

NUTRICION VEGETAL
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
I.N.I.A.P.

REPORTE FINAL

Dr. Roland Poultney
Asesor

Quito, Mayo de 1975

NUTRICION VEGETAL

REPORTE FINAL

Asesor: Dr. Roland Poultney

PARTE I - SIERRA

INTRODUCCION.- Los resultados experimentales y observaciones presentados en este reporte han sido acumulados durante un período de veinticuatro meses en Ecuador, desde Marzo de 1973 a Marzo de 1975. Durante este tiempo prácticamente todas las áreas ecológicas del país fueron visitadas por lo menos una vez y en muchas ocasiones varias veces.

Desde el punto de vista del propósito principal del trabajo ha sido la intención concentrarse en las áreas en donde la producción animal bajo pastoreo es más importante.

Se consideró conveniente a fin de evitar confusión, presentar el reporte en dos partes, una correspondiente a la Sierra y otra a la Zona Tropical.

TERMINOS EN REFERENCIA.- Tal como están determinados en el segundo contrato entre el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y la Universidad de Florida, los términos de referencia del Nutricionista Vegetal son los siguientes:

1. Desarrollar un programa basado en invernadero, laboratorio y estudios de campo para determinar los fertilizantes

zantes necesarios para asegurar el establecimiento de leguminosas vigorosas permanentes y pastizales de leguminosa en diversas áreas de la región. Los estudios deben ser orientados para obtener óptimos resultados económicos para el desarrollo de la industria de ganado vacuno y deben tener la colaboración de otros departamentos de INIAP, especialmente del Departamento de Economía Agrícola.

2. Recomendar las mejoras variedades de rhizobium para las leguminosas mencionadas y métodos de inoculación y fertilización de semillas de leguminosas.
3. Establecer un programa para seleccionar e introducir mejores especies y variedades de leguminosas y pastos.
4. Llevar a cabo estudios preliminares sobre el estado nutritivo de los principales tipos de suelo en las fincas ganaderas de la Costa y en las altas elevaciones en la Sierra.
5. Entrenar personal nacional en los aspectos relacionados con nutrición vegetal aplicada e informar al Director de INIAP de los cursos de entrenamiento para el personal.
6. Mantener registros adecuados de investigación y presentar por escrito los resultados iniciales y finales para la rápida implementación de la industria ganadera.

7. Colaborar con los especialistas en pastos y otros Departamentos de INIAP.
8. Duración del convenio: 2 años (aproximadamente).

CLIMA, SUELOS Y PASTOS.- Aunque no es conveniente incluir en este reporte descripciones detalladas de clima, suelos y pastos, es pertinente presentar un breve resumen sobre algunos de los problemas que confronta la producción de pastos y la industria de la producción animal. Como esta información no está disponible en una forma comprensible y suficientemente clara, las generalizaciones se hacen inevitables.

La región de la Sierra comienza a una altura de alrededor de 2.400 metros s.n.m., donde las especies de pasto tropical no están adaptadas a bajas temperaturas las cuales varían de un promedio de cerca de 16°C a menos de 8°C en elevaciones sobre 3.100 metros.

En muchas áreas la lluvia efectiva ocurre durante 7-8 meses del año. Sin embargo, donde la estación seca es prolongada, el agua para riego es frecuentemente disponible y la productividad del pasto puede ser mantenida durante los doce meses del año.

Con pocas excepciones, las áreas de mayores extensiones de suelos consisten de ceniza volcánica o mezclas de este material de edad y disponibilidad de nutrientes minerales variables.

Las especies de pasto sembradas son comunes a las de Europa y Norte América, con excepción del kikuyo, *Pennisetum clandestinum*, el cual fue introducido del Este de Africa y ha sido esparcido por toda la Sierra. Es la planta dominante en la mayoría de los pastos junto con el trébol blanco, *Trifolium repens*, el cual está también propagado por toda la región.

El manejo de pastos es a menudo tradicional y de ahí ineficiente. El uso de fertilizantes por los ganaderos está limitado a una minoría progresista extremadamente pequeña. Sin embargo, las respuestas a la aplicación de fertilizantes no son grandes, ya sea porque las cantidades aplicadas son inadecuadas o seguramente debido a deficiencias de uno o más minerales en muchos suelos.

La calidad de los pastos es baja, con un valor promedio de N de 1.8-2% y un valor de P de alrededor de 0.2% en base a materia seca. En pastos no fertilizados la capacidad de carga es más o menos de un animal por hectárea, mientras que en pastos sembrados fertilizados, generalmente es de 2 a 2.5.

Las recomendaciones sobre fertilizantes dadas por el Departamento de Suelos de INIAP están limitados a los cuatro elementos clásicos, N, P, K y Ca. Aquellos agricultores que utilizan fertilizantes para pastos generalmente limitan estas aplicaciones a N en forma de urea y superfosfato triple.

Sin embargo, las cantidades aplicadas son usualmente insuficientes para mantener un incremento en el nivel de producción

y calidad del pasto durante todo el período de crecimiento. Por esta razón, muchos de los grandes productores acuden al alimento suplementario de animales.

Como la producción de carne es una actividad muy restringida, la industria animal en la Sierra está casi enteramente orientada a la producción lechera en aquellas áreas donde la producción de pastos no es limitada por la temperatura muy baja o lluvia con riego suplementario.

ANALISIS DEL PROBLEMA.- Esencialmente la producción lechera en la Sierra está afectada en su mayoría por dos factores; la baja producción y la pobre calidad de los pastos. Estos dos factores son el resultado directo de la inadecuada nutrición mineral de las plantas pastizales conjuntamente con prácticas de manejo deficientes y no científicas. Además de estas causas de la baja productividad de pastos sembrados aún existe todavía el problema de baja productividad y dominio del kikuyo en la mayoría de los pastos.

La actitud de la mayoría de los agricultores y de muchos técnicos es que esta gramínea es una seria maleza y debe ser erradicada. Sin embargo, los ensayos para erradicarlo en otras partes de los trópicos generalmente no han tenido éxito o han resultado muy costosos.

Más aún, estas ideas de erradicación y el concepto de que el pasto es una maleza, indican claramente la falta de entendi-

miento de los requerimientos del kikuyo y su productividad potencial y valor nutritivo cuando se proporciona con las condiciones apropiadas para la producción.

La mayoría de los agricultores en la Sierra, han adoptado un sistema de pastoreo rotacional de pastos sembrados basados en intervalos de 50 a 70 días. Esta práctica reduce el número de plantas de trébol blanco en el pasto, así como también disminuye el rendimiento y beneficio potencial de esta leguminosa a través de la fijación de nitrógeno. Con el uso de este sistema se suprimirá en algunas extensiones el crecimiento y dominio del kikuyo en un pasto. En la práctica este efecto todavía no está justificado, siendo deliberadamente reducida la calidad y productividad del pasto.

Hasta 1973 no existió el concepto de nutrición vegetal, y todos los problemas en términos de incremento de la producción vegetal a través de la aplicación de fertilizantes fueron exclusivamente colocados en el campo de fertilidad del suelo. No se admitió diferencia entre los objetivos y restricciones de fertilidad del suelo por una parte y los conceptos, fines y complejos de la nutrición vegetal particularmente de las plantas perennes pastoreables, por otra.

La falta de comprensión del papel específico y la contribución esencial de la nutrición vegetal distintamente de la fertilidad del suelo todavía persiste y es la base para omisiones y conceptos errados en estudios que se relacionan a las

plantas pastizales perennes, particularmente leguminosas.

Finalmente, en un área donde la mayoría de los suelos es es tán dominados por la influencia de ceniza volcánica, fue un grave error no prestar la debida atención al estado del azufre en el trabajo de fertilidad del mismo. La deficiencia de azufre es un fenómeno común en muchas otras áreas del mundo donde los suelos son derivados o han sido mezclados con material de origen volcánico.

Esta posibilidad muy probable fue reconocida antes de la llegada al Ecuador del técnico nutricionista y fue comunicada al Dr. John Southcombe en Agosto de 1972. El inició con esta base algunas comparaciones simples con y sin la aplicación de yeso a los pastos en la Estación Experimental Santa Catalina. Estos fueron los primeros ensayos relacionados al uso de yeso como una fuente de azufre.

PROGRAMA DE TRABAJO.- Al inicio de la misión se puntualizó al Director General de INIAP que la du ración del contrato de nutrición vegetal por un período de dos años no era suficiente en vista de los objetivos establecidos en los términos de referencia. Al mismo tiempo se mencionó que para cumplir con estos objetivos se requeriría por lo menos un período de cuatro años.

Como la introducción y selección de plantas es un aspecto que no está directamente relacionado a las investigaciones

en el campo de nutrición vegetal, el Director General estuvo de acuerdo en separarlo de aquél del Nutricionista Vegetal.

A fin de dar cumplimiento con el párrafo uno de los términos de referencia, sería necesario conocer las limitaciones de los nutrientes esenciales de un suelo para plantas pastizales. Como había poca o ninguna información de los elementos excepto de N, P, K y Ca, en el programa de trabajo se dio prioridad al aspecto de nutrición vegetal tal como se establece en el párrafo cuatro de los términos de referencia.

Al iniciarse la misión, el Director General indicó que esperaba que el 50% del tiempo del técnico fuera dedicado a la Estación Experimental Santa Catalina y el resto a Pichilingue. Sin embargo, después de considerar los problemas existentes en la Costa se consultó con el Director General para que más tiempo y esfuerzos fueran destinados a los trabajos en la Sierra debido a que los problemas son de mayor importancia.

En el programa de trabajo presentado al Director General el 2 de Mayo de 1973, se dio la siguiente descripción de la naturaleza del trabajo a llevarse a cabo.

- a. Determinación a través de prácticas de invernadero y laboratorio de los factores limitantes de nutrición vegetal para la mayoría de los tipos de suelos en las áreas importantes de producción animal de las zonas

templadas y tropicales, tanto como estas áreas permitan la producción animal intensiva a través del uso de pastos mejorados.

- b. Aplicación de los resultados obtenidos de los estudios preliminares, en pruebas prácticas comparativas en lugares apropiados dentro de las áreas de suelos importantes.
- c. Evaluación económica de las prácticas aplicadas utilizando el animal.
- d. Estudios suplementarios pertinentes a las investigaciones principales como por ejemplo: evaluación de especies, manejo de pastos, tasas, frecuencia y forma de aplicación de los fertilizantes usados, análisis próximos de los pastos, estimaciones nutricionales y de digestibilidad, así como también evaluación de la eficiencia del rhizobium.

En vista de la presencia del trébol blanco prácticamente en todos los tipos de pastos en la zona templada y las condiciones preeminentes para su crecimiento, fue una conclusión lógica concentrar las investigaciones de nutrición vegetal como primera prioridad usando esta leguminosa como la planta indicadora en lugar de plantas menos sensitivas como el sorgo y el girasol. En primer lugar, estas plantas no son plantas pastizales ni pueden tener un buen crecimiento en la Sierra excepto

bajo condiciones de temperatura artificial en un invernáculo de vidrio.

En la primera fase o trabajo de invernadero, tantos suelos como sean posibles habrían de ser evaluados en el tiempo permitido y dentro de las limitaciones de las instalaciones existentes. Los nutrientes limitantes serían establecidos en base a los rendimientos comparativos de materia seca, peso de las raíces y número de nódulos efectivos y activos presentes en la raíz principal de cada planta de acuerdo al tratamiento.

