

RESPUESTA DE UNA PRADERA MIXTA A LA FERTILIZACION
EN EL MUNICIPIO DE PASTO

Por

Alvaro Díaz del Castillo Z.

José Roberto Benavides M.

Tesis de grado presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo

Presidente de Tesis

José Vicente Silva P. I.A. M.S.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRÍCOLA
PASTO - COLOMBIA

1970

HN

T

636.081

D542

II III

"Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de sus autores."

Artículo 1º del Acuerdo N° 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Alvaro Díaz del Castillo Z.

A mi padre
A la memoria de mi madre
A mi esposa
A mi hija
A mis hermanos

DEDICO

Alvaro Díaz del Castillo Z.

A mis padres
 A mi esposa
 A mis hijas
 A mis hermanos

DEDICO

A José Roberto Benavides M.
 A Rithe V. de Benavides

I	INTRODUCCIÓN	1
II	DIVISIONES DE LA INVESTIGACIÓN	8
	1. Investigaciones	3
	2. Fases	4
	2.1. Investigación de los suelos	5
	2.1.1. Suelos	5
	2.1.2. Suelos (Hollis persona l.)	5
	2.1.3. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.4. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.5. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.6. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.7. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.8. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.9. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.10. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.11. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.12. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.13. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.14. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.15. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.16. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.17. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.18. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.19. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.20. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.21. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.22. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.23. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.24. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.25. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.26. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.27. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.28. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.29. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.30. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.31. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.32. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.33. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.34. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.35. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.36. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.37. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.38. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.39. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.40. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.41. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.42. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.43. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.44. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.45. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.46. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.47. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.48. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.49. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.50. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.51. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.52. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.53. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.54. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.55. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.56. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.57. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.58. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.59. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.60. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.61. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.62. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.63. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.64. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.65. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.66. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.67. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.68. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.69. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.70. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.71. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.72. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.73. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.74. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.75. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.76. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.77. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.78. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.79. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.80. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.81. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.82. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.83. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.84. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.85. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.86. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.87. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.88. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.89. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.90. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.91. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.92. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.93. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.94. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.95. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.96. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.97. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.98. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.99. Suelos (Hollis persona l.)	6
	2.1.100. Suelos (Hollis persona l.)	6

AGRADECIMIENTOS :

Al personal de la Sección de Suelos, Pastos y forrajes de la Estación Experimental de Obonuco, al Laboratorio de Suelos en Palmira y Tibaitatá del Instituto Colombiano Agropecuario "I.C.A."

A José Vicente Silva P. I.A. M.S.

A Rodrigo Muñoz A. I.A.

A Julio Henao I.A.

A Tomás Villa Sucesores

A Ritha V. de Benavides

CONTENIDO

	Página
I	1
II	3
1. Generalidades	3
2. Pastos	4
2.1 Descripción de los pastos	5
2.1.1 Gramíneas	5
Ryegrass inglés (<u>Lolium perenne</u> L.)	5
Pasto azul o. (<u>Dactylis glomerata</u> L.)	6
2.1.2 Leguminosas	7
Trébol blanco (<u>Trifolium repens</u> L.)	7
Trébol rojo (<u>Trifolium pratense</u> L.)	8
2.1.3 Mezclas	9
3. Fertilización de los pastos	10
4. Elementos nutritivos esenciales para las plantas y animales	13
4.1 Nitrógeno	14
4.2 Fósforo	16
4.3 Potasio	19
4.4 Calcio	21
4.5 Magnesio	22
4.6 Azufre	23
4.7 Elementos menores	24
5. Fertilidad general de los suelos de Colombia	25
III	27
1. Localización	27
2. Preparación del suelo	27
3. Diseño experimental	27
4. Muestreo del suelo	27
4.1 Técnicas seguidas en el análisis químico del suelo	29
5. Fuentes y aplicación de los fertilizantes	30
6. Trazado	32

7. Siembra	32
7.1 Métodos y densidades de siembra	32
7.2 Cantidad de semilla	32
7.3 Resiembra	33
8. Labores culturales	33
9. Cosecha	33
IV .- RESULTADOS Y DISCUSION	38
1. Análisis de germinación	38
2. Suelos	41
3. Observaciones del cultivo en su desarrollo	41
3.1 Resiembra	42
3.2 Deshierbas	42
3.3 Plagas y enfermedades	43
4. Análisis foliar	43
4.1 Nitrogeno y Proteínas	44
4.2 Fósforo	44
4.3 Potasio	44
4.4 Calcio	47
4.5 Magnesio	47
5. Análisis de rendimientos	47
5.1 Nitrógeno	48
5.2 Fósforo	48
5.3 Potasio	57
5.4 Elementos menores	57
6. Relación entre la cantidad de nutrientes en el suelo y contenido foliar	57
6.1 Nitrógeno y proteínas	57
6.2 Fósforo	57
7. Relación entre el contenido de nutrientes en las ho- jas, cantidad de fertilizante aplicado y los rendi- mientos	58
7.1 Nitrógeno y proteínas	59
7.2 Fósforo	61
7.3 Potasio	61

8.	Detalle de los costos de sostenimiento de la pradera en los seis cortes	64
8.1	Costos fijos	64
8.2	Costos variables	65
8.3	Costos de los tratamientos por hectárea en seis cortes	65
V	.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
VI	.- RESUMEN	69
	SUMMARY	70
VII	.- BIBLIOGRAFIA CITADA	71
VII	.- APENDICE	77

INDICE DE TABLAS

		<u>Página</u>
Tabla I	.- Tratamientos y niveles expresados en kilogramos por hectárea y gramos por parcela	31
Tabla II	.- Propiedades químicas de los suelos, Fincas "Hato Viejo" y "La Probidencia" veredas Botana y Catambuco, respectivamente, Municipio de Pasto.	40
Tabla III	.- Resultados comparativos del análisis foliar en los suelos A y B correspondientes al tercer corte (Invierno)	45
Tabla IV	.- Resultados comparativos del análisis foliar en los suelos A y B correspondientes al quinto corte (Verano).	46

INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1 .- Localización geográfica del Municipio de Pasto y sitios en donde se realizaron los experimentos de fertilización en Pastos. (Tomado de copia heliográfica del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi")	28
Figura 2 .- Vista parcial del experimento localizado en la vereda de Catambuco, finca "La Providencia". . .	34
Figura 3 .- Aspecto de una cosecha y método empleado para pesar la producción en materia verde	37
Figura 4 .- Relación para los suelos A y B, entre los tratamientos y el rendimiento en materia seca	49
Figura 5 .- Relación para los suelos A y B entre los cortes y el rendimiento en Kgs./Ha, de materia seca . .	50
Figura 6 .- Parcela de bajo rendimiento por ausencia de leguminosas y escaso desarrollo de las gramíneas . .	51
Figura 7 .- Respuesta de la mezcla a la aplicación de 25-150 50 Kgs./Ha. de N-P-K en el suelo A. Obsérvese el desarrollo uniforme de la mezcla	52
Figura 8 .- Respuesta de la mezcla a la aplicación de 25-150 100 Kgs./Ha. de N-P-K en el suelo A. Obsérvese el desarrollo de las leguminosas.	53
Figura 9 .- Aspecto de la respuesta de los pastos a la aplicación de 25-150-50 y 25-0-0 Kgs./Ha. de N-P-K. Nótese la diferencia en el desarrollo en los dos tratamientos.	54
Figura 10 .- Comparación de los tratamientos 25-150-100 y 25-75-0 Kgs./Ha. de N-P-K. Obsérvese en mejor establecimiento de las leguminosas en el primer tratamiento.	55

RESPUESTA DE UNA PRADERA MIXTA A LA FERTILIZACIÓN

Figura 11	.- Tratamiento sin fertilización mostrando escaso desarrollo de la mezcla	56
Figura 12	.- Relación de porcentaje de proteínas por tratamientos en invierno y verano para el suelo A y B	60
Figura 13	.- Relación para los suelos A y B entre niveles de fertilizante aplicado al suelo y contenido foliar de nutrientes, corte de época lluviosa .	62
Figura 14	.- Relación para los suelos A Y B entre niveles de fertilizante aplicado al suelo y contenido foliar de nutrientes, corte de época seca	63

RESPUESTA DE UNA PRADERA MIXTA A LA FERTILIZACION
EN EL MUNICIPIO DE PASTO (+)

Por

Alvaro Díaz del Castillo Z.

José Roberto Benavides M.

I.- INTRODUCCION

La Ganadería en Colombia y en el Departamento de Nariño, es quizá, la industria de mayor porvenir, puesto que el país cuenta con 41.068.000 hectáreas (18) aptas para desarrollar explotaciones pecuarias, que corresponden al 36.5% de su extensión total, las cuales generarían una buena cantidad de divisas compitiendo con productos y subproductos dentro del mercado internacional; en Nariño se dedican 223.400 hectáreas a la industria ganadera (19), es decir, el 5.8% de su extensión total las cuales influyen con sus productos en el norte del Ecuador y los Departamentos del Cauca y Valle, especialmente.

De acuerdo a las cifras anteriores la capacidad de carga promedio por hectárea en bovinos en el país sería de 0.4 animales; dentro de este promedio se tienen extremos como el de los Llanos Orientales, donde son necesarias una o más hectáreas para mantener un animal y ciertas explotaciones intensivas, donde se mantienen todo el año 5 a 6 cabezas por hectárea. Para Nariño dicha capacidad es de 1.09 animales por hectárea (19).

(+) Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de José Vicente Silva P. I.A. M.S., a quien los autores expresan su agradecimiento.

Según el Instituto Nacional de Nutrición, en Colombia existe un déficit en el consumo de leche (192 gramos por persona/día) y de carne (47 gramos por persona/día), (40).

Uno de los factores limitantes en la ganadería colombiana, es la deficiente alimentación debida a la baja producción y valor nutritivo de los forrajes. Generalmente, la cantidad de forraje y su valor nutritivo son un reflejo de la fertilidad del suelo donde crece determinado pasto, así mismo, el estado y producción del animal un reflejo de las condiciones del pasto (42).

Es necesario y urgente incrementar la producción de forraje para proveer a la creciente y promisoría ganadería colombiana de una buena alimentación, no sólo abundante sino equilibrada. En un gran número de fincas ganaderas se ha observado notables progresos en la producción, gracias al establecimiento de una mezcla de gramíneas y leguminosas para animales en pastoreo. Las leguminosas constituyen una adecuada alimentación para el ganado; procurándole una dieta balanceada y abundante, obteniéndose con ella, un mayor rendimiento en la producción.

Para lograr un incremento en la ganadería, dada su importancia en Colombia y en especial en el Departamento de Nariño y que ésta depende casi totalmente de los pastos, el ganadero debe interesarse por mejorar las condiciones actuales de sus praderas, aprovechando las nuevas técnicas agrícolas y dando a sus pastos un trato igual al que dá a los demás cultivos comerciales. Con el presente trabajo se pretende investigar la forma de aumentar los rendimientos y mejorar la composición química de las praderas, mediante el correcto uso de la fertilización y mezcla adecuada de especies forrajeras.

II.- REVISION DE LITERATURA

1. Generalidades

El descubrimiento de los fertilizantes según Anónimo (4), se produjo cuando Justus Von Liebig descubrió fosfato y potasa en las cenizas de las plantas consumidas por el fuego, encontrando amoníaco en los gases. Ensayó estas tres sustancias en una parcela de tierra estéril; esto produjo un gran aumento en la fertilidad del suelo y se alumbró así los albores de la química agrícola.

Los datos estadísticos sobre la producción de fertilizantes son fragmentarios desde la fecha del descubrimiento de Liebig, hasta los principios del presente siglo, pero en 1906 el consumo mundial de fertilizantes químicos, era un poco mayor de 2 millones de toneladas por año. Durante los 40 años siguientes, el consumo mundial fluctuó, registrándose un promedio anual de aumento del 4% con bajas muy marcadas durante la depresión económica y en las dos guerras mundiales.

Después de las dos guerras mundiales, asegura el anterior autor, se desató una avalancha de adelantos tecnológicos en el ramo agrícola, la producción mundial de fertilizantes aumentó desde 10 millones de toneladas métricas de elementos nutrientes en 1947 á 40 millones en 1965, esto representó un promedio anual de aumento del 7%. De los cuidadosos estudios realizados, se desprende que la demanda total podrá llegar a 73 millones de toneladas durante los próximos 15 años y para 1980 se estima la demanda en 113 millones de toneladas métricas.

El mejoramiento de los niveles de vida y en aumento en el consumo de proteínas, traducidos a la necesidad de suministrar mayor producción de cereales y forrajes para el ganado, agregará otros 11 millones de toneladas más a la demanda anual de fertilizantes en los próximos 15 años.

Desde la publicación de sus estudios sobre el uso eficaz de fertilizantes, Ignatieff y Page (35) en 1949, afirman que el consumo -

anual de fertilizantes en el mundo (expresado en nutrientes N, P_2O_5 y K_2O), ha aumentado de 11.5 á 20.2 millones de toneladas, pero el mayor incremento ha sido registrado en regiones que ya consumían los fertilizantes en grandes cantidades: Europa Occidental, América del Norte y Oceanía. En la mayor parte del Asia, Africa y América Latina se emplea aún pequeñas cantidades de fertilizantes.

Por regla general, donde y cuando se pugna por aumentar la eficiencia de la agricultura y la producción de alimentos para atender al aumento de la población, surge la necesidad de usar más fertilizantes químicos y orgánicos, así como estiercol de origen animal. La posibilidad de intensificar constantemente la producción agrícola, gracias a la utilización creciente y eficaz de los fertilizantes químicos y orgánicos ha sido demostrado en muchos países.

La investigación de pastos en Colombia, de acuerdo con Crowder y Riveros (26), se inició como resultado de un esfuerzo cooperativo entre el Ministerio de Agricultura de Colombia y la fundación Rockefeller. Desde la iniciación del programa de pastos y forrajes en el Instituto Colombiano Agropecuario, se han efectuado alrededor de 200 experimentos de fertilización en las distintas estaciones experimentales y en colaboración con agricultores. Según estos resultados, la respuesta más notoria es la de las gramíneas a la aplicación de nitrógeno. En mezcla de gramíneas y leguminosas, la proporción de leguminoso disminuyó con la aplicación de nitrógeno. En algunos casos no hubo respuesta sino hasta que los pastos estuvieron completamente establecidos y utilizaron el nitrógeno libre en el suelo. El contenido de nitrógeno del forraje aumentó generalmente con las dosis más altas. Las variaciones en el contenido fueron de 1.5% sin aplicación de nitrógeno hasta 5% con 200 kilogramos por hectárea de nitrógeno.

2. Pastos

Los pastos de mayor adaptación y producción para la zona fría del país, según Crowder y otros (25), son: Gramíneas, Lolium multi-

florum L. (Ryegrass anual), Lolium perenne L. (Ryegrass perenne), --
Dactylis glomerata L. (Pasto azul orchoro), Festuca elatior L. (Fes-
 tuca media), Festuca arundinaceae Schred. (Festuca alta), Pennisetum
clandestinum Hochst. (Kikuyo). Leguminosas, Medicago sativa L. (al-
 falfa), Trifolium pratense L. (Trébol rojo), Trifolium repens L. (Tré-
 bol blanco).

2.1 Descripción de los pastos

2.1.1 Gramineas:

Ryegrass inglés (Lolium perenne L.)

Las especies de ryegrass tuvieron su origen, según Echeverry y Crowder (30), en la parte baja del Mediterráneo y se sembraron en la región sudoccidental del Asia, norte de Africa y en Italia. Posteriormente, su cultivo avanzó hacia el norte de Inglaterra, extendiéndose a los países escandinavos y más tarde al hemisferio occidental. Su introducción a Colombia, posiblemente, ocurrió alrededor de 1930, se estudiaron diversas variedades en la granja de la picota y su empleo en mezcla con leguminosas sólo adquirió su importancia después de esa fecha.

Clasificación taxonómica según Arbeláez (6):

Reino: Vegetal

Clase: Monocotiledoneas

Orden: Glumifloras

Familia: Gramineas

Género: Lolium

Especie: Lolium perenne L.

Chaverra y otros (16), Crowder (24) y Vinall (60), afirman que este pasto se adapta muy bien entre los 2.200 y 3.100 metros sobre el nivel del mar; crece mejor en suelos de mediana a alta fertilidad. Crecimiento en matos con numerosas macollas, generalmente más que el ryegrass anual; hojas basales numerosas y de 28 a 30 cms. de altura; espigas similares al ryegrass anual, pero cortas y con pocas espiguillas y florecillas (24). El reverso de las hojas es lus-

troso y tiene un color vivo, lo cual dá un aspecto atractivo (60). - La producción del forraje es menor que la del ryegrass anual; muchas variedades son susceptibles a la roya, que rebaja la producción del forraje; crece bien en mezclas con trébol blanco y rojo. Es un pasto perenne, sin embargo, la población de las plantas se reduce en las épocas secas, cuando hay infección de royas o infestaciones de chiza. Bajo las condiciones de Colombia, las plantas de ryegrass inglés no producen espigas bien formadas, es menos productivo pero de mayor duración y de mayor longevidad (persistencia) que el ryegrass anual. - Por lo tanto es preferible utilizar el inglés para mezclas más o menos permanentes (16).

Pasto azul orchoro (Dactylis glomerata L.)

El "Orchard grass" (pasto de huertos) como se lo denomina en Estados Unidos, según Vinall (60), es originario de Europa, pero en la actualidad se cultiva por casi todos los Estados Unidos. En Inglaterra se lo llama "Coscksfoot", (pata de gallo), debido al aspecto de su panoja que tiene espiguillas en glomérulos redondeados y bien definidos.

Clasificación taxonómica según Arbeláez (6):

Reino: Vegetal

Clase: Monocotiledoneas

Orden: Glumifloras

Familia: Gramíneas

Género: Dactylis

Especie: Dactylis glomerata L.

El orchoro de acuerdo con Chaverra y otros (16), es un pasto bien adaptado a las condiciones de clima frío de Colombia, a altitudes entre 1.500 á 3.100 metros sobre el nivel del mar; su vigor inicial de crecimiento es lento, pero una vez establecido, se pueden obtener producciones de 2.0 á 3.0 toneladas de forraje seco por hectárea cada 40 á 60 días, bajo condiciones de buena humedad. Para obtener una producción alta durante todo el año, es necesaria la aplica-

ción de agua suplementaria y nitrógeno después de cada corte o pastoreo.

Vinall (60), lo describe como un pasto cespitoso, de tallos más bien gruesos y aplanados y sus hojas anchas y plegadas en la vaina; inflorescencia conspicua, semejante a una panícula, con numerosos ráculos de espiguillas reducidas; cuando se la deja florecer para producción de semilla, los tallos se tornan duros, fibrosos y poco apetecibles; después de varios años la población disminuye y solo quedan plantas aisladas. Crowder (24), agrega que aunque es un pastoreo perenne, algunas plantas no persisten por más de 12 a 24 meses. Se mezcla muy bien con otras gramíneas y leguminosas.

2.1.2 Leguminosas:

Trébol blanco (Trifolium repens L.)

Crowder (10) y Chaverra y otros (9), describen esta leguminosa como de crecimiento espontáneo en el clima frío, entre los 1.800 y 3.100 metros sobre el nivel del mar; requiere suelos fértiles, pero crece bien en gran diversidad de tipos de suelo, cuando la humedad es adecuada. El trébol blanco puede clasificarse de acuerdo a Crowder (10), dentro de 4 tipos: Trébol blanco holandés, Trébol blanco intermedio, trébol blanco ladino y trébol blanco poliploide.

Clasificación taxonómica según Arbeláez (6):

Reino: Vegetal

Clase: Dicotiledoneas

Subclase: Arquiclamideas

Orden: Rosales

Familia: Papilionaceae

Género: Trifolium

Especie: Trifolium repens L.

