EL ANÁLISIS DE SUELOS: TOMA DE MUESTRAS Y RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN GANADERA

Tomado del Manual Técnico "Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones caribe y valles interandinos". Páginas 1 – 10.

Pablo A. Cuesta Muñoz[1]
Edgar Villaneda Vivas

INTRODUCCION

Para obtener altos rendimientos y buena calidad nutritiva del forraje, las especies forrajeras deben manejarse con prácticas similares a las realizadas en cultivos perennes, tales como: preparación del suelo, siembra, fertilización y control de plagas. Aunque esto parece obvio, son pocos los ganaderos que prestan suficiente atención al manejo de la fertilización, especialmente durante la etapa productiva de las praderas; sin embargo, la mayoría son conscientes de la poca duración y baja productividad de las praderas en los sistemas ganaderos del trópico colombiano.
Generalmente, los nutrimentos del suelo no están disponibles en las cantidades y proporciones requeridos por las especies forrajeras para maximizar rendimientos y calidad nutritiva del forraje en las praderas; por lo tanto es necesario determinar la concentración de estos en el suelo, y con base en ello, definir las fuentes y cantidades de correctivos y fertilizantes, acorde con los requerimientos de cada especie forrajera.

1.1 IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE SUELOS

Varias técnicas se han utilizado para el diagnóstico de la fertilidad de los suelos y para determinar las necesidades de nutrimentos de las plantas, entre las cuales se destacan las siguientes: (1) Análisis de suelos, (2) Análisis de tejidos vegetales, (3) Síntomas de deficiencia de nutrientes de la planta, y (4) a través de ensayos de invernadero o de campo.

El análisis de suelos es un valioso instrumento que utilizado en forma adecuada puede ayudar en el diagnóstico de los desórdenes nutricionales en las especies forrajeras de las praderas, ocasionados por los desbalances en los nutrimentos del suelo; sin embargo, por si solo no soluciona los problemas de la baja productividad de las praderas. Por otra parte, vale la pena aclarar que, aunque se han realizado estudios de caracterización de suelos a nivel de regiones naturales o microregiones, dichos resultados son de carácter inventarial y por lo tanto, no reflejan de manera alguna el estado de fertilidad real de los suelos en las fincas ubicadas en dicha área. Al respecto, se han detectado amplias diferencias de fertilidad entre lotes de una misma finca, con condiciones similares de topografía y aptitud de uso; las cuales están relacionadas en gran parte con las diferencias de manejo impuesto a los lotes a través del tiempo, tales como el tipo de cultivos explotados, o de especies forrajeras usadas; la aplicación

[1] Respectivamente, Zootecnista, Ph.D., Investigador Principal Programa Fisiología y Nutrición Animal Coordinador Área Temática de Recursos Forrajeros y Agrólogo, Investigador Asociado Programa Recursos Biofísicos.

de prácticas tradicionales de laboreo, fertilización, ciclos continuos del mismo cultivo, manejo del pastoreo, etc.

El principal objetivo del diagnóstico químico es evaluar la capacidad del suelo para suministrar nutrientes a la planta y con base en una adecuada interpretación, se pueden diagnosticar las deficiencias y/o toxicidades; por lo tanto, se considera un paso esencial para la formulación de recomendaciones de manejo , tendientes a aplicar los nivele s óptimos de correctivos y de nutrientes en la pradera.
Una estrategia adecuada para el manejo de la fertilización, consiste en el uso conjunto de los resultados de los análisis de suelos y de tejidos de las plantas forrajeras, con el objeto de mejorar la precisión de las recomendaciones, la predicción de respuestas, incrementar los rendimientos y reducir los costos de producción; lo cual contribuye a mejorar la eficiencia de producción de carne y leche y la rentabilidad de las explotaciones.

