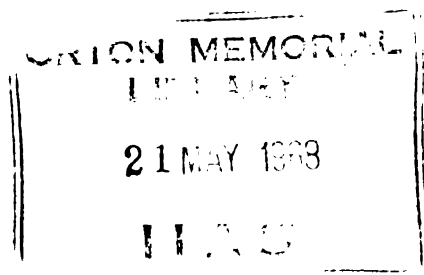


✓ CONTRIBUCION DE DIFERENTES ESPECIES
DE LEGUMINOSAS Y LA INFLUENCIA DE LA
FERTILIZACION NITROGENADA EN LA
PRODUCTIVIDAD DE UNA PRADERA DE GRAMINEA

✓ Por

Gerardo Blanchoud Houriet



Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada
La Estanzuela, Colonia
Uruguay
Marzo de 1968

CONTRIBUCION DE DIFERENTES ESPECIES
DE LEGUMINOSAS Y LA INFLUENCIA DE LA
FERTILIZACION NITROGENADA EN LA
PRODUCTIVIDAD DE UNA PRADERA DE GRAMINEA

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Permiso para su publicación, reproducción total o parcial,
debe ser obtenida en dicho Instituto

APROBADA: *Antonio G. García* Consejero

Reynaud Comité

Delgado Comité

Marzo de 1968

A mis Padres

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece:

Al Dr. Andrew L. Gardner, su Consejero Principal, por el asesoramiento otorgado en la realización - de esta Tesis.

Al Dr. Osvaldo Paladines e Ing. Ernst - Reynaert, miembros del Comité de Consejeros, por sus consejos en las diversas etapas de esta investigación.

Al personal del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" por su valiosa y desinteresada colaboración que hizo posible la realización de este trabajo.

BIOGRAFIA

Gerardo Blanchoud Houriet nació en la ciudad de Esperanza, prov.de Santa Fe, Rep.Argentina, el día 21 de Julio de 1933.

Cursó sus estudios secundarios en la ciudad de Santa Fe.

En 1957 ingresó en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional del Nordeste, egresando en 1963.

En Marzo de 1963 comenzó a trabajar en la Estación Experimental Agropecuaria de Corrientes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En la actualidad se desempeña como Técnico en Implantación y Manejo de Pasturas en la Estación Experimental Agropecuaria de Reconquista (prov.de Santa Fe) del mismo Instituto.

En Setiembre de 1965 ingresó en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, donde realizó estudios de postgrado en Manejo de Pasturas, graduándose en Marzo de 1968.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	
LISTA DE GRAFICAS	
LISTA DE CUADROS Y FIGURA DEL APENDICE..	
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
A. Restitución de Nitrógeno al Suelo	3
Fuentes de Nitrógeno	4
B. La Leguminosa como Fuente de Nitrógeno	6
1. Secresión directa	6
2. Transferencia por descomposición de órganos - de las plantas	7
3. Competencia por el N del suelo entre legumino- sas y gramíneas	9
C. Fertilización Nitrogenada sobre Praderas de Gra- míneas Puras y Asociadas	11
1. Efecto sobre las praderas de gramíneas puras	11
a) Producción de Materia Seca	11
b) Producción de Nitrógeno o Proteína Cruda	12
2. Efecto sobre las praderas asociadas de gramí- neas/leguminosas.	
a) Producción de Materia Seca	13
b) Producción de Nitrógeno o Proteína Cruda	18
D. Contribución de la Leguminosa al Rendimiento de - una Pradera Asociada	21 ✓

	Página
MATERIALES Y METODOS	24
Establecimiento e iniciación del ensayo	24
Diseño experimental e interpretación estadística	24
Tratamientos	25
Cortes	25
Determinación de Nitrógeno	26
Fertilización	26
RESULTADOS	27
A. Rendimientos de las Pasturas de Festuca sola y de - sus Asociaciones	27
1. Rendimiento de Materia Seca	27
2. Rendimiento de Nitrógeno	29
B. Rendimientos de la Festuca sola y en cada asociación	31
1. Producción de Materia Seca	31
2. Producción de Nitrógeno	33
C. Contribución Indirecta de las Leguminosas en el Ren- dimiento de las Asociaciones o Praderas	37
1. Producción de Materia Seca	37
2. Producción de Nitrógeno	39
D. Contribución Directa Anual de las Leguminosas al Ren- dimiento de las Praderas	41
1. Producción de Materia Seca	41
2. Producción de Nitrógeno	42
E. Contribución Total de las Especies de Leguminosas al Rendimiento de las Praderas Asociadas	43
1. Producción de Materia Seca	43
2. Producción de Nitrógeno	44
DISCUSION	46
Características de crecimiento de las leguminosas	46
Rendimiento de Materia Seca	49

DISCUSION (Continuación)	Página
Producción de Nitrógeno	56
Contribución indirecta de las leguminosas a través de la Festuca	57
En producción de Materia Seca	57
En producción de Nitrógeno	58
Contribución directa de la leguminosa a la productividad de la pradera	60
En Producción de Materia Seca y Nitrógeno	60
Contribución total de las leguminosas al rendimiento de la pradera	61
En producción de Materia Seca y Nitrógeno	61
Efecto residual de las leguminosas de año a año	63
CONCLUSIONES	66
RESUMEN	68
SUMMARY	71
LITERATURA CITADA	73
APENDICE	80

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Producción de Materia Seca de la Festuca sola y de sus asociaciones con leguminosas (Ton/há)	27
2	Producción de Materia Seca de la Festuca y sus asociaciones en cada nivel de N (Ton/há)	28
3	Producción de Nitrógeno de la Festuca sola y de sus asociaciones con las diversas especies de leguminosas	30
4	Rendimiento anual de Nitrógeno de las praderas - influenciado por los Niveles de Nitrógeno (kg/há)	31
5	Producción de Materia Seca de la Festuca, sola y en cada asociación con leguminosa (Ton/há)	32
6	Producción promedio estacional de MS de la Festuca sola y en cada asociación con leguminosas, - en los distintos Niveles de N (Ton/há)	33
7	Producción anual de Nitrógeno de la Festuca, sola y asociada con las diversas leguminosas (Kg/há)	34
8	Producción de Nitrógeno estacional de la festuca, sola y asociada con las diversas leguminosas (kg/há)	35
9	Producción de Nitrógeno estacional de la festuca - en cada nivel de N (kg/há)	36
10	Contribución indirecta de las leguminosas al rendimiento de la Materia Seca de la pradera (Ton/há)	37
11	Incremento en el rendimiento de festuca en asociación con leguminosas sobre la festuca sola en relación a la fertilización nitrogenada (Ton MS/há)	38
12	Contribución de las especies de leguminosas a través de la gramínea asociada sobre la base de su incremento de Nitrógeno (kg/há)	40
13	Incremento en el rendimiento de Festuca en asociación con leguminosas sobre la Festuca pura en relación a la fertilización nitrogenada (kg/há)	41
14	Contribución directa anual de las leguminosas, en base a la MS (Ton/há)	42

Cuadro		Página
15	Contribución directa anual de las leguminosas, en base al N (kg/há)	43
16	Contribución total anual de las leguminosas en base a la Materia Seca (Ton/há)	44
17	Contribución total anual de las leguminosas en base a la producción de N (kg/há)	44
18	Cantidad de N en fertilizantes requerido por la graminosa pura para reemplazar la contribución total del trébol blanco (kg/há/año)	63
19	Porcentaje de la contribución directa e indirecta de la producción total de las asociaciones, anual y para el Otoño	65

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Rendimiento de Materia Seca de las asociaciones y de la festuca pura, en Otoño	47
2	Rendimiento de Materia Seca de las asociaciones y de la festuca pura, en Invierno	50
3	Rendimiento de Materia Seca de las asociaciones y de la festuca pura, en Primavera	53
4	Rendimiento total anual	55

LISTA DE FIGURA Y CUADROS DEL
 APENDICE

Figura		Página
1	Balance hídrico mensual en un suelo de pradera parda en La Estanzuela de Enero a Diciembre de 1966. Lámina de 100 mm.	80
 Cuadros		
2	Composición Botánica estacional de las distintas praderas y en los distintos niveles de N (determinada por el método de separación a mano) .	81
3	Rendimiento de MS en Otoño, de las asociaciones y de la festuca pura (Ton de MS/há)	81
4	Rendimiento de MS en Invierno, de las asociaciones y de la festuca pura (ton de MS/há)...	82
5	Rendimiento de MS en Primavera, de las asociaciones y de la festuca pura (Ton de MS/há)	82
6	Rendimiento de MS de la festuca en Otoño, en las asociaciones y pura (Ton de MS/há)	83
7	Rendimiento de MS de la festuca en Invierno, en las asociaciones y pura (Ton de MS/há) ..	83
8	Rendimiento de MS de la festuca en Primavera en las asociaciones y pura (Ton de MS/há) ..	84
9	Rendimiento de N en Otoño, de las asociaciones y de la festuca pura (kg de N/há)	84
10	Rendimiento de N en Invierno, de las asociaciones y de la festuca pura (kg de N/há)	85
11	Rendimiento de N en Primavera, de las asociaciones y de la festuca pura (kg de N/há)	85
12	Rendimiento de N en Otoño, de la festuca en las asociaciones y pura (kg de N/há).....	86
13	Rendimiento de N en Invierno, de la festuca en las asociaciones y pura (kg de N/há)	86

Cuadros		Página
14	Fendimiento de N en Primavera, de la festuca en las asociaciones y pura (kg de N/há)	87
15	Fendimiento de MS en Otoño, de las leguminosas (Ton/há)	87
16	Rendimiento de MS en Invierno de las leguminosas (Ton/há)	88
17	Fendimiento de MS en Primavera, de las leguminosas (Ton/Há)	88
18	Fendimiento de N de las leguminosas, en Otoño (kg/há)	89
19	Fendimiento de N de las leguminosas, en Invierno (kg/há)	89
20	Fendimiento de N de las leguminosas, en Primavera (kg/há)	90

INTRODUCCION

Entre los principales factores limitantes de la productividad de una pastura permanente de gramínea, está la deficiencia de nitrógeno de los suelos. Esta deficiencia se puede remediar mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados o por medio de la asociación con leguminosas. El uso de uno u otro medio depende del costo de los fertilizantes y de factores ambientales que permiten el desarrollo vigoroso de una especie de leguminosa.

En el Uruguay se ha constatado la deficiencia de N en las praderas permanentes y a la vez se ha probado el buen comportamiento de especies de leguminosas (19) lo que sugiere su empleo como un medio de solucionar esa deficiencia y consecuentemente aumentar la producción de forraje. Subsiste el interrogante sobre la especie de leguminosa que es más conveniente y cuál es su contribución al mejoramiento de los rendimientos.

Con esta finalidad se instaló en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", en La Estanzuela, Colonia, un ensayo para estudiar el rendimiento de una pradera de festuca (Festuca arundinacea) en asociación con cuatro diferentes especies de leguminosas: trébol blanco (Trifolium repens), lotus (Lotus corniculatus), trébol subterráneo (Trifolium subterraneum) y trébol carretilla (Medicago hispida), a la vez que evaluar la contribución de cada leguminosa como fuente de N con cinco niveles de N aplicados a la gramínea sola. Además, se ha querido estudiar el efecto de los mismos niveles de N so

2.

bre la producción de cada una de las asociaciones y determinar hasta qué nivel de N conviene fertilizar la asociación sin disminuir la contribución total de la leguminosa a la producción.

REVISIÓN DE LITERATURA

En las distintas regiones del mundo se utilizan diversos métodos para solucionar el problema de la deficiencia de N de los suelos a fin de elevar la producción de las pasturas (17, 32, 33).

A. Restitución de Nitrógeno al Suelo

En Nueva Zelandia, la restitución de N se basa casi exclusivamente en el uso del trébol blanco, debido a que las condiciones ambientales le permiten un período de crecimiento de 9 a 10 meses en el año. La producción de forraje de una pradera de gramínea pura de 1.700 a 3.500 kg de MS/há/año, obtenida sin fertilizantes nitrogenados, se puede elevar hasta 13.400 kg de MS/há/año con sólo incluir el trébol blanco en la siembra de la gramínea y proveer de suficiente cantidad de fósforo y calcio para permitir un crecimiento vigoroso de la leguminosa (17, 32, 46, 47). Contrastando con esto, en regiones de climas fríos como Inglaterra, donde las condiciones son favorables para el crecimiento del trébol blanco, pero debido al lento calentamiento del suelo en la Primavera y a la exigencia del trébol de temperatura óptima para el crecimiento, mayor que las gramíneas (50), comienza a crecer más tarde que éstas y alcanza su máxima producción a mediados del Verano después que las gramíneas han realizado su mayor crecimiento. De este modo existe un período en la Primavera en que la gramínea no se beneficia con el N de la leguminosa.

En estas condiciones, el forraje está condicionado casi enteramente a la provisión de N del suelo, sin el agregado desde

otras fuentes, su producción es muy reducida y alcanzaría a un promedio de 2.200 o 3.400 kg de MS/há/año (32). Esta producción se puede elevar hasta 5.600 o 6.700 kg de MS/há/año incluyendo el trébol blanco en la siembra (4, 20, 32). Mayor producción que estas últimas cifras, depende de la respuesta de la gramínea de la mezcla al agregado de fertilizantes nitrogenados; esto trae como consecuencia, sin embargo, la eliminación de la leguminosa. Es por eso que se trata de combinar el uso de las leguminosas con gramíneas y la aplicación de fertilizantes nitrogenados, estudiando métodos de manejo que admitan una mayor producción de la gramínea, pero sin que su crecimiento vigoroso impida la persistencia y producción de las leguminosas (23, 43, 56). En Holanda, suelos pantanosos no mantienen -- prácticamente nada de trébol y sobre muchos suelos arenosos el trébol blanco difícilmente es capaz de persistir y esto puede estar asociado a un pH relativamente bajo; es posible, además, - que el pobre crecimiento del trébol esté asociado con infecciones parasitarias. Por ejemplo, la infección con cepas de *Rizobium* infectivas para la fijación de N o por los bacteriófagos que digieren las bacterias de los nódulos. Ultimamente se ha indicado la infestación con nematodos como una posible causa de la reducida vitalidad del trébol (17, 32). Tanto en Holanda (34) como en Inglaterra (20) es posible obtener rendimientos de 12.200 kg de MS/há/año con el uso abundante de fertilizantes nitrogenados en praderas de gramíneas puras, cifra que es obtenida en Nueva Zelandia con sólo incluir la leguminosa en la pastura.

Fuentes de Nitrógeno

Es bien conocido que el rendimiento de las gramíneas depende del suelo, del que recibe de los fertilizantes el N fijado. -

por la leguminosa asociada y que es liberado en el suelo y por la recirculación del N a través de las heces y orina del animal que pastorea la pradera (4, 10, 11, 32, 56, 60).

El N disponible del suelo, en la mayoría de los casos, representa una pequeña cantidad que depende de factores muy complejos del suelo: fijación no-simbiótica, nitrificación, denitrificación, inmovilización en la materia orgánica con una relación C/N muy alta, etc. Green y Cowling (20) calcularon que para algunos suelos de Inglaterra no era mayor de 56 kg de N disponible/há. Además, si el forraje es cortado y sacado del área hay una extracción de N sin retorno que disminuye más aún el contenido de este elemento.

A causa del rendimiento muy bajo de las pasturas de gramíneas se hace necesario proveer de N al suelo para permitir el crecimiento vigoroso de estas especies; para ello, se puede recurrir al fertilizante o a la leguminosa. En algunas regiones, debido a las dificultades del manejo de una pradera asociada para mantener las proporciones adecuadas de leguminosas, la posibilidad económica de aplicar fertilizantes, por las condiciones de suelo que no permiten la fijación simbiótica y a la incidencia del meteorismo (34, 54), se trata de volver a praderas simples de gramíneas con uso abundante de fertilizantes nitrogenados.

Sin embargo, en lugares donde se cuenta con leguminosas adaptadas y de altos rendimientos, se sigue investigando aún sobre la conveniencia de una u otra fuente de N o la combinación de ambas.

P. La Leguminosa como Fuente de Nitrógeno

Del N que es fijado por la leguminosa desde la atmósfera puede hacerse disponible para las especies no-leguminosas por medio de la secreción desde los nódulos, por la degradación y descomposición de raíces y nódulos, o por la descomposición de las hojas u otros órganos aéreos en la superficie, cuyo N será lixiado hacia el perfil del suelo.

1. Secreción directa

Walker et al. (56) citan experimentos en que se ha demostrado la excreción directa de N desde la leguminosa. Por ejemplo, Virtanen y v. Hausen (52) verificaron la excreción directa y la absorción del N por las no-leguminosas; encontraron además, que la cantidad excretada algunas veces llegó hasta la mitad de la fijada. Más tarde, otros investigadores estudiando los factores que influían esta excreción, encontraron que la temperatura, baja intensidad de luz, y la longitud del día, la afectaban. Walker et al. (56) resumen este fenómeno como sigue: **colocando** una leguminosa bien **establecida en oscuridad continua**, se suprime la fotosíntesis e inhibirá la fijación de N. Bajo ciertas condiciones climáticas tales como: temperatura, luz, etc., la fotosíntesis puede ser tan rápida que la fijación de N puede ser superada y todo el N fijado es retenido en la planta. Sin embargo, cuando la velocidad de fotosíntesis es moderadamente rápida (inducida, por ejemplo, por el sombreamiento de una leguminosa bien establecida), la fijación puede alcanzar un máximo y puede exceder la velocidad de síntesis de proteínas de tal manera que la excreción del N combinado tiene lugar y puede estar disponible para las especies no-legu

minosas asociadas. Esta forma de transferencia de N parece haber perdido fuerza como teoría (21) o por lo menos se le atribuye poca importancia por las reducidas cantidades de N - que cedería en el suelo frente a las otras formas de transferencia (5).