Esta leguminosa se adapta muy bien en Colombia, Crowder (24), y en muchas regiones crece en forma espontánea, especialmente en suelos bien fertilizados con fósforo. La producción de forraje difiere con la variedad, se puede cosechar hasta 2.0 toneladas por hectárea de heno -

en 3 o 4 meses después de la siembra y de 10 á 12 toneladas por año, con buenas condiciones de clima y suelo. La producción de semillas es abundante en algunas variedades de trébol intermedio; produce flores todo el año, pero la maduración de la semilla no es uniforme. Resiste el pastoreo continuo; es una planta perenne con humedad adecuada del suelo; sin embargo muchas plantas desaparecen durante el verano, debido a enfermedades de los estolones.

Trébol rojo (Trifolium pratense L.)

Se adapta muy bien en Colombia, a alturas comprendidas entre los 1.800 y 3.100 metros sobre el nivel del mar. Se comporta como anual o bianual en la mayor parte del mundo, pero en Colombia tiende a ser perenne bajo algunas condiciones. (24)

Clasificación taxonómica según Arbeláez (6):

Reino: Vegetal

Clase: Dicotiledoneas

Subclase: Arquiclamideas

Orden: Rosales

Familia: Papilionaceas

Género: Trifolium

Especie: Trifolium pratense L.

La calidad del forraje de esta leguminosa no es igual a la de la alfalfa o a la del trébol blanco, y a menudo las plantas maduras no son muy apetecidas por el ganado, debido al excesivo número de tallos florales (60).

En cuanto al hábito de crecimiento, Crowder (24) detalla que son plantas erectas o semierectas con tallos decumbentes; los tallos y las hojas tienen generalmente pelos, los folíolos son por lo regular elípticos y tienen una mancha blanquecina en forma de V, las flores son violáceas y las cabezuelas globales con estípulas. Hay reconocidas dos clases distintas de este trébol: 1) Trébol rojo común o de crecimiento rápido; sólo se puede cortar dos veces en el año de la siembra, en las condiciones de varios países. 2) Trébol

rojo gigante; es de crecimiento lento y de un solo corte, más vigoroso y persistente; la diferencia entre los dos, es la reacción a la longitud del día durante la época del desarrollo; el gigante requiere un día más largo para su floración. La producción de forraje es de 2.5 toneladas por hectárea por corte y la producción anual de 12 a 14 toneladas por hectárea de forraje seco, si la humedad es buena. Bajo las condiciones existentes en Colombia, la producción de semilla de trébol rojo es baja y la calidad es inferior a la importada. Se recomienda sembrarlo en mezcla con ryegrass, pasto azul orchoro, festuca media o alta. Un método de establecimiento es el de sembrar una de estas mezclas simultáneamente con trigo, cebada o avena.

2.1.3 Mezclas

En observaciones realizadas en colecciones sembradas en Obonuco y la meseta de Túquerres, por el Instituto Colombiano Agropecuario - "ICA" (62), los pastos que mejor se adaptaron fueron: 1) Gramíneas: Ryegrass inglés y anual, pasto azul orchoro, festuca alta y avena forrajera. 2) Leguminosas: Alfalfa, trébol blanco y trébol rojo. Las mezclas de gramíneas y leguminosas más recomendadas para la zona fría son las formadas por ryegrass inglés, ryegrass anual, pasto azul orchoro, festuca media y alta en combinación con tréboles blanco y rojo.

Entre las ventajas que se mencionan en favor del uso de las leguminosas y gramíneas, Alarcón y Lotero (1), afirman que al comparar las gramíneas con las leguminosas en base a su composición química, las gramíneas son más ricas en carbohidratos y fibra que las leguminosas, pero éstas tienen mayor contenido de proteínas y minerales. Los componentes de unas y de otras son necesarios para el normal desarrollo del animal. Por tal motivo una ración ideal será aquella que se componga de gramíneas y leguminosas. Zertuche (65), agrega además, que el terreno resiste más el pisoteo de los animales, se produce una alfombra muy uniforme y la recuperación de la pradera es más rápida.

Los ganaderos del Centro y Norte de los Estados Unidos según Smith (58), emplean leguminosas como plantas forrajeras de pastoreo y las asocian con gramíneas para prevenir el meteorismo del ganado, y proteger las plantas contra las heladas y reducir la erosión.

En ensayos de pastoreo de vacas lecheras, con mezclas de clima frío, Chaverra y otros (16), observaron que un ajuste cuidadoso de la capacidad de carga de las mezclas de ryegrass inglés, pasto azul orchoro, kikuyo, trébol blanco y trébol rojo, permitió el mantenimiento de un nivel adecuado de producción de leche, conservando al mismo tiempo el potrero en condiciones apropiadas de crecimiento. Como resultado general, la capacidad de carga para la mezcla de ryegrass inglés, orchoro, trébol blanco y trébol rojo fué de 1.85 cabezas por hectárea, con una producción diaria de 19.5 kilos de leche de 4% de grasa. Estos resultados fueron obtenidos en un periodo extremadamente seco, sin aplicación de riego suplementario.

Entre los factores que afectan la composición y el valor nutritivo de las mezclas de acuerdo con Chandler y otros (14), están: el grado de fertilidad del suelo, la parte consumida de la planta, la edad y la forma de cosechar la mezcla. Herrera (35), insinúa que en el trópico hay que tener en cuenta otro factor que es la cantidad de lluvia y la época del año. El grado de fertilidad puede controlarse mediante abonamiento.

3. Fertilización de los pastos

La fertilización de las tierras dedicadas a pastos, según Garner (32), plantea una serie de problemas importantes. En primer lugar, la flora de cualquier tierra de pastos, aunque se trate de una pradera anual, contiene siempre más de una especie, y la aplicación de cada fertilizante o de una mezcla de ellos, puede afectar la proporción de las especies y la influencia sobre esta proporción dependerá en alto grado de los métodos de pastoreo que se sigan o que se coseche parte del forraje para heno o se dedique totalmente al pastoreo de los animales.

Los abonos influyen también en la calidad del forraje, en lo que se refiere a su composición química. Sin embargo, esta influencia es directa, por afectar a todas y cada una de las especies individuales, e indirecta por afectar también a la proporción de las distintas especies. Así, el trébol es notablemente más rico en calcio que las gramíneas y considerando todo el curso del año, más rico también en proteínas, mientras que algunas plantas herbáceas de diversas especies, son más ricas que las gramíneas tanto en fosfatos como en calcio.

Con la aplicación de fertilizantes a los pastos, Garner (32), afirma que se contribuye al establecimiento de plántulas de las especies sembradas y se favorece además, su buen crecimiento y desarrollo.

Morrison y Fink (52, 31), en pastos perennes, con un fertilizante completo NPK, coinciden en afirmar que se logra no sólo aumento en el rendimiento, sino mejoramiento en la composición de los pastos, siendo más ricos en proteínas, minerales y vitaminas, más agradables que los procedentes de suelos no fertilizados. Fink (31), además, sostiene que en las áreas fertilizadas, el pasto tupe más y desaparecen las malezas.

De acuerdo con Lotero (41), en los climas fríos se ha encontrado que los pastos responden bien a la aplicación de fósforo y nitrógeno y en algunos casos a la aplicación de cal. En los suelos de climas medios y cálidos, con excepción de algunas áreas de los Llanos Orientales, no se ha presentado una tendencia bien definida de los pastos a responder a ningún nutriente diferente del nitrógeno. Este elemento es el más limitante bajo condiciones tropicales.

Para el establecimiento de una mezcla de gramíneas y leguminosas, Crowder (23), asegura que se requiere una aplicación de nitrógeno de aproximadamente 25 kilogramos por hectárea, equivalente a 55 kilogramos de urea, para asegurar el crecimiento de las plantas. Si existe una población de leguminosas deseable, (30 a 40 %) es posible que no se requiera fertilización con este elemento. Las legumino-

Las plantas requieren aplicaciones periódicas de fósforo y potasio para su crecimiento normal.

Para el mantenimiento de una mezcla, Herrera y Lotero (35), proponen como la fertilización más adecuada y económica: 2 toneladas de cal por hectárea, 30 días antes de la siembra y repetir la aplicación cada uno o dos años. El fósforo: 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea a la siembra y cada año. El potasio a razón de 50 a 100 kilogramos de K_2O , en la siembra y cada año. El nitrógeno se debe aplicar a razón de 100 kilogramos por hectárea por año, en dos aplicaciones de 50 kilogramos en la época de lluvias y ojalá haciéndolas coincidir con la aplicación de potasio.

Sobre la respuesta de 4 gramíneas a diferentes dosis de nitrógeno y comparación de las mismas con leguminosas, sin aplicación de nitrógeno, Agathon y Bernal (62), en Nariño, encontraron que en el primer corte, las gramíneas con aplicación de nitrógeno, tuvieron rendimientos superiores a la mezcla, debido posiblemente, a que el nitrógeno de los fertilizantes es de rápida utilización y a que los tréboles se encontraban en un periodo de establecimiento y por lo tanto no habían empezado a suministrar nitrógeno a la mezcla; por lo cual es aconsejable aplicar un poco de nitrógeno al momento de la siembra para asegurar un rápido establecimiento tanto de las gramíneas como de las leguminosas.

Midgley (49), en experimentos de fertilización en Poa pratensis y Trifolium repens L. concluyó que: 1) El mayor rendimiento se obtiene cuando la acción del superfosfato ha llegado a 3 pulgadas (7.5 centímetros) de profundidad. 2) El movimiento del superfosfato es sumamente lento, a los 6 meses únicamente ha avanzado una pulgada (2.5 centímetros) de la superficie. 3) Se obtiene mejor rendimiento mezclando perfectamente el superfosfato con el suelo. En contraposición a lo anterior, Agathon y Bernal (62), en ensayos de fertilización y riego en alfalfa y mezcla de gramíneas y leguminosas en Nariño, encontraron que la aplicación de superfosfato triple produce un nota-

se fija principalmente la fase oscura de la fotosíntesis. El hidrógeno
 ble aumento en la producción en los primeros cortes, pero su efecto
 disminuye después de algún tiempo; en cambio las Escorias Thomas, -
 por ser de lenta solubilidad producen un menor efecto en los prime-
 ros cortes, pero este se mantiene por un período más largo de tiempo.
 No se observó una respuesta muy marcada a la aplicación de cal, espe-
 cialmente en los primeros cortes, aunque sí hubo aumento en los rendi-
 mientos.

4- Elementos nutritivos esenciales para las plantas y animales

Jacob y Uexküll (38), define como "Nutriente Vegetal" toda aque-
 lla sustancia, que después de ser asimilada por la planta, fomenta el
 desarrollo en cualquiera de sus fases de crecimiento, desde la germi-
 nación hasta la completa madurez, mejorando por consiguiente el ren-
 dimiento de la planta tanto cualitativa como cuantitativamente. En -
 un sentido más limitado, se aplican sólo aquellos nutrientes que son
 requeridos para la formación del contenido celular y en síntesis, a
 las sustancias inorgánicas absorbidas del suelo.

Arnon, citado por Malavolta y otros (45), asegura que elemento
 "Nutritivo esencial" es aquel que: 1) Su deficiencia priva a la plan-
 ta de completar las etapas vegetativas o reproductivas de su ciclo --
 vital. 2) Esta deficiencia es específica para un elemento dado, corre-
 gida solamente cuando el mismo es suministrado. 3) El elemento se ha -
 de encontrar directamente implicado en la nutrición de la planta; su
 efecto no es el resultado de una corrección eventual de las desfav-
 orables condiciones físicas, químicas o microbiológicas en el suelo o
 en el medio de cultivo.

Los elementos nutritivos que se estiman como esenciales y que -
 se requieren por las plantas para completar su ciclo, según Malavol-
 ta y otros (45), Lotero (43) y Marín (47), son: Carbono (C), hidróge-
 no (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), cal-
 cio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), boro (B), cloro (Cl), hierro (Fe),
 manganeso (Mn), molibdeno (Mo), cobre (Cu) y zinc (Zn). El carbono y
 oxígeno proceden del aire, en forma de dióxido de carbono CO_2 , que

se fija principalmente la fase oscura de la fotosíntesis. El hidrógeno no se observa en forma de agua, que a su vez suministra parte del oxígeno absorbido. El carbono, hidrógeno y oxígeno constituyentes típicos de la materia orgánica, representan una media del 90 al 95% -- del peso de la materia seca, mientras que el resto de elementos apenas constituyen un 5 a 10% del peso seco de la planta.(43)

Meyer y otros (48) y Worden y otros (64), concuerdan en que cada elemento desempeña una o más funciones esenciales, tanto en las plantas como en los animales. Algunas de estas funciones son de orden estructural, como por ejemplo, el calcio que forma parte de la laminilla media entre las células vegetales y animales. Otras funciones son de orden fisiológico o enzimático como es el caso del cloro que ayuda a regular la presión osmótica de las células y el cobre que forma parte de enzimas que están directamente relacionadas con el metabolismo tanto de las plantas como de los animales.

En Colombia, bajo condiciones de pastoreo normal, parece que sólo el nitrógeno, fósforo, calcio y yodo, pueden llegar a ser deficientes para el ganado (43).

Bear (8), asegura que el sodio, silicio y cloro son elementos que influyen favorablemente en el crecimiento de las plantas y contribuyen notablemente al rendimiento, cuando se suministran al suelo en forma soluble. Un número considerable de otros elementos que están contenidos en otros suelos, se saben que afectan tanto a los animales como a los vegetales frecuentemente de modo negativo. En este grupo se encuentra el aluminio, titanio y selenio. El aluminio se halla a menudo presente en cantidades suficientes para ser tóxico para las plantas. El selenio es tóxico para los animales. Otros elementos pueden ser tóxicos para las plantas y animales como el plomo, mercurio y arsénico, los cuales están siendo utilizados en forma de insecticidas o fungicidas.

4.1 Nitrógeno

El nitrógeno según Marin (47), es el elemento que requieren las

plantas en mayor cantidad. Forma parte principal de la materia orgánica del suelo y constituye generalmente del 5 al 6% de su peso. Es un elemento esencial en la formación de las proteínas y es indispensable para el crecimiento y desarrollo de los tejidos vivos.

Chavez (17) manifiesta que el contenido de nitrógeno total en los suelos oscila entre 0.02 y 1%.

Brenner, citado por Blasco (11), asegura que aunque el nitrógeno es el elemento de fertilidad más importante, es interesante anotar que la naturaleza química de una considerable fracción de nitrógeno del suelo es desconocida y representa alrededor de 40 a 50%.

Verdade y otros (59), al estudiar la fluctuación anual en la cantidad de nitratos en un suelo rojizo, encontró como valores extremos a una profundidad de 20 centímetros, 2 y 460 kilogramos de NO_3 por hectárea. El 95% o más del nitrógeno del suelo se encuentra en forma inorgánica, la que para fines prácticos no se considera como asimilable por las plantas. Las formas del nitrógeno inmediatamente importantes para las cosechas son las amoniacales y nítricas.

La respuesta a la fertilización nitrogenada según Dumenil, citado por Gil (33), está influenciada por el tipo de suelo, erosión, manejo anterior, densidad de siembra y suministro de otros elementos.

El nitrógeno induce la máxima utilización del fósforo durante las primeras etapas de crecimiento de las plantas, época esta en que el fósforo es absorbido efectivamente (37). Drevet (28), en cambio, aclara que se ha notado una interacción entre el nitrógeno y el potasio en la mayoría de los cultivos; sin embargo se puede presentar cierto antagonismo entre estos dos nutrientes cuando las plantas absorben cantidades excesivas de alguno de ellos.

El aumento de la producción de forraje, debido a la fertilización nitrogenada, afirma Lotero (43), está acompañada de un aumento

en el contenido de proteína (porcentaje), pero en algunas ocasiones esto no ocurre así. Este último efecto se ha observado principalmente cuando el intervalo entre cortes es muy amplio y el pasto ha acumulado una cantidad considerable de materia seca. Sin embargo, la producción total de proteína por área superficial, casi siempre se aumenta con la aplicación de nitrógeno. El contenido de proteína es mayor en las hojas que en los tallos de los pastos. También se observa una tendencia de los tallos a contener más proteína en la época lluviosa que en la época seca.

Al aplicar nitrógeno al trébol blanco (Trilolium repens L.), Chamblee y otros (12), observaron que se reducía el porcentaje de éste, más en el verano que en el invierno. En todos los tratamientos esta leguminosa contenía mayor porcentaje de nitrógeno en el año siguiente a la fertilización.

Ignatieff y Page (36), no recomiendan siempre, el empleo de nitrógeno en pastos cuyas leguminosas están ya bien establecidas; no obstante, en las regiones frías en donde la hierba deja de vegetar durante una parte del invierno, la leguminosa no es capaz de suministrar el volumen de nitrógeno necesario para obtener el máximo rendimiento.

Cuando se aplica nitrógeno a una mezcla de gramíneas y leguminosas, Cowling (22), afirma que las gramíneas utilizan la mayor parte y las leguminosas una pequeña cantidad del nitrógeno. Esto es confirmado por Holmes y Aldrich, citado por Chaverra y otros (15), cuando al aplicar el nitrógeno a una pradera rica en leguminosas aumenta la proporción de las gramíneas sin afectar sustancialmente la producción de forraje.

La falta de nitrógeno influye considerablemente en el rendimiento de la cosecha. Las plantas alcanzan poco desarrollo y toman un color amarillento, debido a la deficiencia en la elaboración de proteínas y clorofila, con la consecuente disminución en producción. La floración es pobre y prematura y el periodo vegetativo se acorta notoriamente; la deficiencia en los primeros estados del desarrollo se

puede compensar totalmente con aplicaciones de abonos, pues las fallas iniciales afectan el desarrollo de la planta posteriormente. El nitrógeno aplicado correcta y oportunamente provoca un desarrollo exuberante de los órganos vegetativos, mejora el contenido de proteínas del follaje y aumenta el rendimiento de la cosecha. Es aconsejable usar nitrógeno en combinación armónica con fósforo y potasio, para lograr aumentos más considerables en la calidad y cantidad de la cosecha. (20).

Dávila y Echeverry (27), en ensayos realizados en la serie Rio Bogotá, concluyeron que no se justifican aplicaciones de nitrógeno a mezclas de kikuyo y trébol blanco, ya que el trébol proporciona el nitrógeno necesario para mantener una buena producción de forraje en la mezcla. Aplicaciones de 50 kilogramos por hectárea de nitrógeno, o más, favorecen el crecimiento del kikuyo, pero reducen la producción de tréboles en la mezcla. Con 25 kilogramos por hectárea después de cada corte, en época seca, lograron mantener una buena proporción de tréboles en la mezcla y obtuvieron cortes cada 40 días, aproximadamente.

La aplicación de nitrógeno resulta más efectiva cuando se hace en forma dividida que cuando se aplica todo al momento de la siembra (57).

4.2 Fósforo

Los análisis químicos de los suelos, de acuerdo con Malavolta y otros (45), revelan frecuentemente un contenido medio de 0.1% de fósforo. Suponiendo que una hectárea de suelo, a profundidad de arado pese 3 millones de kilogramos la cantidad total correspondiente de fósforo será de 3.000 kilogramos. Una pequeña fracción, probablemente la más pequeña de todas, se encuentra como H_2PO_4 en el suelo y es absorbida rápidamente por las raíces. Resulta claro que sólo una pequeña fracción del fósforo del suelo existe en forma rápidamente asimilable por las plantas; ésta es la razón de las frecuentes res-

puestas que se obtienen cuando se suministran fertilizantes fosfáticos al campo.

El valor del pH óptimo para la mayor eficacia del fósforo en relación con las plantas, varía entre 6.5 y 7.5 en cuya amplitud ocurre el mínimo de fijación (17).

Michielin (50), asegura que el fósforo está presente en las plantas en las proporciones de 0.1 a 0.5% de la materia seca. Las fertilizaciones fosfatadas cumplen en las plantas diversas finalidades: a -- cortar por lo general el ciclo vegetativo; proporcionar un incremento inicial rápido y vigoroso; favorecer el desarrollo de las raíces aumentando así el poder de absorción de agua y elementos nutritivos por parte de las plantas; estimular la floración, ayudar a la formación de las semillas y favorecer el establecimiento y buen desarrollo de las leguminosas.

