    | Consumo diario<br>'por Ha./kg) | Consumo diario<br>total (kg) | Consumo/año<br>(kg) |
|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------|
| 55 vacas en ordeño    | 50                             | 2.750                        | 1.003.750           |
| 7 vacas secas         | 40                             | 280                          | 102.200             |
| 20 novillas gestantes | 30                             | 600                          | 219.000             |
| 10 novillas pequeñas  | 20                             | 200                          | 73.000              |
| 3 toros               | 30                             | 90                           | 32.850              |
| Totales               |                                | 3.920                        | 1.430.800           |

Cantidad aproximada 1.431 toneladas

10% margen seguridad 143 toneladas

Total - Año. 1.574 toneladas

Cantidad de ensilaje sorgo forrajero para 150 días, época de escasez  
consumo/día por 150 días.

$3.920 \times 150 = 588$  toneladas

Cantidad aproximada 588 toneladas

10% margen de seguridad 58 toneladas

Total para 150 días 646 toneladas.

Area necesaria para obtener el forraje verde para producir el ensilaje calculado.

Cantidad de ensilaje para 1 año 1.574 toneladas.

Cantidad de forraje verde para producir este ensilaje descontando la pérdida de líquidos.

$$1.574 + 15\% = 236$$

$$1.574 + 236 = 1.810$$

$$\text{Area} = \frac{\text{Cantidad de forraje verde}}{\text{producción Ha.}} = \frac{1.810 \text{ toneladas}}{300 \text{ ton./Há.}}$$

$$\text{Área} = \frac{1.810}{300} = 6.03 \text{ hectáreas.}$$

$$\text{Capacidad de carga} = \frac{\text{Nº de animales}}{\text{Nº de hectáreas}} = \frac{95}{6.03} = 15.75 \text{ animales/Ha.}$$

### Volumen de los silos

$$\text{Volumen de silos cilíndricos} = \frac{\text{Diámetro} \times \text{diámetro}}{4} \times 3.14 \times \text{altura}$$

Volumen de silos Bunker, trinchera, monton =

$$\frac{\text{Ancho superior} + \text{inferior}}{2} \times \text{altura} \times \text{largo}$$

Capacidad en toneladas de los silos cilíndricos

$$\frac{\text{Forraje verde} \times 1.000}{\text{Densidad del forraje}}$$

Capacidad en toneladas de los silos Bunker, trinchera y/o de montón

$$\frac{\text{Forraje verde} \times 1.000}{\text{Densidad del forraje}}$$

La densidad por metro cúbico en los silos horizontales es un poco más baja que en los silos de torre cilíndricos. Tenemos como promedio en un silo horizontal de dimensiones normales (ancho superior 4.2 m. ancho inferior 3.0 m. y altura 2.4 m.) 510 kg. por metro cúbico.

TABLA 4. Peso del ensilaje asentado, por metro cúbico, a una profundidad determinada cuando el silo de torre ha sido llenado con maíz con una humedad de 72% (gramíneas, leguminosas o mezclas, pesan cinco o diez % más).

| Profundidad metros | Peso promedio/metro <sup>3</sup> (kg) |
|--------------------|---------------------------------------|
| 0.3                | 284                                   |
| 1.5                | 507                                   |
| 3.0                | 611                                   |
| 4.5                | 664                                   |
| 6.0                | 710                                   |
| 7.5                | 740                                   |
| 9.0                | 760                                   |
| 10.5               | 778                                   |
| 12.0               | 794                                   |
| 13.5               | 807                                   |
| 15.0               | 818                                   |

Por lo general para esta clase de silos se toma una densidad de 664 kg. m<sup>3</sup> (altura del silo promedio de 9 m.).

Teniendo en cuenta lo anterior y para resolver el supuesto problema se necesitará lo siguiente :

Cantidad de forraje verde necesario

1.810 toneladas

Densidad promedio del forraje

664 Kg/m<sup>3</sup>

Capacidad o volumen del silo =

Forraje verde x 1.000

Densidad forraje

1.810 x 10.000 =

664

2.725 m<sup>3</sup>

Debe construir silos cilíndricos con un volumen de 2.725 m<sup>3</sup>, se debe tener en cuenta que la altura no debe ser inferior a dos veces la longitud del diámetro, ni 4 veces superior. Un silo cilíndrico o torre normal tiene diámetros entre 5 y 6 metros, de donde se obtienen bases entre 19.625 m<sup>2</sup> y 28.620 m<sup>2</sup>, según los siguientes cálculos :

$$\text{Superficie} = \frac{\text{Diámetro} \times \text{diámetro}}{4} \times 3.14$$

$$\text{1er. caso} \quad \text{Superficie} = \frac{5 \times 5}{4} \times 3.14 = 19.625 \text{ m}^2$$

$$\text{2º. caso} \quad \text{Superficie} = \frac{6 \times 6}{4} \times 3.14 = 28.620 \text{ m}^2$$

Para obtener las alturas respectivas tenemos altura =  $\frac{\text{Volumen}}{\text{Superficie}}$

$$\text{1er. caso} \quad \text{Altura} = \frac{2.378}{19.625} = 121.63$$

$$\text{2º. caso} \quad \text{Altura} = \frac{2.378}{28.620} = 84.47$$

Como no es posible hacer silos de estas alturas, habría que hacer varios silos con dimensiones normales; en el primer caso podríamos tener 10 silos de las siguientes dimensiones :

Diámetro 5m.