En el transcurso del trabajo, los análisis químicos de algunos de los elementos minerales esenciales estudiados fueron llevados a cabo en un intento de establecer rangos de concentración en relación a la productividad de las plantas y a la formación de nódulos.

De acuerdo al programa de trabajo cinco proyectos fueron preparados y aprobados por el Comité Técnico. Un proyecto fue preparado pero no aprobado por este mismo grupo.

Los proyectos aprobados titulan:

- 1.- Determinación de requerimientos nutritivos para trébol blanco (mediante pruebas de invernadero) con muestras representativas de suelos tomados en áreas más importantes de producción lechera en la Sierra. Carchi, Imbabura, Pichíncha, Cotopaxi, Chimborazo y Azuay.

- 2.- Eficiencia en pruebas de invernadero de diversas cepas de rhizobium en la fijación de nitrógeno y formación de nódulos en trébol blanco (*Trifolium repens*).
- 3.- Control del kikuyo por diferentes métodos mecánicos y competencia con mezclas forrajeras.
- 4.- Respuesta del kikuyo, *Pennisetum clandestinum*, a la aplicación de varios niveles de nitrógeno.
- 5.- Respuestas de los pastos a la aplicación de varias fuentes y niveles de nitrógeno en la época seca.

El proyecto no aprobado se titula:

- 1.- Estudios de la fertilización y las pérdidas de nutrientes vegetales mediante el método de lysímetro.

Una descripción completa de cada proyecto es dada en el apéndice 1.

MATERIALES Y METODOS.- Las facilidades de invernadero existentes en Santa Catalina fueron completamente inadecuadas para el trabajo planeado con trébol blanco, ya que para estos propósitos las construídas de vidrio necesitan aire acondicionado.

Para el trabajo programado usando trébol blanco, se consideró que las condiciones de crecimiento similares al clima natural podrían ser más adecuadas desde los puntos de vista del

crecimiento de las plantas y la interpretación de los resultados. No hay una razón justificable para el uso de invernáculos de vidrio en Santa Catalina para el 98% del trabajo para el cual son utilizados.

A fin de iniciar el trabajo en la determinación de los requerimientos nutricionales de trébol blanco usando varios suelos, en Mayo de 1973 se proveyó de espacio en el invernadero para realizar dos experimentos usando ventilación y control de temperatura artificial hasta que se pudieran proveerse facilidades adecuadas. En Noviembre de 1973, estos experimentos fueron trasladados al nuevo invernadero sujeto al clima normal. La demora de seis meses en proveer esta facilidad causó un serio retraso en el programa de actividades planeado, particularmente en el establecimiento de pruebas de campo regionales basadas en los resultados obtenidos en las investigaciones de invernadero.

Siguiendo dos experimentos preliminares que usaron los tratamientos y diseño dados en el proyecto N°1, estos fueron modificados ya que las plantas que recibieron la aplicación de un solo elemento no crecieron lo suficiente para ser cosechadas.

Eliminando los tratamientos del elemento solo, redujo el número a catorce los cuales no pueden ajustarse a un diseño de latice. En consecuencia, el diseño experimental fue cambiado a un bloque randomizado común en tres repeticiones.

En una etapa posterior se añadió una cuarta repetición para satisfacer los deseos de algunos miembros del Comité Técnico.

En el período de Noviembre de 1973 a Diciembre de 1974 un total de veinte suelos fueron colectados en toda la Sierra como se indica en los cuadros 1 y 2. Una muestra de cada suelo fue sometida a un análisis químico en el Departamento de Suelos. Todos los suelos fueron analizados para N, P, K, Mg y Ca; y unos fueron también analizados para Zn, Cu, Fe, Mn.

Una descripción del método de la preparación del suelo usado y la aplicación de los tratamientos minerales se encuentra detallada en el apéndice 2.

La densidad aparente estimada para cada suelo está presentada en los cuadros 1 y 2. Esta fue obtenida para evitar mayores errores en las cantidades de nutrientes aplicados usando una base errónea y completamente arbitraria tal como dos millones de kilogramos de suelo por hectárea (4,7).

Las densidades aparentes de los suelos colectados varían de 770 gm/litro a casi dos veces este valor o 1.531 gm/litro. Las investigaciones de invernadero y campo involucrando tasas de aplicación de nutrientes que no tomen en consideración la densidad del suelo podrían presentar serios errores en la interpretación de los resultados. Con esto, disminuiría la validez de los resultados de tales experimentos como es el caso de

prácticamente todos los experimentos llevados a cabo en todos los cultivos en el Instituto.

RESULTADOS Y DISCUSION.- Experimentos de Invernadero.- En la mayoría de los pastos ya sea a corto o largo plazo, se observan síntomas de deficiencia de N y P. Muy raramente es posible identificar otros síntomas de deficiencias minerales ya que el efecto del P o la falta de él, oculta la mayoría si no todos los otros síntomas posibles.

Esto está claramente demostrado por los resultados de los rendimientos dados en el cuadro 4, en los cuales el efecto de la deficiencia de P es totalmente limitante a pesar de la aplicación de los once elementos minerales restantes.

Casi tan severo es el efecto de la deficiencia de S o SO_4 . Por cuanto esto no fue reconocido ni verificado con anterioridad al trabajo iniciado por los técnicos de la Universidad de Florida es difícil de concebir.

En todos los suelos con excepción de uno, de El Carmen en la provincia del Carchi, la falta de SO_4 previno el crecimiento después del desarrollo inicial de la planta. Estos resultados son corroborados por los datos presentados en el cuadro 3, los cuales muestran que no se detectó en absoluto adsorción de SO_4-S en cinco de los suelos estudiados.

Muestras de los suelos de estas localidades fueron analizadas por el Departamento de Suelos de la Universidad de Florida para comprobar la adsorción de SO_4-S y total de P. Los

resultados son presentados en el siguiente cuadro:

CUADRO 3

Suelo	Total P ppm	SO ₄ -S Adsorbido ppm
Mata Redonda	545	0
Milán	500	0
Nintangá	450	0
San Juan	645	0
Santa Inés	645	0

En los dos suelos de la Estación Experimental Santa Catalina el calcio es un factor limitante para el crecimiento de trébol blanco en menor capacidad. En el suelo de San José de la misma estación el boro es también medianamente eficiente.

Además de la evolución de cada suelo para factores limitantes de deficiencias minerales, un aspecto secundario fue la observación de exceso de mineral. Los resultados del cuadro 4 muestran que para el suelo de La Alegría el Mg y B son abundantes y la aplicación de estos minerales a niveles moderados causó disminuciones estadísticamente significativas en el rendimiento. Igualmente, para el suelo de Santa Rosa la aplicación de Fe como nutriente disminuyó notablemente el rendimiento. Este efecto puede ser comprensible en vista de las

concentraciones de Fe encontradas en la materia seca de la planta como se muestra en el cuadro 5. Sin embargo, en El Carmen y en Milán, el trébol blanco muestra igualmente altos valores de Fe; no hubo disminución en el rendimiento con la aplicación de Fe.

Una comparación de los resultados de rendimiento discutidos anteriormente y el número de nódulos efectivos en la raíz principal de las plantas muestra una estrecha relación con los efectos de deficiencias minerales reportadas. El exceso de uno u otro elemento mineral no parecería haber afectado el número de nódulos o su eficiencia.

En algunas ocasiones el número de nódulos parecerían haber sido afectados por el tratamiento pero sin el correspondiente efecto en el rendimiento. Esto es visto por ejemplo, en el tratamiento menos Zn para el suelo de La Alegría, menos Cu para el suelo de Zuleta y menos Mg y B para el suelo de Santa Rosa. En este último caso el número de nódulos reducido para el tratamiento menos Mg bien puede indicar una deficiencia incipiente de este elemento. El resultado para el tratamiento menos B es claramente la disminución del efecto de este elemento donde fue aplicado.

Desafortunadamente no fue posible acumular más datos sobre el análisis químico de la materia seca debido a circunstancias presentadas en el laboratorio. Sin embargo, de los datos dados en el cuadro 5, algunas tendencias son perceptibles. Claramente se observa el bajo contenido de P en la

materia seca donde este elemento no fue aplicado.

En algunas ocasiones los valores de calcio son altos y no pueden ser considerados como marginales. Esto está de acuerdo con los datos de análisis de suelo. Por lo tanto, basándose en estos datos apoyados por los resultados dados en el cuadro 4, la aplicación de calcio en los suelos para diversas razones sería una seria equivocación. Todavía la idea de aplicación de cal para reducir la fijación de P y para otras razones sin fundamento es una recomendación muy común por parte de muchos técnicos mal informados.

Sin excepción los valores de Fe presentados en el cuadro 5 son excesivamente altos, sin embargo, es evidente que estos niveles no afectaron el crecimiento del trébol y la absorción o concentración de los otros elementos. Igualmente para el tratamiento menos Zn los valores para este mismo elemento son altos sin efectos adversos. Lo mismo puede decirse para Cu en cuyo caso el rango crítico para este elemento es entre 4-6 ppm, sin embargo, con valores entre 8 y 11 ppm, estos niveles no tuvieron efectos aparentes en el crecimiento de las plantas, número de nódulos, su formación o eficiencia.

En vista de la importancia del azufre para el crecimiento de las leguminosas y para el trébol blanco en los estudios reportados en el cuadro 4, es muy necesario que los laboratorios respectivos de INIAP provean información sobre el contenido de azufre en los suelos y materia vegetal.

Como se mencionó anteriormente, en el programa de actividades estaba programado extender los resultados del invernadero a pruebas simples y comparativas en los lugares en los cuales los suelos fueron originalmente colectados. No fue posible cumplir con este aspecto debido a que en el tiempo en que los resultados de las investigaciones del invernadero estaban disponibles, la situación de personal se agravó hasta el punto en que un Ingeniero Agrónomo no podía llevar a cabo todos los trabajos de invernadero y campo.

CONCLUSIONES.- Aunque los resultados principales del trabajo de nutrición mineral no han sido evaluados en el campo excepto en la Estación Experimental Santa Catalina, algunas conclusiones pueden ser deducidas de esta experiencia.

En primer lugar, es una práctica de rutina aplicar fosfato anualmente a todos los pastos en la Estación, ya que la deficiencia de este elemento ha sido bien establecida. Antes de 1974, fertilizantes nitrogenados principalmente fueron aplicados a pastos. Sin embargo, desde Mayo de 1974 aplicaciones de yeso fueron hechas a pastos seleccionados de diferente edad, composición y productividad los cuales consistieron de diferentes proporciones de kikuyo y especies introducidas. El yeso junto con el superfosfato fue también aplicado en la época de siembra de los nuevos pastos.

Durante el período desde Mayo de 1974 hasta la presente

fecha, la cantidad de fertilizantes nitrogenados aplicados a estos pastos han sido de alrededor de 50 kg/ha; sin embargo, la productividad de los pastos que recibieron yeso ha aumentado muy substancialmente, primeramente a través del incremento de la fijación de nitrógeno, el cual ha permitido aumentos considerables en la productividad de trébol blanco y gramíneas asociadas.

En los pastos fertilizados con yeso en un promedio de 250 kg/ha por año, se estimó que la cantidad de carga se ha duplicado de dos a cuatro animales adultos por hectárea.