En regiones donde la precipitación pluvial es menor de 760 milímetros por año, los pastos jóvenes en crecimiento son usualmente ricos en fósforo. Como el contenido en fósforo disminuye en la madurez, los pastos maduros no contienen suficiente fósforo para los ganados de cualquier edad. De tal manera, que debe suministrarse un suplemento rico en fósforo durante estos períodos. La fertilización de los pastos con superfosfato puede suplir los requerimientos del ganado de carne mientras el forraje esta verde. En regiones en las cuales la precipitación pluvial es alta y el drenaje es pobre, la sola fertilización de los pastos, la mayoría de las veces, da beneficios a -- no ser que se adopten otras medidas de mejoramiento. Estas mejoras incluyen drenaje adecuado, preparación del suelo para siembra de semillas e introducción de gramíneas y leguminosas adaptadas a la región. En áreas donde las lluvias son muy pocas, la fertilización del pasto parece no justificarse (40).

Las respuestas del fósforo en Colombia, afirma Bair y otros (7), están principalmente localizadas en las regiones más altas, frías y

aún medias; el fósforo es el elemento más limitante.

El fósforo difiere del nitrógeno y del azufre, debido a que no se reduce dentro de la planta; los carbohidratos fosforilados, los nucleótidos y los fosfolípidos presentan su fósforo al mismo alto nivel de oxidación en el que ha sido absorbido(45).

Collings (21), afirma que el fósforo ayuda a tomar el potasio necesario para la vida vegetal y contraresta los efectos perjudiciales del nitrógeno, cuando se encuentra en cantidades abundantes. Las deficiencias del fósforo se aprecian por el desarrollo muy pobre de las raíces y por los disturbios en el crecimiento general; las hojas y los tallos son pequeños y toman un color entre rojizo y bronceado; la floración y la madurez son retardadas y las semillas generalmente muy pequeñas, además del rendimiento y la calidad de las cosechas bajan notoriamente.

4.3 Potasio

Chavez (17), asegura que la cantidad de potasio en los suelos, es generalmente alta (alrededor 2%), en comparación con tenores de fósforo y nitrógeno; el potasio se encuentra como constituyendo principal de los silicatos primarios y secundarios. Para Malavolta y otros (45), el potasio representa el 2.5% de la corteza terrestre, la mayor parte del potasio existente en el suelo aparece en los minerales primarios y en la fracción arcillosa. Es fácil comprobar que en los minerales arcillosos y primarios, el origen del potasio se encuentra dispuesto para producir otras formas y por consiguiente que sea la reserva fundamental para las plantas.

Black, citado por Marín (47), asegura que desde el punto de vista químico, el potasio del suelo se divide a menudo en tres categorías: Potasio no intercambiable, potasio intercambiable y potasio soluble. La mayor parte del potasio soluble y del potasio intercambiable del suelo, en un tiempo dado se considera como aprovechable. El grado y -

la rata de aprovechabilidad de la fracción no intercambiable varía enormemente en los suelos. Pero el potasio intercambiable, de acuerdo con Blanchet y Bosc (10), no puede ser considerado como una reserva nutritiva definida; más bien constituye una especie de nivel de tubo "piezométrico" que refleja un estado particular y a menudo transitorio de los iones K^+ , entre las dos tendencias inversas que constituyen la fijación y la liberación. Estos dos procesos son más o menos reversibles, según los suelos, y sobre todo según sus aptitudes para la fijación. Los suelos pobres en potasio intercambiable pueden presentar posibilidades de liberación.

El potasio y en cierto modo el calcio, de una manera complementaria conservan la organización de la célula, la hidratación y la permeabilidad, por consiguiente, directa o indirectamente afecta a los sistemas enzimáticos. Cuando el suministro de potasio es deficiente, el metabolismo de los carbohidratos se altera. Existen testimonios indicadores de que la fotosíntesis se reduce y la respiración se incrementa en casos de deficiencia de potasio; el potasio juega papel importante en la translocación de los carbohidratos (10). Así Peregrina (54), reporta que diversas investigaciones han demostrado que el elemento potasio está íntimamente relacionado con la producción de grasas, almidones, celulosa y pectina en las plantas; sin embargo, este elemento no entra a formar parte permanente en la composición de ninguno de estos compuestos orgánicos.

Michielin (51) manifiesta, que las plantas consumen grandes cantidades de potasio y representa de 0.5 al 2.5% del peso seco de las plantas, mejorando notoriamente los contenidos de azúcar y almidón, endurece los tejidos dando una buena resistencia al vuelco especialmente cuando se abonó con mucho nitrógeno. Las deficiencias de potasio generalmente se revelan por un amarillamiento de las puntas y bordes de las hojas más viejas. Cuando la deficiencia es más aguda el amarillamiento se extiende en todo el follaje y aparece en las hojas jóvenes acentuándose en época de sequía.

Los suelos de Colombia, de acuerdo con Marín (47) y Michielin(51),

contienen suficiente cantidad de potasio aprovechable para abastecer varias cosechas, pero en muchos suelos, la fertilización potásica no ejerce mayor beneficio en los pastos, además de ayudar en las plantas en la producción de proteínas. En algunos casos el uso de abonos potásicos ha producido un efecto contraproducente en los pastos, disminuyendo la producción, especialmente en los suelos con alto contenido de este elemento.

El adecuado abastecimiento de los pastos con potasio, aumenta durante mucho tiempo el porcentaje de las leguminosas contenidas en el forraje y por lo tanto, el contenido proteico y mineral del mismo. Lo anterior lo comprueba los ensayos realizados durante muchos años por la estación experimental de Darmstadt (Alemania), resalta que las praderas abonadas con potasio comparadas con las sin potasio, el rendimiento con proteínas digeribles fué casi 50% más elevado y el de unidades almidón en 47% mayor. El valor forrajero intrínseco de las plantas forrajeras también es gobernada por el potasio. Con mayores dosis de nitrógeno, por ejemplo, el contenido en provitamina A sólo aumentará con suficientes provisiones de potasio. Las investigaciones de la estación experimental de Rothamsted (Inglaterra) y las de la Universidad de Purdue (Estados Unidos) atestiguan, igualmente, que el potasio fomenta la síntesis de proteínas en las plantas forrajeras. Así, dosis ascendentes de potasio dadas al pasto "ovillo" o dactilo (*Dactylis glomerata* L.) mejoran el contenido proteínico de éste, disminuyendo el del nitrógeno no proteínico (2).

4.4 Calcio

Malavolta y otros (45), afirman que el calcio se encuentra generalmente en los suelos en las formas siguientes: Carbonato, fosfato, sulfato, silicato orgánico y en forma intercambiable y soluble. Los dos últimos se encuentran directamente implicados en la nutrición de las plantas verdes. La cantidad total de calcio en los suelos es de 10 a 30 toneladas por hectárea y es generalmente suficiente para cumplir la demanda de la mayoría de las cosechas. Mientras que mu-

chas plantas absorben alrededor de 25 kilogramos por hectárea, las que pertenecen a la familia de las leguminosas necesitan hasta 100 kilogramos o más; bajo estas condiciones, los suelos más lixiviados y/o desgastados pueden carecer de cantidades suficientes de calcio para satisfacer las necesidades de éste último grupo de plantas.

Lineberry y Burkhart (44), manifiestan que una gran fracción del calcio total en las plantas se localiza en la hoja. En contraste con fósforo y potasio, las hojas más antiguas son las que presentan mayor contenido de calcio. Una buena proporción de este calcio, se encuentra fijado en la pared de la célula como sal de los ácidos orgánicos de la parte media de la lámina. En muchas especies se encuentran grandes cantidades de oxalato de calcio insoluble. El calcio en forma sales con otros ácidos orgánicos y muy probablemente está en parte ligado a las moléculas proteicas.

El calcio desempeña papel importante en el metabolismo del nitrógeno; cuando el calcio se omite del medio nutritivo, algunas especies de plantas no son capaces de asimilar los nitratos (53).

4.5 Magnesio

La cantidad de calcio intercambiable es 5 veces mayor que la del magnesio y 10 veces mayor que la cantidad de potasio intercambiable; mientras un 25% del calcio total se encuentra en su forma intercambiable, la cifra correspondiente para el magnesio es del 0.5%. La importancia del magnesio para la vida de las plantas se ilustra por dos hechos: primero su presencia en la molécula de clorofila; segundo, su papel como activador de muchas enzimas que intervienen en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas (45).

De acuerdo con Willstatter (63), el magnesio constituye el 2.7% de la molécula de clorofila la que es un componente esencial, por esta razón el aspecto más característico de la deficiencia del magnesio es la clorosis intervenal que comienza en los bordes y gradualmente progresa hacia el centro.

El magnesio ayuda a las plantas a obtener el fósforo, lo cual normalmente es difícil. Las plantas fertilizadas con magnesio, invariablemente contienen más fósforo que las que se desarrollan bajo iguales condiciones sin aquel elemento. El magnesio es un elemento móvil y se trasloca fácilmente de las hojas viejas a las más jóvenes. Por lo tanto, los síntomas de deficiencias de magnesio aparecen primero en las hojas inferiores más viejas, en forma de clorosis intervenosa. En las fases avanzadas, el tejido de la hoja se vuelve de color pardo o necrótico (5).

Beltran (9), asegura que en experiencias efectuadas por Garner, sobre la asimilación del magnesio contenido en distintos vegetales, demostraron también que el porcentaje asimilado variaba con la especie vegetal y con el animal que la ingería. Se obtuvieron porcentajes de asimilación que fluctúan entre 35 y un 86% y se observó que dichas cifras no dependían de la cantidad de magnesio presente, ni de la relación calcio-fósforo, ni del contenido de fibra cruda vegetal.

4.6 Azufre

✕ Para Malavolta y otros (45), el azufre aparece en los suelos en la materia orgánica y en forma de sulfato solubles o insolubles, siendo la primera forma generalmente la dominante. El azufre total (sulfatos + materia orgánica) varía desde 0.007 hasta 0.09%, generalmente la cantidad total de azufre descende desde la superficie hacia las capas más profundas del perfil del suelo.

Las pérdidas de azufre debidas a la lixiviación del suelo se efectuaron en experimentos liximétricos. Los realizados en la estación experimental de Rothamsted (Inglaterra), pierden 25 kilogramos de azufre por hectárea anualmente. En los Estados Unidos las pérdidas de azufre se calculan de 20 a 60 kilogramos (29).

El papel metabólico más importante según Malavolta (45), está relacionado con el hecho de que el grupo sulfhidrilo $-SH$, es el grupo activo de muchas enzimas implicadas en el metabolismo de los carbohi-

dratos, lípidos y proteínas. Eaton (29), por su parte, asegura que el efecto de la deficiencia de azufre en el metabolismo de la planta puede apreciarse a través de los análisis químicos: Los aminoácidos y otros compuestos solubles de nitrógeno se acumulan en los tejidos deficientes, lo que refleja probablemente un cierto retraso en las síntesis de las proteínas.

Anderson y Spencer (3), informan que la falta de azufre impide la fijación del nitrógeno atmosférico por parte de las bacterias nodulares de la raíz, reflejando su anormalidad específica en la parte de la simbiosis.

Todas las plantas necesitan azufre para crecer y reproducirse. La mayoría de ellas necesitan aproximadamente la misma cantidad de azufre que de fósforo. El azufre es necesario para la asimilación de ciertos aminoácidos y componente de muchas vitaminas y enzimas. Las plantas deficientes en azufre presentan un color verde pálido o amarillento, el que por lo general aparece primero en las hojas jóvenes superiores. Las plantas con deficiencia de azufre también poseen un contenido elevado de carbohidratos y nitratos (5). X

4.7 Elementos menores

Jacob y Uexküll (39), afirman que además de los elementos mayores o macroelementos, se requiere de una cuantía mínima de ciertos elementos (en su mayoría metales pesados), para el desarrollo normal de las plantas. Dichos elementos son: Boro (B), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), además cobalto (Co), vanadio (Va), yodo (I), fluor (F), y wolfranio (Wo); los cuales tienen un elevado grado de eficacia o sea que en pequeñas cantidades son suficientes para alcanzar efectos óptimos.

La presencia del boro es necesaria en aquellos sitios en donde se verifica una activa división celular. Las plantas requieren el cobre para sus procesos de oxidación y reducción. El hierro desempeña un papel importante como catalizador en las plantas por ser constitu

yente esencial de varias enzimas; es un elemento clave de diversas reacciones tales como la respiración, la fotosíntesis y la reducción de nitratos y sulfatos. El manganeso es un catalizador de muchos otros procesos metabólicos; el zinc ejerce influencia sobre el contenido y aprovechamiento racional del fósforo y potasio en la planta. El molibdeno desempeña un papel importante en la formación de albúmina de la planta (45).

5. Fertilidad general de los suelos de Colombia

Al hablar sobre la fertilidad de los suelos de Colombia, Lotero (41) y Bair (7) afirman en forma general que los suelos más fértiles de Colombia son los aluviales y como ejemplo sobresaliente citan los de los Valles de los ríos Cauca y Sinú. Estos suelos en su estado natural pueden considerarse altos en la mayoría de los nutrientes de las plantas y valores de pH adecuado para la mayoría de los cultivos. Después de un tiempo de cultivo sin fertilización, el nitrógeno llega a ser el nutriente más limitante, especialmente en el caso de las leguminosas.

En general, el contenido de materia orgánica y nitrógeno total en los suelos, aumenta con la altura sobre el nivel del mar y al disminuir la temperatura; lo anterior se explica porque los suelos de las montañas generalmente son ácidos, muy bajo el contenido de fósforo y calcio asimilables y de medios a bajos en los contenidos de potasio, con ligeras excepciones. A este respecto Crowder y otros (25), afirman que los suelos de la zona fría del país (exceptuando las sabanas de Bogotá, Ubaté, Chiquinquirá, Sogamoso y Túquerres) son más bien altos en materia orgánica (8-15%) tienen un pH bajo (4.5 á 6.0) y son deficientes en fósforo.

En la Costa del Pacífico en la parte suroriental del país, la abundante precipitación, acompañada de temperaturas altas, acelera los procesos de meteorización y empobrecimiento de los suelos, especialmente por el lavado de los nutrientes. Poco se conoce sobre el estado de la fertilidad natural de estos suelos, pero se sabe que al

destruir la vegetación natural, la fertilidad de los suelos disminuye rápidamente hasta hacerlos totalmente improductivos. Con el uso de pastos indudablemente este proceso de empobrecimiento se reduce, pero las especies que pueden prosperar en estas condiciones son muy escasas. Los suelos de los Llanos Orientales, en general, se consideran muy ácidos y bastantes pobres en cuanto a fertilidad se refiere, probablemente, debido a la edad geológica y a los procesos de meteorización que son muy intensos en esta región, principalmente a causa de la alta temperatura y abundante precipitación. Son suelos que se pueden mejorar con relativa facilidad, debido a que tienen muy buenas condiciones físicas (21).

Hay algunos suelos en el país, especialmente en la Guajira, parte del Magdalena, Atlántico y Bolívar de fertilidad alta, pero en donde la falta de agua es un factor limitante. También se presentan algunos suelos con problemas de salinidad que es necesario corregir para poder explotarlos económicamente.

En cuanto a los suelos de Nariño, Revelo, C y Revelo, M. (55), afirma que no existen datos sobre el desequilibrio nutricional en los suelos, pero basándose en los análisis químicos de más de 400 muestras de las diversas regiones del Departamento, se puede asegurar que el nitrógeno no constituye un elemento limitante para las cosechas. La deficiencia de fósforo en Nariño, posiblemente se deba a que sus suelos son en la mayoría ácidos, condición que proviene de su origen esencialmente volcánico. En cuanto al potasio es el elemento que menos problemas presentan en estos suelos.

III.- MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo se realizaron dos ensayos regionales de fertilización en pastos, como parte del Programa de Suelos, Pastos y Forrajes del Instituto Colombiano Agropecuario "ICA" y como tesis de grado, a partir del 6 de Marzo de 1968 al 2 de Diciembre de 1969, si tuados en fincas de agricultores en el Municipio de Pasto.

1. Localización

Los ensayos se localizaron en el Municipio de Pasto, veredas de Catambuco y Botana, a 7 kilómetros de Pasto; pisos térmicos 2.860 y 2.800 metros sobre el nivel del mar, respectivamente; precipitación anual aproximada de 760 milímetros; temperatura promedia anual 13 -- grados centígrados; pendiente del terreno 2 por ciento (62).

2. Preparación del suelo

Los terrenos disponían de un buen drenaje y su preparación se -- simplificó debido a que había sembrado un cultivo "limpio" (papa). La preparación para los dos suelos se redujo a dos aradas, utilizando -- un tractor "Allis-Chalmers D-17", con arado de discos regular, alce hidráulico y tres puntos de enganche; dos rastrilladas, con un rastrillo en tandem y finalmente limpieza de residuos de cosecha con -- rastrillos de mano.

3. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental Bloques completos al azar con arreglo factorial $3 \times 3 + 2$ tratamientos adicionales (un tratamiento con 200 kilogramos por hectárea de Agrimins, el cual contiene los -- elementos menores y un segundo tratamiento adicional como testigo.)

4. Muestreo del suelo

En cada uno de los ensayos y de las replicaciones experimentales

Figura 1 .- Localización geográfica del Municipio de Pasto y sitios en donde se realizaron los experimentos de fertilización en pastos. (Tomado de copia heliográfica del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi").

Foto: I. Santacruz.

se verificó un muestreo de suelos a dos profundidades: La primera comprendió la capa arable de 0 á 20 centímetros y se tomó una muestra por tratamiento, mezclando para obtener una muestra por replicación. Una segunda muestra general de 20 á 40 centímetros de profundidad. Las muestras se enviaron al Laboratorio de Suelos del Instituto Colombiano Agropecuario "ICA" en Palmira. Los materiales utilizados fueron: Bolsas de polietileno de capacidad un kilo, barreno y etiquetas.

4.1 Técnicas seguidas en el análisis químico del suelo

pH : El método más común es el del potenciómetro con electrodo de vidrio en la relación suelo-agua por volumen de 1:1; es decir, a 10 centímetros cúbicos de suelo agregar 10 centímetros cúbicos de agua destilada. La mezcla se deja en reposo durante una hora, a partir de la cual se lee el pH en el potenciómetro.

Materia orgánica: Se empleó el método de Walkley-Black, que consiste en oxidar la materia orgánica del suelo con ácido crómico en presencia de un exceso de H_2SO_4 y calentamiento lento.

Nitrógeno total: Se hizo por el método modificado de Kjeldhal, el cual consiste en hacer la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado y destilación del nitrógeno en forma amoniacal, en una solución de ácido bórico al 4%. El borato de amonio formado se titula con una solución de ácido sulfúrico.

Fósforo: Se empleó el método de Bray II (Bray y Kurtz); en este método se usó una solución extractora similar a Bray I NH_4F 0.03N -- con HCl 0.1N, con el fin de incluir una mayor cantidad de fósforo proveniente de la apatita del suelo.

Cationes intercambiables: (Al^{+++} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ y Mn^{++}) -- se empleó el método de Peech, consistente en extraer parte de los anteriores cationes con una solución neutra de acetato de amonio normal.

Capacidad de Intercambio Catiónico : Se realizó con acetato de amonio normal y neutro, simultaneamente con la determinación de los cationes intercambiabiles. Después de percolado el suelo con acetato de amonio para remplazar los cationes intercambiabiles, se lava con alcohol neutralizado. Luego al suelo se le adicionan 50 centímetros cúbicos de una solución de NaCl al 10%. El filtrado se coloca en un balón Kjeldhal, se destila en una solución de ácido bórico y se titula con ácido sulfúrico de normalidad conocida. La C.I.C. se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo seco al aire.