Altura 12.17m.

$$\text{Volumen un silo} = \frac{5 \times 5}{4} \times 3.14 \times 12.17 = 238.8 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 238.8 \times 10 = 2.388 \text{ m}^3$$

En el segundo caso podríamos construir 6 silos de las siguientes dimensiones :

Diámetro 6 m.

Altura 14.09 m.

$$\text{Volumen silo} = \frac{6 \times 6}{4} \times 3.14 \times 14.09 = 398.18 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 398.18 \times 6 = 2.389 \text{ m}^3$$

Como es lógico suponer, en cualquiera de los dos sistemas, el costo sería muy elevado, por lo tanto sería aconsejable construir la mitad del número de silos, puesto que no es necesario tener más de acuerdo a los cortes que se hagan en el cultivo y a los gastos de la explotación.

Para silos de otro tipo se deben aplicar las fórmulas geométricas necesarias para llegar al volumen necesario de la granja. Igualmente se debe tener en cuenta las densidades del forraje para cada tipo de silo.

### Henificado

La henificación fue el primer proceso ideado por el hombre para conservar parte de los forrajes verdes sobrantes con el fin de utilizarlos durante los meses de escasez. Los forrajes en estado fresco contienen alrededor del 80% de humedad y cuando ésta se reduce a un 15 o 20% mediante el desecado, puede almacenarse en forma de heno sin

BIBLIOTECA DE COLOMBIA

riesgo de que se deteriore siempre que, naturalmente se proteja de la lluvia. La sencillez del proceso convierte a la henificación en el principal método de conservación de forrajes.

Desafortunadamente los resultados que se pueden obtener dependen en gran parte de las condiciones climáticas, además el proceso adolece de un fallo fundamental, pues las cosechas generalmente se cortan, cuando los forrajes han florecido ya que en esta fase del desarrollo el volumen de la cosecha es mayor y probablemente no contiene más del 70% de agua, lo cual lógicamente reduce el tiempo de desecación en el campo y por lo tanto el peligro de deterioro, para rebajar el contenido acuoso al 20% requerido. A consecuencia de tales factores el valor alimenticio del heno se reduce, puesto que cuanto mayor es la madurez de cosecha en el momento del corte, mayor será su contenido en fibra y menor su contenido de proteína.

La simple tarea de desecar los forrajes con la ayuda del sol y del viento se convierte en una de las prácticas más arriesgadas por las condiciones climáticas, por lo cual para disminuir el riesgo, se debe tener en cuenta que los mejores henos se pueden obtener en regiones de clima cálido y de humedad relativamente baja, lógicamente sin descartar las regiones de clima frío, pero siempre que se haga esta labor en tiempo de sol o verano. Durante el mal tiempo los nutrientes solubles son lavados y pueden existir pérdidas a causa del enmohecimiento que ocurre en las pacas, en circunstancias

muy adversas puede perderse toda la cosecha.

Básicamente, el proceso es el mismo independiente del clima o de la región. Con una guadañadora o cosechadora de forrajes, existente de muchos tipos en el comercio, la cosecha se siega en ringleras cuya parte superior se deja secar antes de tomarlas o voltearlas para que se cure la superficie inferior. El voltereo o tornado puede repetirse varias veces hasta que el contenido acuoso se reduce a menos del 25%, momento en que se considera "apto" y dispuesto para acarrearlo.

Entonces el heno puede arrastrarse directamente para levantar un almiar en el campo, también, puede ser tomado directamente de las ringleras por una empacadora o enfardadora a fin de embalarlo.

En tales condiciones la henificación es un proceso simple, rápido y económico. Cuando las ringleras se han desecado hasta un 50% de humedad se hallan en el período más peligroso. El peligro puede evitarse acarreando la cosecha cuando se encuentre en este punto medio y terminado su desecación por medios artificiales. Un método es el henil desecador en el que la cosecha parcialmente desecada se extiende en un local cuyo piso permite el paso de una corriente de aire producida por varios ventiladores. El aire inyectado que pasa a través de la cosecha arrastra la humedad produciendo una desecación progresiva; no existe un método rápido para determinar el grado de humedad del heno y por consiguiente el momento óp-

timo para su almacenamiento. Los expertos lo juzgan por el tacto, si el heno es francamente quebradizo puede asegurarse que su contenido acuoso no es superior al 20% y por lo tanto se halla en condiciones para levantar.

