

Universidad de la República

FACULTAD DE AGRONOMIA

1.056.7

LEGUMINOSAS FORRAJERAS

Comportamiento de leguminosas autóctonas e introducidas
en suelos sobre Basalto en el Uruguay

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

REVISION BIBLIOGRAFICA

TRABAJO EXPERIMENTAL

Enrique MALCUORI

Alfredo RODRIGUEZ

Sonia SOSA

Trabajo presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo

Montevideo - Uruguay

JUNIO de 1975

13 SET. 1975

INDICE

1-INTRODUCCION Y OBJETIVOS 1

2-CARACTERISTICAS DEL AREA BASALTICA 4

2.1.-Ubicación..... 4

2.2.-Clima..... 4

2.3.-Geología..... 7

2.4.-Suelos-Descripción y clasificación..... 9

2.4.2.-Caracterización de suelos
(Morfológica, física y química).... 14

2.5.-Características pratenses de
los suelos sobre Basalto..... 18

3-MEJORAMIENTO DE LOS SUELOS SOBRE BASALTO 23

3.1.-Fertilización del tapiz natural..... 23

3.2.-Introducción de especies mejora-
doras de la fertilidad(leguminosas)..... 27

3.2.1.-Leguminosas introducidas
(Principales características).... 28

3.2.2.-Implantación..... 35

3.2.3.-Persistencia..... 37

3.2.4.-Fertilización de las
leguminosas introducidas..... 42

3.2.4.1.-Respuesta a la
fertilización
fosfatada..... 42

3.2.4.2.-Respuesta a la
fertilización
potásica..... 45

3.2.4.3.-Efecto de la
interacción P-K..... 46

3.2.4.4.-Calcio y encalado..... 47

3.2.4.5.-Respuesta al azufre..... 48

3.2.4.6.-Micronutrientes..... 48

3.2.4.7.-Nitrógeno..... 49

3.2.5.-Inoculación..... 49

3.2.6.-Metodos de Implantación..... 54

4-CONCLUSIONES 60

5-PARTE EXPERIMENTAL

5.1.-Introducción.....	63
5.2.-Comportamiento de tres cepas de <u>Rhizobium meliloti</u> a dos niveles de pH....	65
5.2.1.-Introducción.....	65
5.2.2.-Materiales y métodos.....	66
5.2.3.-Resultados.....	67
5.2.4.-Discusión.....	67
5.2.5.-Conclusiones.....	68
5.3.-Estudio comparativo de cepas autóctonas de <u>Rh. meliloti</u> y cepas comerciales de T <u>Rh. trifolii</u> con distintos niveles de un fertilizante nitrogenado.....	71
5.3.1.-Introducción.....	71
5.3.2.-Materiales y métodos.....	73
a)Suelos.....	73
b)Especies.....	74
c)Cepas.....	74
d)Inoculante.....	75
e)Recubrimiento.....	75
f)Tratamientos.....	76
g)Fertilizantes y fertilización....	77
h)Encalado.....	77
i)Otras técnicas.....	78
j)Cosecha.....	78
k)Análisis de los suelos.....	79
k.i.-Fósforo.....	79
k.ii.-Nitrógeno.....	80
k.iii.-M. Orgánica.....	81
k.iv.-pH.....	81
5.3.3.-Resultados.....	82
a)Efecto de la fertilización P-K..	82
b)Efecto de la Fertilización nitrogenada.....	82
c)Cepas.....	82
d)Cepas vs. nitrógeno.....	83
e)Cepas vs. cepas.....	83
f)Descripción de nódulos.....	83
g)Peso seco de nódulos.....	84
5.3.4.-Discusión.....	84
a)Fertilización P-K.....	84
b)Fertilización nitrogenada.....	84
c)Encalado.....	85
d)Cepas.....	85
e)Observaciones.....	86
f)Sugerencias respecto a la metodología.....	87

5.3.5.-Conclusiones..... 88

6.-BIBLIOGRAFIA..... 108

1 — INTRODUCCION Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.

Este trabajo ha sido realizado como tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Consta de dos grandes partes;

1.-Una revisión bibliográfica de trabajos realizado en el Uruguay respecto al problema forrajero del área Basáltica, en particular lo que tiene que ver con la introducción de leguminosas forrajeras en el tapiz.

El área Basáltica ocupa una parte importante de los suelos del país cuyo uso es predominantemente ganadero. Generalmente el régimen de explotación en mixto con predominancia neta del ganado ovino.

Esta superficie ha presentado desde los comienzos de la explotación ganadera innumerables problemas, como ser su baja productividad, su estacionalidad, y su susceptibilidad a las sequías del verano.

Es así que estos suelos han concitado en los últimos años la atención de los principales organismos que realizan investigación agrípecuaria, tratando de incrementar su productividad, fundamentalmente a través de la incorporación de leguminosas. Esta tarea ha llevado a la comprensión de numerosos problemas, quedando sin embargo, por resolver el problema de la implantación, aparentemente vinculado a fallas en la nodulación. (Murguía, J. 1964)

Desde mediados de 1955 la Facultad de Agronomía había comenzado el estudio del área basáltica. Dichos estudios estaban basados en los grupos estables de las Cátedras de Geología y Edafología. Pero el verdadero empuje surge recién cuando en 1966 se concreta el acuerdo entre la Facultad de Agronomía y el Plan Agropecuario, que se denominó Proyecto Basalto.

Por su parte también en el año 1967, La Estanzuela comenzó el estudio de esta zona instalando ensayos de evaluación de especies.

A partir de estos centros de investigación se ha originado un volumen de trabajos, los cuales pretendemos reunir ordenadamente en esta revisión.

Intentamos de esta manera reunir información que en general es de difícil acceso, en algo que entendemos es una primera aproximación de sistematización de los conocimientos disponibles respecto a estos suelos y sus problemas.

2.-Los problemas de nodulación y sobrevivencia de las cepas comerciales de Rhizobium, se deben posiblemente a las condiciones particulares de los suelos del área basáltica. Esto ha llevado a la búsqueda de cepas autóctonas adaptadas, como forma de superar este problema.

Dentro de las mismas, se hace a su vez necesario seleccionar aquellas que muestren una efectividad comparable con las mejores cepas comerciales.

Es así que el Laboratorio de Microbiología y control de Inoculantes (MAP) aisló y evaluó rizobios específicos autóctonos para Medicago polymorpha.

Trabajando con una de estas cepas y con dos comerciales intentamos comprobar si la adaptabilidad del rizobio autóctono estaba vinculada a las condiciones de pH ácido del área basáltica. Para ello trabajamos con Medicago polymorpha en medio Jensen.

Simultáneamente se estableció un experimento en tarros, en el solarío, con el fin de determinar la mejor relación planta-rizobium-suelo, tendiente a comprobar si los resultados obtenidos en el medio artificial coincidían con los resultados en suelo. La evaluación se realizó comparativamente respecto a la fertilización nitrogenada.

De acuerdo a esto se planificaron dos experimentos:

- a) Estudio de la capacidad fijadora de cepas autóctonas y comerciales de Medicago polymorpha a dos pH.
- b) Estudio de la fijación de nitrógeno por distintas cepas en tres especies leguminosas comparadas con tres niveles de fertilización nitrogenada. Trabajo realizado con suelo y en solarío.

30 de junio de 1975

Creo prudente y juicioso, tratar y aprovechar lo más útilmente posible lo que tenemos entre manos en vez de abandonar lo viejo al empirismo y de dar prematuramente en las innovaciones.-

Ing Agr. H. Van de Venne.

A la fecha de entrega de esta tesis, el objetivo inicial de la misma aparece fortalecido como consecuencia de la crítica situación económica que atraviesa el agro, fundamentalmente en lo que respecta a la producción ganadera.

Dentro de este panorama, la mejora de las pasturas tanto se trate de praderas convencionales como simples fertilizaciones involucra un riesgo económico que en general el productor no está dispuesto a asumir. Dentro de este panorama, la introducción de especies autóctonas debidamente probadas por una larga experiencia, conjuntamente con el logro de una buena nodulación resulta sin lugar a dudas la salida económicamente más viable para el productor común.

En la mejora de la fertilidad del suelo, si se considera el elevado costo de la urea (aproximadamente 1.500 M\$) la tonelada) y el echo de que la misma constituye un producto importado con el gasto que esto significa para el país; y que por otra parte su aplicación y la consiguiente respuesta económica puede depender fundamentalmente de condiciones de mercado resulta obvio que la introducción de leguminosas puede ser una solución adecuada.

En este aspecto no solo cuenta el elevado aporte de nitrógeno que proporcionan especies claramente adaptadas como el Medicago polymorpha, sino también el echo de que existe en el país una adecuada capacidad de producción de inoculantes, debidamente controlados por organismos oficiales.

Debe tenerse en cuenta que esto supone el empleo de mano de obra nacional y un reducidísimo costo.

Creemos que la situación internacional de demanda de carne y lanas se mostrará sin pocas variaciones en un futuro cercano, es de esperar pues, que este tema adquiera mayor importancia.-

2 — CARACTERISTICAS DEL AREA BASALTICA

2.-CARACTERISTICAS DEL AREA BASALTICA

2.1.-UBICACION:

El área basáltica cubre en forma casi ininterrumpida todo el departamento de Artigas y la mayor parte de los de Salto y Paysandú, el extremo oriental del departamento de Río Negro y el tercio occidental del de Durazno, y una angosta faja al oeste de los departamentos de Rivera y Tacuarembó (Bossi, J.; 1966).

Este tipo de suelos comprende un área de 3,5 millones de Has. (21% del territorio nacional), siendo los suelos arables un 10%, si bien existen suelos profundos en un 30% del área, muchos de ellos anegadizos (CIDE, 1963, 1966).

La zona presenta explotaciones ganaderas extensivas de medianos a grandes productores, generalmente conformes con sus campos en otoño, invierno y primavera; son campos criadores cuyo único inconveniente son los veranos secos (Bono, P.-1962).

2.2.-CLIMA:

De acuerdo a Orecchia, clasificando el clima según el esquema de "Thorntwaite", corresponde a un clima húmedo mesotermal (B₁B₃ra⁴), con moderada concentración estival de la eficiencia térmica y pequeña deficiencia de agua en verano.

Los registros de precipitación pluvial y temperatura son los siguientes:

Total media anual: 1084 mm

Temperatura media anual: 18.3

El área basáltica está comprendida entre las isoyetas de 1100 a 1300 mm (figura 1).

Como muestran los datos promedio mensuales de 19 años (1942-1960) obtenidos en la Estación experimental de Salto (Cuadro 1), la distribución de las lluvias es bastante uniforme.

CUADRO I

Promedio de precipitaciones (1942-60) - Bottaro et al (1972)												
Meses	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
mm	58	97	127	91	79	116	94	121	83	100	100	58

Las precipitaciones en verano son similares e incluso superiores a las de otras estaciones, sin embargo, debido a la intensidad de las precipitaciones estivales y a las características

FIG. 1. DISTRIBUCION DE LAS ISOYE-
TAS EN EL URUGUAY.

Fuente: Atlas Climatológico del Uruguay.

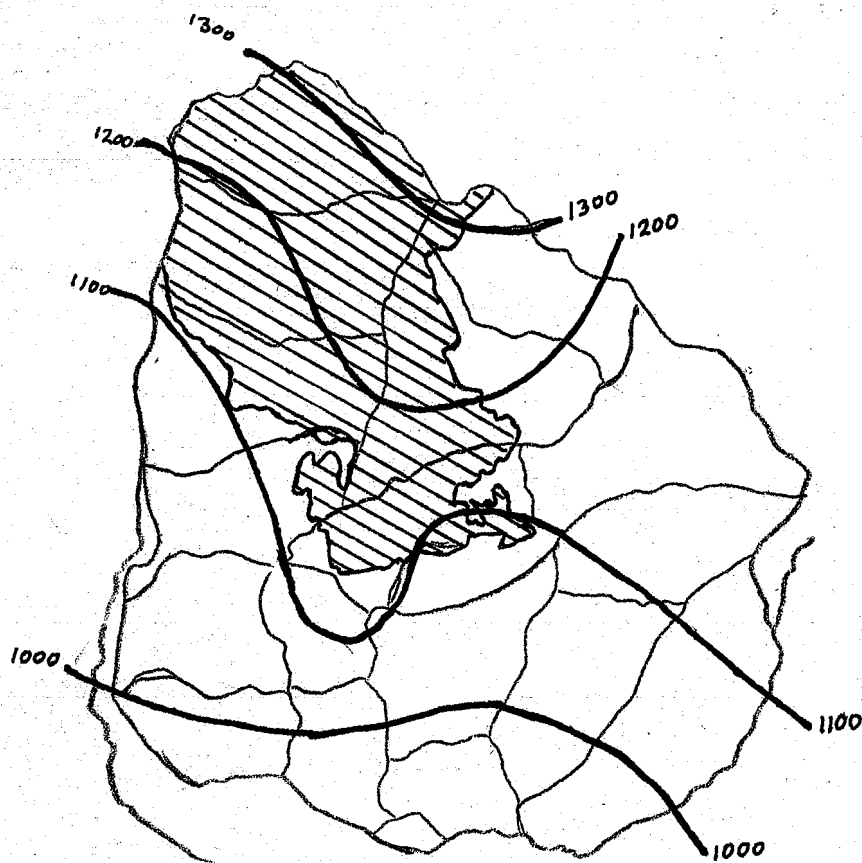


FIG. 2. ZONAS DE CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE AGUA.

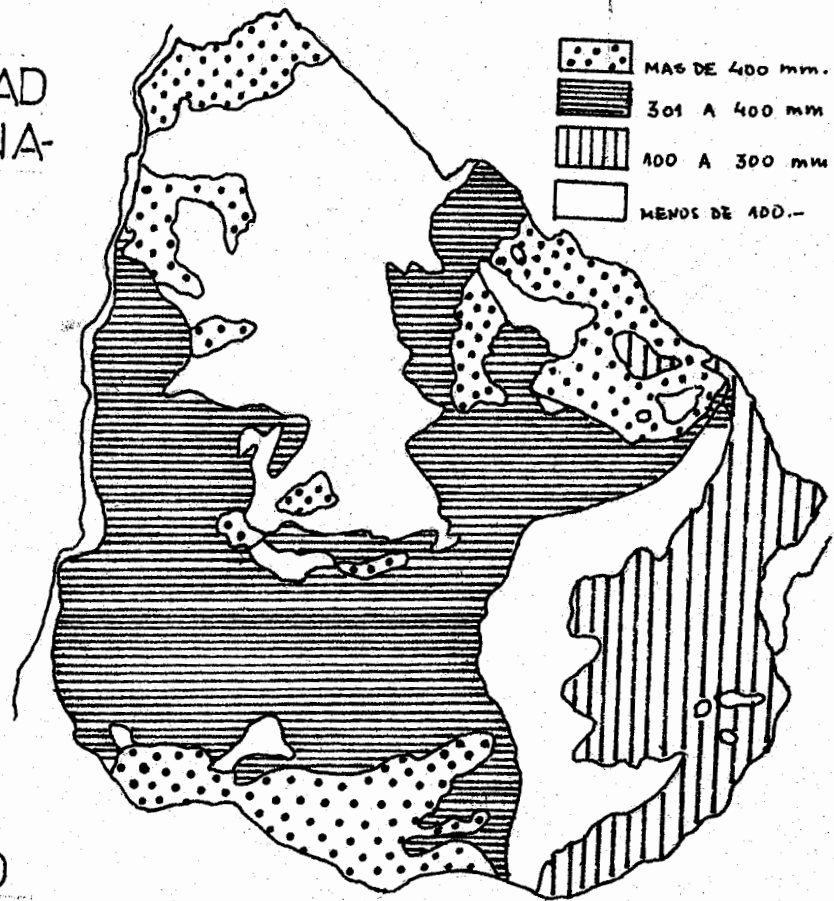


FIG. 3. EXCESO DE AGUA ANUAL (mm).

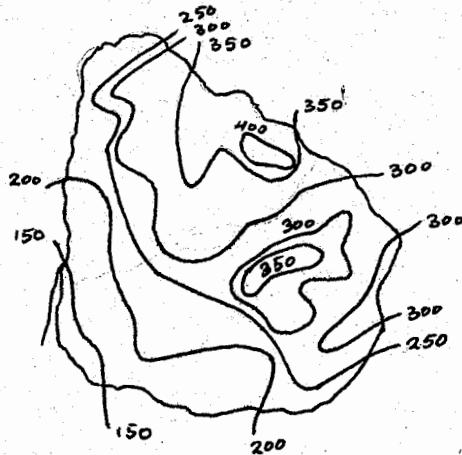
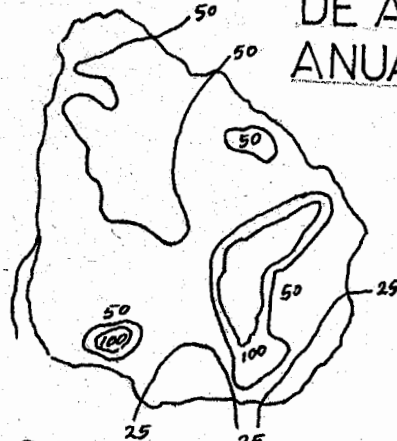


FIG. 4. DEFICIT DE AGUA ANUAL (mm).



Fuente: *Clima y Agricultura. Boletín de divulgación* Nº 9 (5/74) MGA. C.I.A.A.B.

superficiales de los suelos con una baja capacidad de almacenamiento de agua(Figura 2), los suelos permanecen por un período de más de cuatro meses que va desde diciembre a marzo, casi sin humedad disponible para las plantas(Figura 4).

Las lluvias invernales, junto con el mal drenaje de algunos suelos determina que en el invierno haya suelos anegados por tiempo variable(Figura 3).

Respecto a estos datos, es necesario tener en cuenta que la disponibilidad de agua real para la planta depende del agua recibida por precipitación, el agua evaporada desde el suelo, la evaporada desde la superficie de los vegetales, del agua infiltrada en el suelo y del agua que escurre superficialmente. En consecuencia, la disponibilidad de agua depende de factores climáticos y de la capacidad de los suelos para acumular y retener el agua. Esto debe tenerse en cuenta dadas las complejas características de los suelos del área basáltica.

2.3.-GEOLOGIA:

Desde el punto de vista geológico, el área pertenece a la formación Arapey, descrita por Bossi, J(1966), como formada por una secuencia de coladas intercaladas con areniscas de Tacuarembó más o menos modificadas.

El espesor de los derrames crece hacia el Norte y el Oeste, presentando una potencia de 159m sobre el Rincón del Bonete, 360m en Paso Ullestie sobre el arroyo Negro, 540m en Arapey y más de 1000m en el sondeo de Paso de las Piedras, sobre el río Daymán.

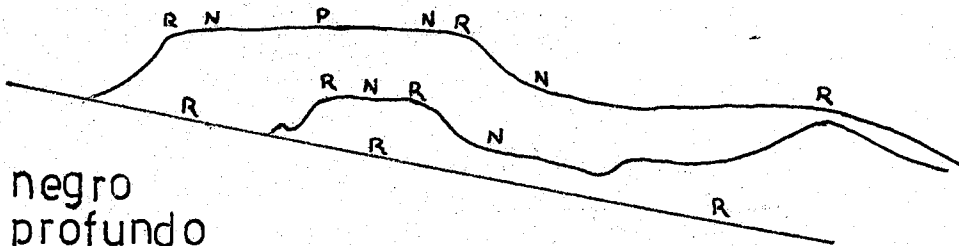
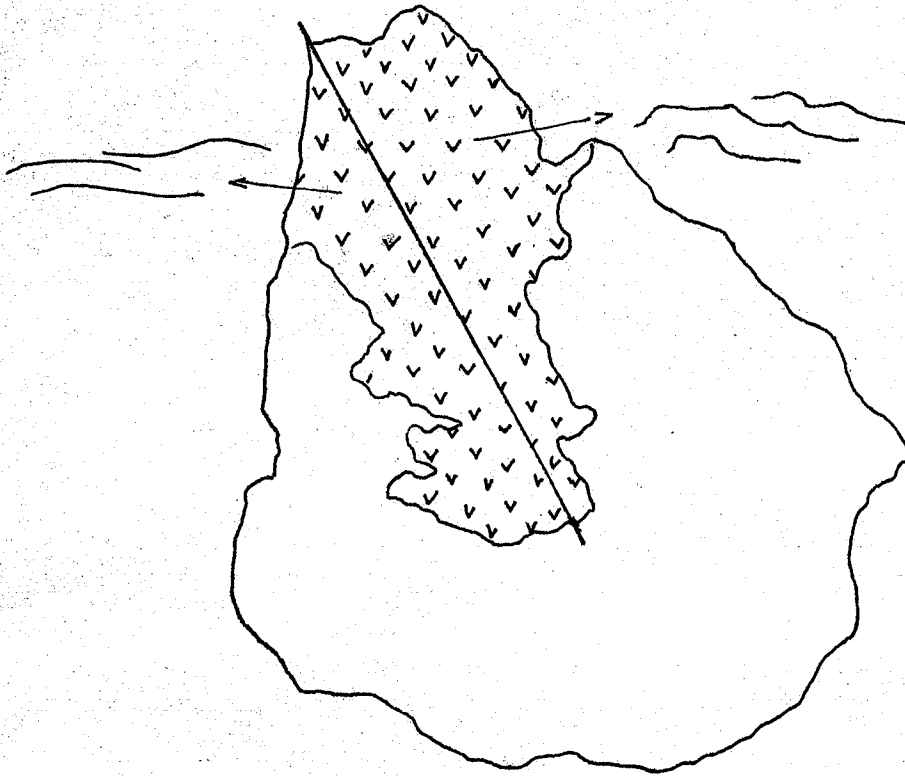
La meteorización se realiza con relativa facilidad, si bien aparece siempre un manto poco potente, debido fundamentalmente al arrastre hacia las zonas bajas.

Se generan arcillas del tipo de la nontronita y montmorillonita, pues el drenaje en general es deficiente y la neoformación arcillosa se realiza en ambientes ricos en los cationes liberados de los silicatos(Bossi, J.; Heide, E.-1969).

De acuerdo con Hausman y Fernandez(1967), la formación Arapey puede ser dividida en dos áreas con características geológicas diferentes, separadas entre si por una línea más o menos nítida que con rumbo N20W, une las localidades de Bella Unión y Paso de los Toros(Fig.5)(Bossi, J.; Heide, E.-1969).

La zona oriental presenta paisaje quebrado con cerros mesetiformes de ladera cóncava y neto predominio de suelos superficiales. La zona occidental presenta paisaje suavemente ondulado con abundancia de suelos medios y profundos.

FIG.5 y FIG.6 MAPA Y
CORTE. AREA BASAL-
TICA. J.Bossi. et al (1969)



N - negro
P - profundo
R - rojo

Un relevamiento transeccional (Salto-Tranqueras) realizado por Bossi, J. y Heide, E. (1969) permitió determinar que el bloque oriental está en un proceso de levantamiento, lo que lleva al rejuvenecimiento de los suelos que allí se forman. Por su parte, el bloque occidental sufrió y sufre un proceso de hundimiento. Un bloque comprendido entre el arroyo Las Cañas y el Arerungúa, ha sufrido un proceso de báscula intermedio.

Del mismo trabajo se concluye que existen diferencias petrográficas entre las lavas de ambas regiones. (Cuadro 2)

CUADRO 2

Características de los Basaltos del Bloque oriental y occidental.

Característica	Bloque occidental	Bloque oriental
No. de coladas	26-27	28
Potencia promedio	35 m.	20-25 m.
Tamaño de grano Promed.	0.2-0.6mm	0.1-0.2mm
% de vacuolas en el nivel superior	10-20	30-40
Minerales de relleno del nivel superior-		
-Cloritas	50%	10%
-Ceolitas	50%	90%

Todo lo anteriormente indicado determina que la meteorización sea más intensa que la erosión en el bloque occidental y ello ha permitido el desarrollo de suelos más o menos profundos.

En el bloque oriental, en permanente ascenso, el relieve se rejuvenece constantemente y entonces los procesos erosivos predominan sobre los de meteorización, permitiendo en las zonas altas solo la formación de suelos superficiales.

2.4. SUELOS-DESCRIPCION Y CLASIFICACION:

Las características particulares del área atrajeron la atención de varios investigadores, entre ellos, Bono, P. (1962) quién se refirió a dichos suelos de la siguiente manera: "el basalto da campos de tierra negra, fértil, generalmente de escasa profundidad, ácidos (pH 6-6.2), mal drenados, con los 5-10cm de tierra franco arcillo humífera, pasando luego a arcilloso, siendo la arcilla cada vez más tenaz hasta llegar al subsuelo que puede presentarse balastroso o en otros casos aparece el material madre, la loza de piedra."

Posteriormente concluye refiriéndose a dichos suelos, que por el momento dichos campos "...no presentan soluciones viables a corto plazo."

En 1964-65 Murguía, J. señala los fracasos obtenidos con respecto a las mejoras convencionales empleadas y le cabe el mérito de ser uno de los primeros en prestar marcada importancia a los problemas de nodulación.

Analizando los ensayos del Plan Agropecuario, llama la atención sobre la necesidad de investigar en dichos suelos dado el área que ocupan dentro del país y la escasa superficie arable que poseen.

En 1966 el informe de la CIDE señala que los suelos sobre Basalto pertenecen a lo que denominaron Zona 1, que comprende las pasturas en suelos superficiales y rocosos (litosoles y regosoles), especialmente en las zonas de Basalto, Sierras de Minas y Aigúa. Los suelos están bien drenados pero se secan muy rápidamente.

El mismo informe reconoce sobre el Basalto tres tipos de suelos:

- A) Suelos superficiales y muy superficiales
- B) Suelos profundos, pesados, con permeabilidad lenta, drenaje moderado a algo pobre.
- C) Suelos profundos mal drenados.

Respecto a los suelos superficiales (A), los divide a su vez en:

Suelos muy superficiales, pardos, rojizos oscuros, franco gravillosos o pedregosos. Son suelos con un déficit extremo de humedad, moderadamente ácidos, con un nivel de materia orgánica medio, con nivel bajo y gran absorción de fósforo, con potasio muy bajo en relación al calcio y magnesio, bajo potasio aprovechable. Soporta una vegetación de pastos muy ralos durante todo el año, siendo escasos los tréboles. Se encuentran en las lomas convexas y muy planas con alguna pendiente.

Suelos superficiales y muy superficiales, de color negro, franco arcillosos o franco arcillo limosos.

También son suelos de baja capacidad para la retención de humedad, ligeramente ácidos, con un nivel medio a alto de materia orgánica, siendo muy bajo el fósforo y mostrando gran absorción hacia el mismo, con potasio algo bajo.

Al estudiar los suelos superficiales, negros y rojos, con relación a las formas del relieve, desarrolladas por las rocas basálticas de la formación Arapey del NW del país, Bossi y Heide (1969) han encontrado una cierta correlación entre el tipo de suelos y la geomorfología. (Figura 6).

1-Los suelos superficiales negros se localizan en planos hori-

zontales altos en los siguientes casos:

- a-Hacia los bordes de zonas planas con suelos profundos.
 - b-Cuando esos planos altos tienen menor diámetro en su parte central.
- 2-Los suelos superficiales negros se forman también en la base de amplias concavidades cuando la superficie tiende hacia la horizontal.
- 3-Los suelos superficiales rojos se ubican sobre pendientes suaves y en general puede haber tres casos:

- a-Sobre superficies suavemente convexas, sin que existan planos horizontales por encima de ellas.
- b-En el borde de las mesetas cuando el plano horizontal alto comienza a transformarse en una suave convexidad.
- c-Sobre amplios planos inclinados con pendiente suave.

Los suelos profundos de los tipos B y C, se encuentran en las laderas y valles, aunque pueden presentarse áreas relativamente externas en planicies altas. En esta última posición, los suelos varían entre algo pesados y muy pesados y el relieve puede ser plano o cóncavo, dando suelos con drenaje pobre y excesivamente húmedos en el invierno. Producen un gran Volumen de forraje.

Estos suelos profundos constituyen aproximadamente un 30% del área basáltica (CIDE, 1966).

Diversos trabajos (Alvarez, C.-1969; Zamalvide et al-1973; May et al-1973) realizados en los suelos negros y rojos sobre basalto, permitieron comprobar una complejidad mayor de la que se había observado al principio, llevando a la elaboración de una nueva caracterización.

May et al (1973) en base a:

- I- Porcentaje de la superficie de la unidad ocupada por suelos superficiales o profundos.
- II- Forma del paisaje y pendiente.

Distinguen tres asociaciones de suelos:

I-Asociación de Suelos Superficiales

I) Se divide en:

- a.-Relieve quebrado y muy quebrado, pendiente del 12% frecuentemente mayores; constituyen en general las grandes divisiones de agua de la región. Predominan suelos superficiales y extremadamente superficiales; pardos y pardos rojizos, y manchones sin suelo.

Suelos asociados: Grumosoles de montículo, Praderas Negras vertisólicas profundas y superficiales; suelos superficiales negros y coluviones.

b.-Relieve ondulado y fuertemente ondulado, frecuentemente de forma mesetiforme, con cornisa basáltica; pendiente hasta 12% y a veces mayores. Suelos predominantes y asociados similares al anterior.

c.-Relieve ondulado y fuertemente ondulado, pendiente hasta 12% y a veces mayores; puede incluir algunas zonas mesetiformes. Suelos predominantes, superficiales y extremadamente superficiales, negros y pardo rojizos. Asociados: Grumosoles de montículo, Praderas Negras vertisólicas, variante profunda y superficial y coluviones.

Estos tres tipos de suelo presentan rocosidad y/o pedregosidad mayores al 10%.

II-Asociación de Suelos Superficiales dominando sobre los Profundos

II)

d.-Escarpas basálticas y valles de sedimentos coluvionales y arenosos. Pendiente de 12 a 14% o más, suelos superficiales de Basalto y/o arenisca muy consolidada y suelos profundos de origen coluvional de texturas pesadas a arenosas.

e.-Plateau basáltico, terrenos altos y planos de relieve ligeramente ondulado (1 a 2% de pendiente) a ondulado (hasta 6% de pendiente en las cercanías de las vías de drenaje). Rocosidad y/o pedregosidad 5-10%.

Suelos asociados: Grumosoles, Praderas Negras y Praderas Negras planosólicas Gleizadas en la parte más deprimida. Los suelos predominantes son: Superficiales negros, Pardo rojizos y Praderas Negras superficiales.

f.-Relieve fuertemente ondulado, pendiente hasta 12%, incluye pequeños interfluvios y zonas de bajo. Rocosidad y/o pedregosidad del 5-10%. Predominan suelos superficiales negros y pardos de profundidad moderada; Praderas Negras vertisólicas, suelos superficiales rojos, suelos de coluvión y eventualmente praderas Negras máximas y suelos de textura arenosa.

g.-Relieve de lomadas suavemente ondulado, pendiente de 1 hasta 6%; se incluyen zonas de planos altos y zonas de disección. Rocosidad y/o pedregosidad no más del 5-10%. Suelos predominantes: superficiales de color negro y pardo

rojizo y de profundidad moderada(Praderas Negras vertisólicas superficiales).