5. Fuentes y aplicación de los fertilizantes

Los materiales usados como fuentes de fertilizantes fueron:

Urea (NH_2)₂CO con un contenido del 45% de N

Superfosfato triple $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$, con 45% de P_2O_5

Sulfato de potasio K_2SO_4 con 48% de K_2O

Elementos menores: Agrimins, producto comercial con:

Sulfato de zinc ZnSO_4 9.62%

Sulfato de cobre CuSO_4 5.12%

Boro (B) 0.6%

Sulfato de manganeso MnSO_4 5.62%

Sulfato de hierro FeSO_4 7.68%

Materia orgánica 0.03%

Niveles:

N : 0 - 25 Kgs./Ha.

P_2O_5 : 0 - 75 - 150

K_2O : 0 - 50 - 100

Agrimins: 0 - 200

El fertilizante se aplicó al voleo, en la siguiente forma:

1) Una aplicación completa de cada uno de los diferentes niveles de N, P_2O_5 , K_2O y Agrimins (Elementos menores), en el momento de la siembra.

2) Después de los tres primeros cortes se aplicó el P_2O_5 y K_2O .

Tabla I .- Tratamientos y niveles expresados en kilogramos por hectárea y gramos por parcela

No. Trat.	TRATAMIENTOS					FERTILIZANTES			
	N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O E.M.	Urea	Superf. Triple	Sulfato Agri- Potasio mins.
1	N ₁	P ₀	K ₀	25	0	0	30	0	0
2	N ₁	P ₁	K ₀	25	75	0	30	90	0
3	N ₁	P ₂	K ₀	25	150	0	30	180	0
4	N ₁	P ₀	K ₁	25	0	50	30	0	60
5	N ₁	P ₁	K ₁	25	75	50	30	90	60
6	N ₁	P ₂	K ₁	25	150	50	30	180	60
7	N ₁	P ₀	K ₂	25	0	100	30	0	120
8	N ₁	P ₁	K ₂	25	75	100	30	90	120
9	N ₁	P ₂	K ₂	25	150	100	30	180	120
10	N ₁	P ₁	K ₁ ⁺²⁰⁰	25	75	50	30	90	60
11	N ₀	P ₀	K ₀	0	0	0	0	0	0

El nitrógeno se aplicó únicamente al momento de la siembra. En la Tabla I se ilustran las cantidades aplicadas de cada elemento en kilogramos por hectárea y gramos por parcela.

Se emplearon 10 jornales en los dos ensayos. Para pesar los fertilizantes se empleó una balanza de precisión marca "Ohaus" capacidad para dos kilos.

6. Trazado

El trazado del terreno consistió en 4 bloques de 27 metros de largo por 6 de ancho; la distancia de las calles entre bloques fué de un metro y entre parcelas 50 centímetros. Cada bloque se dividió en 11 parcelas de dos metros de ancho por 6 de largo (12 m^2), el número de surcos por parcela fué de 6. Área total del terreno 729 m^2 .

7. Siembra

Convenientemente preparado el terreno se procedió a efectuar la siembra de la mezcla de gramíneas y leguminosas recomendadas por el "ICA" (Ryegrass inglés, pasto azul orchoro, trébol blanco y trébol rojo). En un principio se pensó incluir en la mezcla la festuca media, pero no fué posible escasez de semilla. Los pastos anteriores se adaptan muy bien al clima frío (2.200 á 3.100 m.s.n.m.) (23). La siembra se realizó a mano, el 6 de Marzo de 1968; se emplearon 12 jornales en las dos localidades.

7.1 Métodos y densidades de siembra

La mezcla se sembró así: Las gramíneas en surcos separados 30 centímetros, a chorro seguido y las leguminosas se sembraron al voleo entre los surcos.

7.2 Cantidad de semilla

Ryegrass inglés (Lolium perenne L.)

Kgs./Ha. Grs./Parcela

7

8.4

Pasto azul orchero (<u>Dactylis glomerata</u> L.)	6	7.2
Trébol blanco (<u>Trifolium repens</u> L.)	3	3.6
Trébol rojo (<u>Trifolium pratense</u> L.)	<u>2</u>	<u>2.4</u>
Total	18	21.6

7.3 Resiembra

Debido posiblemente a la falta de humedad y mala calidad de la semilla de las leguminosas, fué necesario resemenbrar las siguientes - parcelas en el lote de Botana; replicación I, parcelas 3 y 11, replicación II, parcelas 6, 7 y 8, replicación III parcelas 1, 3, 5, 6 y 9, replicación IV parcelas 4, 6 y 9.

8. Labores culturales

Se efectuó un control de malezas a mano, dentro de las parcelas experimentales, por dos veces anteriores al primer corte, en ambas - localidades, utilizando 10 jornales en cada una; después de cada corte se efectuó una deshierba de las calles, empleando azadones y rastillos. Las malezas predominantes fueron: Lengua de vaca (Rumex acetosella), falsa poa (Holcus lanatus L.) y kikuyo (Pennisetum clandestinum Hoch.).

9. Cosecha

Se efectuó cuando la población de gramíneas tuvo entre 10 á 20% de floración, cortando los 4 surcos centrales de cada parcela, eliminando los bordes. Los materiales empleados fueron: una balanza "Chattillon" de capacidad 30 kilos por 100 gramos, trípode de madera para colocar la balanza; hoces, empaques de cabuya, bolsas de papel capacidad 1 kilo y etiquetas.

En el corte se emplearon hoces y 5 jornales por localidad; el primer corte se realizó en los días 20 y 24 de Septiembre de 1968, los 5 cortes siguientes se efectuaron cada 10 á 11 semanas.

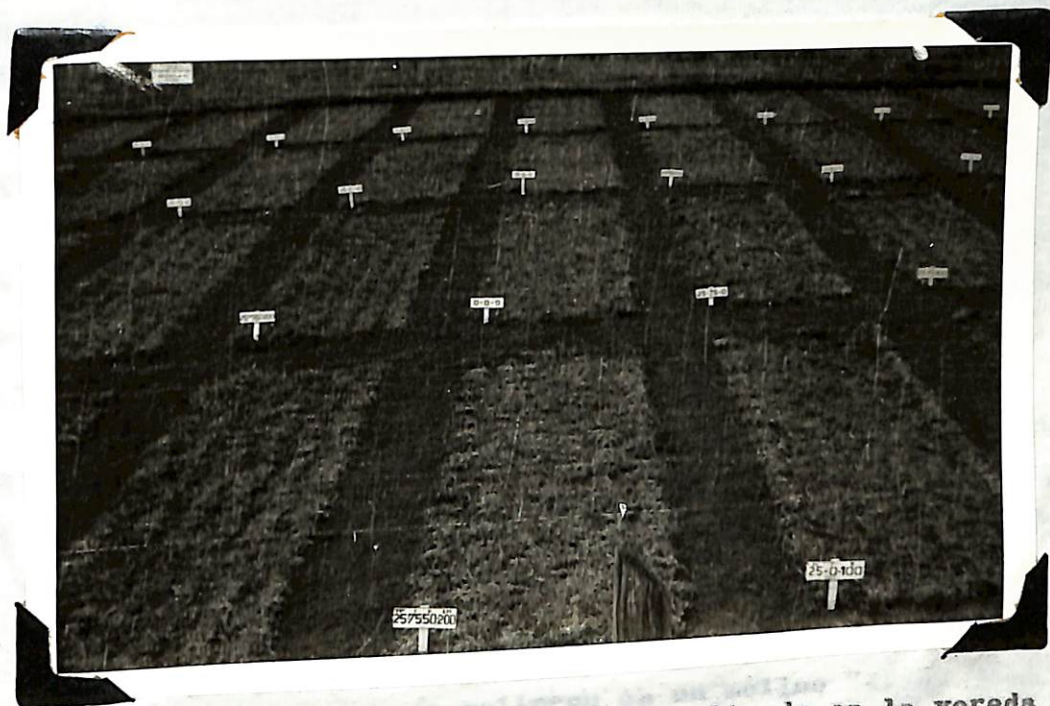


Figura 2 .- Vista parcial del experimento localizado en la vereda de Catambuco, finca "La Providencia".

El procedimiento fué el siguiente: la producción de materia ver de por parcela se pesó y de ella se tomó muestras de 500 gramos, las que se llevaron al invernadero hasta obtener peso seco constante, con el cual se trabajó en el análisis estadístico y pruebas de laboratorio. En el segundo y quinto corte se determinó porcentajes de gramíneas y leguminosas y las muestras para el análisis foliar.

Las muestras para el análisis foliar se prepararon en la siguiente forma: •

1) Se colocó una muestra de 20 gramos de materia seca en un frasco con agua hasta la mitad, se añadió un poco de detergente y se agitó vigorosamente el frasco por 30 segundos.

2) Se retiró el agua para añadir una nueva cantidad y se agitó nuevamente durante 15 segundos. Este paso se repitió varias veces --- hasta que el detergente e impurezas quedaron removidas.

3) Se lavó varias veces con pequeñas porciones de agua destilada. El material se colocó en bolsas de papel previamente rotuladas, luego se llevó a estufa a temperatura de 50 grados centígrados durante 24 horas.

4) Las muestras secas se molieron en un molino "Wiley Mill Standar" No. 3 provisto de tamiz.

5) Las muestras molidas se colocaron en frascos de polietileno con su respectiva etiqueta de identificación; posteriormente se enviaron al Laboratorio de suelos de Tibaitatá, para la determinación de N, P, K, Ca, Mg y proteínas.

Las técnicas seguidas en el análisis foliar fueron:

% de nitrógeno	: Microkyledhal
% de fósforo	: Venadato de amonio
% de potasio	: Fotometria de llama
% de calcio	: Absorción atómica

% de magnesio : Thiazol amarillo

% de proteína cruda : se determinó multiplicando por el factor 6.25 el contenido del porcentaje de nitrógeno obtenido mediante el método Microkjeldhal.



Figura 3 .- Aspecto de una muestra de material utilizado para pesar la producción en materia seca.



Figura 3 .- Aspecto de una cosecha y método empleado para pesar la producción en materia verde.

IV .- RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos en las pruebas de germinación, análisis de suelos, observaciones del cultivo en su desarrollo, análisis foliar y de rendimientos, para hacer una evaluación y justificación de las diferentes respuestas manifestadas.

1. Análisis de germinación

Las pruebas de germinación para las semillas de los pastos en estudio, se realizaron en el Departamento de Fitotecnia de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nariño. Dichas pruebas arrojaron los siguientes resultados:

Gramíneas: Ryegrass inglés (<u>Lolium perenne</u> L.)	90%
Pasto azul orchero (<u>Dactylis glomerata</u> L.)	93%
Leguminosas: Trébol blanco (<u>Trifolium repens</u> L.)	88%
Trébol rojo (<u>Trifolium pratense</u> L.)	80%

Estos porcentajes de germinación obtenidos, fueron ligeramente inferiores a los garantizados como semilla certificada por Cresemillas; lo anterior, seguramente, por haberse realizado las pruebas en condiciones no ideales de temperatura y humedad, ya que no se pudo utilizar el germinador por desperfectos.

2. Suelos

Se incluyen las propiedades químicas de los suelos A y B, Botana y Catambuco, respectivamente, de 0 á 20 centímetros para replicas y de 20 á 40 para la muestra general obtenidas en el análisis de caracterización. En la Tabla II se presentan los resultados.

El suelo A presenta un pH fuertemente ácido, variando de 5.4 á 5.5 entre replicas y un valor de 5.4 para el pH de la muestra general de 20 á 40 centímetros.

El suelo A presenta una reacción que está por debajo del rango - de pH 6.1 - 7.3 en el cual la asequibilidad de la mayoría de los nutrientes es óptima (39). Esta acidéz puede deberse a los contenidos - de aluminio intercambiable.

En el suelo B se observa un pH ligeramente ácido, variando de 6.0 á 6.4 entre replicaciones y 6.3 para la muestra general; este pH está dentro del óptimo para la asequibilidad de la mayoría de los nutrientes. Esta acidéz, menor que la del suelo A, puede deberse a un menor contenido de aluminio intercambiable y mayor contenido de calcio, aparte del mayor porcentaje de materia orgánica que ejercería un efecto - buffer en el suelo. El contenido de materia orgánica, para ambos suelos, puede considerarse alto, ejerciendo un efecto benéfico al disminuir las pérdidas por lixiviación de los demás nutrientes, promoviendo una mejor estructura, mejorando la capacidad de retención de agua y haciendo más friables a los suelos pesados (39).

Las observaciones dadas para la materia orgánica se aplican al nitrógeno por estar éste en función de aquella, e íntimamente relacionada. Se observa una menor cantidad de este elemento en la capa inferior de los dos suelos comparada con la capa superior; el promedio general es mayor en el suelo B que en el suelo A. El mayor contenido de materia orgánica y nitrógeno del suelo B puede deberse a que este suelo, antes del cultivo limpio que precedió a este ensayo, fué destinado a corrales.

El contenido promedio de fósforo es mayor en el suelo A para replicaciones, o sea muestras tomadas de 0 á 20 centímetros, pero menor que en la muestra de 20 á 40 centímetros. En el suelo A la cantidad - promedio de fósforo de acuerdo con la clasificación de Marín y Gómez (39), puede considerarse media a excepción de la replicación IV y la general, donde es baja. Para el suelo B puede considerarse media para las replicaciones y baja para la muestra general.

Al relacionar el contenido de fósforo con el pH del suelo, se ve que éste, a pesar de ser fuertemente ácido para el suelo A, no ejerció

Tabla II .- Propiedades químicas de los suelos de las Fincas "Hato Viejo" y "La Providencia" veredas Botana y Catambuco, respectivamente, Municipio de Pasto

Características	SUELO A					SUELO B						
	I	II	III	IV	$\bar{X}$	I	II	III	IV	$\bar{X}$		
	0 - 20 cms.					0 - 20 cms.						
					Muestra general					Muestra General		
					20-40					20-40		
pH	5.50	5.50	5.50	5.40	5.47	5.40	6.30	6.40	6.00	6.10	6.30	
% de M. O.	9.30	6.60	5.30	5.40	6.65	5.30	7.30	7.50	6.40	7.30	7.70	
% de N total	0.46	0.33	0.26	0.26	0.32	0.26	0.36	0.37	0.32	0.41	0.38	
Al ⁺⁺⁺ m.e./100 grs.	0.40	0.50	0.30	0.30	0.35	0.30						
P (p.p.m.) Bray II	25.60	28.00	17.80	9.10	20.12	9.10	22.40	18.40	18.40	30.20	30.20	
Ca m.e./100 grs.	8.80	9.20	8.80	8.40	8.81	8.40	14.40	14.06	13.50	13.60	13.20	
Mg m.e./100 grs.	3.74	1.82	2.98	4.14	3.19	4.14	6.12	5.76	3.50	4.64	4.28	
K m.e./100 grs.	1.14	0.85	0.88	0.87	0.93	0.87	4.10	3.20	2.78	2.70	3.19	5.20
Na m.e./100 grs.	0.10	0.22	0.14	0.25	0.17	0.25	0.28	0.29	0.25	0.29	0.28	0.30
C. I. C.	29.20	23.60	25.40	27.00	26.45	27.60	37.60	38.80	37.60	35.40	37.35	42.20

una acción muy drástica de fijación; el contenido de materia orgánica seguramente disminuyó las pérdidas por lixiviación.

El contenido de potasio de los suelos puede considerarse alto, ya que es mayor de 0.30 m.e. de K/100 grs. de suelo, cantidad que varios tratadistas de suelos consideran como alto. Comparando el contenido de los dos suelos es notoriamente superior el del suelo B, puesto que su menor valor está muy por encima del mayor en el suelo A; el menor contenido en el suelo A está en las replicaciones II, III y IV y en la muestra general, siendo mayor la replicación I. Para el suelo B existe un máximo en la muestra general y un mínimo en la replicación IV.

El menor contenido de potasio en el suelo A puede deberse a su menor pH en comparación con el suelo B. El alto contenido de potasio seguramente se debe a que este elemento forma parte de minerales del suelo como feldespatos difícilmente meteorizables y al origen volcánico de los suelos de Nariño.

El contenido de bases intercambiables (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) es superior en el suelo B.

3. Observaciones del cultivo en su desarrollo

3.1 Resiembra

La necesidad de la resiembra para algunos tratamientos del suelo A, de la que se habló en el capítulo anterior, pudo deberse al periodo de sequía prolongado (41 días) que prosiguió a la siembra; además, los porcentajes de germinación ya expresados pudieron haber limitado la germinación aunque sería un factor de menor importancia comparado con el anterior.

El desarrollo del cultivo mostró algunas diferencias entre los suelos y tratamientos, como se explicará más ampliamente cuando se hable de la producción en base al análisis estadístico.

3.2 Deshierbas

Para los dos suelos fué necesario realizar una deshierba a mano en el mes anterior al primer corte, debido a la invasión de malezas - entre las cuales predominaron: Lengua de vaca (Rumex acetosella), con un promedio de 80%, falsa poa (Holcus lanatus L.) y avena (Avena sativa L.) y chicoria (Colchicum autumnale) en un 10%, kikuyo (Pennisetum clandestinum Hochst) en un 10% para el suelo A. En el suelo B un 50% - de falsa poa y un 50% de lengua de vaca, kikuyo, avena y otras.

3.3 Plagas y enfermedades

En el suelo A se observó un ataque leve de chiza (Ancognatha scarabaeoides Burn) y babosa que se llama en otros países limaxina (Limax Mull, Helix aspersa) en el cuarto corte, que luego desapareció para el quinto corte. En el suelo B no se observó ataque de plagas.

En cuanto a enfermedades, en los dos suelos se observó a partir del tercer corte un ataque muy fuerte de roya (Puccinia graminis) al ryegrass inglés, que persistió hasta el sexto corte, afectando notablemente el desarrollo del pasto.

Las leguminosas mostraron susceptibilidad al ataque de roya (Uromyces trifolii), enfermedad que se manifestó en los cortes tercero y cuarto, en ambos suelos.

En general, el desarrollo del cultivo fué bastante uniforme en los dos suelos, a excepción de las parcelas sin fósforo y potasio. Inicialmente, mostraron una ligera superioridad las parcelas con elementos menores. El desarrollo de las leguminosas fué visiblemente superior en el suelo A manifestándose en la altura y rendimiento. En los tres últimos cortes posteriores a la segunda fertilización hubo diferencias entre cortes, replicaciones, tratamientos y localidades. El promedio general de rendimiento en materia seca para los seis cortes fué inferior en el suelo A.

X 4. Análisis foliar El que dió más alto porcentaje de proteínas, el tratamiento 25-75-150 kilogramos por hectárea de N-P-K.

Para la discusión se toma como base los resultados del análisis foliar de los dos ensayos y su influencia en la edad de los pastos, épocas y cantidades de fertilizante aplicado al suelo.

4.1 Nitrógeno y proteínas

En los suelos A y B el promedio general del contenido proteínico de los pastos fué mayor en el tercer corte que en el quinto, lo cual comprueba la disminución del contenido de proteínas con el aumento de la edad de los pastos y está de acuerdo con los resultados obtenidos por numerosos investigadores (62, 63, 13, 15). En la Tabla III y IV se registra los resultados del análisis foliar para los dos suelos en las diferentes épocas.

Para los suelos A y B los tratamientos con 25 Kgs./Ha. de nitrógeno en el tercero y quinto corte correspondiente a época lluviosa y época seca, respectivamente, dieron mayor porcentaje de proteínas y nitrógeno que el tratamiento sin nitrógeno.

Con la aplicación de 200 kilogramos por hectárea de Agrimins se observó que decrecía el contenido proteínico de los pastos.

La influencia entre las cantidades de fertilizante aplicado y el contenido foliar es de marcada importancia ya que se observó que los más altos porcentajes de nitrógeno y proteína se obtuvieron con los tratamientos que contenían 150 kilogramos por hectárea de fósforo para los dos suelos y en los dos cortes.