Observaciones hechas en la nodulación de trébol blanco en estos pastos mejorados tratados con yeso, han demostrado que el número, tamaño y color de los nódulos son claramente superiores a aquellos encontrados en los pastos no fertilizados con yeso pero tratados de manera normal con fosfato y fertilizantes nitrogenados.

Los pastos fertilizados con 250 kg/ha de yeso y aplicación normal de fosfato empezarán a mostrar respuestas visibles después de alrededor de 5-6 meses. Este mejoramiento aumentó rápidamente a los ocho meses después de su aplicación después de lo cual el mejoramiento en el pasto será más lento.

Es característica del efecto de yeso que toma tiempo para observarse la respuesta. También el efecto del yeso

no puede ser esperado a menos que una adecuada cantidad de fertilizante fosfatado sea aplicado junto con el yeso.

En los pastos renovados y mejorados en Santa Catalina a través de la aplicación de yeso, es común tener de 40 a 45% de trébol blanco. Entre los animales que pastorearon esos pastos y sin precauciones no han aparecido ningunas indicaciones de timpanismo en los diez meses desde que la práctica de aplicación de yeso a los pastos fue iniciada. Con anterioridad a esto, el timpanismo fue un serio peligro el cual causó la muerte de numerosos animales cada año.

De estas pruebas de campo y de los resultados de trabajo de invernadero reportadas, parecería que la aplicación del azufre o sulfato en forma de yeso en la fertilización de pastos podría tener un impacto real y positivo en el incremento de la producción lechera y animal en la Sierra.

Con pocas excepciones los suelos de la Sierra probablemente no requieren aplicaciones de otros fertilizantes excepto de yeso y fosfato, si el trébol blanco es un componente de los pastizales ya que este provee el nitrógeno para el aumento y mantenimiento de la producción.

CUADRO 1

ESTUDIOS DE SUELOS COMPLETADOS

TRABAJOS DE INVERNADERO

NOMBRE DE LA FINCA	CANTON	PROVINCIA	Densidad Aparente	Cantidad/suelo por maceta	Elementos clasificados como bajos en base al análisis químico
			gm/litro	gm.	
La Alegría	Tulcán	Carchi	1.010	1.445	-
El Carmen	San Gabriel	"	931	1.400	P
Nata Redonda*	"	"	1.047	1.465	P
Zuleta	Ibarra	Imbabura	1.178	1.550	P
Milán*	Cayambe	Pichincha	1.167	1.550	P, K
Santa Rosa	"	"	1.210	1.580	P
Santa Catalina	Mejía	"	1.014	1.420	P, Zn, Mn.
Santa Catalina	"	"	1.039	1.455	P, Zn, Mn.

* Analizado para SO_4-S . Ver cuadro 3.

CUADRO 2

EXPERIMENTOS DE INVERNADERO EN MARCHA

NOMBRE DE LA FINCA	CANTON	PROVINCIA	Densidad Aparente	Cantidad/suelo por maceta	Elementos clasificados como bajos en base al análisis químico
			gm/litro	gm.	
San Juan*	Mejía	Eichincha	1.436	1.700	P
Santa Inés	"	"	1.117	1.500	P
San Agustín	Latacunga	Cotopaxi	1.370	1.600	P, K, Zn, Mn.
Hintanga*	"	"	1.531	1.800	P, Zn, Fe, Mn.
Chimborazo	Riobamba	Chimborazo	1.075	1.480	P, Mn.
Ulpán	Chambo	"	1.051	1.500	Mn.
Huagrahuasi	Pillaro	Tungurahua	936	1.432	P, K, Mn.
Chuglín	Chambo	Chimborazo	1.136	1.500	Mn.
El Carmen (Znical)	Chunchi	"	891	1.280	P, Fe, Mn.
Malo	Biblián	Cañar	1.435	1.700	P, Mn.
Chalpatán	El Argel	Carchi	770	1.152	P, Mn.
La Argelia	Loja	Loja	1.358	1.700	P, Mn.

* Analizado para SO₄-S. Ver cuadro 3.

CUADRO 4

RENDIMIENTO PROMEDIO EN GRAMOS DE MATERIA SECA

SUELO	TRATAMIENTOS													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Testigo	Todos	-P	-F	-Ca	-Mg	-S	-Cu	-Zn	-B	-Mo	-Fe	-Mn	+Co
La Alegría	5,55 ^{**}	20,70	6,90 ^{**}	18,07	24,11	28,78 ^{**}	8,91 ^{**}	22,81	18,26	27,79 ^{**}	22,78	17,73	22,75	25,99
El Carmen	10,49 ^{**}	23,08	10,65 ^{**}	19,79	23,70	24,14	19,40	24,66	24,95	25,09	23,61	22,83	23,08	26,84
Mata Redonda	4,16 ^{**}	22,15	4,70 ^{**}	23,68	18,29	21,90	10,83 ^{**}	17,81	20,31	19,93	22,86	21,19	18,14	19,79
Zuleta														
Milán	1,76 ^{**}	14,73	1,88 ^{**}	11,76	17,34	12,78	2,46 ^{**}	16,09	15,54	13,43	13,38	17,10	18,07	14,23
Santa Rosa	1,17 ^{**}	21,48	1,58 ^{**}	21,08	19,99	17,81	5,81 ^{**}	21,94	25,41	22,29	23,50	27,94 ^{**}	23,96	21,07
Santa Catalina	0,0 ^{**}	5,92	0,0 ^{**}	5,83	4,00 [*]	6,83	1,83 ^{**}	4,75	5,50	3,92 [*]	4,58	6,15	6,08	5,85
Santa Catalina	0,0 ^{**}	6,1	0,0 ^{**}	5,5	4,1 [*]	6,80	1,70 ^{**}	4,70	5,20	4,80	5,80	6,40	6,50	7,5
Significancia:	5% *													
	1% **													
	PROMEDIO DEL NUMERO DE NODULOS EN LA RAIZ PRINCIPAL													
La Alegría	7	20	5	17	24	30	13	22	12	23	15	20	42	21
El Carmen	4.3	5.0	3.3	10	3.3	4.7	7.6	6.3	3.0	2.3	0.7	5.0	3.3	3.7
Mata Redonda	Raíces principales podridas													
Zuleta	4.4	38	35	28	27	31	22	66	36	37	20	15	27	45
Milán	23	46	19	34	45	28	16	26	25	28	28	26	36	29
Santa Rosa	5	35	19	47	44	18	25	43	52	85	65	55	41	59

CUADRO 5
PORCENTAJE DE NITROGENO Y COMPOSICION MINERAL DEL TREBOL BLANCO

ANALISIS	TRATAMIENTOS													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ZULETA														
% N	3,0	4,1	4,0	4,3	3,9	3,7	2,4	3,8	3,9	4,0	4,1	3,9	4,0	4,3
% Ca	1,1	1,1	1,1	2,0	1,4	1,1	2,2	1,6	1,0	2,0	1,8	1,8	1,4	1,5
% P	0,4	0,34	0,24	0,40	0,37	0,36	0,22	0,39	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32	0,42
% Mg	0,4	0,37	0,48	0,47	0,39	0,32	0,62	0,42	0,40	0,50	0,45	0,45	0,47	0,45
% K	-	1,1	-	-	1,2	1,2	-	1,2	0,95	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0
ppm Cu	7	7	14	8	8	9	11	7	8	10	10	9	9	10
ppm Fe	538	525	638	642	759	547	300	437	330	509	898	580	508	485
ppm Mn	116	49	74	70	47	45	41	52	49	62	58	53	52	53
ppm Zn	148	53	94	85	85	91	78	124	58	59	40	41	71	69
LA ALEGRIA														
% N	3,4	4,2	4,3	4,3	4,0	4,0	4,1	4,1	4,3	4,0	4,6	4,4	4,1	4,0
% Ca	2,3	1,2	2,8	2,63	1,4	1,3	1,2	0,9	1,1	1,1	1,4	1,4	1,1	1,4
% P	0,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% Mg	0,78	0,45	0,75	0,35	0,32	0,44	0,30	0,35	0,34	0,33	0,29	0,25	0,28	0,26
% K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ppm Cu	15	7	12	11	10	11	11	11	11	11	11	11	11	5
ppm Fe	453	405	826	332	893	430	515	755	118	324	533	458	512	146
ppm Mn	151	149	100	120	120	123	117	116	120	112	103	114	100	120
ppm Zn	73	60	52	47	67	60	50	60	50	70	63	67	57	70
MILAN														
% N	-	4,2	-	4,1	4,0	4,0	3,3	4,1	4,1	4,1	4,3	4,3	4,1	4,2
% Ca	1,4	1,4	0,86	1,5	0,89	1,3	1,6	1,4	1,3	1,6	1,6	1,3	1,4	1,5
% P	0,24	0,28	0,20	0,32	0,38	0,41	0,30	0,30	0,38	0,38	0,42	0,40	0,32	0,34
% Mg	0,48	0,45	0,37	0,23	0,52	0,27	0,33	0,34	0,45	0,38	0,43	0,42	0,31	0,33
% K	0,80	0,36	1,10	0,59	0,49	0,31	1,00	0,49	0,56	0,43	0,45	0,28	0,52	0,42
ppm Cu	9	9	11	9	9	9	9	9	10	11	10	9	9	9
ppm Fe	522	744	593	439	625	778	521	575	660	614	711	679	483	592
ppm Mn	64	78	54	59	43	39	75	56	78	74	70	69	73	79
ppm Zn	55	14	58	43	47	42	45	45	60	52	47	34	52	50

CUADRO 5 (CONTINUACION)
PORCENTAJE DE NITROGENO Y COMPOSICION MINERAL DEL TREBOL BLANCO

ANALISIS	TRATAMIENTOS													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	SANTA ROSA													
% N	4,5	3,9	3,1	3,8	4,0	4,0	3,3	4,0	3,7	4,0	4,0	3,8	3,8	4,1
% Ca	1,1	1,4	1,7	1,5	1,1	1,3	1,23	1,4	1,5	1,3	1,5	1,4	1,4	1,9
% P	-	0,46	-	0,40	0,35	0,42	0,41	0,44	0,36	0,38	0,40	0,40	0,39	0,50
% Mg	0,26	0,42	0,19	0,29	0,44	0,52	0,62	0,68	0,54	0,60	0,76	0,63	0,76	1,02
% K	-	0,69	-	0,65	1,1	1,4	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3
ppm Cu	15	12	9	12	9	11	9	10	10	9	9	8	8	8
ppm Fe	775	421	395	684	544	432	541	349	492	457	412	436	378	456
ppm Mn	82	85	98	100	78	94	86	96	73	68	95	64	92	73
ppm Zn	53	62	56	57	67	84	73	75	83	103	102	99	91	148
	MATA REDONDA													
% N	4,0	4,0	4,3	4,0	4,1	3,75	3,0	4,2	3,9	3,9	3,8	3,8	4,0	4,0
% Ca	1,5	1,2	1,3	1,4	0,96	1,2	1,3	0,8	1,13	1,2	1,13	1,2	1,2	1,15
% P	0,21	0,16	0,16	0,23	0,37	0,24	0,44	0,34	0,34	0,29	0,14	0,35	0,35	0,23
% Mg	0,33	0,65	0,38	0,58	0,41	0,43	0,54	0,46	0,56	0,43	0,35	0,54	0,44	0,38
% K	2,2	2,2	2,0	2,3	2,2	1,7	2,9	2,6	2,3	1,5	2,5	2,5	2,2	2,2
ppm Cu	12	11	11	11	10	11	11	11	10	10	11	11	12	11
ppm Fe	577	454	578	479	429	375	477	470	468	401	407	397	339	506
ppm Mn	73	89	103	91	93	80	99	99	99	93	91	104	77	87
ppm Zn	68	86	85	81	81	76	98	79	79	75	69	56	80	72
	EL CARMEN													
% N	3,2	3,7	3,6	3,9	4,1	3,8	3,6	3,9	3,8	3,8	4,1	3,8	3,85	
% Ca	1,51	1,66	1,7	1,75	1,9	1,5	2,1	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,6	
% P	0,14	0,23	0,15	0,25	0,30	0,28	0,26	0,26	0,20	0,29	0,28	0,26	0,31	
% Mg	0,38	0,33	0,32	0,35	0,46	0,39	0,43	0,34	0,39	0,42	0,40	0,43	0,39	
% K	0,34	0,11	0,47	0,28	0,49	0,13	0,30	0,26	0,25	0,39	0,27	0,32	0,37	
ppm Cu	10	9	9	10	11	10	9	10	9	9	10	10	10	
ppm Fe	477	432	679	493	304	401	522	482	422	513	552	542	595	
ppm Mn	48	69	51	60	69	65	78	61	66	53	59	48	56	
ppm Zn	55	79	79	70	53	79	64	63	68	58	61	78	49	