2. Transferencia por descomposición de órganos de las plantas.

En 1959 Futtler, Greenwood y Soper (6) estudiaron el efecto de la sombra y de la defoliación sobre el sistema radicular de varias especies de leguminosas, entre ellas el trébol blanco, en experimentos de macetas o cajones. En los tratamientos de baja intensidad de luz notaron la pérdida del color rosado de los nódulos a los pocos días de haber comenzado el tratamiento y fue seguida por la cesación de la formación de nuevos nódulos. Los tejidos corticales de muchas raíces adquirieron un color marrón y a las pocas semanas observaron la muerte de estas raíces y sus nódulos. Hubo un crecimiento muy lento de raíces en los estolones nuevos para reemplazar las raíces que habían muerto. Contrastando con lo anterior, en las macetas en que las plantas eran defoliadas periódicamente, hubo poca aceleración inicial en la decadencia de los nódulos. Tuvo lugar un rebrote activo de hojas nuevas - desde los estolones más jóvenes y al mismo tiempo las raíces de estolones nuevos crecieron rápidamente y llegaron a nodular abundantemente. Con cada defoliación se produjo la muerte de algunas raíces y nódulos de más edad.

Estudiando el efecto de la fertilización nitrogenada sobre

el sistema radicular y la nodulación del trébol blanco, Young (60) encontró que los nódulos en desintegración estuvieron presentes en toda la estación de crecimiento. En la fase de eliminación del trébol de la pastura, la cantidad de nódulos en desintegración se elevó rápidamente. Concluye que esto podría responder de gran parte de la transferencia de N.

Herriot y Wells (22) hallaron que el efecto de la densidad de siembra del trébol blanco fue considerable; al aumentar el número de plantas hay una mayor masa radicular nodulada y produce una transferencia de N mayor; al parecer la cantidad de material radicular del trébol disponible para su descomposición, puede ser crítica para determinar el grado de transferencia de N.

Debido a la baja relación de raíz/follaje en el trébol blanco (11,60) y a la gran cantidad de estolones, Cowling (11) expresa que la degradación de estolones y de las partes no cosechadas pueden ser responsables de una gran parte del beneficio atribuido a la transferencia por descomposición de raíces y nódulos; además, la cantidad de N en los órganos subterráneos fue de 53 kg y la de estolones y pecíolos sin cosechar de 149 kg de N/há.

Henzell (21) encontró también que, de las especies ensayadas por él, la más eficiente para la transferencia de N fue la que dejó una gran masa de estolones y hojas en descomposición sobre la superficie del suelo.

El N que transfiere la leguminosa, particularmente desde sus órganos más viejos y en degradación, necesita ser mineralizado, es transformado a NH_4 y/o NO_3 y en estas for

mas estará disponible para las plantas; otra parte quedará en la materia orgánica y parte como proteína bacteriana. En esta forma, el N de leguminosa reacciona más gradual y uniformemente que el N de fertilizantes, ya que éste promueve - grande y rápidamente el crecimiento de la gramínea; pero, - con poco efecto residual después del primero o segundo corte siguiente a la aplicación (12, 14, 30) especialmente es dudoso el beneficio de la fertilización nitrogenada en épocas secas y calurosas, pues si se aplica N y no llueve éste no podrá - llegar al alcance de las raíces; sólo se aprovechará el N - que ya está en el suelo, según lo permita la humedad que aún quede en el suelo y en estas circunstancias el N de leguminosas que se vaya mineralizando puede tener muy buenas posibilidades (13, 34, 32, 53, 54).

3. Competencia por el N del suelo entre leguminosas y gramíneas.

Las leguminosas no fijan desde la atmósfera todo el N que necesitan. Hay una disminución relativamente rápida - en la fijación del N por el trébol blanco, según aumenta el N del suelo lo que probablemente no ocurra en todos los suelos. Esta disminución es debida, presumiblemente, a que los tréboles usan N del suelo cuando la tasa de mineralización es alta, y por lo tanto, cuando el N disponible en el suelo es abundante (47).

Utilizando N¹⁵ en un experimento de macetas, con - plántulas de trébol blanco, var. Ladino/festuca, McAuliffe (31) encontró que, del N contenido en el trébol, 65% había sido -

fijado desde la atmósfera cuando aplicó 28 kg de N/há y sólo - 10% cuando la cantidad aplicada fue de 224 kg/há. En el segundo y tercer corte fijó más N según fue disminuyendo su disponibilidad en el suelo. Una fijación relativamente alta se obtuvo en los bajos niveles de N del suelo y una baja fijación cuando hubo mucho N en el suelo. Al parecer el proceso de fijación es extremadamente sensible a las concentraciones del N inorgánico en la solución del suelo.

Willoughby (59) estudiando los factores que influyen sobre el balance de gramínea/leguminosa en una pradera anual - de ryegrass Wimmera (Lolium rigidum)/trébol subterráneo encontró que el trébol competía por el N con el ryegrass y que sólo lo fijaba cuando el del suelo era insuficiente para su crecimiento.

Simpson (49), en experimentos en macetas, estudió la transferencia de N del trébol blanco, trébol subterráneo y de la alfalfa (Medicago sativa) concluyendo que el trébol subterráneo - no liberó N en su período vegetativo, sólo lo hizo rápidamente al final de su ciclo vital; el trébol blanco fue competidor hasta el período de Otoño e Invierno, pero disminuyó la competencia a medida que aumentaba la frecuencia de defoliación; la alfalfa liberó N gradualmente en todo el período experimental.

Estas evidencias (29) sugieren que la fijación es reducida o detenida cuando las pasturas de gramíneas/leguminosas están suplementadas con adecuada cantidad de N y apoya la hipótesis de que el *Rhizobium* es un simbionte facultativo; es parásito cuando depende del huésped para su N y alternativamente - simbiótico porque es capaz de fijar N cuando el huésped se encuentra deficiente en este elemento.

C. Fertilización Nitrogenada sobre Praderas de Gramíneas Puras y Asociadas

Numerosas comparaciones se han realizado sobre la producción de MS, N y Proteína cruda (FC) entre pasturas de gramíneas puras y asociaciones de gramínea/leguminosa. Green y Cowling (20) expresan que el rendimiento de una tura de gramínea/leguminosa, bien manejada y sin aplicación de N, supera ampliamente el de una pastura de gramínea pura en las mismas condiciones. Un aumento potencial posterior depende del componente gramínea de la mezcla y se puede obtener por una mejor circulación del N o por el agregado de fertilizantes nitrogenados. Si no hay otra posibilidad que la aplicación de N, el antagonismo entre los efectos del N y el trébol es ineludible. Al aplicar el N, el trébol inmediatamente reduce su crecimiento y no se recupera tan rápidamente como se agota el N aplicado. Otras aplicaciones de N pueden ser usadas completamente por la gramínea, pero el rendimiento total quizás no aumente porque el rendimiento del trébol y la provisión de N desde esa fuente sigue disminuyendo.

1. Efecto sobre las praderas de gramíneas puras

a) Producción de Materia Seca.

Cowling y Lockyer (14) hallaron una respuesta promedio de todas las especies y variedades de gramíneas probadas de 20 a 30 kg de MS/kg de N aplicado, en los niveles de fertilización intermedios (183 kg de N/há) y de 14 a 23 en la dosis máxima de fertilización (383 kg de N/há). La disminución en

la respuesta que hubo en los niveles máximos fue relativamente más pronunciada con las gramíneas que dan grandes respuestas en los niveles intermedios.

Brockman y Wolton (4) hallaron una respuesta lineal hasta los 224 kg de N/há aplicados a una pradera de gramínea.

Por otra parte, Castle y Reid (7) informan que con ryegrass (Lolium perenne) y pasto ovillo (Dactylis glomerata) en los tres años de sus experimentos, los rendimientos de MS de ambas gramíneas aumentaron progresivamente con el aumento de las cantidades de fertilizantes aplicadas. La curva de las respuestas fue prácticamente lineal con poca evidencia de declinación en las dosis máximas de aplicación del N (233 y 350 kg de N/há).

Holmes (24) expresa que sobre los 290 kg de N, la respuesta lineal en MS producida, comienza a declinar y parece que el N es utilizado más eficientemente cuando la cantidad de fertilizantes nitrogenado no excede del rango de los 280 a 335 kg de N/há. Cuando se desea una producción mejor distribuida en la estación de crecimiento, conviene una aplicación fraccionada del fertilizante.

b) Producción de Nitrógeno o Proteína Cruda.

La fertilización nitrogenada a gramíneas produce una elevación del porcentaje de PC y consecuentemente una mayor producción de la misma. Se ha hallado un incremento lineal en la producción de PC al aumentar los niveles de N aplicado (15, 24).

Cowling (15) encontró que el contenido de N varía con las especies de gramíneas, lo mismo que el rendimiento total de N. Así, por ejemplo, halló que el Agrostis tenuis fue el que tuvo el máximo contenido y el ryegrass perenne S-24 el mínimo; el pasto ovillo fue el que produjo el mayor rendimiento de N y los ryegrasses perennes y el agrostis el menor. Por otra parte, el contenido de N en una gramínea disminuye progresivamente a medida que se alarga el período de rebrote.

Holmes (24) halló que con una aplicación igual de N en las pasturas cortadas más frecuentemente, el porcentaje de FC fue de 18 a 25% y con menos frecuencia de corte ese porcentaje disminuyó a 15-20%.

2. Efecto sobre las praderas asociadas de gramíneas/leguminosas.

a) Producción de Materia Seca.

La respuesta obtenida con la fertilización nitrogenada de pasturas asociadas, es pequeña y muy variable, debido a la disminución del rendimiento de la leguminosa. La disminución es mayor cuanto más grande es la dosis de N aplicada (7, 12, 29).

Al parecer esta disminución del rendimiento y progresiva eliminación de la leguminosa, se debe a la competencia con la gramínea por luz. La leguminosa es muy sensible a la falta de luz.

Ya en 1938, Blackman (2) comprobó que el efecto del fertilizante nitrogenado sobre el trébol blanco no era de toxicidad, sino porque la gramínea responde más rápidamente al N, desarrolla vigorosamente y proyecta sombra sobre el follaje del trébol.

Walker et al. (55) expresan que la depresión del trébol blanco se debe al mal manejo dado a la pradera después de la aplicación de N. Por ejemplo, en su trabajo se aplicaron cortes para conservación de forraje, y por lo tanto muy poco frecuentes. Cuando se aplica N es imperativo cortar más temprano que una pradera sin N y evitar así, en lo posible, la depresión de la leguminosa.

Está demostrado por numerosas investigaciones, que el estado de crecimiento de la gramínea en los cortes después de la aplicación de N es muy importante. Sprague y Garber (51) cortando la pradera cuando la gramínea alcanzó los 20 cm de altura, hallaron que era lo más satisfactorio para retener el trébol. Holmes y Mac Lusky (25) encontraron que aplicando N continuamente y con la frecuencia de cortes empleada por ellos (cuando la altura del forraje alcanzaba los 20 a 30 cm.), el trébol fue gradualmente eliminado.

Holliday y Wilman (23) estudiando frecuencia de corte y fertilización nitrogenada, hallaron un gran efecto de frecuencia de corte y, en general, cuanto más largo el intervalo entre cortes, mayor fue el rendimiento de MS.

Los resultados obtenidos por Sprague y Garber (51) indican que el momento de realizar el corte de la primera producción en la Primavera fue un factor importante en determinar la persistencia del trébol ladino. Haciendo el primer corte, cuando el forraje alcanza una altura de 20 a 25 cm y de los rebrotes cuando alcanzan los 20 cm, obtuvieron buenos rendimientos y mantuvieron una proporción de trébol mejor que en

los cortes más tardíos, en el "comienzo de la floración" o en "plena floración".

Resultados de otras investigaciones indican que la "intensidad de defoliación" tiene su importancia, tanto sobre los rendimientos como sobre la persistencia de la leguminosa.

Robinson y Sprague (44) con Poa pratensis y trébol - ladino, encontraron que se obtienen mejores rendimientos, con una proporción de trébol satisfactoria, cuando se corta la pradera a una altura de 1 cm al alcanzar los 10 o 13 cm de altura, aún con aplicaciones de 45 kg de N/há al principio de la Primavera y después de cada corte. Esta intensidad y frecuencia de defoliación, al parecer resultaron muy severas para la gramínea, pues dió como resultado una población de Poa muy rara.

Al informar sobre los resultados de sus trabajos, Holmes y Mac Lusky (26) expresan que con la frecuencia de cortes - empleada (4 o 5 veces cuando la altura del forraje alcanzaba 18 a 28 cm de altura) la magnitud de la competencia por la luz dependía del vigor y ritmo de crecimiento de la fracción - gramínea de la mezcla. Los altos rendimientos logrados con los ryegrasses y el timothy (Phleum pratense) y la baja productividad del pasto ovillo cuando crecen con el trébol, muestran las diferencias que existen entre las especies en la compatibilidad con esta leguminosa. El pasto ovillo tiene un contenido más bajo de FC e hidratos de carbono solubles que las - otras especies (22), haciendo suponer que es particularmente eficiente en sintetizar material estructural, lo cual explicaría la

rapidez de su crecimiento que muestra normalmente y su hábito agresivo frente al trébol provocándole sombra sobre el follaje - (26).

Cowling (14) manifiesta que aquellas especies de gramíneas que en pasturas puras son de altos rendimientos, lo son también cuando crecen con el trébol blanco, y por lo tanto son menos compatibles para crecer con él, particularmente si las condiciones ambientales favorecen el crecimiento de la gramínea.

También se han hecho muchas investigaciones para estudiar el efecto que tienen la cantidad, formas y momentos de aplicación del N sobre el rendimiento de las praderas asociadas y la persistencia de las leguminosas.

Como las aplicaciones de N al comienzo de Primavera o al principio de los períodos de crecimiento, provocan un crecimiento vigoroso de las gramíneas, cuando el trébol blanco aún no ha comenzado a crecer, la competencia por la luz es excesiva y el trébol tiende a desaparecer (32).

Castle, Reid y Heddle (8), utilizando 194 kg de N/há, - pero variando las fechas y cantidad de fertilizante por aplicación, observaron que las diferencias en el rendimiento de MS total, entre los tratamientos, no llegaron a tener significancia y todos dieron mayor rendimiento que el control. El momento de aplicación del fertilizante tuvo efectos importantes sobre la distribución estacional de la producción. Demorando la primera aplicación hasta después del primero o segundo corte de Primavera, en general, los rendimientos en la primera parte de la estación se redujeron y aumentaron al final de la misma. En cuanto al

rendimiento y porcentaje del trébol, todos los tratamientos los disminuyeron significativamente, pero la primera aplicación demorada hasta después del segundo corte dió forrajes con más trébol que cualquier otro tratamiento, excepto el control.

Peid (40) por su parte, encontró que sobre pasturas que recibían dos veces 39 kg de N/há en la estación de crecimiento, cuando la primera aplicación se dió al principio de la estación de crecimiento, se obtuvo un esquema de producción que fue simplemente una exageración de la dada por el control, o sea las pasturas que no recibieron N; fue mayor el pico de producción del principio del Verano y más baja la depresión de mediados del Verano. Una distribución más uniforme se obtuvo cuando la primera de las dos aplicaciones fue demorada hasta después del primero o segundo corte de Primavera. Los rendimientos del trébol fueron también afectados diferencialmente por los diversos tratamientos de N. Aplicando el N temprano, el rendimiento del trébol fue deprimido en los primeros tres cortes y tuvo poco efecto posterior aunque los rendimientos fueron algo menores que el control.

Maas et al. (30) comprobaron que aumentando las frecuencias de aplicación del N de 2 o 3 a 5 veces por año, el rendimiento total anual no cambió para tratamientos que reciben iguales cantidades de N total. Sin embargo, con aplicaciones mensuales se obtuvo mucha uniformidad en la distribución estacional de los rendimientos, comparada a la variable distribución obtenida con las aplicaciones bimensuales.

b) Producción de Nitrógeno o Proteína Cruda.

Los rendimientos de MS y N son diferentes criterios para juzgar la productividad de pasturas; la variación entre ellos resulta en gran parte de los porcentajes de N variables que tienen los componentes de una asociación mayor en la leguminosa que en la gramínea. La aplicación de N elevará el porcentaje de N de la gramínea y disminuirá los rendimientos de MS de la leguminosa que contiene más N. El efecto último puede ser un menor contenido de N del forraje total (22).

Herriot y Wells (22) hallaron una marcada respuesta de las pasturas en gramíneas puras al fertilizante nitrogenado, pero no hubo efecto sobre la producción de N del forraje total de las pasturas asociadas de gramínea/trébol.

El fertilizante nitrogenado no tiene efecto sobre el contenido de N del trébol blanco, ya sea sembrado puro o en asociación con una gramínea (11, 12, 38, 54); en cambio la gramínea pura con fertilizante de N aumenta su contenido de N y cuando crece con una leguminosa, sin N, su porcentaje de N es mayor que el de la misma gramínea pura y sin fertilizante nitrogenado (12, 41, 46).

Los efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de MS son diferentes a los efectos sobre la producción de N (23).

Cuando una pastura asociada de gramínea/leguminosa es fertilizada y se aplican diferentes frecuencias de corte, se obtienen diferentes resultados en términos de MS y N o FC. Si se corta menos frecuentemente hay una utilización más eficiente del

N absorbido para la elaboración de MS por la gramínea aunque su contenido de FC será menor. Por otra parte, si se corta - antes de que haya tenido tiempo de crecer, lo que le permite el N absorbido, parte de ese N se perderá desde el punto de vista de la producción de MS (23).

Cortando el forraje de una pradera asociada de gramínea/ trébol blanco para conservación, Walker et al. (55) obtuvieron - en la MS incrementada, un porcentaje de FC menor debido a - que la relación gramínea/leguminosa había aumentado.

Utilizando diversas especies y variedades de gramíneas, - Cowling (15) observó que el trébol blanco tuvo una influencia con siderable sobre el rendimiento total de N de las asociaciones; - formó una alta proporción de la MS con un alto porcentaje de N. La cantidad de N de la gramínea que creció con el trébol, varió de año a año. En el primer año en que el trébol creció poco, la gramínea contuvo apenas más N que la misma gramínea en pastura pura sin N, pero en los dos años siguientes sus rendi - mientos de N se aproximaron a las que recibieron niveles inter - medios de N en fertilizantes.