El diagnóstico de las características físicas de los suelos en las praderas tiene como objetivo:

- Determinar la capacidad de almacenamiento del agua en los suelos, para suministrar la cantidad optima de agua a aplicar en las especies forrajeras.
- Conocer el grado de compactación del suelo para evaluar su resistencia a la penetración.
- Evaluar las propiedades físicas para el uso racional de la maquinaria agrícola y establecer indicadores físicos para evaluar los procesos de degradación en las praderas

.
Para que las recomendaciones de fertilización basadas en el análisis de suelos tengan el impacto deseado en la producción de forraje y en los rendimientos de los animales, es importante tener en cuenta que la respuesta productiva de la pradera depende de la aplicación cuidadosa de los siguientes procesos:

a- La toma de la muestra de suelos
b- Los análisis de laboratorio solicitados y sus procedimientos
c- La interpretación de los resultados de los análisis solicitados
d- La formulación de las recomendaciones de fertilización y
e- Su correcta aplicación en el campo.

Por lo anterior, es conveniente tener en cuenta que además de un buen muestreo y análisis de suelo, el éxito de un programa de fertilización dependerá, del conocimiento y experiencia del técnico en el diagnóstico y formulación de las recomendaciones, del conocimiento de las condiciones ambientales de la región, y de los requerimientos de nutrimentos y de manejo de las especies forrajeras establecidas en la pradera.

2.2 PROCESO DE MUESTREO Y SOLICITUD DE ANALISIS

Una de las principales causas de error en el diagnóstico de fertilidad del suelo y en la formulación de las recomendaciones de fertilización de especies forrajeras la constituye la muestra de suelo enviada al laboratorio, cuando esta no es representativa de las condiciones del terreno donde a sembrar, o de la pradera a fertilizar. Como consecuencia de ello, la respuesta productiva será deficiente por el uso inadecuado de fertilizantes en términos de clase y cantidad, lo que repercute a su vez en incremento en los costos de producción.
Para obtener un buen diagnóstico de la fertilidad del terreno, siga cuidadosamente las siguientes instrucciones:

2.2. 1. Divida la finca en áreas homogéneas

En la misma finca es frecuente encontrar lotes con diferente aptitud de uso del suelo, o potreros mas productivos que otros, como consecuencia de variaciones existentes en el suelo, tales como: topografía del terreno, humedad del suelo y nivel de fertilidad, clase textural, al igual que el tipo de vegetación o de cultivos sembrados en los últimos años. Con base en estos criterios, se debe dividir la finca en áreas homogéneas para efectuar el muestreo de cada uno de los lotes de interés.

2.2.2 Excluya áreas no representativas, o con presencia de contaminantes

Al momento de tomar las muestras, evite hacer muestreos en áreas cercanas a bebederos, saladeros, árboles, orilla de cercas, caminos, quebradas, acequias o lotes con áreas planas e inclinadas, o sitios donde se ha depositado estiércol, cal o cualquier fuente de fertilizantes o de productos químicos; o en sitios donde se hayan apilado o quemado residuos orgánicos, y en áreas pantanosas.

2.2.3 Epoca recomendada para el muestreo

Para la siembra de pastos el muestreo se debe hacer al finalizar el período de lluvias, lo que permite la aplicación e incorporación de correctivos antes de la siembra. Durante la etapa productiva de las praderas, los muestreos de suelos se deben realizar durante la época de lluvias, después del pastoreo.

22.4 Materiales requeridos para tomar la muestra

Herramienta para el muestreo: Se pueden usar palas, barretones o barrenos muestreadores (Holanes, Uhlandad Espiral). El tipo de herramienta a utilizar depende de su disponibilidad y de las condiciones de humedad del suelo. El barreno facilita la toma de la muestra en terrenos húmedos; pero estas submuestras requieren secado al aire antes de mezclar y empacar. Otros elementos que se utilizan para el muestreo de suelos son:

a- Un balde plástico para recolectar y mezclar submuestras
b- Bolsas plásticas para empacar las muestras
c- Marcadores de tinta permanente o marbetes para identificación de las muestras.
d- Cajas de cartón para envío de las muestras al laboratorio