La investigación de la eficiencia de cepas de rhizobium para el trébol blanco se comenzó en Enero de 1974, tanto como un experimento en el invernadero y como proyecto de tesis.

Cuando se inició el experimento se pensó que aparte de los efectos de las deficiencias minerales nutricionales, la baja productividad de trébol blanco podría deberse en parte a las ineficientes cepas de rhizobium debido a las bajas temperaturas ambientales.

Está bien establecido (3), que bajo los 10°C la tasa de fijación de nitrógeno por el rhizobium de trébol blanco se encuentra severamente restringida. Las temperaturas en muchas de las áreas de la Sierra del Ecuador frecuentemente bajan de este nivel.

MATERIALES Y METODOS.- Todas las cepas de rhizobium comparadas en esta investigación con excepción de la variedad nativa fueron obtenidas a través del CIAT. Tres de estas cepas son originarias de Finlandia donde las temperaturas del verano son similares a aquellas de las áreas de la Sierra del Ecuador, mientras que las temperaturas de otros países de Europa, Norte América y Nueva Zelandia son mucho más altas.

El suelo para el experimento fue colectado de la Estación Experimental Santa Catalina y tratado uniformemente en la aplicación de los nutrientes minerales.

RESULTADOS Y DISCUSION.- Los resultados para la producción media de materia seca de trébol blanco para seis cosechas están dados en el cuadro 6.

Como tratamiento 1 estaba el rhizobium nativo o control; es evidente que en términos de rendimiento fue superior a todos los demás cuando la semilla no fue peletizada (tratamientos 1-3). En los tratamientos donde la semilla fue peletizada produjo mejores rendimientos que aquellos tratamientos sin peletización. A pesar de esto, el rhizobium nativo es todavía más efectivo que la mayoría de las cepas introducidas con excepción del tratamiento 12, cepa N°69.

De los datos dados en el cuadro 7 para la composición química de la materia seca es evidente que ni la variedad ni la peletización de la semilla tuvieron efecto significativo con excepción del tratamiento 2, cepa N°61, en los cuales el valor de Cu es muy alto pero aparentemente no afecta el crecimiento de la planta.

El número de nódulos efectivos encontrados en las raíces principales se encuentran en el cuadro 8. Con excepción del tratamiento 2, cepa N°61 las diferencias son pequeñas, indicando que las variedades restantes fueron relativamente efectivas.

Se está continuando el experimento con raigrás perenne sembrado en el mismo suelo de cada maceta a fin de verificar

el efecto de la cantidad de N dejada en el suelo de acuerdo con los tratamientos.

CONCLUSIONES.- Se puede concluir con los resultados obtenidos en este experimento que el rhizobium nativo en las cercanías a la Estación Experimental Santa Catalina es tan efectivo como algunas cepas introducidas. Es poco probable que las cepas importadas de otros países con temperaturas de verano altas sean iguales o mejores que el rhizobium nativo. Por tanto, la inoculación de la semilla de trébol blanco en esta área no es necesaria. Parecería también evidente que el rhizobium nativo está bien adaptado a las temperaturas bajas de la Sierra. Peletizando la semilla incrementó la productividad de trébol blanco en todos los tratamientos; por consiguiente, podría ser ventajoso peletizar las semillas, para lo cual se sugiere un procedimiento que se encuentra en el apéndice 4.

EXPERIMENTOS DE CAMPO.- En muchas de las áreas de la Sierra, la estación seca es relativamente de corta duración. Por lo general no hay riego suplementario en estas áreas. Durante la estación seca la productividad de pastos disminuye, lo que causa una reducción en la producción de leche. A fin de disminuir esta pérdida en la producción de leche, muchos productores han introducido substitutos de alimento comercial suplementario. Otros productores en cambio preparan ensilaje para este propósito.

CUADRO 6
 RENDIMIENTO PROMEDIO EN GRAMOS DE MATERIA SECA DE TREBOL BLANCO
 COMPARACION DE CEPAS DE RHIZOBIUM

		TRATAMIENTOS														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cepa	Nativo	61	65	67	69	356	357	358	61	65	67	69	356	357	358	
	28.0**	11,66	24,45	22,59	24,11	22,40	21,42	21,96	22,73	26,61	26,65	29,03	25,70	25,57	25,48	

Estas cepas fueron obtenidas del CIAT

** D.M.S. 1%

* D.M.S. 5%

CUADRO 7
 PORCENTAJE DE NITROGENO Y COMPOSICION MINERAL DE TREBOL BLANCO

ELEMENTO	TRATAMIENTOS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
% N	3,8	3,25	4,25	4,4	4,2	4,4	4,4	3,9	4,1	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	3,7
% Ca	1,69	1,55	1,6	1,65	1,63	1,68	1,5	1,38	1,7	1,6	1,43	1,76	1,54	1,58	1,84
% P	0,23	0,32	0,22	0,27	0,30	0,26	0,24	0,32	0,25	0,27	0,24	0,24	0,27	0,23	0,32
% Mg	0,50	0,34	0,35	0,42	0,33	0,34	0,29	0,33	0,31	0,31	0,37	0,37	0,34	0,33	0,48
% K	0,45	0,90	0,49	0,51	0,56	0,65	0,65	0,52	0,54	0,55	0,36	0,53	0,49	0,44	0,53
ppm Cu	20	7	10	9	10	12	12	9	16	11	9	10	8	10	9
ppm Fe	509	372	350	459	357	465	350	465	408	511	389	336	387	414	569
ppm Mn	242	154	137	136	153	142	114	145	166	149	139	154	135	137	138
ppm Zn	57	55	55	44	77	47	44	52	50	52	50	57	99	49	60

CUADRO 8
 NUMERO DE NODULOS EFECTIVOS

TRATAMIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	37	29	46	44	52	37	50	68	46	45	50	60	44	42	58

Aunque no se ha hecho ninguna evaluación de los costos para proporcionar el alimento suplementario y ensilaje, estimaciones provisionales parecerían indicar que estas prácticas son de alto costo y no siempre económicamente efectivas.

De acuerdo con los términos de referencia, se consideró que la fertilización de pastos con N un poco antes de finalizar el período húmedo, podría proveer suficiente pasto adicional y de calidad adecuada para mantener la producción de leche o al menos prevenir una seria reducción durante el corto período seco.

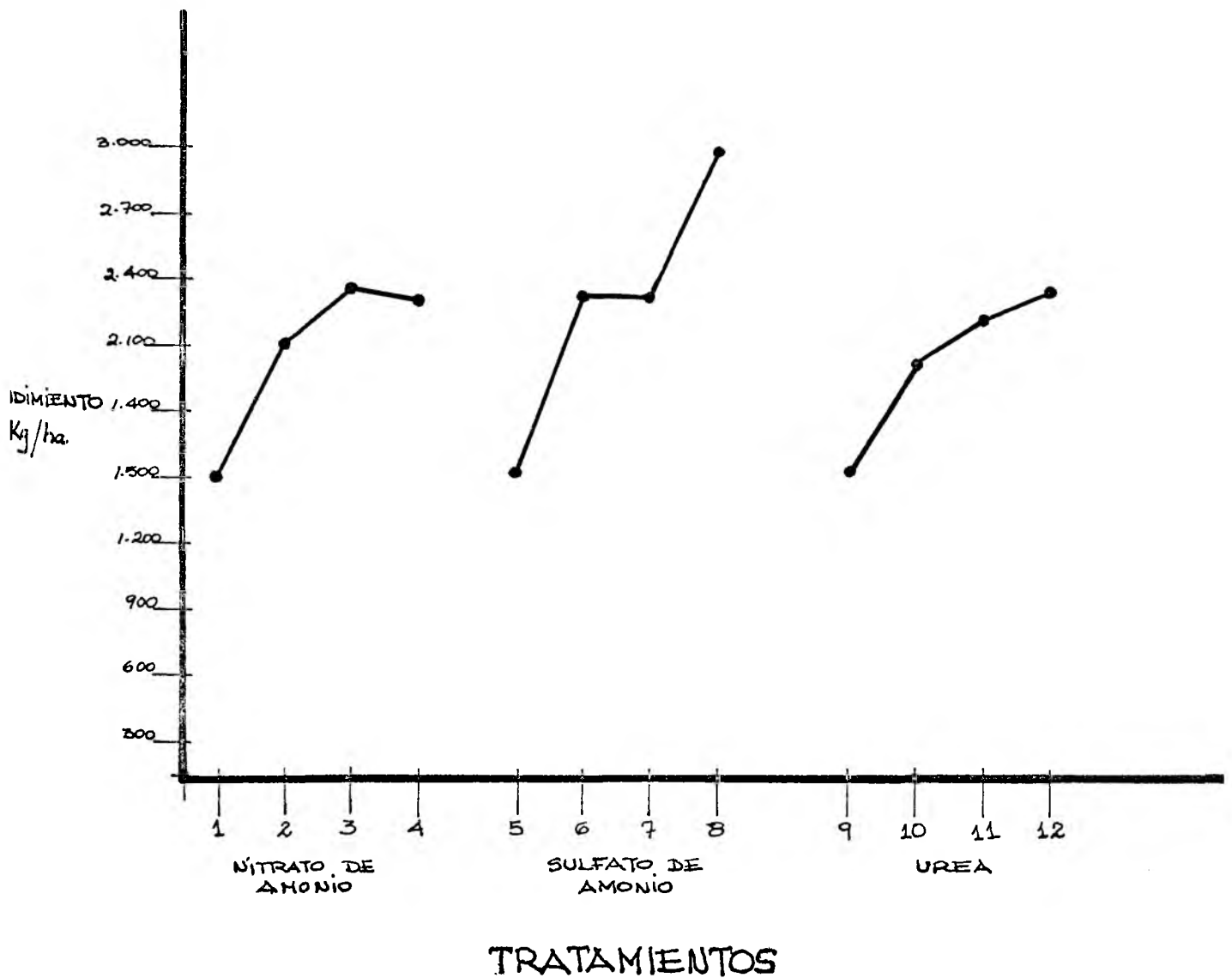
MATERIALES Y METODOS.- El experimento que involucró niveles y formas de N fue originalmente designado con tres niveles 40, 60 y 80 kg/ha en una aplicación. En esta forma, el primer experimento fue llevado a cabo en 1973.