Por su parte, Castle y Reid (7) encontraron que tanto el contenido como el rendimiento de FC del forraje total de la aso - ciación, varió poco con la especie de gramínea de la pastura. El rendimiento de FC aumentó significativamente con cada incre - mento en la dosis de N aplicada; sin embargo, la presencia o - ausencia del trébol blanco en la pastura originó variaciones mayo - res en los efectos de los tratamientos de N sobre el porcentaje y producción de FC que las que ocasionaron las especies de gra

míneas que se incluyeron en las pasturas asociadas.

Wagner (54) expresa que las diferencias halladas en su trabajo, en la producción de N entre pasto ovillo/trébol ladino y festuca/trébol ladino, se debió casi enteramente a la diferencia en contenido de leguminosa de las dos praderas asociadas. Además, Peterson y Bendixen (38) también encontraron que los rendimientos de PC de los diversos tratamientos de N fueron similares; los aumentos en FC de la gramínea fueron compensados por una disminución equivalente en la PC del trébol blanco.

Willoughby (59) observó que con una pastura en que domina la gramínea, se puede obtener mayor rendimiento total de MS y N que con una en que domine el trébol subterráneo a pesar de que los contenidos medios de N fueron de 2,1 y 2,9% respectivamente.

La contribución de un trébol blanco vigoroso incrementa sustancialmente el rendimiento de N o FC de una pastura asociada y la consecuencia común de aplicar fertilizante nitrogenado a estas pasturas es reducir el crecimiento y vigor del trébol y por tanto su aporte al rendimiento (32).

Williams (57) observó que las pasturas que contienen una alta proporción de trébol blanco dieron un rendimiento de FC mayor que el de la gramínea pura con el máximo nivel de fertilizante nitrogenado (116 kg de N/há). Sin embargo, se pueden lograr aumentos importantes de rendimientos con el trébol y la aplicación de N, especialmente en los niveles de aplicación menores (20 kg de N/há).

D. Contribución de la Leguminosa al Rendimiento de una Pradera Asociada

El rendimiento adicional de una pastura de gramínea/leguminosa comparada con el de una gramínea pura, está constituido por el rendimiento real de la leguminosa (contribución directa), más el incremento en el rendimiento de la gramínea que resulta de la transferencia de N desde la leguminosa (contribución indirecta). El peso de fertilizante nitrogenado requerido para elevar la producción de la pradera de gramínea pura hasta la producción de la asociación gramínea/leguminosa, es una medida del total de estas contribuciones de la leguminosa (12,41).

La contribución total del trébol blanco, hallada por Cowling (12) fue variable de año a año. Fue mínima en el primer año debido a un pobre crecimiento del trébol y máxima en el segundo año; en el tercer año equivalió a los niveles de fertilizantes mayores (118 kg de N/há) aunque el trébol blanco - dió un rendimiento real menor. Esta contribución total existió, aún cuando se aplicaron fertilizantes nitrogenados, pues el rendimiento de la asociación pasto ovillo/trébol blanco siempre estuvo por encima de los rendimientos de la gramínea pura en todos los niveles de N aplicados; sin embargo, la proporción de esa mayor producción fue disminuyendo a medida que fue aumentando la dosis de N. El valor promedio para los 3 años - fue equivalente a 179 kg de N en fertilizantes por hectárea para que la pastura pura de pasto ovillo produjera la misma cantidad de MS que la pastura asociada. La contribución hecha -

por el trébol expresada en términos de N exagera sus valores frente a lo expresado en MS porque el trébol tiene un porcentaje de N mayor que la gramínea y porque el de ésta se eleva al crecer con la leguminosa. La contribución indirecta del trébol varió desde 36 kg de N/há en el primer año hasta 161 kg en el tercer año.

De los resultados que obtuvieron Reid y Castle (41) calcularon que una pastura de ryegrass puro debe ser fertilizada con 136 y 184 kg de N/há para producir la misma cantidad de MS y PC respectivamente que una pradera asociada de ryegrass/trébol blanco. Con pasto ovillo/trébol blanco la contribución total del trébol fue equivalente a la de una pastura de pasto ovillo puro que recibe 110 y 121 kg de N/há, en base a la producción de MS y PC, respectivamente. Una proporción más pequeña de la contribución total del trébol fue directa en las pasturas con pasto ovillo debido a que la competencia que ejerció esta especie sobre el trébol fue mayor que la del ryegrass.

En otro trabajo Castle y Reid (7) hallaron que praderas de ryegrass/trébol blanco y pasto ovillo/trébol blanco, siempre rindieron más que las respectivas praderas de gramíneas puras, excepto en el nivel máximo de N (350 kg/há) y en el último año. Hubo una disminución de la respuesta al trébol desde el primero al tercer año que estuvo relacionada al contenido de trébol en el forraje de las pasturas asociadas, el cual de 44% llegó a 27% con el ryegrass y con el pasto ovillo de 22 a 16%. También aquí las diferencias registradas entre las distintas gramíneas que intervienen en la asociación muestran la menor compatibilidad del pasto ovillo con el trébol. En este trabajo,

los valores de la contribución total del trébol, en términos de MS, fueron de 140 y 101 kg de N con ryegrass y pasto ovillo, respectivamente.

Erockman y Wolton (4) expresan que la aplicación de N a una pastura de gramínea/trébol redujo la población de trébol; sin embargo, aún en la dosis máxima probada (134 kg de N/há), el trébol tuvo su participación al contribuir al rendimiento del forraje.

Wagner (53) encontró que la producción de MS del pasto ovillo con el trébol ladino y sin utilizar N fue intermedia a la del pasto ovillo puro que había recibido entre 90 y 179 kg de N/há, en cambio la festuca con el mismo trébol rindió menos que la festuca pura con 90 kg de N/há. En base al rendimiento de FC (54), las pasturas de festuca y pasto ovillo en praderas puras, necesitaron más de 179 kg de N/há para igualar la producción de la asociación de cada una de ellas con el trébol blanco. La contribución indirecta del trébol a través de ambas gramíneas fue superior a una fertilización de 168 kg de N/há.

Sears (47) informa que bajo las condiciones de Nueva Zelanda el trébol blanco es capaz de fijar entre 448 y 560 kg/há/año de N atmosférico.

Silva (48), en el año 1965 obtuvo una contribución total del trébol blanco equivalente a 150 kg de N, de 80 kg para el trébol carretilla (Medicago hispida) y 50 kg de N/há/año para el lotus (Lotus corniculatus) y el trébol subterráneo.

MATERIALES Y METODOS

Establecimiento e iniciación del ensayo

El ensayo se instaló en el mes de Mayo de 1964, en una superficie de terreno cuyo suelo es del tipo llamado "suelo pardo de pradera sobre pampeano", correspondiendo el período en estudio, que abarcó desde principios de Marzo hasta fines de Noviembre de 1966, al segundo año del período experimental.

Las densidades de siembra de las especies que constituyeron las praderas en estudio fueron:

<u>Especies</u>	<u>Kg/há</u>
Festuca pura	12
Festuca en la asociación	8
Trébol blanco	3
Lotus	4
Trébol subterráneo	5
Trébol carretilla	5

Todas las especies de leguminosas fueron inoculadas con el Rizobium específico.

Diseño experimental e interpretación estadística

El estudio se planteó en el campo en bloques al azar, - con 4 repeticiones para incluir en el estudio, el efecto de las Estaciones del año, los resultados se analizaron como bloques divididos, en los cuales las parcelas mayores estaban constituidas por las Estaciones del año (18). En las comparaciones de promedios se empleó el método de la Diferencia Mínima Significativa -

(DMS). El nivel de probabilidad elegido para todas las comparaciones y análisis fue el del 5%.

Tratamientos

Los 25 tratamientos resultaron de todas las combinaciones posibles de los siguientes factores:

Especies - Festuca pura (FP)
 Festuca + Trébol blanco (F/TB)
 Festuca + Lotus (F/L)
 Festuca + Trébol subterráneo (F/TS)
 Festuca + Trébol carretilla (F/TC)

Niveles de Nitrógeno - 0 kg de N/há
 50 kg de N/há
 100 kg de N/há
 150 kg de N/há
 200 kg de N/há

Cortes

Los cortes se efectuaron con una motoguadafiadora marca "Gravelly", cuando la altura promedio de la festuca en las cuatro repeticiones de los tratamientos alcanzó los 20 cm y hasta una altura de 5 cm.

Además de los cortes que se realizaron según la frecuencia adoptada, se efectuaron cortes de fin de Estación en las siguientes fechas: 30/V, 9/IX y 28/XI, aunque la festuca no hubiera alcanzado la altura promedio establecida, a fin de obtener la producción por Estación y analizarla, agregando como factor a Estaciones.

En cada corte se obtuvo una muestra de aproximadamente 200 gr para el análisis botánico, recogiendo forraje al azar del área de corte de cada parcela. Hecho esto se pesó inmediatamente el forraje cortado. Para el análisis botánico se separaron a mano las fracciones. Para determinar Materia Seca (MS) se tomaron muestras individuales de festuca y de la leguminosa (si el tratamiento la incluía) en cada parcela. Estas muestras se secaron a estufa a 90°C por no menos de 8 horas. Con los datos del Análisis Botánico y los porcentajes de MS se pudo calcular la producción total de MS de cada pradera y la parte correspondiente a cada componente de las distintas asociaciones.

Determinación de Nitrógeno

Para las determinaciones de N se reunió la MS de las cuatro repeticiones de cada tratamiento en cada corte y se realizaron según la técnica de micro Kjeldahl, descrita por Müller (35).

Fertilización

Para la fertilización nitrogenada se empleó la urea y la cantidad total se dividió en tres aplicaciones: a principios del Otoño, del Invierno y de la Primavera.

Además, al comienzo del período experimental se realizó la fertilización con 300 kg/há de superfosfato y 200 kg/há de cloruro de potasio.

RESULTADOS

A. Rendimientos de las Pasturas de Festuca sola y de sus Asociaciones

1. Rendimiento de Materia Seca

Los resultados del Análisis de la Variancia indican que las estaciones del año tuvieron una influencia significativa sobre los tratamientos. Los efectos de los factores Especies de Leguminosas y Niveles de N fueron significativos. No mostraron interacción - entre ellos. Las interacciones Estación x Especies y Estación x Niveles fueron significativas.

En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos promedios - estacionales de MS de las distintas praderas en estudio.

CUADRO 1. Producción de Materia Seca de la Festuca sola y - de sus asociaciones con leguminosas (Ton/há)(*)

	FP	F/TB	F/L	F/TS	F/TC**
Otoño	0.708 ^c _a	1.215 ^a _b	0.864 ^{bc} _a	0.876 ^{bc} _a	0.945 ^b _b
Invierno	0.134 ^b _b	1.473 ^a _a	0.143 ^b _c	0.165 ^b _c	1.260 ^a _a
Primavera	0.448 ^a _c	0.418 ^a _c	0.450 ^a _b	0.547 ^a _b	0.563 ^a _c
Total	1.290	3.106	1.457	1.588	1.668

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

(**) FP = festuca pura; F/TB = festuca/trébol blanco; FL = festuca/lotus; F/TS = festuca/trébol subterráneo; F/TC = festuca/trébol carretilla.

Se observa que en Otoño la producción de MS de la asociación festuca/trébol blanco (F/TB) fue superior a la de la festuca/trébol carretilla (F/TC) y la de ésta sólo fue mayor que la de la festuca pura (FP). En el Invierno, los rendimientos de las asociaciones en que intervinieron el trébol blanco y el trébol carretilla no difirieron entre sí, manteniéndose iguales las tres pasturas restantes. En la Primavera todas las praderas fueron iguales en sus rendimientos de MS.

En los rendimientos estacionales de cada pastura, los de F/TB y F/TC mostraron igual tendencia; el máximo en Invierno y el mínimo en Primavera; en cambio la FP, la F/L y F/TS mantuvieron un mismo esquema: máxima producción en Otoño y mínima en Invierno.

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos promedios estacionales de MS en cada nivel de N.

CUADRO 2. Producción de Materia Seca de la Festuca y sus asociaciones en cada nivel de N (Ton/há) (*)

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	50	100	150	200
Otoño	0.418 ^c _a	0.518 ^c _a	0.893 ^b _a	1.098 ^b _a	1.620 ^a _a
Invierno	0.480 ^b _a	0.660 ^b _a	0.651 ^b _{ab}	0.488 ^b _b	0.898 ^a _b
Primavera	0.402 ^a _a	0.421 ^a _a	0.467 ^a _b	0.515 ^a _b	0.622 ^a _c
Total	1.300	1.599	2.011	2.101	3.140

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

Se puede observar que los niveles de N tuvieron su máxima influencia en el Otoño. En el Invierno solamente el Nivel de 200 kg de N/há fue mayor a los demás, y en la Primavera los rendimientos no estuvieron afectados por la fertilización nitrogenada.

En los efectos de cada nivel durante el año se destaca el de 200 kg de N, en el que los rendimientos de las tres Estaciones fueron significativamente distintos, dando el mayor rendimiento en Otoño y el menor en Primavera.

2. Rendimiento de Nitrógeno

El estudio estadístico indica que las Estaciones del año tuvieron una influencia significativa sobre la producción de N de las diferentes pasturas; que los factores Especies de leguminosas y Niveles de N tuvieron efectos significativos y que la única interacción de Estación que existió fue con las Especies.

Las producciones promedio de N de las distintas asociaciones y testigo se presentan en el Cuadro 3.

Se observa que hay menos variabilidad en la producción de N que en la MS. En el Otoño, sólo hay diferencias de rendimientos entre el N producido por la asociación con trébol blanco y el de la pradera de festuca pura. En el Invierno la producción es mayor con el trébol blanco y trébol carretilla diferentes entre sí y ambos a su vez diferentes a las demás praderas. En la Primavera no existen diferencias.

Entre las Estaciones, las praderas de F/TB y F/TC presentaron los rendimientos mayores en el Invierno con diferencias

significativas frente a la de Primavera. En contraste, las demás praderas dieron su mayor producción en el Otoño y la menor en Invierno.

CUADRO 3. Producción de Nitrógeno de la Festuca sola y de sus asociaciones con las diversas especies de leguminosas (kg/há) (*)

	FP	F/TB	F/L	F/TS	F/TC (**)
Otoño	21.83 ^b _a	40.58 ^a _a	28.71 ^{ab} _a	26.98 ^{ab} _a	29.81 ^{ab} _{ab}
Invierno	3.37 ^c _a	60.87 ^a _a	3.52 ^c _b	3.84 ^c _b	42.23 ^b _a
Primavera	7.98 ^a _a	10.70 ^a _b	8.30 ^a _{ab}	9.34 ^a _{ab}	12.91 ^a _b
Total	33.18	112.15	40.53	40.16	84.95

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

(**) FP = festuca pura; F/TB = festuca/trébol blanco; F/L = festuca/lotus; F/TS = festuca/trébol subterráneo; F/TC = festuca/trébol carretilla.

Dada la falta de interacción de Niveles de N con Especies de leguminosas con Estación, se dan en el Cuadro 4 los rendimientos anuales en los distintos niveles de N.

Hubo mayor producción a medida que se incrementaron los Niveles de N aplicados, siendo el Nivel de 200 kg el que produjo significativamente más N que todos los Niveles restantes.

CUADRO 4. Rendimiento anual de Nitrógeno de las praderas influenciado por los Niveles de Nitrógeno (kg/há) (*)

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	50	100	150	200
Rendimiento anual promedio	40.66 ^c	50.78 ^{bc}	61.13 ^b	66.50 ^b	96.68 ^a

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística.

B. Rendimientos de la Festuca sola y en cada asociación

1. Producción de Materia Seca

La producción de MS de la festuca estuvo influenciada por las Estaciones del año. Los factores Especies de leguminosas y Niveles de N la afectaron y las Estaciones interaccionaron con estos dos factores. En el Cuadro 5 se presenta la producción promedio estacional de MS de la festuca, pura y en cada asociación con las diferentes leguminosas.

Las producciones de la festuca con trébol blanco y trébol-carretilla fueron iguales y significativamente mayores a las dadas en las restantes pasturas en el Otoño. La producción de Invierno fue menor, pero el esquema y las diferencias fueron iguales. En la Primavera, con el trébol blanco dio significativamente menor rendimiento, aunque fue igual a la pradera con lotus; en cambio la de ésta fue estadísticamente igual a las restantes. La distribución estacional de la producción en cada pradera fue igual en la pradera pura y con lotus y trébol subterráneo: máxima en Otoño y mínima en Invierno con diferencias significativas entre las -

tres Estaciones. Con el trébol blanco y trébol carretilla fueron se mejantes: máxima en Otoño y mínima en Primavera.

CUADRO 5. Producción de Materia Seca de la Festuca, sola y en cada asociación con leguminosa (Ton/há) (*)

	FP	Con TB	Con L	Con TS	Con TC (**)
Otoño	0.708 ^c _a	1.038 ^a _a	0.823 ^{bc} _a	0.876 ^b _a	0.905 ^{ab} _a
Invierno	0.134 ^b _c	0.480 ^a _b	0.143 ^b _c	0.164 ^b _c	0.517 ^a _b
Primavera	0.448 ^a _b	0.292 ^b _c	0.419 ^{ab} _b	0.546 ^a _b	0.437 ^a _b
Total	1.290	1.810	1.385	1.586	1.859

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

(**) FP = festuca pura; TB = trébol blanco; L = lotus; TS = trébol subterráneo; TC = trébol carretilla.

La producción promedio estacional de MS de la festuca - en cada Nivel de N está presentada en el Cuadro 6.