Suelos asociados: Grumosoles de montículo, Praderas Negras, medias y máximas vertisólicas, Praderas Pardas y suelos superficiales rojos.

FACULTAD DE AGRONOMIA

III-Asociaciones de Suelos Profundos



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y

BIBLIOTECA

III)

h.-Relieve de lomadas muy suavemente ondulado(1 a 3% de pendiente) y a veces suavemente ondulado(3- 5% de pendiente).Se pueden incluir también pequeñas zonas de terrenos altos.Rocosisdad y/o pedregosidad no mas del 2%.

Suelos predominantes: Grumosoles de montículo y oleadas, Praderas Negras mínimas vertisólicas, Praderas Negras vertisólicas superficiales.

Suelos asociados: Praderas Negras medias y máximas vertisólicas, Praderas Pardas medias y Praderas Negras vertisólicas superficiales, superficiales Negras y Pardo rojizos.

i.-Unidad de terrenos altos, plano, no recortado por vías de drenaje. Rocosisdad y/o pedregosidad no más del 2%. Suelos predominantes y asociados igual a h.

j.-Unidad de terrenos altos, planos o muy suavemente ondulados(hasta 3% de pendiente), recortados por alguna vía de drenaje. Rocosisdad y/o pedregosidad no más del 2% de la superficie.

Suelos predominantes: Praderas Negras máximas vertisólicas, Planosoles, Grumosoles de montículo.

Suelos asociados: Praderas Negras a Pardas medias, Praderas Negras vertisólicas superficiales, suelos superficiales negros y pardo rojizos.

k.-Unidad de valles restringidos a amplios, de fondo concavo a plano. Rocosisdad y/o pedregosidad menos de 2%.

Suelos predominantes: Grumosoles de montículo, Praderas Negras vertisólicas.

Suelos asociados: Praderas Negras vertisólicas superficiales, suelos superficiales Pardo rojizos y muy Negros.

m.-Unidad que corresponde a un sistema de planicies aluviales asociadas a las grandes vías de drenaje de la región basáltica. Inundables por períodos cortos algunas veces al año.

Suelos: Grumosoles de montículo gleyzados, Gley Húmicos y suelos aluviales.

2.4.2-CARACTERIZACION DE SUELOS(Morfológica,física y química)

i)SUELOS SUPERFICIALES ROJOS:

Características morfológicas:

Son suelos de profundidad variable,entre 5 a 20cm. con una sucesión de horizontes A,AC,C o R.De colores pardo rojizos a rojo(7,5 yR 3/2 a 5 yR 3/3) de textura franco arcillosa a arcillo limosa,oscilndo el porcentaje de arcilla de 28 a 45% y la arena de 12 a 38%(Alvarez,C-1969). Estos suelos presentan gravillas de Basalto en todo el perfil,texturas franco limosas y buena estructura(May et al-1973).La estructura es granular,media y fina,fuerte a muy fuerte.En algunos casos pueden presentar un segundo horizonte algo más pesado y oscuro.Se encuentran en lomas algo convexas y amplias o sobre el borde de los cerros mesetiformes. Por lo general presentan una vegetación muy rala asociada a manchones sin suelo,afloramientos rocosos y pedregosidad.

Características físicas:

Drenaje sin problemas.Su retención de humedad a capacidad de campo(1/3 de ATM) es de 37,71%(44.8mm/10cm); a una atmosfera retienen 30,6%(36,4mm/10cm.) y a 15 atmosferas(punto de marchitez) 22,25%(26.5mm/10cm).

Aproximadamente un 46.8% del agua disponible lo está fácilmente.

La variación estacional del contenido de humedad indica que los suelos pasan por tensiones superiores a 15 atmosferas durante un período que va de diciembre a febrero y que en general estan expuestos a períodos secos que pueden durar de 15 a 30 días durante los meses de marzo a abril(Alvarez, C.-1969).

Características químicas:

Presentan valores de materia orgánica en promedio de 5,2%(Zamalvide et al-1973),variando entre 5 y 6%(May et al-1973).

Los pH oscilan entre 5,3 a 5,6 según May et al(1973) y en general poseen un pH menor que 5,3 según Alvarez,C.(1969).

Los suelos rojos presentan menores porcentajes de arcilla y de materia orgánica,factores que pueden explicar los menores valores para la CIC de estos suelos comparados con

los negros (Zamalvide et al-1973). Según este autor el promedio para estos suelos fue de 25.5 meq/100gr. Alvarez, C. encontró valores en un rango de 25 a 30, mientras que May et al, indican valores entre 23 y 24 meq/100gr.

El contenido de fósforo es aproximadamente 3,3 ppm según las determinaciones de Alvarez, C. (1969).

El porcentaje de saturación en bases alcanza un 70-75% (Alvarez, C.) mientras que May et al, indican que las bases totales varían entre 15 y 29%.

El contenido de calcio y magnesio es menor que en los suelos negros; el potasio oscila en valores superiores a 0,5 meq/100 gr., siendo su origen el Basalto que posee hasta 1.5 % de este catión (Bossi, J., citado por Alvarez-1969).

Así mismo, estos suelos contienen una mayor cantidad de óxidos de hierro (4,5), de aluminio libre (2,2) y menores tenores de SiO_2 (51%) que los suelos negros.

Con respecto al Fe_2O_3 promedian un valor de 23.5% (Zamalvide et al 1973).

La relación Al/Fe es menor que 1 para estos suelos según Cayssials y col (1974).

ii) SUELOS SUPERFICIALES NEGROS:

Características morfológicas:

Son generalmente de poca profundidad, 5 a 20 cm. aunque pueden alcanzar los 40 cm. Presentan colores negros o pardos muy oscuros (10yR 2/1 y 2/2); textura franco limoso pesado y franco arcillo limoso, con porcentajes de arcilla que varían de 40 a 55%.

Presentan gravillas de Basalto en todo el perfil y una sucesión de horizontes A_1 , A_3 , AC o AR, a veces con un B incipiente, con pasaje abrupto a la roca consolidada.

Poseen estructura en bloques subangulares, finos y fuertes. Estos suelos ocupan zonas planas altas no muy amplias, pequeñas concavidades en las pendientes suaves, zonas plano cóncavas en la base de las pendientes o zonas transicionales entre suelos profundos y superficiales (Alvarez, C.-1969).

Propiedades físicas:

Son suelos que ~~xx~~ tienen dificultad para eliminar el exceso de agua, lo que se evidencia por los moteados y agrisados del subsuelo y la presencia de concreciones de hierro y manganeso.

Este exceso de humedad ocurre durante el período invernal, en el que los suelos se encuentran con porcentajes de humedad superiores a la capacidad de campo.

En el horizonte superficial se retiene un 42% de humedad a 1/3 de ATM. (51.2mm/10cm.), mientras que a 1 ATM. retienen 34.2% (41.7mm/10cm) y a 15 ATM. 26.3% (32mm/10cm).

El agua fácilmente disponible representa un 51% del total disponible (Alvarez, C.-1969).

Propiedades químicas:

El contenido promedio de materia orgánica es de 6.6% según Zamalvide et al (1973), variando entre 7 a 8% de acuerdo a May et al (1973).

El pH oscila entre 5 y 6 para estos últimos investigadores y el valor promedio para la CIC fue de 44.4 meq/100gr. de acuerdo a Zamalvide et al (1973). May et al, encontraron valores que oscilaron entre 31 y 42 meq/100 gr., y Alvarez determinó valores cercanos a 40-45 meq/100 gr.

El contenido de fósforo de estos suelos es de aproximadamente 4,4 ppm.

El porcentaje de saturación en bases es del 80%. El contenido de calcio y magnesio es mayor que en los suelos rojos, 20 a 35 meq./100 gr. y 6 a 9 meq/100 gr. respectivamente. Presentan menor potasio que los suelos rojos (Alvarez-1969).

En promedio estos suelos poseen 1,5 de aluminio libre, con un 14,4 de Fe_2O_3 (Zamalvide et al-1973).

La relación Al/Fe para estos suelos es mayor que 1 (Cayssials, 1974).

Alvarez, C. (1969) concluye que estos dos tipos de suelo se han formado en condiciones diferentes. Los suelos rojos están bajo un continuo rejuvenecimiento en tanto que los negros reciben continuos aportes.

El agua ejercería un proceso erosivo sobre los suelos rojos, mientras que sería un factor de diferenciación en los suelos negros.

iii) SUELOS PROFUNDOS:

May, H. et al distinguen dos tipos de suelos profundos:

A-No diferenciados o poco diferenciados:

a.-Representados principalmente por grumosoles de montículos y excepcionalmente de oleadas con doble perfil.

Sus colores son pardo muy oscuro y negro, pudiendo aparecer moteados en los horizontes inferiores. Las texturas son arcillosas, arcillo limosas a franco arcillo limosas, con buena estructura en todo el perfil. Los valores de pH oscilan entre 5.8 a 6.2; la CIC es del orden de 45 a 60 meq/100 gr. El porcentaje de saturación esta entre el 85 al 90% y la materia orgánica es el 9 al 13%. La profundidad de estos suelos es variable, oscilando en general entre 0.7 y 1.2m.

b. -Suelos profundos de 70 cm, y más con una sucesión de horizontes AB, C y/o R.

Son praderas Negras vertisólicas. Presentan texturas franco limosas pesadas en el horizonte A y arcillosa a arcillo limosas en el horizonte B.

La estructura es buena, con algunas gravillas basálticas y concreciones de carbonato, pudiendo haber también de hierro y manganeso en los horizontes inferiores. El perfil tiene una transición gradual a una lodolita o abrupta a la roca basáltica.

Los valores de pH son del orden de 5.7; la CIC alrededor de 45-60 meq/100 gr.; el porcentaje de saturación en bases oscila en el 85% y la materia orgánica entre 8 y 11%.

B-Suelos diferenciados:

Son suelos predominantemente profundos de 70 y más cm.; representados por planosoles vérticos y tienen abundantes concreciones de hierro y manganeso en todo el perfil mostrando motas pardo oscuras a pardo rojizas en los horizontes superiores.

Las texturas son franco limosas tendiendo a arcillosas en el horizonte B, mientras que la estructura tiende a bloques finos en los horizontes superficiales, pasando a prismática en el B.

Los valores de pH para estos suelos oscilan entre 5.4 a 5.6.

Resumiendo las principales características concernientes a la fertilidad de los suelos antes vistos y usando como índices de la misma el contenido de materia orgánica, la CIC, el % de saturación en bases y datos sobre el contenido de fósforo y potasio, podemos observar que la fertilidad natural de los suelos rojos es baja, en tanto que en los suelos superficiales negros es algo más elevada, siendo mayor en los suelos profundos.

CUADRO 3

Resumen de las principales características de los suelos del área basáltica.

	SUELOS		
	Sup. Rojo	Sup. Negro	Profundo Negro
MATERIA ORGANICA	5.2%	6.6%	9-13%
C.I.C.	25.5	44.4	45-60
% de Sat. en Bases	70	80	85-90
Contenido de K	0.3-0.5	0.2-0.3	---
Fósforo ppm	3.3	4.1	5.2+

+ Resultado de un suelo (Zamalvide et al-1971-)

2.5.-CARACTERISTICAS PRATENSES DE LOS SUELOS SOBRE BASALTO:

En el informe de la CIDE(1966), se señala que los suelos sobre Basalto poseen tapices ralos a muy ralos con una elevada proporción de suelo roca, con predominio de gramíneas anuales de corta duración, con hierbas enanas y perennes. Estas son pasturas predominantemente para lanares y su capacidad de carga es relativamente baja. La producción de invierno es en años normales relativamente buena, pero las pasturas se secan en verano rápidamente cuando la producción de forraje es baja.

Asociadas a este tipo de tapiz, existen áreas de pasturas muy limitadas en suelos profundos a lo largo de arroyos que son de gran importancia en el verano, especialmente para los vacunos.

Los suelos superficiales presentan en general una vegetación densa de gramíneas y tréboles que produce buen volumen forrajero en invierno, pero se secan rápidamente con los calores fuertes (CIDE-1966).

Estos suelos muestran una marcada estacionalidad en su producción, como lo deja bien en claro los rendimientos obtenidos por Bottaro et al (1971) en un Litosol y una Pradera Negra, ambos sobre Basalto.

CUADRO 4

SUELO	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN Kg/Ha.				
	P	V	O	I	TOTAL
LITOSOL	475	255	505	400	1635
PRADERA NEGRA	1355	375	620	435	2785

Si bien estos resultados corresponden al análisis de un solo año ilustran bastante bien acerca de la característica estacional de estas pasturas.

Este caracter estacional se origina fundamentalmente debido a la deficiencia de agua en verano y al frio y exceso de agua que se produce en el invierno.

Normalmente las especies que se encuentran en el tapiz natural, son el resultado de una adaptación a las crisis mencionadas. Del analisis de las mismas realizado por la Cátedra de Forrajeras (Formaciones Campestres y Herbáceas) tenemos que se pueden distinguir dos tipos principales de vegetación:

- a. - Tapiz sobre suelos superficiales
- b. - Tapiz de suelos profundos

En las laderas, donde se observan asociaciones abigarradas de suelos de distinta profundidad, la composición florística es muy variada, mostrando mezcla de las especies de ambos tapices en proporción variable.

a. Tapiz sobre suelos superficiales:

- Aristida pallens (perenne estival)
- Aristida uruguayensis (perenne estival)
- Aristida venustula (perenne estival)
- Botriochloa laguroides (perenne estival)
- Bouteloua megapotamica (perenne primavera-estival)
- Briza minor (anual primavera)
- Bromus mollis (anual primavera)
- Chloris ciliata (perenne estival)
- Eragrostis neesii (perenne estival)
- Hordeum pusillum (anual primavera)
- Koeleria phleoides (anual primavera)
- Melica violacea (perenne estival)
- Piptochaetium montevidensis (perenne primavera-estival)
- Rhynchorysa serina (perenne estivo-otoño)
- Schyzachyrium imberbe (perenne primavera-estival)
- Schyzachyrium intermedium (perenne primavera-estival)
- Trachypogon montufari (perenne estival)
- Trifolium polymorfum (anual)
- Vulpia australis (anual primavera)

A estas especies se puede agregar las siguientes determinadas en los ensayos de mejoramiento del año 1972 por la Cátedra de Forrajeras (EEMAC).

- Chloris baliensis (perenne primavera-estival)
- Vulpia bromoides (anual primavera)
- Phalaris platensis (anual primavera)
- Piptochaetium stipoides (perenne primavera-estival)

Aristida murina(perenne primaveral)
Eragrostis virescens(anual estival)
Eragrostis lugens(perenne etivo-otoñal)
Schizachyrium spicatum(perenne estival)

b.-Tapiz de suelos de ladera:

Se encuentran aquí especies generales de suelos más o menos profundos comparables con otros tipos de formaciones geológicas.

Aristida murina(perenne estival)
Botriochloa imperatoides(perenne estival)
Biza brizoides(perenne primaveral)
Briza subaristata(perenne primaveral)
Bromus auleticus(perenne primavero-estival)
Chloris cantherae(perenne(?) estival-otoñal)
Chloris capensis(perenne estival)
Eragrostis lugens(perenne estival otoñal)
Eleusine tristachya(perenne primavero-estival)
Paspalum notatum(perenne estival)
Paspalum(pauciliatum(perenne estival)
Paspalum plicatulum(perenne estival)
Phalaris platensis(anual estival)
Piptochaetium bicolor(perenne primavero-estival)
Piptochaetium stipoides(perenne primavero-estival)
Poa lanigera(perenne primaveral)
Rottboellia selloana(perenne estival)
Setaria caespitosa(perenne estival)
Setaria geniculata(perenne estivo-otoñal)
Sorghastrum pellitum(perenne estival)
Sporobolus poiretii(perenne estival)
Stipa neesiana(perenne primavero-estival)
Stipa papposa(perenne estival)

Leguminosas

Adesmia bicolor
Desmantus virgatus
Salactia marginalis
Latirus sp.
Phaseolus sp.
Trifolium polymorfum
Vicia graminea
Vicia linearifolia

Las especies de Medicagos muy comunes en otras zonas del país, no constituyen aquí parte del tapiz, salvo raras excepciones.

La presencia de malezas arrosietadas y enanas son comunes en los suelos superficiales y en aquellos muy pastoreados mostrando etapas de avanzada degeneración.

La presencia de *Bacharis coridifolia* es muy común en esta zona, pudiéndose asociar su mayor abundancia en los suelos rojos.

c. -Tapiz sobre suelos profundos:

La vegetación se presenta generalmente muy densa con abundancia de estoloníferas muy resistentes al pastoreo. En zonas bajas y con pendientes suaves son comunes las especies tiernas y finas, dando lugar a campos de invernada.

Axonopus argentinus(perenne primavera-estival)
Axonopus compressus(perenne estival)
Bromus unioloides(perenne estival)
Eragrostis acutiglumis(perenne estival)
Stenotafnum secundatum(perenne primavera-estival)
Paspalum dilatatum(perenne estival)
Paspalum indecorum(perenne estival)
Paspalum notatum(perenne estival)
Paspalum plicatulum(perenne estival)
Ischaemum urvilleanum(perenne estival)
Lolium multiflorum(anual o perenne primavera-estival)
Panicum milioides(perenne estival)
Rottboellia selleana(perenne estival)
Setaria caespitosa(perenne estival)

A estas especies se pueden agregar las siguientes determinadas en los ensayos de mejoramiento del año 1972 por la Cátedra de Forrajeras (EEMAC).

Aristida uruguayensis(perenne estival)
Aristida venustula(perenne estival)
Andropogon ternatus(perenne estival)
Bothriochloa lagroides(perenne estival)
Briza subaristata(perenne primavera)
Calamagrostis montevidensis(perenne primavera-estival)
Piptochaetium bicolor(perenne primavera-estival)
Piptochaetium stipoides(perenne primavera-estival)
Vulpia bromoides(anual primavera)

Leguminosas

Adesmia bicolor
Desmantus virgatus
Salactia marginalis
Latirus sp.
Phaseolus sp.
Trifolium polymorfum
Vicia graminea
Vicia linearifolia

En los micro relieves de los grumososles aparecen en la parte convexa especies de tipo cespitoso y malezas enanas de bajo rendimiento y en la parte profunda, especies esto- loníferas de mayor rendimiento.

3 — MEJORAMIENTO DE LOS SUELOS

SOBRE BASALTO

3.-MEJORAMIENTO DE LOS SUELOS SOBRE BASALTO.

La baja fertilidad que en general presentan los suelos del área basáltica, junto con la estacionalidad en la disponibilidad de agua de los mismos y el bajo valor forrajero del tapiz natural, conducen a una baja producción anual de forraje, la que presenta una marcada distribución estacional con déficit importante en invierno y verano.

Dada la extensión del área y su uso ganadero, aparecen como objetivos importantes el mejoramiento de la fertilidad de estos suelos tendiendo a aumentar la cantidad y calidad del forraje producido.

Teniendo presente los distintos tipos de suelo que prevalecen en dicha área, el problema plantea distintos aspectos; el mejoramiento de pasturas en campos no arables (70% del área) ha fracasado casi universalmente (Murguía, J.-1964) y se mencionan como posibles causas, problemas concernientes a la baja fertilidad, con posibles deficiencias de fósforo y nitrógeno (Date, R.-1965).

Las alternativas para superar estas dificultades en los suelos superficiales del área basáltica serían:

- 1-Fertilización del tapiz natural.
- 2-Introducción de especies mejoradoras de la fertilidad (leguminosas).

3.1.-FERTILIZACION DEL TAPIZ NATURAL:

Experiencias realizadas por Rosengurt, B. (1946) indican que un campo natural aún no degradado por mal manejo y en el que predominen gramíneas estoloníferas puede producir con mínimo costo praderas de buen rendimiento y calidad.

Es en este sentido, que la mejora en la nutrición mineral de las pasturas a través del agregado de fertilizantes aparece como una de las prácticas adecuadas de manejo, tendientes a incrementar económicamente el rendimiento de las pasturas naturales.

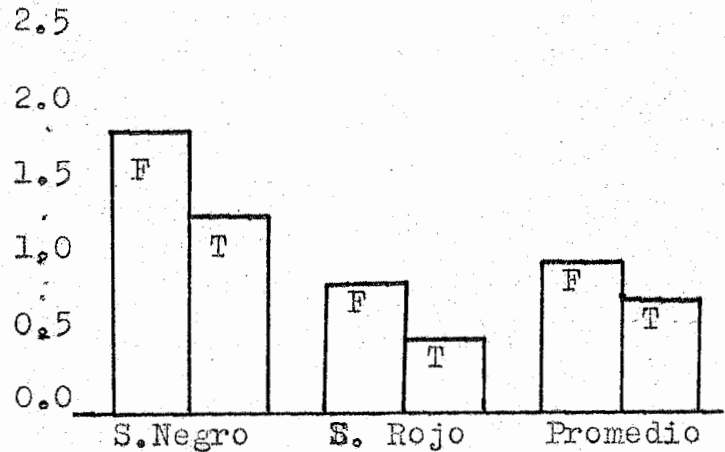
En lo referente a este problema, se han realizado numerosos trabajos, así, Allegri, M. (1969) encontró los resultados que se ilustran en la figura 7, correspondientes a un ensayo de fertilización fosforada en campo natural. En dicho ensayo se aplicaron 300 Kg/Ha de hiperfosfato y dos refertilizaciones anuales sucesivas con la misma dosis.

FIGURA 7 :

Rendimiento de
forraje en toneladas
de materia seca/Ha.

F-fertilizado
T-testigo

Allegri, M.-1969-



Comparando el campo natural fertilizado con el testigo se observa una producción de forraje 37% mayor, diferencia que el autor atribuye a un incremento de las gramíneas naturales, dado que al segundo año de experimentación cuando se realizó la evaluación, no se había observado aún un mayor desarrollo de las leguminosas nativas.

Castro, E. (1969) por su parte fue capaz de determinar respuesta al agregado de fósforo en praderas naturales sobre basalto con leguminosas.

El mismo autor también encontró clara respuesta al agregado de fósforo en un ensayo macetero con cuatro especies de gramíneas, en el cual obtuvo un rendimiento 50% superior al testigo cero con 60 unidades de P_2O_5 por hectárea.

Otros trabajos no muestran una respuesta tan notable al agregado de fosfato.

Tarmezana, H. y Carmbula, M. (1971), para suelos de Paso Molle del Queguay y Tangarupa, determinaron el rendimiento de forraje producido por el campo natural desde Mayo a Noviembre durante dos años consecutivos.

En dicho trabajo se evaluó el efecto de la fertilización del campo natural con 200 unidades de fosforo y 80 unidades de potasio por año. Se constató que recién al segundo año cuando el total de unidades de fósforo y potasio agregadas eran 400 y 160 respectivamente, se lograba un incremento del 16.9% respecto al campo natural en Paso Molle del Queguay y un 17% en Tangarupa. (Cuadro 5).

Esta baja respuesta al fósforo también fue encontrada por Bottaro et al (1971-72) quienes realizaron un trabajo para determinar los efectos de la fertilización NP en la producción de pasturas en algunos suelos de Basalto.

En dicho ensayo se evaluó la producción sobre un Litosol y una Pradera Negra sobre Basalto.

CUADRO 5

Rendimiento en Kg. de Materia Seca/Ha.				
AÑO	LOCALIDAD	C. NATURAL	C. N. FERTILIZADO	INCREMENTO
1969	Paso Molle del Queguay	950	950	0
	Tangarupa	1508	1775	13.7% NS
1970	Paso Molle del Queguay	977	1142	16.9% S
	Tangarupa	1429	1672	17% S

Los autores encontraron respuesta a la aplicación de fertilizante nitrogenado sobre Litosol, no existiendo respuesta en cambio a la aplicación de fósforo en ausencia de nitrógeno tal como lo evidencian los coeficientes lineales para este nutriente. La existencia de interacción positiva demuestra que existe respuesta al fósforo solo en presencia de nitrógeno.

En la Pradera Negra, el nitrógeno aparece también como nutriente limitante, y el fósforo solo parece tener efecto en presencia del nitrógeno. (Cuadro 6)

CUADRO 6

Rendimientos promedios en Kg/Ha de Materia Seca, para diferentes tratamientos en un Litosol y en una Pradera Negra sobre Basalto.

Kg/Ha de		LITOSOL				PRADERA NEGRA			
N	P ₂ O ₅	P	V	O	I	P	V	O	I
0	0	475	255	505	400	1355	375	620	435
160	0	935	550	850	595	1770	470	945	560
0	160	415	160	480	375	1185	440	570	550
160	160	1140	685	1435	895	2205	500	2025	810

Bottaro et al(1971)

A su vez, Tarmezana y Carambula(1971) encontraron respuesta significativa al agregado de 60 unidades de nitrógeno en dos suelos sobre Basalto, logrando incrementos de 30 y del 48.6% respecto al campo natural sin fertilizar. La respuesta al fósforo y al potasio a pesar de las altas dosis empleadas fue solo del 15 % para uno de los suelos respecto al campo natural, mientras que en el otro (Tangarupa) no hubo respuesta.

De los valores del cuadro tomado de los autores mencionados se han subrayado los tratamientos que presentan diferencias significativas al 5%.

CUADRO 7

Respuesta del campo natural a la fertilización: Rendimientos en Kg. Materia Seca/Ha.		
Unidades/Ha	CARUMBE	TANGARUPA
Campo Natural	1512	1767
P-200 K-80	1742	1725
N-30 P-200 k-80	1712	<u>1918</u>
N-60 P-200 K-80	<u>1977</u>	<u>2627</u>

Respecto a las diferencias observadas para un mismo tratamiento en las dos localidades, los autores concluyen que la mayor respuesta al fósforo para las pasturas de Carumbe se debería aun porcentaje más alto de leguminosas autóctonas en el tapiz.

De los datos expuestos en lo referente a la fertilización en suelos sobre Basalto, se desprende que:

- i) Es necesario incrementar en contenido de nitrógeno del suelo.
- ii) Existe interacción positiva entre el nitrógeno y el fósforo.
- iii) El agregado de fosfato parecería no justificarse si no existen leguminosas capaces de proporcionar una buena respuesta o un nivel adecuado de nitrógeno en el suelo.

El aporte nitrogenado puede ser hecho a través de fertilizantes o por introducción de leguminosas en el tapiz. En cuanto a la fertilización fosfatada citamos a Breakwell, E. (1961) quien indica: "...por supuesto sería muy bueno que se pudiera obtener un mejoramiento destacado por medio de la fertilización en cobertura. Sin embargo solamente se realiza en pasturas que contienen treboles naturalmente. Nunca se efectúa en campos con población escasa en leguminosas porque no se justifica económicamente..... Podría suceder también que en ciertos suelos con niveles razonables de nitrógeno las gramíneas aún en ausencia de leguminosas asociadas respondan a las aplicaciones de fósforo."

De las alternativas planteadas, la más ventajosa es la introducción de leguminosas, dado que tiende a ser una mejora permanente brindando resultados económicos a más bajo costo, mejorando la calidad forrajera del tapiz y constituyendo un aporte continuo a la fertilidad del suelo.

Respecto a la capacidad de fijación nitrogenada, la Estanzuela determinó para el trebol blanco un aporte de 150Kg/Ha de

nitrógeno por año. Por otra parte Blanchoud, G. (1968) encontró que la contribución indirecta a las gramíneas en cuanto al aporte de nitrógeno fue de 65 Kg de N/Ha y la contribución total equivalía a 173 Kg de N/Ha./año.

3.2. INTRODUCCION DE ESPECIES MEJORADORAS DE LA FERTILIDAD (LEGUMINOSAS)

Siempre que se piensa en introducir una especie botánica en una zona determinada, se hace necesario considerar una serie de factores, que en última instancia determinarían el éxito o fracaso de esta introducción.

Souto, S. (1970) indica cuatro exigencias básicas para las especies forrajeras:

- a-Alto rendimiento de forraje de buena calidad
- b-Persistencia
- c-Capacidad de asociación con otras especies
- d-Fácil propagación. Preferentemente con alta producción de semillas.

En un trabajo realizado por los grupos de Forrajeras y Suelos de la EEMAC sobre el comportamiento de algunas leguminosas introducidas, se menciona que las especies destinadas al mejoramiento de estas zonas, deben poseer atributos que les permitan una rápida colonización. Así se mencionan:

- 1-Gran persistencia
- 2-Alta tolerancia al pastoreo, debido a la alta población ovina del área.
- 3-Buena habilidad para competir con las especies nativas, debido a los métodos no convencionales de introducción.
- 4-Tolerancia a la baja fertilidad, dado que deben sobrevivir junto a especies adaptadas a bajos niveles de nutrientes.
- 5-Estación larga de crecimiento y capacidad de proveer forraje en las épocas críticas de la zona bajo estudio.

Dada la enorme complejidad de los suelos del área basáltica, la introducción de una especie en la zona debe estar en función de los problemas particulares que presentan los suelos, considerando sus limitaciones.

Es dentro de este criterio que aparece como muy importante la selección de ecotipos locales o de especies foráneas asimilables al medio.

3.2.1. LEGUMINOSAS INTRODUCIDAS (Principales características)

Varias han sido las especies ensayadas, dentro de ellas según el origen podemos reconocer dos grupos: subspontáneas e introducidas.

A la primer categoría corresponde el *Medicago polymorpha*.

Medicago polymorpha:

Sobre esta especie, Castells, A. (1974) indica que se trata de una especie subspontánea con buenas cualidades forrajeras y capacidad para mejorar la fertilidad del suelo.

Ampliamente distribuido en todo el país, su frecuencia aumenta en los suelos fértiles, siendo escaso en suelos arenosos o de pH bajo.

Asimismo su frecuencia es mayor en suelos alcalinos, de textura más pesada y de mayor contenido en fósforo (Andrew, W. y Hely, F. (1960) citados por Castells, A. (1974)).

Su frecuencia es baja en los suelos de Basalto. En estos, los factores limitantes serían la baja tolerancia del *Rhizobium meliloti* a los pH ácidos (Fillat, A.-1961) y una gran sensibilidad de los *Medicagos* a la toxicidad de ciertos cationes (Al y Mn) y a las deficiencias asociadas con la acidez (Ca⁺⁺, Mo⁺, etc). (Castells, A.-1974)

Origen e introducción:

Acerca de su origen Castells, A. (1974) indica que las especies anuales de *Medicago* son originarias del Mediterráneo y se han naturalizado en regiones de clima similar en el mundo.