El porcentaje promedio general del contenido de proteínas fué ligeramente superior en los tratamientos sin potasio. Con la aplicación de 50 kilogramos por hectárea de potasio disminuyeron los contenidos de proteína.

En el suelo B corte de verano el tratamiento con 25-0-0 kilogra

mos por hectárea de N-P-K fué el que dió más alto porcentaje de proteínas y el tratamiento 25-75-100 kilogramos por hectárea de N-P-K dió el menor contenido de nutrientes en las hojas.

4.2 Fósforo

El contenido promedio total de fósforo en el tercer corte fué mayor en el suelo A, corte que corresponde a época lluviosa. Los tratamientos con 150 kilogramos por hectárea de fósforo y sin fósforo, en el tercer corte, mostraron mayor contenido foliar de este elemento en el suelo B. Los tratamientos con 75 kilogramos por hectárea de fósforo tuvieron en el suelo A un menor porcentaje que en el suelo B.

En el quinto corte, correspondiente a época seca, en el suelo A el contenido de fósforo total promedio fué mayor que en el suelo B. Los promedios de los tratamientos sin fósforo y 150 kilogramos por hectárea de fósforo fueron mayores en el suelo B.

Comparando los diferentes tratamientos con y sin fósforo del tercer y quinto corte, se observa una disminución del contenido de fósforo en las hojas en el quinto corte.

4.3 Potasio

Al analizar el tercero y quinto corte se observa que tanto el promedio total como el correspondiente a los tratamientos sin potasio y con 50 kilogramos por hectárea de potasio, fué mayor en el suelo A, excepto el tratamiento con 100 kilogramos por hectárea de potasio que fué mayor únicamente en el suelo A, quinto corte.

4.4 Calcio

El contenido promedio total y el correspondiente a los tratamientos sin elementos menores fué mayor en el suelo A, tercer corte,

Tabla III .-- Resultados comparativos del análisis foliar en los suelos A y B correspondientes al tercer corte (Invierno)

No. Trat.	T R A T A M I E N T O S			P R O T E I N A S		N%		P%		K%		Ca%		Mg%	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	E. M.	Suelo		Suelo	A	B	Suelo		A	B	Suelo	
					A	B								A	B
1	25	0	0	0	18.12	16.12	2.90	2.58	0.41	0.31	2.96	1.83	0.55	0.41	0.51
2	25	75	0	0	15.00	16.62	2.40	2.66	0.35	0.41	2.73	1.75	0.28	0.45	0.40
3	25	150	0	0	19.87	15.37	3.18	2.46	0.48	0.36	2.96	2.00	0.56	0.44	0.49
4	25	0	50	0	17.87	14.87	2.86	2.38	0.40	0.38	2.30	1.92	0.38	0.37	0.42
5	25	75	50	0	17.12	13.50	2.74	2.16	0.40	0.42	2.08	2.13	0.47	0.26	0.38
6	25	150	50	0	17.37	14.50	2.78	2.32	0.44	0.37	2.51	1.92	0.51	0.47	0.51
7	25	0	100	0	16.75	16.00	2.68	2.56	0.38	0.41	2.18	2.18	0.35	0.36	0.42
8	25	75	100	0	19.00	14.25	3.04	2.28	0.46	0.42	2.00	1.92	0.61	0.39	0.51
9	25	150	100	0	20.50	13.25	3.28	2.12	0.45	0.38	1.83	1.75	0.52	0.26	0.49
10	25	75	50	200	17.12	16.87	2.74	2.70	0.41	0.41	2.00	2.08	0.38	0.41	0.38
11	0	0	0	0	17.37	14.12	2.78	2.26	0.41	0.35	2.08	2.08	0.48	0.25	0.67

Tabla IV .- Resultados comparativos del análisis foliar en los suelos A y B correspondientes al quinto corte (Verano)

No. Trat.	T R A T A M I E N T O S				PROTEINAS%		N%		P%		K%		Ca%		Mg%	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	E.M.	Suelo	A	B	Suelo	A	B	Suelo	A	B	Suelo	A	B
1	25	0	0	0	11.31	12.43	1.81	1.99	0.31	0.31	2.19	2.84	0.15	0.18	0.25	0.22
2	25	75	0	0	10.43	10.93	1.67	1.75	0.31	0.39	2.19	2.73	0.15	0.13	2.28	0.25
3	25	150	0	0	10.31	12.31	1.65	1.97	0.31	0.33	2.41	2.41	0.12	0.16	2.24	0.19
4	25	0	50	0	9.06	11.68	1.45	1.87	0.28	0.31	2.09	2.73	0.15	0.15	0.22	0.27
5	25	75	50	0	9.18	11.06	1.47	1.77	0.27	0.29	2.09	2.73	0.20	0.17	0.28	0.21
6	25	150	50	0	9.31	11.93	1.49	1.91	0.28	0.31	2.19	2.63	0.20	0.18	0.28	0.27
7	25	0	100	0	9.56	12.93	1.53	2.07	0.31	0.24	2.19	2.14	0.15	0.25	0.25	0.28
8	25	75	100	0	8.68	9.68	1.39	1.55	0.34	0.29	2.19	2.14	0.15	0.12	0.27	0.24
9	25	150	100	0	9.56	12.81	1.53	2.05	0.34	0.30	2.09	2.30	0.13	0.18	0.27	0.25
10	25	75	50	200	8.93	9.93	1.43	1.59	0.35	0.26	2.14	2.14	0.23	0.21	0.24	0.28
11	0	0	0	0	9.81	11.81	1.57	1.89	0.21	0.29	2.19	2.19	0.15	0.21	0.27	0.17

comparado con el mismo suelo en el quinto corte y con el suelo B en ambos cortes.

El tratamiento que contenía elementos menores fué menor únicamente en el suelo A comparado con el B en el tercer corte, pero mayor que el resultado del quinto corte en ambos suelos.

4.5 Magnesio

Al igual que el calcio el porcentaje promedio total fué mayor en el tercer corte comparado con el quinto en los dos suelos. X

5. Análisis de rendimientos

Los rendimientos de producción en materia seca se analiza para cada uno de los tratamientos, cortes y localidades; resultados que se ilustran en las Tablas I - VI y figuras 4 y 5.

Los rendimientos obtenidos en los tres primeros cortes para los suelos A y B no mostraron diferencias significativas. el promedio general para los seis cortes fué superior en el suelo A con 3.082 Kgs./Ha. de materia seca, en comparación con 1.995 Kgs./Ha. obtenidos en el suelo B. En el tercer corte, en ambos suelos, el rendimiento disminuyó notoriamente, como se puede observar en las figuras 4 y 5, -- siendo necesario adelantar la fertilización programada para mejorar y mantener la mezcla.

A partir de la segunda fertilización hubo respuesta a los tratamientos 25-150-100, 25-150-50, 25-75-50-200 y 25-75-50 Kgs./Ha. de N-P-K en el suelo A. Por el análisis combinado se obtuvieron diferencias entre cortes y tratamientos. Los bajos rendimientos del suelo B pudieron estar influenciados por el bajo contenido de leguminosas como se puede observar en la figura 6, debido tal vez, al efecto del nitrógeno aplicado en la siembra interfiriendo su desarrollo.

5.1 Nitrógeno

No se observó respuesta estadística en ninguno de los dos suelos a la aplicación de este elemento, aunque la producción de materia seca fué superior en los tratamientos que contenían nitrógeno respecto al tratamiento sin nitrógeno.

5.2 Fósforo

En las figuras 7, 8 y 9 se presenta la respuesta en el campo a la aplicación de P_2O_5 .

En el suelo A con la aplicación de 150 Kgs./Ha. de P_2O_5 correspondientes al tratamiento 25-150-100 de N-P-K en los cortes cuarto, quinto, sexto y combinado de los seis cortes se obtuvo respuestas significativas y altamente significativas. Este tratamiento dió un rendimiento promedio de 3.614 Kgs./Ha. de materia seca, el más alto del ensayo.

Las aplicaciones de 25-150-50 y 25-150-0 Kgs./Ha. de N-P-K en el análisis combinado para el suelo A dió diferencias altamente significativas con un rendimiento promedio de 3.529 y 3.202 Kgs./Ha. respectivamente, lo cual induce pensar que estos suelos requieren altas aplicaciones de P_2O_5 .

Los tratamientos 10, 5 y 2 que contienen 75 Kgs./Ha. de P_2O_5 difieren significativamente en comparación con los tratamientos sin fósforo.

En contraposición con el suelo A, el B no respondió a la fertilización fosfatada, posiblemente por ser menos bajo su contenido de fósforo, lo que está de acuerdo con Marín y Gómez (46) al afirmar que un suelo con más alto contenido de fósforo dará respuesta más baja o ninguna.

5.3 Potasio

En las figuras 10 y 11 se ilustra la respuesta en el campo a la aplicación de potasio.

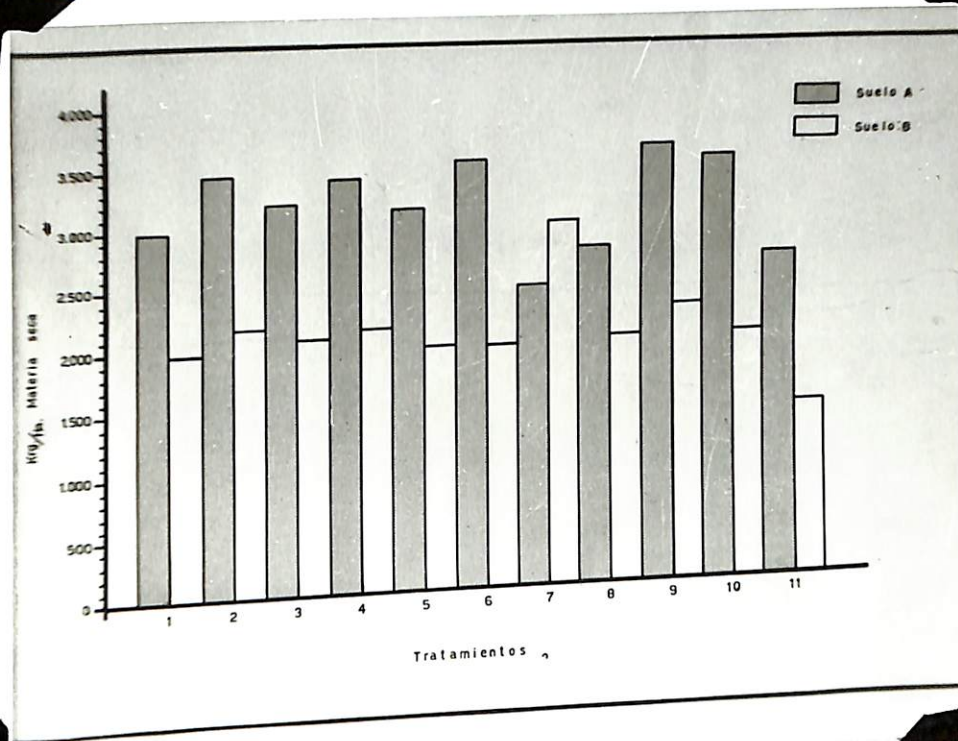


Figura 4 .- Relación para los suelos A y B, entre los tratamientos y el rendimiento en materia seca.

Foto: I. Santacruz.

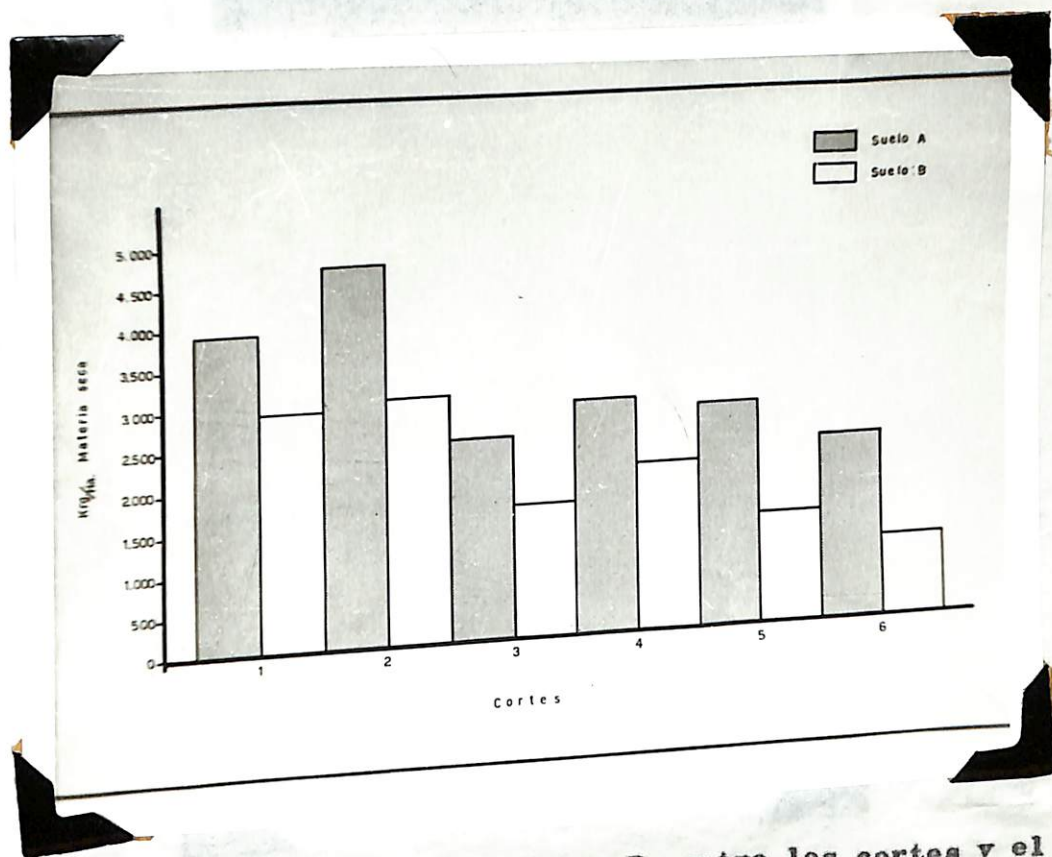


Figura 5 .- Relación para los suelos A y B, entre los cortes y el rendimiento en Kgs./Ha. de materia seca.

Foto: I. Santa Cruz.



Figura 6 .- Parcela de bajo rendimiento por ausencia de leguminosas y escaso desarrollo de las gramíneas

Foto: R. Mosquera



Figura 7 .- Respuesta de la mezcla a la aplicación de 25-150-50 Kgs./
Ha. de N-P-K en el suelo A. Obsérvese el desarrollo uniform
e de la mezcla.



Figura 8 .- Respuesta de la mezcla a la aplicación de 25-150-100 Kgs./
Ha. de N-P-K en el suelo A. Obsérvese el desarrollo de las
leguminosas.



Figura 9 .- Aspecto de la respuesta de los pastos a la aplicación de -
25-150-50 y 25-0-0 Kgs./Ha. de N-P-K. Nótese la diferencia
en el desarrollo en los dos tratamientos.



Figura 10 .- Comparación de los tratamientos 25-150-100 y 25-75-0 de N-P-K. Obsérvese el mejor establecimiento de las leguminosas en el primer tratamiento.



Figura 11.- Tratamiento sin fertilización mostrando escaso desarrollo de la mezcla.

En los suelos A y B no se obtuvo respuesta estadísticamente significativa a la aplicación de potasio; sin embargo, los tratamientos que contenían 50 y 100 Kgs./Ha. de K_2O produjeron rendimientos altos en comparación con el testigo. No hubo respuesta a este elemento por ser suelos de alto contenido en potasio, razón por la cual no se considera esencial en estos suelos.

5.4 Elementos menores

En la figura 4 se ilustra la respuesta a la aplicación de 200 Kgs./Ha. de elementos menores. Para el suelo A en el análisis combinado se obtuvo respuesta altamente significativa a la aplicación de elementos menores con rendimiento promedio de 3.509 Kgs./Ha. de materia seca.

En el suelo B no se presentó respuesta estadísticamente significativa a la aplicación de elementos menores.

Comparando los tratamientos 25-75-50 y 25-75-50 + 200 Kgs./Ha. de N-P-K y elementos menores (Agrimins), se observa que el tratamiento con elementos menores produjo más alto rendimiento en materia seca que el tratamiento sin elementos menores, de donde se deduce que sería necesaria la aplicación de elementos menores para incrementar la producción de materia seca.

6. Relación entre la cantidad de nutrientes en el suelo y el contenido foliar

6.1 Nitrógeno y proteínas

El nitrógeno total para las replicaciones en el suelo A según el análisis de caracterización fué de 0.32% variando de 0.26 a 0.46%; para la muestra general fué de 0.26%.

En el suelo B el contenido fué de 0.36% para replicaciones con variación de 0.32 a 0.41%; para la muestra general fué de 0.38%.

Para los suelos A y B los contenidos de nitrógeno y proteínas en las hojas fueron mayores en el tercer corte que en el quinto. Comparando ambos suelos el contenido de proteínas, es mayor en el A que en el B para el tercer corte; pero inverso en el suelo B para el quinto corte. Como puede verse en la figura 13 el mayor contenido de proteínas corresponde al corte más joven y de época lluviosa.

6.2 Fósforo

El fósforo asimilable en el suelo A, de acuerdo con el análisis químico, es de 20.12 p.p.m. para replicaciones y 9.1 p.p.m. para la muestra general, variando de 9.1 á 28.0 p.p.m. En el suelo B el promedio para las cuatro replicaciones fué de 22.35 p.p.m., variando entre 18.4 y 30.2 p.p.m., la general fué de 8.1 p.p.m.

Los mayores contenidos de fósforo en los tejidos foliares fueron encontrados en el tercer corte y comparando los suelos, fué mayor para el A correspondiendo una relación inversa al encontrado en el suelo.

6.3 Potasio

La cantidad de potasio en el suelo A fué de 0.93 m.e./100 grs. de suelo con un valor máximo de 1.14 y un mínimo de 0.85 m.e./100 grs. de suelo entre replicaciones; para la general fué de 0.87 m.e./100 grs. de suelo.

En el suelo B el promedio fué mayor, 3.19 m.e./100 grs. de suelo, variando entre 2.7 y 4.1 m.e./100 grs. entre replicaciones; la muestra general tuvo un contenido de 5.20 m.e. por 100 grs. de suelo.

El potasio encontrado en el suelo fué mayor en promedio en el suelo B, quinto corte que el tercero para ambos suelos.

7. Relación entre el contenido de nutrientes en las hojas, cantidad de fertilizante aplicado y los rendimientos.

7.1 Nitrógeno y proteínas

En la figura 12 se relaciona el contenido de proteína de la mezcla en los dos suelos y épocas con la cantidad de fertilizante aplicado. Con la aplicación de 25-150-100 Kgs./Ha. de N-P-K se logró el máximo porcentaje de proteína cruda en las hojas para el suelo A correspondiente al corte de invierno, estando en relación estrecha con la mayor producción de materia seca promedia con el mismo tratamiento en el mismo suelo. En el campo, este tratamiento produjo un buen establecimiento de la mezcla con sobresaliente desarrollo de los tréboles, predominando el trébol rojo (Trifolium pratense L.), como se ilustra en la figura 12.

Con la aplicación de 25-150-0 Kgs./Ha. de N-P-K en el suelo A y corte de invierno, produjo igualmente alto contenido foliar de proteínas, aunque la producción de materia seca con este tratamiento no -- fué tan alta como en el tratamiento 25-150-100 Kgs./Ha. de N-P-K.

El tratamiento 25-75-100 Kgs./Ha. de N-P-K produjo un alto porcentaje de proteínas en el suelo y cortes considerados anteriormente, sin embargo, en el análisis combinado de los seis cortes el rendimiento en materia seca fué uno de los tres tratamientos que produjeron menor rendimiento, no presentando diferencias estadísticamente significativas.

La aplicación de 25 Kgs./Ha. de nitrógeno únicamente presentó un porcentaje de 18.1 de proteínas en el suelo A, en el corte correspondiente a invierno, inferior a los ya mencionados. La producción de materia seca en este tratamiento fué altamente significativa en el análisis combinado.