Los tratamientos fueron aplicados a un pasto de alrededor de cinco años de edad en la Estación Experimental Santa Catalina. Este pasto consistió de aproximadamente 40% de kikuyo y 60% de raigrás anual y perenne, pasto azul y holco. Después de cada cosecha en intervalos de 21 a 25 días para determinar el rendimiento y valor proteínico las parcelas fueron pastoreadas.

RESULTADOS Y DISCUSION.- Los resultados de cinco cosechas tomados en un período de tres meses están ilustrados en el gráfico 1 y los valores promedios de proteína cruda de los pastos durante el período de acuerdo al

GRAFICO 1

RENDIMIENTO PROMEDIO DE LA MATERIA SECA DE PASTO



tratamiento están presentados en el cuadro 9.

CUADRO 9

PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA DEL PASTO

TRATAMIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% P.C.	15.7	19.3	19.4	22.4	16.6	19.4	18.7	21.4	15.6	19.1	18.9	20.1

De los resultados presentados en el gráfico 1, es evidente que ni el nitrato de amonio ni la urea fueron tan efectivos como el sulfato de amonio en incrementar la productividad de los pastos. De hecho, la aplicación de 80 kg/ha de N como sulfato de amonio, tratamiento 8, casi duplicó el rendimiento de materia seca sobre el tratamiento no fertilizado N°1.

El efecto superior del sulfato de amonio sobre el nitrato de amonio y urea puede ser explicado por el efecto de SO_4 combinado con aquél de NH_3-N .

Como se enuncia en el proyecto expuesto para esta investigación, se intentó repetir el experimento en los siguientes años. En 1974 como resultado de la inexcusable e injustificada intervención de algunos miembros del comité técnico quienes insistieron en alterar los niveles de aplicación de N de 10, 60, 80 a 50, 100 y 150 kg/ha, ningún resultado fue obtenido.

Los niveles de 50, 100 y 150 no son prácticos y el nivel

más alto podría ser casi ciertamente anti-económico. El Departamento de Suelos de INIAP, recomienda para pastos una aplicación anual de 120 kg/ha, por tanto, una aplicación de 150 kg/ha para un período de tres meses no se justifica.

CONCLUSIONES.- Los resultados de este experimento sugieren que esta práctica podría reemplazar en parte si no totalmente al alimento suplementario para balancear la productividad reducida de pastizales durante la época seca.

Recomendaciones positivas solo pueden ser hechas después de ser confirmadas por dos o más años de trabajo, preferiblemente en fincas comerciales.

Se ha puntualizado en la literatura que el kikuyo tiene un alto requerimiento de todos los minerales, pero particularmente de N. Además de los requerimientos de la planta para crecimiento y producción de hojas, hay otras dos fuentes de utilización de N, que son frecuentemente ignoradas. Estas son el volumen de raíz/stolón/rizoma y la materia orgánica acumulada en pastos de kikuyo de baja productividad.

A fin de establecer una medida de la cantidad de materia orgánica viva y muerta del volumen de raíz/stolón/rizoma y de la materia orgánica muerta se tomaron varias muestras de un número de potreros en los cuales la cantidad total de materia orgánica excluyendo hojas y tallos varió de 16.000 a 23.500 kg/ha de materia seca. El porcentaje de N en este material fluctuó

de 0.94 a 1.34. En base a estos datos se concluye que en una hectárea de kikuyo la cantidad de N en la materia orgánica de la sub-superficie es del orden de 250 kg/ha.

No es sorprendente por lo tanto, que las cantidades normales de N aplicadas a pastos improductivos de kikuyo sean generalmente inefectivas.

MATERIALES Y METODOS.- En base a la información dada de las cantidades del volumen de raíz/stolón/rizoma y materia orgánica en pastos de kikuyo improductivos, se empezó una investigación para determinar la cantidad de N requerida para estimular el crecimiento y aumentar la productividad de dicho pasto. El experimento se comenzó en Abril de 1974.

RESULTADOS Y DISCUSION.- Como el experimento está en progreso y será continuado por más de un año, los resultados parciales de la producción de materia seca de cinco cosechas son presentados en el gráfico 2. Durante el período en el cual estas cinco cosechas se llevaron a cabo, una tercera parte de la cantidad total de N para cada tratamiento había sido aplicada en cantidades fraccionadas tal como se presenta a continuación:

TRATAMIENTO

1	Testigo
2	50 kg/ha
3	100 "
4	150 "
5	200 "
6	250 "
7	300 "

En el apéndice 1 los detalles de los tratamientos están presentados en el proyecto 4.

Los resultados presentados en el gráfico 2 claramente indican una respuesta substancial a las cantidades de N aplicadas.

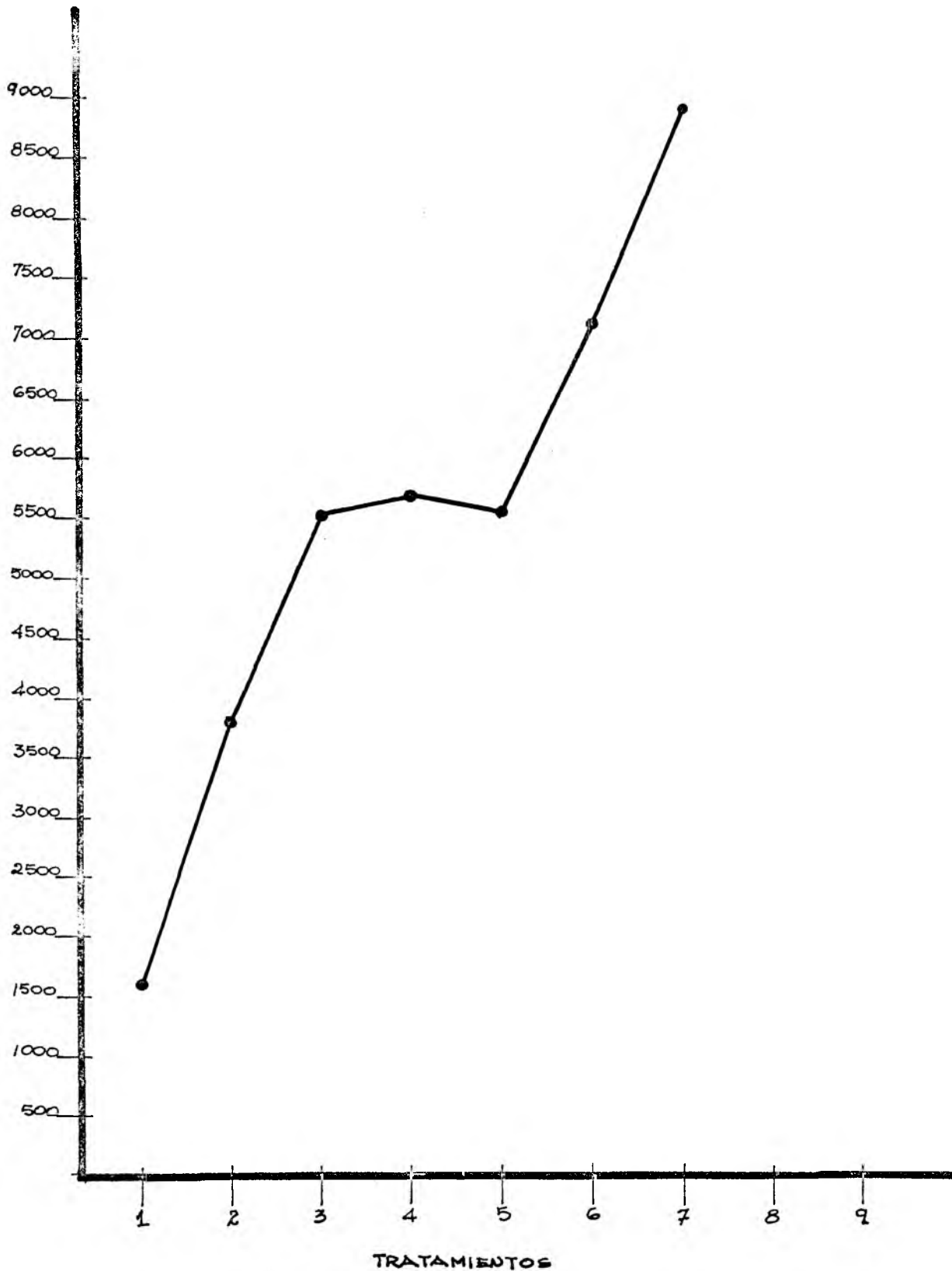
La forma sigmoide de la curva de respuesta muestra que para los niveles de 50 y 100 kg el aumento del rendimiento es casi lineal. Los niveles de 150 y 200 kg no produjeron ninguna respuesta mientras que los dos altos niveles de 250 y 300 respondieron en una forma lineal.

Es interesante notar que en el experimento en los niveles y formas de N discutidas anteriormente, la forma de respuesta de la curva es prácticamente idéntica.

CONCLUSIONES.- Debe ser observado sin embargo, que las respuestas representadas en el gráfico 2 fueron

GRAFICO 2

RENDIMIENTO PROMEDIO DE LA MATERIA SECA DE KIKUYO
(CINCO COSECHAS)



resultado de una mayor productividad por parte de otras especies en el pasto y no del componente de kikuyo. Por lo tanto, se puede concluir que las cantidades de N aplicadas a 300 kg/ha en cantidades fraccionarias fueron aparentemente insuficientes para estimular un crecimiento apreciable del kikuyo.

En toda la zona de la Sierra en donde la lluvia y las temperaturas lo permiten, el kikuyo es la planta dominante en pastos sembrados o naturales. Es una planta que requiere un alto nivel de todos los minerales, particularmente N para su crecimiento (5). La reproducción del kikuyo está muy bien desarrollada no sólo por medio de la semilla producida en gran cantidad sino también a través de los estolones y rizomas.

En pastos improductivos el kikuyo desarrolla una cantidad de estolones y rizomas de alrededor de 10 cm. de grueso; obviamente un alto porcentaje de los nutrientes absorbidos por una planta en crecimiento bajo estas circunstancias es retenido en estos órganos. Estas reservas no son movilizadas a menos que el crecimiento sea estimulado por una gran cantidad de nitrógeno aplicado y algunas deficiencias minerales corregidas. Estas reservas son entonces transportadas a la hoja y tallo.

Debe enfatizarse que la condición improductiva del kikuyo es la respuesta a un bajo nivel de nutrición mineral. En circunstancias en donde el nivel de nutrición es adecuado, el kikuyo puede ser altamente productivo con un rendimiento de 30.000 kg/ha de materia seca y un valor de C.P. de 11 a 15% (5).

Por un malentendido el principal interés de la mayoría de los agricultores y muchos técnicos es erradicar o intentar erradicar el kikuyo a cualquier costo. Primeramente porque el kikuyo es improductivo y segundo por cuanto es difícil cultivar la tierra y eliminar el kikuyo.