Es probable que su introducción en el Río de la Plata date de la época colonial. Las primeras introducciones pueden haberse hecho con el heno para los caballos o en la limpieza de las bodegas de los barcos, así como posibles impurezas en las semillas de otras especies, posiblemente alfalfa.

Su diseminación resulta fácil de explicar a través del ganado, porque sus frutos presentan gloquidios, que le permiten adherirse a la lana o el pelo, siendo así transportados a largas distancias.

Por otra parte sus semillas pueden atravesar el tracto digestivo sin sufrir alteración en su poder germinativo.

Actualmente el *Medicago polymorpha* se encuentra en todas las regiones templadas de clima medianamente húmedo y de suelo fértil.

Otro carácter importante en base al cual se adaptó y colo-

nizó gran diversidad de suelos es su carácter anual que le permite superar las sequías de verano en estado de semillas, las cuales presentan un elevado porcentaje de semillas duras.

El hecho de ser autógama, determina una alta semillazón poco dependiente de la existencia de insectos polinizadores, cosa que no acontece con otras especies, con la ventaja asociada de que las poblaciones de un solo propágulo son altamente homogéneas, siendo capaces de colonizar el medio en unas pocas generaciones.

Basta pues que una planta se adapte para que domine rápidamente. Esta homogeneidad de los diferentes ecotipos ha sido determinada claramente en la Estanzuela (Castells, A. -1974).

Descripción:

Planta autógama, anual, postrada, subglabra, hojas con estípulas lanceoladas de hasta 15 cm de longitud. Presenta flores formadas en racimos axilares con una a siete flores. El fruto es una vaina en espiral levogira, con dos a seis o siete espiras de cuatro a diez milímetros de diámetro. Presenta nervios laterales unidos al dorsal, en los cuales nacen puas o espinitas acanaladas en la base de diferentes tamaños según la variedad.

Taxonomicamente responde a la siguiente clasificación:

Familia-LEGUMINOSAE
 SubFamilia-PAPILIONIDAE
 TRIBU --TRIFOLIEAE
 Genero - MEDICAGO
 Sección- Spirocarpos
 SubSección-Leptospiras (*M. arabica*, *M. polymorpha*, *M. mínima*)

En la especie *M. polymorpha*, existen según Burkart (1967) cinco variedades:

VARIEDAD	GLOQUIDIOS	ESPIRAS	FORMA DEL FRUTO
<i>polymorpha</i>	ganchosos	4-6	cilindrico ovoide 6-10mm
<i>vulgaris</i>	ganchosos	2-4	discoidal, 4-7mm
<i>brevispina</i>	breves	2,5-3,5	discoidal
<i>confinis</i>	nulos o pequeños	2-4,5	discoidal o brevemente cilindrico.
<i>polygira</i>	nulos	4,5-6,5	cilindrico

Por su parte Heyn, C. (1963) citado por Castells, A. (1974), separa en el Medicago polymorpha tres variedades: polymorpha, vulgaris y brevispina.

El M. polymorpha es un diploide de $2n=16$; esta especie no tiene antecedentes de mejoramiento por lo que no existen cultivares, su difusión se ha hecho en base a semillas provenientes de poblaciones naturales.

Comportamiento en condiciones naturales:

Las poblaciones de esta especie encontradas en el país tienen características vegetativas semejantes, porte prostrado, crecimiento inicial lento y un crecimiento rápido a fines de agosto-setiembre y principios de octubre. Comienza a florecer a fines de agosto y principios de setiembre y continúan haciéndolo y fructificando hasta que la humedad del suelo se hace limitante.

Los frutos maduran en general en los meses de noviembre y diciembre (Rosengurt, B. -1946).

En general existe una clara tendencia que indica la presencia de ecotipos más tempranos en la zona de Basalto y más tardíos en la zona Este.

El amplio período de floración del trebol carretilla, ocurre cuando las condiciones son más propicias para la producción de semillas y le permite a la especie producir las aún ante heladas tardías o sequías tempranas.

Presenta crecimiento débil los primeros meses, dando pastoreo desde mayo o junio, para adquirir vigor en julio y agosto, llegando al máximo de producción a partir de setiembre en adelante.

La producción de forraje en el primer año de siembra puede ser baja y tardía, pero en las regeneraciones (resiembrada natural) resulta altamente productiva y más temprana pudiéndose pastorear desde abril o mayo. (Cátedra de Forrajeras - E. E. M. A. C.)

El porte prostrado le permite adaptarse al pastoreo, aún en condiciones severas, siendo capaz de florecer y semillar. Presenta elevado porcentaje de semillas duras, el cual está dado por esta dado por su tegumento impermeable a la imbibición de agua e intercambio de gases, constituyendo un carácter importante en un clima tan particular como el nuestro.

Su aporte de nitrógeno al suelo es elevado, estando después del trébol blanco, con un aporte aproximado de 80 Kg de nitrógeno por hectárea y por año (Silva, M -1966) a 173 Kg de N/HA/año (Blanchoud, G. -1968). Castro, E. (1969) encontró que era capaz de fijar entre 50 a 65 Kg/N/HA/año.

Para ver la adaptación que ha experimentado el trebol carretilla a nuestras condiciones de veranos secos, podemos comparar las cifras proporcionadas por Castells respecto al porcentaje de germinación de *M. polymorpha* que oscila en un promedio de 2.3% para el primer año y en un 20% para el segundo año, para un ecotipo del Basalto, con los porcentajes de germinación del trebo subterráneo var. Mount Barker que registró para el primer otoño un 40 % de germinación. Esta diferencia se debió a una mayor susceptibilidad de este último a las lluvias estivales.

Otro carácter ventajoso del *polymorpha* es la disminución de su germinación al aumentar la temperatura en un rango de 15 a 20 grados (Andrew W.D. -1965), mientras que habría una clara dependencia del subterráneo para germinar a temperaturas mayores a 25 grados centígrados (McWilliams et al (1970)). (Ambos autores citados por Castells, A, 1974).

Los trabajos de Medero et al (1958a, 1958b, 1958c) han demostrado las bondades del Medicago polymorpha y las amplias posibilidades que ofrece para la mejora de los campos naturales. El carretilla es el principal responsable de la respuesta de las pasturas naturales a la fertilización con fósforo.

Su inclusión en el tapiz por medio de maquinas a zapatas o siembras en cobertura, ha sido exitosa, como lo demuestran los ensayos realizados por el Centro de Investigaciones Agrícolas y los resultados logrados por el Plan Agropecuario en el uso extensivo de dicha técnica.

M. polymorpha var. confinis:

Se lo encuentra en el país en forma escasa, probablemente por su baja capacidad de difusión (carece de gloquidios). Fue dado a conocer por Rosengurt, B. en 1943 siendo posteriormente clasificado por Burkart.

Presenta facilidad de implantación en la pradera natural, rápida extensión posterior y seguridad en su cultivo.

Al no poseer gloquidios no desmerece la calidad de la lana. Es irregular en la producción de semillas exigiendo buenas lluvias a principio de la primavera, siendo su ciclo de crecimiento corto. Su rendimiento de materia seca por año a llegado en tierra arada a superar los 7000Kg/Ha (Medero, B. -1958)

Los grupos de Forrajeras y Suelos (E.E.M.A.C. -1969) concluyen respecto a esta variedad que se presenta como una de las más promisorias, siendo de buen crecimiento invierno-primaveral.

Semilla abundantemente logrando una buena performance al segundo año, llegando a superar en algunos suelos al trebol subterráneo.

Trifolium subterraneum:

De los múltiples ensayos realizados sobre suelos de Basalto para introducir leguminosas, el trébol subterráneo y el Lotus corniculatus son las especies forrajeras más promocionadas y destacadas. A continuación indicaremos sus características más importantes.

Origen e introducción:

El trebol subterráneo es una especie anual, originaria del Mediterráneo. A pesar de ser una leguminosa de poco valor forrajero en su zona de origen, se ha convertido en una de las mejores para la zona templada.

En nuestro país es mencionada por primera vez en 1821 en una carta que Augusto de Saint Hilarie dirigiera al Pbro. D.A. Larrañaga.

En 1931 la Estanzuela recibió desde Tasmania una partida de semillas que no prosperaron.

En 1948 se inició un trabajo de evaluación de variedades en la Facultad de Agronomía y en la Estanzuela.

Es una especie tolerante a gran variedad de suelos, en tanto se le aporten buenos niveles de fósforo (Cátedra de Forrajeras, E.E.M.A.C.).

Descripción:

Anual, invernal, autógama, hábito prostrado, presenta una inflorescencia formada de 3 a 7 flores papilionáceas. Frutos tipo canasto cuyos pedúnculos se alargan enterrándose una proporción variable de los mismos.

Las semillas presentan distintos tipos de marcas o manchas en los folíolos, estípulas y cálices, debido a la presencia de antocianinas, que permiten identificar las variedades al estado vegetativo.

Las variedades más importantes introducidas al país son: Yarloop, Clare, Bacchus Marsh y Mount Barker (Cátedra de Forrajeras, E.E.M.A.C.).

Comportamiento en condiciones naturales:

El trebol subterráneo en general, no puede competir con leguminosas más productivas, por lo que su siembra no se justifica en zonas de suelo fértil y con disponibilidad de agua en verano.

Germina con las lluvias de otoño (aunque puede hacerlo en proporción variable con las lluvias estivales) y puede mostrar

un primer crecimiento rápido, dependiendo de la temperatura y humedad.

Florece a fines del invierno o en primavera según la variedad y requieren un mes de condiciones ambientales apropiadas para obtener una buena semillazón.

El enterrado del fruto presenta importancia desde el punto de vista de la supervivencia, depende de: la variedad, el clima y el suelo. Variedades tempranas como el Yarloop tienden a enterrar más los frutos. A su vez, el enterrado de los frutos es mayor en climas secos y calurosos que en climas húmedos y disminuye en proporción a la cubierta vegetal del suelo. En suelos arcillosos el enterrado es menor que en suelos más livianos.

El porcentaje de semillas duras es mejor que el *M. polymorpha* incidiendo la temperatura y la sequedad en aumentar la pérdida de dureza (Cátedra de Forrajeras, E.E.M.A.C.).

Quinlivan (1968) ha determinado que si se eliminaba el rastrojo, el ablandamiento aumentaba en un 43.7%. También demostró el efecto de diferentes temperaturas sobre el ablandamiento.

Desde el punto de vista del aporte de nitrógeno, el mismo se calcula en 20 Kg. de Nitrógeno/Ha/año, coincidiendo en el aporte determinado por Castro, E. (1969). Este último determinó un aporte directo equivalente a 50 Kg de N/Ha/año.

Resumen del comportamiento de las diferentes variedades:

YARLOOP: tiene un hábito de crecimiento muy especial, pudiendo interceptar la luz aún en los lugares de vegetación alta, debido a la longitud de sus pecíolos. Posee una gran precosidad y buen crecimiento otoñal por lo que da en invierno una buena masa de forraje. Ha mostrado una buena agresividad en las resiembras naturales. Es de alta adaptabilidad a suelos húmedos o saturados por períodos largos, característica, que presentan algunos suelos superficiales en invierno.

BACCHUS MARSH: esta variedad es de muy buen crecimiento otoñal e invernal y de ciclo primaveral prolongado, se destaca por su vigor, dando muy buenos rendimientos. Su ciclo es similar al Mount Barker, aunque se seca antes en las resiembras naturales.

MOUNT BARKER: presenta ciclo más largo que el B. Marsh, secándose una o dos semanas después. Su crecimiento invernal es algo inferior, aunque constituye la principal variedad sembrada en el país.

CLARE: en general ha presentado un comportamiento errático.

Lotus corniculatus:

Origen e introducción:

Es indígena de Europa y se encuentra en todo el continente, excepto Finlandia. Francia e Italia son los países que más la utilizan para pasturas sembradas y es precisamente de allí, de donde el Uruguay ha importado la mayoría de las partidas de semillas de esta leguminosa.

Descripción:

Es una especie perenne de ciclo estival. Su apariencia general recuerda a la alfalfa, pero sus tallos son más finos. La planta desarrolla una corona al final del primer año en la base de los tallos, de donde crecen los nuevos rebrotes anualmente en la primavera o después de una defoliación. En régimen de pastoreo, los tallos se disponen parcialmente acostados, resultando matas densas.

Las hojas se encuentran a lo largo del tallo y están formadas por cinco folíolos, uno terminal, dos opuestos y dos más en la base del pecíolo. Son generalmente lanceoladas, con bordes lisos y nervadura marcada.

La inflorescencia es amarilla o de color anaranjado, dispuestas en umbelas nacidas en el extremo de un largo pedúnculo; el número de flores por inflorescencia varía de tres a siete, con un promedio de cinco. Es de fecundación entomófila.

Las chauchas se disponen de tal forma que radian de un punto a la manera de los dedos de un pájaro, de donde proviene su nombre inglés de Birdsfoot con el que también se le conoce (Repartido de Forrajeras-1969).

Los frutos a la madurez miden de 2 a 3 cm de longitud por 3mm de ancho, contienen de 10 a 15 semillas y alcanzan su madurez fisiológica unos 27 días después de la polinización. Las semillas son globoso-comprimidas, castañas de 1.4 a 1.6 mm de longitud.

Una de las características importantes de la especie, es su alto grado de dehiscencia en la madurez, especialmente cuando la humedad relativa cae debajo del 40%, favoreciendo la resiembra natural, pero creando problema en la cosecha de semilla.

El sistema radicular consiste en una raíz pivotante con numerosas ramificaciones en la raíz principal y más profundas que esta. La misma alcanza en general profundidades mayores que los tréboles y cubre también superficies mayores aún que la alfalfa.

Comportamiento en condiciones naturales:

Resiste por su profundidad de arraigamiento bastante bien las sequías. Al estado de plántula es bastante mal competidor, costando mucho su instalación. Es una especie de lento crecimiento, por lo que recién entra realmente a producir a partir del tercer o cuarto año de implantada.

En nuestras condiciones el Lotus corniculatus ha mostrado menores problemas de nodulación que otras especies, lo cual favorece enormemente su resiembra natural.

Su producción de forraje comprende desde la primavera hasta fines de otoño.

El rebrote depende de los carbohidratos sintetizados por la parte aérea, por lo que no conviene el pastoreo rasante.

Otra de sus ventajas consiste en que no produce metecrismo.

El aporte de nitrógeno se calcula en 28-30Kg. de N/Ha/año según Castro, E. (1969). Por su parte Blanchoud, G. (1968) determinó un aporte indirecto de nitrógeno de 20 Kg/Há./año.

En nuestro país la variedad San Gabriel de origen brasilero ha mostrado un buen comportamiento.

3.2.2. -IMPLANTACION:

Cualquier especie que se piense introducir para mejorar la productividad de un campo debe, primero superar la productividad actual y segundo ser capaz de persistir en el tapiz.

En base a estos dos elementos consideraremos el rendimiento demostrado por la introducción de diferentes especies y su efecto mejorador en la productividad.

Bonnet, C. (1969) considera que el empleo de leguminosas anuales de ciclo invernal ofrece las mejores perspectivas para el mejoramiento del campo natural en la zona basáltica. Es así que evaluó las distintas variedades de Trifolium subterraneum, especie que estima como la más indicada. En una serie de ensayos en donde se estudiaron los rendimientos fue posible comprobar estadísticamente que en la mayoría de los suelos el Yarloop mostró la mejor performance, superando a la variedad Bacchus Marsh, la Clare y Mount Barker. (Cuadro 8)

En otro ensayo realizado por el mismo autor se incluyeron nuevas especies constatándose los resultados que se muestran en el cuadro 9. El trébol carretilla muestra un enorme incremento en el segundo año de la siembra (en el suelo negro), en tanto en el suelo rojo la mejor performance la mostró el trébol encarnado.

CUADRO 8

PRODUCCION PROMEDIO DE FORRAJE DE VARIEDADES DE T. subterraneo en Kg/Ha. de Materia Seca.

SUELOS	VARIEDADES			
	Yarloop	B.Marsh	Clare	M.Barker
Negros	2400	1784	1666	1124
Rojos	742	566	904	235

CUADRO 9

Rendimiento en Kg. de Materia Seca por Hectárea.

SUELOS	ESPECIES				
	T.subterraneo	T.Rojo	T.Encarnado	Lotus	Carretilla
Negros	774	125	745	425	1510
Rojos	460	---	1408	257	139

Origen: Miscelanea No. 7-CIAAB-.

En el mismo sentido Tarmezana, A. y Carmbula, M. realizaron una evaluación de especies y variedades en dos suelos superficiales, uno rojo (Tangarupá) y otro negro; los resultados de este trabajo se muestran en el cuadro 10 en donde los tratamientos seguidos por una misma letra no difieren entre si significativamente al 5%.

CUADRO 10

Rendimientos de Materia Seca Total en Kg/Ha. en 1970.
Forraje acumulado desde Mayo a Noviembre (Siembra a Zapatas)

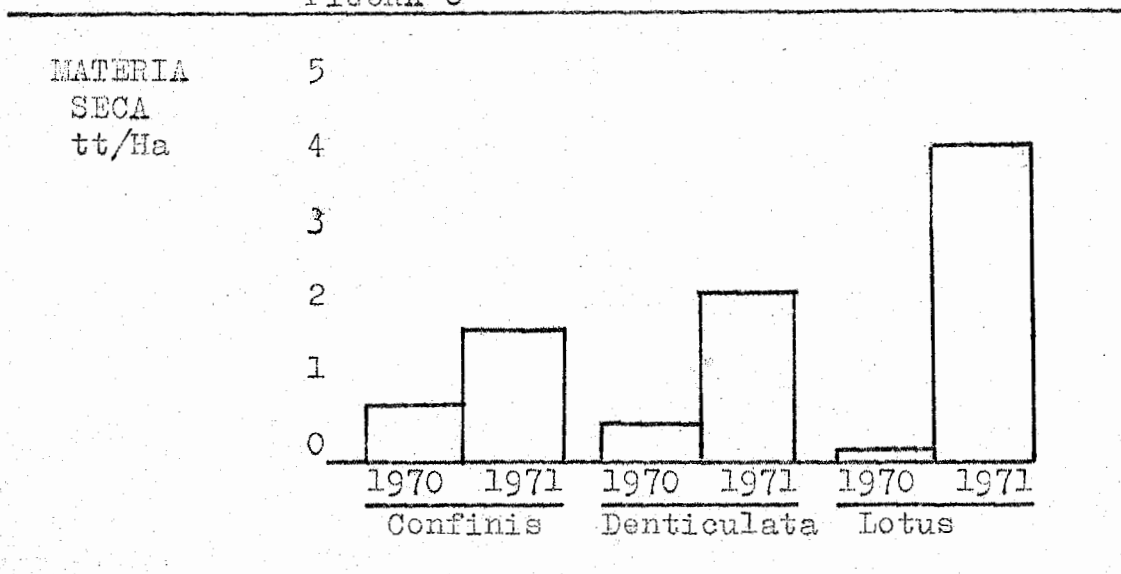
EPECIES	Paso Molle del Queguay (N.)	Tangarupá (R.)
Medicago confinis	1582ab	1450a
Medicago tribuloides	1014b	1536a
Bacchus Marsh	2495ab	2024a
Mount Barker	1108b	1825a
Yarloop	1118b	1360a
Lotus corniculatus	2989a	-----
Trifolium repens	2518ab	-----
C. Natural Fertilizado	1114b	1672
Campo Natural	977b	1429a

Por su parte Castells, D. et al (1971) estudiando los rendimientos de materia seca total de una gran número de especies encontraron que solamente el Lotus corniculatus difería significativamente del testigo campo natural.

El Lotus superó el rendimiento de las dos variedades del Medicago polymorpha, aportando un 16.7% del rendimiento total,

contra un 10.7% del *M. polymorpha* var. *denticulata*.
 A continuación insertamos un histiograma con los resultados del trabajo mencionado.

FIGURA 8



Todos estos resultados demuestran que de un gran número de especies probadas, solo unas pocas pueden ser consideradas a los efectos de someterlas a análisis más rigurosos.

3.2.3. PERSISTENCIA:

Las características de los suelos sobre Basalto determinan que la persistencia de las leguminosas pueda llegar a ser un carácter más importante que la búsqueda de especies con altos rendimientos de materia seca. Souto, S(1970) indica las siguientes características determinantes de la persistencia:

- Semillazón
- Sobrevivencia a la sequía y al frío
- Resistencia a plagas y enfermedades
- Resiembra

La persistencia es un factor deseable que puede ser ayudado por el hecho de que las especies sean perennes y en el caso de plantas anuales por la producción abundante de semillas aún en condiciones adversas.

Una buena semillazón acompañada por un alto porcentaje de semillas duras, será un factor fundamental para la persistencia de las especies anuales. La habilidad de las semillas

para resistir el efecto de las lluvias de verano sin germinar, determina la supervivencia de dichas especies.

Tarmezana, A. y Carambula, M. (1971). presentan los siguientes datos de producción de distintas especies en dos suelos diferentes en un ensayo de introducción de leguminosas en suelos superficiales sobre Basalto, mediante el uso de sembradora a zapatas, al primer año.

CUADRO 11

Número de semillas por 0,5 metro cuadrado.		
Especies	P. Molle del Quegauy (Negro)	Tangarupá (rojo)
M. confinis	6075a	69d
M. tribuloides	526d	195bc
Bacchus Marsh	984b	285ab
Mount Barker	78e	330a
Yarloop	835c	122cd

Dentro de cada localidad las especies seguidas por una misma letra no difieren significativamente entre si (0.05)

La proporción de semillas duras depende del ambiente, la especie y de la variedad, períodos de crecimiento largo provocan altos porcentajes de semillas duras (Quinlivan-1965-)

En un trabajo realizado por la Estanzuela se determinaron los porcentajes de semillas duras de algunas variedades de T. subterraneo y M. polymorpha, encontrándose porcentajes del 91.01 a 99.5% para las líneas de confinis y vulgaris respectivamente, y un 87.8% para el T. subterraneo variedad Bacchus Marsh.

Castells, A. (1974) estudió el ablandamiento de cuatro líneas de Medicago polymorpha comparando el efecto de cubrir la semilla con rastrojo o dejarla descubierta. De sus resultados se concluye la existencia de una adaptación de una variedad a diferentes condiciones ecotípicas, y que la semilla expuesta a factores ambientales pierde la dureza más rápidamente que la cubierta

CUADRO 12

Porcentaje de germinación del <u>M. polymorpha</u> var. <u>vulgaris</u> de dos orígenes y en dos condiciones (Castells, A. -1974)				
ORIGEN	1er. año		2o. año	
	Cubierta	S. cubrir	Cubierta	S. cubrir
Cerro Colorado	8.79a	10.2a	39.84a	46.55a
Basalto	1.81c	2.82c	20.11bc	19.09bc

Tarmezana, A. y Carumbula, M. (1971), evaluaron la persistencia y capacidad de resiembra de siete especies de leguminosas en los suelos superficiales del Basalto, introducidas en el tapiz mediante siembra a zapatas.

Las especies evaluadas fueron: Lotus corniculatus, Medicago confinis, Medicago tribuloides var. 173, Trifolium repens, Trifolium subterraneum variedades Bacchus Marsh, Mount Barker y Yarloop.

Los resultados encontrados muestran que en Paso Molle del Queguay (suelo superficial negro), las especies anuales que mostraron mejor comportamiento en cuanto a persistencia y resiembra fueron el Medicago confinis y las variedades de Trifolium subterraneum Yarloop y Bacchus Marsh, mientras que Mount Barker y el Medicago tribuloides tendían a desaparecer (Figura 9).

Los autores indican que a pesar de que el Yarloop y el M. confinis mostraron un buen incremento en el número de plantas, sus rendimientos de materia seca fueron pobres, debido probablemente a problemas en la fecha en que se realizaron los cortes y al grado de competencia de poblaciones exófitas.

En cambio en la localidad de Tangarupá (suelo rojo superficial) la variedad Mount Barker fue la que demostró la mejor resiembra seguida por Bacchus Marsh y el M. confinis.

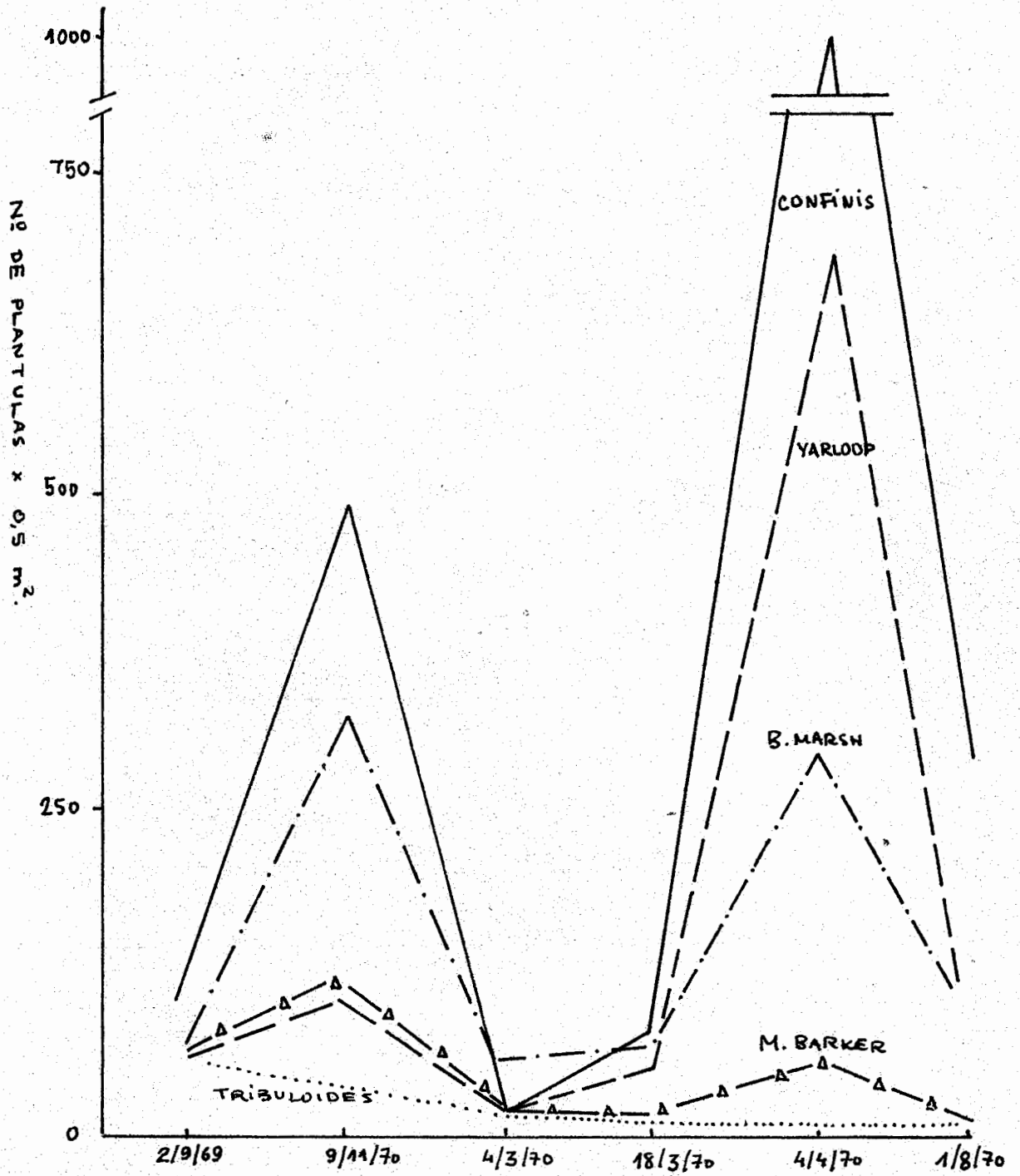
A partir de esos resultados se concluye que si bien la resiembra es una condición indispensable, no siempre un número elevado de plantas en la resiembra está acompañado por un incremento de los rendimientos.

Bonnet, C. (1969) en un trabajo de evaluación de leguminosas, encontró que las variedades Clare, Yarloop y Bacchus Marsh de T. subterraneum fueron las que persistieron en el tapiz al tercer año de experimentación a pesar de su intenso manejo. Destaca así mismo, el enorme incremento del trébol carretilla del primer al segundo año, continuándose esa tendencia al tercer año del ensayo. Por el contrario el trébol rojo mostró una marcada disminución al segundo año.

Trabajando en el mismo sentido Castells, D. et al (1971) encontraron que las tres variedades que persistieron, luego de ser introducidas mediante siembra a zapatas en el tapiz, fueron el Lotus corniculatus, el Medicago polymorpha var. confinis y el M. polymorpha var. denticulata.

El Lotus superó significativamente a las dos variedades del Medicago polymorpha en cuanto a porcentaje de resiembra y porcentaje de área cubierta, no habiendo diferencias significativas entre las tres especies en cuanto a porcentaje de instalación en Carumbé; mientras que en Tangarupá, el M. polymorpha var. denticulata mostró el mejor porcentaje de instalación

FIG. 9.



y el Lotus el más bajo; en cuanto a porcentaje de área cubierta y resiembra, el Lotus y la variedad denticulata mostraron los mejores valores.

Concluyen que la implantación de leguminosas en suelo sobre Basalto es un problema aún no resuelto, dado que el stand de plantas fue muy bajo, determinándose un fracaso total en la resiembra y persistencia de varias especies como ser: Trifolium repens, Trifolium pratense, T. subterraneum para las variedades Yarloop, Mount Barker, Marrar y Bacchus Marsh y para el Medicago tribuloides.

A pesar de su persistencia las tres especies no produjeron un incremento marcado en el rendimiento del tapiz.

Fillat et al (1972) en un informe acerca de sus observaciones sobre la persistencia de las variedades de Trebol subterráneo, indica que en general el problema fundamental de esta especie consiste en que tiende a desaparecer o a comportarse como una especie primaveral, lo que determina un bajo aporte de nitrógeno fijado y de forraje.

Para la zona de Durazno encontró que la introducción y persistencia del Medicago hispida var. confinis no plantea problema alguno y indica que "esta especie no desaparece más de la pastura, aunque no se siga fertilizando con fósforo y se sobrepastoree con lanares...".

De lo anteriormente expuesto resulta claro que solo algunas especies demuestran un comportamiento consistente, sobresaliendo en ese comportamiento el trebol carretilla tanto para la variedad confinis y vulgaris como el Lotus corniculatus. Sin embargo resulta prematuro dado el poco tiempo de experimentación realizado hacer afirmaciones más categóricas.



3-2-4. INMEDIACIÓN DE LAS LEGUMINOSAS INERODUCIDAS.