Interesa señalar que la mayoría de las investigaciones publicadas hacen referencia a la pérdida de materia seca y no reconocen el hecho de que la pérdida real de valor nutritivo supere la de materia seca, ya que el producto perdido es la parte más digestible del vegetal. Cuando se indica la eficacia de un método determinado de conservación de forrajes deberían añadirse las pérdidas mecánicas y del almacenamiento. Las pérdidas medias por almacenamiento de heno se estiman sobre el 3%. Todos los henos pierden hidratos de carbonato desde que se siegan hasta que son consumidos, aunque una desecación rápida y una exposición mínima a las condiciones ambientales limitan estas pérdidas. Shepperson demostró que, en climas húmedos, el heno sometido a un tratamiento intenso podría empacarse con un contenido de humedad del 20% y sufriría menos pérdidas de hidratos de carbonato durante el almacenamiento que el heno sometido a tratamientos suaves que determinaban una exposición más prolongada, llegando en ciertas ocasiones a perder hasta 2/3 de los hidratos de carbono que poseía el producto en el momento de segado. El henil desecador reduce las pérdidas al permitir empacar el heno con un contenido de humedad del 40 a 50%, con una consiguiente reducción de su exposición al medio ambiente y su almacenamiento con un grado satisfactorio de humedad,

bajo este método rebaja las pérdidas de materia seca y su equivalente en almidón, calculadas en el 30 y 50% de las cantidades presentes en el momento del corte.

### Deshidratado

El título de este capítulo puede desorientar porque la deshidratación de forrajes verdes constituye, sin lugar a dudas un sistema intensivo tanto en términos físicos como financieros. Financieramente puede describirse como un negocio de gran producción y costo elevado. Físicamente constituye un sistema de elevada producción, ya que las cosechas verdes deshidratadas pueden rendir un 50% más de energía y un 30% más de proteína por hectárea si se compara con el heno. La deshidratación origina mayores rendimientos que los restantes procesos de conservación a causa de las reducidas pérdidas de nutrientes.

El producto desecado suele molerse y después se empaca o se granula, en caso de ser granulado se maneja mejor a granel. Hasta la fecha aparece algo limitada la demanda de forrajes deshidratados aunque en un futuro no muy lejano se producirá un incremento notable de la demanda. Hasta ahora la salida principal de este producto se ha orientado hacia las fábricas de concentrados para incluirlo en raciones de aves. El valor principal de estas raciones estriba en su contenido de carotenos y xantófilas que influyen sobre el color de las yemas.

La aplicación de cualquier método de conservación de forrajes

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSUARIOS DE COLOMBIA

depende de los factores económicos de cada ganadero, del número de cabezas explotadas, del clima y de las condiciones topográficas, lo que vale decir que no en toda explotación son aplicables. En las zonas montañosas y de elevada pluviosidad se debe continuar con el consumo directo de los pastos como método principal para aprovechamiento de los forrajes, con una conservación limitada al almacenamiento de los excedentes. De igual manera se debe mecanizar y conservar forrajes en los terrenos planos que por lo general son las tierras de mayor costo en nuestro país, y que por lo tanto necesitan ser explotadas al máximo para poder obtener una rentabilidad adecuada.

## REFERENCIAS

1. AYALA, H. 1966. El ensilaje como factor de progreso para la ganadería colombiana. ICA. I Curso de Pastos y Forrajes Medellín 12pp.
2. CEDEÑO, G. 1970. Silos y ensilajes. Boletín Programa Ganado de Leche. Instituto Colombiano Agropecuario.
3. GONZALEZ, L.E. 1967. Ensilaje. En: Pastos y ganadería para la Costa Atlántica. ICA. Bol. Div. N°15. 113-118 p.
4. MENDEZ, L.E. 1972. Conservación de Forrajes. III Curso de Pastos y Forrajes. ICA. 150-179 p.
5. RUBIN, R.; J.J. SALAZAR; J. JOHNSON Jr. y D. GONZALEZ. 1967. El ensilaje en la alimentación del ganado lechero en el Valle del Sinú. En: Pastos y ganados para la Costa Atlántica. ICA. Bol. Div. N°15 119-120p.
6. VILLA, V.M. 1967. Silos y Ensilajes. Secretaría de Agricultura de Antioquia. Bol. Informativo N°65. 22p.

22 OCT 2011

Biblioteca Agropecuaria  
de Colombia - BAC



010100011479

|      |     |
|------|-----|
| 2681 | ICA |
|------|-----|

|                               |
|-------------------------------|
| Curso de pastos y<br>forrajes |
|-------------------------------|

|      |
|------|
| 2681 |
|------|