Puede observarse que en el Otoño, por cada incremento en la dosis de fertilizante nitrogenado, hubo un incremento significativo en el rendimiento de MS de la festuca. En el Invierno, la máxima producción se verificó en el Nivel de 200 kg y la mínima en el de 0 kg de N. Los rendimientos en los niveles intermedios fueron estadísticamente iguales. En la Primavera las producciones de los dos Niveles menores fueron significativamente mayores a los de los tres Niveles más altos, que fueron iguales

entre sí. El comportamiento de la festuca en cada Nivel a través del año fue semejante en los tres Niveles menores y más variable en los dos menores.

CUADRO 6. Producción promedio estacional de MS de la Festuca sola y en cada asociación con leguminosas, en los distintos Niveles de N (Ton/há). (*).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	50	100	150	200
Otoño	0.348 ^a _a	0.529 ^d _a	0.829 ^c _a	1.071 ^b _a	1.574 ^a _a
Invierno	0.091 ^c _b	0.270 ^b _b	0.266 ^b _b	0.310 ^b _b	0.501 ^a _b
Primavera	0.355 ^a _a	0.347 ^a _b	0.104 ^b _c	0.121 ^b _c	0.147 ^b _c
Total	0.794	1.146	1.199	1.502	2.222

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

2. Producción de Nitrógeno

La producción de N de la festuca pura y en las asociaciones estuvo afectada por los efectos de los factores Especies de leguminosas y Niveles de N, que además interaccionaron entre sí. Las Estaciones del año también influyeron e interaccionaron con los dos factores anteriores. La producción promedio de N de la festuca, en pradera pura y de la que estuvo asociada con las diferentes leguminosas, en cada Nivel de N, está dada en el Cuadro 7.

CUADRO 7. Producción anual de Nitrógeno de la Festuca, sola y asociada con las diversas leguminosas (kg/há) (*)

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	50	100	150	200
Festuca sola	8.07 ^c _b	18.11 ^c _,	22.49 ^c _c	41.53 ^b _a	75.73 ^a _a
Con trébol blanco	25.12 ^c _a	39.60 ^c _a	61.71 ^b _a	54.54 ^b _a	79.64 ^a _a
Con lotus	5.89 ^d _h	20.04 ^{cd} _b	26.73 ^c _{bc}	54.09 ^b _a	75.88 ^a _a
Con trébol subterráneo	14.42 ^d _{ab}	20.28 ^{cd} _b	33.72 ^c _{bc}	55.43 ^b _a	80.57 ^a _a
Con trébol carretilla	22.27 ^c _{ab}	36.74 ^{bc} _a	47.28 ^b _{ab}	50.97 ^b _a	85.28 ^a _a

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

En todas las praderas la producción de N de la festuca aumentó a medida que incrementó la dosis de N aplicado. La excepción fue con el trébol blanco que con 150 kg de N fue menor a la de los 100 kg de N. Observando el efecto de cada Nivel en las distintas praderas, se ve que en los de 200 y 150 kg la festuca dió igual rendimiento de N en todas las praderas. En los demás niveles la producción de la festuca con trébol blanco y trébol carretilla es mayor a la dada en las tres praderas restantes.

En el Cuadro 8 se presentan los rendimientos promedios estacionales de N de la festuca, sola y asociada con las diferentes leguminosas.

CUADRO 8. Producción de Nitrógeno estacional de la festuca, sola y asociada con las diversas leguminosas (kg/há) (*).

	FP	F/TB	F/L	F/TS	F/TC(**)
Otoño	21.83 ^c _a	33.07 ^a _a	26.84 ^b _a	26.92 ^b _a	27.91 ^b _a
Invierno	3.37 ^b _c	15.47 ^a _b	3.42 ^b _b	3.81 ^b _c	11.95 ^a _b
Primavera	7.98 ^a _b	5.71 ^a _c	7.25 ^a _b	9.32 ^a _b	8.65 ^a _b
Total	33.18	54.25	37.51	40.05	48.51

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

(**) FP = festuca pura; F/TB = festuca/trébol blanco; F/L = festuca/lotus; F/TS = festuca/trébol subterráneo; F/TC = festuca/trébol carretilla.

La producción de Otoño de N de la festuca en la pradera con trébol blanco se destaca sobre la que produce en las demás. En Invierno ésta se hace estadísticamente igual a la producción dada con el trébol carretilla, aunque su rendimiento real sigue - siendo mayor. En Primavera esta relación se invierte. La distribución estacional de la producción de N de la festuca es variable; es igual en la festuca pura y con el trébol subterráneo y semejantes en las restantes.

En el Cuadro 9 se presentan las producciones promedios de N de la festuca en los distintos Niveles de N.

CUADRO 9. Producción de Nitrógeno estacional de la festuca en cada nivel de N (kg/há) (*).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	50	100	150	200
Otoño	8.65 ^c _a	15.20 ^d _a	24.39 ^c _a	34.35 ^b _a	54.00 ^a _a
Invierno	2.14 ^c _b	8.40 ^b _b	6.72 ^b _b	7.97 ^b _b	12.80 ^a _b
Primavera	4.54 ^c _{ab}	5.48 ^{bc} _b	7.25 ^{bc} _b	9.00 ^{ab} _b	12.62 ^a _b
Total	15.33	29.08	38.27	51.32	81.42

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

La producción de N de la festuca aumentó a medida que incrementó la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado, en Otoño y Primavera. En el Invierno la producción en el Nivel de 50 kg fue mayor, aunque no significativamente a las obtenidas en los Niveles de 100 y 150. En el de 200 kg de N fue que dió la producción significativamente mayor a la de todos los otros Niveles. En el de 0 kg de N fue en el que se obtuvo el mínimo rendimiento. La distribución estacional en cada Nivel de N fue muy semejante.

C. Contribución Indirecta de las Leguminosas en el
Rendimiento de las Asociaciones o Praderas

1. Producción de Materia Seca

Los datos de la contribución indirecta de las leguminosas, medida por la diferencia de rendimientos de MS de la festuca en cada asociación con respecto al de la festuca pura, se presentan en el Cuadro 10.

CUADRO 10. Contribución indirecta (*) de las leguminosas al - rendimiento de la Materia Seca de la pradera (Ton/há) (**).

	TB	L	TS	TC (***)
Otoño	0.288 ^a _a	0.115 ^b _a	0.167 ^{ab} _a	0.198 ^{ab} _b
Invierno	0.347 ^a _a	0.009 ^b _a	0.031 ^b _a	0.383 ^a _a
Fri mavera	-0.156 ^b _b	-0.577 ^c _b	0.088 ^a _a	-0.211 ^b _c
Total	0.479	-0.423	0.286	0.370

(*) La contribución indirecta se midió como el incremento de rendimiento de la festuca en la asociación, frente a la festuca pura.

(**) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

(***) TB = trébol blanco; L = lotus
TS = trébol subterráneo; TC = trébol carretilla.

Entre las contribuciones indirectas de las diferentes especies de leguminosas, se observa que en el Otoño, la del trébol blanco sólo es mayor con respecto a la del lotus y es igual a la del trébol carretilla y trébol subterráneo. En el Invierno es mayor la del trébol carretilla e igual a la del trébol blanco. En Primavera, a excepción de la del trébol subterráneo, todas son negativas. Estacionalmente la del trébol blanco y el lotus tienen igual distribución, la del trébol subterráneo es igual en las tres Estaciones y la del trébol carretilla es significativamente diferente.

Los datos de la contribución indirecta de las leguminosas en los distintos Niveles de N se presentan en el Cuadro 11.

CUADRO 11. Incremento en el rendimiento de festuca en asociación con leguminosas sobre la festuca sola en relación a la fertilización nitrogenada (Ton MS/há).(*)

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	50	100	150	200
Otoño	0.283 ^{ab} _a	0.171 ^b _a	0.381 ^a _a	0.256 ^{ab} _a	-0.078 ^c _b
Invierno	0.098 ^b _b	0.296 ^a _a	0.235 ^{ab} _a	0.141 ^{ab} _{ab}	0.192 ^{ab} _a
Primavera	-0.035 ^{ab} _b	-0.030 ^{ab} _b	0.030 ^a _b	0.058 ^a _b	-0.157 ^b _b
Total	0.346	0.437	0.646	0.455	-0.043

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

La Contribución Indirecta de las leguminosas en los Niveles de fertilización nitrogenada fue muy variable y en general, en el Otoño, tendió a ser menor a medida que se incrementó la dosis de aplicación del N. Fue más variable aún en el Invierno. En Primavera fue negativa en 0, 50 y 200 kg de N/há; las mayores contribuciones se obtuvieron en 100 y 150 kg de N que a su vez se diferenciaron sólo de la contribución en 200 kg. La distribución estacional de esta contribución también fue muy variable en cada Nivel a través del año.

2. Producción de Nitrógeno

En la Contribución Indirecta de las leguminosas medida por el incremento de N en la festuca asociada frente al de la festuca pura hubo una influencia significativa de las Estaciones; éstas interaccionaron con los factores especies de leguminosas y Niveles de N.

En el Cuadro 12 se presentan los datos de la Contribución Indirecta de las diferentes Especies de leguminosas.

En el Otoño, la contribución del trébol blanco en la producción de N de la festuca fue estadísticamente la mayor y las de las demás leguminosas fueron iguales. En el Invierno la del trébol blanco y trébol carretilla se igualan y permanecen significativamente inferiores las del trébol subterráneo y la del lotus. En la Primavera se hacen negativas la del lotus y la del trébol blanco, pero la de éste es significativamente igual a la del trébol subterráneo y la del trébol carretilla. Estacionalmente, el trébol blanco, el trébol carretilla y el lotus dan una contribución igual en el Otoño e Invierno que son significativamente mayor a la de

la dada en la Primavera; la del trébol subterráneo en el Otoño - es estadísticamente igual a la de la Primavera y ésta a su vez, estadísticamente igual a la de Invierno.

CUADRO 12. Contribución de las especies de leguminosas a través de la gramínea asociada sobre la base de su incremento de Nitrógeno (kg/há) (*).

	TB	L	TS	TC (**)
Otoño	11.24 ^a _a	2.87 ^b _a	5.12 ^b _a	6.12 ^b _a
Invierno	12.14 ^a _a	0.06 ^b _a	0.44 ^b _b	8.58 ^a _a
Primavera	-2.27 ^a _b	-15.15 ^b _b	1.34 ^a _{ab}	0.66 ^a _b
Total	21.11	-12.22	6.90	15.36

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

(**) TB = trébol blanco; L = lotus
TS = trébol subterráneo; TC = trébol carretilla

La contribución indirecta de las leguminosas en los distintos Niveles de N se presentan en el Cuadro 13.

De la misma forma como cuando se consideró la contribución de las leguminosas en base a la M.S., a través de los Niveles de N y la distribución estacional en cada Nivel, se observa la misma gran variabilidad considerándola sobre la base de la producción de N. Sin embargo, en la contribución del año se puede notar una tendencia a aumentar hasta el Nivel de 100 kg de N y luego a disminuir.

CUADRO 13. Incremento en el rendimiento de Festuca en asociación con leguminosas sobre la Festuca pura en relación a la fertilización nitrogenada (kg/há) (*).

	Niveles de N 9kg de N/há)				
	0	50	100	150	200
Otoño	6.88 ^b _a	4.07 ^b _b	12.21 ^a _a	8.04 ^{ab} _a	7.03 ^b _a
Invierno	2.35 ^b _b	9.66 ^a _a	6.20 ^{ab} _b	3.56 ^b _b	4.78 ^b _a
Primavera	-0.14 ^a _b	0.05 ^a _b	1.45 ^a _c	0.89 ^a _b	-3.24 ^a _b
Total	9.09	13.78	19.86	12.49	8.57

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística; los superiores para comparaciones dentro de cada fila; los inferiores para comparaciones dentro de cada columna.

D. Contribución Directa Anual de las Leguminosas al Rendimiento de las Praderas

1. Producción de Materia Seca

Por Contribución Directa se entiende al aporte que hace cada leguminosa mediante su propio rendimiento, al incremento de la producción de la pradera asociada frente al rendimiento que da la gramínea pura. La fertilización nitrogenada no tuvo efectos sobre esta contribución. Los datos de la Contribución Directa anual promedio en MS son los que se presentan en el Cuadro 14.

CUADRO 14. Contribución directa (*) anual de las leguminosas, en base a la MS (Ton/há) (**).

	TB	L	TS	TC (***)
Contribución directa en MS	1.290 ^a	0.073 ^c	0.002 ^c	0.837 ^b

(*) Por contribución directa de una leguminosa se entiende su aporte mediante su propio rendimiento al incremento de producción de las pasturas asociadas frente a las de la gramínea pura.

(**) Promedios con suscritos iguales son estadísticamente iguales.

(***) TB= trébol blanco; L= lotus; TS= trébol subterráneo; TC= trébol carretilla.

Se observa que hubo diferencias significativas entre la contribución del trébol blanco y la del trébol carretilla y ambos son significativamente mayores al lotus y trébol subterráneo que entre sí son iguales.

2. Producción de Nitrógeno

Según los datos de rendimientos promedios anuales que se obtuvieron y se presentan en el Cuadro 15, se observa que tanto el orden de las especies según su contribución propia al rendimiento de N de la pradera asociada, y las diferencias entre esos rendimientos, guardan la misma relación que se observó al considerar esta contribución con los datos de producción de MS.

CUADRO 15. Contribución directa (*) anual de las leguminosas, en base al N (kg/há) (**).

	TB	L	TS	TC(***)
Contribución directa en MS	57.86 ^a	1.50 ^c	0.04 ^c	36.44 ^b

(*) Por contribución directa de una leguminosa se entiende su aporte mediante su propio rendimiento al incremento de producción de las pasturas asociadas frente a la de gramínea pura.

(**) Suscritos iguales indican igualdad estadística.

(***) TB = trébol blanco; L = lotus; TS = trébol subterráneo; TC = trébol carretilla

E. Contribución Total de las Especies de Leguminosas al Rendimiento de las Praderas Asociadas

1. Producción de Materia Seca

La contribución total de las leguminosas está constituida por su propio rendimiento más el rendimiento extra logrado por la fescua al estar asociada a estas especies; no estuvo afectada por la fertilización nitrogenada.

Los datos de Contribución Total anual de las leguminosas son los que se observan en el Cuadro 16.

Muestran que estadísticamente este efecto de las leguminosas fue igual entre el trébol blanco y el trébol carretilla con diferencias significativas frente a la del trébol subterráneo y del lotus, los cuales a su vez fueron iguales entre sí.

CUADRO 16. Contribución total (*) anual de las leguminosas en base a la Materia Seca (Ton/há) (**).

	TB	L	TS	TC(***)
Contribución total en MS	1.816 ^a	0.174 ^b	0.334 ^b	1.478 ^a

(*) Por contribución total se entiende el incremento de producción de las praderas asociadas frente a la de gramínea - pura.

(**) Suscritos iguales indican igualdad estadística.

(***) TB = trébol blanco; L = lotus
TS = trébol subterráneo; TC = trébol carretilla

3. Producción de Nitrógeno

La Contribución Total, en términos de producción de N, en la que tampoco hubo efectos de fertilización nitrogenada, se presenta en el Cuadro 17.

CUADRO 17. Contribución total anual de las leguminosas en base a la producción de N (kg/há).

	TB	L	TS	TC(**)
Contribución total de N	78.98 ^a	7.34 ^c	6.95 ^c	51.97 ^b

(*) Suscritos iguales indican igualdad estadística

(**) TB = trébol blanco; L = lotus
TS = trébol subterráneo; TC = trébol carretilla

Al comparar las Contribuciones Totales de las diferentes leguminosas en base a la producción de N, se observa que la diferencia entre el trébol blanco y el trébol carretilla es significativa; las de ambos son significativamente mayores a las del lotus y trébol subterráneo, que entre sí son iguales estadísticamente.

V. DISCUSION

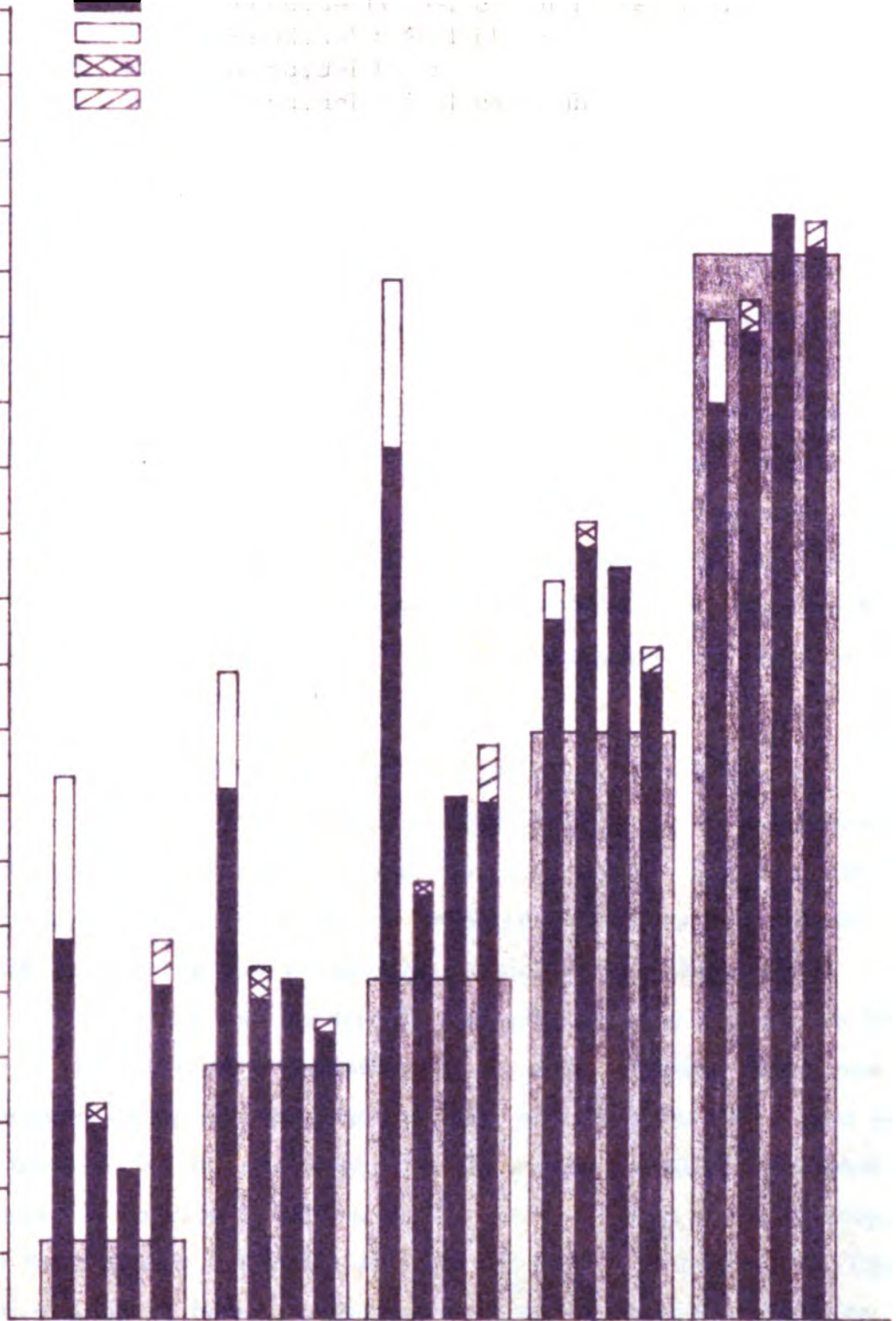
Características de crecimiento de las leguminosas

De acuerdo a los Resultados se puede advertir una separación de las praderas estudiadas en dos grupos, según sus comportamientos. El primer grupo constituido por las asociaciones -F/TB y F/TC ; el segundo, por la FP y las asociaciones - F/L y F/TS.