En vista de las opiniones equivocadas de algunos agricultores y técnicos, se decidió investigar los métodos para controlar el rebrote del kikuyo por medio del cultivo y competencia de un pasto mixto sembrado.

MATERIALES Y METODOS.- Como se presenta en detalle en la descripción del proyecto experimental N°5 en el apéndice 1, los cinco tratamientos mecánicos incluyeron la comparación de varios métodos e implementos con el método tradicional de un arado de disco seguido por un número de cultivos de rastra a fin de que el suelo esté en condiciones de siembra.

El área seleccionada para el experimento consistió de kikuyo de 5-6 años de edad, no fertilizado en los últimos tres años y por su puesto sumamente improductivo con una gran acumulación de raíces, estolones y rizomas, típico de un pasto improductivo.

El experimento se empezó en Marzo de 1974 como un proyecto de tesis efectuado en un año. La tesis ha sido escrita pero el experimento continuará en la Estación Experimental Santa

Catalina por uno o dos años más.

El principal objetivo fue demostrar que el kikuyo puede ser controlado con métodos de cultivo mecánico a un costo reducido con respecto al método convencional.

RESULTADOS Y DISCUSION.- Los cinco métodos mecánicos de preparación del suelo y los costos actuales calculados en base al tiempo trabajado y combustible utilizado para cada tratamiento son dados en el siguiente cuadro:

CUADRO 10
COSTO DE PREPARACION DEL TERRENO

Tratamiento	Horas por hectárea	Costo en Sucres
L1 Vertedera (20 cm) Rastra de discos	4.82 2.94	650,55
L2 Vertedera (30 cm) Rastra de discos	6.25 2.98	774,46
L3 Rotavator (10 cm) Vertedera (30 cm) Rastra de discos	8.02 5.95 2.98	1.417,63
L4 Rotavator (10 cm) Vertedera (20 cm) Rastra de discos	8.02 5.18 3.00	1.354,36
L5 Arado de discos Rastra de discos	3.04 9.07	1.003,40

En el siguiente cuadro los resultados del rendimiento promedio de materia seca del pasto en seis cosechas son dados junto con el número de plantas de kikuyo con y sin estolones de acuerdo a cada tratamiento mecánico. Los primeros cinco tratamientos fueron sembrados con una menor cantidad de semillas, mientras que el segundo grupo de cinco tratamientos fue sembrado con una cantidad superior.

Los resultados presentados en el cuadro 11 claramente muestran que ni los tratamientos mecánicos ni la densidad de siembra tienen un efecto mayor en la producción total de materia seca.

Es también evidente, que el efecto de preparación del terreno con un arado de disco, tratamientos 5 y 10, produjo un incremento de 4 veces en el número de plantas estoloníferas, mientras que el número de plantas no estoloníferas no fue afectado por los tratamientos.

Considerando la información presentada en el cuadro 11 y relacionándola con los costos de tratamientos mecánicos dados en el cuadro 9, es evidente que el método común usando un arado de disco para preparar el terreno en pastos de kikuyo es el 66% más costoso que el uso de un arado de vertedera a una profundidad de 20 cm. Además, el arado de disco es mucho menos efectivo en controlar el número total de plantas de kikuyo y el número de estas plantas que desarrollan estolones.

CUADRO 11

Tratamiento	Número de plantas con estolones	Número de plantas sin estolones	Rendimiento promedio D.M.
			kg/ha
1	257	279	7.650
2	314	293	8.660
3	256	260	9.390
4	331	313	9.010
5	918	219	9.090
6	297	326	9.070
7	324	353	8.700
8	275	396	8.130
9	247	275	9.760
10	982	272	8.640
	DMS 1%	DMS 1%	DMS 1%

CONCLUSIONES.- De los resultados discutidos en los cuadros 10 y 11, es bastante claro que el uso de arado de disco es mucho menos efectivo en controlar el desarrollo de estolones del kikuyo y es más costoso en tiempo que el uso de un arado de vertedera. Más aún, valdría continuar observando el desarrollo del kikuyo por un período de 18-24 meses bajo la práctica normal de pastoreo.

Inicialmente se pensó que este experimento podría ser el primero de una serie en la cual los problemas de control y utilización de kikuyo podrían ser estudiados. Los resultados obtenidos son muy alentadores y deben ser confirmados por

pruebas adicionales y otros tratamientos aplicados en áreas apropiadas.

Detalles completos de este estudio están presentados en la tesis preparada por el egresado Sr. Julio Erazo.

Solo recientemente la manera convencional de fertilización con fosfato ha sido seriamente objetada y se ha planteado posibilidades de buscar diferentes alternativas para proveer cultivos con cantidades adecuadas de este fertilizante.

No hay duda de que los costos de fertilizantes que contienen P en una forma rápidamente disponible son altos y crecientes. También, es indudable que en general el porcentaje de eficiencia de utilización por plantas de las cantidades aplicadas es extremadamente bajo, del orden de 20-30%.

Desde 1927 (9), la cuestión del papel del P orgánico en nutrición vegetal ha sido el asunto de varios estudios, particularmente con suelos tropicales en los cuales el porcentaje de P orgánico del total de P varía de 50% hasta más de 85% (3).

Se ha demostrado también (6), que esta forma de P es utilizada por plantas así como la forma inorgánica.

Hace alrededor de 50 años la existencia de las mycorrizas vesicular-arbuscular fue establecida. Sin embargo, solo recientemente se ha renovado el interés en este organismo y

su relación con las plantas.

Ha sido demostrado (8,11,12) que el rendimiento de plantas en asociación con la endo-mycorriza subirá 10 veces más que la producción de plantas en la ausencia de este organismo.

En base a estos resultados y como un aspecto de nutrición vegetal fue preparada una revisión de literatura casi completa de P orgánico y mycorriza junto con un proyecto propuesto por un Voluntario del Curppo de Paz con ayuda del Nutricionista Vegetal. Esta revisión y proyecto se presentan en el apéndice 3.

Los primeros objetivos del estudio proyectado fue mejorar la utilización por plantas de las fuentes nativas de P en los suelos a través del medio de mycorriza y en segundo lugar reducir la dependencia en fosfatos inorgánicos.

Desafortunadamente, la investigación proyectada no se empezó por cuanto el Voluntario del Cuerpo de Paz salió de Ecuador luego de completar la preparación del proyecto. No hubo ningún reemplazo aunque se solicitó.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.-

Debe considerarse que el trabajo discutido en este reporte es un comienzo superficial y preliminar, ya que cualquier programa futuro debe ser una parte integral del programa existente

de investigaciones de pastos y no puede ser desmembrado o convertirse en dependencia de otro departamento o programa.

Como un comentario general, se considera que la sección de pastos dentro del programa lechero en Santa Catalina es débil y está opacada dado el excesivo énfasis en los aspectos de producción lechera. Un balance más equitativo entre la relación animal y vegetal es requerido lo cual beneficiará ambos aspectos.

Específico a la nutrición mineral de plantas pastizales y los experimentos de campo discutidos en este reporte, los siguientes puntos son considerados prioritarios en un programa que debe continuar por varios años de acuerdo al número de personal técnico involucrado en base a tiempo completo.

La primera prioridad en un programa continuo de trabajo es intensificar el trabajo en la evaluación de las limitaciones de minerales nutrientes en los suelos. Un programa intensificado podría concentrarse en áreas menores dentro de las mayores consideradas hasta el momento.

Simultáneamente los resultados de las investigaciones minerales en el invernadero deben ser extendidos en pruebas de campo simples y prácticas en o cerca de los sitios en los cuales las muestras de los suelos para los experimentos fueron colectadas. Estas pruebas de campo deben llevarse a cabo bajo pastoreo.

Como las investigaciones complejas y precisas a largo plazo en pastos no pueden llevarse a cabo exitosamente en fincas comerciales, es necesario establecer tasas óptimas y períodos de aplicación, particularmente de yeso y fosfato en experimentos pastoreados en Santa Catalina y en los centros regionales donde el control de los experimentos es constante.

Se ha demostrado en los resultados experimentales discutidos que la peletización de la semilla tiene alguna ventaja en el aumento de los rendimientos, lo que sugiere que en refinamiento la práctica podría ser útilmente empleada donde las aplicaciones regulares y frecuentes de fertilizantes a pastos no son practicadas normalmente. Podría también incrementar el beneficio económico del uso de fertilizantes.

Al momento la interpretación del contenido mineral de plantas pastizales es basado en patrones establecidos bajo condiciones totalmente diferentes de clima y suelo. Como un objetivo de largo plazo es considerado esencial establecer rangos críticos para todos los minerales en las principales plantas pastizales en base a un cuidadoso trabajo de invernadero y campo. Un aspecto relacionado es establecer la importancia de las concentraciones excepcionalmente altas de algunos minerales en nutrición animal y vegetal.

En vista de los altos y crecientes costos de fertilizantes es conveniente si no urgente hacer hincapié en la eficiente utilización de aplicaciones de nutrientes en base a métodos de

aplicación, eficiencia y utilización por las principales plantas pastizales.

Como el fósforo es el más importante y el más costoso de los minerales involucrados, se sugiere que los pasos deben ser tomados en base a implementar un programa de investigación basado en el bosquejo y revisión presentados en el apéndice 3.

Primeramente esto requeriría el entrenamiento avanzado en varios campos relacionados de un candidato aceptable preferiblemente con un conocimiento en fisiología vegetal o bioquímica.

Los problemas de control de kikuyo en campos cultivados y en el incremento de la productividad de pastos en donde esta hierba es predominante son de real interés al agricultor.

Algún progreso se ha descrito en este reporte en ambos aspectos pero los resultados son preliminares y se requieren investigaciones adicionales. En futuros trabajos que involucren el cultivo del terreno en pastos de kikuyo, es esencial que el nuevo grupo de maquinaria agrícola participe en el trabajo, el cual debe llevarse a cabo preferiblemente en fincas comerciales en áreas apropiadas.

PARTE II - ZONA TROPICAL

INTRODUCCION.- La zona tropical o zona cálida húmeda consiste de áreas de una altitud de menos de 1.000 metros y son comunmente llamadas Costa y Oriente. Estas son las principales áreas productores de carne en el país. Algunas vacas son sometidas al ordeño obteniéndose una pequeña cantidad de leche, pero este es un aspecto secundario a la producción de carne aunque en algunos casos puede ser más beneficiosa.

En muchas fincas productoras de carne los pastos y la tierra son poco aprovechados en términos de capacidad de carga y del porcentaje del número de hectáreas en pastos productivos. Hay muchas áreas en esta zona las cuales no están desarrolladas pero que poseen buen potencial para la producción intensiva y semi intensiva de carne con pastizales pastoreados.

En toda la zona del trópico, la impresión es que no hay urgencia para intensificar la producción lo que podría significar un mejoramiento en el manejo y productividad de los pastos existentes. Bajo estas circunstancias, el incremento del nivel actual de producción de carne por hectárea es bajo.

En base a esto cualquier inversión moderna en la industria, particularmente en términos de fertilizantes para pastos y otras medidas para mejorar el manejo y utilización del alimento serían en cierto sentido prematuras.