Los tratamientos restantes produjeron porcentajes bastante inferiores de proteína; únicamente los tratamientos 25-75-0 y 25-0-100 - Kgs./Ha. de N-P-K en el suelo B, corte de época lluviosa superaron a los correspondientes del suelo A para la misma época.

En el corte de verano las mayores rendimientos en proteínas se obtuvieron en los tratamientos 7, 9, 3 y 1 en el suelo B respectivamente.

La menor producción total fue para el suelo A en el corte de verano. El promedio fue de 25.75-196 kgm./Ha. de P₂O₅ en el suelo A y de 25.75-196 kgm./Ha. en el suelo B.

Las mayores producciones de proteína se obtuvieron en los tratamientos 7, 9, 3 y 1 en el suelo B y en los tratamientos 2, 4, 6 y 8 en el suelo A. En el suelo A se obtuvieron mayores producciones de proteína en los tratamientos 2, 4, 6 y 8 que en el suelo B. En el suelo B se obtuvieron mayores producciones de proteína en los tratamientos 7, 9, 3 y 1 que en el suelo A.

El mayor efecto de fósforo en las hojas se obtuvo en los tratamientos 7, 9, 3 y 1 en el suelo B y en los tratamientos 2, 4, 6 y 8 en el suelo A. En el suelo A se obtuvieron mayores efectos de fósforo en las hojas en los tratamientos 2, 4, 6 y 8 que en el suelo B. En el suelo B se obtuvieron mayores efectos de fósforo en las hojas en los tratamientos 7, 9, 3 y 1 que en el suelo A.

Figura 12 .- Relación del porcentaje de proteínas por tratamientos en invierno y verano para el suelo A y B.

Foto: I. Santacruz

En el corte de verano los mayores rendimientos en proteína se obtuvieron con los tratamientos 7, 9, 3 y 1 en el suelo B respectivamente.

La menor producción total fué para el suelo A en el corte de verano. El tratamiento con 25-75-100 kgs./Ha. de N-P-K en el corte de verano redujo notablemente la producción de proteína y leguminosas, especialmente en el suelo B.

7.2 Fósforo.

Los rendimientos foliares de este elemento no fueron uniformes, así la aplicación de 0 y 75 kgs./Ha. de P_{205} para el suelo A tercer corte no produjo mayores diferencias, en cambio se observó un notable aumento de fósforo foliar con la aplicación de 150 kgs./Ha. de P_{205} encontrándose el mayor contenido de fósforo en las hojas, como puede observarse en las figuras 14 y 15.

El contenido foliar de fósforo en los suelos A y B, cortes quinquto y tercero respectivamente, se presentó muy similar incrementándose con la aplicación de 75 kgs./Ha. de P_{205} y decreciendo al aplicar 150 kgs./Ha. de P_{205} , pero estando por encima del resultado obtenido cuando no se aplicó fósforo.

Para el suelo B en el quinto corte se logró incrementar el contenido de fósforo en las hojas, con la aplicación de 75 y 150 kgs./Ha. de P_{205} , aunque el rendimiento en materia seca para este suelo no dió diferencias significativas.

El mayor contenido promedio de fósforo ocurrió en el suelo A, en corte de época lluviosa con la aplicación de 150 kgs./Ha. de P_{205} , en nivel que produjo el más alto rendimiento en materia seca en los seis cortes.

7.3 Potasio

En el suelo A para los dos cortes, el contenido de potasio en las

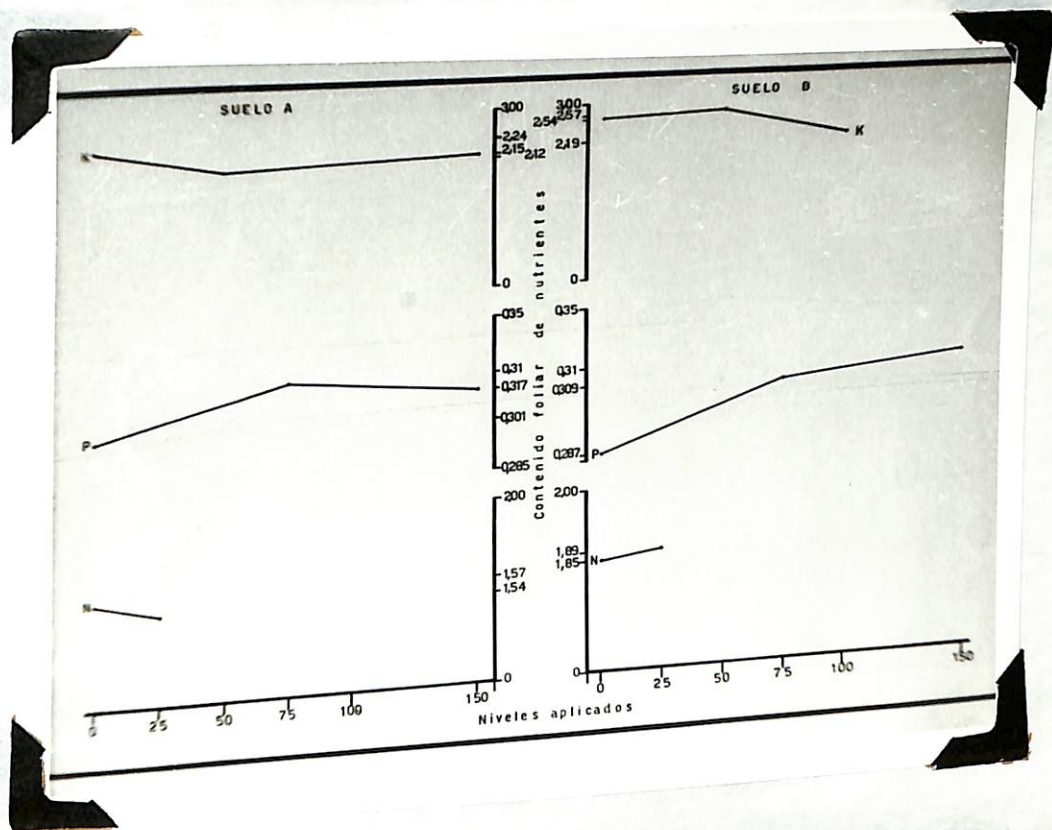


Figura 13 .- Relación para los suelos A y B entre niveles de fertilizante aplicado al suelo y contenido de nutrientes en las hojas, corte de época lluviosa.

Foto: I. Santacruz.

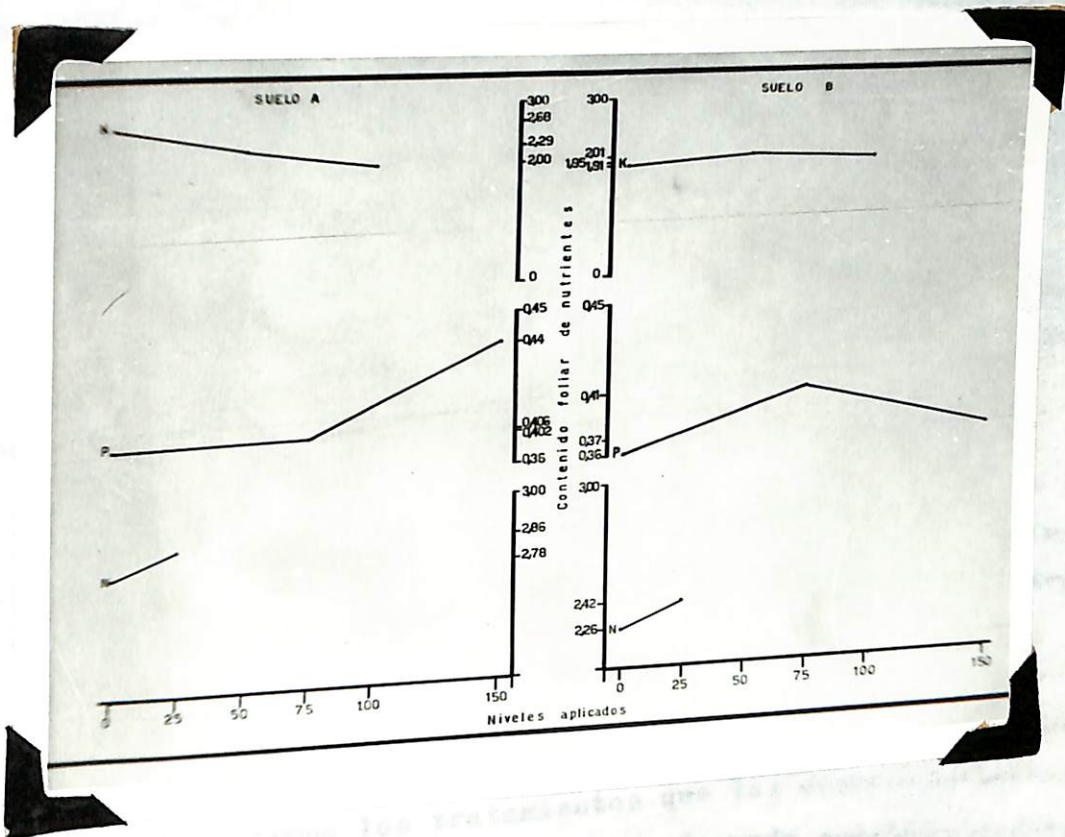


Figura 14 .- Relación para los suelos A y B entre niveles de fertilizante aplicado al suelo y contenido de - nutrientes en las hojas, corte de época seca.

Foto: I. Santacruz.

hojas disminuyó con la aplicación de 50 kgs./Ha. de K_2O . Con la aplicación de 100 kgs./Ha. de K_2O en el suelo A, tercer corte, disminuyó aún más el contenido en las hojas, en cambio para el quinto corte, el mismo suelo al aplicarle 100 kgs./Ha. de K_2O , se obtuvo un ligero aumento de potasio foliar.

En el suelo B la adición de 50 kgs./Ha. de K_2O aumentó el contenido en las hojas, pero los 100 kgs./Ha. produjeron un descenso más notorio en el quinto corte.

Seguramente por los resultados obtenidos en los análisis foliares y del suelo, puede pensarse que los suelos estudiados no requieren aplicaciones de potasio.

La producción en volumen de materia seca se incrementó con la aplicación de 50 y 100 kgs./Ha. de K_2O , según el análisis combinado de los cortes; sin embargo el incremento en la cantidad no estuvo asociado con el incremento de la calidad del forraje.

Según el análisis factorial no hubo interacción significativa $P \times K$, aunque en el campo los tratamientos que los contenían dieron los más altos rendimientos en materia seca y adecuado establecimiento de la mezcla.

8. Detalle de los costos de sostenimiento de la pradera en los seis cortes

Se incluyen como costos fijos: Preparación del terreno, trazado, siembra, labor defertilización, deshierbas, semillas, alquiler del terreno y jornales:

8.1 Costos fijos:

Arrendamiento del terreno (24 meses)	\$ 285.00
Preparación del terreno /Ha. /6 cortes	350.00
Trazado, siembra y fertilización (108 jornales)	972.00
Dos deshierbas /Ha. /6 cortes (127 jornales)	1.143.00

Semillas: Gramíneas y leguminosas
 Suman:

235.80
 \$ 2.985.80

8.2 Costos variables

25 Kgs./Ha. de Urea $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	\$ 122.76
75 Kgs./Ha. de Superfosfato triple $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	166.66
150 Kgs./Ha. de superfosfato triple $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	333.33
50 Kgs./Ha. de Sulfato de potasio K_2SO_4	333.31
100 Kgs./Ha. de Sulfato de potasio K_2SO_4	666.62
200 Kgs./Ha. de Agrimins	720.00

8.3 Costos de los tratamientos por hectárea en seis cortes

Se incluye el valor del fertilizante en cada tratamiento, el costo fijo común para cada uno de ellos y se añade un 10% de imprevistos.

No. Trat.	Costo	No. Trat.	Costo
		7	4.124.12
1	3.390.91	8	4.307.44
2	3.574.24	9	4.550.78
3	3.757.57	10	4.743.88
4	3.757.55	11	3.255.88
5	3.940.89		
6	3.724.22		

Al comparar los costos de cada tratamiento durante los seis cortes con los rendimientos obtenidos y el análisis combinado, se observa que los tratamientos tercero y cuarto son los más económicos y el tratamiento con elementos menores el más costoso. El costo de producción por kilogramo de materia seca para estos dos cortes fué de \$0.17 y \$ 0.18, respectivamente.

V .- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al estudio de los resultados del análisis de suelos, -- germinación, foliar y pruebas estadísticas de los rendimientos obtenidos en el campo, sobre la respuesta de una pradera mixta a la aplicación de niveles de N-P-K y E.M., llevados a cabo en el Municipio de Pasto, Nariño, veredas de Botana y Catambuco, se detallan a continuación las siguientes conclusiones:

1. El suelo A presenta un pH de 5.4 y en cambio el suelo B es de 6.1, debido posiblemente a un menor contenido de aluminio intercambiable y mayor contenido de calcio, a parte del mayor porcentaje de materia orgánica. Presentan contenidos altos de nitrógeno, medios y altos en fósforo y potasio, respectivamente, para ambos suelos.

2. La aplicación de 25 Kgs./Ha. de nitrógeno incrementó el contenido foliar de N-P-K y proteínas, sin embargo, pudo causar desaparición y escaso desarrollo de las leguminosas en el suelo B. Igual aplicación produjo incremento de calcio foliar en los suelos A y B, cortos quinto y tercero, respectivamente; el magnesio foliar se incrementó en el suelo B en ambos cortes.

3. La aplicación de 25 Kgs./Ha. de nitrógeno aumentó notablemente los rendimientos para ambos suelos a través de los seis cortes en comparación con el tratamiento sin nitrógeno.

4. Los mayores porcentajes de fósforo foliar se obtuvieron al aplicar 150 y 75 Kgs./Ha. de P_2O_5 en los suelos A y B en el corte de época lluviosa, respectivamente. Para el corte de verano fueron con 75 y 150 Kgs./Ha. de P_2O_5 en los suelos A y B, respectivamente. Los más altos porcentajes de proteína se lograron con la aplicación de 150 Kgs./Ha. de P_2O_5 .

En los suelos A y B al incrementar las dosis de fósforo, se produjo un efecto depresivo en el contenido de potasio foliar en los dos cortes; aunque el potasio foliar fué superior en el suelo B, no refle

jó en el análisis factorial la interacción $P \times K$.

Con el calcio y magnesio foliares no se encontró una relación de finida con los diferentes niveles de fósforo.

Los mayores rendimientos en materia seca se encontraron en el suelo A con la aplicación de 75 y 150 Kgs./Ha. de P_2O_5 , dando diferencias altamente significativas en el análisis combinado de los seis cortes. En cambio el tratamiento 7 que no contenía P_2O_5 produjo el más bajo de los rendimientos. En el suelo B no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Relacionando los rendimientos en materia seca con los contenidos foliares de fósforo, éstos aumentaron con la aplicación de 75 Kgs./Ha. de P_2O_5 .

5. El potasio foliar en el suelo A fué mayor cuando no se aplicó K_2O al suelo. En el suelo B hubo ligero aumento de potasio en las hojas al aplicar 50 Kgs./Ha. de K_2O .

La adición de K_2O disminuyó el contenido foliar de calcio y magnesio para el tercer corte en ambos suelos, lo mismo que para el suelo A en el quinto corte.

Los rendimientos en materia seca se incrementaron cuando se aplicó 100 Kgs./Ha. de K_2O en combinación con 150 Kgs./Ha. de P_2O_5 aunque el análisis factorial no mostró interacción de los dos elementos.

6. Comparando los tratamientos 25-75-50 y 25-75-50 + 200 Kgs./Ha. de N-P-K y E.M. respectivamente, se observa que el tratamiento con elementos menores incrementa el contenido de proteína en las hojas para los dos suelos y cortes; el efecto sobre el fósforo ocurrió en el tercer corte para los suelos, mejorando el contenido foliar de este elemento; el potasio se incrementa solamente en el suelo A, quinto corte; el calcio foliar disminuyó sólo en el suelo A para el tercer corte; el magnesio aumentó en el suelo A ambos cortes y en el B único

mente en el quinto corte.

En el suelo A hubo respuesta estadísticamente significativa al nivel del 5% para el tratamiento que contenía elementos menores en los cortes cuarto, quinto y sexto; en el análisis combinado este tratamiento dió una respuesta altamente significativa.

De acuerdo a las anteriores conclusiones se sugieren las siguientes recomendaciones:

1. Para el suelo A la aplicación de 25 Kgs./Ha. de N; 150 Kgs./Ha. de P_{205} ; 0 Kgs./Ha. de K_2O y 200 Kgs./Ha. de Agrimins. Para el suelo B unicamente N- P_{205} - K_2O en las mismas cantidades anteriores.

2. Para estos suelos es recomendable fertilizar cada tres cortes o pastoreos a partir de la fertilización inicial.

3. Por la alta susceptibilidad del ryegrass inglés (Lolium perenne L.) a la roya, se recomienda reemplazarlo por otra gramínea resistente.

4. Se sugiere el estudio de niveles ascendentes de nitrógeno de 0 á 25 Kgs./Ha., aumentando la densidad de siembra de la mezcla hasta 22 Kgs./Ha.

VI .- RESUMEN

El presente trabajo comprende de una manera general, la respuesta de una pradera mixta a la fertilización con $N-P_2O_5-K_2O$ y Elementos Menores, realizado a partir del 6 de Marzo de 1968 al 2 de Diciembre de 1969, en las veredas de Botana y Catambuco, Municipio de Pasto, Nariño, Colombia.

Con este estudio se pretendió establecer una pradera con gramíneas y leguminosas, aumentar los rendimientos y mejorar la composición nutricional de las praderas con la aplicación de dos niveles de N (0, 25 Kgs./Ha.); tres niveles de P_2O_5 (0, 75 y 150 Kgs./Ha.); tres niveles de K_2O (0, 50 y 100 Kgs./Ha.); y dos niveles de E. M. (0, 200 - Kgs./Ha.).

Los suelos estudiados presentaron un pH de 5.4 y 6.1, contenidos altos de nitrógeno, medios de fósforo y altos de potasio.

Para correlacionar los rendimientos con la cantidad de nutrientes presentes en el suelo se efectuaron análisis foliares en invierno y verano correspondientes a diferentes edades de los pastos.

Hubo respuesta altamente significativa de los tratamientos 25-150-100 Kgs./Ha. de N-P-K; 25-150-50 Kgs./Ha. de N-P-K; 25-75-50 + 200 - Kgs./Ha. de N-P-K + E. M.; 25-0-50 Kgs./Ha. de N-P-K, en el análisis combinado para los seis cortes en el suelo A. Presentaron diferencias estadísticamente significativas al nivel del 5% para los tratamientos 5, 2 y 1 en el mismo suelo; concluyéndose que el tratamiento que produjo mayor cantidad y calidad de forraje fué 25 Kgs./Ha. de nitrógeno; - 150 Kgs./Ha. de fósforo y 100 Kgs./Ha. de potasio.

SUMMARY

This is a general resume of trial work done on a mixed pasture - sward with nitrogen, phosphate potassium, and trace or minor element, between the 6th March 1968 and the 2nd December 1969, in the zones of Botana and Catambuco, in the Municipality of Pasto, Nariño, Colombia.

The trial was designed to establish paddocks with a legume-grass mixture which would produce an improved composition both in nutrition and production of green matter. A nitrogen treatment of 25 Kgs./Ha. was used as against a control, while two different phosphate applications, of 75 and 150 Kgs./Ha. were compared with a control. Similarly potassium sulphate at 0, 50 and 100 Kgs./Ha. was tested along with minor elements at 200 Kgs./Ha. plus control.

The analysis of the soils in the trial areas showed pH levels between 5.4 and 6.1, high nitrogen levels, medium phosphate and high potassium readings.

To effect a correlation between the soil level of nutrients and the plant quality, herbage analysis were made during both the dry and wet periods, which also corresponded to the different ages of the pastures.

