

**INFLUENCIA DE LA MEZCLA FORRAJERA Y EL MANEJO SOBRE EL
RENDIMIENTO Y LA COMPOSICION BOTANICA DE DOS PRADERAS
PERMANENTES**

ALBERTO HANS ZAPPE

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA O.E.A
CENTRO DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA PARA LA ZONA TEMPLADA
LA ESTANZUELA, COLOMBIA
FEBRERO DE 1965**

**INFLUENCIA DE LA MEZCLA FORRAJERA Y EL MANEJO SOBRE
EL RENDIMIENTO Y LA COMPOSICION BOTANICA DE DOS
PRADERAS PERMANENTES**

Por

Alberto Hans Zappe

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA O.E.A.
Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada
La Estanzuela, Colonia
URUGUAY

Febrero de 1965

INFLUENCIA DE LA MEZCLA FORRAJERA Y EL MANEJO SOBRE
EL RENDIMIENTO Y LA COMPOSICION BOTANICA DE DOS
PRADERAS PERMANENTES

Tesis

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

de

Magister Scientiae

en el

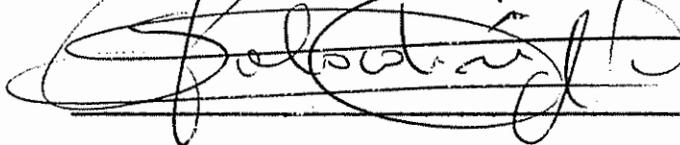
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

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

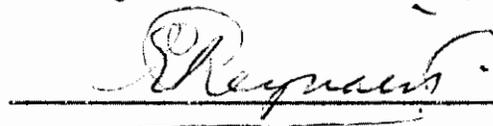
APROBADA:



Consejero



Comité



Comité

Febrero de 1965

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi reconocido agradecimiento:

A mi Consejero Principal, Dr. Andrew L. Gardner, por los conocimientos que generosamente me transmitiera, y por su firme y paciente ayuda en la realización de esta Tesis.

A los demás miembros de mi Comité de Consejeros, Dr. Osvaldo Paladines e Ing. Ernst E. Reynaert, por su valiosa intervención y útiles consejos.

A los técnicos del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", uruguayos y extranjeros, que cooperaron en una u otra forma para que este trabajo fuese una realidad.

Por último, y de manera muy particular, deseo agradecer a la Organización de Estados Americanos y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria al posibilitarme la realización de mis estudios de postgrado.

BIOGRAFIA

Alberto Hans Zappe nació en la ciudad de Buenos Aires, República Argentina, el 30 de marzo de 1934.

Luego de finalizados sus estudios secundarios, ingresó en la Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires en el año 1954. Egresó de la misma en 1959, recibiendo su diploma en mayo de 1960.

Ese mismo año inició su actividad profesional en el Consejo Agrario de la Provincia de Santa Cruz, pasando en abril de 1962 a desempeñarse en la Estación Experimental Agropecuaria de Gobernador Gregores (Santa Cruz), dependiente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Allí se inició en la disciplina del mejoramiento de praderas naturales.

En setiembre de 1963 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, realizando estudios de postgrado en la disciplina de Manejo de Pasturas, y egresando en febrero de 1965.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCION	1
REVISION DE LA LITERATURA.....	3
Economía del nitrógeno.....	3
Competencia inter e intraespecífica.....	4
Influencia del manejo.....	7
1. Manejo de pastoreo.....	7
2. Frecuencia y altura de corte.....	8
3. Aprovechamiento de la luz.....	11
4. Producción de proteína cruda.....	12
5. Composición botánica.....	13
6. Epoca de pastoreo.....	14
Corte contra pastoreo.....	15
Efecto del pisoteo.....	16
 <u>EXPERIMENTO N° 1</u>	
MATERIALES Y METODOS.....	18
Ubicación.....	18
Diseño experimental.....	18
Cortes.....	19
Determinación de los rendimientos.....	19
Determinación de proteína cruda.....	20
Contaje de número de plantas y macollos.....	20
Fertilizaciones.....	20

	Página
RESULTADOS.....	21
Rendimientos por corte.....	21
Producción de materia seca total.....	28
Rendimientos acumulados.....	28
Número de plantas.....	35
Rendimientos estacionales.....	37
Composición botánica.....	41
Producción de proteína.....	46
DISCUSION.....	48
Densidad de festuca en relación con los rendimientos....	48
Leguminosa empleada y su influencia sobre la producción.	50
 <u>EXPERIMENTO N° 2</u>	
MATERIALES Y METODOS.....	57
Ubicación.....	57
Diseño experimental.....	57
Tratamientos.....	57
Mezcla.....	58
Determinación de rendimientos.....	58
Determinación de proteína cruda.....	59
Censos de vegetación.....	59
Determinación de humedad y porcentaje de materia orgánica en el suelo.....	59
Fertilizaciones.....	59
RESULTADOS.....	60
Producción verde total.....	60
Producción de materia seca.....	62
Composición botánica.....	63
Proteína cruda.....	69
Humedad en el suelo.....	69
Materia orgánica en el suelo.....	70

	Página
DISCUSION.....	71
Influencia del manejo del pastoreo sobre los rendimientos	71
Efecto del manejo sobre la composición botánica.....	75
CONCLUSIONES.....	78
Ensayo N° 1	78
Ensayo N° 2	79
RESUMEN.....	80
SUMMARY.....	82
LITERATURA CITADA.....	84
APENDICE I	91
APENDICE II.....	92
APENDICE III.....	93
APENDICE IV.....	96

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o		Página
1	Rendimientos de materia verde total - festuca en combinación con cada leguminosa	22
2	Rendimientos de materia verde total - festuca más leguminosa.....	23
3	Rendimientos de materia verde - festuca sola dentro de cada leguminosa.....	25
4	Rendimientos de materia verde - festuca sola en sus cuatro densidades de siembra.....	26
5	Rendimientos de materia verde - leguminosa sola.....	27
6	Rendimientos acumulados de materia verde - festuca sola en sus cuatro densidades de siembra.....	31
7	Rendimientos acumulados de materia verde - leguminosa sola.....	32
8	Producción acumulada de materia verde para los 17 cortes, discriminada para densidad de siembra y leguminosa empleadas.....	33
9	Número promedio de plantas por 1.000 cm ² , para cada densidad de leguminosa.....	35
10	Número de plantas y macollos de festuca por 4.000 cm ² para las cuatro densidades de siembra.....	37
11	Producción de materia verde total y los rendimientos relativos, separados por estaciones del año.....	38
12	Producción estacional de materia verde total.....	39

Cuadro N°		Página
13	Producción de materia verde total.....	40
14	Porcentaje de festuca de un grupo selecto de cortes, para festuca sembrada a dos densidades... ..	44
15	Porcentaje de festuca de un grupo selecto de cortes, para festuca sembrada a dos densidades de leguminosa.	45
16	Contenido de proteína cruda en la leguminosa (cortes 13, 15 y 17). Porcentaje de la materia seca.....	46
17	Contenido de proteína cruda en festuca sola (cortes 13, 15 y 17). Porcentaje de la materia seca.....	46
18	Fechas de realización de los pastoreos desde el 12 de noviembre de 1963 hasta fines del invierno de 1964...	61
19	Producción de materia verde (incluyendo maleza de hoja ancha).....	62
20	Producción estacional de materia seca total para oto- ño e invierno.....	63
21	Composición botánica en porciento para todos los tra- tamientos, correspondiente a primavera y verano 1963/64	64
22	Composición botánica en términos de porcentaje de área cubierta, para todos los tratamientos, correspondiente a otoño e invierno de 1964.....	65
23	Porcentajes de festuca más Phalaris, para todos los tratamientos, correspondientes a otoño e invierno de 1964.....	67
24	Humedad en el suelo, en porciento, hallada a dos pro- fundidades sobre todos los tratamientos. 16 de enero de 1964.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura N°		Página
1	Producción acumulada de materia verde total de una mezcla de festuca más leguminosa.....	30
2	Producción total acumulada de festuca más leguminosa - Cortes 1º a 17º	34
3	Número de plantas de festuca para cuatro densidades de siembra, al 23 de agosto de 1962.....	36
4	Composición botánica porcentual promedio para las tres mezclas, sobre 10 cortes elegidos.....	43
5	Rendimiento estacional de materia verde total (festuca más leguminosa) para mezclas con trébol subterráneo y lotus - Cortes 1º a 16º.....	52
6	Porcentaje de área cubierta por gramíneas, leguminosas y malezas, para otoño e invierno, en los ocho tratamientos.....	68

INTRODUCCION

La producción de las pasturas es un proceso fabril. Si no se reúne alguna condición, o si las materias primas no son suplidas en cantidades adecuadas, la producción se reducirá. La máxima producción puede ser alcanzada sólo si están presentes especies adaptadas al ambiente donde la materia prima es provista en cantidades adecuadas, y donde el manejo del pastoreo o corte es practicado racionalmente. La elección de las especies que se emplearán en la siembra, y el manejo a que se someterá la pradera se hallan bajo el directo control del ganadero.