Esta agrupación de las pasturas es consecuencia de sus productividades y dependió de la fracción leguminosa de la mezcla. El trébol blanco fue el que tuvo mayor ventaja entre todas las leguminosas. Inicialmente su reimplantación en la pradera fue la más rápida debido a que se efectuó por medio del rebrote de los estolones sobrevivientes a la sequía del Verano y más rápidamente pudo adquirir un crecimiento vigoroso que le permitió competir con la Festuca, especialmente por la luz. Fue la leguminosa que en el Otoño contribuyó con el porcentaje más alto al rendimiento - de MS total de las mezclas en todos los Niveles de fertilizantes, como puede observarse en el Apéndice 2 y en la Figura 1.

El trébol carretilla fue más tardío para instalarse; como especie anual debió germinar después de las primeras lluvias de Marzo, sus plántulas tuvieron un lento crecimiento inicial; la festuca, en las parcelas fertilizadas con N, al parecer compitió favorablemente, como puede deducirse por el porcentaje con que contribuyó al rendimiento de sus asociaciones, en el Otoño (Apéndice 2).

Con el trébol subterráneo, también especie anual, a los problemas indicados en el trébol carretilla, se añade quizás otro,



debido a una característica morfológica de sus semillas. Quinlivan (39) al comparar cuatro variedades de trébol subterráneo y en dos regiones distintas, obtuvo resultados que según él apoyarían la hipótesis de que cuando más favorable el medio ambiente es — más largo el período de maduración de las semillas y forman una capa de suberina más gruesa. Las semillas provenientes de este medio ambiente tienen un período de permeabilización más largo. En el año 1965, según los resultados obtenidos por Silva (48) y las condiciones de humedad del suelo indican que las condiciones ambientales en la Primavera fueron bastante favorables para el crecimiento del trébol subterráneo y consecuentemente pudo producir un porcentaje bastante elevado de semillas duras; esto explicaría la tardía y escasa germinación de las semillas de esta especie.

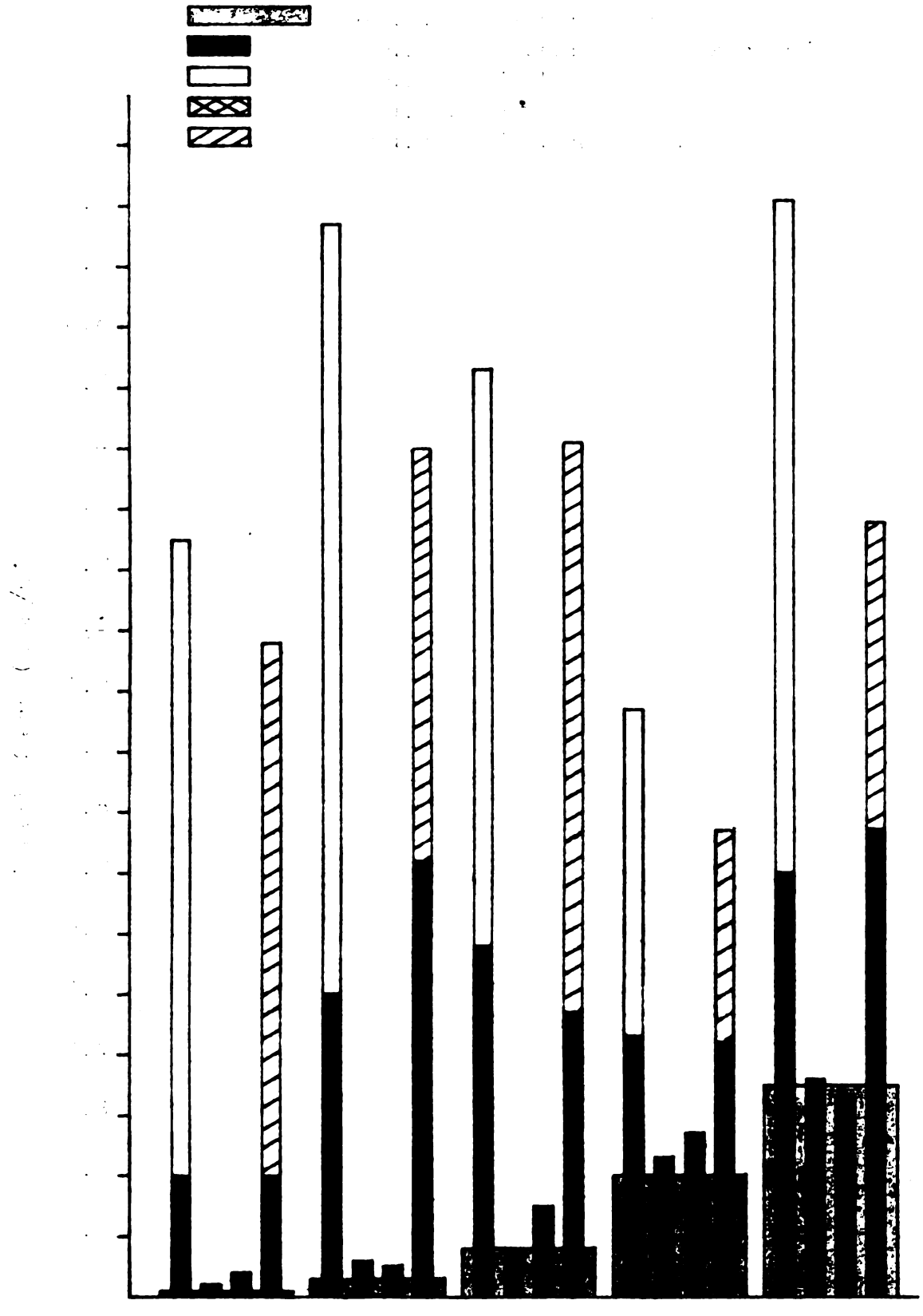
La baja productividad de las praderas asociadas en que intervino el lotus se debió a que su contribución en el rendimiento fue muy baja en Primavera que fue muy seca. La Primavera es cuando esta especie da los mayores rendimientos, según se puede deducir de los resultados obtenidos por Silva (48); o porque la frecuencia de defoliación aplicada en este ensayo no favoreció el crecimiento y persistencia de esta especie, como puede deducirse de la información obtenida por Centeno (9), estudiando frecuencias de pastoreo; con la menor de ellas (defoliación al alcanzar el forraje la altura de 24 cms) el lotus dió rendimientos que fueron más del doble al dado en la mayor frecuencia (defoliación cuando el forraje alcanzaba 12 cm de altura). Además la persistencia fue afectada por estos tratamientos ya que la cobertura promedió de las parcelas fue 31 y 15% respectivamente.

Estas dos últimas asociaciones tuvieron un comportamiento muy similar al de la Festuca pura con leves variaciones debido quizás a efectos residuales de los años anteriores.

Rendimiento de Materia Seca

De la Figura 1 y de los rendimientos estacionales dados en los Cuadros 1 y 2 se observa que en Otoño se obtuvo la mayor respuesta a la fertilización nitrogenada debido a que el porcentaje de los rendimientos fue debido a la fracción gramínea de las mezclas; esto está confirmado al considerar los rendimientos de MS de la festuca, en todas las praderas y bajo todos los Niveles de N, se observa que a medida que aumentaron las cantidades de N aplicadas incrementó significativamente la producción de la festuca (Cuadro 6). Los rendimientos obtenidos en esta Estación fueron consistentemente mayores a los obtenidos por Silva (48), debido a que la sequía del Verano 1965 se prolongó hasta el mes de Abril. En contraste, en el año 1966 las primeras lluvias de Otoño se produjeron en los primeros días de Marzo, En el Invierno es cuando se hace más notoria la diferenciación de las distintas praderas en dos grupos. Las del grupo 1, F/TB y F/TC obtuvieron su máxima producción estacional y la mayor proporción de la MS total fue dada por la leguminosa en ambas praderas, como puede observarse en la Figura 2 y Apéndice 2. La producción de la festuca en estas asociaciones, sin embargo, fue bastante mayor que los rendimientos dados en las praderas del grupo 2 (Cuadro 5, Figura 2).

El comportamiento de la festuca en esta Estación frente al trébol blanco no coincide con la información recogida en la literatura. Según ella, el trébol blanco tiene una temperatura óp



tima de crecimiento mayor que la de las gramíneas de regiones templadas (32, 57) y sin embargo, el trébol blanco tuvo un crecimiento vigoroso, mientras la gramínea casi detuvo su crecimiento.

Ryle (45) expresa que los factores que intervienen sobre el desarrollo vegetativo: fotoperíodo, temperatura, edad de la planta, constitución genética, interaccionan entre sí de modo que una situación dada de crecimiento de una especie es difícil de explicar; en este caso pudieron interaccionar e inhibir este desarrollo o los tejidos fotosintéticos de la festuca.

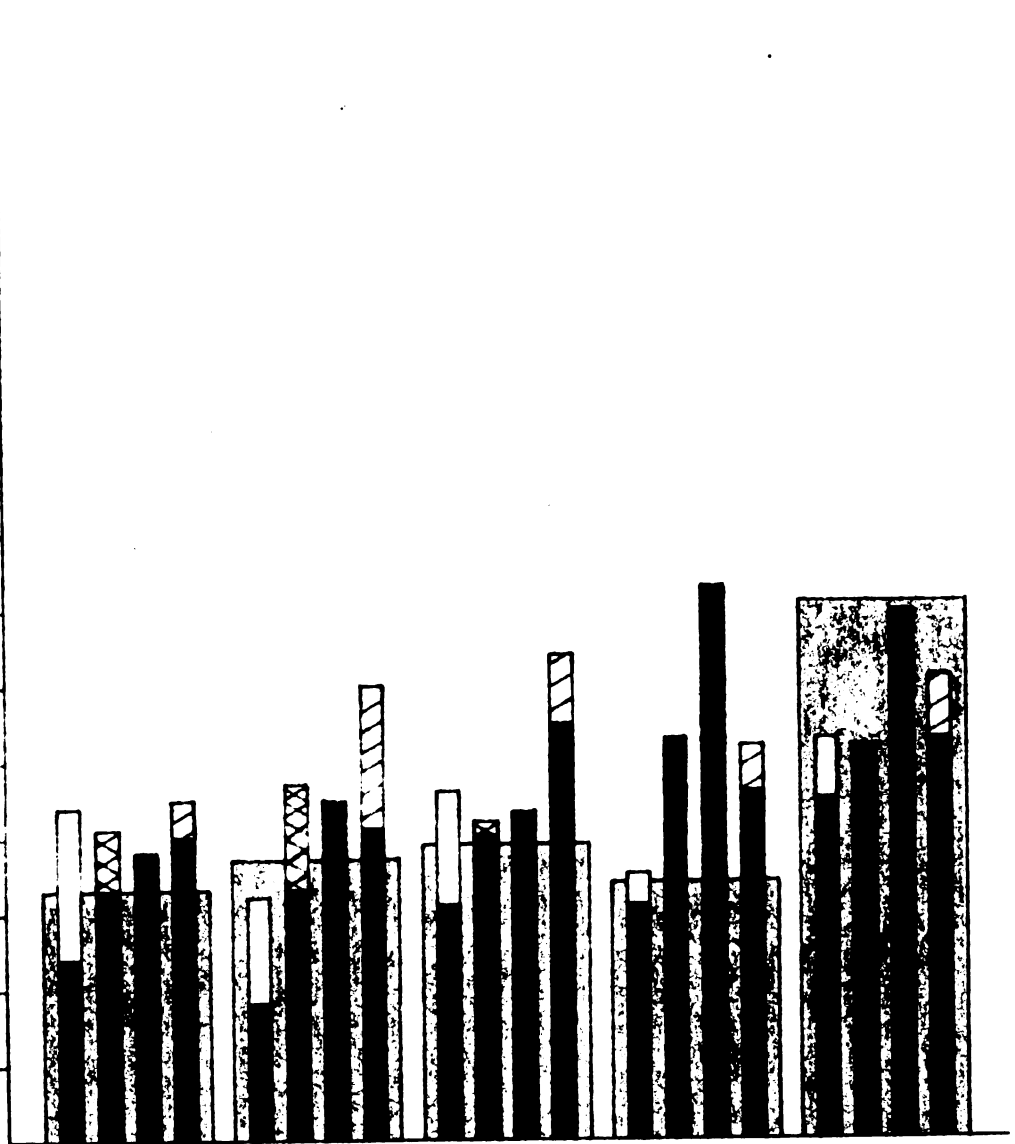
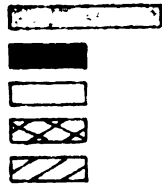
Corresponde destacar que los resultados obtenidos por Silva (45) no siguen el mismo esquema, ya que los rendimientos de la festuca en Invierno fueron mayores que los de Otoño y en las asociaciones con trébol blanco y trébol carretilla la mayor contribución al rendimiento total fue dada por la festuca.

En la Primavera las condiciones de clima fueron muy desfavorables para el crecimiento de las distintas especies, por la fuerte sequía que tuvo lugar. La MS producida por la Festuca en los dos cortes fue casi toda tallos floríferos con escasa cantidad de hojas. Es de interés notar que las parcelas de Festuca pura sin N, las plantas estuvieron muy ralas y los macollos floríferos eran pocos y gruesos. Posiblemente a causa de la deficiencia de N tuvieron un macollamiento muy pobre (45) y los pocos macollos desarrollaron bien con menor competencia por la humedad escasa del suelo. Además, Langer (28), indicó que el incremento de peso seco al momento de la floración no es una función del número de macollos sino del aumento de

peso de los macollos individuales. A esto se debe probablemente la semejanza muy estrecha en los rendimientos de MS de la festuca pura en todos los niveles de N hasta los 150 kg inclusive.

En el primer corte el trébol blanco presentaba ya marchitez permanente y en el segundo o último de la estación casi todas las hojas estaban secas. El trébol carretilla en el último corte - estaba completamente seco. El trébol subterráneo en el primer - corte mostraba ya hojas secas, y a causa de las condiciones adversas su hábito de crecimiento se hizo completamente rastrero, de modo que no pudo ser alcanzada por la guadañadora. El lotus fue la única especie leguminosa que mostró mejor aspecto, no presentó marchitez pero, a causa de su población muy rala y de relativamente poco crecimiento, no contribuyó mucho al rendimiento. La festuca en la asociación con trébol blanco rindió menos que la festuca en pradera pura en todos los Niveles de N. La causa de esto posiblemente pueda deberse al efecto del crecimiento vigoroso del trébol en el Invierno que compitió severamente - por la luz, pues según Huokuna (27) la sombra produce la muerte de los macollos recién formados. Las parcelas de estas asociaciones en el último corte de la Estación, presentó bastante su perficie de suelo desnudo con la población de festuca muy disminuída. Con el trébol carretilla se observó lo mismo en algunos tratamientos.