2.2.5 Toma de la muestra

a) En general, para la mayoría de las especies forrajeras de crecimiento erecto como Raigrás, Guinea, Angleton, la muestra de suelos debe ser tomada a una profundidad de 10-15 cm y para especies de crecimiento postrado (estoloníferas o rizomatosas) como Kikuyo, Braquiaria, Estrella, se sugiere una profundidad de muestreo de 15-20 cm.
b) Para la toma de la muestra, el suelo debe estar húmedo; se sugiere un grado de humedad similar al requerido para arar. Evite tomar las muestras cuando el suelo está excesivamente húmedo o demasiado seco (verano).
c) Cuando la herramienta usada para el muestreo es una pala, se remueve la vegetación o residuos frescos de materia orgánica de la superficie del suelo y se cava un hueco en forma de “V” a la profundidad de muestreo sugerida según el tipo de planta (Fig. 1). Luego se corta una tajada de 2-3 cm de grueso en una de las paredes del hueco y se

deja una faja de 3 cm de ancho en el centro de la tajada, descartando los extremos. Esta faja corresponde a una submuestra y se deposita en un balde plástico limpio.

2.2.6 Representatividad de la muestra

Una vez definidas las áreas o lotes a muestrear, con base en los factores de homogeneidad mencionados en el numeral 1, se procede al muestreo. En cada lote con características homogéneas se toman alrededor de 10 submuestras por hectárea, teniendo en cuenta que sean representativas del área en estudio. Para ello, las submuestras se deben tomar al azar, trazando líneas imaginarias dentro del lote, sobre las cuales se muestrea a determinada distancia o número de pasos.
Las submuestras se mezclan homogéneamente y en forma manual en el balde y se toma una porción de 500 g como muestra para su envío al laboratorio.

2.2. 7 Empaque e identificación de las muestras

Las muestras se empacan en cajas suministradas por el laboratorio, o en bolsas plásticas nuevas y limpias. Las cajas o las bolsas plásticas se marcan con el número o nombre del lote, nombre del propietario y su dirección. En formatos suministrados por el laboratorio o en una hoja adjunta se debe consignar la información anterior, al igual que el nombre del pasto o cultivo a sembrar (maíz, sorgo, avena, etc), topografía, localidad y se indica el tipo de análisis solicitado.

2.2. 8 Solicitud de análisis

Existen varios tipos de análisis que pueden ser solicitados al laboratorio; sin embargo, desde el punto de vista práctico y para obtener información adecuada sobre el estado de fertilidad de un suelo para el establecimiento o para mantener la productividad de las praderas, se puede solicitar un análisis de caracterización (terminología usada por los laboratorios de suelos de CORPOICA e ICA), que provee la siguiente información: textura, pH, materia orgánica, fósforo disponible, cationes intercambiables (calcio, potasio, magnesio y aluminio), y capacidad de intercambio de cationes (CIC). En el caso de asociaciones (gramíneas con leguminosas forrajeras) y especialmente en el caso de las praderas de sistemas intensivos de producción, adicionalmente a los anteriores análisis se deben solicitar azufre y los micronutrimentos cobre y zinc que generalmente son deficientes en los suelos colombianos.
En general, se recomienda contar con la asesoría de un especialista en la interpretación de los resultados del análisis de suelos y en la formulación de las recomendaciones de fertilización de las praderas.

El agua es un insumo importante en los sistemas de producción ganadera, y por ello, para maximizar la productividad de las praderas, además del análisis químico del suelo, se debe contar con la información sobre algunas características físicas del suelo, lo que permite un manejo eficiente del agua en las praderas. Los análisis físicos a solicitar son los siguientes: capacidad de retención de humedad, infiltración básica, densidad aparente y textura, parámetros básicos para el diseño de sistemas de riego.

En la tabla 1 se presentan los diferentes tipo de Análisis que los ganaderos pueden solicitar para un buen diagnóstico de los suelos en la empresa ganadera.

MUESTREO PARA ANALISIS QUIMICO








MUESTREO PARA ANALISIS FISICO





TABLA 1. TIPO DE ANÁLISIS DE SUELOS E INFORMACIÓN REPORTADA

ANÁLISIS QUIMICOS	
NOMBRE DEL ANÁLISIS	**INFORMACIÓN REPORTADA**
Caracterización	Textura, Materia orgánica (M.O.), pH. P, Ca, Mg, K, Na.
Elementos Menores (EM)	Fe, Cu, Zn, Mn, B
Análisis Completo	Caracterización, + EM +C.E.+ S
Salinidad parcial	C.E., CIC, PSI

P: Fósforo; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; K: Potasio; Na: Sodio; Fe: Hierro; Cu: Cobre; Zn: Zinc; Mn: Manganeso; B: Boro; C.E: Conductividad Eléctrica; C.I.C: Capacidad Intercambio Catiónico.