Si consideramos cada uno de los anteriores aspectos que hacen a una eficiente producción, el primero de ellos se refiere a las forrajas constituyentes de la pradera. Asumiendo que los demás elementos nutritivos están presentes en el suelo en un nivel adecuado, las gramíneas puras, cuando adecuadamente fertilizadas con N, son más productivas que mezclas de pastos y leguminosas. Sería mucho más simple mantener pastos o mezclas de ellos, que praderas mixtas. Sin embargo, el nitrógeno manufacturado por leguminosas bien adaptadas es menos costoso que el fertilizante nitrogenado comercial.

También es razonable suponer que dos especies de hábitos contrastantes con respecto a macollamiento, distribución de hojas, altura, distribución de raíces, absorción de minerales, u otro carácter morfológico o fisiológico, serán juntas capaces de explotar el ambiente total más efectivamente que un monocultivo, y darán por ende un rendimiento total mayor.

La tendencia actual en pratically es hacia las mezclas simples. Mezclas forrajeras con una leguminosa y una gramínea han exhibido ciertas ventajas sobre mezclas con muchas especies. Una de estas ventajas estriba en poder aplicar manejos específicos favorables a una u otra especie según deseo.

Además de la composición de la mezcla que se use en la implantación de la pradera, la densidad relativa de semillas de cada especie en la mezcla es otro aspecto que debe considerarse.

El último factor que se considerará es el manejo a que se somete la pastura. El balance entre gramínea y leguminosa en una pradera mixta es altamente susceptible al manejo. Muchos estudios han mostrado que una pradera puede volverse dominante en gramíneas o leguminosas de acuerdo al manejo de corte o pastoreo impuesto. Desdichadamente, no pueden derivarse reglas simples de manejo a causa de que cada mezcla necesita un manejo distinto, dependiendo en parte de las especies usadas, y en parte del régimen climático bajo el cual son cultivadas.

Ambas interrogantes, composición y densidad de siembra de la mezcla, y manejo adecuado de la pradera, deben entonces ser respondidas independientemente para cada región.

Con este fin, se iniciaron dos ensayos dentro del área de influencia del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", en La Estanzuela. Uno de ellos busca estudiar las relaciones existentes entre la composición y densidades variables de siembra de la mezcla, y la producción y composición botánica de la pradera resultante a lo largo del tiempo. El segundo ensayo intenta conocer el efecto que diferentes combinaciones de intensidades de manejo ejercen sobre el rendimiento y la composición de la pastura.

REVISION DE LA LITERATURA

Economía del Nitrógeno

Bajo condiciones de pastoreo, el proceso de recirculación del nitrógeno planta-animal-suelo-planta reviste gran importancia en la economía del complejo de la pradera. Este proceso de recirculación hace accesible a los pastos una proporción bastante alta del N contenido en el follaje de la leguminosa. Brockman y Wolton (6) encontraron que el rendimiento de praderas mixtas fue incrementado por la suplementación de la transferencia subterránea del N del trébol blanco (Trifolium repens) al pasto con una transferencia directa de superficie. Acotan sin embargo, que la eficiencia con la que el N recirculante es usado no es siempre alta.

Donald (14) afirma que mucho del N evacuado por el animal en pastoreo, principalmente como orina, es inmediatamente disponible para el crecimiento de las plantas. El mismo autor cita que, según investigadores de Nueva Zelandia, del N total evacuado, un 70% se encuentra en la orina. Luego de descontar las pérdidas, un 50% queda disponible para su inmediato uso por la planta. Este componente del pastoreo, al permitir un rápido ciclo y uso del N, alienta al pasto y deprime en consecuencia a la leguminosa.

En praderas bajo corte, al hacerse el trébol dominante, el acrecentamiento de N incrementa el crecimiento de pasto en la estación siguiente: el pasto puede pasar a ser dominante. Si éste es cosechado, el decrecimiento de la condición del N en el suelo alienta el crecimiento de la leguminosa (14).

Green y Cowling (21) comentan que el fertilizante ofrece un método rápido de incrementar los rendimientos, pero la evidencia experimental es que cualquier aplicación efectiva de esta fuente conduce a una reducción de rendimiento del trébol. Salvo que se pueda hacer algo para mejorar la circulación de N, va a haber un creciente requerimiento de reaprovisionamiento con fertilizante.

Sears (49) en Nueva Zelandia, comenta que el primer estadio de una pradera permanente establecida en suelos vírgenes, en donde el agua no resulta limitante, es de dominancia de leguminosas. En estas condiciones es esencial el pastoreo de estas praderas para obtener el beneficio del retorno, pero también para prevenir el sombreado de las gramíneas. Sears manifiesta asimismo que la mejor manera de pasar rápidamente de este estadio de dominancia de trébol es facilitar la mayor fijación del N por el trébol, sembrar pastos a densidades livianas y hacer un temprano control del pastoreo.

Competencia Inter e Intraespecífica

La población de plantas, resultante de sembrar gramíneas y leguminosas, es dinámica; la prominencia de una especie dada puede ser disminuida o aumentada, dependiendo esto del crecimiento relativo de cada especie bajo factores ambientales impuestos o naturales. La información que se posee acerca de las respuestas de las forrajeras, en términos de crecimiento relativo, a esos factores de crecimiento simples e interrelacionados, es fragmentaria (3).

Según Clements (citado por Donald, 14), el éxito de una especie en asegurarse una mayor cantidad de luz, agua o nutrientes, y por tanto, en aumentar su rendimiento por planta, incide negativamente sobre

la otra especie acompañante. Este es el sentido general de dominancia y supresión. Ahlgren y Aamodt (citado por Donald, 14), sugieren en cambio que cuando forrajeras son asociadas de a pares, el rendimiento por planta de ambas especies en la mezcla puede ser menor que el rendimiento por planta en cada uno de los cultivos puros. Aberg et al (1) sostienen que la respuesta de especies en mezclas es del tipo compensatorio antes que el mutuamente beneficioso o antagónico. Esto es, que las ganancias o pérdidas significativas en rendimiento de una especie usualmente resultan en pérdidas o ganancias significativas respectivamente para la otra especie asociada.

El establecimiento y mantenimiento de especies en mezclas está relacionado con características morfológicas. Según Green y Cowling (21), plantas que crecen erectas, son generalmente agresivas hacia plantas con hábitos postrados. Pero esto no es siempre así. Gardner y Hunt (19) encontraron que cuando se sembraban juntos raigrás perenne S23 (Lolium perenne), de porte rastrero e Irish o New Zealand, ambas variedades de porte erecto, sobre una base de igual número de plantas por unidad de superficie, la variedad de porte rastrero resultaba ser en todos los casos más agresiva que las dos de porte erecto.

La importancia de la densidad de siembra en el comportamiento posterior de la pradera fue destacado por numerosos autores (3, 4, 12, 14, 17, 24, 26, 42). Donald (14) afirma que si la densidad de las especies en la mezcla es aumentada por arriba de ciertos valores umbral, entonces la mezcla será constante en rendimiento y la contribución de cada especie será también constante. Dentro de un ambiente particular será derroche de semilla sembrar alguno de los constituyentes de la mezcla en una cantidad que exceda a la que hiciera su máxima contribución beneficiosa.

A partir de la siembra, la competencia por luz en una comunidad es operativa a las más altas densidades y luego, en estados de crecimiento más avanzados, progresivamente a más y más bajas densidades. Es así que a menores densidades el rendimiento se acerca paulatinamente a aquel de las densidades más altas (14).

Blaser et al (3,4) examinaron el problema de la competencia de las especies al nivel de plántula. Consideran que los distintos requerimientos de las especies debería obligar a considerar diferentes relaciones de densidad de siembra según las distintas épocas de siembra. Encontraron también que la mayor velocidad de germinación daría ventaja definida a las primeras plántulas sobre las posteriores, en la lucha por la supervivencia. El tamaño de las semillas puede ser también de gran importancia. El lotus (Lotus corniculatus) es una especie muy sensible a la competencia. Sembrado en compañía de especies como festuca K31 (Festuca arundinacea), cuyas plántulas son muy agresivas, su rendimiento relativo puede bajar a tanto como 73%.

No es raro que muchas plántulas de lotus sean eliminadas del tapiz durante el establecimiento por las especies agresivas (2).

Hughes y Davis (26) observan que el porcentaje de establecimiento en raigrás perenne S23 es menor a las densidades mayores. Bajas densidades de siembra en mezclas simples probaron ser efectivas en el establecimiento inicial, siempre que los pastos usados tuviesen alto vigor al estado de plántula para poder prevenir el ingreso de malezas perennes. También en raigrás, Holliday (24) señala que los rendimientos en el primer año fueron lineales en correspondencia con la densidad de siembra. Para el tercer año tanto el rendimiento como el número de macollos fueron constantes para todos los tratamientos.

En un experimento con festuca, Frame y Hunt (17) encontraron que distintas densidades de siembra no produjeron rendimientos significativamente diferentes. Sólo la densidad de 10 libras por acre produjo menos que cualquier otra densidad.

En praderas de festuca más trébol blanco, Paden (42) encontró diferencias altamente significativas en el efecto del espaciamiento de la festuca sobre la supervivencia de la leguminosa. Espaciamientos a 12" produjeron rendimientos mayores de forraje que siembras más densas o más abiertas.

Zabello (58) sostiene que la composición de la mezcla no es de decisiva importancia para la creación de pasturas cultivadas de alta productividad, y demuestra como al cabo de un cierto número de años, bajo ciertas condiciones, la composición botánica tiende a hacerse semejante.

Influencia del Manejo

1. Manejo de Pastoreo:

Desde hace mucho tiempo se sabe que el manejo ejerce una gran influencia sobre la composición botánica, la productividad y la persistencia misma de la pradera.