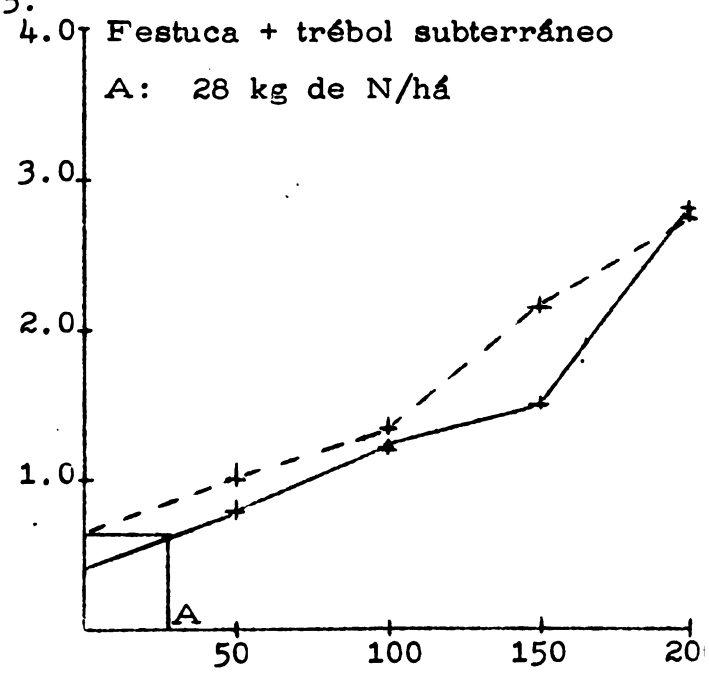
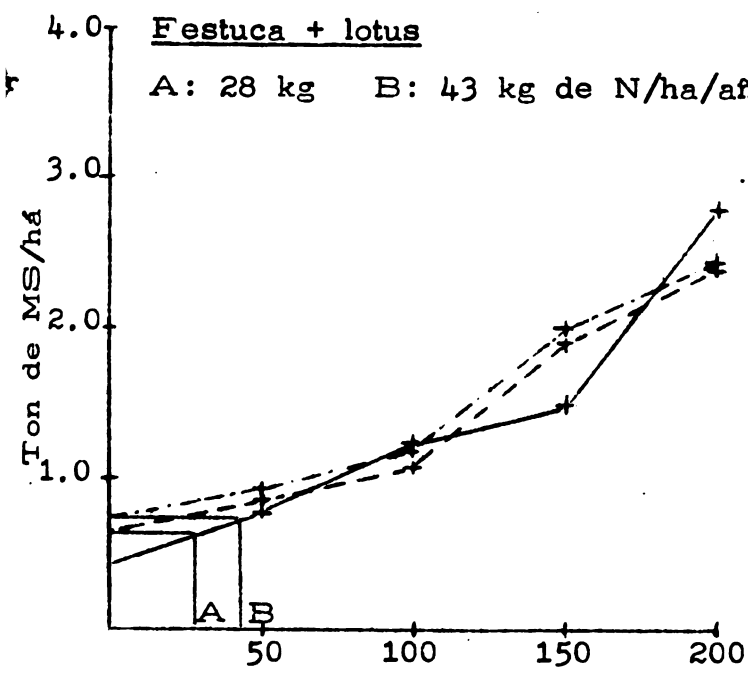
La falta de respuesta diferencial de la festuca (Figura 3) a la fertilización nitrogenada puede ser debida a un crecimiento - muy reducido de los macollos vegetativos que sobrevivieron a la falta de humedad en el suelo; y como casi todo el forraje cosechado fueron tallos floríferos, y éstos se desarrollaron a expensas -



del N que poseyeron sus partes maduras, pues una vez que comienza la fase de la floración absorben sólo agua y no nutrientes (58); dentro del medio ambiente seco éstos resultaron los más vigorosos, serían favorecidos en cuanto a la disponibilidad de agua; dado que como sugiere Langer (28) en una pastura de gramínea compuesta de una población heterogénea de macollos, variables - en edad, estado de crecimiento y posición en las plantas, diferirán en particular, con respecto a la magnitud de sus sistemas radiculares adventicios y superficie asimiladora, por lo que pueden existir diferencias en la respuesta de los macollos individuales a un medio ambiente mejorado (28); pero, también puede suceder lo mismo en un medio desfavorable, y se puede suponer que en estas circunstancias los macollos más nuevos fracasarán y sobrevivirán los de más edad y mejor desarrollados.

Concluyendo esta parte de la Discusión, es necesario notar que si bien se han realizado las respectivas comparaciones entre las diferentes praderas, los valores correspondientes al trébol subterráneo no son perfectamente comparables al de las demás asociaciones debido a la escasa población de trébol, como ya se ha indicado, y que se refleja en los rendimientos de MS. A pesar de ello hubo un efecto sobre la gramínea (Figuras 1 a 4) que se debió a un efecto residual de la leguminosa del año anterior y que se discutirá más adelante,

Las praderas que tuvieron su mejor comportamiento en el período de crecimiento estudiado fueron las del grupo 1: F/TB y F/TC. Considerando la mayor productividad en la primera parte del período se destacó netamente la F/TB.



— Rendimiento de la festuca pura
 - - - Rendimiento de la festuca en la asociación
 - · - - Rendimiento total de la asociación

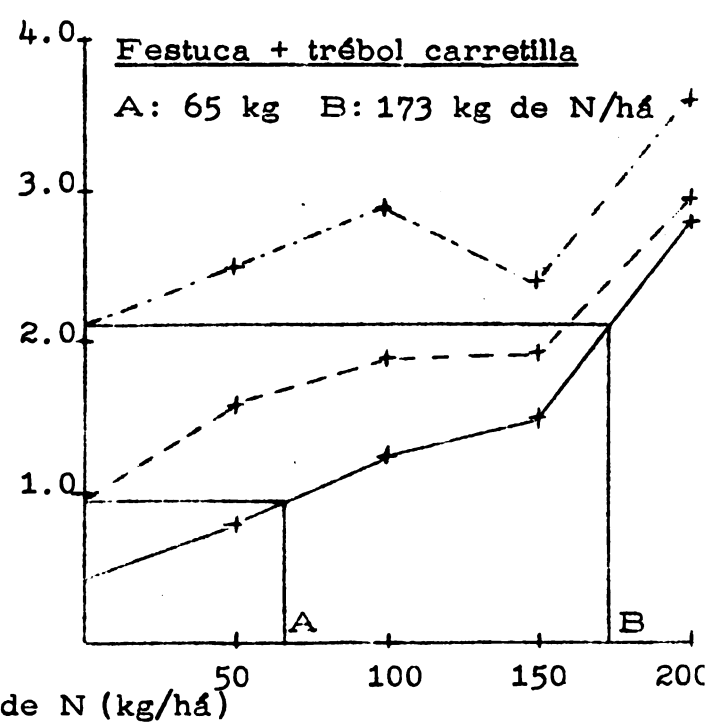
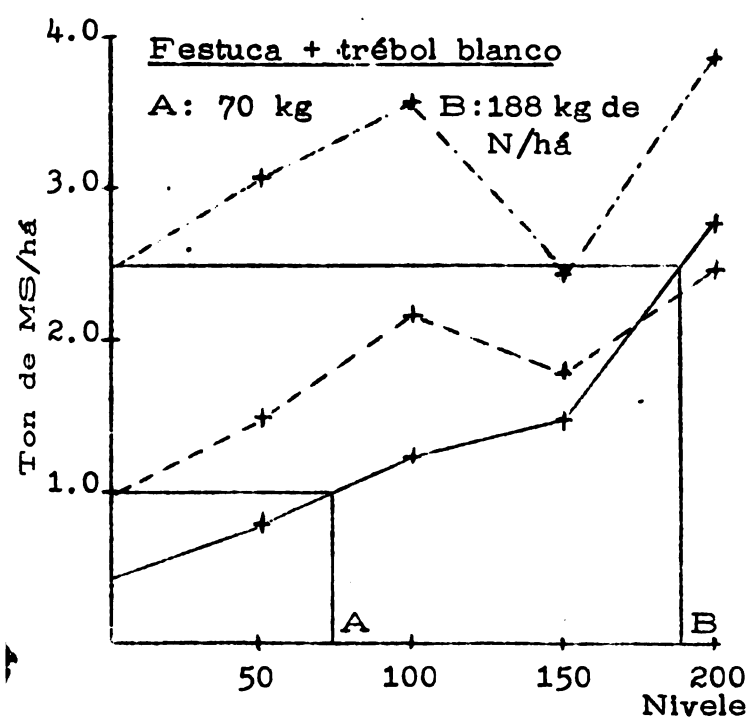


Fig.4. Rendimiento total anual.

A: Contribución Indirecta
B: Contribución total

En cuanto a la fertilización nitrogenada, sus efectos parecen ser benéficos hasta el nivel de 100 kg de N en la pradera de festuca/trébol blanco en el Otoño, aunque los resultados en esta Estación están muy perturbados por efectos residuales de los años anteriores. En el Invierno, la variabilidad entre los distintos Niveles de N es aún mayor si se consideran los comportamientos de las praderas de los distintos grupos.

Producción de Nitrógeno

En la producción de N sólo existe interacción de las Especies de leguminosas con las Estaciones del año. Los Niveles de N no interaccionaron con Estaciones debido a que las producciones de N de las praderas dependieron más de las especies de leguminosas (Cuadro 3), principalmente porque la mayor variabilidad estuvo en ellas. La festuca no respondió diferencialmente a los diversos Niveles de N en Primavera, y en Invierno tuvo un crecimiento muy reducido y con pocas diferencias entre Niveles. En cambio, las especies de leguminosas tuvieron un crecimiento en las distintas Estaciones, muy variable. Comparando los valores dados en los Cuadros 3 y 8 se observa que en Otoño la mayor proporción del N producido fue de la festuca, en cambio en Invierno en las pasturas en que intervinieron el trébol blanco y trébol carretilla, esa mayor proporción fue de las leguminosas. Es por eso que en el Otoño la producción de N de la F/TB es solamente diferente a la de la festuca pura; en cambio, en Invierno, las mayores producciones son las dadas por las asociaciones en que intervinieron el trébol blanco y el trébol carretilla y los rendimientos dados por las praderas del grupo 2 son muy bajos pues dependieron casi exclusivamente del N producido en la festu

ca. En la Primavera, por otra parte, la sequía no permitió dar rendimientos diferenciales en los distintos Niveles de N aplicados. Los valores menores de la festuca asociada de algunas praderas frente a los de la festuca pura fueron compensados por el mayor porcentaje de N de las leguminosas, lo que dió por resultado rendimientos de N estadísticamente iguales, entre las distintas praderas.

Contribución Indirecta de las Leguminosas a través de la Festuca

En producción de Materia Seca

Al considerar la contribución indirecta de las leguminosas en Otoño, se observa (Cuadro 10) que sólo el trébol blanco presenta alguna diferencia y frente a la del lotus. Sin embargo, el crecimiento de estas especies es escaso (Apéndice 2) y nulo como en el trébol subterráneo lo que está indicando un efecto residual del año anterior. En el Invierno, debido al pobre crecimiento de la festuca se destacan netamente las contribuciones del trébol blanco y trébol carretilla; en valores absolutos fue mayor la de este último debido a que la festuca pudo crecer con menos competencia. En Primavera, el único valor positivo fue dado por el trébol subterráneo. Las del trébol blanco y trébol carretilla son explicables por la reducción de la población de la festuca en esas praderas durante el Invierno y en la del lotus posiblemente a causa de la competencia por la humedad, escasa en esta Estación.

Los Niveles de N afectaron en forma muy variada esta contribución de las leguminosas (Cuadro 11). En Otoño este efecto fue mayor, porque si se observa en la Figura 1, en el Nivel de 33 kg de N (100 kg anuales) la contribución del trébol blanco al rendimiento de la festuca es máximo. La del trébol carretilla en ese nivel sólo es superada por la del Nivel 0 kg de N y la del trébol subterráneo es la contribución mayor que la dada en los otros Niveles; es decir, que los efectos de todas las leguminosas en este Nivel hace que sea máxima. En el Invierno, los efectos de la fertilización nitrogenada sobre estas contribuciones dependen de las que hacen el trébol blanco y el trébol carretilla especialmente, como pueden observarse en el Cuadro 11 y en la Figura 2; las mayores contribuciones fueron dadas en los Niveles de 50 y 100 kg N/há/año. En la Primavera, el efecto de las leguminosas fue negativo en los Niveles de 0, 50 y 200 kg de N. Observando la Figura 3 se explica estos resultados pues la magnitud del rendimiento menor de la festuca asociada con respecto a la pura no es compensada en algunas asociaciones por la magnitud del respectivo valor positivo de las restantes asociaciones. Esto sólo sucede en los Niveles de 100 y 150 kg de N.

Los valores de esta contribución de las leguminosas en el total del año fueron los siguientes: del trébol blanco equivalente a 70 kg de N/há; del trébol carretilla a 65 kg y los del lotus y trébol subterráneo 28 kg de N.

En producción de Nitrógeno

En el Otoño, la contribución del trébol blanco en la producción de N de la festuca fue significativamente mayor a las -

de las demás especies, debido a la mayor producción de MS de la festuca asociada con él (Figura 1). En el Invierno se destacan las mayores contribuciones del trébol blanco y trébol carretilla; es de notar que si se observan los valores absolutos de los rendimientos adicionales en MS y en N de la festuca en Invierno y en estas asociaciones (Cuadros 10 y 12) es mayor el valor de la MS cuando está asociada con el trébol carretilla y en N el valor es menor que en el trébol blanco; esto se explica porque a las praderas con trébol blanco hubo que cortarlas dos veces en Invierno y en este caso la festuca no elaboró la MS que potencialmente podía de acuerdo con el N absorbido al primer corte y por tanto es mayor el porcentaje obtenido en la MS y en consecuencia será mayor la producción total de N de la festuca; lo que está de acuerdo con lo hallado por otros investigadores (15, 16).

Los efectos de los Niveles de N sobre la contribución de las leguminosas en la producción de N de la festuca es muy variable, del mismo modo como se indicó al tratar esta contribución al rendimiento adicional de la festuca en MS.

Los valores de esta contribución en producción de N son mayores a los dados en MS, tratándose del trébol blanco y trébol carretilla; en el caso del lotus y trébol subterráneo son menores: estas diferencias se deben al porcentaje de N de la festuca asociada con respecto al de la festuca pura. La que creció con el trébol subterráneo tuvo un menor porcentaje de N en Invierno y Primavera y en Otoño sólo en los Niveles de 0 y 100 kg de N. Con el lotus el porcentaje de N fue mayor en Otoño;

en el Invierno sólo en el Nivel de 50 kg de N/há y en Primavera en los Niveles de 50, 100 y 200 kg de N. Con el trébol blanco fue mayor en todas las Estaciones y Niveles de N y con el trébol carretilla, en general lo fue mayor, a excepción de algunos Niveles.

Los valores de esta contribución al rendimiento adicional de N en la festuca, fueron equivalentes a 108 kg de N para el trébol blanco, 100 kg para el trébol carretilla, 15 kg de N para el lotus y 10 kg de N/há/año en fertilizantes para el trébol subterráneo.

Contribución Directa de la Leguminosa a la Productividad de la Pradera

En producción de Materia Seca y Nitrógeno

Considerando la contribución directa en el total del año se observó que no hubo efectos de la fertilización nitrogenada debido posiblemente a que en las praderas asociadas del trébol subterráneo esta especie casi no intervino en los rendimientos. El lotus lo hizo escasamente y con diferencias poco variables entre los distintos Niveles de N aplicados. En el caso del trébol blanco y trébol carretilla, el posible efecto de competencia de la festuca en Otoño por su mayor crecimiento a causa de la rápida reacción al N de fertilizantes fue balanceado por el escaso crecimiento de la festuca y el vigoroso desarrollo de las leguminosas en el Invierno. Al mismo tiempo, a causa de la sequía, en la Primavera - en que se verifica la mayor producción del año en estas pasturas (48) la contribución directa de las leguminosas se vió alterada completamente.

Por eso, ya sea en MS o en N, la máxima contribución directa fue dada por el trébol blanco que tuvo mayor crecimiento durante el año (Figuras 1, 2 y 3). Le sigue con diferencia significativa el trébol carretilla y son significativamente menores e iguales entre sí, las contribuciones directas del lotus y trébol subterráneo (Cuadros 14 y 15).

Contribución Total de las Leguminosas al Rendimiento de la Pradera

En producción de Materia Seca y Nitrógeno

La contribución total de las leguminosas se analizó en el total del año. Se puede observar que en términos de MS son iguales las contribuciones del trébol blanco y trébol carretilla - (Cuadro 16); pero, en base a la producción de N (Cuadro 17) aparecen las diferencias entre estas dos especies, siendo mayor la contribución del trébol blanco debido a que el incremento de producción de la pradera de F/TC tuvo una mayor proporción de festuca en su MS y por lo tanto con menor proporción de N en el forraje total. Algo similar ocurrió con el lotus y trébol subterráneo; las contribuciones totales de ambas especies fueron estadísticamente iguales (Cuadros 16 y 17) en términos de MS y N, aunque hubo una tendencia bien marcada para una mayor contribución en base a la producción de MS total del trébol subterráneo con respecto a la del lotus debido a que el primero - contribuyó más en forma indirecta que el lotus, pues su contribución directa o propia fue casi nula.

La contribución total de las distintas especies de leguminosas que se dan en la Figura 4 y los resultados obtenidos en base a la cantidad de fertilizantes requeridos para elevar la producción de MS de una pradera de festuca sola a la de la asociación sin N fueron los siguientes: con trébol blanco 188 kg; con trébol carretilla 173 kg; con lotus 43 kg de N; en el caso del trébol subterráneo la contribución indirecta y total se confunden ya que su producción propia fue casi nula y su valor fue de 28 kg de N.

En base a la mayor producción de N de una pradera asociada, la contribución total de la leguminosa fue mayor que en términos de MS con el trébol blanco que tuvo un efecto equivalente a más de 200 kg de N en fertilizantes y en trébol carretilla que fue de 200 kg; la del lotus fue de 37 kg de N que es menor al dado en MS, pues en el forraje producido por esta asociación hubo menor proporción de leguminosa y por lo tanto el rendimiento de N fue menor.

Esta contribución total fue estudiada por varios autores que utilizaron como especie leguminosa al trébol blanco y los valores hallados sobre la base de la producción de MS y N o PC están dados en el Cuadro 18.

Silva (48) además del trébol blanco estudió la contribución total de otras leguminosas; los resultados en términos del mayor rendimiento de MS dada por las asociaciones fueron: trébol blanco 150 kg; trébol carretilla 80; lotus 40 y trébol subterráneo 60 kg de N/há/año.

CUADRO 18. Cantidad de N en fertilizantes requerido por la graminea pura para reemplazar la contribución total del trébol blanco (kg/há/año).