Así mismo, hay otro tipo de análisis que pueden ser solicitados la laboratorio entre los cuales tenemos los denominados especiales y los análisis físicos del suelo.

Los análisis especiales incluyen los siguientes: Nitratos, Amonio, Cloruros, Nitrógeno total, C.I.C real, PH, Conductividad Eléctrica, Fraccionamiento de fósforo, Fijación de fósforo y Fósforo Total.

Entre los análisis físicos se pueden solicitar al laboratorio los siguientes: Densidad Aparente, Densidad Real, Conductividad Hidráulica, Capacidad de retención de humedad, Capacidad de infiltración, Límite líquido y plástico, Porcentaje de humedad gravimétrica, Porcentaje de humedad volumétrica, Estabilidad de agregados e Infiltración de campo por anillo.

2.2.9 INTERPRETACION DE RESULTADOS

Como una guía práctica para su interpretación, en la tabla 2 se presenta un resumen de los análisis y de los criterios empleados.
A continuación se definen las unidades utilizadas en cada una de las variables: materia orgánica en porcentaje (%); conductividad eléctrica en Decisiemenes/metro (dS/m) o milimhos/centímetro (mmhos/cm); en relación con los nutrientes fósforo, azufre y elementos menores se reportan en términos de mg/Kg (ppm); las bases intercambiables como Ca, K, Mg en cmol+/Kg (meq /100gr de suelo). En la tabla 2 se presentan tres categorías (alta, media y baja), utilizadas para clasificar los niveles de nutrientes en el suelo, con base en la Quinta aproximación del ICA

Tabla 2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

	CATEGORIAS		
Macroelementos	**Unidades: Cmol $^{+}$/kg**		
	BAJO	**MEDIO**	**ALTO**
Ca	Menor de 3	3 - 6	Mayor de 6
Mg	Menor de 1.5	1.5 - 2.5	Mayor de 2.5
K	Menor de 0.2	0.2 - 0.4	Mayor de 0.40
Fósforo y elementos menores	**Unidades: mg/kg**		
P	Menor de 20	20 – 40	Mayor de 40
B	Menor de 0.2	0.2 – 0.4	Mayor de 0.4
Fe	Menor de 25	25 – 50	Mayor de 50
Cu	Menor de 2	2. – 3	Mayor de 3
Mn	Menor de 5	5 – 10	Mayor de 10
Zn	Menor de 1.5	1.5 – 3	Mayor de 3
S	Menor de 10	10 - 20	Mayor de 20
Materia orgánica según el clima (%)			
FRIO	Menor de 5	5 – 10	Mayor de 10
MEDIO	Menor de 3	3 - 5	Mayor de 5
CALIDO	Menor de 2	2 - 3	Mayor de 3

pH

Valor	Categoría
Menor de 5,5	Extremadamente ácido
5,5 - 5,9	Moderadamente ácido
6,0 - 6,5	Adecuado
6,6 - 7,3	Neutro
7,4 - 8	Alcalino
Mayor de 8	Muy alcalino

Conductividad eléctrica (Grado de salinidad**) dS/m***

No salino	Ligera salinidad	Moderado	Fuerte	Muy fuerte
0-2	3-4	4-8	8-15	Mayor de 15

*Decisiemenes/metro

2.2.10. FORMULACION DE RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

Como una guía para la formulación de recomendaciones para la aplicación de fertilizantes y de enmiendas para el establecimiento y para mantenimiento en la etapa productiva de las praderas se sugiere seguir las pautas que se relaciona a continuación:

a) Establecer la disponibilidad de nutrientes en el suelo usando las categorías reseñadas en la tabla anterior.

b) Calcular el peso de la hectárea de suelo, con base en el valor de la densidad aparente (g/cm^3) que varía según la textura, y la profundidad de raíces de las especies forrajeras (cm).
c) Con los resultados del análisis de suelos, hacer la conversión de los nutrientes del suelo a kg/ha.
d) Determinar las cantidades de nutrientes a aplicar (diferencia entre las necesidades de la pradera y los nutrientes disponibles en el suelo; para ello se corrigen las deficiencias y se ajustan los desbalances entre los nutrientes)
e) Seleccionar el tipo de fertilizantes a usar y calcular las cantidades a aplicar en kg/ha.