De Freitas, L. (1970) hace una apreciación que si bien está dirigida al centro este brasileño, entendemos tiene valor general: "No obstante el ritmo acelerado con que la tecnología de producción, transporte y aplicación de abonos nitrogenados se va desarrollando, las leguminosas continúan siendo el método más importante y económico de adiciones de nitrógeno en el sistema suelo-planta animal."

Los problemas de fertilidad son citados por la mayoría de los autores como una causa limitante de la implantación de las leguminosas en los suelos de Basalto. Así, Beltracini et al (1967), mencionan que los posibles causantes de los problemas de instalación son factores microbiológicos, nutricionales y de adaptación. El fósforo y el nitrógeno son mencionados como elementos que originarían problemas de deficiencia. (Dato, R., 1965) Reynaert y Cardinula (1961), intentaron evaluar la existencia de deficiencias en otros elementos nutritivos, fundamentalmente potasio y elementos traza, encontrando respuesta significativa al molibdeno.

Respuesta a la fertilización fosforada.

La deficiencia más importante en elementos nutritivos de los suelos del Uruguay, es el fósforo. (Reynaert y Cardinula, 1961).

Existen varios trabajos encaminados a determinar la respuesta de las leguminosas a la fertilización fosfatada en suelos de la salta.

Las necesidades de fósforo para el correcto desarrollo de las leguminosas y la realización de una simbiosis efectiva han sido determinadas por varios investigadores. Morrison, 1966; Mars, 1961; De Lehen, 1955; Drake, 1966; citados por Cátedra de Forrajes, 1969.-

Aunque el siguiente trabajo de Vidiella, J.C. (1969) se refiere a un suelo soleado en la zona este del país, se incluye debido a que el mismo muestra claramente la diferencia de comportamiento ante la fertilización fosfatada de un campo natural con huida pobre en leguminosas, y del mismo campo sembrado con leguminosas en cobertura.

Cuadro 13:

Respuesta a la fertilización fosfatada del campo natural y sembrado en cobertura. (Kg. de N. verde/ha)

Método de Mejoramiento	Niveles de superfosfato. Kg/ha.					promedio
	0	100	120	400	800	
Campo natural	2825	3040	2905	3000	2920	2954
Siembra de leguminosas en cobertura	3250	5425	7010	9005	12035	7517

Vidiella, J.C. (1969)

Beltramini et al (1967), considerando los sucesivos fracasos de la instalación de pasturas sobre suelos superficiales, estudian las posibles causas de los mismos desde tres puntos de vista; el primero, que nos interesa en este momento, es el de las exigencias nutritivas del trébol subterráneo, para lo cual realizaron ensayos de fertilización. Instalaron ensayos en suelos rojos y negros de basalto, con el objetivo de determinar el efecto principal del fósforo, el potasio y sus interacciones, en el rendimiento del trébol subterráneo, usando una mezcla de las variedades Murray y Mount Barker y peloteando las semillas con cepes eficientes. El fertilizante se agregó en la línea de la sapata, empleando se cuatro dosis de fósforo: 0, 100, 200 y 300 unidades/Há; y dos niveles de potasio: 0 y 80 unidades/Há. Los rendimientos obtenidos en los ocho tratamientos se presentan en el siguiente cuadro:

14. - Rendimientos en Kg. de Materia Seca /Há.

	PoKo	P ₁ Ko	P ₁ K ₁	P ₂ Ko	P ₂ K ₁	P ₃ Ko	P ₃ K ₁	PoK ₁
S. rojo	336,88	398,72	208,95	217,48	343,28	301,66	343,28	198,3
S. negro	353,94	775,98	940,29	744,13	1067,4	840,08	1104,5	300,6

Beltramini et al, (1967)

La respuesta altamente significativa obtenida en el suelo negro con el agregado de fósforo puede deberse al reducido contenido de este nutriente en el suelo; mientras que la falta de respuesta en el suelo rojo puede haberse debido a factores físicos tales como profundidad de arraigamiento y porcentaje de humedad disponible, a factores químicos como fijación de P. por el suelo; y a factores biológicos como por ejemplo problemas en la nodulación. (Beltramini et al, 1967)

En el informe de la Cátedra de Forrajeras al Proyecto Basalto (1969), considerando los resultados obtenidos en el trabajo anteriormente mencionado, se entendió conveniente aumentar la información sobre respuesta al fósforo y al potasio. Se pretendía determinar el efecto de ambos nutrientes y sus interacciones en el rendimiento de Trifolium subterraneum, durante el primero y segundo año. Se usaron dosis de fósforo de 0, 100 y 200 unidades y se encontró que de 10 ensayos evaluados, 8 respondieron significativamente al fósforo en el año de la instalación. En la resembradura de estos ensayos la respuesta se dio en la misma forma que en el primer año, oscilando los incrementos entre 125 a 224 %.

Como puede verse, los rendimientos del segundo año son superiores a los del primero. Los autores opinan que esto es debido a una mayor densidad de semillas que favorece una implantación más efectiva, y no al efecto de la refertilización. También citan a Tobler (1968), quien indica que no existiría aluminio libre en los suelos, incluso los de mas bajo pH, que pueda afectar la fijación de fósforo.

Empleando L. subterraneum var. Mount Barker como planta indicadora, se determinó que la deficiencia en fósforo parece algo menor en los suelos rojos que en los negros, encontrándose diferencias significativas en el rendimiento a niveles de hasta 120 Kg. de fosfato en el suelo rojo, y hasta 180 Kg. en el suelo negro. (Bonnet, C. 1969)

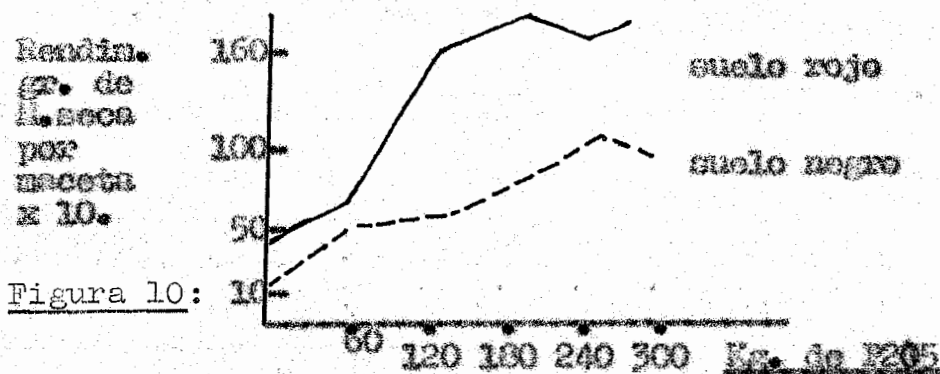


Figura 10:

(Tomado de Bonnet, C. 1969)

Otros trabajos muestran respuesta positiva al fósforo del L. subterraneum var. Mount Barker y Tallapoek, en una pradera negra profunda sobre basalto, y en grumosol sobre basalto. (Reynaert y Cardábul, 1961)

Cardábul, M. (1964), señala que cualquiera sea la leguminosa que se instale en nuestro país deberá recomendarse la fertilización fosfatada, previa básica para la instalación, cualquiera sea el método empleado.

Por su parte, Moir, B. H. G. y Reynaert, B. (1960), realizaron 14 ensayos de introducción de leguminosas en campo natural en distintos suelos, usando L. hispida var. confinis; L. subterraneum var. M. Barker y Karlook; L. repens var. S. 14; y Lotus corniculatus var. S. Gabriel.

Empleando distintos dosis de super e hiperfosfato, encontraron para una pradera negra profunda sobre basalto, que las especies que se adaptaban a ese suelo eran L. hispida var. confinis y Lotus; y recomiendan fertilizar con hiperfosfato a razón de 200 a 300 Kg/Ha en el primer año, y refertilizar con 150 Kg/Ha

en cobertura cada dos años.

Así mismo, en un regosol sobre basalto en el Departamento de Durango, aconsejan mejorar la pastura con confinis, y fertilizar con las mismas dosis que antes.

Breakevell, (1961), está en desacuerdo con una fuerte fertilización fosfórica en el momento de la siembra sin repetición del tratamiento hasta luego de unos años, y se pronuncia en favor de "aplicaciones de 200 a 300 Kg/Há a la siembra y referertilización en cobertura en dosis leves, pero regulares y anuales".

Reynaert y Carabula (1961), recomiendan para una pradera negra profunda sobre basalto, la aplicación de 80 a 90 Kg. de P₂O₅ en el primer año; y para un gramosol sobre basalto, 40 Kg. por Há. el primer año.

La Estanzuela (Bol. de divulgación N°5) indica a su vez, para las praderas convencionales en la zona de basalto, que sólo pueden establecerse en los suelos profundos, las siguientes dosis:

- 1- Fosforita. 400 Kg/Há de hiperfosfato en la siembra, y referertilizaciones a los dos años con 200 Kg/Há.
- 2- Superfosfatos. 500 Kg/Há de superfosfato común, y referertilizaciones cada dos años con 300 Kg.

Y para las siembras en cobertura, zapatas o campo natural, en suelos superficiales:

- 1- Fosforitas. 400 Kg/Há de hiperfosfato a la siembra, referertilizando cada dos años con 300 Kg.
- 2- Superfosfatos. 400 Kg/Há de superfosfato común en la siembra, y dos referertilizaciones anuales de 200 Kg.

El uso de hiperfosfato sería adecuado en los suelos no calizos basándose en el hecho de que aparentemente la disponibilidad de fósforo se haría en un lapso mas largo resultando en consecuencia la utilidad (rendimiento) por unidad de P₂O₅ mayor.

El superfosfato podría utilizarse para las referertilizaciones anuales. (La Estanzuela, Bol. de divulgación N° 5).

1-2-4-2. Respuesta a la fertilización potásica

Bonnet, C (1969), en un ensayo de omisión, determinó que no existía disminución del rendimiento al omitir el potasio de una fórmula fertilizante completa.

En el informe de la Cátedra de Forrajeros al Proyecto Basalto (1969) se resume un trabajo de Daltravini (1967), diciendo

que con respecto al potasio se citan como posibles causas de la respuesta al mismo, el bajo contenido en este elemento en el suelo negro, como también efectos relacionados con la fertilización fosfatada.

Mientras que la ausencia de respuesta en el suelo rojo podría deberse a su mayor contenido en potasio.

En ese mismo informe se publican los resultados de los años 1967 y 68, concluyéndose que los suelos que responden al agregado de potasio tienen contenidos de este elemento del orden de 0,3 a 0,4 meq./100 gr. Sin embargo algunos suelos respondieron negativamente, y sus contenidos oscilaban entre esos valores y 0,5 a 0,6 meq./100 gr.

Finalmente, algunos suelos que no presentaron respuesta contenían 0,3 a 0,4 meq./100 gr.

Los autores concluyen que con los datos disponibles respecto a la respuesta al agregado de potasio, no se deduce nada importante.

Indican además que no se tiene claro cuáles son los mecanismos que regulan el contenido de potasio en el suelo, siendo éste generalmente bajo. Dada la importancia de este nutriente en la producción y calidad de las semillas, aspecto fundamental de una buena persistencia, entienden importante continuar los estudios sobre este elemento.

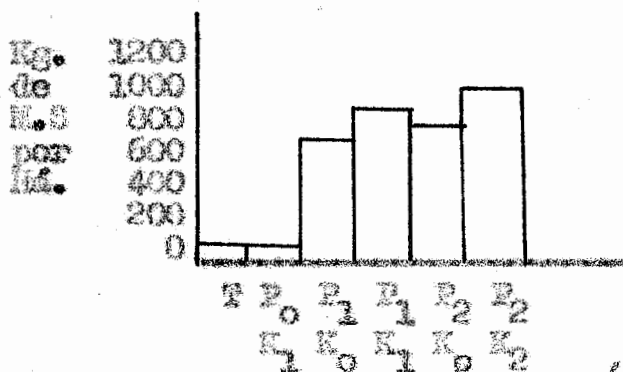
3-2-4-3 Efecto de la Interacción P-K.

A partir de los datos de Beltracchini et al (1967) se determinó la existencia de interacción en el efecto de estos dos nutrientes, dado que en ausencia de potasio aparecieron diferencias significativas a nivel F_5 , respecto al testigo. En cambio, en presencia de 60 unidades de potasio, la diferencia significativa respecto al testigo se manifestó a partir del nivel F_2 ; aunque esto ocurrió solamente en el suelo negro.

Así mismo Bernet, C (1969), en un ensayo de fertilización PK en un suelo negro, encuentra los siguientes resultados, en los cuales se evidencian mayores rendimientos para los tratamientos P_1K_1 y P_2K_2 , respecto a los tratamientos que incluyen K_0 .

Figura 11:

Rendimiento del T. subterráneo. Kg. de M. seca por H_a.



(Bernet, C. 1969)

En el informe de la Cátedra de Ferrajerías (1969) se determinó la existencia de interacción en tres ensayos. En uno de ellos asociada a un efecto principal del potasio, que reduce los requerimientos. (interacción negativa).

Asimismo, Saccoccia (1969), indica que la respuesta al potasio se ha observado siempre en presencia de fósforo, y cuando el contenido de los suelos es menor de 0,4 meq. de P/100 gr.

3-2-4-4. Calcio y Encalado.

En el mencionado informe de la C. de Ferrajerías, (1969), se pone en evidencia, a través de la revisión de varios trabajos, la importancia del calcio para las leguminosas. Uno de sus principales efectos se ejerce a través de las alteraciones del pH del suelo, lo cual regula el suministro de molibdeno. (Anderson y Arnot, 1953)

El calcio mejora la nodulación al aumentar la sobrevivencia de los *Rhizobium* en el suelo. (Alfred y Anderson, 1956).

El efecto del calcio también podría deberse a la liberación de magnesio por intercambio catiónico, siendo este elemento más importante que el calcio para el crecimiento del *Rhizobium*. (Marignaff, S y Schroder, B; 1969).

El calcio tiene marcado efecto en la fijación de nitrógeno por el trébol subterráneo. (Lomasagan, 1969).

Se concluye que el calcio afecta la fijación de nitrógeno por el trébol subterráneo, debido a sus efectos de suministro de metabolitos al nódulo, y por su participación en la bioquímica de la fijación. (Johann, 1977), (River, U.S. 1962)

Reyncoert y Garabula (1961) estudiando las deficiencias de elementos en algunos suelos, constataron un efecto depresivo del calcio en cinco de ellos. Sugieren como causa un posible desequilibrio de los elementos nutritivos; no obstante estos resultados no significan que la aplicación de carbonato de calcio como corrector del pH sea ineficaz.

Respecto a la disponibilidad de fósforo por efecto del encalado, Zamalvide, J, et al (1971), sugieren la posibilidad de una alta fijación del fósforo agregado por el aluminio intercambiable, en algunos suelos de basalto que presentaban un nivel inicial de fósforo muy bajo y pese a lo cual no se encontró respuesta significativa a la fertilización fosfatada. El suelo usado en este trabajo tenía 59% de arcilla; 7,5 de Materia Orgánica; 2 ppm de fósforo determinado por el método Bray M1; pH = 4,7; CIC = 41,3 meq/100 gr.; e H. titulable a pH 7, 5,5 meq.

Los autores dispusieron un ensayo de encalado, usando dos dosis de carbonato de calcio puro, equivalentes al hidrógeno titulable y a la mitad de esa cantidad. (7000 y 3500 Kg/Ha). Se usaron cuatro dosis de fosfato monocalcico marcado, equivalentes a 0;30;60 y 90 Kg/Ha de P205.

Concluyen los autores que existe respuesta significativa al fósforo a todos los niveles de cal y que hay un efecto depresivo de la cal que actuaría produciendo una menor disponibilidad del P. Este efecto se debería a una combinación de los efectos sobre el equilibrio de las formas inorgánicas del P, y sobre la mineralización del P. orgánico. Estos autores han encontrado efecto depresivo del escalado en otros dos suelos ácidos.

3-2-4-5. Respuesta al azufre.

Se ha determinado efecto depresivo a nivel significativo, cuando se agregaba azufre a un suelo negro. Se ignora la causa de este efecto, aunque no se descarta la posibilidad de que se deba a la fuente de azufre utilizada. (S elemento). (Beltracini, E. et al, 1969)

Cuadro 15: Rendimiento, en Kg/Há de H.S.

	PK	PKS	PKMS	PKL
suelo rojo	430,7	392,3	206,8	194,02
suelo negro	1714,3	1283,5	1298,5	1515,9

(Beltracini et al, 1969).-

En la resiembra de estos mismos ensayos, no se encontró respuesta al agregado de azufre. (Labella, S. et al, 1969)

Se trató de determinar la posible existencia de deficiencias de P, K y S en el suelo, trabajando con P. subterráneo. (Bonnet, C. 1959). Se constató, entre otras cosas, una tendencia a responder al agregado de S y Mo, en presencia de fósforo, en un suelo negro.

También sobre ese suelo negro, los tratamientos que incluían P+osforo y azufre; e P y Molibdeno, superaron significativamente al resto.

3-2-4-6. Micronutrientes.

Se estudiaron los efectos del Zn, Cu, Mo, Co y Ni, y todas las combinaciones de dos de estos elementos. Se determinaron diferencias sólo para los tratamientos Zn-Mo y Cu-Co, sin embargo estas diferencias no eran significativas con las parcelas testigos. (Beltracini, E. et al, 1969).

Labella, S. et al (1969) tampoco encontró diferencias significativas en las resiembras del ensayo anterior, pero destacan que el tratamiento Cu-Mo superó al testigo en un 161% en los suelos rojos, y en un 185% en los negros, al primer corte. Se concluye que dado los pH de algunos suelos, no sería extraño que el Mo fuera insuficiente cuando se realizan fertilizaciones fosfatadas.

Bernet, O. (1969), determinó, en un ensayo de oración, que los tratamientos -N₀; -N_g y -N_h; diferían significativamente con respecto a la fórmula fertilizante completa, en un suelo rojo. En suelo negro, en tanto, sólo mostró diferencias significativas en ausencia de N_g.

3-2-4-7. Nitrógeno.

Se ha estudiado el efecto del nitrógeno inorgánico sobre la nodulación. (Carriñola, H. 1967).

El efecto del sulfato de amonio sobre la nodulación y el crecimiento de Medicago polymorpha var. confinis, se estudió en macetas fertilizadas con 100 unidades de fósforo y 40 unidades de potasio por M². Los niveles de sulfato de amonio fueron de 0; 50; 100; 150 y 200 Kg/M².

Se encontraron respuestas significativas a dosis bajas, con rendimientos dobles que los del control, pero el número de nódulos sufrió reducción.

El nitrógeno inorgánico fue más efectivo en las aplicaciones tardías, lo que llevaría a sugerir, según el autor, que las plantas noduladas con rizobio, sufrirían déficit de nitrógeno al final del ciclo, cuando las condiciones ambientales favorecen su rápido crecimiento.

3-2-5. Inoculación.

El éxito de las leguminosas en el mejoramiento de las pasturas naturales está asociado con la habilidad de las mismas para fijar el nitrógeno atmosférico, por medio de la simbiosis con los bacilos específicos del género Rhizobium. Esta asociación particular entre bacteria y planta es considerada como la más importante desde el punto de vista humano. (Vincent, J. H. 1970)

En la tecnología agrícola actual se considera indispensable la inoculación de las semillas de las leguminosas con sus Rhizobium específicos, como forma de asegurar el establecimiento de una simbiosis efectiva.

Esto requiere la selección de las mejores cepas fijadoras para cada especie, que además deben adaptarse a las condiciones particulares del medio en que se las use; y genera una actividad industrial basada en la fabricación de inoculantes comerciales, a partir de esas cepas seleccionadas.

En el Uruguay, la selección de cepas está a cargo del Laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes; dependencia del Ministerio de Ganadería y Agricultura, actual M. de Agricultura y Pesca.

De acuerdo con Labandera, O. et al (1969), el Laboratorio distribuye entre los fabricantes las cepas que deberán ser usadas en la producción comercial de inoculantes para cada especie; establece los standards mínimos de concentración (N^o de Rhizobium por gramo seco de inoculante); y fija los mecanismos necesarios para la realización del control.

Diversos factores están implicados en el establecimiento exitoso de las leguminosas inoculadas, en el caso de los suelos problema del área que nos preocupa. Uno de ellos radica en las dificultades en la nodulación que se presentan debido a la acción de factores químicos, físicos y biológicos particulares de esos suelos. (Burguía, J. 1964)

En así que se ha realizado una serie de trabajos tendientes a investigar la influencia de esos factores sobre el comportamiento de las bacterias en el suelo.

Schroder, R. et al (1966) presentan la siguiente reseña:

En 1966, Quadrelli, A y Labandera, C. estudiaron las curvas de sobrevivencia en condiciones de campo, para los rizobio *trifolii* y *lotus* autóctonos e introducidos, en relación con la temperatura y humedad del suelo.

En el segundo año del mismo ensayo, Markgraf, S. y Schroder, R. (1967), comparan las curvas obtenidas con las del primer año, en el mismo lugar y en otras zonas.

Estos mismos efectúan tratamientos de riego y reinoculación en *L. subterraneum* var. *H. Parker*, con el objeto de determinar si la clorosis era debida a falta de agua por la sequía, a deficiencias de nitrógeno por fallas en la fijación, o a efectos del suelo.

En 1968, Quadrelli, A. determina qué porcentaje de infección por *Rh. trifolii* se debía a las cepas introducidas por el inoculante.

Se estudia asimismo la curva de sobrevivencia de los *Rh. trifolii* autóctonos e introducidos, en parcelas con leguminosas, sin leguminosas, con semillas peloteadas, y con semillas peloteadas y agregado de turba. (Lernociana, A. 1968-69)

Schroder, R. et al (1969), en la misma publicación, exponen resultados de 5 ensayos en los que encuentran que: el número de *Rhizobium* es superior en las parcelas inoculadas; existe mayor número de *Rhizobium* en los suelos donde las temperaturas estivales son menores; los suelos rojos dan mayor número de bacterias en Paysandú, pero no en Salto, y lo atribuyen a las características de los suelos en cuanto a porcentaje de *M. Orgánica*, de arcilla, y profundidad.

Encuentran también diferencias altamente significativas en los rendimientos de *M. seca* de las parcelas reinoculadas; y que un bajo porcentaje de los nódulos del segundo año, están formados por las cepas de los inoculantes. Concluyen que el problema de *Rhizobium* en basalto o no existe, o se limita a algunas áreas de suelos de bajo pH.

Uno de los factores físicos importante en los suelos de basalto es la temperatura, que puede afectar la sobrevivencia

de los Rhizobium. La influencia de la temperatura ha sido estudiada en estos suelos por Lorenzaro, R. Bone, S. y Schroder, R. (1972), quienes realizan ensayos de laboratorio usando cepas de *Rh. meliloti* y *Rh. trifolii*. Los autores encuentran que a 35°C se observa una mayor sobrevivencia de las cepas de *R. meliloti*, mientras que no hay diferencias claras a 40°C. Estos resultados indicarían una mayor sobrevivencia de *Rh. meliloti* a las temperaturas elevadas, lo que estaría asociado con la desaparición de *Rh. trifolii* en los meses de verano, y con la existencia de poblaciones subesporádicas de *Legioma polymorpha*.

Con la finalidad de comprobar esa posibilidad, se encará una investigación a los efectos de demostrar si las temperaturas elevadas tenían efecto diferencial sobre *Rhizobium meliloti* y *Rh. trifolii* incubados en suelo estéril en condiciones de laboratorio, usando las cepas recomendadas en el Uruguay para fabricar inoculantes para trébol subterráneo y *L. polymorpha*.

Los resultados no permiten encontrar diferencias significativas entre ambas cepas, aunque señalan una mayor sobrevivencia de *Rh. meliloti*. (Schroder, R. y Lorenzaro, R. J. 1973)

Al avance de la investigación en estos puntos, parece señalar que las fallas en la nodulación están asociadas a problemas de sobrevivencia de las bacterias en el suelo, en los períodos críticos de verano, y que la temperatura del suelo podría ser un factor de diferenciación entre las distintas cepas. Otra importancia de este modo la selección de *Rhizobium* espontáneas de los suelos del área, y en especial las asociadas a los *Medicago* subesporádicas que muestran una buena adaptabilidad y condiciones agronómicas deseables, como *Legioma polymorpha*.

Tampoco pueden dejar de considerarse los problemas relacionados con las condiciones de pH de algunos de los suelos de la zona.

Selección de cepas de Rhizobium.

La selección de cepas se realiza en el Uruguay en tres etapas: Laboratorio, Invernáculo y Campo. (García, R. de la Haza, C. y Cattirany, C. 1969).

Estos autores realizan una reseña del mecanismo de selección efectuado en el laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes, organismo que desde 1965 es quien lleva el control oficial de la producción de inoculantes y de campo. Ilustra la mayor parte de la tarea de selección de cepas que se lleva a cabo en el país.

En la selección en el laboratorio se busca establecer si las cepas empleadas son lo bastante eficientes como para incluir las en pruebas de invernáculo y campo, y se trabaja inoculando plantas que crecen asépticamente en tubos con medio artificial y en condiciones controladas de luz y temperatura, con las cepas consideradas.

Las cepas que se muestran prometedoras en el laboratorio, se someten a las etapas de invernáculo y campo. Los ensayos de

invernáculo se realizan con suelo, en envases de hojalata, don-
de se siembran las semillas peloteadas. Se controlan las con-
diciones ambientales, y luego de la cosecha que se realiza a
los tres y cuatro meses después, se determina el peso seco de
las plantas.

La selección en el campo se considera el paso más importan-
te y generalmente las recomendaciones que se hacen se basan
en los resultados obtenidos en esta etapa. Estos trabajos se
realizan en diversos lugares del país.

En la siguiente tabla, tomada del mencionado trabajo, se resu-
me la historia de las recomendaciones de cepas efectuadas
por dicho laboratorio, hasta 1970.

Cuadro 16: HISTORIA DE LAS RECOMENDACIONES DE
CEPAS.

Año.	T. sub. manos Var. Harrar	T. sub. var. Harrar	T. repens y	S. pra- tense	S. sati- va.	M. his- pida var. den- ticulata	Lotus corni- cule- tus.
1964	U-20yU-11	—	U-16	U-20	U-45	—	U-24
1965	U-20 U-27	—	U-20	U-26	U-45	—	U-24
1966	U-20 U-28	—	U-20	U-20	U-37	—	U-24
1967	U-28	—	U-28	U-28	U-37	—	U-24
1968	U-28	—	U-28	U-28	U-37	U-37	U-24
1969	U-28 U-150	U-149	U-28	U-28	U-45	U-10	U-24
1970	U-28 U-185	U-185	U-28	U-28	U-45	U-10	U-24

(Sicardi, M. et al 1969)

En los últimos años se ha ido enfriando en el
país el estudio de las leguminosas subespontáneas, principal-
mente M. palmarum (ex M. hispida), por ser una especie anual
de producción inverno primaveral, tener un elevado potencial
ferrífero, alta capacidad de fijación de nitrógeno, y no pre-
sentar problemas en la nodulación.

Este último hecho es debido a que las cepas nativas de Mh.
meliloti son efectivas, y estarían adaptadas a las condicio-
nes de los suelos de nuestro país, lo que favorecería el es-
tablecimiento de una simbiosis más adecuada. (Barato, M. et
al. 1973)

En este sentido, Labandera, O. Sicardi, M. y Batthyary, S. (1970)
han realizado un trabajo de selección de cepas de Mh. melilo-
ti en M. hispida var. denticulata, a través de su relación sin-
biótica. En este trabajo, que consta de selección en laborato-
rio, invernáculo y campo, se probaron 26 cepas de distinto o-
rigen, evaluando la formación de nódulos y la fijación de ni-
trógeno. Los autores concluyen que M. hispida var. denticulata

es un especie que presenta relación simbiótica complicada, siendo que sólo el 21% de las cepas empleadas logró un 100% de nodulación. Ninguna cepa mostró ser significativamente mejor que la usada en ese momento, U-10.

Finalmente mencionamos un trabajo de Sicardi, H. y Castello, A. (1972), quienes basándose en que H. polymorpha es la leguminosa subespontánea más generalizada en el país, en que tienen un alto potencial de fijación de nitrógeno como lo indica Silva, (1966) y Blanchoud, (1963), y en su buena respuesta a la fertilización fosforada en el mejoramiento del campo natural como señalan Molero, Pillat y Navarro (1958), realizaron un trabajo en el que estudian el comportamiento de la población espontánea de Rhizobium meliloti de los suelos de basalto, respecto a las características simbióticas con los Medicago subespontáneos de valor agronómico.

Estos autores lograron aislar 10 cepas espontáneas de Rhizobium de diferentes suelos de la zona basáltica, empleando la técnica de Lats y Vincent, e inocularon con las mismas y con dos cepas comerciales (U-10 y U-45), semillas de H. sativa; H. truncatula; H. lupulina y H. polymorpha. Encontraron un descenso en el número de Rhizobium en el suelo durante el período estival, y en general una fluctuación en la población de Rh. meliloti que acompaña el ciclo de H. polymorpha. Respecto a la fijación, considerando la asociación bacteria-planta efectiva cuando el crecimiento está entre el 70 y el 95% de los controles con nitrógeno, y altamente efectiva si era mayor que 95%, se encontró para H. polymorpha, que el 75% de las cepas produjeron asociación efectiva, y dos cepas, 490 y 493, altamente efectiva.

En H. truncatula 83% de las cepas fueron efectivas, y sólo 25% lo fue en H. sativa.

Los autores resumen que, de acuerdo a los niveles obtenidos en la fijación de nitrógeno, se puede pensar en el empleo de cepas espontáneas como para seleccionar material para los inoculantes comerciales. Y que las cepas espontáneas tienen un alto potencial de fijación de nitrógeno, principalmente en H. polymorpha y H. truncatula.

3-2-6. MÉTODOS DE IMPLANTACIÓN.

Una extensa área de los campos del Uruguay no es arable, por lo que el mejoramiento tendrá que realizarse por medio de los métodos llevados no convencionales. (Brookwell, B.J. 1961).

Cuando se trata de introducir especies forrajeras en pasturas naturales es evidente que los diferentes sistemas de labores llevados a cabo en el tapiz, tienen dos propósitos: a) controlar la competencia de las especies nativas sobre las implantadas, y b) proveer una buena cura de siembra.

El tipo de tapiz y las especies que lo componen varía notablemente con la profundidad del suelo, y esto incide en la efectividad del método de implantación que se use. (Pernazza, A. y Garibaldi, M. 1970)

Se han realizado numerosos trabajos con el fin de determinar cuales son los métodos de labores que mejor se adaptan a los suelos de basalto, en diferentes condiciones.