	MS	N
Holmes (25)	112	224
Reid y Castle (41)	136	164
Cowling (12)	118-235	235
Wagner (53, 54)	179	179

Efecto residual de las leguminosas de año a año

A pesar de que las condiciones climáticas de la Primavera fueron adversas y las praderas no pudieron expresar su potencial productivo en esta Estación en que es mayor, sin embargo, se obtuvo un efecto total de las leguminosas mayor al obtenido por Silva (48) en el año anterior, en que las condiciones ambientales fueron mucho mejor que en este año. Si se observa la contribución directa e indirecta como porcentaje de la producción total de las asociaciones (Cuadro 18) se advierte que considerándolas en el promedio anual, la contribución directa del trébol blanco y del trébol carretilla fue mayor que la indirecta, en todos los Niveles de N. Al efectuar estos mismos cálculos solamente para el Otoño, la contribución indirecta da cifras bastante mayores. La diferencia de valores entre la contribución directa e indirecta presenta también sus modalidades. Considerando sus valores anuales es mayor la contribución directa que la indirecta en el caso de las asociaciones con el trébol blanco y trébol carretilla. Tomándolas sólo para el Otoño las relaciones se invierten y la contribución in

directa es mucho mayor que la directa en el trébol blanco y más aún en el trébol carretilla. Esto indicaría una cantidad extra de N que podría provenir de los residuos orgánicos de las leguminosas que han sido mineralizados. Con el trébol subterráneo se halla lo mismo y en forma más evidente ya que en el Otoño esta leguminosa no creció suficientemente para ser cortada. Este efecto del N orgánico ya fue señalado por otros autores (34, 53). Cowling (12) encuentra que el efecto del trébol blanco fue bajo en el primer año cuando su crecimiento fue muy pobre y que en el último año, aunque el rendimiento del trébol fue escaso la contribución total fue equivalente a uno de los niveles mayores de N aplicado a la gramínea (115 kg de N/há). Además, el efecto benéfico del trébol se logra al final de la estación de crecimiento (49) y se ha hallado (60) que los nódulos en desintegración al principio del Verano constituían el 16% del total y se eleva al 33% al comienzo del Otoño, lo que indicaría que este efecto además de provenir de órganos en descomposición, sería acumulativo de un año para otro.

CUDRO 19. Porcentaje de la Contribución Directa (*) e Indirecta (**) de la producción total de las asociaciones, anual y para el Otoño

	Niveles de N (kg/há)					
	0	50	100	150	200	
	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto
Trébol blanco	60	20	51	22	38	27
Lotus	15	23	10	7	4	neg.
Trébol subterráneo	1	27	--	21	--	9
Trébol carrizilla	55	23	36	31	36	21
Trébol blanco	30	55	18	42	16	51
Lotus	10	53	10	17	4	19
Trébol subterráneo	--	47	--	24	--	34
Trébol carrizilla	11	68	5	10	4	36

En Otoño

(*) Contribución Directa: Aporte de la leguminosa con su propio rendimiento al incremento de la producción de las praderas asociadas frente a las de festuca pura.

(**) Contribución Indirecta: Incremento de la producción de la festuca asociada frente a la festuca pura.

CONCLUSIONES

1. Las mejores praderas en términos de rendimiento MS y N fueron las asociaciones festuca/trébol blanco y festuca/trébol carretilla. Las asociaciones festuca/lotus y festuca/trébol subterráneo tuvieron un comportamiento muy similar al de la festuca pura.
2. La asociación festuca/trébol blanco fue la pradera que dió un rendimiento temprano mayor en MS y N y la fertilización nitrogenada no la disminuyó hasta el Nivel de 100 kg de N/há, inclusive.
3. El efecto total del trébol blanco y del trébol carretilla fueron los mayores y equivalentes a una fertilización nitrogenada con 188 y 173 kg de N/há/año, respectivamente; la del lotus fue equivalente a 43 kg de N/há y la del trébol subterráneo se confunde con la contribución indirecta ya que su rendimiento propio o contribución directa fue casi nula.
4. En la contribución directa, la del trébol blanco fue la mayor debido a su mayor crecimiento en el Otoño e Invierno. La del trébol carretilla fue menor, pero significativamente mayor a la del lotus y trébol subterráneo.
5. La contribución indirecta de las leguminosa fue equivalente a una fertilización nitrogenada de la festuca pura con 70 kg de N para el trébol blanco, 65 kg de N para el trébol carretilla y de 28 kg de N/há/año para el lotus y el trébol subterráneo.

6. El efecto de la fertilización nitrogenada sobre las contribuciones de las leguminosas fue muy variable debido a un efecto residual del N orgánico aportado por las leguminosas en los años anteriores; por el comportamiento anormal de la festuca en el Invierno y por la fuerte sequía en la Primavera.

RESUMEN

En 1964 se instaló en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", La Estanzuela, Colonia, Uruguay, un ensayo para estudiar el comportamiento del trébol blanco, lotus, trébol subterráneo y trébol carretilla, en asociación con la festuca. Se estudió además la contribución de N de la leguminosa - para el crecimiento de la gramínea, comparando el rendimiento de la gramínea sola en cinco niveles de fertilización nitrogenada (0 - 200 kg/há) con el de la gramínea de las mezclas.

El arreglo de los tratamientos fue un factorial 5 x 5 en un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones; los factores fueron: Especies, constituida por la festuca pura como testigo y las asociaciones de ésta con las 4 leguminosas; cinco - Niveles de N: 0, 50, 100, 150 y 200 kg/há divididos en tres - aplicaciones.

Los cortes se efectuaron con una motoguadafiadora marca "Gravelly" a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo, cuando la festuca alcanzó la altura promedio de 20 cm.

Por Contribución Indirecta se entendió en este trabajo, el incremento en el rendimiento que experimentó la festuca al estar asociada a la leguminosa frente al rendimiento dado por la festuca pura en el correspondiente tratamiento de N. Por Contribución Directa se indicó el rendimiento propio de la leguminosa y por Contribución Total el incremento de rendimiento de la pastura asociada frente al de la festuca pura constituido por la Contribución Indirecta más la Directa.

Por los rendimientos de MS y N las praderas se distinguieron en dos grupos: uno constituido por las asociaciones F/TB y F/TC que fue el de mayor producción; el otro constituido por las asociaciones F/L, F/TS y FP cuyos rendimientos y comportamientos fueron similares y bajos.

En el Otoño los rendimientos de las distintas asociaciones fueron consistentemente mayores que los de la festuca pura, a excepción de los datos en el Nivel máximo de fertilización nitrogenada. La mayor proporción de este incremento de rendimiento se debió a la festuca.

En el Invierno, las praderas del primer grupo dieron la mayor producción; la de las del segundo grupo fue mínima a causa de una posible inhibición del crecimiento de la festuca debido a causas no explicables.

La Primavera fue muy seca y el esquema de la producción de todas las praderas fue muy variable y no hubo respuestas diferenciales a la fertilización nitrogenada.

La mayor contribución directa de las leguminosas fue dada por el trébol blanco debido a su mayor crecimiento en Otoño e Invierno. El desarrollo vigoroso del trébol carretilla en el Invierno le permitió dar una contribución directa bastante grande. Fue pequeña la del lotus y casi nula la del trébol subterráneo.

La Contribución Indirecta en MS del trébol blanco fue diferente sólo a la del lotus en Otoño. En Invierno, se distinguieron netamente las del trébol blanco y trébol carretilla sobre la del lotus y trébol subterráneo las cuales fueron mínimas. En Primavera el único valor positivo de esta contribución fue la

del trébol subterráneo. Los valores del equivalente en fertilizantes nitrogenados en términos del incremento de la producción de MS de la festuca fueron: trébol blanco, 70 kg de N; trébol carretilla, 65 kg; lotus y trébol subterráneo, 28 kg de N/há/año. En términos del incremento de N de la festuca, estos valores fueron para el trébol blanco 108 kg; para el trébol carretilla, igual a 100 kg y para el lotus 15 kg y 10 kg de N/há/año para el trébol subterráneo.

La contribución total del trébol blanco medida por el incremento de MS de las pasturas asociadas sin N frente al de la festuca pura fue equivalente a 188 kg de N en fertilizantes, la del trébol carretilla igual a 173 kg de N y 45 kg de N/há la del lotus; en el caso del trébol subterráneo la contribución total se confunde con la indirecta debido a que su contribución directa fue casi nula. Estas contribuciones en términos del incremento de N de la pradera asociada fue equivalente a una fertilización nitrogenada en pradera pura de festuca con más de 200 kg de N en el trébol blanco; con 200 kg de N para el trébol carretilla y con 37 kg de N/há/año para el lotus.

Las praderas de mejor comportamiento y mayor producción fueron las asociaciones F/TB y F/TC. Para una producción temprana mayor fue mejor la primera asociación mencionada. Las contribuciones totales anuales de estas dos praderas no fueron disminuidas por la fertilización nitrogenada hasta el nivel de 100 kg de N, inclusive.

Un efecto de N residual proveniente de los residuos orgánicos del crecimiento de las leguminosas en el año anterior se discute.

SUMMARY

A trial was established at the "Alberto Foerger" Agricultural Research Center, La Estanzuela, Uruguay, in 1964, to study the performance of white clover, birdsfoot trefoil, subterranean clover in association with tall fescue and the N contribution of the legume to the growth of grass by the comparison of the yield of the grass alone at five levels of N fertilization and the yield of the grass in the mixture.

The experiment was established in the field in a complete randomized block design with 5 x 5 factorial arrangement, with four replicates. Factors were: species, including fescue as control and the associations of the grass with four legumes: level of N, 0, 50, 100, 150 and 200 kg/ha, divided into three applications.

In this study the term "indirect contribution" of the legumes is the increase in yield of the fescue in the mixtures which is due to the N contribution of the legume "direct contribution" means the actual yield of the legume and "total contribution", the total increase in yield of the mixture as compared to fescue alone.

In autumn, the yield of all mixtures was higher than the yield of fescue alone. The increment was mainly due to more rapid growth of the fescue. In winter, the yield of the birdsfoot trefoil and subterranean clover mixtures and the fescue alone was very low, because of an inhibition of fescue growth of unexplainable nature. The spring was very dry, resulting in yields of all pastures been very variable. Response to fertilization was registered only to the highest level of N in this season.

White clover produced the greatest direct contribution because of its higher growth in autumn and winter. The rapid growth of burr clover in winter allowed it to also a large direct contribution. The contribution of birdsfoot trefoil was small and almost null that of subterranean clover.

In the autumn indirect contribution of dry matter of white clover was statistically superior only to that of birdsfoot trefoil. In winter, the indirect contribution of white and burr clovers were statistically equal and superior to birdsfoot trefoil and subterranean clover. In spring, the only indirect contribution present was of subterranean clover. The N fertilization of pure fescue which produced an equivalent increase in dry matter yield of the grass in the mixture was: White clover, 70; burr clover, 65; birdsfoot trefoil and subterranean clover 28 kg of N/ha/year. In terms of N increase of fescue, these amounts were: white clover 108, burr clover 100 kg, birdsfoot trefoil 15 kg and subterranean clover 10 kg of N/ha/year.

The total contribution of dry matter of white clover was equivalent to the application of 188 kg of N to pure fescue, burr clover was 173 kg and birdsfoot trefoil 43 kg of N. The total contribution of subterranean clover was confounded with the indirect contribution because its direct contribution was almost null. The total contribution of N was equivalent to more of 200 kg for white clover, 200 kg for burr clover and 37 kg of N/ha/year for birdsfoot trefoil.

LITERATURA CITADA

1. BAKHUIS, J.A. y KLETER, H.J. Some effects of associated growth on grass and clover under field conditions. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 13(3):280-301. 1965.
2. BLACKMAN, G.F. The interaction of light intensity and nitrogen supply in the growth and metabolism of grasses and clover (*Trifolium repens*). I. The effects of light intensity and nitrogen supply on the clover content of a sward. *Annals of Botany (n.s.)* 2(6):257-280. 1938 (Fotocopia).
3. BLASER, F.E. y BRADY, N.C. Nutrient competition in plant associations. *Agronomy Journal*. 42(3):128-135. 1950.
4. BLACKMAN, J.S. y WOLTON, K.M. The use of nitrogen on white clover/grass swards. *Journal of the British Grassland Society* 18(1):7-13. 1963.
5. BUTLER, G.W., GREENWOOD, R.M. y SOPER, K. Effects of shading and defoliation on the turnover of root and nodule tissue of *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* and *Lotus uliginosus*. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 2(3):415-426. 1959.
6. CASTLE, M.E. y HOLMES, W. The intensive production of forage for crop-drying. VII. The effect of further continued massive applications of nitrogen with and without phosphate and potash on the yield of grassland herbage. *The Journal of the Agricultural Science* 55(2):251-260. 1960.
7. ----- y REID, D. Nitrogen and herbage production. *Journal of the British Grassland Society* 18(1):1-6. 1963.
8. -----, ----- y HEDDLE, R.G. The effect of varying the date of application of fertilizer nitrogen on the yield and seasonal productivity of grassland. *The Journal of the Agricultural Science* 64(2):177-184. 1965.

9. CENTENO, G.A. Comportamiento de variedades del trébol blanco (*Trifolium repens* L) y de lotus (*Lotus corniculatus*) bajo distintas frecuencias de pastoreo en La Estanzuela, Uruguay. Tesis Mag.Sc., La Estanzuela, Uruguay. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965. 173 p. (mimeografiado).
10. CHAMBLEE, D.S. et al. The influence of nitrogen fertilization and management on the yield, botanical composition and nitrogen content of a permanente pasture. *Agronomy Journal* 45(4):158-164. 1953.
11. CCWLING, D.W. The effect of nitrogenous fertilizer on an established white clover sward. *Journal of the British Grassland Society* 16(1):65-68. 1961.
12. ----- . The effect of white clover and nitrogenous fertilizer on the production of a sward. I. Total annual production. *Journal of the British Grassland Society* 16(4):281-290. 1961.
13. ----- . The effect of white clover and nitrogenous fertilizer on the production of a sward. II. Seasonal production. *Journal of the British Grassland Society* 17(4):282-286. 1962.
14. ----- y LOCKYER, D.K. A comparison of the reaction of different grass species to fertilizer nitrogen and to growth in association with white clover. I. Yield of dry matter. *Journal of the British Grassland Society* 20(3):197-204. 1965.
15. ----- y ----- . A comparison of the reaction of different grass species to fertilizer nitrogen and to growth in association with white clover. II. Yield of Nitrogen. *Journal of the British Grassland Society* 22(1):53-61. 1967.
16. CCWLING, D.W. The effect of early application of nitrogenous fertilizer and of the time of cutting in spring on the yield of ryegrass/white clover swards. *The Journal of the Agricultural Science* 66(3):413-431. 1966.

17. DILZ, K. The effect of nitrogen on a clover/grass mixture and its application in farming practice *Stikstof* 9:37-45. 1965.
18. FEDERER, W.T. *Experimental Design, theory and application*. 2nd. ed. The MacMillan Company. New York 1963. 544 p.
19. GARDNER, A.L., ALBURQUERQUE, H. y CENTENO, G.A. Comportamiento de cinco variedades de *Trifolium repens* L. y *Trifolium pratense* L. bajo distintas frecuencias de pastoreo. *Boletín Técnico* No.3 pp.28. C.I.A. "Alberto Boerger" La Estanzuela, Colonia, Uruguay. 1966.
20. GREEN, J.C. y COWLING, D.W. The nitrogen nutrition of grassland. *In* *International Grassland Congress, 8th Berkshire 1960. Proceedings*. University of Reading, England 1960. pp.126-129. 1961.
21. HENZELL, E.^F. Nitrogen fixation and transference by some tropical and temperate legumes in sand culture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 2(6):132-140. 1962.
22. HERRIOT, J.D.B. y WELLS, D. Clover nitrogen and sward production. *Journal of the British Grassland Society* 15(1):63-69. 1960.
23. HOLLIDAY, R. y WILMAN, D. The effect of fertilizer nitrogen and frequency of defoliation on yield of grassland herbage. *Journal of the British Grassland Society* 20(1):32-40. 1965.
24. HOLMES, W. The intensive production of herbage for crop-drying. III. The effect of the continued application of nitrogenous fertilizers to grassland. *The Journal of the Agricultural Science* 41(1-2):64-69. 1951.
25. ----- y MacLUSKY, D.S. The intensive production of herbage for crop-drying. V. The effect of continued massive applications of nitrogen with and without phosphate and potash on the yield of grassland herbage. *The Journal of the Agricultural Science* 45(2):129-139. 1954.