Ya en 1933, Jones (29) advirtió que es más importante el manejo a que se somete una pradera que la composición original de la mezcla de semillas empleada en su implantación. Este investigador estuvo en condiciones de hacer predominar en una pradera joven, raigrás o trébol blanco, mediante el empleo del manejo adecuado.

Existen relaciones definidas entre el crecimiento de especies en las pasturas y las diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo.

Estas relaciones varían con la estación del año, pero siguen un esquema lógico, determinado por la tolerancia de las especies a los sistemas de pastoreo y por la interacción de los varios factores de clima sobre el crecimiento (8).

Donald (14) considera que es evidente que los efectos del corte y el pastoreo sobre la proporción del trébol en la pradera mixta son caracterizables en su mayor parte como un fenómeno único, esto es, los efectos directo e indirecto sobre el sombreado del trébol por el pasto más alto. Esta competencia por la luz, sufrida por el trébol, es reducida por la defoliación.

Un exceso de leguminosa en la pradera bajo pastoreo puede traer consigo algunos problemas, como el meteorismo. Jackobs (28) afirma que este problema no es común cuando se pastorean mezclas de gramíneas y leguminosas con, por lo menos, un 40% de pasto. Este autor y Tewari y Schmid (54) sostienen que dos de los problemas en el manejo de pasturas son: 1) tener suficiente pasto en la mezcla para minimizar el peligro de meteorismo, y 2) mantener suficientes leguminosas en la mezcla para obtener rendimientos satisfactorios sin aplicaciones de fertilizantes nitrogenados.

2. Frecuencia y Altura de Corte:

Según Blaser et al (3) el tipo de manejo usado depende de las características morfológicas de las especies. Especies con hábito erecto de crecimiento, tales como mezclas de alfalfa (Medicago sativa) y bromo (Bromus inermis), pueden ser casi completamente defoliadas bajo pastoreo intenso y continuado. Eso trae como consecuencia una drástica reducción en rendimiento, a causa del empobrecimiento de las reservas de alimentos en las raíces, estolones, rizomas y coronas. Con las

especies más bajas y/o postradas, la defoliación completa no ocurre normalmente, incluso con pastoreo bajo e intensivo; de ahí que la producción pueda ser mantenida con pastoreo rotativo o continuo. Brougham (8) sostiene igual opinión. El generaliza diciendo que cuanto más intensa y frecuentemente se pastorea una pradera, tanto más se favorecerá a las especies postradas y menos a las erectas. Este mismo autor manifiesta que el mejor manejo es aquel en que se pastorea seguido, dejando una buena cobertura en el suelo.

Frame (18) encontró que el corte bajo incrementó los rendimientos de una pradera de raigrás perenne S24 más trébol blanco, en comparación con el corte alto. Lo mismo sucedió con el corte infrecuente comparado con el frecuente.

En dos experimentos de 3 y 5 años de duración, conducidos por Reid (44,45), una pradera de raigrás perenne-trébol blanco fue cortada hasta 1 o 2-2½" del suelo. A lo largo de los experimentos, cortar hasta 1" del suelo dio rendimientos de materia seca y proteína cruda, tanto de la mezcla como del trébol blanco solo, mayores que cortando hasta 2-2½". El incremento en el rendimiento de materia seca fue del 34 al 49%.

En un ensayo realizado en Indiana sobre una pradera de trébol Ladino y Poa pratensis, Mott (38) encontró que cortes bajos realizados cada semana a lo largo de la estación de crecimiento resultan en un rendimiento muy bajo a causa del agotamiento de las reservas de carbohidratos.

Nelson y Robins (41) hallaron, sobre una pradera de trébol blanco Ladino y pasto ovillo (Dactylis glomerata), que los rendimientos fueron mayores cortando de 12" a 2" de altura que de 6" a 2". No se observaron diferencias en la composición botánica entre ambos tipos de corte.

En Texas, sobre praderas de Panicum coloratum y Paspalum dilatatum, diferentes alturas de corte resultaron en distintos montos de hojas basales que quedaban luego del corte. Pero la producción total, y por ende el rebrote, fue tan buen o mejor con la defoliación más severa, de donde se dedujo que hubo poca relación entre cantidad de hojas basales y relación o cantidad de rebrote (25).

Juska y Hanson (31) cortando una pradera de Poa pratensis a intervalos de una semana, y a una altura de 2", encontraron diferencias significativas en la cantidad de raíces, en contraste con cinco veces por semana y 1" de altura. Cortando frecuentemente, los pesos de las coronas son mayores, indicando un tapiz más denso. La altura de corte influye más la cantidad de raíces que la frecuencia. Pero cortes frecuentes y bajos traerán aparejados una mayor reducción en la cantidad de raíces por macollo. Cortar una vez por semana es superior en el sentido de mayores reservas por macollo.

Hunt y Wagner (27) estudiaron durante tres años los efectos de altura de corte, frecuencia del mismo, y fecha del primer corte sobre el rendimiento y composición botánica de una pradera mixta. Concluyen que la altura de corte tuvo la mayor influencia sobre aquellos en todos los años. Cortar a una altura de 2" produjo significativamente más forraje con mayor porcentaje de trébol que cortar a 4". El corte menos frecuente produjo más forraje que el frecuente durante los dos primeros años, hasta que la decreciente cantidad de trébol en el tapiz terminó por hacer descender la producción por debajo de la de parcelas con cortes frecuentes. Los pastos se incrementaban con cortes poco frecuentes a 4" de altura.

Kennedy (32) encontró pequeñas diferencias en la producción de materia seca cuando se cortó una pradera de Poa pratensis-trébol blanco de alturas de 8, 6, 4 o 2" a $\frac{1}{2}$ ". Cortando a alturas de 4, 2, o 1" obtuvo rendimientos de materia seca significativamente menores que cortando a $\frac{1}{2}$ ". Cortando a intervalos por arriba o por abajo de 6 a 8 semanas el rendimiento de la mezcla descendía. El incremento en rendimiento de materia seca de parcelas cortadas a intervalos de 8 a 12 semanas, comparado con parcelas cortadas a intervalos de 3 a 4 semanas, fue ampliamente anulado por el descenso en la digestibilidad:

Lorenz et al (36), trabajando sobre praderas de bromo más alfalfa, constataron que cortes frecuentes redujeron el rendimiento medio total en 18 a 33%. Cortes frecuentes mantuvieron el porcentaje de alfalfa en la mezcla a un nivel inferior que cortando como para heno.

3. Aprovechamiento de la Luz:

En una pradera recién establecida, la fase inicial de crecimiento de las plántulas continúa hasta que hay suficiente hoja verde presente para interceptar casi toda la luz incidente. A partir de ese momento el crecimiento sigue a una velocidad máxima constante hasta que los factores que limitan el crecimiento se vuelven operativos (8).

Para una máxima producción de forraje el monto de hojas dejado luego de un corte o pastoreo deberá ser suficiente para asegurar completa intercepción de la luz, de modo que el crecimiento de la pastura es mantenido en su valor máximo. Así, Brougham (7) comunica que pasturas defoliadas a 5", rindieron aproximadamente 20% más forraje que pasturas defoliadas a 1".

Además, Brougham (8) comenta que durante el invierno, el ángulo de incidencia de la luz es pequeño y la intensidad de la luz es baja. El monto de follaje requeridos para interceptar y utilizar toda la luz disponible es por tanto pequeño.

4. Producción de Proteína Cruda:

Parece existir acuerdo entre los diversos autores que la producción de proteína cruda estaría relacionada directamente con la intensidad del corte.

Ensayos realizados por Reid (44) demostraron que cuanto más bajo (1") se cortara una pradera de raigrás más trébol blanco, más rendimiento en proteína cruda y materia seca se obtendría, en contraposición con cortes más laxos (2"). El incremento en materia seca variaba entre el 39 y el 49%.

Reid y MacLusky (45) obtuvieron rendimientos promedios de proteína cruda más altos, cortando una pradera de raigrás perenne y trébol blanco con una cortadora de cuchilla helicoidal en vez de la guadañadora convencional. Este incremento es explicado por el corte ligeramente más bajo que practica la segadora de césped.

Conclusiones distintas a las arribadas por los autores antes citados son aportadas por Frame (18). En una pradera de raigrás de la variedad S24 más trébol blanco, ni el método de defoliación ni la severidad del corte determinaron diferencias significativas en el contenido de proteína cruda.

Sin embargo, Wilson y Peake (57) enfatizan la importancia del trébol blanco Ladino como factor que incrementa el contenido proteico de las gramíneas acompañantes de la mezcla.

5. Composición Botánica:

Todos los autores concuerdan en que la composición botánica de la pradera es fuertemente influida por el manejo.

Las leguminosas son por lo general más sensibles al manejo. Con mayor frecuencia de corte aumenta el porcentaje de trébol blanco (32). Bajo pastoreo frecuente ocurre un proceso similar (8). En ensayos de dos años de duración realizados en Pennsylvania por Robinson y Sprague (47) sobre praderas de Poa pratensis más trébol blanco, se comprobó que cortando a $\frac{1}{2}$ " y 1" dio excelentes coberturas de trébol blanco. Cortar a 2" produjo más pasto y menos trébol. Estos investigadores afirman que dar amplio tiempo de recuperación luego de un corte bajo aseguraría la permanencia del trébol blanco.