En relación con el punto d), se seguiré tener en cuenta que estas cantidades se deben establece a partir de las necesidades de nutrientes de la planta y con base en los resultados de los análisis de suelo. Para ello se determina la cantidad de nutrientes a aplicar en el suelo corrigiendo las deficiencias y ajustando los desbalances entre los nutrientes (diferencia entre las necesidades de la pradera y los nutrientes disponibles en el suelo).

Unidades y Formulas Usadas en las Recomendaciones de Fertilización

Para convertir estas unidades a Kg/ha es necesario, conocer el peso de la hectárea de la capa arable, este peso depende de la densidad aparente del suelo y de la profundidad de raíces, que para la mayoría especies forrajes de crecimiento erecto es de 10-15 cm y para las de crecimiento postrado es de 15-20 cm.

Para calcular el peso de una hectárea se aplica la siguiente fórmula: $P(ha) = 100.000 \times Pr \times \rho_b$

Donde:

P(ha) = peso de una hectárea en kg.
100.000 = constante
Pr = profundidad de raíces del pasto en cm
ρ_b= Densidad aparente del suelo g/cm^3

Para aplicar la constante (100.000) se tiene en cuenta la siguiente relación matemática:

Densidad Aparente (ρ_b) = Peso seco del suelo en g (P) / volumen del suelo en cm^3 (V).

V = profundidad en cms x el área de 1 ha de suelo (100.000.000 de cm^2)
V* = 1 cm x 100.000.000 cm^2 = 100.000.000 cm^3

* Para usar 100.000 como constante, se asume una profundidad de 1 cm en la fórmula inicial y posteriormente se multiplica este resultado por la profundidad real raíces de la especie.

De donde: Peso de 1 ha en kg = 100.000 x Profundidad del suelo (cm) x ρ_b (g/cm^3)

Peso de una hectárea = 100.000.000 cm^3 x 1 g/ cm^3 x 1 kg/1000 g = 100.000 kg

Haciendo el ajuste a la profundidad de las raíces del pasto en la pradera, en la mayoría de los casos las profundidades usadas son 15 o 20 cm.

Conversión de las Diferentes Unidades del Análisis de Suelo a Kg/ha

1. Conversión de ppm a Kg/ha del nutriente:

Por definición, partes por millón es el equivalente entre el peso de 1 hectárea en kilos dividido por un millón de kilos. Este valor se multiplica por el valor en ppm de los siguientes elementos reportados por el laboratorio: fósforo, azufre y elementos menores (hierro, cobre, manganeso, zinc y boro).

Kilos por hectárea = P(ha) x ppm* del nutriente

*ppm = partes por millón = relación 1 en 1.000.000 ó 1/1.000.000

2. Conversión de Porcentaje del nutriente a Kg/ha; el cual solo se aplica en el caso de nitrógeno asimilable.

Conversión de porcentaje a kg/ha, de nitrógeno asimilable:

Primero se calcula el Nitrógeno total (%); el cual equivale a la cantidad de materia orgánica del suelo dividida por 20. Veinte es una Constante (por definición, de 100 partes de M.O. en el suelo, 20 corresponden al N total).

%NT= % M.O./20

En segundo lugar se calcula el N asimilable (NA)
N Asimilable (%) = %NT (0.015*)

*El nitrógeno del suelo tiene dos componentes, N orgánico y N inorgánico. Los microorganismos del suelo hacen la conversión de la forma orgánica a inorgánica, que es la que absorben las plantas. Se estima que entre 1.5% y 3% del N total del suelo corresponde a N inorgánico; usualmente se trabaja con 1.5% ó (0.015).

La cantidad de N por hectárea equivale a NA (%), multiplicada por el peso de 1 hectárea,

dividido por 100.