Highly significant results were given by the following treatments 25, 150, 100 Kgs./Ha. of N - P - K; 25 - 150 - 50 Kgs./Ha. of N - P - K; 25-75-50 N-P-K + 200 Kgs./Ha. of Minor Elements; 25-0-50 Kgs./Ha. of N-P-K, these results relate to combined analysis of six cuttings from Soil Type A. Statistic Analysis at the 5% significant level was given by treatments 5, 2, 1 on this soil type. It can be concluded that the treatment producing the best result in both quality and quantity of forage was 25 Kgs./Ha. of nitrogen; 150 Kgs./Ha. of phosphate and 100 Kgs./Ha. of potassium.

VII .- BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ALARCON, E. M. y LOTERO, J. C. 1968 Establecimiento, fertilización y manejo de las principales gramíneas y leguminosas forrajeras en dos pisos térmicos de Colombia. Mezcla de gramíneas y leguminosas. Instituto Colombiano Agropecuario. Palmira 14 p. (mimeografiado)
2. ALEMANIA 1969 Departamento Técnico de la verkaufsgemeinschaft deutscher kaliwerke GmVh. Hannover pp. 35-53
3. ANDERSON, A. J. y SPENCER, D. 1949 Nature. pp. 164-273
4. ANONIMO 1965 La necesidad urgente de los fertilizantes químicos. La revolución silenciosa. Washington. 21 p.
5. _____ 1969 Importancia del magnesio y azufre en la nutrición de las plantas. Agric. de las Amer. 18 (7): 5
6. ARBELAEZ, P. E. 1942 Botánica colombiana elemental. Bogotá. Librería Voluntad. pp. 69-85
7. BAIR, E. B. y otros. 1967 The fertility status of soils in important agricultural areas of Colombia. Soil Sci. Soc. Am. 21 : 405-408
8. BEAR, F. E. 1963 Suelos y fertilizantes. Trad. Jorge Bazal 2ª ed. Omega. Barcelona. 127 p.
9. BELTRAN, F. F. 1968 Las deficiencias del suelo se reflejan en los animales. La Hacienda. (EE.UU.) 63 (6): 25-27
10. BLANCHET, R. y BOSC, M. 1969. Balance de potasio y nutrición de las plantas en presencia de las fijaciones y liberaciones de K^+ no intercambiable. Revista de la Potasa. Sec. 16. Instituto Internacional de la potasa. Berna. 14p.
11. BLASCO, L. M. 1969 Fertilidad de los suelos. El nitrógeno. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Facultad de Agronomía. (mimeografiado).
12. CHAMBLEE, D. S. y otros 1963 Agronomy Journal 45: 158-164

13. CHAMORRO, M. R. 1960 Rotación en el cultivo de pastos. Pastos y Forrajes. (Bogotá) 10: 6-9
14. CHANDLER y otros 1967 El manejo intensivo de praderas tropicales en Puerto Rico. Esta. Agric. Rio Piedras. Universidad de Puerto Rico. s.p.
15. CHAVERRA, H., ECHEVERRY, S. y CROWDER, L. V. 1967 Aplicación de nitrógeno a mezclas de gramíneas y leguminosas de clima frío. Se parata de la revista Agric. Trop. 23 (4) : 227-228
16. CHAVERRA, H. y otros 1967 El cultivo de los pastos en la sabana de Bogotá. Cursillo sobre manejo de praderas y cultivo de pastos en clima frío. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. 63 p.
17. CHAVEZ, R. 1953 Elementos esenciales primarios en el suelo y las plantas. Agric. Trop. (Bogotá) 9 (4) : 47-52
18. COLOMBIA 1966 Instituto Colombiano Agropecuario. Informe anual del programa de pastos y forrajes. División de investigaciones, Bogotá. pp. 12-13 (mimeografiado)
19. COLOMBIA 1967 Departamento Administrativo de Planeación. Plan de industrialización de Nariño, estudio de prefactibilidad económica. Pasto. s.p. (mimeografiado).
20. _____ 1967 Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín de divulgación 12, Bogotá. 5 p.
21. COLLINGS, G. H. 1958 Fertilizantes comerciales. Sus fuentes y uso Trad. de la 5 ed. Barcelona. Salvat. 710 p.
22. COWLING, D. W. 1961. The effect of nitrogenous on an established white clover sward. Jour. Brit. Grassland Soc. 16 : 65-68
23. CROWDER, L. V. 1960 Factores que afectan la producción de los pastos. Establecimiento y mantenimiento de pastos en Colombia. Departamento de investigaciones Agropecuarias. Boletín de divulgación No. 9 Bogotá. 26 p.
24. _____ 1960 Gramíneas y leguminosas forrajeras en Colombia. Departamento de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Técnico No. 8 Bogotá. pp. 27-99

25. CROWDER Y OTROS 1958 Producción y adaptación relativa de varias especies y selecciones de pastos y leguminosas en 11 localidades de Colombia. Agric. Trop. (Bogotá) 14 (7) : 351-372.
26. CROWDER, L. V. y RIVEROS, G. 1962 Resumen de las investigaciones en pastos y forrajes. Agric. Trop. (Bogotá) 18 (7) : 392-421.
27. DAVILA, S. V. y ECHEVERRY, S. E. 1967 Aplicación de nitrógeno y riego en pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum) Agric. Trop. 23 (11) : 744-746
28. DROVET, P. 1962 La nutrición de las plantas y práctica de la fertilización en Colombia. (Bogotá) Protabaco. 56 p.
29. EATON, S. V. 1942 Bot. Gaz pp. 104-306
30. ECHEVERRY, S. E. y CROWDER, L. V. 1962 Producción de gramíneas y leguminosas en Colombia, estudio de variedades y mejoramiento del ryegrass. Agric. Trop. (Bogotá) 18 (8) : 13-23
31. FINK, D. S. 1933 Three years results with and intensively managed pasture. Jour of the American. Soc. of Agronomy 25: 441-453
32. GARNER, H. V. 1959 Utilidad de los fertilizantes. 2a. ed. New York MacGraw Hill. pp. 12-83
33. GIL, A. 1959. Comparación de 4 fertilizantes nitrogenados en maíz en un suelo del Valle del Cauca. (Colombia). Acta agronómica. Palmira 9 (3): 150-170
34. GRUNEBERG, F. 1959 Nutrición y fertilización del maíz. Verlagsgesellschaft für Ackerbau M.B.H. Boletín Verde No. 9 (Alemania) 46 p.
35. HERRERA, P. G. y LOTERO, J. C. 1967 Programa de pastos y forrajes en la "Selva". Instituto Colombiano Agropecuario. Bol. div. No. 16. Bogotá 2 p.
36. IGNATIEFF, V y PAGE, H. 1959 El uso eficaz de los fertilizantes F.A.O. Roma. pp. 1-2

37. INFANTE, J. S. 1963 El nitrógeno es el factor clave en el aprovechamiento del fósforo por las plantas. Revista Nacional de Agricultura. Bogotá. 138 p.
38. JACOB, A. y UEXKULL, H. 1964 Fertilización, nutrición y abonamiento de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. L. López Martínez de Alba. 2ª ed. Veenman P. Zonen (Países bajos) 626 p.
39. _____. 1969 Datos muy útiles acerca de los fertilizantes. Agric. de las Americas (EE.UU.) No. 7 66 p.
40. LOTERO, J. C. 1966 Formas de fósforo en el suelo, fijación y aprovechabilidad. Agric. Trop. 22: 275-284
41. _____. 1967 Algunos aspectos de la fertilización de pastos. Pastos y ganados para la Costa Atlántica. Instituto Colombiano Agropecuario. Bol. Div. No. 15 Bogotá. pp. 33-42
42. _____. 1967 Pastos y ganados para la Costa Atlántica. Instituto Colombiano Agropecuario. Bol. Div. No. 15 Cereté 47 p.
43. _____. 1967 Relación Suelo Planta Animal. Pastos y ganados para la Costa Atlántica. Instituto Colombiano Agropecuario. Bol. Div. No. 15 Bogotá. pp. 47-50
44. LINEBERRY, R. A. y BURKHART 1943 Plant physiology. pp. 18-32
45. MALAVOLTA, E. y otros 1964 La nutrición mineral de algunas cosechas tropicales. Universidad de Sao Paulo. Escuela Superior de Agricultura. Instituto Internacional de la Potasa. Suiza. 162 p.
46. MARIN, M. G. y GOMEZ, J. L. 1968 Algunos aspectos del análisis de suelos. Instituto Colombiano Agropecuario. Bol. Div. No. 16 Palmira. pp. 46-49
47. _____. 1965 Factores que deben tenerse en cuenta al hacer recomendaciones sobre fertilizantes. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. 55 p. (mimeografiado).
48. MEYER y otros 1960 Introduction to plant physiology. D. Van Nostrand Co. Inc. Princenton New Jersey. pp. 58-63.

49. MIDGLEY, A. J. 1931 Movement and fixation of phosphates in relation to permanent pasture fertilization. Jour of the Am. Soc.. of Agronomy. 23: 788-799.
50. MICHIELIN, A de P. 1968 Influencia del P, K y Cal en la producción de los pastos. Programa de pastos y forrajes. Instituto Colombiano Agropecuario. Palmira 17 p. (mimeografiado).
51. _____. 1968 Curso de suelos, pastos y ganadería para el Valle del Cauca. Instituto Colombiano Agropecuario. Bol. Tec. No. 4 pp. 50-51.
52. MORRISON, F. B. 1951 Feed and feedings 21 ed. New York. The Morrison Publish. pp. 276-277.
53. NIGHTINGALE, G. T. 1937 Bot Gaz pp. 98-725
54. PEREGRINA, R. 1954 Teoría y práctica del uso de fertilizantes para maíz. I Resumen Centroamericano. Turrialba. (Costa Rica) pp. 333-387.
55. REVELO, C. F. y REVELO, M. D. 1968 Estudio de fertilidad en invernadero de algunos suelos del altiplano de Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Agronomía. pp. 3-36 t.n.p.
56. RODRIGO, J. M. 1965 La calidad de los pastos tropicales y el momento conveniente para cosecharlos. (Bogotá) Esso Agrícola. 12 (3) : 27-29
57. SILVA, J. V. 1966 Reseña de las investigaciones en pastos y forrajes 1956-1965. Centro Nal. de Investigaciones Agropecuarias Instituto Colombiano Agropecuario. Palmira. 35 p.
58. SMITH, F. 1960 The main species of legumes in food and life, United States Department of Agriculture. Washington. pp. 703-726.
59. VERDADE, F. C. 1951 Bragantia II 269 p.
60. VINALL, S. 1939 Descripción de plantas forrajeras. Mexico. Edit Continental. pp. 16-23
61. VILLAMIZAR, R. F. 1967 Establecimiento y mantenimiento de pastos

de tierra fría. Instituto Colombiano Agropecuario. Bol. Div. Bogotá. 63 p.

62. WIECZOREK, A. P. y BERNAL, J. E. 1968 Investigaciones de pastos y forrajes en Nariño. Separata de la revista Agric. Trop. 10 (24). Edit. ABC (Bogotá) 27 p.
63. WILLSTATTER, R. 1913. Untersuchungen über chlorophyll methodem und ergebnisse. Berlin.. Germany. 75 p.
64. WORDEN Y OTROS 1963 Animal Helth production and pasture. Longmans. Green and. Co. London 786 p.
65. ZERTUCHE, R. R. 1965 Mezcla de leguminosas y gramíneas. El Surco Latinoamericano (Mexico) 70 (4) : 7

Tabla I .- Respuesta de los pastos a la fertilización con N, P, K y E. M. en Kgs./Ha. de materia seca por tratamientos y localidades. Primer corte

No. Trat.	SUELO	R E P L I C A C I O N E S				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	A	4.374	3.538	3.854	6.121	17.887	4.472
	B	2.064	1.698	2.834	2.631	9.227	2.307
2	A	3.687	4.111	4.135	2.595	14.528	3.632
	B	2.422	4.418	3.059	2.601	12.500	3.125
3	A	1.353	4.114	6.698	5.805	17.970	4.492
	B	1.916	3.817	3.647	2.033	11.413	2.853
4	A	4.734	4.540	3.541	5.912	18.786	4.684
	B	2.310	2.938	3.739	2.211	11.199	2.799
5	A	2.620	3.820	4.845	5.593	16.881	4.220
	B	3.780	2.365	3.879	3.063	13.087	3.272
6	A	3.775	3.332	2.696	5.682	15.465	3.866
	B	2.527	2.236	2.555	2.872	10.190	2.547
7	A	3.264	2.782	3.714	4.981	14.741	3.685
	B	3.511	3.375	3.660	3.093	12.539	3.135
8	A	2.689	1.777	3.654	3.500	11.620	2.905
	B	2.423	4.235	2.277	2.512	11.447	2.862
9	A	3.481	3.951	3.759	2.333	13.524	3.381
	B	4.369	3.750	2.852	3.247	14.218	3.554
10	A	4.989	2.800	4.682	4.317	16.588	4.147
	B	3.630	2.437	4.622	3.359	14.048	3.512
11	A	0.813	2.068	4.699	5.840	13.420	3.555
	B	2.211	2.158	2.675	0.884	7.928	1.982
TOTAL	A	35.759	36.633	46.277	52.692		
	B	31.063	33.427	34.799	28.506		

Suelo A : Localidad Botana
Suelo B : Localidad Catambuco

Tabla II .- Respuesta de los pastos a la fertilización con N, P, K y E. M. en Kgs/Ha. de materia seca por tratamientos y localidades. Segundo corte

No. Trat.	SUELO	R E P L I C A C I O N E S				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	A	7.500	2.900	4.271	4.537	19.217	4.804
	B	2.811	2.213	2.554	1.472	9.050	2.262
2	A	7.409	4.955	4.688	2.383	19.335	4.834
	B	1.743	3.100	3.204	2.179	10.226	2.556
3	A	2.527	3.224	5.468	9.283	20.502	5.125
	B	4.840	5.871	2.777	2.447	15.935	3.984
4	A	8.769	5.812	0.789	9.495	24.865	6.216
	B	4.173	3.780	2.987	1.301	12.241	3.060
5	A	8.118	1.479	5.648	4.089	19.334	4.833
	B	4.080	2.466	3.364	1.924	11.834	2.958
6	A	7.163	5.882	6.786	5.308	25.139	6.285
	B	3.177	2.247	2.989	2.401	10.814	2.703
7	A	2.769	0.815	2.720	2.669	8.973	2.243
	B	3.063	3.594	1.957	4.152	12.766	3.191
8	A	2.913	1.938	3.356	7.526	15.773	3.933
	B	2.828	3.232	5.932	1.631	13.623	3.406
9	A	6.327	2.058	2.794	6.490	17.669	4.417
	B	3.362	2.859	5.155	2.624	14.000	3.500
10	A	9.806	2.365	4.771	4.846	21.788	5.447
	B	3.144	3.293	2.878	2.741	12.056	3.014
11	A	3.269	3.704	2.431	5.072	14.476	3.619
	B	4.563	1.853	2.233	1.531	10.180	2.545
TOTAL	A	66.570	35.041	43.722	61.698		
	B	37.784	34.508	36.030	24.403		

Suelo A : Localidad Botana
Suelo B : Localidad Catambuco

Tabla III .- Respuesta de los pastos a la fertilización con N, P, K y E. M. en Kgs./Ha. de materia seca por tratamientos y localidades. Tercer corte

No. Trat.	SUELO	R E P L I C A C I O N E S				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	A	2.312	2.160	2.300	1.883	8.655	2.164
	B	2.006	1.084	1.573	1.694	6.357	1.589
2	A	2.190	2.061	1.744	2.428	8.423	2.106
	B	1.266	1.230	2.076	1.173	5.705	1.436
3	A	2.611	1.470	2.236	1.813	8.130	2.032
	B	2.061	2.605	1.584	1.545	7.795	1.949
4	A	2.597	2.108	1.697	2.391	8.793	2.198
	B	2.233	1.770	1.401	1.361	6.765	1.691
5	A	1.897	1.108	2.011	2.222	7.238	1.809
	B	1.684	0.794	1.332	2.082	6.736	1.684
6	A	2.062	1.974	2.462	2.469	8.967	2.242
	B	2.444	1.878	1.643	1.024	6.989	1.747
7	A	1.788	1.305	3.058	1.986	7.537	1.884
	B	1.289	1.899	1.661	1.999	6.848	1.712
8	A	2.533	2.174	1.066	2.374	8.147	2.037
	B	2.016	2.199	1.118	1.733	7.066	1.766
9	A	2.513	2.167	1.672	4.054	10.406	2.601
	B	2.223	2.160	1.852	1.877	8.112	2.028
10	A	1.999	2.062	2.487	2.291	8.839	2.210
	B	1.675	1.195	1.341	1.860	6.071	1.518
11	A	1.558	0.640	0.892	1.844	4.934	1.233
	B	1.290	0.675	0.882	0.652	3.499	0.875
TOTAL	A	24.060	19.229	21.625	25.155		
	B	21.031	17.489	16.463	17.000		

Suelo A : Localidad Botana

Suelo B : Localidad Catambuco

Tabla IV .- Respuesta de los pastos a la fertilización con N, P, K y E. M. en Kgs./Ha. de materia seca por tratamientos y localidades. Cuarto corte

No. Trat.	SUELO	R E P L I C A C I O N E S				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	A	2.401	2.306	2.346	1.778	9.983	2.208
	B	3.145	1.753	1.972	2.278	9.149	2.287
2	A	3.029	1.864	2.630	3.321	10.821	2.711
	B	1.612	2.693	1.629	1.738	7.672	1.918
3	A	3.032	1.693	3.318	2.602	10.820	2.661
	B	1.930	1.988	1.668	2.081	7.722	1.930
4	A	2.596	1.935	2.882	2.918	11.256	2.583
	B	2.339	2.699	2.487	1.144	9.359	2.339
5	A	3.333	1.984	2.585	4.236	10.853	3.034
	B	2.546	1.297	2.063	1.376	7.284	1.821
6	A	2.929	2.510	3.477	3.493	13.070	3.103
	B	2.873	2.983	2.205	1.402	9.415	2.366
7	A	3.038	2.177	2.854	1.566	10.400	2.409
	B	1.893	2.271	1.768	1.458	7.391	1.847
8	A	3.491	2.904	1.224	2.870	11.837	2.622
	B	2.642	2.194	1.842	1.079	7.759	1.939
9	A	4.730	3.083	2.848	5.232	15.493	3.973
	B	2.175	2.725	2.310	2.004	9.215	2.303
10	A	2.523	2.275	3.695	3.571	12.830	3.016
	B	2.070	2.106	2.248	2.700	9.125	2.281
11	A	1.683	1.958	1.692	2.076	8.242	1.852
	B	0.879	1.930	1.941	1.534	6.215	1.571
TOTAL	A	32.789	24.693	29.555	33.665		
	B	24.853	24.645	22.135	18.792		

Suelo A : Localidad Botana
Suelo B : Localidad Catambuco

Tabla V .-- Respuesta de los pastos a la fertilización con N, P, K y E. M. en Kgs./Ha. de materia seca por tratamientos y localidades. Quinto corte

No. Trat.	SUELO	R E P L I C A C I O N E S				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	A	2.916	2.387	2.593	2.085	8.832	2.495
	B	2.466	1.010	4.955	0.705	9.138	2.284
2	A	2.835	2.919	2.797	2.268	10.845	2.705
	B	1.610	1.733	0.721	0.575	4.640	1.160
3	A	3.116	1.998	3.167	2.538	10.645	2.704
	B	1.763	1.633	0.773	0.731	4.900	1.225
4	A	3.285	2.074	2.737	3.159	10.332	2.814
	B	3.107	2.045	0.533	0.500	6.186	1.546
5	A	3.372	2.097	2.375	3.008	12.139	2.713
	B	2.354	1.356	1.041	0.797	5.550	1.387
6	A	2.575	3.572	4.400	2.522	12.412	3.267
	B	1.980	2.187	0.882	0.486	5.535	1.383
7	A	3.027	2.016	3.260	2.096	9.637	2.600
	B	1.486	1.703	0.983	0.600	4.773	1.193
8	A	3.189	3.392	2.078	3.177	10.489	2.959
	B	1.782	1.736	0.990	0.621	5.130	1.282
9	A	4.483	3.176	3.406	4.427	15.895	3.873
	B	2.256	1.535	0.866	0.594	5.253	1.313
10	A	3.533	3.342	2.931	3.024	12.066	3.207
	B	1.500	1.233	0.771	0.916	4.420	1.105
11	A	2.293	1.564	2.428	1.956	7.409	2.060
	B	1.480	1.395	0.585	0.647	4.107	1.026
TOTAL	A	34.627	28.542	32.174	30.262		
	B	21.787	17.569	13.101	7.175		

Suelo A : Localidad Botana

Suelo B : Localidad Catambuco

Tabla VI .- Respuesta de los pastos a la fertilización con N, P, K y E. M. en Kgs./Ha. de materia seca por tratamientos y localidades. Sexto corte

No. Trat.	SUELO	R E P L I C A C I O N E S				TOTAL	PROMEDIO
		I	II	III	IV		
1	A	1.673	1.674	2.203	1.426	6.976	1.744
	B	1.375	0.461	0.355	0.660	2.851	0.713
2	A	2.339	1.847	1.968	3.006	9.162	2.290
	B	0.983	0.848	0.460	0.582	2.873	0.718
3	A	2.323	1.333	2.939	2.210	8.815	2.203
	B	0.677	0.883	0.675	0.280	2.515	0.628
4	A	1.770	1.441	2.138	2.244	7.593	1.898
	B	3.406	1.232	0.612	0.451	5.701	1.425
5	A	1.897	1.537	1.875	3.459	8.770	2.192
	B	1.201	0.904	0.818	0.524	3.447	0.862
6	A	2.172	2.347	3.092	2.034	9.646	2.411
	B	1.578	1.263	0.796	0.513	4.150	1.037
7	A	2.635	1.291	2.488	1.289	7.703	1.926
	B	0.769	0.820	0.763	0.410	2.762	0.691
8	A	2.892	2.492	0.916	2.523	8.825	2.206
	B	1.162	0.960	0.490	0.632	3.244	0.811
9	A	4.000	2.601	2.511	4.648	13.761	3.440
	B	1.225	0.784	0.600	0.543	2.619	0.654
10	A	3.822	2.058	3.055	3.180	12.115	3.029
	B	0.769	0.829	0.478	0.544	2.619	0.654
11	A	1.375	1.666	1.466	1.383	5.792	1.448
	B	0.664	0.548	0.287	0.387	1.886	0.471
TOTAL	A	27.001	20.289	24.555	27.404		
	B	13.809	9.532	6.334	5.526		

Suelo A : Localidad Botana

Suelo B : Localidad Catambuco

Tabla VII .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Primer corte, bloques completos al azar.