Frame (18) informa que el porciento de trébol blanco disminuye por efectos del pastoreo en comparación con el corte mecánico. Los valores de la proteína cruda siguen una tendencia similar.

Según Green y Cowling (21) se puede mantener un rendimiento satisfactorio de trébol sólo por defoliación del pasto cuando el trébol está menos accesible a la guadañadora o al animal.

Bajo pastoreo poco frecuente, el crecimiento reducido del trébol blanco es atribuido a la sombra del pasto asociado, lo que resulta en un decrecimiento del monto de luz disponible para el crecimiento de esa especie (8), en tanto que cortes o pastoreos frecuentes incrementan la persistencia de los stands de trébol (20).

Mott (38) enfatiza la necesidad de proporcionar tiempo adecuado entre cortes para que el trébol acumule reservas de carbohidratos para el crecimiento subsiguiente. Este autor considera que 3 a 5 semanas de intervalo son suficientes para la variedad Ladino.

Se considera al lotus más sensible que otras leguminosas al efecto de los tratamientos. Un primer corte tardío en primavera, e intervalos de 8 semanas entre cortes favoreció la densidad del lotus en comparación con cortes realizados cada 6 semanas, según Parsons y Davis (43).

Smith (50) observa que el lotus mantiene reducidas reservas de carbohidratos. Luego de un marcado decrecimiento durante la primavera temprana, las reservas permanecen a bajos niveles con diferentes sistemas de manejo hasta que son restauradas durante el otoño. Es prudente entonces dejar algo de superficie fotosintetizadora cuando se le corta o pastorea. Se lo puede cosechar frecuentemente, pero no bajo.

Parece ser, sin embargo, que si bien hay fluctuaciones anuales en el crecimiento de lotus, las observaciones visuales no indican cambios importantes en la población de plantas debidas a tratamientos (43).

El trébol subterráneo (Trifolium subterraneum) responde bien a cortes bajos. En trabajos realizados en Oregon por Hedrick (22) con pasto ovinillo/trébol subterráneo, se encontró que los rendimientos más altos eran los producidos cortando hasta 2" en comparación con 3", y cortando dos en vez de tres veces al año. La cantidad de trébol y el rendimiento total estuvieron estrechamente relacionados. Si las parcelas fueron cortadas frecuentemente y a una baja altura, el trébol subterráneo fue mantenido incluso cuando se aplicó 80 libras de nitrógeno anuales.

6. Epoca de Pastoreo:

El desarrollo de los brotes jóvenes luego del período de descanso se produce a expensas de las reservas acumuladas. Estas se renuevan al cabo de unos 15 a 20 días. Pastorear o cortar en la primavera

temprana conduce a la destrucción de casi todas las pocas hojas existentes, y la formación de nuevos brotes llevará a un mayor agotamiento de las reservas. Una planta que tiene la oportunidad de acumular una gran cantidad de reservas en el otoño rinde más en la siguiente estación de crecimiento que la planta que fue cortada o pastoreada tarde en el verano y que no tuvo tiempo en consecuencia de crecer substancialmente en el otoño (58).

Lo anterior es válido para regiones de inviernos fríos. Para las condiciones imperantes en Nueva Zelandia y Australia, Brougham (8) sugiere que la mejor combinación de pastoreo sería la que pastorea menos intensivamente durante primavera, verano y otoño temprano, y más intensivamente durante el otoño tardío, de modo de obtener predominio de gramíneas y altos rendimientos durante el invierno.

Zabello (58) en Rusia, advierte que cortar poco antes o al principio del período seco del verano baja el rendimiento de las plantas. Hay posteriormente un ligero rebrote, pero éste, bajo altas temperaturas y humedad insuficiente decrece el nivel de sustancias nutritivas en la planta.

Jones (30) hace notar que la producción de hojas verdes durante invierno y primavera es mayor cuando el pastoreo o corte ha sido muy suave en la estación anterior.

Corte contra Pastoreo

La manera como los animales en pastoreo defolian, pisan y excretan sobre las pasturas, ha movido mucho a los investigadores a cuestionar los resultados de experimentos en los cuales el forraje era cosechado con máquina. Otros, en cambio, informan que los resultados basados en ensayos de corte que simulan pastoreo se acercan a los hallazgos obtenidos bajos condiciones de pastoreo (53).

Bryant y Blaser (10) encontraron que los rendimientos de pasto oவில், con intensidades de defoliación semejantes, fueron significativamente mayores bajo corte que bajo pastoreo. Whitear et al (56) informan que pastorear una pradera de alfalfa más pasto oவில் redujo el vigor de la leguminosa más de lo que se podía suponer de cortar un número igual de veces. Esta reducción es atribuida a la creciente competencia del pasto como consecuencia de su respuesta al nitrógeno en las excreciones de los animales en pastoreo.

Sin embargo, Taylor et al (53) comunican que en datos de rendimientos en ensayos realizados en Virginia, con una pradera de pasto oவில் y trébol blanco Ladino, comparando parcelas cortadas contra pastoreadas, no hubo diferencias estadísticamente significativas.

Mott (38) reconoce que la cortadora de césped (o de cuchilla helicoidal) tiene ciertas limitaciones cuando es usada para simular pastoreo, pero los resultados por él hallados indican que este método es extremadamente valioso en determinar las relaciones de varias forrajeras y mezclas a diferentes prácticas de pastoreo.

Efecto del Pisoteo

El trébol blanco es susceptible al pisoteo y pastoreo selectivo. En Nueva Zelandia, Edmond (15, 16) estudió los efectos del pisoteo periódico de ovejas sobre praderas mixtas, a dos niveles de humedad en el suelo. En cada caso el pisoteo redujo el vigor de las plantas, y en general, a intensidades crecientes de pisoteo el daño fue mayor. Los efectos directos que se observaron fueron: daño en las raíces, desplazamiento y entierro de las plantas en el barro. La porosidad del suelo se ve afectada a extremos de comprometer significativamente el crecimiento de las plantas. El raigrás perenne demostró ser una especie resistente al pisoteo. El trébol blanco resultó relativamente insensible; la mayor resistencia fue mostrada en verano, y la mayor susceptibilidad en invierno sobre suelos saturados de agua.

EXPERIMENTO N° 1

Efecto de la densidad de siembra y leguminosa asociada, sobre el rendimiento y composición de una pradera de Festuca arundinacea

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

Este ensayo fue establecido el 3 de mayo de 1962, en terrenos del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", sobre un suelo tipo pardo de pradera. La siembra fue al voleo. Posteriormente se hizo un corte para controlar malezas.

Diseño Experimental

Se adoptó un diseño de parcela sub-sub-dividida con tres repeticiones. Las dimensiones de cada parcela fueron 3 por 7 metros.

El ensayo consistió en 72 parcelas.

Los tratamientos fueron como sigue:

Parcelas Mayores Especie de leguminosa sembrada	Sub-Parcelas Kg/Há	Sub-Sub-Parcelas Festuca sembrada kg/há			
<u>Trifolium repens</u> var. Ladino	6	5	10	15	20
	3	5	10	15	20
<u>Trifolium subterraneum</u> var. Mt. Barker	10	5	10	15	20
	5	5	10	15	20
<u>Lotus corniculatus</u> , selección Estanzuela	8	5	10	15	20
	4	5	10	15	20

Los resultados de rendimientos fueron sometidos a análisis de variancia, y los promedios comparados mediante pruebas estadísticas de diferencias entre medias.

Cortes

Los mismos se efectuaron sobre todas las parcelas a la vez, cuando la altura modal del forraje alcanzaba los 20 centímetros. Una apreciación de esta altura fue obtenida tomando un promedio de 10 mediciones al azar sobre cada una de las sub-sub-parcelas.

Se cortó con una motocultivadora con guadañadora acoplada, que dejó un rastrojo de 5 centímetros. El corte se hizo invariablemente en un mismo sentido sobre todas las parcelas.

Determinación de los Rendimientos

En cada corte, la cosecha de cada sub-sub-parcela se pesó inmediatamente. Previa a la recolección del forraje, se tomó de cada sub-sub-parcela una muestra al azar de unos 200 gramos para el análisis botánico y las fracciones se separaron a mano.

La técnica usada en la toma de muestras para determinación de peso seco varió a lo largo del ensayo. La carencia de facilidades para el secado de las muestras demoró la primera determinación hasta el corte 13, realizado con fecha 26 de febrero de 1964.

A partir de este corte inclusive, se determinó materia seca en todos los cortes posteriores. Al principio las mismas muestras utilizadas para el análisis botánico eran empleadas en esta determinación. Posteriormente, se tomaron aparte muestras sobre cada sub-sub-parcela, las que se separaban a mano. En los últimos cortes se prefirió cortar sobre cada sub-parcela muestras de cada componente. Esta técnica facilitó la obtención de más volumen de material. El forraje se secó en estufa a 90°C por no menos de 8 horas.

Determinación de Proteína Cruda

Se hicieron determinaciones de nitrógeno de tres cortes: el 13º, el 15º y el 17º. Los resultados de los análisis, practicados según la técnica de micro/Kjeldahl descrita por Müller (40) fueron expresados en porcentaje de proteína cruda multiplicando por 6,25 el porciento de nitrógeno obtenido.

Contaje de Número de Plantas y Macollos

Se contó el número de plantas en dos oportunidades, una al estado de plántulas y otra un año más tarde. En enero de 1964 se contó número de macollos de festuca.