Kg / ha de N = N asimilable (%) x P(ha)/100

3. Conversión de Miliequivalentes (Meq) o centimoles por kg ($cmol^+/Kg$) a Kg/ha del nutriente.

Para esta conversión se debe tener en cuenta el peso atómico y la valencia del elemento, al igual que la densidad aparente y la profundidad de las raíces de la especie forrajera de la pradera.

Para el calculo de la cantidad de kilos/ha del elemento, se aplica la siguiente fórmula:

$$Kg/ha = \frac{Pa}{va} \times \rho_b \times Pr \times Meq/100g \text{ de suelo}$$

Donde:

Pa = Peso atómico de los elementos (K =39, Ca=40 y Mg=24).
(va) = Valencia de los elementos (K=1, Ca=2 y Mg=2).

ρ_b = Densidad aparente en g/cm^3
Pr = profundidad de raíces del pasto en cm
Meq/100 g de suelo o cmol$^+$/kg = Resultado del análisis de suelo reportado por el laboratorio

Ejemplo: Cálculo de las necesidades de fertilización de una pradera de kikuyo en el trópico alto.

Los resultados del análisis de suelos de una pradera de Kikuyo fueron los siguientes:
pH = 5.1, M.O.= 9.7 %, P = 24 ppm, K = 0.35 meq/100 g de suelo. Densidad aparente = 0.81 g/cm^3 y profundidad = 20 cm.

El procedimiento es el siguiente:

1. Interpretación de los resultados del análisis de suelos. Estos valores se comparan con los de las categorías reportadas en la Tabla 2 así: el pH es extremadamente ácido, los valores de materia orgánica, fósforo y potasio son medios.

2. Determinación de la disponibilidad de nutrientes en el suelo (DNS)

Se calcula el peso de la hectárea en Kg. y se hace la conversión de las unidades del análisis de suelo (porcentaje, ppm o mg/Kg., meq/ 100 de suelo o cmol$^+$/kg) a kilogramos por hectárea.

P (ha) = 100.000 x ρ_b x Prof = 100.000 x 0.81 g/cm^3 x 20 cm = 1'620.000 Kg.

Cálculo del nitrógeno asimilable en el suelo aplicando las fórmulas:

N total = % M.O./20 = 9,7/20 = 0.535% de NT

NA = NT x 0.015 = 0.485 X 0.015 = 0.00727% de NA

Cantidad de Nitrógeno asimilable = % NA x P (ha) = (0.00727 x 1'620.000)/100 = 118 Kg/ha

Cantidad de Fósforo = 1/1000.000 x P(ha) Kg x Fósforo (ppm)
= 1/1000.000 x 1'215.000 x 24 ppm = 38.88 Kg/ha de P.
= 38.88 Kg/ha x 2.29* = 89 kg/ha de P_2 0_5

* Factor de conversión para pasar Kg. de P a Kg. de P_2 0_5

Cantidad de potasio = Pa/ va x ρ_b x Prof (cm) x K (Meq/ 100 g del análisis del suelo)
= 39/1 x 0.81 cm^{3}x 20 cm x 0.35 Meq/100 g suelo = 221 kg/ha de K
= 221 Kg/ha de K x 1.21* = 267.4 Kg/ha de $K_2$0

* Factor de conversión para pasar kg de K a Kg de K_2O

Resumen de la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo (kg/ha)

Nitrógeno asimilable (N) : 118
Fósforo ($P_2$05) : 89
Potasio ($K_2$0) : 267.4

3. CUANTIFICACION DE LAS NECESIDADES DE FERTILIZACION DE LA PRADERA

Los valores de la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo se deben tener en cuenta para ajustar la fertilización de establecimiento de las praderas, acorde con los requerimientos de la especie. Se sugiere no asumir que las necesidades de fertilización corresponden exactamente a las diferencias entre las cantidades de nutrientes del suelo y la cantidad extraída por el pasto, puesto que, solo una parte de los nutrientes del suelo es disponible para la planta (en nuestro caso, el único elemento para el cual se han hecho ajustes es en nitrógeno). Si esto no se tiene en cuenta, el potencial de producción de las plantas en la pradera se vería limitado por la cantidad de nutrientes en déficit al hacer dicha asunción; máxime si se trata de incrementar los rendimientos y mejorar la eficiencia productiva.