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5% F	1% F
Replicaciones	3	17.958	5.986	4.176 ⁺	2.9223 ⁺	4.5097
Tratamientos	10	12.528	1.253	0.874	2.1646	2.9791
Residuo	30	43.000	1.433			
TOTAL	43	73.487				

Tabla VIII .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Primer corte, arreglo factorial 3²

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5% F	1% F
Replicaciones	3	10.506	3.502	2.03	3.0088	4.7181
Efecto P	2	6.560	3.280	1.90	3.4828	5.6136
Efecto K	2	2.899	1.450	0.84	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	1.613	0.403	0.23	2.7763	4.2184
Residuo	24	41.443	1.727			
TOTAL	35	52.122				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla IX .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Segundo corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	60.202	20.067	4.499 ⁺	2.9223 ⁺	4.5097
Tratamientos	10	53.872	5.387	1.208	2.1646	2.9791
Residuo	30	133.824	4.460			
TOTAL	43	247.898				

Tabla X .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Segundo corte, arreglo factorial 3²

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	47.292	15.764	2.35	3.0088	4.7181
Efecto P	2	30.861	15.430	2.30	3.4828	5.6136
Efecto K	2	5.177	2.589	0.39	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	10.862	2.715	0.40	2.7763	4.2184
Residuo	24	161.057	6.711			
TOTAL	35	207.956				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XI .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Tercer corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5% F	1% F
Replicaciones	3	1.905	0.635	2.344	2.9223	4.5097
Tratamientos	10	4.628	0.462	1.708	2.1646	2.9791
Residuo	30	8.127	0.271			
TOTAL	43	14.661				

Tabla XII .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Tercer corte, arreglo factorial 3^2

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5% F	1% F
Replicaciones	3	1.445	0.482	1.29	3.0088	4.7181
Efecto P	2	0.056	0.028	0.08	3.4828	5.6136
Efecto K	2	0.594	0.297	0.80	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	1.036	0.259	0.70	2.7763	4.2184
Residuo	24	8.936	0.372			
TOTAL	35	10.922				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XIII .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Cuarto corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5% F	1% F
Replicaciones	3	1.864.704	621.568	2.237	2.9223	4.5097
Tratamientos	10	8.940.288	894.028	3.218 ⁺⁺	2.1646 ⁺⁺	2.9791 ⁺⁺
Residuo	30	8.334.080	277.802			
TOTAL	43	19.139.072				

Tabla XIV .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Cuarto corte, arreglo factorial 3²

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5% F	1% F
Replicaciones	3	1.616.384	538.794	1.64	3.0088	4.7181
Efecto P	2	2.721.280	360.640	4.13 ⁺	3.4828 ⁺	5.6136
Efecto K	2	1.568.512	784.256	2.38	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	1.540.096	385.024	1.17	2.7763	4.2184
Residuo	24	7.902.208	329.258			
TOTAL	35	15.348.480				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XV .-- Prueba de comparación para medias de tratamientos
Suelo A. Cuarto corte (Duncan)

	9	6	13	5	8	4	2	3	7	1
3.873.3	3.267.5	3.207.6	2.963.9	2.959.3	2.814.1	2.705.3	2.704.9	2.600.0	2.495.6	
2.060.5	1.812.8 ⁺⁺	1.207.0 ⁺	1.147.1 ⁺	903.4	898.8	753.6	644.8	644.4	53.9	43.5
2.495.6	1.377.7 ⁺	771.9	712.0	463.3	463.7	318.5	209.7	209.3	104.4	0
2.600.0	1.273.3 ⁺	667.5	607.6	363.9	359.3	214.1	105.3	104.9	0	
2.704.9	1.168.4 ⁺	562.6	502.7	259.0	254.4	109.2	0.4	0		
2.705.3	1.168.0 ⁺	562.2	502.3	258.6	254.0	108.8	0			
2.814.1	1.159.2	553.4	393.5	149.8	145.2	0				
2.959.3	914.0	308.2	343.3	4.6	0					
2.963.9	909.4	303.6	243.7	0						
3.207.6	665.7	59.9	0							
3.267.5	605.8	0								

(++) : altamente significativo

(+) : significativo

D₁₁ : 5% = 1.099.2 5% = 1.096.0 5% = 1.086.1
 D₁₀ : 1% = 1.470.0 1% = 1.457.0 1% = 1.447.2

Tabla XVI .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Quinto corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	4.498.688	1.499.562	3.544 ⁺	2.9223 ⁺	4.5097
Tratamientos	10	12.175.616	1.217.561	2.878 ⁺	2.1646 ⁺	2.9791
Residuo	30	12.693.504	423.116			
TOTAL	43	29.367.808				

Tabla XVII .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Quinto corte, arreglo factorial 3²

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	4.764.160	1.588.053	3.54 ⁺	3.0088 ⁺	4.7181
Efecto P	2	4.302.848	2.151.424	4.80 ⁺	3.4828 ⁺	5.6136
Efecto K	2	1.516.032	758.016	1.69	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	2.710.528	677.632	1.51	2.7763	4.2184
Residuo	24	10.752.512	448.021			
TOTAL	35	24.046.080				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XVIII .- Prueba de comparación para medias de tratamientos
Suelo A. Quinto corte (Duncan)

	9	6	5	10	2	3	8	4	7	1
	3.973.8	3.102.9	3.034.8	3.016.5	2.711.3	2.661.4	2.622.4	2.583.1	2.409.3	2.208.1
1.852.3	2.121.5 ⁺⁺	1.250.6 ⁺	1.182.5 ⁺	1.164.2 ⁺	859.0	809.1	779.1	730.8	557.0	355.8
2.208.1	1.765.7 ⁺⁺	894.8	826.7	808.4	503.2	452.3	414.3	375.0	201.2	0
2.409.3	1.564.5 ⁺⁺	693.6	625.5	607.2	302.9	251.1	213.1	173.8	0	
2.583.1	1.390.7 ⁺	519.8	451.7	433.4	128.2	78.3	39.3	0		
2.622.4	1.351.4 ⁺	480.5	412.4	394.1	88.9	39.0	0			
2.661.4	1.312.4 ⁺	441.5	373.4	355.1	49.9	0				
2.711.3	1.262.5 ⁺	391.6	323.5	305.2	0					
3.016.5	957.3	86.4	18.3	0						
3.034.8	939.0	68.1	0							
3.102.9	870.9	0								

(++) : altamente significativo

(+) : significativo

$D_{11} : 5\% = 1.099.27$ $D_{10} : 5\% = 1.096.0$ $D_9 : 5\% = 1.086.1$ $D_8 : 5\% = 1.079.7$
 $1\% = 1.470.03$ $1\% = 1.457.0$ $1\% = 1.447.2$ $1\% = 1.434.2$

Tabla XIX .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Sexto corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	2.866.288	955.499	2.425	2.9223	4.5097
Tratamientos	10	12.757.392	1.275.739	3.238 ⁺⁺	2.1646 ⁺⁺	2.9791 ⁺⁺
Residuo	30	11.820.640	394.021			
TOTAL	43	27.444.320				

Tabla XX .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo A
Sexto corte, arreglo factorial 3²

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Observ.	5%	1%
Replicaciones	3	2.486.896	828.965	1.89	3.0088	4.7181
Efecto P	2	4.126.528	2.063.264	4.70 ⁺	3.4828 ⁺	5.6136
Efecto K	2	1.335.360	667.680	1.52	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	2.281.280	570.320	1.30	2.7763	4.2184
Residuo	24	10.539.344	439.139			
TOTAL	35	20.769.408				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XXI .- Prueba de comparación para medias de tratamientos
Suelo A. Sexto corte (Duncan)

	9	10	6	2	8	3	5	7	4	1
	3.440.3	3.028.8	2.411.5	2.290.5	2.206.8	2.201.3	2.192.8	1.926.0	1.899.3	1.743.8
1.445.8	1.994.5 ⁺⁺	1.583.0 ⁺⁺	965.7	844.7	761.0	755.5	747.0	480.2	453.5	298.0
1.743.8	1.696.5 ⁺⁺	1.285.0 ⁺	667.7	546.7	463.0	457.5	449.0	182.2	155.5	0
1.899.3	1.541.0 ⁺⁺	1.129.5 ⁺	512.2	391.2	307.5	302.0	293.5	26.7	0	
1.926.0	1.514.3 ⁺⁺	1.102.8 ⁺	485.5	364.5	280.8	275.3	266.8	0		
2.192.8	1.247.5 ⁺	836.0	218.7	97.7	14.0	8.5	0			
2.201.3	1.239.0 ⁺	827.5	210.2	89.2	5.5	0				
2.206.8	1.233.5 ⁺	822.0	204.7	83.7	0					
2.290.5	1.149.8 ⁺	733.3	121.0	0						
2.411.5	1.028.8	617.3	0							

3.028.9 411.5 0

(++) : altamente significativo

(+) : significativo

5% = 1.099.2

D₁₁ : 1% = 1.470.0

5% = 1.090.0

D₁₀ : 1% = 1.457.0

5% = 1.086.1

D₉ : 1% = 1.447.2

Tabla XXII .- Análisis de varianza combinado de seis cortes
Suelo A

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5%	F 1%
Replicaciones	3	3.842.368	1.280.789	6.5	2.6049	3.7816
Cortes	5	459.830.729	91.966.145	469.0 ⁺⁺	2.2141 ⁺⁺	3.0173 ⁺⁺
Tratamientos	10	16.065.092	1.606.509	8.1 ⁺⁺	1.8307 ⁺⁺	2.3209 ⁺⁺
Tratam. x cortes	50	17.808.274	356.165	1.8 ⁺⁺	1.386 ⁺⁺	1.4228 ⁺⁺
Residuo	195	38.235.800	196.081			
TOTAL	203	535.732.265				

(++) : altamente significativo

(+) : significativo

Tabla XXIII .-- Prueba de comparación para medias de tratamientos
Suelo A. Análisis combinado de los seis cortes
(Duncan)

	9	6	10	4	3	5	2	1	8	7
3.614.4	3.529.1	3.509.4	3.399.0	3.202.7	3.133.8	3.046.5	2.981.2	2.777.2	2.425.7	
2.260.9	1.353.4 ⁺⁺	1.268.2 ⁺⁺	1.248.5 ⁺⁺	1.133.1 ⁺⁺	941.8 ⁺⁺	872.8 ⁺	785.6 ⁺	720.3 ⁺	516.3	164.7
2.425.7	1.188.7 ⁺⁺	1.103.4 ⁺⁺	1.083.7 ⁺⁺	973.3 ⁺⁺	777.0 ⁺	708.1	620.3	555.5	351.5	0
2.777.2	837.2 ⁺	751.9 ⁺	732.2 ⁺	621.8	425.5	356.6	269.3	204.0	0	
2.981.2	633.2	547.9	528.2	417.8 ^m	221.5	152.6	65.3	0		
3.046.5	567.9	482.6	462.9	353.5	156.2	87.3	0			
3.133.8	480.6	395.3	375.6	265.2	68.9	0				
3.202.7	411.7	326.4	306.7	196.3	0					
3.399.0	215.4	130.1	110.4	0						
3.509.4	105.0	19.7	0							
3.529.1	85.3	0								

(++) : altamente significativo

(+) : significativo

D₁₁ : 5% = 732.8 D₁₀ : 5% = 728.4 D₉ : 5% = 721.7 D₈ : 5% = 715.1 D₇ : 5% = 706.2
1% = 936.5 1% = 929.8 1% = 923.2 1% = 916.5 1% = 905.5

D₆ : 5% = 697.4 D₅ : 5% = 684.1 D₄ : 5% = 668.6 D₃ : 5% = 646.4
1% = 894.4 1% = 881.1 1% = 863.4 1% = 841.3

Tabla XXIV .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Primer corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5%	F 1%
Replicaciones	3	2.086	0.695	1.316	2.9223	4.5097
Tratamientos	10	0.518	0.952	1.802	2.1646	2.9791
Residuo	30	15.851				
TOTAL	43	73.487				

Tabla XXV .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Primer corte, arreglo factorial 3^2

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5%	F 1%
Replicaciones	3	1.329	0.443	---	3.0088	4.7181
Efecto P	2	0.539	0.268	---	3.4828	5.6136
Efecto K	2	0.972	0.486	---	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	2.465	0.616	1.20	2.7763	4.2184
Residuo	24	12.313	0.513			
TOTAL	35	17.616				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XXVI .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Segundo corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	9.829	3.276	3.137 ⁺	2.9223 ⁺	4.5097
Tratamientos	10	9.830	0.983	0.941	2.1646	2.9791
Residuo	30	31.332	1.044			
TOTAL	43	50.991				
Y	Y					

Tabla XXVII .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Segundo corte, arreglo factorial 3²

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	8.449	2.816	1.91	3.0088	4.7181
Efecto P	2	2.031	1.015	0.69	3.4828	5.6136
Efecto K	2	1.589	0.794	0.54	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	5.221	1.305	0.89	2.7763	4.2184
Residuo	24	35.298	1.471			
TOTAL	35	44.139				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XXVIII .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Tercer corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5% F	1% F
Replicaciones	3	1.105	0.388	2.119	2.9223	4.5097
Tratamientos	10	3.711	0.371	2.025	2.1646	2.9791
Residuo	30	5.498	0.183			
TOTAL	43	10.375				

Tabla XXIX .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Tercer corte, arreglo factorial 3^2

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5% F	1% F
Replicaciones	3	1.019	0.340	1.33	3.0088	4.7181
Efecto P	2	0.554	0.277	1.09	3.4828	5.6136
Efecto K	2	0.201	0.101	0.39	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	0.237	0.059	0.23	2.7763	4.2184
Residuo	24	6.125	0.255			
TOTAL	35	7.118				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XXX .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Cuarto corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	2.181.424	727.141	2.912	2.9223	4.5097
Tratamientos	10	2.899.728	289.972	1.161	2.1646	2.9791
Residuo	30	7.490.512	249.683			
TOTAL	43	12.571.664				

Tabla XXXI .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Cuarto corte, arreglo factorial 3^2

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	3.513.680	1.171.226	5.45 ⁺⁺	3.0088	4.7181
Efecto P	2	666.960	333.480	1.55	3.4828	5.6136
Efecto K	2	153.552	76.776	0.36	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	906.720	226.680	1.05	2.7763	4.2184
Residuo	24	5.160.144	215.006			
TOTAL	35	10.401.056				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XXXIII .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Quinto corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5%	F 1%
Replicaciones	3	10.679.472	3.559.824	7.017 ⁺⁺	2.9223	4.5097
Tratamientos	10	4.642.752	464.275	0.915	2.1646	2.9791
Residuo	30	15.220.304	507.343			
TOTAL	43	30.542.528				

Tabla XXXIII .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Quinto corte, arreglo factorial 3²

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5%	F 1%
Replicaciones	3	10.384.976	3.461.658	5.72 ⁺⁺	3.0088	4.7181
Efecto P	2	1.177.312	588.656	0.97	3.4828	5.6136
Efecto K	2	524.048	262.024	0.43	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	2.110.864	527.716	0.87	2.7763	4.2184
Residuo	24	14.514.640	604.776			
TOTAL	35	28.711.840				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XXXIV .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Sexto corte, bloques completos al azar

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	17.388.704	5.796.234	3.195 ⁺	2.9223	4.5097
Tratamientos	10	18.995.120	1.899.512	1.047	2.1646	2.9791
Residuo	30	54.431.808	1.814.393			
TOTAL	43	90.815.632				

Tabla XXXV .- Análisis de varianza correspondiente al Suelo B
Sexto corte, arreglo factorial 3²

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	F 5%	F 1%
Replicaciones	3	19.959.648	6.653.216	3.09	3.0088	4.7181
Efecto P	2	3.594.192	1.797.096	0.83	3.4828	5.6136
Efecto K	2	2.529.168	1.264.584	0.59	3.4828	5.6136
Efecto P x K	4	10.955.968	2.738.992	1.27	2.7763	4.2184
Residuo	24	51.690.032	2.153.751			
TOTAL	35	88.729.008				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

Tabla XXXVI .- Análisis de varianza combinado de seis cortes
Suelo B

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Observ.	5%	F 1%
Replicaciones	3	11.904.942	3.968.314	8.10	2.6049	3.7816
Cortes	5	168.172.866	33.634.573	68.68 ⁺⁺	2.2141 ⁺⁺	3.0173 ⁺⁺
Tratamientos	10	4.905.389	490.538	1.00	1.8307	2.3209
Trat. x cortes	50	20.935.238	418.704	0.70	1.3860	1.4228
Residuo	195	95.487.347	489.678			
TOTAL	263	301.405.783				

(++) : altamente significativo
(+) : significativo

AN

T
636.081

D542

Ej.1.

19611

Díaz del Castillo, Alvaro.

Respuesta de una pradera a
fertilización en el municipio de

VENCE

NOMBRE

No. del Carnet

NOMBRE

No. del Carnet

NOMBRE

No. del Carnet

NOMBRE

AN

T

636.081

D542

Ej.1.

19611

Universidad de Nariño

BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO

19611-