Fertilizaciones

Al momento de la siembra se abonó el ensayo con 300 kg/há de superfosfato. Una segunda fertilización, con 200 kg/há de superfosfato más 100 kg/há de cloruro de potasio, fue realizada en abril de 1963. En junio de 1964 se fertilizó nuevamente con superfosfato (200 kg/há) y en julio con cloruro de potasio (100 kg/há).

RESULTADOS

Rendimientos por Corte

En el Cuadro 1, y en otros cuadros posteriores, se indican las fechas de realización de los cortes, desde el primero hasta el decimoséptimo, los que abarcan un período de dos años.

Los rendimientos totales de materia verde por corte son indicados en el Cuadro 1. En él se incluye solamente festuca más la leguminosa asociada, ya que la proporción de maleza en la pradera alcanzó cierta significación recién en los últimos cortes. La producción total promedio no fue influenciada en un principio por la especie de la leguminosa acompañante. No hubo diferencias significativas entre los primeros cortes, hasta el corte quinto. De ahí en adelante, la especie usada en la mezcla, en particular el trébol blanco, incidió fuertemente en los resultados. Nótese por ejemplo, el corte 12, en el que la producción total de festuca más trébol blanco alcanzó 13,4 tn/há, mientras que la combinación con trébol subterráneo osciló en las 1,7 tn/há.

En otros cortes los rendimientos fueron bajos, particularmente en el 13, realizado con fines de limpieza durante una severa sequía estival.

CUADRO 1. Rendimientos de materia verde total -
festuca en combinación con cada leguminosa. tn/há.

Corte Número	Fecha de corte	Festuca sembrada con			D.M.S. P < 0.05
		Trébol blanco	Trébol sub terráneo	Lotus	
1	24. 9.62	6,6	5,6	5,7	N.S.
2	16.10.62	8,3	7,4	7,6	N.S.
3	14.11.62	2,0	1,8	2,1	N.S.
4	28.12.62	3,7	2,0	3,2	N.S.
5	5. 3.63	1,3	1,2	1,5	N.S.
6	26. 4.63	5,8	3,8	4,6	0,4
7	24. 6.63	2,7	0,6	0,8	0,3
8	13. 8.63	5,0	4,1	3,0	0,7
9	13. 9.63	6,0	2,4	1,5	1,0
10	8.10.63	6,1	3,8	3,0	1,1
11	11.11.63	11,5	10,3	6,4	2,7
12	18.12.63	13,4	1,7	8,9	1,8
13	26. 2.64	0,5	0,2	1,6	0,4
14	2. 4.64	5,1	0,9	4,9	0,5
15	4. 5.64	7,6	1,5	2,8	1,4
16	24. 6.64	5,5	0,5	0,3	0,4
17	7. 9.64	8,2	1,2	0,6	1,3

En el Cuadro 2 se puede apreciar la producción de materia verde total en función de las cuatro densidades de siembra de la festuca. Hubo en un principio una relación directa entre las densidades de siembra y los rendimientos, pero a partir del tercer corte la inversa

fue cierta. Esta situación perduró hasta el corte 12. El corte 13 marcó una nueva tendencia en el ensayo. A partir de este momento las distintas densidades dejaron de influir en las producciones, las cuales ya no difirieron significativamente. Llama la atención el hecho de que en todos los cortes, hasta el 12 inclusive, las diferencias entre rendimientos debidos a densidad de siembra hayan resultado significativas.

CUADRO 2. Rendimientos de materia verde total -
festuca más leguminosa. tn/há.

Corte Número	Fecha de corte	Festuca sembrada a kg/há				D.M.S. P < 0.05
		5	10	15	20	
1	24. 9.62	4,0	5,7	7,0	7,5	1,0
2	16.10.62	6,7	8,0	8,1	8,4	1,2
3	14.11.62	2,5	1,8	1,7	1,6	0,4
4	28.12.62	3,6	3,1	2,9	2,4	0,7
5	5. 3.63	1,4	1,4	1,2	1,0	0,3
6	26. 4.63	5,3	4,8	4,4	4,5	0,1
7	24. 6.63	1,9	1,1	1,2	1,1	0,6
8	13. 8.63	2,9	1,6	1,9	1,2	0,9
9	13. 9.63	3,8	3,5	3,3	2,5	0,6
10	8.10.63	4,9	4,5	4,2	3,6	0,4
11	11.11.63	10,4	9,6	9,3	8,3	1,0
12	18.12.63	8,8	8,1	7,4	7,8	0,6
13	26. 2.64	0,9	0,7	0,6	0,8	N.S.
14	2. 4.64	4,4	3,3	3,4	3,4	N.S.
15	4. 5.64	4,4	3,6	4,0	3,9	N.S.
16	24. 6.64	2,2	2,0	2,1	2,0	N.S.
17	7. 9.64	3,3	3,5	3,5	3,1	N.S.

La producción de festuca ofreció aspectos interesantes (Cuadro 3). Hasta el corte sexto no hubo influencia de la leguminosa acompañante. Las diferencias entre rendimientos promedios de subparcelas comenzaron a ser estadísticamente significativas a partir del séptimo corte. Mientras que con el trébol blanco la producción de festuca sola fue invariablemente alta, en comparación con las otras dos combinaciones, en éstas últimas la producción de festuca fue más alta o más baja para una u otra leguminosa dependiendo de la mayor o menor productividad de esa leguminosa sola. Por ejemplo, en el corte 17 la leguminosa sola (Cuadro 5) rindió 0,3 tn de materia verde para el trébol subterráneo, y 0,1 tn para el lotus. La festuca sola tuvo un rendimiento más elevado en su combinación con el trébol subterráneo (0,9 tn/há), que con el lotus (0,5 tn/há). Esa relación de dependencia de la producción de la festuca con la leguminosa se mantuvo en los últimos cortes, excepto en el corte 11, donde no hubo diferencias significativas, para festuca debido a leguminosas acompañantes.

El rendimiento de la festuca sola se vio afectado por las densidades de siembra de la misma (Cuadro 4). En los dos primeros cortes hubo una directa relación entre densidad de siembra y producción, esto es, a mayor número de plantas por unidad de superficie correspondió un rendimiento en materia verde más elevado. En el corte tercero se produjo una inversión de esa situación, y a partir de entonces, a mayores densidades de siembra correspondieron producciones generalmente menores, si bien estas diferencias dentro de cada corte no fueron siempre significativas. Esto fue así para los cortes N° 4, 6, 11 y 13. De este corte en adelante ya no hubo variaciones significativas en la producción de festuca entre las cuatro densidades de siembra.

CUADRO 3. Rendimientos de materia verde - festuca sola dentro de cada leguminosa. tn/há.

Corte Número	Fecha de corte	Festuca sembrada con			D.M.S. P < 0.05
		Trébol blanco	Trébol sub terráneo	Lotus	
1	24. 9.62	6,2	5,4	5,7	N.S.
2	16.10.62	7,5	6,9	7,5	N.S.
3	14.11.62	1,7	1,8	2,0	N.S.
4	28.12.62	2,4	2,0	2,0	N.S.
5	5. 3.63	1,3	1,2	1,3	N.S.
6	26. 4.63	4,4	3,7	3,7	N.S.
7	24. 6.63	1,3	0,5	0,7	0,1
8	13. 8.63	1,8	4,0	3,0	0,2
9	13. 9.63	3,4	1,6	1,4	0,6
10	8.10.63	3,2	2,5	2,3	0,5
11	11.11.63	4,3	3,6	4,3	N.S.
12	18.12.63	4,6	1,4	1,9	0,9
13	26. 2.64	0,4	0,2	0,5	0,2
14	2. 4.64	3,0	0,9	2,4	0,9
15	4. 5.64	3,5	1,4	2,0	0,8
16	24. 6.64	1,6	0,3	0,2	0,1
17	7. 9.64	2,5	0,9	0,5	0,5

CUADRO 4. Rendimientos de materia verde - festuca sola en sus cuatro densidades de siembra. tn/há.

Corte Número	Fecha de corte	Festuca sembrada a kg/há				D.M.S. P < 0.05
		5	10	15	20	
1	24. 9.62	3,8	5,5	6,8	7,3	0,1
2	16.10.62	5,9	7,7	7,7	8,2	1,0
3	14.11.62	2,1	1,7	1,6	1,5	0,4
4	28.12.62	2,4	1,7	1,6	1,4	N.S.
5	5. 3.63	1,3	1,4	1,2	1,0	0,3
6	26. 4.63	4,0	3,9	3,8	4,0	N.S.
7	24. 6.63	1,1	0,7	0,8	0,8	0,3
8	13. 8.63	1,3	0,8	0,8	0,5	0,3
9	13. 9.63	2,5	2,3	2,0	1,7	0,4
10	8.10.63	2,8	2,8	2,7	2,4	0,2
11	11.11.63	4,3	4,1	3,7	4,1	N.S.
12	18.12.63	3,3	2,4	2,6	2,3	0,7
13	26. 2.64	0,4	0,4	0,3	0,4	N.S.
14	2. 4.64	2,5	2,0	2,0	1,9	N.S.
15	4. 5.64	2,5	2,3	2,2	2,1	N.S.
16	24. 6.64	0,8	0,8	0,7	0,5	N.S.
17	7. 9.64	1,4	1,4	1,4	1,1	N.S.