En 1969 se instalaron 8 áreas experimentales sobre suelos superficiales rojos y negros en la zona de basalto para comparar tres formas de instalar el trébol subterráneo en el tapiz: siembra en cobertura, siembra a zapatas y siembra a zapata con diente escarificador para romper la capa dura sobre la que caen las semillas y el fertilizante en el fondo del surco de la zapata. (Allegri, M. 1969). En el primer año de este ensayo se determinó el porcentaje de área cubierta en las zonas estudiadas, no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos. En el segundo año se efectuaron cortes para estimar la producción de forraje, y se pudo determinar que los tratamientos con zapata, superaron significativamente a la siembra en cobertura.

Cuadro 17: PRODUCCIÓN DE FORRAJE DEL TRÉVOL SUBTERRÁNEO EN EL SEGUNDO AÑO.
(Kg. de Materia Seca por Ha.)

Zona	Métodos de implantación.		
	Cobertura	Zapata	Zapata con escarificador
Cuare	1503	S. negro	3030
		1865	
Catalán grande.	2681	779	3676
		S. rojo	
Paso Campanero	75	1602	677

(Allegri, M. 1969)

Los mismos autores instalaron un nuevo ensayo sobre cinco suelos rojos y cinco negros en los que compararon la siembra en cobertura, siembra con zapatas, y siembra en cobertura con el empleo de herbicidas, en la implantación del T.

natural en suelo basáltico. Instalaron ensayos sobre dos tipos de suelos; superficiales de 0 a 17,5 cm; y medios de hasta 35 cm. Los cuatro tratamientos, en las localidades de Carumbé y Tangarupá, fueron campo natural, siembra en cobertura, siembra con excéntrica y siembra con zapatas. Las especies y variedades fueron Lolium, Medicago caninus y Trébol subterráneo var. F. March. El fertilizante, (200 unidades/Há de P2O5 y 80 de K2O) se aplicó en el surco cuando se usó zapata, si no, fue esparcido al voleo.

Las determinaciones realizadas fueron:

- porcentaje de plantas establecidas, por ciento 10 semanas después de la siembra, relacionando con el N° de semillas viables sembradas.
- número de macollas o tallos por plántula.
- pese seco de 10 plántulas.
- porcentaje de área cubierta.
- rendimiento por especie, en Kg de M.S./Há.
- porcentaje de humedad en el suelo.

Porcentaje de instalación. Para las leguminosas, este índice resultó afectado de forma variable cuando se usaba zapata. El método en cobertura fue desfavorable para Euclyptus March. La implantación de las tres especies fue ampliamente favorecida por el uso de excéntrica, como muestran los siguientes datos:

Cuadro 19:

PORCENTAJE DE INSTALACIÓN. (promedio 3 especies)

Tratamiento	Carumbé (S. superficial)	Tangarupá (S. superficial)
Cobertura	31,28	36,60
Zapatas	10,97	30,40
Excéntrica	64,41	81,67

(Ternauxana, A y Cardón La, A 1971)

Peso seco de plántulas. El tratamiento con zapatas fue el que favoreció en mayor grado a las tres especies, siempre que se tratara de suelos con buen drenaje.

Los porcentajes de área cubierta están favorecidos para todas las especies por los tratamientos con excéntrica. El tratamiento con zapatas resultó depresivo para el higrófilo. Los porcentajes de área desnuda, (tapiz destruido) son mayores cuando se usa excéntrica, en todos los suelos, pero este efecto es mayor en los suelos superficiales.

Respecto al rendimiento total de la pastura, la siembra en co

bertura superó en suelo medio al campo natural, mientras los menores rendimientos se obtuvieron con excéntrica. En Tangaripá no hubo diferencias significativas entre suelos y tratamientos.

Cuadro 20:

	CARIBIBE		TANGARIPÁ	
	Superf.	Medio	Superf.	Medio
C. natural	1349a	2412b	1358a	1607a
Cobertura	1517a	2991a	1462a	1748a
Zapatas	1146a	2563ab	1244a	1817a
Excéntrica	616b	1622c	1272a	1705a

Datos en Kg de N.S./Há.

(Fernandez y Cardinella, 1971)

Castells, D. et al (1971) evaluaron cuatro tratamientos de implantación y tres especies, para un suelo superficial y uno medio sobre basalto. No encuentran diferencias en cuanto a porcentaje de instalación, área cubierta, número de nacellos o tallos por planta, peso seco por planta; respecto a los métodos de laboreo usados, que son cobertura, zapata, zapata cruzada y excéntrica. Resultados estos para suelos superficiales.

Para suelo medio los autores encuentran que el porcentaje de instalación resulta superior cuando se usan zapata y zapata cruzada. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 21:

PORCENTAJE DE INSTALACION. (Suelo Medio)

Treatamientos	Yacchus	Corfinio	Esicras	Promedio
Cobertura	10,50	10,61	7,63	9,55
Zapata	17,25	21,12	9,31	15,89
Zap. cruzada	13,25	15,58	10,98	14,94
Excéntrica	12,33	15,58	7,59	11,63
Promedios	15,13a	15,77a	8,81b	13,20a

(Castells, D. et al 1971)

Los distintos tratamientos arrojaron asimismo diferencias significativas en cuanto a rendimiento en Kg. de N.S./Há. Se adjunta el cuadro con los valores obtenidos por los autores.

Cuadro 22:

TRATAMIENTOS. En Kg. de N.S./Ha.
COMPARACION ENTRE PROPIEDADES DE
TRATAMIENTOS.

Tratamientos	Rucinus	Naigras	Promedio
C. Natural	2643	4121	3382a
Cobertura	2492	3342	2917 ab
Zapata	2093	2924	2509 bc
E. cruzada	1596	2447	2022 cd
Excentrica	1713	2040	1877 d
PROMEDIOS	2108 a	2975 b	2541

(Castells, D. et al 1971)

Por su parte Murguía, J. (1964) compara en seis ensayos, la siembra con zapatas versus cobertura, y encuentra que ésta última fue susceptible a periodos sin lluvias luego de la siembra, pero aún cuando llovía recién a las cuatro semanas de sembrarse los resultados eran exitosos. En condiciones normales de humedad, la siembra en cobertura supera a las zapatas.

El número de plantas nacidas por metro cuadrado, varió de 37 a 147 para cobertura, y de 39 a 61 para zapata. Este último método dio mejores porcentajes de nodulación efectiva. (92% contra 83%)

A manera de resumen incluimos una descripción de las características de los labores más importantes, según Rozman, A. y Garbinala, E. (1971).

Cobertura. Este método es aconsejable en suelos con alta pedregosidad, campos demasiado desparrados o cerrillados, donde la aplicación de otro tipo de mejores sería imposible. Es muy importante eliminar al máximo la competencia de la pastura natural. Las especies que mejor se adaptan a este sistema con el trébol carretilla, confinis y Naigrás.

Zapata. Se indica para suelos superficiales con porcentajes variables de pedregosidad o con pendientes pronunciadas. También resulta conveniente un pastoreo previo intenso o el uso de rociadora para disminuirla vegetación. El método implica una alteración del tapiz de sólo 15 a 30 %, permitiendo ubicar la semilla en contacto con el fertilizante, lo cual conduce a un rápido crecimiento inicial.

Excentrica. Cuanto más alta es la proporción de suelo descubierto, mayor es la posibilidad de implantación. Los labores con excentrica no deben ser profundos puesto que la función es eliminar el tapiz sin realizar remociones importantes. En algunos casos será necesario el pasaje cruzado en ángulo de 30 grados,

con lo cual se evita invertir el suelo. Este tipo de tarea es conveniente realizarla con suficiente antelación a la siembra dado que la descomposición del tepic por la microflora involucra la inmovilización del nitrógeno y las plántulas sufrirían una deficiencia importante de este nutriente.

Implantación de praderas convencionales.

Es factible la implantación de praderas convencionales en algunas zonas de la zona de basalto, y esto no plantea problemas especiales. Se dan algunas recomendaciones en cuanto a mezclas a emplear y dosis de fertilizante.

Arias, V. (1962) menciona que una mezcla conveniente es la compuesta por 6 Kg. de Clare y 2 Kg./Ha de L. tribuloides, si el suelo no es profundo (menos de 30 cm.). Si la profundidad es mayor se puede probar con éxito 4 Kg./Ha de Lotus, 2 Kg. de trébol blanco, y una mezcla de subterráneo var. Norm Barker (4 Kg./Ha) y Clare (2 Kg.).

Respecto a la secuencia de operaciones, se recomienda arar y disquiar, procurando no afinar demasiado el suelo, para evitar el peligro de encostramiento, realizar la siembra en otoño y mantener sin pastoreo hasta agosto o setiembre. Si la brotación es lenta puede ser conveniente pastorear para controlar posibles rebrotes del raigrás anual. En el primer año se aconseja un pastoreo liviano con vacunos, para evitar la destrucción del Lotus por el lanar. Si en la mezcla se ha usado subterráneo será necesario aliviar el pastoreo a principios de noviembre para permitirle semillar. La pradera se arrea en marzo y se refertiliza.

More, P. (1962) expone conceptos generales sobre la implantación de praderas, y menciona como adecuadas, una preparación temprana del suelo, labores superficiales para disminuir el df. no por pisoteo, y no muy fino para evitar problemas de encostramiento. Menciona que el rastrojero y el arado de rejas son implementos adecuados, y que el arado de discos no es tan conveniente.

4 — CONCLUSIONES

4-CONCLUSIONES.

- 1) El problema principal en cuanto a la disponibilidad de agua de los suelos superficiales sobre basalto obedece mas que nada a la baja capacidad de retención antes que a las precipitaciones en si, como lo señalan los datos de pluviosidad recogidos en la Estación de Salto de la Facultad de Agronomía.
- 2) El exceso de agua invernal, a su vez, se debe fundamentalmente a los problemas de drenaje de estos suelos, y en segundo lugar a las precipitaciones invernales, como se desprende de los mencionados datos.
- 3) La disponibilidad de agua en los suelos, y las temperaturas que alcanzan los mismos, son los dos factores principales que afectan la estacionalidad en la producción de forraje. La selección para mejorar la calidad y productividad de las especies autóctonas adaptadas puede proporcionar una solución parcial a este problema, aún no superado.
- 4) El tapiz natural de la mayoria de los suelos del área se caracteriza por tener un bajo nivel de leguminosas autóctenas.
- 5) El tapiz natural está formado por especies perennes, de baja a mediana productividad, observándose un neto predominio de las especies perennes estivales. Esto concuerda con las oscilaciones estacionales en el rendimiento forrajero, que presenta los máximos en primavera y los mínimos en verano. Aparentemente, la adaptación ecológica propende al establecimiento de especies perennes estivales con producción de forraje relativamente buena en primavera, y con determinada capacidad adaptativa que les permite sobre llevar el período crítico de verano. Esto daría una pauta sobre las especies a ser introducidas, y estaría de acuerdo con el buen comportamiento que ha mostrado el Lotus corniculatus una vez que logra implantarse.
- 6) Los suelos sobre basalto presentan un conjunto abigarrado de diferentes tipos, con transiciones mas o menos marcadas. El principal problema de los mismos ocurre en los suelos superficiales, que muestran fertilidad natural baja, pH ácidos, texturas mas bien pesadas, nivel bajo de fósforo y absorción de este nutriente asociada a niveles medios de materia orgánica.
- 7) En los suelos profundos se mantiene la tendencia en cuanto a la estacionalidad, aunque aparecen otras especies mas productivas como Paspalum, Stenotaphrum, Lolium, Bromus, etc.

8) En cuanto a la fertilización del campo natural, existe respuesta al fósforo cuando el nivel de materia orgánica en el suelo es de medio a alto, y el mencionado nutriente es el principal factor limitante. En suelos superficiales con bajo contenido en nitrógeno, es de esperar, en ausencia de leguminosas, una respuesta nula. Si existen leguminosas naturales en el tapiz, la respuesta a la fertilización fosforada es clara. En cuanto a la fertilización NP, hay buena respuesta e interacción.

9) Respecto a la introducción de especies, es posible observar en general un mejor comportamiento de los Medicago y el Lotus sobre las especies del género Trifolium. Este parece obedecer fundamentalmente a problemas relacionados con la capacidad infestante y de supervivencia de las diferentes cepas de Rhizobium. Casi todos los trabajos de introducción realizados muestran como la especie más promisionaria a Medicago polymorpha, tanto la variedad confinis como la vulgaris.

10) Otros factores que determinan la mayor adaptabilidad de estas especies son la alta semillazón, dureza de semilla, capacidad de competencia.

11) El Medicago polymorpha se destaca en cuanto a su recomendación considerando el elevado aporte de nitrógeno que realiza esta especie.

12) Los experimentos de fertilización de leguminosas indican que existe una clara respuesta al agregado de fósforo, y dadas las características de estos suelos, la misma ocurre hasta niveles elevados de este nutriente.

13) Puede no obstante no haber respuesta a la fertilización fosforada, como ocurre principalmente en los suelos rojos, debido a causas físicas como falta de humedad y profundidad de arraigamiento, químicas, como fijación del nutriente por el suelo, y biológicas como problemas en la nodulación.

14) La mayoría de los autores recomiendan un régimen de refertilizaciones anuales moderadas.

15) La respuesta al potasio no está demostrada.

16) El encalado produce en general efecto de pre-

sivo desde el punto de vista nutricional, mencionándose problemas de disponibilidad de fósforo. El encalado para la corrección del pH es efectivo en estos suelos, pero antieconómico.

17) De los micronutrientes, sólo se logró encontrar una respuesta al agregado de molibdeno sobre todo aparentemente cuando se fertiliza con fósforo.

18) Respecto a los métodos de implantación de leguminosas en el tapiz, es posible observar que los que causan una menor destrucción en el mismo han mostrado una mayor efectividad en cuanto al rendimiento total de la pastura.

19) Dentro de las leguminosas los Medicaria son quienes compiten mejor en la implantación, fundamentalmente cuando la siembra se realiza en cobertura. Para otras especies como el Lotus, resulta crítica una adecuada preparación del suelo, en este aspecto la siembra a zapatas permitiría una mejor producción.

20) La excéntrica resulta favorable para la implantación pero tiene el inconveniente de disminuir la producción total en el primer año, y no adaptarse a todos los suelos. Su uso tendría importancia en la implantación de especies de baja habilidad competitiva, como las del género Trifolium y Lotus.

5 — PARTE EXPERIMENTAL

5-PARTE EXPERIMENTAL

5.1-Introducción:

El aporte que realizan las leguminosas a través de la fijación simbiótica resulta sumamente interesante teniendo en cuenta el elevado costo de la fertilización nitrogenada.

Estimaciones realizadas en cuanto a la magnitud de este aporte, arrojan valores de 100 a 200 Kg. de nitrógeno que es fijado por año y por hectárea.

Teniendo en cuenta que 100 Kg de nitrógeno corresponden a 500 de sulfato de amonio es fácil comprender su enorme significación económica.

Por otra parte, dado que el nitrógeno fijado simbióticamente se encuentra en forma orgánica habría poca perdida y por lo tanto sería equivalente a una aplicación efectiva mayor que 500 Kg de nitrógeno como sulfato de amonio (Date, R.-1970).

Así, la necesidad de un buen establecimiento de las leguminosas resulta económicamente importante para la producción agrícola en cuanto que una leguminosa bien nodulada trae como consecuencia de la fijación de nitrógeno, forraje de mayor calidad, mayores rendimientos de materia seca y una mejora en la fertilidad del suelo.

Estos beneficios son solo obtenidos cuando el rizobio apropiado está presente en el suelo para formar los nódulos fijadores de nitrógeno.

En el problema que nos ocupa, dada la escasa presencia de leguminosas autóctonas en el tapiz natural, es necesario continuar el estudio de las especies subespontáneas y/o introducidas teniendo en cuenta fundamentalmente el aspecto rizobiológico, dado que la presencia de rizobios en el suelo está determinada fundamentalmente por la presencia de leguminosas huéspedes adecuadas.

Estudios realizados por Bonnet, C. (1969), Schoeder, E. y Markgraff (1967) han señalado la presencia de una población de rizobios, la cuál mostró una marcada estacionalidad, con un descenso en el período estival alcanzando su valor máximo en el otoño. Esta oscilación estuvo más relacionada con la temperatura que con la humedad del suelo.

Esto concuerda con lo observado por Beltramini et al (1967) quienes verificaron un descenso durante el período seco en el número de Rhizobium trifolii nativos en

un suelo rojo. Al realizar un recuento en febrero no fue posible detectar su presencia. Los mismos autores destacan la ausencia de Rhizobium trifolii nativos en un suelo negro sobre Basalto. Atribuyen la persistencia del rizobio en el suelo rojo a la presencia de Trifolium polymorpha que es un componente normal de la asociación florística del suelo. No pudieron comprobar la presencia de rizobios naturales específicos para el Lotus corniculatus.

Dadas las características físicas y químicas de la región que nos ocupa, resulta importante la selección de cepas ecológicamente adaptadas con alta infectividad, eficiencia y sobrevivencia que nos permita un adecuado resultado económico.

Este punto resulta fundamental dado que ha sido posible comprobar reiteradamente que las cepas comerciales empleadas eran incapaces de mantenerse de un año para otro (Schoeder, E. et al-1969).

En este sentido el proceso de selección debe cubrir las siguientes etapas:

- 1-Evaluación de la capacidad fijadora en condiciones controladas.
- 2-Evaluación de cepas en invernáculo usando un suelo problema.
- 3-Evaluación a campo y confrontación de los resultados con los obtenidos en las etapas anteriores.

En el presente trabajo se han realizado solo las dos primeras etapas, dado que la tercera no pudo llevarse a cabo por razones económicas. Sin embargo consideramos que la misma es fundamental en tanto que es en base a ella que se realizan las recomendaciones (Labandera et al-1970).

5-2.-Comportamiento de tres cepas de Rhizobium meliloti a dos niveles de pH.

5.2.1.-Introducción:

El objetivo del presente ensayo en el laboratorio es verificar el comportamiento de dos cepas comerciales(U-10 y U-240) y una autóctona no comercial(R-490) de Rh. meliloti a dos niveles de pH(5 y 7).

Según Anrew(1962) los efectos de la acidez del suelo en la nutrición de las leguminosas pueden ser desdoblados en los efectos de la concentración de iones H^+ , deficiencias de calcio y molibdeno y niveles tóxicos de aluminio y magnesio. Los efectos indirectos según este autor son: translocación del calcio, magnesio y fósforo, baja capacidad de intercambio, inhibición en el ciclo del nitrógeno y en la fijación, además de la acumulación de ácidos orgánicos y otros compuestos tóxicos.

Norris(1964) registra como límites para el crecimiento en cultivo puro un pH 5.0 para el rizobio de la alfalfa y 4.5 para el de los tréboles y postula que esos datos serían similares a los de la sobrevivencia en el suelo.

Vincent(1965) le asigna importancia al pH del suelo en la ocurrencia y sobrevivencia del rizobio, el cual presenta una gran diversidad de tolerancia.

Según Date(1970) los valores limitantes de la acidez del suelo para la sobrevivencia del rizobio y la formación de nódulos para los medicagos es de 5.8 a 5.9.

Robson et al(1970) trabajando en un suelo moderadamente ácido con Rh. meliloti y utilizando como huésped el Medicago truncatula cv. Cyprus encontraron que el crecimiento del Rh. meliloti aparecía como más sensible a la acidez del suelo que al crecimiento de las plantas huésped de especies anuales de Medicago. Sugieren que cepas de Rh. meliloti más tolerantes a la acidez permitirían a las especies anuales del genero Medicago crecer exitosamente.

Kornelius et al(1972) trabajando en invernáculo con suelos basálticos consideran que los factores ligados al suelo(especialmente pH y microbiológicos)son más importantes que la temperatura y la humedad para la sobrevivencia de los rizobios.

Desde que pH entre 6.5 a 7 son considerados generalmente óptimos para la mayoría de los rizobios(Date-1970) y teniendo en cuenta a Norris(1964) en el presente ensayo se tomaron

dos valores extremos tendientes a establecer un rango que orientara futuros trabajos en este tema.

5.2.2.-Materiales y metodos:

El ensayo se realizó en solarío, en tubos de ensayo de 20 x 2.5 cm utilizando como soporte de las plantas medio Jensen (Jensen-1942-).

El pH del medio fue ajustado con un potenciómetro Beckman. La especie utilizada fue Medicago polymorpha. Las cepas empleadas se indican en el siguiente cuadro:

<u>Cepas</u>	<u>Origen</u>	<u>Leguminosa huésped</u>
U-10	Australia, SU-277/1	M. polymorpha
U-240	Autóctona, (1968)+	Medicago hispida
R-490	Autóctona, (1971)++	Medicago sativa

+ Aislada de M. hispida por el Laboratorio de Microbiología y Control de Inoculantes del M.A.P.

++ Aislada de M. sativa por el mismo laboratorio

Las cepas arriba nombradas utilizadas en este trabajo fueron obtenidas en el Laboratorio de Microbiología y Control de Inoculantes del Ministerio de Agricultura y Pesca.

Para hacer el inóculo las cepas se sembraron en agar inclinado con M-79 (Allen, O.-1959). Se incubaron en estufa a 25 grados centígrados por tres días. En el momento de hacer la inoculación se hizo una suspensión con 9 ml de agua destilada estéril y de allí se tomaron 0.2 ml para la inoculación de cada planta (Vincent-1970)

Las semillas empleadas antes de ponerlas a germinar se esterilizaron de la siguiente manera: primero se lavaron con alcohol 90 grados, luego se dejaron durante tres minutos en bicloruro de mercurio (solución al 0.2%) realizándose posteriormente cinco lavados sucesivos con agua destilada estéril (Vincent-1970-).

Las semillas así tratadas se pusieron a germinar en placas de Petri con M-79. Una vez germinadas se seleccionaron las mejores y se trasplantaron en los tubos con medio Jensen a razón de una planta por tubo mediante un ansa esterilizada.

Se prepararon más tubos de los necesarios y a la semana de plantados y puestos a crecer en solarío se rechazaron aquellos tubos con plantas de crecimiento defectuoso. En este momento se realizó la inoculación.

El diseño del experimento fue en parcelas al azar, realizan-

dose a razón de seis repeticiones por cepa.

Se instalaron los tubos en el solarío, distribuyéndolos al azar según las tablas estadísticas de Hald, H. (1962).

Al mes de estar las plantas en el solarío se regaron con 1 ml. de medio Jensen en forma líquida.

A las ocho semanas de la inoculación se realizó la cosecha y secó la parte aérea de las plantas en estufa a 65° C por un período mayor de 84 hs.

La fijación de nitrógeno se midió por peso de materia seca de la parte aérea, en razón de los resultados obtenidos por Erdman et al (1952) e Iza et al (1971) quienes encontraron una marcada correlación entre la materia seca de la parte aérea y el contenido de nitrógeno de la planta.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis estadísticos parcelario y a la prueba de Tuckey (Snedecor-1956).

5.2.3.-Resultados:

Al realizar la prueba Tuckey al nivel 5% a los datos obtenidos se encontró que:

1-Las tres cepas probadas no mostraron diferencia significativa en sus rendimientos a pH 7.

2-La cepa U-240 a pH 7 rindió significativamente más que a pH 5.

3-La cepa U-10 a pH 7 rindió significativamente más que a pH 5.

4-La cepa R-490 no muestra diferencia significativa en su rendimiento a los dos niveles de pH en estudio.

Por otra parte hay que destacar que esta cepa tuvo el mejor comportamiento a pH 5 y el peor comportamiento a pH 7. (Cuadro 1, Figura 1).

5.2.4.-Discusión:

Los resultados presentados arriba muestran que la cepa R-490 es tan buena fijadora como las cepas comerciales U-10 y U-240 a pH 7. Por otra parte esto no hace más que confirmar resultados obtenidos por Sicardi y Castells, A. (1972) y Barate et al (1974) quienes encuentran que esta cepa es una buena fijadora.

A su vez esta cepa muestra una gran adaptabilidad a las condiciones de pH bajo. Esta característica es sumamente importante ya que eliminaría una de las posibles limitantes en

la inclusión de leguminosas en los suelos basálticos.

Es de destacar que esta cepa fue aislada por Sicardi, M. y Castells, A. (1972) de un suelo superficial negro de la localidad de Chifleros.

5.2.5.-Conclusión:

Consideramos de sumo interés ampliar este ensayo e incluir todas aquellas cepas autóctonas aisladas por Sicardi, M. y Castells, A. (1972) que se hayan mostrado como buenas fijadoras a pH 7 y probarlos a un pH de 5.0 - 6.0 que es el rango de pH de muchos de los suelos de Basalto (Alvarez, C. -1969-; May et al (1973)).

Teniendo en cuenta el buen comportamiento del Medicago polymorpha en los ensayos de implantación (Castells, D. -1971; Farnezana y Carambula -1971-) el origen de la cepa en estudio, con una adecuada adaptación ecológica y buena capacidad fijadora consideramos de interés la evaluación de la misma en condiciones de campo.

Medicago polymorpha: Efecto de dos niveles de pH (5 y 7) y de tres cepas específicas sobre el rendimiento. Ensayo en tubos. Solaris.

Materia seca de la parte aerea, secada en estufa a 65°C durante 84 hs.

grs x 10⁻⁴

U-10 (pH 5)	U-240 (pH 5)	R-490 (pH 5)	U-10 (pH 7)	U-240 (pH 7)	R-490 (pH 7)
41	26	124	183	145	91
23	23	39	123	112	35
20	140	34	93	68	177
41	31	79	67	153	54
16	22	94	140	107	151
25	42	70	114	179	114
\bar{X} 27.7	47.3	73.3	120	127.3	103.7
S^2 23.0	39.6	61.0	100.0	106.0	96.6

Análisis de Varianza

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.
Treatm.	5	49131	9826
Error	30	47743	1591
Total	35	96874	

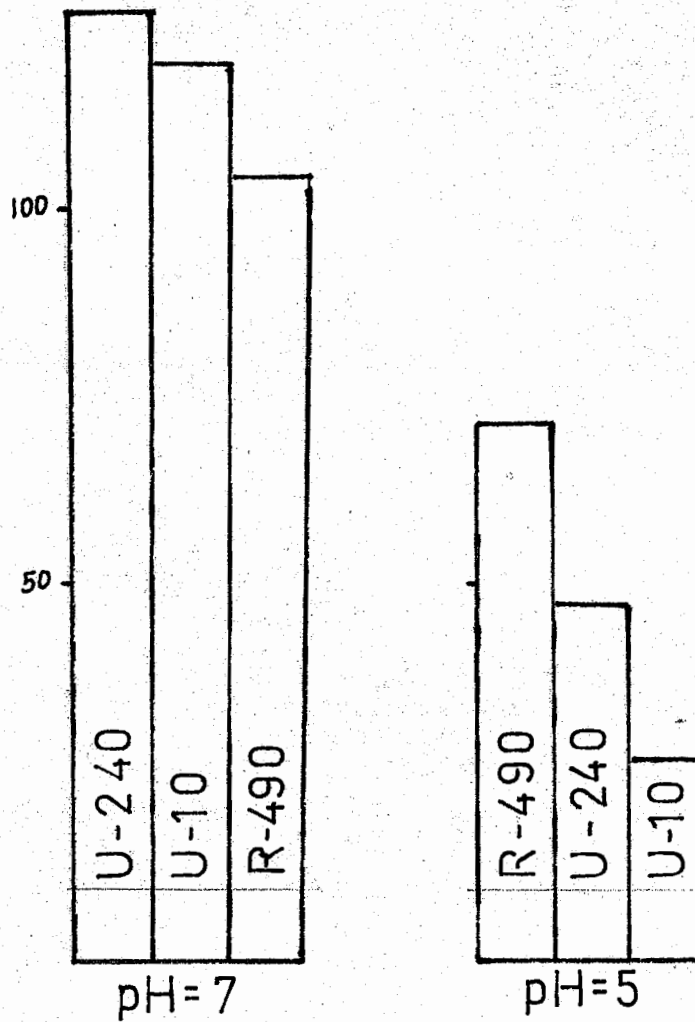
F = 6,17°

Prueba Tukey

Treat.	U-240 pH 7	U-10 pH 7	R-490 pH 7	R-490 pH 5	U-240 pH 5	U-10 pH 5
\bar{X}	127,3	120,0	103,7	73,3	47,3	27,7
	c	a	bc	abc	ab	a

Los tratamientos seguidos por una misma letra no difieren significativamente.

EFICIENCIA DE FIJACION EN
M. polymorpha A DOS pH.
M.S. parte aérea; $gr \times 10^{-4}$
(tubos)



5.3.-Estudio comparativo de cepas autóctonas de Rh. meliloti y cepas comerciales de Rh. trifolii y Rh.sp. con distintos niveles de un fertilizante nitrogenado.

5.3.1.-Introducción:

El presente ensayo ha sido diseñada con la intención de evaluar en solarío, trabajando en tarros con un suelo problema, la eficiencia de las cepas de Rhizobium meliloti, Rhizobium trifolii y Rhizobium sp. que han mostrado el mejor comportamiento en ensayos de laboratorio (Barate, M. et al (1974); Sicardi, M. et al (1972)).

Las especies leguminosas fueron elegidas teniendo en cuenta su buena implantación, resiembra, persistencia y rendimiento, demostrada por las mismas en condiciones de campo, como lo evidencian trabajos de evaluación realizados por: Tarmezana, A. y Carámbula, M. (1971); Bonnet, C. (1969); Castells, D. et al (1971) y Castells, A. (1974).

Las cepas autóctonas no comerciales utilizadas en este ensayo fueron elegidas de acuerdo a resultados obtenidos por Sicardi, M. et al (1972), los que indican a las cepas R-490 y R-493 como altamente efectivas.

La cepa comercial de Rh. meliloti utilizada se seleccionó en base a su buen comportamiento comprobado por Sicardi, M. et al (1972) y Barate, M. et al (1974). Se ha considerado además el hecho de que esta cepa es utilizada en los inoculantes comerciales desde 1969.

Se pensó evaluar la cepa comercial autóctona U-240, pero problemas surgidos en su cultivo impidieron su inclusión.

La cepa de Rh. trifolii elegida para realizar este ensayo fue la U-185, en base a resultados obtenidos por Iza, J. et al (1971) y por Schroeder, E. (1970), así como por Barate, M. et al (1974); que la muestran como una cepa altamente efectiva. Esta cepa, así mismo, es utilizada para la fabricación de inoculantes para todas las variedades de trébol subterráneo corrientemente empleadas en el Uruguay (Laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes, MGA-1971-.).

La utilización de solarío es ampliamente conocida en los estudios de Rhizobiología con tubos de ensayo y medio artificial (Vincent, J.-1970-; Schiel-1970-; Laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes, MGA; Cátedra de Microbiología de la Facultad de Agronomía).