Como una guía practica para formular fertilizantes en el mantenimiento de las praderas en pastoreo se incluyen los resultados de algunos trabajos de campo (Tabla 3), en los cuales se incluye la producción anual de forraje y su composición química, valores a partir de los cuales se calculó la extracción de nutrientes en el forraje. En este caso no se tiene en cuenta el retorno de nutrientes a través de las heces y de la orina; los cuales no tienen una distribución uniforme en la pradera por parte del animal en pastoreo. Usando aproximaciones como esta o similares para la determinación de los valores de nutrientes extraídos por el forraje producido se puede llegar a unas recomendaciones más reales sobre las necesidades de fertilización de las praderas en su fase productiva.

TABLA 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROMEDIO DE PRADERAS EN COLOMBIA Y CÁLCULO DE EXTRACCIÓN ANUAL DE NUTRIENTES*

Pradera	Composición Química (%)				Proteína Cruda (%)	Producción forraje seco (t/ha/año)	Extracción de Nutrientes (Kg/ha/año)			
	N	P	K	Ca			N	P	K	Ca
Kikuyo renovado	2,60	0,49	4,12	0,25	16,2	16,84	438	82	694	42
Kikuyo con Manejo comercial	2,46	0,29	3,83	0,30	15,4	14,20	349	41	544	43
Braquiaria	1,20	0,12	1,1	-	7,5	19,2	230	23	210	-
Raigrases (Tetralitre, Aubade, etc.)	2,70	0,30	2,5	-	16,8	16,0	432	48	400	-

Fuente: Mendoza 1978 y Corpoica 2003 (Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería, Chiquinquirá)

* No incluye las cantidades retornadas a la pradera en orina y heces.

Cantidad anual de nutrientes a aplicar en la fertilización de mantenimiento de la pradera de Kikuyo de nuestro ejemplo.

Nitrógeno : 438 Kg/ha
Fósforo $P_2 05$: 82 Kg/ha
Potasio $K_2 0$: 694 Kg/ha
Calcio (Ca) : 42 Kg/ha

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Amezquita, E. 1989. Algunas consideraciones agroclimático y edáficas para uso y manejo integral de suelos. En curso de Actualización sobre Suelo y Fertilización. pp. 211-22.

Bertseh F. 1995. Fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la ciencia del suelo. pp. 123 – 137.

Guerrero, R. 1980. Hacia la formulación de un modelo suelo-planta. En Fertilidad de Suelo, diagnóstico y control SCCS. pp. 1-10

Guerrero, R. 1980. La recomendación de fertilidad, fundamentos y aplicaciones. En Fertilidad de Suelo, diagnóstico y control Bogotá SCCS. pp. 225-267.

Guerrero, R. 2004. El diagnóstico cuantitativo de la fertilidad del suelo. En: Boletín de suelos No 42. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá Diciembre de 2004. pp12-17.

Instituto Colombiano Agropecuario. 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación, Bogotá: ICA Manual de Asistencia Técnica No. 25.. pp. 1-26.

Instituto de la Potasa y el Fósforo. 1993. Diagnóstico del Estado nutricional de los cultivos. pp.1-10.

Instituto de la Potasa y el Fósforo. 1988. Manual de Fertilidad de los suelos. Diagnóstico del Estado nutricional de los cultivos. pp 1-10.

Mendoza M, P. E. 1978. Fertilización de Praderas en Colombia. En : Suplemento Ganadero Pastos y Forrajes para Colombia I.C.A. Banco Ganadero. pp. 19 – 52.

Monómeros Colombo Venezolanos. 1993. Vademécum Nutriman. pp. 5-19.

Navas. 1989. Evolución de la fertilidad de los suelos, Tomado del Curso de Actualización sobre suelos y fertilizantes. pp. 162-163.

Terán C., C. y E. Villaneda. 2002. Manejo del suelo y el agua en praderas del Trópico Alto. En: Renovación y Manejo de praderas degradadas del Trópico Alto. Resultados Finales. Iza, Chiquinquirá 19 y 20 de diciembre de 2002. Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana. pp. 12-25.