CUADRO 5. Rendimientos de materia verde - leguminosa sola. tn/há.

Corte Número	Fecha de corte	Trébol blanco	Trébol sub terráneo	Lotus	D.M.S. P < 0.05
1	24. 9.62	0,4	0,2	-	0,1
2	16.10.62	0,8	0,5	0,1	N.S.
3	14.11.62	0,3	-	0,1	0,1
4	28.12.62	1,4	-	1,2	0,4
5	5. 3.63	-	-	0,2	-
6	26. 4.63	1,4	0,2	1,0	0,4
7	24. 6.63	1,4	-	-	0,4
8	13. 8.63	3,2	0,1	-	0,3
9	13. 9.63	2,5	0,8	0,1	0,6
10	8.10.63	2,9	1,3	0,7	0,7
11	11.11.63	7,2	6,7	2,1	2,6
12	18.12.63	8,8	0,3	7,0	2,0
13	26. 2.64	0,1	-	1,1	0,3
14	2. 4.64	2,1	-	2,4	1,1
15	4. 5.64	4,1	0,1	0,8	0,3
16	24. 6.64	3,9	0,2	0,1	0,4
17	7. 9.64	5,7	0,3	0,1	0,1

En el Cuadro 5 se presentan resultados de producción de materia verde para las leguminosas solas. En general, los rendimientos más elevados correspondieron al trébol blanco, salvo en los cortes 5, 13 y 14, en los que fue superados por el lotus. El trébol subterráneo en ningún momento sobrepasó al trébol blanco, si bien superó al lotus en los cortes 1, 2, 8, 9, 10, 11, 16 y 17. En los cortes 4, 5, 13, y 14 no hubo producción de trébol subterráneo dado que en el verano desaparece de la pradera. Hubo diferencias significativas en la producción de las tres leguminosas para todos los cortes, excepto en el corte 2, y en el 5. En este último caso no se analizaron estadísticamente los resultados en razón de contarse con escasos valores de producción. Como puede verse en el Apéndice II, los coeficientes de variación correspondientes a los análisis de la producción de leguminosas oscilaron entre valores muy extremos, de acuerdo a las estaciones del año y condiciones climáticas.

Producción de Materia Seca Total

La producción siguió una tendencia similar en todo a la de la materia verde total. En los cuatro cortes analizados sólo las leguminosas empleadas en la asociación resultaron con diferencias significativas. Los coeficientes de variación de los análisis de variancia corte por corte para producción de materia verde y seca totales fueron hallados sensiblemente iguales (Apéndice II). Por tales razones no se exponen los resultados numéricos en esta sección.

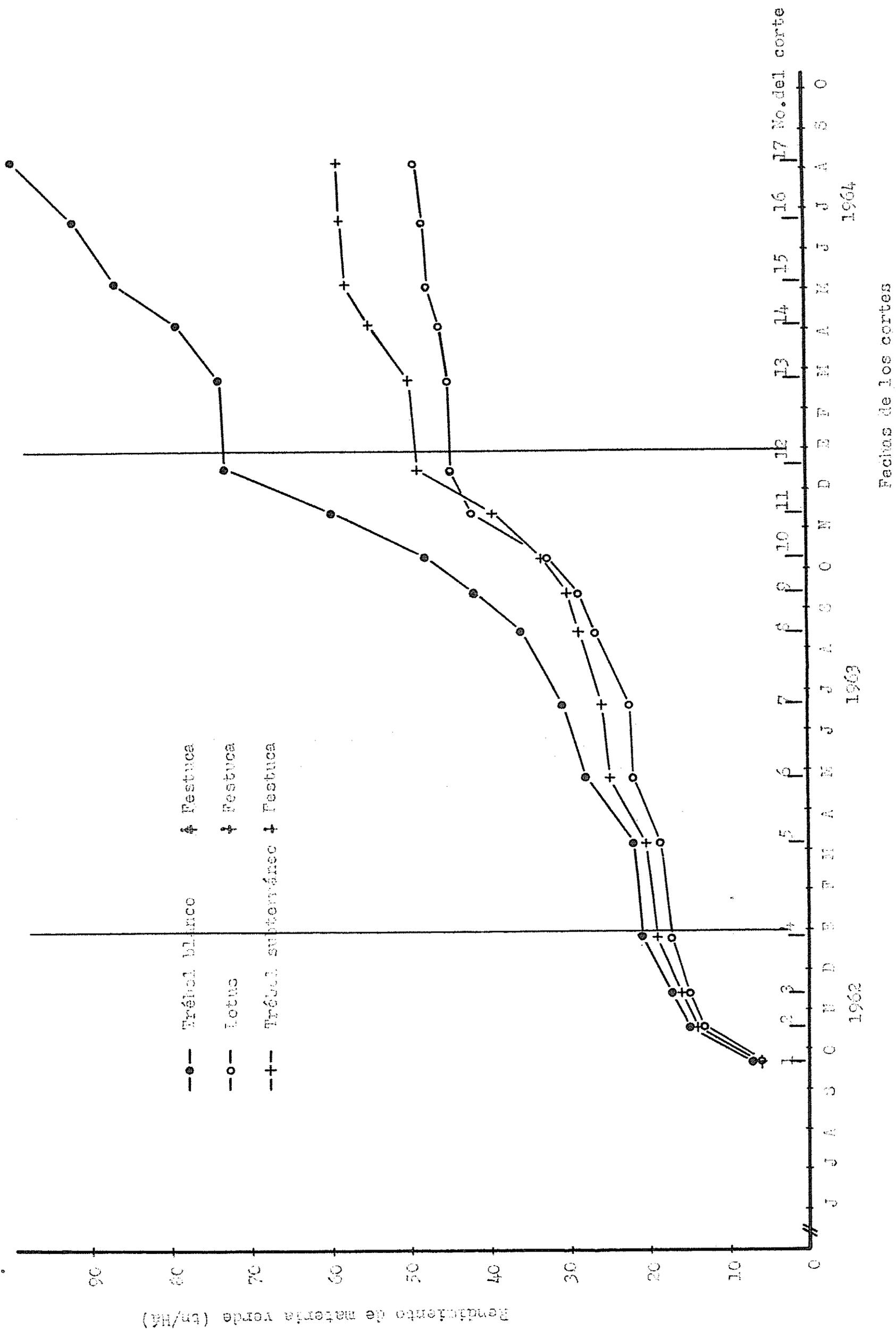
Rendimientos Acumulados

La producción total acumulada de materia verde (festuca más leguminosa) fue fuertemente influenciada por la especie de leguminosa

(Apéndice IV). La Figura 1 ilustra la evolución de los rendimientos acumulados. Los valores de festuca más trébol blanco fueron en todo momento superiores a las otras dos combinaciones. Esta diferencia se hizo más marcada en el segundo año. El trébol subterráneo en combinación con festuca aportó la menor proporción de forraje entre las tres mezclas a lo largo del experimento, salvo en el corte 11, de noviembre de 1963, en que sobrepasó en producción acumulada a lotus más festuca. Pero esta situación se invirtió nuevamente en el corte siguiente, y permaneció favorable al lotus hasta el corte 17. En el verano de 1964 la sequía trajo consigo una reducción substancial en el rendimiento del corte 13, con la consecuencia que los valores de producción acumulada experimentaron muy ligeros aumentos. Una situación no tan manifiesta había ocurrido ya en el verano de 1963, menos seco que el de 1964. Luego del reposo vegetativo impuesto por la sequía estival de 1963, la producción inició un ascenso lento al principio y rápido a la entrada de la primavera de ese año. Pasada la sequía de principios de 1964, la producción de festuca más trébol blanco inició un nuevo y rápido ascenso, en tanto que las otras dos combinaciones lo hacían mucho más lentamente.

El Cuadro 6 discrimina los rendimientos acumulados de producción verde de festuca para las cuatro densidades de siembra. Puede observarse que las producciones acumuladas presentan rendimientos más elevados a mayores densidades de siembra, y que esta tendencia continúa hasta el corte 13, luego del cual se invierte. En el corte 17, existe una diferencia de producción a favor de la menor densidad de siembra de 1,2 tn/há con relación a la mayor densidad.

FR 1



CUADRO 6. Rendimientos acumulados de materia verde - festuca sola en sus cuatro densidades de siembra. tn/há.

Corte Número	Fecha de corte	Festuca sembrada a			
		5	10	15	20
1	24. 9.62	3,8	5,5	6,8	7,3
2	16.10.62	9,7	13,2	14,5	15,5
3	14.11.62	11,8	14,9	16,1	17,0
4	28.12.62	14,2	16,6	17,7	18,4
5	5. 3.63	15,5	18,0	18,9	19,4
6	26. 4.63	19,5	21,5	22,7	23,4
7	24. 6.63	20,6	22,6	23,5	24,2
8	13. 8.63	21,9	23,4	24,3	24,7
9	13. 9.63	24,4	25,7	26,3	26,4
10	8.10.63	27,2	28,5	29,0	28,8
11	11.11.63	31,5	32,6	32,7	32,9
12	18.12.63	34,8	35,0	35,3	35,2
13	26. 2.64	35,2	35,4	35,6	35,6
14	2. 4.64	37,7	37,4	37,6	37,5
15	4. 5.64	40,2	39,7	39,8	39,6
16	24. 6.64	41,0	40,5	40,5	40,1
17	7. 9.64	42,4	41,9	41,9	41,2

CUADRO 7. Rendimientos acumulados de materia verde - leguminosa sola. tn/há.