No hemos encontrado antecedentes acerca de trabajos de rhizobiología en solarío con un medio natural como es el suelo,

sin embargo, consideramos que resulta de interés ajustar esta metodología ya que permitiría la obtención de hasta cuatro cosechas al año, lo cual resulta imposible en invernáculo sin control de luz y temperatura. Teniendo en cuenta lo oneroso que resulta la instalación de un invernáculo con condiciones controladas, y atendiendo a que este control es factible de realizarse en un solarío, resulta evidente la importancia de desarrollar esta metodología.

De acuerdo a la demostrada respuesta de las leguminosas a la fertilización fosfatada y al bajo nivel de fósforo que en general presentan los suelos sobre Basalto (Alvarez, C. 1969; Zamalvide, J. -1973); considerando los resultados de trabajos realizados en la zona por Beltramini et al (1967); Moir, T.R. y Reynaert, E. (1960), Bonnet, C. (1969) y Reynaert, E. y Carámbula, M. (1971) quienes encontraron respuesta al fósforo hasta dosis de 180 Kg./Há. de P₂O₅ en suelos negros y hasta 120 Kg. en suelos rojos, decidimos incluir un nivel base de fertilización fosfatada.

En cuanto al potasio, Beltramini et al (1967) y la Cátedra de Forrajerías (EEMAC, 1969); trabajando con leguminosas en suelos superficiales de Basalto encontraron respuesta errática, en tanto Bonnet, C (1969) encuentra interacción entre el fósforo y el potasio en suelos negros, usando 200 Kg. de P₂O₅ y 80 Kg de K₂O por hectárea.

En base a estos antecedentes elegimos como nivel base de fertilización una dosis de 200 Kg/Há. de P₂O₅ y 80 Kg de K₂O.

La inclusión de tres niveles de fertilización nitrogenada tiene dos objetivos; el primero es evaluar el rendimiento de Materia seca de las tres especies de leguminosas en estudio en relación al aporte de N mineral. El segundo es evaluar comparativamente los rendimientos de materia seca con los diferentes niveles de fertilización nitrogenada y con las cepas específicas empleadas. Consideramos interesante determinar un patrón de referencia para los distintos suelos, que permitiera realizar una evaluación económica en cuanto a la conveniencia de uno u otro método de aporte nitrogenado.

Los niveles de nitrógeno empleados, lo fueron en base a las recomendaciones de Iza, J. et al (1971), a los resultados obtenidos por Bottaro, C. et al (1971) y a los datos de fijación simbiótica determinados por Silva, M. (1966) y Blanchoud, C. (1968).

Como resulta en la parte 5.2 de este trabajo, hay un efecto

depresivo sobre los rendimientos de materia seca cuando el pH es de 5, respecto a pH neutro. Se resolvió incluir trabajos de encalado en el presente trabajo considerando el pH del suelo usado, que en los análisis arrojó valores de 5.8 en agua y atendiendo a Date, R. (1970) según el cual los valores limitantes para la sobrevivencia del rizobio en el suelo y la formación de nódulos en los Medicagos son de pH 5.8 a 5.9. Mencionamos además a Anderson y Arnot (1953) quienes hallan que el calcio afecta el suministro de molibdeno y a Alfred y Anderson (1956) que mencionan influencias de este elemento sobre la liberación de Mg, sobre la nodulación y la sobrevivencia del rizobio en el suelo.

A su vez, existe investigación nacional que demuestra un efecto depresivo del calcio en algunos suelos del país (Reynaert y Carambula-1971-; Zamalvide et al-1971-) mientras Schoeder, E. et al (1966, 1969) en un informe al Plan Basalto señala como prioritario para futuros trabajos un estudio más detallado del efecto del encalado principalmente para Rhizobium meliloti.

5.3.2. Materiales y metodos:

El ensayo se instaló en el solarío del Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Agronomía, el cual consta de tres pisos, cada uno de los cuales posee 10 tubos de luz blanca de 40 vat., puestos de a dos, uno sobre otro, separados verticalmente por 10 cm. y dejando 19 cm de distancia entre filas (Figura 1).

Se utilizó también una fuente suplementaria de luz blanca consistente en una lámpara de mercurio de 2.500 vat, colocada a 1m. sobre el solarío. El tiempo de iluminación se regló a 12 horas por día, registrándose la temperatura de los distintos pisos del solarío así como del exterior del mismo.

Para distribuir los tarros se sortearon las especies entre los dos pisos inferiores del solarío con una moneda, y dentro de cada piso se ubicaron al azar usando las tablas estadísticas de A. Hald (1962). El diseño fue de parcelas al azar con cuatro repeticiones por tratamiento.

a) Suelos:

El suelo empleado proviene de la estancia del Dr. Azambuya, en Laureles, Dpto. de Salto. Las razones por las cuales se eligió este suelo están dadas

por el hecho de que la zona ha sido objeto de relevamientos geológicos y edafológicos exautivos(Bossi et al(1973),Zamalvide et al(1973))lo cual permite comparar los resultados obtenidos en otras zonas del área baáltica.

De acuerdo al relevamiento realizado por May et al(1973) el área que cubre el suelo elegido(grupo h)resulta bastante significativa en la zona(Ver mapa).

El análisis de estos suelos,realizado por el sector Laboratorios de la Dirección de Suelos y Fertilizantes,arrojo los siguientes resultados:

pH	-----	5.8(en agua)
		4.8(en KCl)
N	-----	0.31%
P	-----	2.9 ppm
M.O.	-----	8.28%
C.	-----	4.8%

El suelo se tamizó usando una malla de 3mm antes de ser distribuido en los tarros,los cuales tenían 11 cm de altura x 7.5 cm.de diámetro y a los que se les practicó 3 orificios en el fondo.

b)Especies:

Las especies seleccionadas fueron:

Lotus corniculatus

Trifolium subterraneum var. Bacchus Marsh

Medicago polymorpha var. vulgaris

Medicago polymorpha var.confinis

M. polymorpha var. confinis es una variedad importada de Georgia,Estados Unidos,por el Intituto Alberto Boerger. Forma parte del material más destacado que posee dicho instituto,el cual proporcionará semilla certificada.

c)Cepas:

Cepa	Origen	Leguminosa huésped
U-226	B-816(1970) Univer- sidad NSW Austra- lia.	Lotus
U-20	Australia TA ₁	T. subterraneum

<u>CEPA</u>	<u>Origen</u>	<u>Leguminos huésped</u>
U-185	Australia WU-290	T. subterraneum
R-490	Autóctona(★)	Medicagos
R-493	Autóctona(★)	Medicagos
U-10	Australia, SU 277/1	Medicagos

(★) Estas cepas autóctonas fueron aisladas de M. sativa y caracterizadas por el Laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes del INIA, en 1971. Todas las cepas empleadas provienen de ese laboratorio.

d) Inoculante:

Para obtener el inoculante se realizó un repique de las cepas en tubo con agar inclinado, utilizando M-79 (Vincent, J.-1970), y se incubaron los mismos en estufa a 24°C durante 6 días. Se efectuaron tres repiques por cepa.

El inoculante se fabricó agregando a cada tubo 5 ml. de agua destilada estéril, y se obtuvieron suspensiones homogéneas de cada cepa mezclando los tubos correspondientes. Estas suspensiones se agregaron a 10 gr. de turba por cada cepa, en cantidades suficientes para impregnar bien a la misma, tomando la precaución de que no se formara barro. A este inóculo se le adicionó Celofax "A" al 5%, en las siguientes proporciones:

<u>T. subterraneum</u>	40 ml.
<u>L. corniculatus</u>	71 ml.
<u>M. polymorpha</u>	71 ml.

El inoculante elaborado no se dejó "madurar", utilizándose inmediatamente.

e) Recubrimiento:

Se realizó volcando una cantidad de semilla que excediera las cantidades estimadas, sobre el inoculante, mezclándolas de manera de formar una película continua, y agregando posteriormente carbonato de calcio Merck hasta llegar a formar una adecuada pildorización y separación de las semillas.

En los tratamientos en que no se realizó inoculación, las semillas también fueron recubiertas con la mezcla turba-Celo-

fax "A" y peleteadas con carbonato de calcio.

f) Tratamientos:

Los tratamientos realizados fueron:

Comunes a todas las especies;

- 1.-To Testigo sin inocular y sin fertilizar.
- 2.-To Testigo sin inocular y fertilizado con 200Kg. de P205 y 80 de K20 por Há.
- 3.-N₁-Idem To, más 40 unidades de N/Há.
- 4.-N₂-Idem a To, más 80 unidades de N/Há.
- 5.-N₃ Idem a To, más 120 unidades de N/Ha.

Lotus corniculatus

- 6.-L-U-226.-Fertilizado como To e inculado con U-226
- 7.-L-CO₃;U-226-Como el anterior más carbonato de calcio para corregir el pH.

T. subterraneum

- 8.- S;U-20
 - 9.-S;U-185
 - 10.-S-CO₃;U-185
- Fertilizados como To e inculados con las cepas indicadas.

M. polymorpha var vulgaris

- 11.- V;R-490
 - 12.-V;R-493
 - 13.-V;U-10
 - 14.-V;CO₃;R-493
 - 15.-V-CO₃;U-10
- Fertilizados como To e inculados con las cepas que se indican
Fertilizadas como To, inculadas y encaladas.

M. polymorpha var. confinis

- 16.- C;R-490
 - 17.- C;R-493
 - 18.- C;U-10
- Fertilizadas como To e inculadas con las cepas que se indican

g) Fertilizantes y fertilización:

Las unidades mencionadas anteriormente, se obtuvieron utilizando los siguientes fertilizantes:

Urea, 46% de N

Cloruro de potasio, 60% de K₂O

Superfosfato común
tipo Florida, 21% de P₂O₅

Para la fertilización fosfatada se agregó superfosfato a razón de 0,367 gr. por tarro. El potasio se adicionó a razón de 0.0513 gr de cloruro de potasio por tarro.

La aplicación de fósforo y potasio se realizó mezclando ambos fertilizantes con el suelo destinado a todos los tratamientos, excepto aquel suelo que se usaría para los tratamientos T₀₀.

La dosis de fertilización nitrogenada indicada para los respectivos tratamientos, se lograron con las siguientes cantidades de Urea.

<u>Dosis U/Há.</u>	<u>Urea (gr./tarro)</u>
40	0.0335
80	0.067
120	0.105

La urea se aplicó en solución cuando las plantitas tenían dos hijas verdaderas.

h) Encalado

Para los tratamientos de encalado, previamente se determinó la acidez titulable del suelo. La cantidad de carbonato de calcio necesaria para neutralizar la acidez resultó ser 5265 Kg/Há.

Las cantidades correspondientes a cada tarro se incorporaron al suelo junto con el fertilizante fosfatado y potásico.

Determinación de la acidez titulable
para los tratamientos de encalado.

En un matraz de 250 ml. se ponen 10 gr de suelo tamizado y 100 ml. de acetato de bario 0.5 N, ajustado a pH 7. Se agita durante un minuto cada minuto, por un total

de media hora. Se deja decantar, se filtra, se agregan 25 ml de acetato de bario, se agita nuevamente un minuto, se deja decantar y se vuelve a filtrar. Se repite esta última operación.

Al filtrado se le agregan cinco gotas de fenolftaleina y se titula con NaOH 0.05N. Se apunta el gasto (G). Se hace una prueba en blanco con 100 ml de acetato de bario y se apunta el gasto (g). Se calculan los equivalentes de H en 100 gr. de suelo.

$$H \text{ meq/100gr.} = (G - g \times 150/100) \times N \times F \times 100/10$$

donde $N = 0.05$ y $F = 1.027$

En el suelo del presente ensayo $G = 7.5$ g = 2.9

Teniendo en cuenta que un equivalente de H corresponde a 25 Kg/Há de H; y a 1.250 Kg/Ha de carbonato a agregar, los cálculos dan para este suelo 5.265Kg. de CaCO_3/Ha .

i) Otras técnicas:

Periodicamente de acuerdo al contenido de humedad de la tierra, se realizó riego de los tarros. Se determinó antes la capacidad de campo aproximada, que resultó de 168 ml/tarro. El riego se efectuó proporcionando un volumen de agua uniforme a todas las plantas.

Fue necesario realizar aplicaciones de metaxox al 1% sobre el final del ensayo para controlar un incipiente ataque de pulgón.

j) Cosecha

La cosecha se realizó cortando los tallos a la altura de la corona y guardándose el material de cada tarro en sobres individuales claramente identificados, los cuales se llevaron a una estufa que se mantuvo a 65°C por un lapso de 84 hs.

El material seco se pesó en una balanza de precisión Sartorius, registrándose los pesos secos individuales.

Simultáneamente a la cosecha de la parte aérea se recuperaron las raíces de los tratamientos inoculados, realizándose una lectura de nódulos consistente en el registro del número de los mismos y su posición en la raíz. Se adoptó una

clave espeical para caracterizar los nódulos según esos criterios.

Los nódulos se cortaron y secaron a estufa durante 84 hs a 65°C; determinandose posteriormente el peso de la materia seca.

k) Análisis de los suelos

De cada uno de los tratamientos se seleccionó un tarro al azar, extrayéndose una muestra de tierra para ser posteriormente analizada. Las determinaciones que se realizaron fueron: Nitrógeno total, contenido en fósforo, Materia Orgánica y pH.

k-i) Fósforo

Se seleccionaron para este análisis algunas muestras para evaluar la evolución del contenido de fósforo en el suelo, debido a la fertilización y crecimiento de las plantas. Las muestras hechas y los resultados se indican en el cuadro 1.

Análisis de fósforo

Se pesa en una balanza 3,6 gramos de tierra y se le agregan 25 ml. de la solución extractiva de Bray Nº 1; se agita vigorosamente durante un minuto y se filtra a través de un papel Wathman 40 o su equivalente. Con una pipeta aforada se toman 10 ml. del extracto y se vierten en un balón aforado de 50 ml. Se agrega agua destilada hasta la mitad del volumen del balón y se agita por rotación. Se agregan a continuación 2ml. de solución de molibdato de amonio, se agita nuevamente por rotación y se enrasa con agua destilada; se tapa y se agita. Paralelamente se realiza una prueba en blanco que consiste en colocar en un balón aforado de 50 ml. ,10 ml. de la solución extractiva de Bray y continuar con el proceso normal.

Al contenido de los balones se le agrega 2 gotas de una solución de cloruro estagnoso y se agita por rotación. Al cabo de 7-8 minutos se trasvasa esta solución a los tubos del colorímetro y se efectúa la lectura previo ajuste con la prueba en blanco. La lectura debe efectuarse entre los 10 y 20 minutos contados a partir del desarrollo del color.

El valor de la lectura se multiplica por un factor calculado a partir de una curva de titulación realizada previamente. Para el fotocolorímetro del Laboratorio de la Dirección de Suelos y Fertilizantes del M.A.P., este factor vale 0.0028.

A los efectos del ~~calculosen~~ partes por millón se confecciona un nuevo factor:

$$0.0028 \times 7 \times 5 = 0.098$$

7 porque la relación entre el suelo y la solución extractiva es esa (3.6 a 25)

5 dado que se toman 10 ml para un matraz de 50 ml.

Este nuevo factor que se aproxima a 0,1, se multiplica por la lectura y nos da las partes por millón de P en el suelo.

k-ii. Nitrógeno

Se analizaron todos los tratamientos a los efectos de detectar la evolución del nitrógeno en el suelo y el aporte que hubieran realizado los tratamientos inoculados. Los resultados se presentan en el cuadro 2.

Análisis de nitrógeno total:

Se pesaron 5 gramos de suelo seco y tamizado en una malla 2mm. y se colocaron en las peras de digestión. Se le agregó una solución de ácido salicílico en ácido sulfúrico (30 gr. en 1.050 ml. de ácido sulfúrico comercial).

A cada pera se le agregó 35 ml. de esta solución y se dejó reposar durante media hora, agitando cada cinco minutos.

Se añadieron a continuación 5 gr. de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y 40 ml. de agua calentando durante 5 minutos.

Luego se retira, se deja enfriar y se le agregan 5gr. de una mezcla de sulfato de cobre y Na_2SO_4 .

La digestión se realizó en un soporte adecuado consistente en un sistema de resistencias. Se siguió hasta la obtención de un líquido claro, momento en que se detiene la calefacción, pero continuándose la extracción de los humos hasta que cesa su desprendimiento.

Cuando se enfrió el recipiente se agregó agua hasta 1/3 del volumen del balón y se deja disolver bien.

Se pone el líquido en un matraz de destilación y se le agrega un chorrito de fenolftaleína y de NaOH al 50% de forma que resbale por el cuello y llegue al fondo del matraz sin mezclarse hasta obtener un color rojo vino.

El producto de la destilación se recoge en 30 ml. de una solución de ácido bórico al 4% y se pone en un matraz Erlenmeyer de 500 ml., añadiéndole dos gotas de la solución indicadora verde de bromocresol-rojo de metilo.

El punto final de la destilación se determina cuando el volumen de destilación alcanza aproximadamente los 250 ml. El ácido bórico se valora por retorno con ácido clorhídrico 0.1 N. Se toma como punto final el momento en que justamente desaparece el color azul.

k-iii.-Materia Orgánica

Se eligieron solo algunas muestras para detectar el nivel original de materia orgánica y el efecto de los tratamientos en su evolución.

La técnica empleada, las muestras elegidas y los resultados obtenidos se indican en el cuadro 3.

Determinación de la Materia Orgánica

En un matraz Erlenmeyer agregamos por su orden:

- 1) 0,5 gr. de tierra
- 2) 10 ml. de $K_2Cr_2O_7$, 1N (F 1.00) con pipeta aforada.
- 3) 20 ml. de ácido sulfúrico concentrado.
- 4) Se agita durante un minuto.
- 5) Se deja reposar por 20 minutos.
- 6) Se agregan 100 ml de agua y se deja enfriar bajo lacanilla.
- 7) Una vez frío agregar 5 grs. de fluoruro de sodio.
- 8) Inmediatamente, 2 ml. de solución de difenilamina.
- 9) Se agrega una solución de sal de Mohr titulada mediante una prueba en blanco, hasta el viraje al color verde.

k-iv.-pH

Se seleccionaron las muestras para constatar el efecto del agregado de fertilizante sobre el pH con respecto a los tratamientos simples y encañados. Los resultados se dan en el cuadro 4.

Determinación del pH

Para la determinación del pH se tomó una parte de

tierra y dos partes y media de agua (pH.H₂O) o de cloruro de potasio (pH-KCl).

Se agita y se deja reposar durante 20 minutos y se lee con un peachímetro.

5.3.3.-RESULTADOS:

a) Efecto de la fertilización P-K:

La fertilización P-K determinó un ligero incremento de la materia seca de la parte aérea en T. subterraneum lo que se pone en evidencia al comparar los resultados de los tratamientos T₀ y T₀₀. No obstante este efecto no fue estadísticamente significativo (cuadro 7, figura 4).

El efecto fue ligeramente depresivo aunque tampoco significativo en las variedades de M. polymorpha confinis y vulgaris (cuadros 6 y 8 y figuras 3 y 4).

b) Efecto de la fertilización nitrogenada:

El efecto del nitrógeno en T. subterraneum fue errático. La dosis N₁ superó aunque no significativamente, en rendimiento de materia seca, al tratamiento T₀₀. Las dosis N₂ y N₃ en cambio fueron superadas por dicho tratamiento.

El tratamiento T₀ mostró mayores rendimientos que los tres niveles de nitrógeno.

Ninguna de estas diferencias resultó significativa (Cuadro 7, figuras 2 y 4).

La variedad confinis de M. polymorpha dió mayores resultados en cuanto a rendimiento de materia seca con las dosis N₁ y N₂, comparadas con el testigo T₀₀. El nivel N₃ en cambio determina una clara depresión respecto a dicho testigo.

El patrón de respuesta es el mismo respecto al testigo T₀. Ninguna de las diferencias fue estadísticamente significativa al 5% (cuadro 6, figuras 2 y 3).

Los rendimientos de la variedad vulgaris con las tres dosis de nitrógeno fueron inferiores al del testigo T₀₀, así como también al testigo T₀.

Tampoco aquí fueron significativas al 5% las diferencias entre tratamientos (cuadro 8, figuras 2 y 4).

c) Cepas:

En Lotus corniculatus la cepa U-226 mostró un buen comportamiento aproximándose al nivel 1 de fertilización nitrogenada y superando casi al doble al testigo Too. Las diferencias entre las distintas cepas no fueron significativas (cuadro 5, figura 3).

El mejor comportamiento en T. subterraneum lo muestran las cepas U-20 y U-185, no obstante no superan al To (cuadro 7, figura 4).

La cepa R-490 insinuó buen comportamiento en M. polymorpha var. confinis, dando rendimientos que duplican al Too. También superó a los testigos Too y To la cepa R-493, mientras que la U-10 mostró valores muy por debajo (cuadro 6, figura 3).

En M. polymorpha var. vulgaris todas las cepas se mostraron inferiores a los Too y To (cuadro 8, figura 4).

d) Cepas vs. nitrógeno:

En el Lotus la cepa U-226 y en el T. subterraneo todas las cepas muestran un mayor rendimiento que los tratamientos nitrogenados, excepto la U-185 con carbonato que se mostró superior solamente al N₂. En M. polymorpha var. confinis la cepa R-490 y la R-493 sólo superaron al nivel N₃ de nitrógeno que fue el más depresivo.

Todas las cepas dieron mayor rendimiento que N₁ y N₃, pero menos que N₂, en la variedad vulgaris (cuadro 8).

e) Cepas vs. cepas:

Las cepas de Rh. trifolii (U-20 y U-185) prácticamente no mostraron diferencias en su valor medio. En M. polymorpha var. confinis se destaca la R-490 seguida de la R-493. La U-10 mostró valores medios muy inferiores.

El mejor comportamiento correspondió a la R-493 para el M. polymorpha var. vulgaris. La U-10 fue para esta especie la mejor cepa siguiente, mostrándose la R-490 como la peor.

f) En las tablas que se incluyen en las próximas hojas se describen la ubicación y cantidad de los nódulos para todas las especies empleadas en este ensayo. Se usa para ello un código especial para describir la posición de los nódulos en las raíces (tabla 1).

g) Peso seco de nódulos:

Los datos de la materia seca de los nódulos secados a estufa a 65°C durante 84 hs. se muestran en el cuadro 9 y la figura 5, como promedio de las repeticiones de los tres tratamientos. Dado el pequeño peso de las muestras colectadas no fue posible evaluar estadísticamente las diferencias obtenidas. La cepa R-493 es quié proporciona mayor peso seco de nódulos en los Medicagos, seguida por R-490.

En el trébol subterráneo aparece como mejor la U-185.

Los tratamientos encalados muestran un efecto depresivo sobre el peso de los nódulos, en Lotus y T. subterráneo.

5.3.4. -DISCUSION:

a) Fertilización P-K:

La falta de una clara respuesta a la fertilización fosfatada parece explicarse teniendo en cuenta que el contenido de fósforo en el suelo determinado después de la cosecha fue sumamente bajo, no habiendo diferencias claras entre el testigo fertilizado y sin fertilizar. Este hecho indicaría la existencia de un proceso de fijación ya postulado anteriormente (CIDE, 1963).

Este comportamiento variable respecto a la cantidad de P en el suelo evaluado por el método Bray N° 1 luego de la fertilización fosfatada ya había sido constatado por Beltramini et al (1967), donde no existe relación entre los niveles de P en el suelo y la fertilización realizada, no existiendo diferencias significativas en el contenido de P entre tratamientos que diferían en 100 unidades de P aplicado.

b) Nitrógeno:

Los resultados indicados en la figura 2 muestran en general un efecto depresivo del nitrógeno respecto al rendimiento de materia seca, para Lotus y Trébol subterráneo, y una tendencia en el mismo sentido para las dos variedades del *M. polymorpha*.

El efecto depresivo estaría relacionado con los niveles altos de Materia orgánica que contenía el suelo. En este sentido, Pessanha, G.G. et al (1970) han encontrado que existe un efecto negativo de la nodulación sobre el rendimiento en los suelos donde el N no era un factor limitante, y lo atribuyen

a un desequilibrio biológico resultante de la interacción rizobio-planta, a un mecanismo común de resistencia de la planta a la infección de sus raíces.

Otros autores han encontrado un efecto depresivo del N en dosis elevadas, con disminución de la fijación. Ferrari, et al (1967); Allos y Barholomew (1955) citados por Guss y Dober-einer (1970). A su vez estos autores encuentran que la fertilización nitrogenada en Phaseolus, en un experimento en invernáculo aumentaba el desarrollo en dosis bajas.

El M. polymorpha muestra un menor efecto depresivo posiblemente debido a que esta especie presenta una mejor adaptabilidad a las condiciones de alta fertilidad (Rosengurt, B. -1946-).

c) Encalado:

Como muestran los resultados, no hubo efecto significativo del encalado en cuanto a los rendimientos, pero existe una tendencia depresiva de estos tratamientos respecto a los testigos, salvo en Lotus, donde se observa un efecto depresivo significativo.

Estos resultados pueden explicarse por problemas relacionados con deficiencias inducidas en otros nutrientes por el encalado. Al respecto citamos a Anderson y Arnet (1953); Alfred y Anderson (1956); Reynaert y Carámbula (1961). Respecto al fósforo, el encalado aumenta la disponibilidad del mismo en el suelo evaluada según el método Bary 1, lo cual estaría en contradicción con resultados publicados por Zamalvide, J. et al (1973), pero de acuerdo con datos hallados por Fudge (1928); Jenny, Vlamis y Martin (1950); Black y Goring (1953) y Piere y Browning (1935) citados en el cuaderno 1 del curso de Fertilidad de la Facultad de Agronomía (1971). Así mismo De Freitas, L. (1970), indica acción del encalado en el sentido de aumentar la disponibilidad de fósforo; en suelos derivados de Basalto, de pH ácido; y Jatdim y Vidor (1970) señalan que si por un lado el encalado puede reducir la disponibilidad de microelementos como el manganeso, boro y cinc, por el aumento del pH del suelo, por otro puede aumentar la disponibilidad de fósforo, y de otros elementos como molibdeno.

d) Cepas:

Respecto a Medicago polymorpha las cepas muestran resultados erráticos, en cuanto a rendimiento en materia seca. En general, las cepas mostraron un mejor comportamiento en

confinis que en vulgaris, en el cual ninguna superó al Too. La nodulación en ambas variedades respecto a número y ubicación de los nódulos fue similar para todas las cepas; no obstante respecto a peso seco de nódulos, la cepa R-493 supera a la R-490 en ambos casos.

En general podemos aventurar que las cepas autóctonas R-490 y R-493 muestran un comportamiento más uniforme que las cepas comerciales probadas en M. polymorpha; aunque otros factores como los nutricionales antes mencionados han influido en los resultados obtenidos en lo que respecta a materia seca.

Los resultados obtenidos para Lotus corniculatus indican que la cepa U-226 superó a todos los testigos nitrogenados y al Too, dando rendimientos de 179% respecto a este último; aunque la diferencia no es significativa.

Los tratamientos de encalado arrojaron diferencias significativas al nivel 5%, respecto al peso seco de la parte aérea, poniendo en evidencia un efecto depresivo en el mismo. La ubicación y cantidad de nódulos observados en dicho tratamiento podrían explicar estos resultados. Lo observado concuerda con datos obtenidos por Allison y Stirling (1949) y Thompson, Black y Zoelener (1954) en el sentido de que el encalado aumenta la mineralización de los suelos ácidos perjudicando así la nodulación; y por Jardim Freire (1970) quién señala que el aumento de los nitratos perjudica la nodulación y absorción de nitrógeno por las plantas.

Los ensayos de T. subterraneum no indican diferencias significativas entre cepas ni entre cepas y testigos respecto al rendimiento de materia seca de la parte aérea.

El peso seco de los nódulos fue superior en la cepa U-185 sin carbonato, coincidiendo en cuanto al efecto depresivo del encalado con lo observado para el Lotus corniculatus.

e) Observaciones:

Consideramos que en el análisis de los resultados obtenidos en este ensayo deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones en cuanto a la metodología;

ei) Hubo factores que determinaron que la cosecha se realizara antes de la floración a los 70 días de instalado el ensayo. Principalmente consideramos aquí la baja renovación del aire en el solarío debido a su propia estructura, lugar de ubicación y densidad de plantas (180 plantas en 0.8 m².),

esto incidió en la disponibilidad de CO_2 para la fotosíntesis, sobre todo en la última fase del ensayo cuando las plantas crecían más rápidamente. Esto concordaría con el hecho de que durante el primer mes de crecimiento el desarrollo foliar fue normal, apareciendo plegamiento de hojas al mes y medio.

e.ii) La temperatura promedio del ensayo fue de $24.55^{\circ}C$.

Diversos autores (Gibbson, A. (1961) (1962); Mess, M. (1959); Meyer, D. y Anderson, A. (1959)) señalan que la temperatura óptima para la fijación se encuentra en un rango que oscila entre 18 y 20 grados centígrados.

Gibbson ha encontrado valores óptimos para el trébol subterráneo de 22 a 26 grados. Estos autores encuentran un efecto inhibitorio en general a temperaturas de $30^{\circ}C$. o más.

Si bien en nuestro ensayo las temperaturas no alcanzaron los valores críticos mencionados, las condiciones de desarrollo en que se encontraban las plantas al promediar el ensayo hizo que el factor temperatura incidiera en forma coadyuvante a un crecimiento no satisfactorio, determinando una cosecha prematura para evitar pérdidas en el peso.

e.iii) Existió una germinación tardía e irregular de las semillas de las variedades de Medicago. Esto trajo como consecuencia que el rendimiento fuer menor que en las otras especies. Cabe anotar que no se realizó con los Medicagos prueba de germinación dada la poca cantidad de semilla pura disponible.

f) Sugerencias respecto a la metodología:

Será necesario usar un modelo de solarío en el que se dispongan las plantas en un solo piso, con un espaciamiento suficiente entre ellas, y con la fuente luminosa en la parte superior. Citamos en este sentido a Vincent, J. (1970).

Aunque estimamos que la luz no fue factor limitante en nuestro ensayo, citamos a Schiel, E. (1970), quién usó tres tipos de tubo fluorescente: blanco 45, blanco 35 con matiz rosado y luz día con matiz celeste.

Entendemos fundamental el control sobre la renovación del aire, que permita una adecuada concentración de CO_2 para las plantas.

Sería conveniente realizar el control de la temperatura, tratando de eliminar una variable más que puede incidir en

la obtención de resultados erráticos.