CLIMA, SUELOS Y PASTOS.- Con excepción de algunas partes de las provincias de Manabí y Guayas las cuales permanecen semi áridas la mayor parte del año, el período de lluvias es aproximadamente de seis a siete meses mientras que durante el resto del año hay poca o ninguna precipitación efectiva. Las áreas del Oriente y Santo Domingo son excepciones ya que virtualmente no tienen estación seca.

Los suelos de la zona tropical pueden ser rápida y convenientemente subdivididos en aquellos que han sido mezclados con material de origen volcánico y aquellos de origen coluvial y residual, muchos con una mayor o menor tendencia a la formación latosólica.

Es un hecho bien conocido que las gramíneas Guinea y Elefante no persisten en suelos con baja disponibilidad de nutrientes minerales. En vista de la esparcida ocurrencia de ambas hierbas y la leguminosa centro, se puede concluir que en general el estado mineral de los suelos en la zona tropical no es seriamente deficiente o desequilibrado.

Generalmente los pastos consisten de una especie sembrada, *Panicum maximum*, Guinea o *Pennisetum purpureum*, Elefante. Un tipo mejorado de Guinea ha sido seleccionado de la población masiva y está reemplazando a la variedad común predominante. Otras especies tropicales de hierbas son raras. *Centrosema pubescens*, centro, es la leguminosa predominante en prácticamente todas las áreas, y en pastos individuales la densidad de esta

varía ampliamente.

Las prácticas de manejo son descuidadas. Los pastos de Guinea o Elefante usualmente son pastoreados cuando las plantas están en flor y llegan a su madurez; son de un alto de un metro o más.

ANALISIS DEL PROBLEMA.- Esencialmente los problemas que confronta la industria animal de pastoreo en la zona tropical son la baja productividad y relativamente la baja calidad de los pastos. El manejo mejorado podría tener algún efecto en cuanto a calidad, pero esto es estrictamente subjetivo ya que el manejo solo no puede incrementar el contenido mineral de un pasto si uno o más minerales son deficientes.

Por lo tanto, la producción y calidad son dependientes de la nutrición mineral, particularmente de las leguminosas asociadas desde el punto de vista de la fijación de nitrógeno y su efecto en la productividad de las gramíneas asociadas así como también la alimentación mineral y proteica del animal.

En muchos pastos de Guinea, las densidades de las plantas están frecuentemente en el orden de 30-50% del total del área de superficie. Esta es una de las razones principales para la baja producción y capacidad de carga. En muchas ocasiones esto no es fundamentalmente un índice de la disponibilidad de nutrientes sino la reflexión de un mal manejo y

establecimiento.

Al momento el ingreso por hectárea de la producción de carne no es alto y no permite mayor inversión en pastos mejorados. Este hecho muestra que hay una necesidad creciente de introducción de leguminosas perennes apropiadas que funcionen adecuadamente utilizando eficientemente los nutrientes disponibles en el suelo con aplicaciones mínimas de fertilizantes. El primer paso en este sentido es determinar que minerales son factores limitantes para el crecimiento de la leguminosa y el rhizobium.

PROGRAMA DE TRABAJO.- Como se indicó anteriormente se acordó después de consultar con el Director General de INIAP que menos tiempo se dedicaría a la investigación de los problemas en la zona tropical ya que las prioridades en la Sierra eran más urgentes.

En el programa de trabajo presentado y aceptado en Mayo de 1973, se explicó que un método de investigación similar al de la Sierra sería aplicado. El primer objetivo en el programa de trabajo fue la "Determinación por medio del invernadero y técnicas de laboratorio de los factores limitantes para la nutrición de las plantas en suelos comunes a las principales áreas para producción animal en las zonas tropicales".

Después de un período de entrenamiento en Santa Catalina en la metodología usada en el trabajo de nutrición vegetal,

dos egresados fueron trasladados a la Estación Experimental Pichilingue en Febrero de 1974 para preparar el programa de investigaciones planeadas para la zona tropical.

Las facilidades de invernadero existentes en la Estación Experimental Pichilingue fueron ocupadas en parte por otros ensayos quedando espacio para 160 macetas a la disposición de los dos egresados. Durante el año 1974 se esperó que se proveyeran nuevas facilidades pero estas no se realizaron. El invernadero que se usó consistió de bancos de madera colocados en un piso de barro y césped, lo cual contribuyó a la contaminación de los ensayos llevados a cabo.

Los dos proyectos para tres ensayos fueron preparados en Mayo y aprobados por el Comité Técnico en Julio de 1974.

El crecimiento y la productividad de la leguminosa pastizal principal *Centrosema pubescens* en toda la zona del trópico son bajos. Se concluyó que una de las razones principales para esto podría ser el efecto de una o más deficiencias minerales sobre la efectividad y eficiencia del rhizobium nativo.

Uno de los ensayos fue planeado y designado para investigar esas posibilidades bajo las condiciones del invernadero en la Estación Experimental Pichilingue.

MATERIALES Y METODOS.- El ensayo incluyó diecinueve tratamientos con los objetivos de comparación

de la efectividad del rhizobium nativo y cepas seleccionadas importadas así como también la influencia de semilla peletizada en el establecimiento y producción de las plantas. Además se planeó estudiar los efectos de los minerales nutrientes añadidos al suelo en la eficiencia de la nodulación, número y peso de los nódulos.

La planta de prueba utilizada en este estudio fue *Centroseme pubescens*, centro; esta planta es común en los pastos de muchas de las áreas de la zona tropical y ha mostrado considerable potencial como una leguminosa pastizal en estudios controlados.

Detalles completos de la preparación del suelo y tratamientos aplicados se encuentran en el apéndice 1, con el título: Efectos de la Inoculación, peletización y nutrición mineral en la fijación de nitrógeno por *Centroseme pubescens* (Proyecto N°6.).

RESULTADOS Y DISCUSION.- Los datos promedios del rendimiento, peso seco de los nódulos, número de los nódulos y peso seco de las raíces se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 12

RESULTADOS PROMEDIOS

TRATAMIENTO	Rendimiento de materia seca	Peso seco de nodulos	Número de nódulos	Peso seco de raíces
	gm.	mgm.		gm.
1	7.58	63.3	20.0	1.75
2	7.72	63.3	21.0	1.88
3	7.62	46.7	20.7	1.80
4	8.63	63.3	30.0	2.25
5	11.41	306.7	47.6	1.80
6	11.22	360.0	49.3	1.82
7	9.20	40.0	19.0	2.12
8	9.70	86.7	23.3	2.24
9	9.41	46.7	18.7	2.32
10	10.91	293.3	48.0	1.40
11	10.07	280.0	39.7	1.35
12	10.89	80.0	25.7	2.25
13	8.93	26.7	16.3	1.87
14	10.61	260.0	47.3	1.73
15	10.05	226.7	39.3	1.66
16	12.88	413.3	59.3	2.27
17	11.22	260.0	42.7	1.91
18	11.21	353.3	60.3	1.61
19	11.54	300.0	51.3	1.50
D.M.S. 5%	2.14	88.0	15.56	0.43
D.M.S. 1%	2.81	116.0	20.48	0.57

Los resultados del rendimiento de la materia seca presentados en el cuadro 12, muestran que no existen diferencias significativas entre el rhizobium nativo y las dos cepas introducidas. Estos resultados se obtuvieron en base a cuatro cosechas.

El mayor efecto de mineral nutriente se obtuvo con la adición de yeso solo; este resultado indica que el estado del P en el suelo así como de los minerales restantes con excepción de azufre no es limitante para el crecimiento y productividad del centro.

La peletización de la semilla con una mezcla de fertilizante fosfatado y yeso o yeso solo fue efectiva aumentando los rendimientos en la primera y segunda cosecha; sin embargo, como las cantidades de los nutrientes involucrados fueron extremadamente pequeñas, fueron disipadas después de más o menos cuatro meses. Esto se nota en las diferencias de rendimiento entre los tratamientos con peletización sola, 3, 4, 8, 9, 13 y los tratamientos con peletización y nutrientes añadidos.

Considerando los datos de la materia seca y número de nódulos, es notable que en todos los tratamientos que recibieron nutrientes añadidos al suelo 5, 6, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, las diferencias en la materia seca y número de nódulos sobre los tratamientos peletizados son altamente significativas.

Es sorprendente que el peso de las raíces secas no

muestran claramente los efectos sobresalientes tal como lo muestran las otras medidas. Aunque muchas de las diferencias entre tratamientos son estadísticamente significativas las interpretaciones de estos datos son contradictorias y confusas. Por ejemplo, la comparación entre los tratamientos 5 y 10, ambos con nutrientes añadidos y el testigo, tratamiento 1, no muestran diferencias significativas ni aún en el nivel del 5%. Sin embargo, las diferencias entre el tratamiento 1 y los tratamientos 4 y 9 son estadísticamente significativas. Este resultado por lo menos muestra que la peletización de la semilla tuvo un efecto positivo en el crecimiento de las raíces pero no consistentemente ya que el tratamiento 13 también peletizado no muestra diferencia significativa comparada con el tratamiento testigo N°1.

CONCLUSIONES.- Se puede concluir positivamente que el rhizobium native en el suelo del ensayo fue tan efectivo como las dos cepas introducidas y seleccionadas. Esta conclusión no podría aplicarse a todos los suelos en el tró pico, pero es muy posible que en la mayoría de los suelos las cepas del rhizobium native serían efectivas.

Es evidente que los rendimientos de la materia seca y los pesos de los nódulos fueron positivamente afectados por la adición al suelo de los minerales nutrientes. Esto claramente indica que en cualquier investigación de la aplicación de minerales a centro u otras leguminosas no debe ser ignorado el efecto sobre la nodulación.

No hay duda que en el suelo estudiado el azufre es el único factor nutricional severamente limitante para la planta leguminosa y el rhizobium.

Peletizando la semilla se ha obtenido algunos resultados satisfactorios, pero este aspecto requiere más investigación antes de que se puedan hacer recomendaciones.

Muestras de dos suelos representativos en dos áreas agrícolas importantes fueron colectadas para estudiar las limitaciones de minerales nutrientes en la productividad del centro.

MATERIALES Y METODOS.- Los dos suelos fueron colectados de la Estación Experimental de Santo Domingo y de la finca Ficoa en el área de Quevedo como se indica en el mapa.

El método del elemento faltante o todo menos uno presentado en el apéndice 2 fue usado en estas investigaciones que constan de catorce tratamientos como se encuentra en la descripción completa del proyecto N°7 en el Apéndice 1.

La densidad aparente fue determinada para cada suelo a fin de evitar errores en la concentración mineral que podría causar erróneas interpretaciones de los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSION.- Para algunos de los cultivos comunes producidos en la zona tropical, como el maíz, se dispone de mucha información sobre las respuestas

de aplicaciones de fertilizantes. Estos datos muestran que casi sin excepción los dos elementos que limitan el rendimiento en la mayoría, si no en todos los suelos estudiados son P y N. Sin embargo, la aplicación de P solo al centro no produjo los resultados esperados.

Los resultados para los dos suelos son presentados en los cuadros 13 y 14, de los cuales es claro que el P es el mineral más deficiente pero no el único para el centro. En el suelo de Santo Domingo los datos de rendimiento de materia seca indican que el azufre es también un factor fuertemente limitante. Otros dos minerales son marginalmente deficientes, estos son Mg y Mo. La deficiencia de Ma es estadísticamente significativa, mientras que la de Mo no lo es. Por cuanto la cantidad de Mo disponible es crítica, la deficiencia mineral de este elemento podría ser importante.