Corte Número	Fecha de corte	Trébol blanco	Trébol sub terráneo	Lotus
1	24. 9.62	0,4	0,2	-
2	16.10.62	1,2	0,7	0,1
3	14.11.62	1,5	0,7	0,2
4	28.12.62	2,9	0,7	1,4
5	5. 3.63	2,9	0,7	1,6
6	26. 4.63	4,3	0,8	2,6
7	24. 6.63	5,7	0,8	2,6
8	13. 8.63	8,9	0,9	2,6
9	13. 9.63	11,4	1,7	2,7
10	8.10.63	14,3	3,0	3,4
11	11.11.63	21,5	9,7	5,5
12	18.12.63	30,3	10,0	12,5
13	26. 2.64	30,4	10,0	13,6
14	2. 4.64	32,5	10,0	16,0
15	4. 5.64	36,6	10,1	16,8
16	24. 6.64	40,5	10,3	16,0
17	7. 9.64	46,2	10,6	17,0

En el Cuadro 7 pueden observarse los rendimientos acumulados de materia verde correspondientes a cada una de las tres leguminosas. Trébol blanco aportó más del doble que las otras dos especies, contribuyendo substancialmente a la productividad total. El trébol subterráneo, debido a sus hábitos marcadamente estacionales no aportó producción en ciertas épocas del año. El lotus fue la única leguminosa de buen comportamiento durante las sequías estivales (coincidentes con los cortes 5 y 13).

El análisis estadístico de la producción verde total para los 17 cortes (Cuadro 8) reveló que la densidad de festuca resultó significativa al nivel del 5%, mientras que la especie de leguminosa lo fue al nivel del 1%. No se manifestó interacción entre densidades de siembra de festuca y de la leguminosa. La Figura 2 ilustra la producción total en función de las especies de leguminosas y las densidades de siembra de festuca empleadas. A densidades de siembra crecientes, la producción promedio descendió significativamente.

CUADRO 8. Producción acumulada de materia verde para los 17 cortes, discriminada para densidad de siembra y leguminosa empleadas. tn/há.

Leguminosa		Densidad de Festuca (kg/há)				Promedio
Especie	Densidad	5	10	15	20	
Trébol blanco	Alta	110,2	95,2	99,9	96,5	
	Baja	106,7	97,9	96,8	89,8	
	Promedio	108,4	96,5	98,4	93,1	99,1
Trébol subterráneo	Alta	51,7	50,2	52,3	44,9	
	Baja	44,7	39,7	45,2	37,5	
	Promedio	48,2	44,9	48,8	41,2	45,8
Lotus	Alta	62,2	57,1	54,0	61,4	
	Baja	54,0	58,1	51,6	44,1	
	Promedio	58,1	57,6	52,8	52,8	55,3
Promedio		71,6	66,4	66,6	62,4	

D.M.S. - Festuca = 56

P < 0.05 Leguminosa = 94

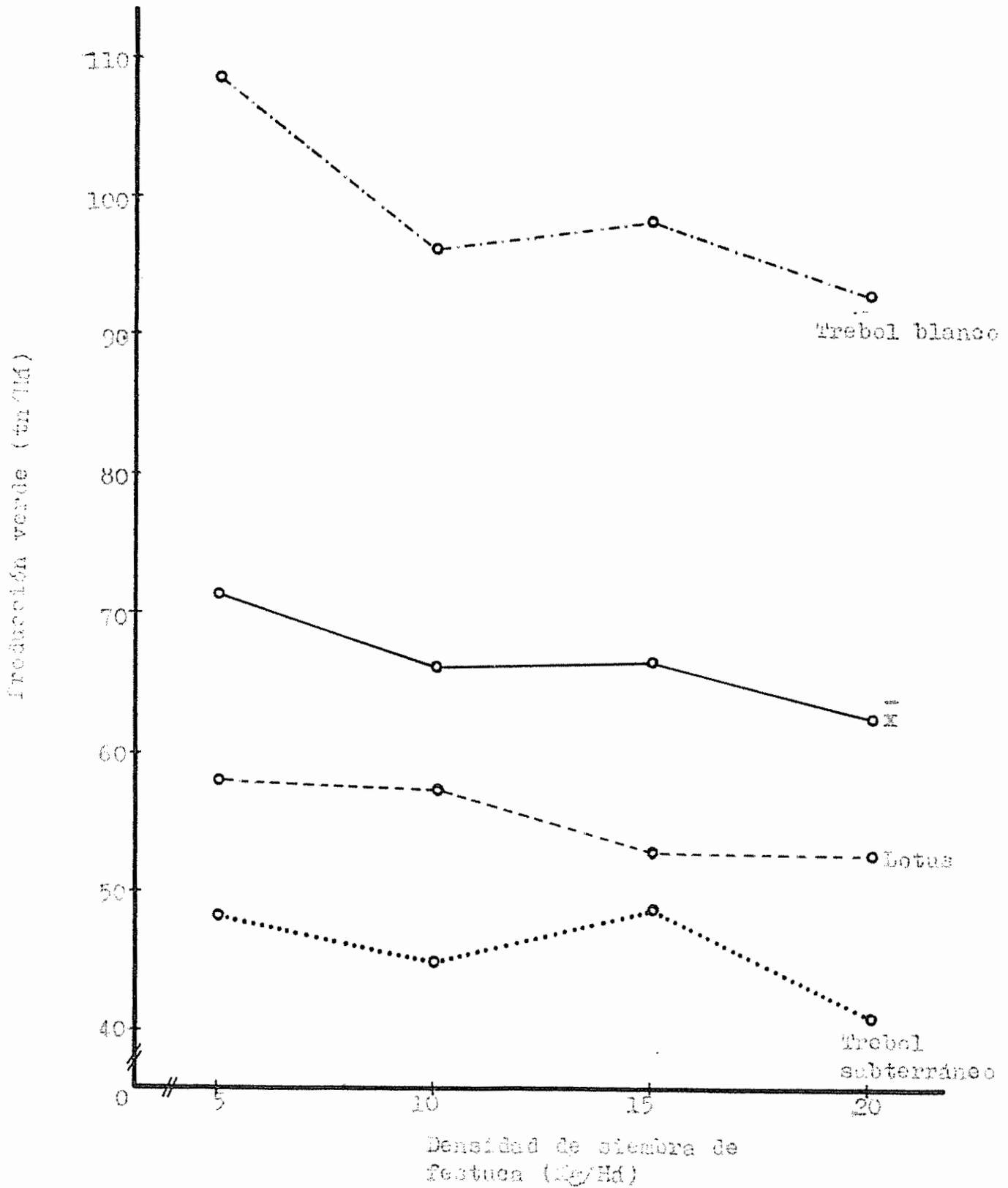


Fig 2- Producción total acumulada (festuca + leguminosa)
Cortes 1ª a 17ª

Número de Plantas

La implantación del cultivo se caracterizó por un lento desarrollo de las plántulas, consecuencia de la sequía de mayo y junio de 1962.

El 23 de agosto de ese año se realizó una determinación de número de plantas. Un resumen de la información obtenida, correspondiente a las leguminosas solas, es presentado en el Cuadro 9. Aún habiendo diferencias entre densidades de siembra, éstas en ningún momento alcanzaron a ser significativas. En la Figura 3 se puede apreciar que el número de plántulas de festuca estuvo en una relación directa con las densidades de siembra utilizadas. Las diferencias en número de plantas fueron estadísticamente significativas.

CUADRO 9. Número promedio de plantas por 1.000 cm² para cada densidad de leguminosa.

Densidad	Especie		
	Trébol blanco	Trébol subterráneo	Lotus
Alta	18	11	22
Baja	12	7	15

D.M.S. = N.S.

$P < 0.05$

En agosto de 1963 se efectuó un recuento del número de plantas de festuca. Este número estuvo relacionado significativamente con la densidad de siembra de festuca. El 20 de enero de 1964 se realizó un recuento de macollos de festuca. Nuevamente, hubo una relación directa entre número de macollos y densidad de siembra. Un resumen de los dos recuentos es mostrados en el Cuadro 10.