5.3.5.- Conclusiones:

De los resultados obtenidos en este ensayo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- 1) La falta de una clara respuesta a la fertilización fosfatada estaría dada por la existencia de un proceso de fijación del fósforo en estos suelos de basalto. Sería interesante tratar de determinar cuales son los mecanismos de fijación de este nutriente.
- 2) La fertilización nitrogenada tiene un efecto depresivo respecto al rendimiento de materia seca para todas las especies, debido a los altos niveles de materia orgánica que contiene el suelo. Este efecto depresivo estaría vinculado a un efecto negativo del alto nivel de materia orgánica sobre la nodulación y la fijación.
- 3) El efecto depresivo del encalado sobre el rendimiento en materia seca se puede explicar por problemas relacionados con deficiencias inducidas en otros nutrientes por el encalado o por un incremento en la mineralización de la materia orgánica.
Sin embargo el encalado tiene un efecto beneficioso en cuanto que aumenta la disponibilidad del fósforo en el suelo.
- 4) Las cepas autóctonas de Rhizobium meliloti mostraron mejor comportamiento en Medicago polymorpha var. confinis que en Medicago polymorpha var. vulgaris.
- 5) Las cepas autóctonas R-490 y R-493 mostraron mejor comportamiento que la cepa comercial U-10 en simbiosis con Medicago polymorpha var. confinis.
- 6) La cepa U-226 se comportó mejor que todos los testigos nitrogenados y dió un rendimiento superior en un 179% con respecto al testigo T00.
Esto podría indicar que esta cepa se adaptaría bien a estos suelos por lo que es de interés proseguir con su estudio.

Queremos señalar que los puntos antes mencionados son tendencias que pudimos detectar en este ensayo y consideramos

que es de interés corroborarla en solarío con la metodología ajustada o en invernáculo.

7) El encalado tuvo un efecto depresivo sobre la cepa U-226 y ese efecto es significativo a un nivel del 5%.

De acuerdo al comportamiento de esta cepa señalado en el numeral 6 sería conveniente probarla en un ensayo de campo sin el agregado de carbonato de calcio.

8) Dado que el crecimiento de las plantas en el primer mes fue bueno, consideramos que este tipo de ensayo es viable en condiciones de solarío, realizando los ajustes metodológicos antes señalados.



Figura 1: SOLARIO PRIMER PISO

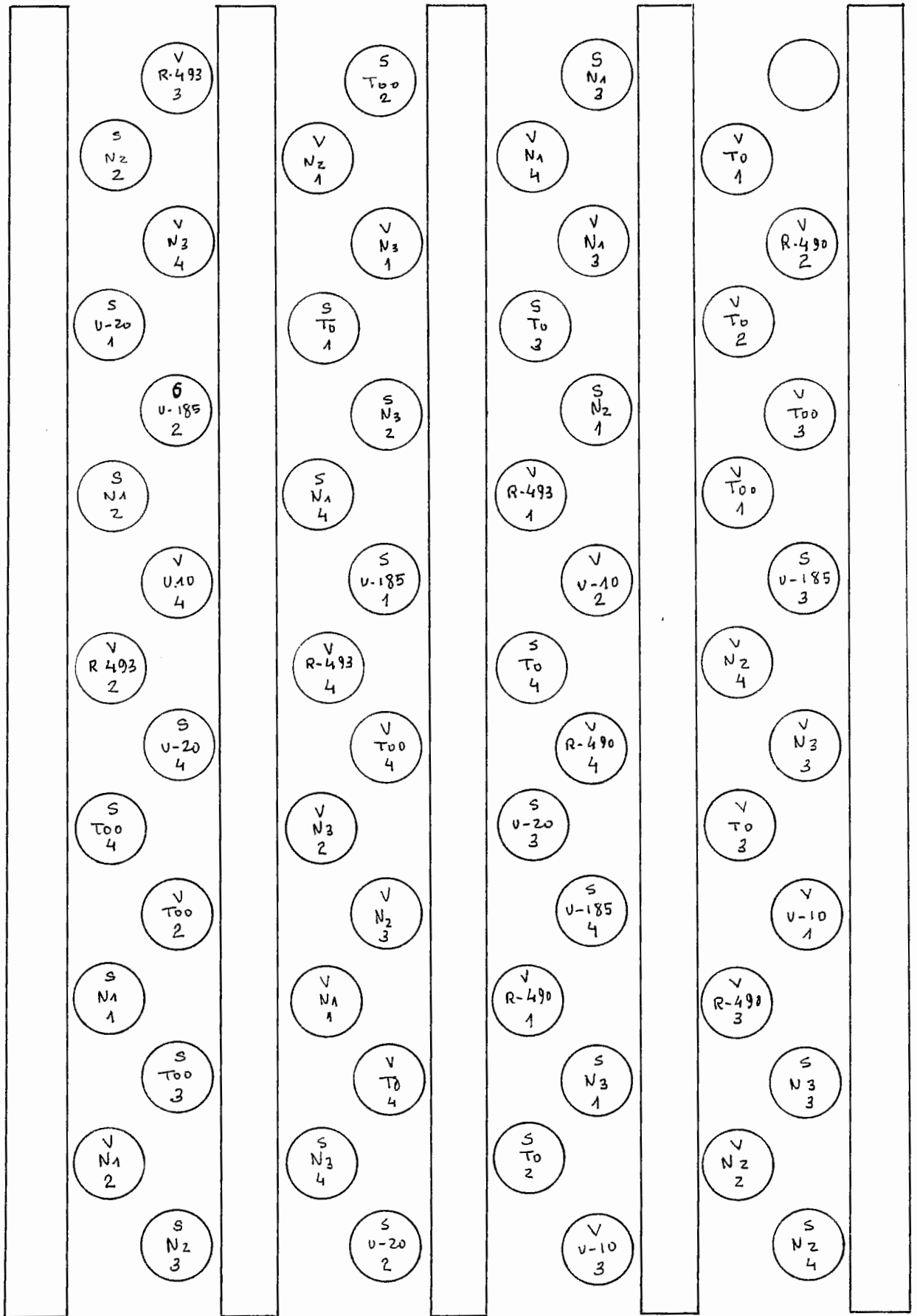
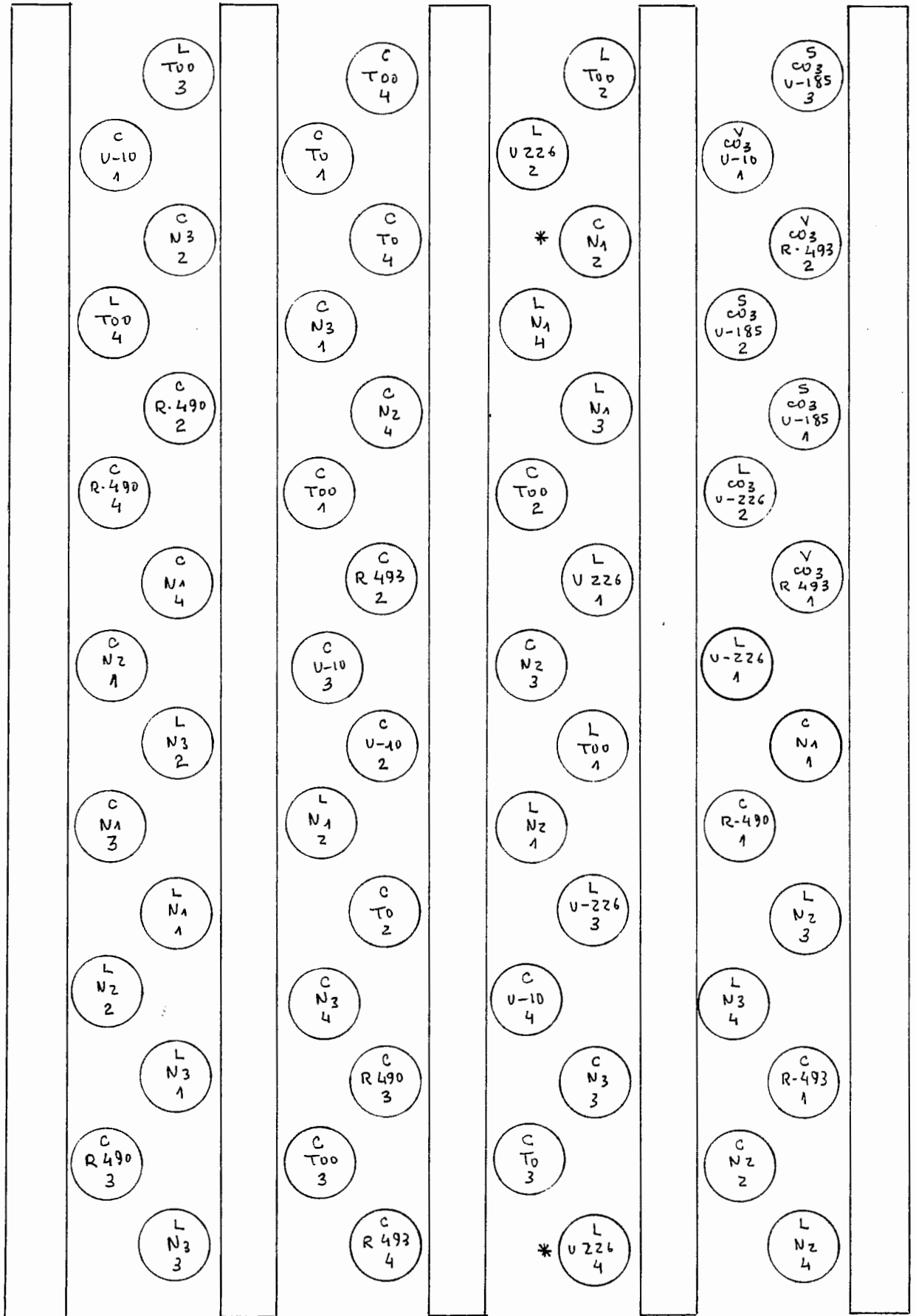


Fig 1

SOLARIO SEGUNDO PISO



* L, U-226 (4) VA EN EL LUGAR DE C, N1 (2) .-

SOLARIO TERCER PISO

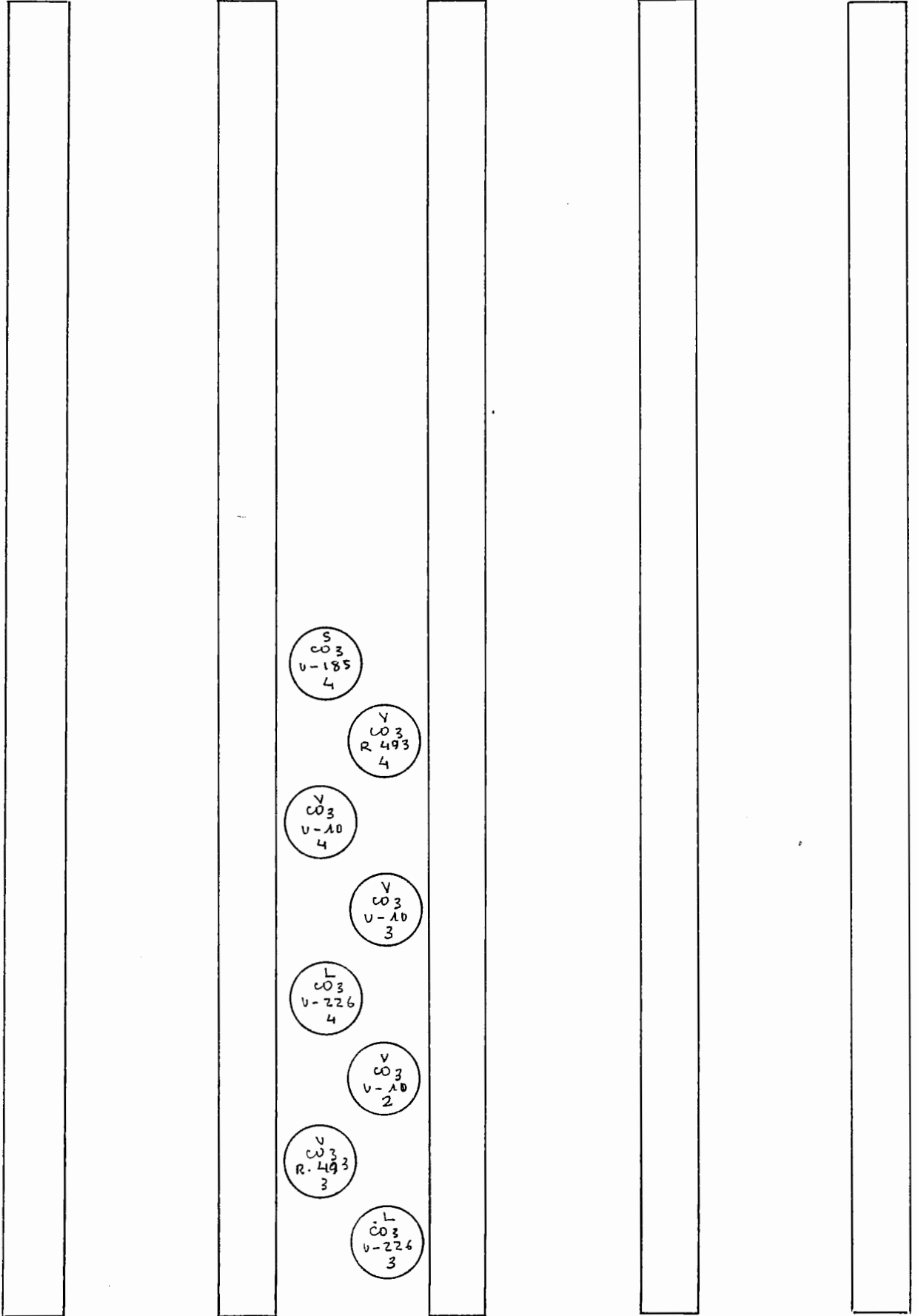
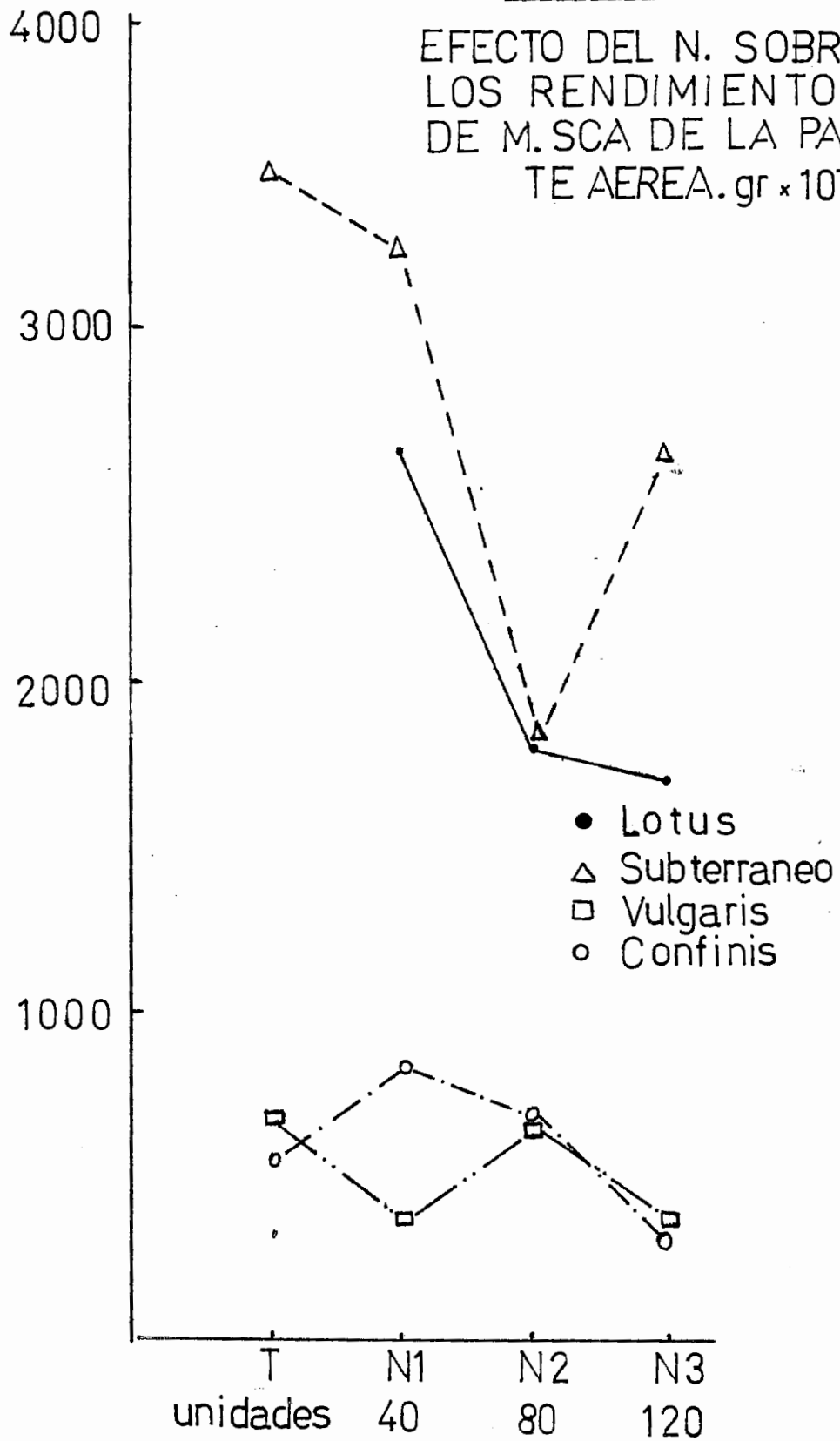
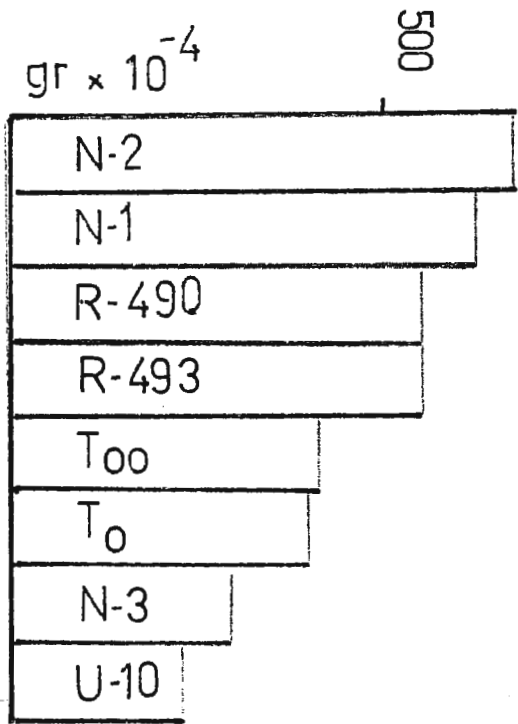


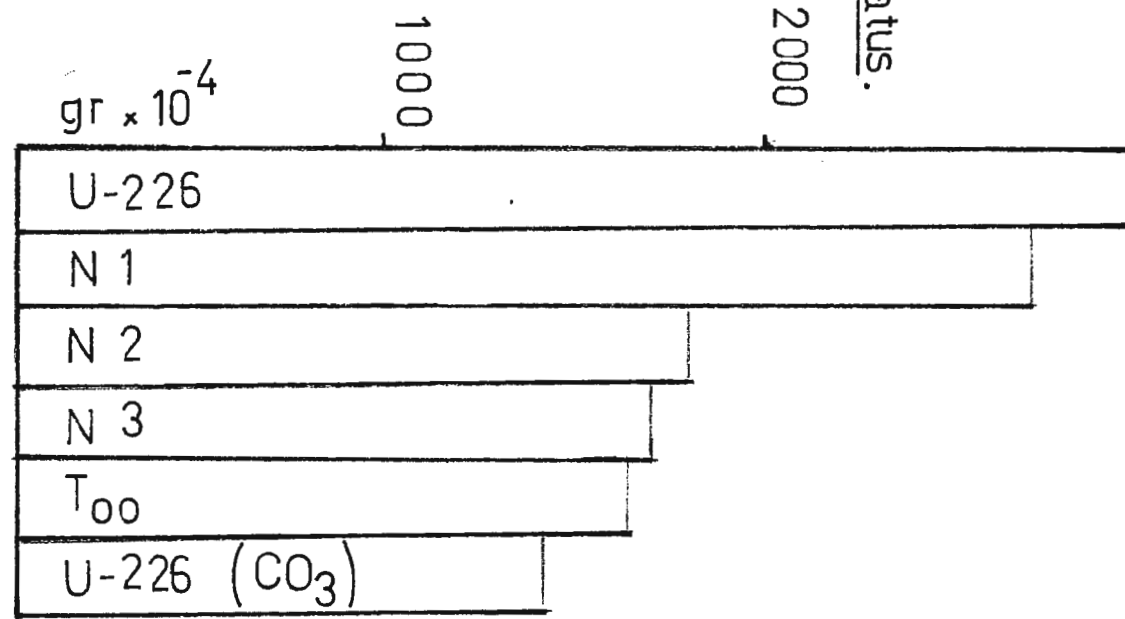
Figura 2:

EFFECTO DEL N. SOBRE
LOS RENDIMIENTOS
DE M. SCA DE LA PAR
TE AEREA. $gr \times 10^{-4}$





M. polymorpha
var. Confinis.



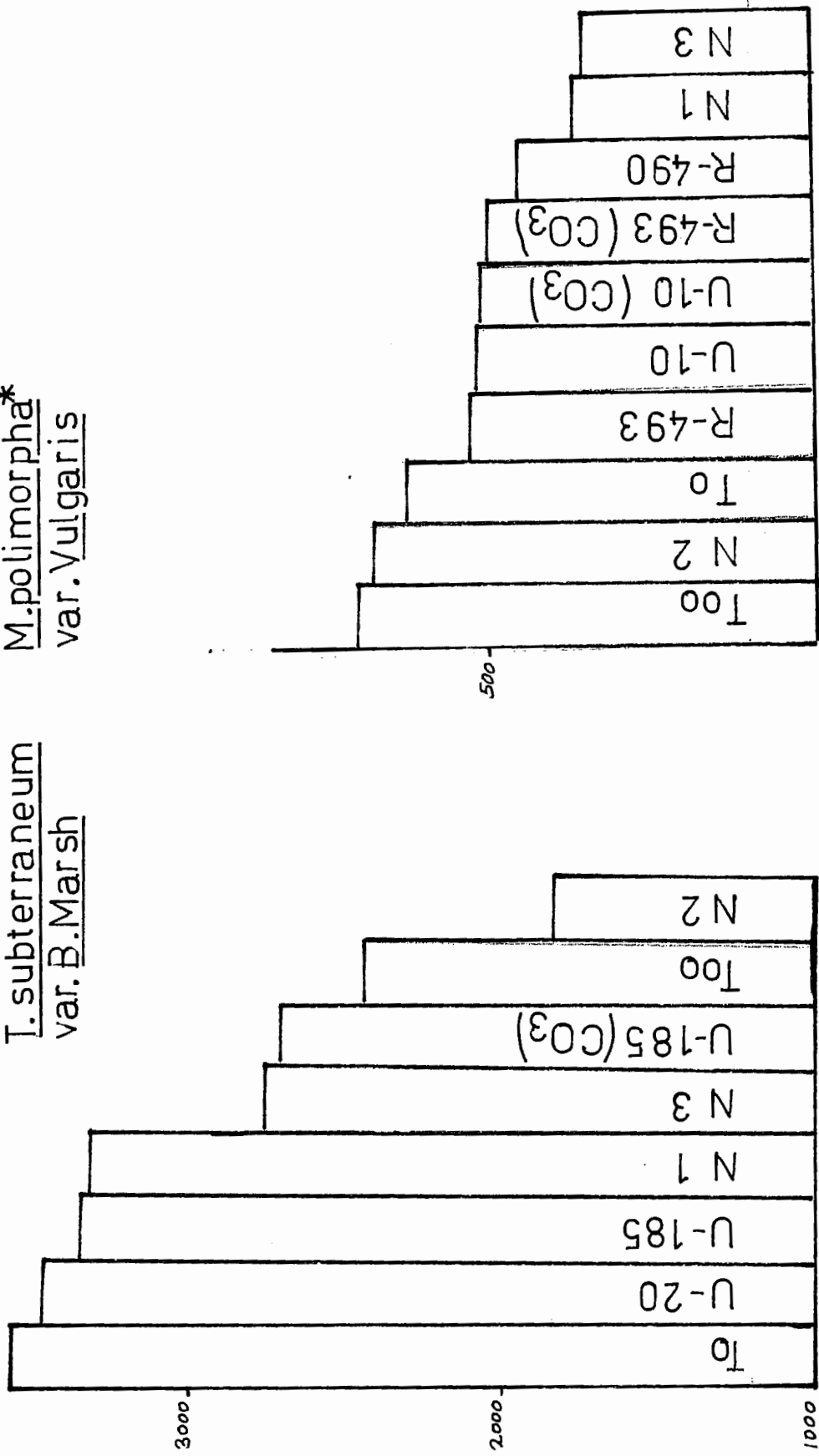
Lotus
corniculatus.

Figure 3:

EFFECTO DE LA FERTILIZACION E INOCULACION SOBRE EL RENDIMIENTO EN M.S. DE LA PARTE AEREA. (gr. $\times 10^{-4}$).

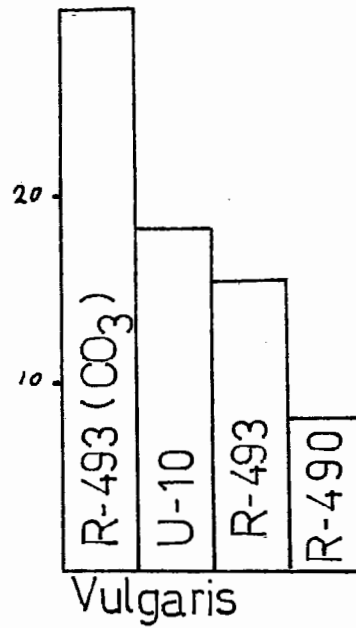
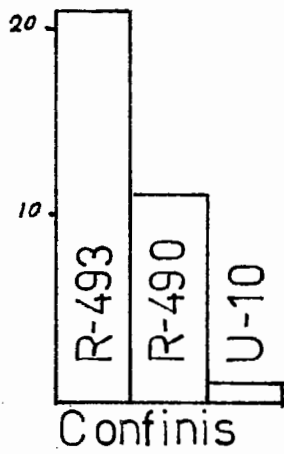
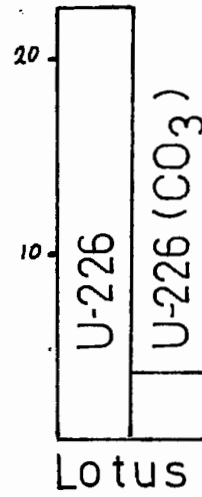
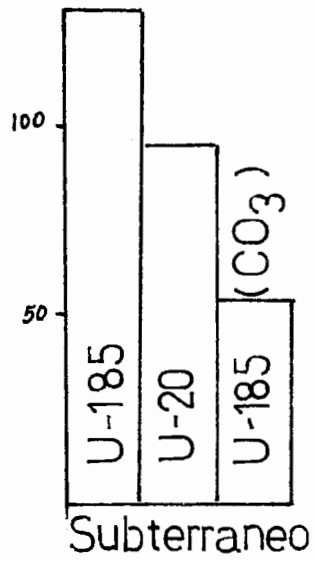
T. subterraneum
var. B. Marsh

M. polymorpha*
var. Vulgaris



* M. polymorpha.

Figura. 4.



PESO SECO DE LOS NODULOS DE
3 SPS. DE LEGUMINOSAS (gr x 10⁻⁴)
(65°C x 84 Hs)

Figura 5:

Cuadro 1: DETERMINACION DE FOSFORO (Método Bray)

<u>Muestra</u>	<u>Fotocolorímetro</u>	<u>ppm</u>
Suelo orginial		2.9 *
<u>T. subterráneo</u>		
T ₀₀	24	2.4
T ₀	34	3.4
N ₁	41	4.1
U-185	38	3.8
U-185(CO ₃)	53	5.3
<u>Lotus</u>		
T ₀₀	28	2.8
N ₁	36	3.6
U-226	43	4.3
U-226(CO ₃)	67	6.7
<u>M. polymorpha</u>		
<u>confinis</u>		
T ₀₀	35	3.5
T ₀	53	5.3
N ₁	52	5.2
R-493	54	5.4
<u>vulgaris</u>		
T ₀₀	30	3.0
T ₀	50	5.0
N ₁	55	5.5
R-493	52	5.2
R-493(CO ₃)	60	6.0

* -Valor promedio de los T₀₀.

Jackson propone la siguiente escala para la interpretación del contenido del fósforo en el suelo:

<u>ppm</u>	<u>Categoría</u>
Menos de 2.5	Deficiente
2.5 a 7	Bajo
7 a 15	Mediano
15 a 20	Normal
M's de 20	Rico

Cuadro 2: Determinación de Nitrógeno

<u>Muestra</u>	<u>Gasto</u>	<u>% de N</u>
<u>Suelos original</u>	12.1	0.30
<u>T. subterraneum</u>		
T ₀₀	11.8	0.30
T ₀	11.8	0.30
N ₁	11.8	0.30
N ₂	12.1	0.31
N ₃	12.1	0.31
U-20	11.8	0.30
U-185	12	0.31
U-185(CO ₃)	12.2	0.31
<u>Lotus</u>		
T ₀₀	13.6	0.35
N ₁	13	0.33
N ₂	12.4	0.32
N ₃	12.6	0.32
U-226	14.4	0.37
U-226(CO ₃)	11.7	0.30
<u>Medicago polymorpha</u>		
<u>confinis</u>		
T ₀₀	12.6	0.32
T ₀	12.4	0.32
N ₁	11.6	0.30
N ₂	13.4	0.34
N ₃	13.5	0.34
R-493	13.5	0.34
<u>vulgaris</u>		
T ₀₀	12.5	0.32
T ₀	11.7	0.30
N ₁	12.2	0.31
N ₂	10.5	0.27
N ₃	11.6	0.30
U-10	13.1	0.33
R-490	11.7	0.30
R-493(CO ₃)	12.6	0.32

Cuadro 3: DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA

<u>Muestra</u>	<u>Lectura</u>	<u>V.C. (A)</u>	<u>C %</u>	<u>M. ORGANICA</u>
<u>T. subterráneo</u>				
Too	12,1	11.4	4.36	7.52
To	11.9	11.2	4.42	7.62
<u>Lotus</u>				
Too	11.8	11.1	4.44	7.66
<u>M. polymorpha</u>				
<u>confinis</u>				
Too	11.9	11.2	4.42	7.62
To	11.2	10.6	4.60	7.94
<u>vulgaris</u>				
Too	11.4	10.7	4.58	7.90
To	11.5	10.8	4.54	7.82

(A) El valor corregido (V.C.) se obtiene multiplicando las lecturas por el cociente 25 sobre la lectura de la prueba en blanco.