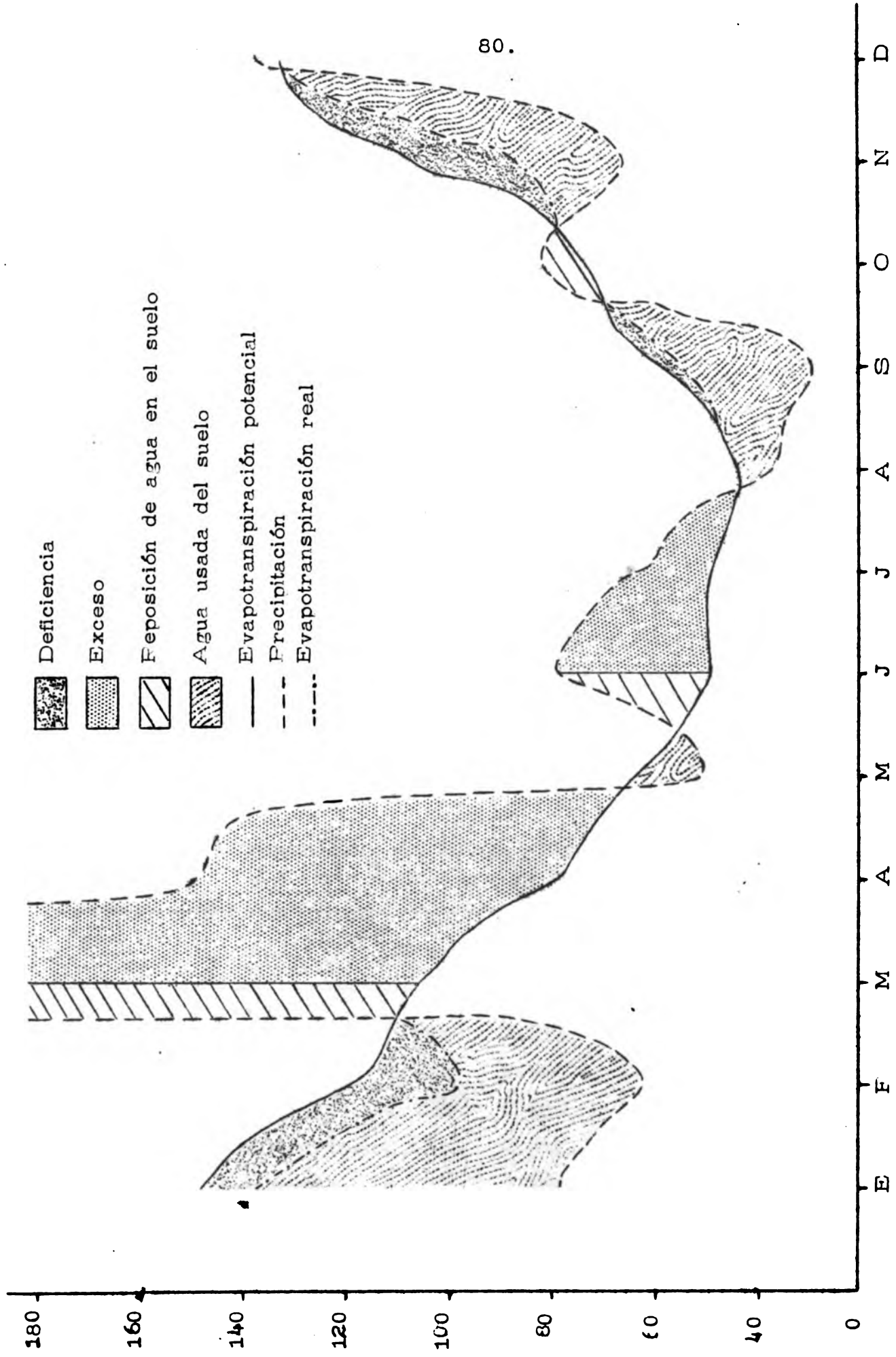
26. HOLMES, W. y MacLUSKY, D.S. The intensive production of herbage for crop-drying. VI. A study of the effect of intensive nitrogen fertilizer treatment on species and strains of grass grown alone and with white clover. *The Journal of the Agricultural Science* 46(3): 267-286. 1955.
27. HUOKUNA, E. Tillering in meadow fescue swards. In *International Grassland Congress, 10th. Helsinki. 1966. Proceedings. Finland 1966. pp.129-134.*
28. LANGER, R.H.M. A study of growth in swards of timothy and meadow fescue. II. The effects of cutting treatments. *The Journal of Agricultural Science* 52(3):273-281. 1959.
29. LINEHAN, P.A. y LOWE, J. Yielding capacity and grass/clover ratio of herbage swards as influenced by fertilizer treatments. *In International Grassland Congress, 8th Reading, 1960. Proceedings. Reading, 1960. pp.126-129.*
30. MAAS, E.F. et al. Yield response residual nitrogen, and clover content of an irrigated grass-clover pasture as affected by various rates and frequencies of nitrogen application. *Agronomy Journal*. 54(3):212-214. 1962.
31. McAULIFFE, C. et al. Influence of inorganic nitrogen on nitrogen fixation by legumes as revealed by N¹⁵. *Agronomy Journal* 50(10):334-337. 1958.
32. MARTIN, T.W. The role of white clover in grassland. *Herbage Abstracts* 30(3):159-164. 1960.
33. MOTT, G.O. Effectiveness of fertilization and management in increasing yields of pasture in Indiana *Soil Science Society of America, Proceeding* 8:276-281. 1943.
34. MULDER, E.G. Fertilizer vs legume nitrogen for grasslands. *In International Grassland Congress, 6th. Pennsylvania, 1950. Proceedings. Pennsylvania State College, 1952. pp.740-748. 1952.*
35. MULLER, L. Un aparato micro Kjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materiales vegetales. *Turrialba* 11(1):17-25. 1961.

36. NELSON, C.E. y ROBINS, J.S. Some effects of moisture, nitrogen fertilizers, and clipping on yield and botanical composition of ladino clover-orchardgrass pasture under irrigation. *Agronomy Journal* 48(3):99-102. 1956.
37. ----- y ----- Nitrogen uptake by Ladino clover-orchardgrass pasture under irrigation as influenced by moisture, nitrogen fertilization and clipping treatments. *Agronomy Journal* 49(2):72-74. 1957.
38. PETERSON, M.L. y BENDIXEN, L.E. Plant competition in relationship to nitrogen economy. *Agronomy Journal* 53(1):44-49. 1961.
39. QUINLIVAN, B.J. y MILLINGTON, A.J. The effect of a mediterranean summer environment on the permeability of hard seeds of subterranean clover. *Australian Journal of Agricultural Research* 13(3):377-387. 1962.
40. REID, D. Studies on the cutting management of grass-clover swards. I. Effect of varying the closeness of cutting on the yields from an established grass-clover sward. *The Journal of the Agricultural Science* 53(3):299-312. 1959.
41. ----- y CASTLE, M.E. The response of grass-clover and pure grass leys to irrigation and fertilizer nitrogen treatment. II. Clover and fertilizer nitrogen effects. *The Journal of the Agricultural Science* 65(1):109-119. 1965.
42. ----- Studies on the cutting management of grass-clover swards. III. The effects of prolonged close and lax cutting on herbage yields and quality. *The Journal of the Agricultural Science* 59(3):359. 1962.
43. ----- Studies on the cutting management of grass-clover swards. IV. The effects of close and lax cutting on the yield of herbage from swards cut at different frequencies. *Journal of the Agricultural Science* 66(1):101-106. 1966.
44. ROBINSON, R.R. y SPRAGUE, V.G. The clover population and yields of a Kentucky bluegrass sod as affected by nitrogen fertilization, clipping treatments, and irrigation. *Journal of the American Society of Agronomy* 39(2):107-116. 1947.

45. RYLE, G.J.A. A comparison of leaf and tiller growth in seven perennial grasses as influenced by nitrogen temperature. *Journal of the British Grassland Society* 19(3): 281-290. 1964.
46. SEARS, P.D. Soil fertility and pasture growth. *Journal of the British Grassland Society* 5(4):267-280. 1950.
47. SEARS, P.D. et al. Pasture growth and soil fertility. VIII. The influence of grasses, white clover, fertilizers, and return of herbage clippings on pasture production of an impoverished soil. *New Zealand Journal Agricultural Research* 8(2):270-283. 1965.
48. SILVA, M. Efecto de diferentes Niveles de nitrógeno y leguminosas asociadas sobre la producción de una pradera en La Estanzuela, Uruguay. Tesis Mag. Sc., La Estanzuela, Uruguay. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 92 p. (Mimeografiado).
49. SIMPSON, J.F. The transference of nitrogen from pasture legumes to an associated grass under several systems of management in pot culture. *Australian Journal of Agricultural Research* 16(6):915-927. 1965.
50. SPRAGUE, V.G. The effects of temperature and day length of seedling emergence and early growth of several pasture species. *Soil Science Society of America. Proceeding* 8:287-294. 1943.
51. ----- y GARBER, R.J. Effect of time and height of cutting and nitrogen fertilization on the persistence of the legume and production of orchard-grass-Ladino clover and brome-grass-Ladino associations. *Agronomy Journal* 42(12):586-593. 1950.
52. VIRTANEN, A.I., vanHAUSEN. *Biochemische Zeitschrift* 232:1. 1931. Citado por WALKER, T.W., ORCHISTON, H.D. y ADAMS, A.F.P. The nitrogen economy of grass/legume associations. *Journal of the British Grassland Society* 9(4):249-274. 1954.

53. WAGNER, R.E. Influence of legume and fertilizer nitrogen on forage production and botanical composition. *Agronomy Journal* 46(4):167-171. 1954.
54. ----- . Legume nitrogen versus fertilizer nitrogen in protein production of forage. *Agronomy Journal* 46(5):233-237. 1954.
55. WALKER, T.W. The use of fertilizers on herbage cut for conservation. I. Effects on the yield of dry matter, crude protein and botanical composition of herbage cut for silage. *Journal of the British Grassland Society* 7(3):107-130. 1952.
56. -----, ORCHISTON, H.D. Y ADAMS, A.F.R. The nitrogen economy of grass/legume associations. *Journal of the British Grassland Society* 9(4):249-274. 1954.
57. WILLIAMS, T.E. Nitrogen manuring and the grass-legume ratio. In *International Grassland Congress, 6th. Pennsylvania, 1950. Proceedings. Pennsylvania State College, 1952. pp.800-804. 1952.*
58. WILLIAMS, D.R. Nutrient uptake by grass roots. In *International Grassland Congress, 8th Berkshire 1960. Proceedings. University of Reading. England 1960. pp.283-286. 1961.*
59. WILLOUGHBY, W.M. Some factors affecting grassclover relationships. *Australian Journal of Agricultural Research* 5(2):157-180. 1954.
60. YOUNG, D.J.B. A study of the influence nitrogen on the root weight and nodulation of white clover in a mixed sward. *Journal of the British Grassland Society* 13(3): 106-114. 1958.

A P E N D I C E



AFENDICE 1. Balance hídrico mensual en un suelo de pradera parda en La Estanzuela de Enero a Diciembre de 1966. Lámina de 100 mm.

APENDICE 2. Composición Botánica estacional de las distintas praderas y en los distintos niveles de N (determinada por el método de separación a mano).

		0			50			100			150			200 (*)		
		O	I	P	O	I	P	O	I	P	O	I	P	O	I	P
Festuca sola	Leg.	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---
	Gram.	86	97	87	92	94	98	97	98	100	97	97	99	97	98	100
Festuca/trébol blanco	Leg.	23	85	42	25	73	24	20	68	19	6	42	15	12	49	13
	Gram.	74	13	56	71	24	73	79	32	79	90	52	81	87	50	87
Festuca/lotus	Leg.	6	17	23	7	7	14	3	1	4	3	1	5	2	1	2
	Gram.	87	80	75	89	83	84	87	87	91	95	97	95	96	90	98
Festuca/trébol subterráneo	Leg.	--	8	1	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Gram.	89	90	96	94	94	99	97	96	98	97	98	99	99	99	97
Festuca/trébol carretilla	Leg.	18	64	29	8	61	22	10	51	.12	3	51	9	2	48	8
	Gram.	75	35	70	84	38	76	86	49	88	95	48	91	96	52	90

(*) O: Otoño. I: Invierno. P: Primavera

APENDICE 3. Rendimiento de MS en Otoño, de las asociaciones y de la festuca pura (Ton de MS/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	0.121	0.393	0.524	0.854	1.636
Festuca/trébol blanco	0.834	0.988	1.589	1.127	1.532
Festuca/lotus	0.326	0.536	0.673	1.221	1.563
Festuca/trébol subterráneo	0.230	0.518	0.796	1.149	1.680
Festuca/trébol carretilla	0.578	0.462	0.878	1.127	1.680

APENDICE 4. Rendimiento de MS en Invierno, de las asociaciones y de la festuca pura (ton de MS/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	0.013	0.034	0.078	0.197	0.354
Festuca/trébol blanco	1.252	1.768	1.533	0.973	1.811
Festuca/lotus	0.017	0.056	0.061	0.232	0.360
Festuca/trébol subterráneo	0.035	0.045	0.146	0.267	0.333
Festuca/trébol carretilla	1.083	1.396	1.409	0.773	1.275

APENDICE 5. Rendimiento de MS en Primavera, de las asociaciones y de la festuca pura (Ton de MS/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	0.333	0.371	0.392	0.344	0.705
Festuca/trébol blanco	0.436	0.316	0.458	0.353	0.527
Festuca/lotus	0.411	0.373	0.417	0.529	0.517
Festuca/trébol subterráneo	0.381	0.448	0.426	0.728	0.749
Festuca/trébol carretilla	0.447	0.595	0.642	0.523	0.611

APENDICE 6. Rendimiento de MS de la festuca en Otoño, en las asociaciones y pura (Ton de MS/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	0.121	0.393	0.524	0.854	1.626
Con trébol blanco	0.580	0.812	1.333	1.073	1.392
Con lotus	0.295	0.485	0.640	1.179	1.510
Con trébol subterráneo	0.230	0.518	0.796	1.149	1.688
Con trébol carretilla	0.512	0.439	0.482	1.087	1.645

APENDICE 7. Rendimiento de MS de la festuca en Invierno, en las asociaciones y pura (Ton de MS/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	0.013	0.034	0.078	0.197	0.354
Con trébol blanco	0.195	0.504	0.576	0.430	0.697
Con lotus	0.014	0.053	0.061	0.231	0.356
Con trébol subterráneo	0.032	0.045	0.146	0.266	0.333
Con trébol carretilla	0.203	0.715	0.470	0.424	0.771

APENDICE 8. Rendimiento de MS de la festuca en Primavera, en las asociaciones y pura (Ton de MS/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	0.333	0.371	0.392	0.344	0.705
Con trébol blanco	0.242	0.175	0.308	0.288	0.447
Con lotus	0.335	0.332	0.400	0.515	0.513
Con trébol subterráneo	0.378	0.448	0.426	0.728	0.749
Con trébol carretilla	0.239	0.410	0.553	0.456	0.530

APENDICE 9. Rendimiento de N en Otoño, de las asociaciones y de la festuca pura (kg de N/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	3.14	11.97	14.62	27.91	51.50
Festuca/trébol blanco	26.83	29.84	52.69	37.83	55.70
Festuca/lotus	7.17	15.23	20.96	41.71	58.45
Festuca/trébol subterráneo	4.88	13.52	22.84	36.91	56.59
Festuca/trébol carretilla	16.20	14.89	26.71	34.36	56.78

APENDICE 10. Rendimiento de N en Invierno, de las asociaciones y de la festuca pura (kg de N/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	0.26	0.68	1.77	5.12	9.03
Festuca/trébol blanco	55.75	80.83	60.38	37.04	70.33
Festuca/lotus	0.41	1.40	1.37	6.00	8.39
Festuca/trébol subterráneo	0.70	0.87	3.47	5.72	8.45
Festuca/trébol carretilla	47.78	45.08	55.20	25.85	37.23

APENDICE 11. Rendimiento de N en Primavera, de las asociaciones y de la festuca pura (kg de N/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	4.66	5.44	6.10	8.49	15.20
Festuca/trébol blanco	11.67	7.99	11.45	7.94	14.52
Festuca/lotus	7.06	6.59	7.19	9.69	10.95
Festuca/trébol subterráneo	4.92	6.04	7.39	12.82	15.51
Festuca/trébol carretilla	11.84	13.50	13.47	11.06	14.67

APENDICE 12. Rendimiento de N en Otoño, de la festuca en las asociaciones y pura (kg de N/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	3.14	11.97	14.62	27.91	51.50
Con trébol blanco	16.09	23.30	40.82	35.45	49.72
Con lotus	6.08	13.56	18.79	38.93	56.86
Con trébol subterráneo	4.88	13.52	22.84	36.91	56.59
Con trébol carretilla	13.06	13.79	24.88	32.52	55.30

APENDICE 13. Rendimiento de N en Invierno, de la festuca en las asociaciones y pura (kg de N/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	0.26	0.68	1.77	5.12	9.03
Con trébol blanco	4.61	23.88	15.23	13.37	20.49
Con lotus	0.29	1.29	1.35	5.97	8.23
Con trébol subterráneo	0.60	0.86	3.47	5.70	8.45
Con trébol carretilla	4.92	15.30	11.81	9.67	18.05

APENDICE 14. Rendimiento de N en Primavera, de la festuca en las asociaciones y pura (kg de N/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Festuca pura	4.66	5.44	6.10	8.49	15.20
Con trébol blanco	4.41	3.09	5.66	5.72	9.67
Con lotus	4.52	5.18	6.58	9.19	10.78
Con trébol subterráneo	4.84	6.04	7.39	12.82	15.51
Con trébol carretilla	4.29	7.65	10.59	8.78	11.92

APENDICE 15. Rendimiento de MS en Otoño, de las leguminosas (Ton/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Trébol blanco	0.254	0.176	0.256	0.054	0.154
Lotus	0.031	0.051	0.024	0.042	0.053
Trébol subterráneo	- -	- -	- -	- -	- -
Trébol carretilla	0.066	0.023	0.036	0.040	0.035

APENDICE 16. Rendimiento de MS en Invierno de las leguminosas (Ton/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Trébol blanco	1.057	1.264	0.957	0.543	1.114
Lotus	0.003	0.003	- -	0.001	0.004
Trébol subterráneo	0.003	- -	- -	0.001	- -
Trébol carretilla	0.880	0.681	0.939	0.349	0.524

APENDICE 17. Rendimiento de MS en Primavera, de las leguminosas (Ton/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Trébol blanco	0.194	0.141	0.150	0.065	0.080
Lotus	0.076	0.041	0.017	0.014	0.004
Trébol subterráneo	0.003	- -	- -	- -	- -
Trébol carretilla	0.208	0.185	0.089	0.066	0.081

APENDICE 18. Rendimiento de N de las leguminosas, en Otoño (kg/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Trébol blanco	10.74	6.54	11.87	2.38	5.98
Lotus	1.09	1.67	2.17	2.78	1.59
Trébol subterráneo	- -	- -	- -	--	- -
Trébol carretilla	3.14	1.10	1.83	1.84	1.57

APENDICE 19. Rendimiento de N de las leguminosas, en Invierno (kg/há).

	Niveles de N (kg de N/há)				
	0	17	33	50	67
Trébol blanco	51.14	56.95	45.15	23.67	13.37
Lotus	0.12	0.11	0.02	0.03	0.16
Trébol subterráneo	0.10	0.01	- -	0.02	- -
Trébol carretilla	42.86	29.78	43.39	16.18	19.18

APENDICE 20. Rendimiento de N de las leguminosas, en Primavera (kg/há).

	Niveles de N (kg/há)				
	0	17	33	50	67
Trébol blanco	7.26	4.90	5.79	2.22	4.85
Lotus	2.54	1.41	0.61	0.50	0.17
Trébol subterráneo	0.08	- -	- -	- -	- -
Trébol carretilla	7.55	5.85	2.88	2.28	2.75