Los datos dados para el número de nódulos son muy parecidos a los del rendimiento de la materia seca de las plantas. Es interesante notar que el número de nódulos más alto fue encontrado en el tratamiento +Co, pero este resultado probablemente no es de mucho valor al momento. Otro punto de interés es el efecto depresivo producido por el manganeso. Esto es claramente observado en los resultados de rendeimiento de materia seca, número y peso de los nódulos.

Los resultados para el suelo de la finca Ficoa, que fue

CUADRO 13

RESULTADOS PROMEDIOS DEL SUELO DE SANTO DOMINGO

TRATAMIENTO	Peso seco de raíces	Rendimiento de materia seca	Número de nódulos	Peso seco de los nódulos
	gm.	gm.		mgm.
Testigo 1	3.66	22.00	40	130
Todos 2	5.88	41.01	113	490
- P 3	3.44	21.52	45	190
- K 4	7.57	42.64	87	380
- Ca 5	5.43	41.84	87	450
- Mg 6	5.19	36.74	63	410
- S 7	4.23	28.88	60	160
- Mn 8	5.45	46.64	90	600
- Fe 9	6.50	44.02	87	490
- Zn 10	5.43	44.73	78	400
- B 11	5.48	45.07	82	530
- Cu 12	4.68	43.54	85	600
- Mo 13	5.32	39.13	62	370
+ Co 14	6.78	44.91	92	570
D.M.S. 5%	0.29	1.95	7	29
D.M.S. 1%	0.39	2.64	10	40

CUADRO 14

RESULTADOS PROMEDIOS DEL SUELO DE FICOA

TRATAMIENTO		Peso seco de raíces	Rendimiento de materia seca	Número de nódulos	Peso seco de los nódulos
		gm.	gm.		mgm.
Testigo	1	3.56	19.86	75	400
Todos	2	5.98	41.16	155	1.150
- P	3	4.00	21.44	53	380
- K	4	4.91	41.36	106	660
- Ca	5	4.98	42.70	125	760
- Mg	6	4.47	42.48	149	840
- S	7	5.39	40.82	52	300
- Mn	8	5.24	44.46	111	870
- Fe	9	4.71	41.60	90	730
- Zn	10	4.67	43.44	113	680
- B	11	5.55	42.48	138	800
- Cu	12	6.12	47.89	136	860
- Mo	13	4.56	40.07	87	760
+ Co	14	5.95	41.44	134	830
D.M.S.	5%	0.51	2.25	4.88	40
D.M.S.	1%	0.68	3.04	6.59	60

colectado en una área recientemente limpiada de montaña, una vez más muestran que la principal deficiencia mineral es P. Cuando los resultados para el rendimiento de la materia seca del tratamiento 2 se comparan con los del tratamiento menos S, la diferencia no es significativa; sin embargo, cuando se comparan con los tratamientos 10 y 12 las diferencias en los rendimientos de aquellos tratamientos son significativamente mayores. Estos resultados al momento no pueden ser importantes, pero en el futuro podrían ser críticos para la productividad de las leguminosas y las gramíneas. Considerando los datos del número y peso de los nódulos es evidente que el efecto del tratamiento con menos azufre es severamente limitante para el rhizobium y en realidad ese efecto es equivalente al tratamiento menos P.

Una vez más es interesante notar que en los tratamientos menos Mn y Cu los rendimientos de la materia seca aumentaron indicando que el suelo debe ser muy bien provisto con estos dos elementos para el crecimiento de las plantas.

Será observado de los resultados del número de nódulos, que el tratamiento menos Mo causó una seria reducción en el resultado. Esto se refleja en el rendimiento de la materia seca pero solo marginalmente.

CONCLUSIONES.- De los resultados presentados en los cuadros 13 y 14, es evidente que la razón principal para la baja productividad de centro en la zona de Santo Domingo

es la deficiencia de S. La deficiencia de Mo presentada en los resultados también puede ser importante.

Por su puesto, la mayor deficiencia mineral es la de P, pero sin la adición de S la productividad de la planta leguminosa al igual que la eficiencia del rhizobium en la fijación del nitrógeno podría permanecer baja.

Como la muestra de suelo de la finca Ficoa fue obtenida de una área recientemente limpiada de montaña no es de sorprenderse que P es el único factor limitante.

Sin embargo, los resultados indican claramente que los tratamientos menos S y menos Mo redujeron el número de nódulos efectivos producidos y en el tratamiento menos S el peso seco de los nódulos también fue afectado. Estos datos parecen indicar deficiencias minerales incipientes de S y Mo.

No sería aconsejable hacer recomendaciones en base a estos resultados sin pruebas de campo confirmatorias.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA FUTUROS TRABAJOS.- Es inequívocable que la deficiencia de fosfato como nutriente mineral es fundamental en los suelos estudiados. Sin embargo, no es la única deficiencia mineral que limita la productividad del centro y la fijación efectiva de nitrógeno.

La extensión de estos resultados con pruebas de campo es esencial a fin de aplicar los resultados en cada área representativa. Es claro que SO_4 , preferiblemente en forma de

yeso junto con un fertilizante fosfatado debería ser aplicado en cualquier programa de fertilización de pastos en estos suelos.

En el desarrollo de pastos mejorados basados en una mezcla de gramínea, centro y quizás otras leguminosas, es necesario saber que minerales son deficientes en cada suelo. Esto requerirá la continuación de la evaluación de la disponibilidad mineral usando el método descrito en el apéndice 2 para los suelos de las áreas donde se plañeen programas de mejoramiento de pastos.

El segundo paso basado en los resultados de la evaluación mineral inicial es la confirmación en pruebas de campo de la información obtenida.

El tercer paso es la investigación de los métodos económicos y efectivos de aplicación de fertilizantes a los pastos. En la discusión de este aspecto en la parte 1, la posibilidad de utilizar la mycorriza fue planteada. Otra manera es desarrollando el uso de la peletización de las semillas.

Debería ser evidente que los diversos aspectos de manejo de pastos y ritmo de crecimiento de plantas pastizales deben ser refinados y adaptados para la inclusión de leguminosas parennes.

El asunto de persistencia de las leguminosas pastizales es todavía incierto lo cual puede ser en parte una función de

la nutrición mineral y del manejo. Este es otro de los aspectos por los cuales la investigación debe proseguir.

Se considera que las intensificaciones futuras de la producción de carne y leche en la zona tropical deben estar basadas en pastos mezclados con gramínea/leguminosa. Una de las claves para el desarrollo exitoso de tales pastos es el estudio de la nutrición mineral de estas plantas leguminosas.

ENTRENAMIENTO DE PERSONAL.- Como el Programa de Nutrición Vegetal fue planeado para incluir investigaciones en las Estaciones Experimentales de Santa Catalina y Pichilingue, siete egresados y un ingeniero agrónomo fueron involucrados inicialmente. Luego de diez meses de ingresar al instituto, cuatro de los egresados salieron del programa. De los tres restantes dos fueron trasladados a Pichilingue para comenzar el trabajo de investigación en la región tropical. Un egresado junto con el Ingeniero Agrónomo iniciaron las investigaciones de campo y de invernadero en Santa Catalina.

Originalmente se planeó tener dos egresados en Santa Catalina pero no fue posible reemplazar a los egresados que salieron del programa. Esto forzó una reevaluación del trabajo planeado a fin de seleccionar las prioridades y posponer el resto de los trabajos.

El entrenamiento de todo el personal fue en su mayor parte basado en instrucciones y discusiones informales. Un curso

formal de veinte conferencias sobre Nutrición Vegetal se dictó en Noviembre de 1974. Las conferencias se titularon:

1. Qué es Nutrición Vegetal y cuáles son sus metas y objetivos.
2. La historia de la Nutrición Vegetal.
3. Definición de términos. I Parte.
4. Definición de términos. II Parte.
5. La estructura y los organismos de la célula de la planta en relación a su nutrición.
6. Los elementos esenciales en la Nutrición Vegetal y los substitutos parciales.
7. Absorción mineral y transporte en la planta.
8. Niveles críticos de los elementos esenciales en las plantas.
9. El papel de los elementos esenciales en la fotosíntesis y el metabolismo. I Parte.
10. El papel de los elementos esenciales en la fotosíntesis y el metabolismo. II Parte.
11. Síntomas de deficiencias minerales en las plantas. I Parte.
12. Síntomas de deficiencias minerales en las plantas. II Parte.
13. El uso de las soluciones nutritivas en estudios de Nutrición Vegetal.
14. El requerimiento de nitrógeno por plantas leguminosas y la fijación de nitrógeno.
15. Algunos métodos usados en estudios de Nutrición Vegetal.
16. Algunos problemas en estudios de Nutrición Vegetal, particularmente de plantas forrajeras perennes.

17. Análisis químico y análisis de tejidos, problemas y valor.
18. Comparación de los requerimientos minerales de plantas y animales.
19. El ambiente, la ecología y la nutrición vegetal.
20. Plantas de prueba o plantas indicadoras en investigaciones de nutrición vegetal.

Durante los dos años asignados, ocho seminarios formales fueron efectuados en Santa Catalina, Pichilingue, Boliche y Cuenca.

PUBLICACIONES:

1. Forrajes en los trópicos altos. Octava conferencia de Ganadería en América Latina, IFAS.- Universidad de Florida, Gainesville. Mayo 1974.
2. Algunos aspectos de la Nutrición Mineral y Manejo de trébol blanco en la Sierra Ecuatoriana. En prensa.
3. Pastos en la Sierra. En prensa.

EQUIPO:

En Julio de 1974 una balanza Mettler semi-micro se solicitó a través de la Universidad de Florida, pero hasta la fecha este artículo y una bomba de agua de laboratorio que se pidió más tarde no se han recibido.

Próximamente, los siguientes fertilizantes deberán ser requeridos para las pruebas de campo regionales. Se sugirió que las cantidades indicadas deben ser solicitadas:

sulfato de zinc	:	30 kg
sulfato de manganeso:		30 "
quelato de manganeso:		10 "
quelato de hierro	:	10 "
quelato de cobre	:	5 "
quelato de zinc	:	5 "

BIBLIOGRAFIA

1. British Grassland Society 1970. Ocasional Symposium N°6.
2. DAVILA, S. Vicente y Chaverra H. ICA. Colombia.
3. FASSBENDER, H.W., Muller, L. y Balerdi, F. 1968. Turrialba 18 (4).
4. FORSYTHE, W. y Diaz-Romeu, R. 1969. Turrialba 19 (1).
5. FOX, Robert, L. 1974. Soil and Crop Soc. Soc. Flor. 33.
6. FRIEND, M.T. and Birch, H.F. 1960. E. Afr. agri. for J. 4.
7. MEHLICH, A. 1973. Soil Sci. and Pl. Anal. 4 (6).
8. MOSSE, Barbara 1972. Rev. Ecol. Biol. Sol. T IX, 3.
9. PIERRE, W.W. y Parker, F.W. 1927. Soil Sci. 24.
10. POULTNEY, R.G. 1973. Informe Técnico N°3. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
11. ROSS, J.P. and Harper, J.A. 1970. Phytopathology 60 (11).
12. SCHENK, N.C. and Hinson K. 1971. Mycologia LXIII (3).