En este caso el factor fue: $25/26.5 = 0.943$

Para la determinación de materia orgánica y % de C. se recurrió a una tabla elaborada por el sector Laboratorios de la Dirección de Suelos y Fertilizantes.

Cuadro 4: DETERMINACION DEL pH

MUESTRA	pH	
	agua	KCl(1 N)
<u>Suelo original</u>	5.8	4.8
<u>T. subterráneo</u>		
Too	5.8	4.7
To	5.4	4.6
N ₃	5.2	4.5
U-185	5.4	4.65
U-185(CO ₃)	7.05	6.2
<u>Lotus</u>		
Too	5.6	4.6
N ₁	5.3	4.6
<u>Medicago polymorpha</u>		
<u>confinis</u> Too	5.6	4.7
To	5.4	4.6
<u>vulgaris</u> Too	5.7	4.6
To	5.5	4.6
N ₂	5.4	4.5
R-493(CO ₃)	7.0	6.1

Lotus corniculatus: Efecto de la fertilización y la inoculación con cepas específicas sobre el rendimiento. Ensayo en terres. Solarie.

Materia seca de la parte aerea, secada en estufa a 65°C durante 84 hs

grs x 10⁻⁴

Tee	N-1	N-2	N-3	U-226	U-226(CaCO ₃)
2081	2453	2010	1833	2942	1092
728	2634	822	2082	2338	1529
11408	3367	2589	622	3690	989
2381	2364	----	2271	2864	2128
\bar{X} 1649.5	2704	1807	1702	2958	1434.5
% 100.0	163.5	109.5	103.2	179.3	86.5

Analisis de Varianza

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.
Tratan.	5	784	157
Error	17	874	51.4
Total	22	1658	

Prueba Tukey

Tee	N-1	N-2	N-3	U-226	U-226(CaCO ₃)
\bar{X} 1649.5	2704	1807	1702	2958	1434.5
bc	bc	bc	bc	b	a

Los tratamientos seguidos por la misma letra no difieren al nivel 5 %.-

Cuadro 5

Medicago polymorpha var. confinis: Efecto de la fertilización y la inoculación con cepas específicas sobre el rendimiento. Ensayo en tarros. Solarie.-

Materia seca de la parte aerea, secada en estufa a 65°C durante 84 hs

gms x 10⁻⁴

	Teo	Te	N-1	N-2	N-3	U-10	R-493	R-498
	706	644	872	805	174	78	368	668
	168	729	---	424	195	526	499	1068
	410	---	385	826	225	292	1142	---
	364	210	1219	626	557	---	173	---
\bar{x}	412	527.7	825.5	670	287.8	298.7	545.5	868
%	100.0	96.1	198.2	162.7	69.8	54.4	132.4	105.3

Análisis de Varianza

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	
Tratan.	7	102	15	F=1.875
Error	19	157	8	F(5%)=2.55
Total	26	259		

Cuadro 6

Trifolium subterraneum var. Bacans Marsh: Efecto de la fertilización y la inoculación con cepas específicas sobre el rendimiento. Ensayo en tarros. Selario.-

Materia seca de la parte aérea, secada en estufa a 65°C durante 84 hs.

gms x 10⁻⁴

	T ₀₀	T ₀	N-1	N-2	N-3	U-20	U-185	U-185(CaCO ₃)
	3273	4005	4050	1414	1982	3447	3897	2702
	2528	3150	3593	2731	3164	1914	3274	3673
	3473	3286	1598	1648	3270	4463	3614	2704
	3818	3697	4020	1536	2522	4032	2801	1697
\bar{X}	3273	3534.5	3315.3	1832.3	2734.5	3464	3396.5	2694
%	100.0	108.0	101.3	56.0	83.5	105.8	103.8	82.3

Análisis de Varianza

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	
Tratam.	7	935	134	F=2.197 (Significancia al 10%)
Error	23	1395	61	F=2.44 (5%)
Total	30	2330		F=1.99 (10%)

Cuadro 7

Medicago polymorpha var. vulgaris: Efecto de la fertilidad y la inoculación con cepas específicas sobre el rendimiento. Ensayo en tarros. Solario.

Materia seca de la parte aerea, secada en estufa a 65°C durante 84 hs.

grs x 10⁻⁴

T00	T0	N-1	N-2	N-3	U-10	R-490	R-493	U-10(CO ₂)	R-493(CO ₂)	
653	352	---	---	348	537	451	---	688	718	
676	914	139	---	545	1039	358	162	138	564	
1032	646	312	293	218	61	344	---	---	234	
480	623	622	1085	273	458	666	899	722	---	
\bar{X}	710.3	633.8	357.7	689	346	523.8	454.8	530.5	516	505.3
%	100.0	89.2	38.1	48.5	48.7	73.7	64.0	37.3	54.5	53.4

Análisis de Varianza

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	
Tratan.	9	45	5	F=0.55
Error	23	200	9	F=2.32 (5%)
Total	32	245		

Cuadro 8

CUADRO 9

MATERIA SECA DE LOS NODULOS
84 horas a 65°C.-(gr. x 10⁻⁴)

Los números entre paréntesis indican las repeticiones.

Lotus corniculatus

<u>U-226(4)</u>	<u>U-226(CO3)(4)</u>
92	15
prom. 23	3.75

M. polymorpha var. confinis

<u>R-490(2)</u>	<u>R-293(4)</u>	<u>U-10(2)</u>
22	86	4
prom. 11	21.5	2

M. polymorpha var. vulgaris

<u>U-10(4)</u>	<u>R-490(4)</u>	<u>R-493(2)</u>	<u>R-493(CO3)(3)</u>
72	32	30	59
prom. 18	8	15	19.6

T. subterraneum var. Bacchus Marsh

<u>U-185(CO3)(3)</u>	<u>U-20(4)</u>	<u>U-185(4)</u>
211	380	520
prom. 70.3	95	130

MEDICAGO POLYMORPHA var. CONFINIS

cepa	ubicación	Escasos	Abundantes (mas de 5)
U-10	4;5	x	
R-490	2;4	x	
	1;5	x	
R-493	1;5	x	
	1;4;5	x	
	1;3	x	
	1	x	

MEDICAGO POLYMORPHA var. VULGARIS

U-10	1;4	x	
	2;4	x	
	2;4	x	
	2;4	x	
R-490	5	x	
	2;4;5	x	
	4		x
	1;2;4	x	
R R-493	2;4	x	
	1;2	x	
U-10(CO ₃)	2;5	x	
	2	x	
	2;5		x
R-493(CO ₃)	2;4;5		x
	1;2;4;5		x
	2;4	x	

6 — BIBLIOGRAFIA

6.-BIBLIOGRAFIA

- Alfred y Anderson(1956) Molibdenum deficiencies in Australia. Soil Science 81:(3)173-183
- Allegri, M. (1969) Métodos de mejoramiento de Pasturas Naturales. Miscelánea No. 7 .La Estanzuela. C.I.A.A.B.
- Allen, C.N. (1959) Experiments in soil bacteriology. III ed. Burgess Publishing Company Co. Minneapolis
- Allison y Stirling (1949) Citado por Cátedra de Fertilidad. Facultad de Agronomía. Curso de Fertilidad cuaderno 1 (1971). Edit. A.E.A.
- Allos y Bartholomew (1955) Citado por Guss y Boberšiner (1970) V-Reunión Latinoamericana Sobre Rhizobium. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuarias. Rio de Janeiro.
- Alvarez, C. (1969) Contribución al conocimiento de los Suelos superficiales del área basáltica. Caracterización, comportamiento, respuesta. Trabajo realizado por el Grupo de Suelos de la Facultad de Agronomía y la E.E.M.A.C. Financiado por el Plan Agrícola (mimeo.)
- Alvarez, C.; Molfino, H.; Trambauer, A.; May, H. (1973) Programa de de Estudio y Levantamiento de Suelos del MGA. Grupo IV. (mimeografiado)
- Anderson, A. y Mc Lachan, K. -El efecto residual del fósforo en la fertilidad y desarrollo de las pasturas en los suelos ácidos. Aust. Jour. Agric. Res. Vol. 2, No. 4.
- Anderson, A.J. y Arnot, R.H. (1953) Fertilizer studies on Basaltic Red loam soil from the Lismore District. New South Wales. -Aust. Jour. Agric. Res. 4:29-43-.

- Andrew, W. and Hely, F. (1960) Frequency of annual species of Medicago on the mayor soil groups of the Macuarie region of New South Wales.
Aust. Jour. Agric. Res. No. 11: pag. 705-714
- Andrew, C.S. (1962) Influence of nutrición on nitrogen fixation and growth of legumes. Pag. 130-146.
In: Review of nitrogen in the tropics with particular references to pastures.
Bull. 46. Commonwealth Past. Field Crops-Hurley.
- Andrew, W. (1965) Moisture and temperature requirements for germination of the annual species of Medicago. Aust. Jour. Exp. Agric. Anim. Husb. 5: 19 pp-450-452
- Arias, W. (1962) La siembra superficial de pasturas. Boletín Informativo 898:8 MGA.
- Arias, W. (1972) Importancia de la rizobiología en el desarrollo de la ganadería. VI Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium. Montevideo Uruguay.
- Barate, M.; Barbat, T.; Francois, H.; Schroeder, E. y Sosa, S. (1973) Ecología del Rhizobium. Proyecto Basalto. Catedra de Microbiología. Fac. de Agronomía. Plan Agropecuario (mimeografiado).
- Barate, M.; Sosa, S.; Barbat, T.; Schröder, E., Francois, H. (1974) Correlación entre eficiencia y resistencia a antibióticos en Rh. meliloti y Rh. trifolii VII Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium. Resistencia Chaco. República Argentina.
- Beltramini, E.; Escuder, J.; Labandera, C.; Quadrelli, A.; Saccone, R. Von Zakrzewski, D. (1967) Implantación de Leguminosas en suelos superficiales de Basalto. Ensayos del primer año. Facultad de Agronomía E.E.M.A.C. (mimeo.)
- Black y Goring (1953) Citado por Cátedra de fertilidad, Fac. de Agronomía. Curso de fertilidad. Cuaderno 1 (1971). Edit. A.E.A.
- Blanchoud, C. (1968) Contribución de diferentes especies de leguminosas y la influencia de la fertilización nitrogenada en la productividad de una pradera de gramínea. Tesis Mag. Sc. La Estanzuela. IICA. 90 pp. (mimeo)

- Bonnet, C. (1969) Evaluación de variedades de leguminosas. Proyecto Regional de la Zona Basalto. Miscelanea No. 7. C.I.A.A.B.
- Bonnet, C. (1969) Leguminosas. Evaluación de especies y variedades. Proyecto Regional de la Zona Basalto. Boletín Informativo 1304:12 MGA
- Bono, P. (1962) Enfoques de mejoramiento. Anuario de la Sociedad de mejoramiento de Praderas. No. 2
- Bossi, J.; Carballo, E.; Heide, E.; Oliveira, T. (1973) Relevamiento geológico. Estado actual de la cartografía del área basáltica. (mimeografiado)
- Bossi, J.; Heide, E. (1969) Contribución al estudio del área Basáltica del Noroeste del Uruguay. Programa Basalto. Convenio Fac. de Agronomía-Plan Agropecuario. (mimeografiado).
- Bossi, J. (1966) Geología del Uruguay. Edit. Departamento de Publicaciones de la Universidad.
- Botaro, C. y Zabala, F. (1971) Efecto de la fertilización NP en la producción estacional de pasturas naturales en algunos tipos de suelos. Fac. de Agronomía. E.E.M.A.C. (mimeografiado)
- Breakwell, E. (1961) Mejoramiento de las praderas en el Uruguay, Anuario de la Sociedad de Mejoramiento de praderas. Vol. 5.
- Burkart, A. (1967) Leguminosae: Separatum de la Flora de la Provincia de Buenos Aires. Vol. 4 parte 3. I.N.T.A.
- Campal, E.F. y Casenave, G. (1967) La ganadería extensiva en suelos superficiales Basálticos del Uruguay. IICA-OEA-Zona Sur Montevideo-Uruguay.
- Campal, E.F. (1969) La Pradera. Nuestra Tierra. No. 28 Edit. Nuestra Tierra.-Montevideo.
- Carámbula, M. (1964) Ensayo comparativo de cepas de Rhizobium en tréboles. Boletín EEMAC. 8:1-24
- Carámbula, M. (1964) Estudios de nodulación en *T. subterraneum* Boletín EEMAC. 8:1-24

- Carábula, M. (1967) Efecto del nitrógeno inorgánica en el crecimiento y nodulación del *Medicago hispida* var. confinis. Boletín técnico No. 3 EEMAC
- Castells, A. (1969) Mejoramiento de leguminosas forrajeras - CIAAB. La Estanzuela. Miscelanea No. 7 p. 111
- Castells, A. (1964) Caracterización del trébol carretilla (*Medicago polymorpha*) en el Uruguay. VII RELAR. - Chaco - República Argentina.
- Castells, D.; Cazarre, H. y Tarmezana, A. (1971) Informe del sector forrajeras. Fac. de Agronomía. Plan Basalto. (mimeo.)
- Castro, E. (1969) Evaluación del aporte de nitrógeno de cuatro leguminosas a las gramíneas asociadas en una pastura. La Estanzuela. Miscelanea No. 7 p. 94. CIAAB.
- Cátedra de forrajeras (1969) Repartido del Curso. E. E. M. A. C. Facultad de Agronomía.
- CIAAB - Fertilización de pasturas en la zona de Basalto. Boletín informativo. 1369:9 MGA
- CIAAB - Basalto. Evaluación de especies y variedades de leguminosas. Boletín informativo 1325:3 MGA.
- CIAAB - Fertilización de pasturas. Boletín de Divulgación No. 5-
- CIDE (1963) Estudio económico y Social de la Agricultura en el Uruguay. Tomo II. MGA. Montevideo.
- Cayssials, R. y Puentes, R. (1974) Determinación y fraccionamiento de hierro libre en algunos suelos del Uruguay. Tesis. MGA. Dirección de Suelos y Fertilizantes. U. de la República. Fac. de Agronomía.
- Date, R. (1965) Informe de la gira realizada al área Basáltica del 11 al 14 de setiembre de 1965. Repartido mimeografiado de la Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. 1:3
- Date, R. (1970) Microbiological problems in the inoculation and nodulation of legumes. Plant and Soil 32:703-725

- De Freitas, L.M.M. (1970) Adubacao de leguminosas tropicais. As leguminosas na agricultura tropical. Anais do seminario sobre metodologia e planejamento de pesquisa com leguminosas tropicais. Instituto de Pesquisa Agropecuaria do Centro-Sul-Edit. Doberheiner, P.A. de Eira; A. Franco e A. Capelo.
- EMMAC-Trébol subterráneo. Repartido mimeografiado de la Cátedra de forrajeras. Fac. de Agronomía.
- Erdman, L.W. and Means, V.M. (1952) Use of total yield for predicting nitrogen content of inoculated legumes grown in sand culture. Soil Sci. 73:231-5
- Ferrari, et al (1967)-V-Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuarias. Rio de Janeiro.
- Fillat, A. (1961) La inoculación de las leguminosas (Anuario de la Soc. de Mejoramiento de Praderas).
- Fillat, A. y De Fillat, S.D. (1972) Observaciones sobre la persistencia del trébol subterráneo en algunos suelos del Uruguay. VI Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium (mimeo).
- Frioni de Santiago, L. y Veirano, R. (1973) Estudio de la mineralización potencial del nitrógeno orgánico en tres suelos del Uruguay. U. de la República. Facultad de Agronomía. Bolet. 125-.
- Fudge (1928) Citado por la Cátedra de Fertilidad Facultad de Agronomía. Curso de Fertilidad. Cuaderno 1 Edit. AEA.-
- Gardner, A.L.; De Lucia, G.R.; Albuquerque, E. y Seigal, E.M. Respuesta de las leguminosas a la fertilización fosfatada. La Estanzuela. (CIAAB) Boletín No. 5 pag. 9.
- Gibson, A.H. (1961) Root temperature and symbiotic nitrogen fixation. Nature vol 191. No. 4793
- Gibson, A.H. (1963) Physical environment and symbiotic nitrogen fixation. Aust. J. of Biol. Sci. Vol. 1

- Gibbon, A.H. (1969) Physical environment and symbiotic nitrogen fixation. VII-Efect of fluctuating root temperatures on nitrogen fixation. Aust. J. Biol. Sci. - 22:839-46
- Gomensoro, R.; Sosa, E. Y Schroeder, E. (1972) Efectos de temperaturas elevadas en la sobrevivencia del *Rhizobium* en suelos sobre Basalto. VI-Reunión Latinoamericana sobre *Rhizobium* Montevideo-Uruguay
- Grupos de Forrajeras y Suelos (1969). Estudio sobre el comportamiento de algunas leguminosas introducidas en suelos superficiales del área basáltica. EEMAC. Fac. de Agronomía (mimeo.).
- Guss y Doberheiner, J. (1970) -V. Reunión Latinoamericana sobre *Rhizobium*. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuarias. Rio de Janeiro.
- Hausman, A. y Fernandez, A. (1967) Hidrogeología de los Basaltos del Noroeste Uruguayo. U. de la República Facultad de Agronomía (mimeografiado)
- Hejn, C.C. (1963) Scripta Microscloymitana 7 (Publicación de la Universidad Hebrea)
- INTA--(1967) El trebol de cuernitos puede ser la leguminosa que necesita Entre Rios. Estación experimental Agropecuaria. Publicación de Divulgación No. 5. Concepción del Uruguay. Entre Rios.
- Iza, J.C.; Menendez, R.A. y Schroeder, E. (1971) Selección de cepas de *Rh. trifolii* para *Trifolium subterraneum* L. cv. Bacchus Marsh empleando diferentes determinaciones. V-Congreso Latinoamericano de Microbiología-Punta del Este-Uruguay (mimeografiado)
- Jackson, M.L. (1964) Analisis químico de los suelos. Edit. Omega Barcelona.
- Jardim Freire, J.R. y Vidor, C. (1970) Factores limitantes dos solos acidos na simbiose de *Rhizobium* e as leguminosas. As leguminosas na Agricultura Tropical. Anais do Seminario sobre Metodología e Planejamento de Pesquisa com Leg. Tropicais. -Edit. J. Doberheiner, P.A. da Eira. A. Franco e A. Campelo

- Jenny, Vlamis y Martin (1950) Citados por la Catedra de Fertilidad. Catedra de Suelos. Cuaderno 1 (1971)
Edit. ABA
- Jensen, H. L. (1942) Nitrogen fixation in leguminous plants. General characters of root-nodule bacteria isolated from species of Medicago and Trifolium in Australia
Proc. Linn. Soc. N.S.W. 66:98
- Kornelius, E., Jardim Freire, J. R.; Barreto, Y. L. (1972) Influencia do calcario na eficiencia e sobrevivencia de estirpes de Rh. trifolii em trevo subterraneo (Trifolium subterraneum L. cv. Mount Barker) VI-Reunião Latinoamericana sobre Rhizobium. Montevideo-Uruguay (mimeografiado)
- Johann (1957) Citado por Loneragan, J. F. (1959) In: Aust. J. of Biol. Sci. 12(1), 26-39
- Labandera, C.; Sicardi, M. y Batthyany, C. (1970) Historia y fundamento de la selección de cepas en el Uruguay. V-Reunião Latinoamericana sobre Rhizobium. Rio de Janeiro Brasil.
- Labella, S., Barrero, M., Lassimino, L.; y Rizzo, D. (1969) Implantación de leguminosas sobre suelos superficiales desarrollados sobre Basalto. En: trabajo de seminario EEMAC 36pp.
- Laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes (1971). Boletín informativo No. 1354 MGA.
- Masterson, C. L. (1968) The effects of some soil factors on Rhizobium trifolii. 9th. International Congress of Soil Science Transactions. Vol. II paper -10
- May, H.; Molfino, H., Alvarez, C. y Trambauer, A. (1973) Carta de reconocimiento de asociaciones de suelos. MGA. (mimeografiado)
- Mc Lachan, K. D. (1965) Phosphorus, sulphur and molybdenum deficiencies in soil, from Eastern Australia in relation to nutrient supply and

some characteristic of soil and climate. Aust. J. Agric. Res. 6:5; 673-84.

- Mc. Williams, C.R. and Dowling, P.M. (1970) Some factors influencing the germination and early development of pasture plants. Aust. Jour. Agric. Res. 21:2; 19-32
- Medero, B.; Fillat, A. y Navarro, G. (1958) Ensayos comparativos de distintos métodos de implantación de leguminosas en pasturas naturales. Revista de la Asociación de Ing. Agrs. No. 103 pag. 66.
- Medero, B. (1958) Experiencias de mejoramiento de Praderas en el Uruguay. Boletín informativo 748:5 MGA
- Medero, B. (1958) Informes. An. de la Soc. de Mej. de Prad. p.93
- Mess, M.G. (1959) The influence of night temperatures and (they) day-length on the growth nodulation, nitrogen assimilation and flowering of Stizolobium deeringianum (velvet bean) S. Af. J. Sci. 55:3599
- Meyer, D. y Anderson, A. (1959) Temperature and symbiotic nitrogen fixation. Nature, January 3 vol. 183 No. 4653
- Noir, T. y Reynaert, E. (1960) Resultados de los ensayos de introducción de leguminosas. Ann. Soc. Mej. Prad. 4:7
- Morrison, J. (1966) A note on the factors concerned in the establishment of grass, clover swards at high elevation in Kenya. East African Agric. and Forestry Sourn XXXI(4)
- Murguía, J. (1958) La utilización eficiente de las pasturas. An. Soc. Mej. Prad. 2:47
- Murguía, J. (1964) Mejoramiento de pasturas en campos basálticos no arables. Comisión Honoraria del Plan Agropecuario (mimeo.)

- Marguía, J. (1965) Nodulación en Suelos Basálticos del Uruguay
Actas de la II Reunión Latinoamericana
Sobre Inoculantes Para Leguminosas.
IDIA-Suplemento No. 15:76-79
- Norris, D.O. (1964) Legume bacteriology. 102-117. In: Some concepts
and methods in subtropical pasture Reserch.
Commonw. Bur. Past. Field Crops. Hurley
Inglaterra.
- Nutman, T.S. (1965) Symbiotic nitrogen fixation. Chapter 10.
Rothamsted Experimental Station Harpenden
England.
- Orecchia, H. Los climas de la República Oriental del Uruguay
según la nueva clasificación de Thorn-
thwaite. Dep. Inst. Rec. Nat. Dpto de Suelos
Facultad de Agronomía. U. de la Republica.
- Pessanha, G.G. et al (1970) V Reunión Latinoamericana sobre
Rhizobium. Departamento Nacional de Pes-
quisas Agropecuarias Rio de Janeiro.
- Pierre y Browning (1935) Citado por Cátedra de Fertilidad.
Fac. de Agronomía. Curso de Fertilidad
Cuaderno 1-1971-Edit. AEA
- Quadrelli, A.M. (1968) Implantación de leguminosas en suelos
superficiales. Resiembra Segundo Año.
Actas. IV Reunión Latinoamericana
sobre Inoculantes para Leguminosas.
Porto Alegre. Brasil
- Quinlivan, B.J. (1968) Seed impermeability in the common annual
legume pasture species of Western Aus-
tralia. Aust. J. Exp. Agric. and Animal. Husb.
8:35 pag. 695.
- Robson, A.D. y Loneragan, J.F. (1970) Nodulation and Growth of
Medicago truncatula on acid soils.
I. Effect of calcium carbonate and ino-
culation levelson the nodulation of
Medicago truncatula on a moderately
acid soil. Aust. J. Agric. Res. 21:427-34
- Robson, A.D. and Loneragan (1970) Nodulation and growth of
Medicago Truncatula on acid soils.
II-Colonization of acid soils by Rhi-
zobium meliloti. Aust. J. Agric. Res. 21:435-

- Reynaert, E. y Carámbula, M. (1961) Estudios sobre las deficiencias en elementos nutritivos en algunos suelos por medio de ensayos en macetas. An. Soc. Mej. Prod. pag. 59
- Rosengurt, B. (1943) Algunas plantas nuevas para el Uruguay. Comunicaciones botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo. Marzo de 1943 V. 11.
- Rosengurt, B., Ballinal, J. P.; Bergali, L. U.; Campal, L. P. y Aragone, L. (1946) Estudios sobre Praderas naturales del Uruguay. Montevideo Barreiro y Ramos .5 Volúmenes.
- Rosengurt, B. et al (1949) Estudios sobre Praderas naturales del Uruguay. 5a. Contribución.
- Rosengurt, B. (1957) Los trabeles carretilla. Boletín Informativo 852:2 MGA
- Rosengurt, B.; Arrillaga de Maffei, Izaguirre, F. (1970) Gramíneas Uruguayas-U. de la República. Montevideo. Edit. Departamento de Publicaciones.
- Rossignol, J. P. y Trambauer, A. (1969) Informe preliminar de suelos de los sectores 19 y 20 de Salto. Reconocimiento generalizado. Programa de estudio y levantamiento de Suelos. Convenio MGA-F.A.
- Roughley, R. J.; Dart, P. J.; Nutman, T. S. and C. Rodriguez-Barrueco (1970) The influence of root temperature on root-hair infection of Trifolium subterraneum L. by Rhizobium trifolii Dang. Proc. of the XI International Grassland Congress.
- Roughley, R. J. and Dart, P. J. (1970) Root temperature and root-hair infection on Trifolium subterraneum L. var. Cranmore. Plant and Soil 32:518-520
- Saccone, R. (1968) Informe de lo actuado durante los años 68-69 Proyecto Basalto. Convenio MGA-F. Agronomía (mimeografiado)
- Schiel, E. (1970) Métodos y técnicas empleadas en el equipo de rizobiología del INTA. (Rep. Argentina)

As leguminosas na Agricultura Tropical
Anais Do Seminario Sobre Metodologia e
Planejamento de pesquisa com Legumino-
sas tropicais realizado no Instituto de
Pesquisa Agropecuaria do Centro-Sul.
Edit. J. Doberheiner, P.A. Da Eira. A.A.
Franco, E.A. Campelo.

- Schroder, E., Parmezana, A y Labandera C. (1969) Proyecto Basalto
Microbiologia. Informe de los años 1966-69
(mimeografiado)
- Schroder, E. (1970) Metodos de selección de cepas de Rh. tri-
folii (Dangerad) para Trifolium subte-
rraneum L. cv. Bacchus Marsh
Ensayo de Laboratorio. Tesis. Mimeog.
- Schroder, e. y Gemencro, R. J. (1973) Sobrevivencia de Rh. trif-
folii y Rh. meliloti en suelos basalti-
cos. IV-Global Impacts of Applied Micro-
biology. July 1973. San Pablo-Brasil
- Sicardi, A. y Castells, A. (1972) Características simbióticas
de Rhizobium meliloti de la zona de Ba-
salto. I-Comportamiento de 10 aislamien-
tos en cuatro especies de Medicago.
VI-Reunión Latinoamericana sobre Rhizo-
bium. Montevideo-Uruguay
- Silva, M. (1966) Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y
leguminosas asociadas sobre la produc-
ción de una pradera en la Estanzuela
Uruguay. Tesis Mag. Sci. La Estanzuela
IICA.
- Snedecor, G. W. (1956) Statistical Methods. The Iowa State College
Press, Ames IOWA.
- Souto, S. M. (1970) Metodologia da introducao e avaliacao de
plantas forrajeras tropicais. As Legumi-
nosas na agricultura tropical. Anais do
Seminario sobre metodologia e planeja-
mento com leguminosas tropicais.
Edit. J. Doberheiner, P. Da Eira. A. Franco
e. A. B. Campelo.
- Parmezana, A. y Carámbula, M. (1970) Informe de los trabajos
realizados en el Proyecto Basalto-Facultad
de Agronomía. Febrero de 1971 (min.)

- Tiver, N.S. (1962) Valioso Rol de la Cal. An. Soc. Mej. de Prod. No. 6:153
- Tobler, H. (1968) Referencias analíticas a suelos superficiales rojos y negros. Programa de Estudio y levantamiento de Suelos. 20pp (mimeografiado)
- Thompson, Black y Zoelener (1954) Citado por Cátedra de Fertilidad. Fac. de Agronomía. Curso de Fertilidad Cuaderno 1: Edit. AEA
- Van de Venne, H. (1935) Revista Agros No. 127. Edit. AEA
- Vidiella, J.C. (1969) Métodos de mejoramiento de campo natural Miscelánea No. 7 CIAAB. La Estanzuela.
- Vincent, J.M. (1965) Environmental factor in the fixation of nitrogen by the legume. Page 387-435 In Bartholomew & Clark (ed.) Soil Nitrogen Amer. Assoc. Agron.
- Vincent, J.M. (1970) "A manual for the Practical study of root nodule bacteria" IBP Handbook No. 15. Edit. Blackwell Scientific public.
- Vincent, J.M. (1970) The legum symbiosis. As leguminosas na Agricultura Tropical Anais do Seminario sobre metodologia e planejamento de pesquisa com leguminosas tropicais. Edit. J. Doberheiner, P. a. Da Eira, A. A. Franco, A. V. Campelo.
- Willat, S.T. and Tighe, F.M. (1967) Soil temperature in the seed zone of inoculated legumes. Rhod. Zamb. Mal. J. Agric. Res. 5.
- Zamalvide, J.; Alvarez, C. y Velezo, C. (1973) Caracterización de suelos del área Basáltica. Alrededores de Laureles -Salto. Comunicación preliminar de datos parciales. Convenio MGA-Fac. Agronomía (mimeografiado)

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Facultad de Agronomía por la utilización del Laboratorio de Microbiología, al Dr. J. Azambuya por facilitarnos el suelo utilizado en el trabajo, al Laboratorio de Microbiología y Control de Inoculantes del M.A.P., al Laboratorio de Suelos y Fertilizantes por el asesoramiento en el análisis de los suelos, a los Ings. Agrs. C. Alvarez, M. Molfino y L. Rey por el material bibliográfico que nos facilitaron y al Ing. Agr. B. Rosengurt por las sugerencias indicadas.

FE DE ERRATAS

Pag. 74. Linea 8: Donde dice: .."realizado por el Sector
Laboratorio"
debe decir:.."realizado en el Sector..."

Pag. 77. Linea 23: Donde dice:.." dos hijas verdaderas..."
Debe decir:.."dos h~~o~~jas verdaderas..."

Pag. 87. Linea 24: Donde dice: "..prueba de germinación da-
da..."
Debe decir:.."prueba de germinación como
para las otras especies, dada..."

~~af~~ ~~Empresa Inocuos~~

~~Coniall~~

~~Original~~
~~Herminio J. Torres~~