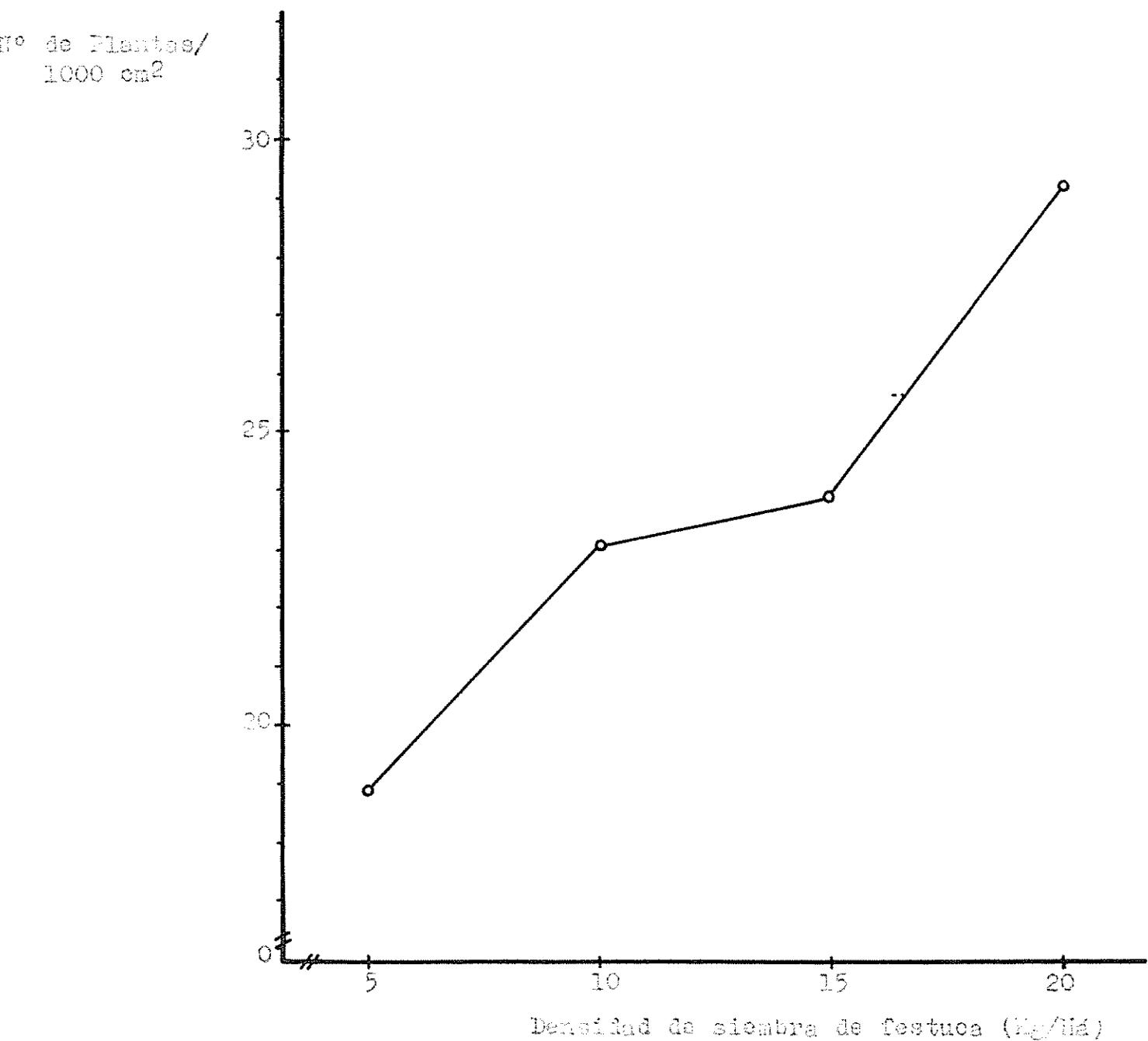


Fig 3- Número de plantas de festuca para cuatro densidades de siembra, el 23 de agosto de 1952.

CUADRO 10. Número de plantas y macollos de festuca por 4.000 cm² para las cuatro densidades de siembra.

	Densidad de siembra de festuca kg/há				D.M.S.
	5	10	15	20	P < 0.05
Nº de plantas 16.VIII.63	29	32	37	42	4
Nº de macollos 20.I.64	212	232	240	270	25

Rendimientos Estacionales

La división del año en estaciones se hizo arbitrariamente de la siguiente manera: primavera comenzaba el primer día de setiembre y concluía el último de noviembre; el verano empezaba el primer día de diciembre y concluía el último de febrero, y así sucesivamente para otoño e invierno. En el Cuadro 11 se observan los valores promedios absolutos y relativos de producción verde total para cada estación, dentro de cada especie de leguminosa.

CUADRO 11. Producción de materia verde total y los rendimientos relativos separados por estaciones del año. tn/há.

Estación	Trébol blanco		Trébol subterráneo		Lotus		Promedio	
	Absoluto tn/há.	Relativo %	Absoluto tn/há.	Relativo %	Absoluto tn/há.	Relativo %	Absoluto tn/há.	Relativo %
\bar{x} P ₁	17,2	100	15,0	100	15,0	100	⁺ 15,7 _e	100
V ₁	3,7	22	2,1	14	9,0	60	5,0 _{bc}	32
O ₁	7,1	41	4,9	33	6,1	41	6,1 _c	39
I ₁	7,8	45	1,0	7	0,6	4	3,1 _{ab}	20
P ₂	23,5	100	16,5	100	10,9	100	17,0 _e	100
V ₂	13,9	59	2,0	12	10,5	96	8,8 _d	52
O ₂	12,7	54	2,4	15	7,7	71	7,6 _{cd}	45
I ₂	5,5	23	0,5	3	0,3	3	2,1 _a	12
Promedio	⁺ 11,4 _a		5,6 _c		7,5 _b		8,2	

\bar{x} P₁: Primavera del 1er. año; V₁: primer verano; O₁: primer otoño; I₁: primer invierno.

P₂: Primavera del 2do. año; V₂: segundo verano; O₂: segundo otoño; I₂: segundo invierno.

\bar{x} Tomando como 100% la producción de primavera.

+ Promedios seguidos de una misma letra no difieren significativamente al nivel del 1%.

Puede apreciarse de la observación de los valores relativos para cada estación, que la combinación trébol blanco más festuca aportó la producción estacional más equilibrada a lo largo de los dos años, si bien durante el primer verano los rendimientos fueron un 22% de los de esa primavera. El trébol subterráneo produjo bien solamente durante primavera y otoño. El lotus tuvo un excelente comportamiento durante ambos veranos, pero produjo muy poco en invierno: 4% de la producción de primavera durante el primer invierno, y 3% durante el segundo. Del análisis estadístico resultaron altamente significativas estaciones, leguminosas y la interacción de ambas.

En el Cuadro 12 se muestran los valores estacionales promedio de cada combinación de leguminosa con festuca y los resultados de las comparaciones de promedios, realizados mediante la prueba de Duncan.

CUADRO 12. Producción estacional de materia verde total. tn/há.

Festuca sembrada con	1er. año				2do. año			
	<u>††</u> P	V	O	I	P	V	O	I
Trébol blanco	<u>†</u> 17,2 _c	3,7 _a	7,1 _b	7,8 _b	23,5 _d	13,9 _c	12,7 _c	5,5 _{ab}
Trébol subterráneo	15,0 _b	2,1 _a	4,9 _a	1,0 _a	16,5 _b	2,0 _a	2,4 _a	0,5 _a
Lotus	15,0 _d	9,0 _{bc}	6,1 _b	0,6 _a	10,9 _{cd}	10,5 _{cd}	7,7 _b	0,3 _a

† Dentro de cada leguminosa, promedios seguidos por una misma letra no difieren significativamente al nivel del 1%.

†† P = Primavera; V = Verano; O = Otoño; I = Invierno

El primer verano fue muy seco; de ahí la baja producción.

Otoño e invierno del primer año fueron semejantes en producción de trébol blanco más festuca. La primavera del segundo año fue muy lluviosa y favoreció un alto rendimiento de trébol blanco más festuca.

La mezcla con trébol subterráneo rindió significativamente más en las dos primaveras que en las otras estaciones.

El lotus mostró la más alta producción durante primavera y verano de ambos años. En el segundo año rindió igual en verano como en primavera.

En el Cuadro 13 se presentan comparaciones de promedios de producción de cada combinación de leguminosa dentro de una misma estación.

CUADRO 13. Producción de materia verde total. tn/há.

Estación	Festuca sembrada con					
	Trébol blanco		Trébol subterráneo		Lotus	
	1er año	2do año	1er año	2do año	1er año	2do año
Primavera	17,2 _b	23,5 _c	15,0 _{ab}	16,5 _b	15,0 _{ab}	10,9 _a
Verano	3,7 _a	13,9 _c	2,1 _a	2,0 _a	9,0 _b	10,5 _{bc}
Otoño	7,1 _b	12,7 _c	4,9 _{ab}	2,4 _a	6,1 _b	7,7 _b
Invierno	7,8 _b	5,5 _b	1,0 _a	0,5 _a	0,6 _a	0,3 _a

[†] Dentro de cada estación, promedios seguidos por una misma letra no difieren significativamente al nivel del 1%.

La producción total de trébol blanco más festuca fue la más elevada entre las tres leguminosas durante primavera. En el segundo año rindió significativamente más que las demás combinaciones. Durante los dos veranos el lotus más festuca proporcionó una producción uniforme

y elevada, si bien la combinación con trébol blanco en el segundo año fue superior. En el otoño el trébol subterráneo dio, al igual que en el verano, la producción más baja. El trébol blanco en combinación con festuca se destacó en ambos inviernos por dar la producción más elevada.

Composición Botánica

Con el objeto de simplificar la presentación de los resultados de los análisis botánicos, se eligió un conjunto representativo de cortes, siendo éstos los números 1 a 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16. Se calcularon solamente los valores correspondientes a festuca y la leguminosa asociada, expresándolos como porcentaje para dos densidades de festuca, esto es 5 y 20 kg/há (Cuadro 14) y las dos densidades de siembra de leguminosa (Cuadro 15). No se tomó en cuenta la maleza, dado que ella incidió muy poco sobre la composición porcentual de la pradera.

Puede apreciarse en el Cuadro 14 que la densidad de siembra de festuca menor correspondió al porcentaje menor de la gramínea. Esta situación se invirtió a partir del corte 12 para el trébol blanco y el trébol subterráneo; y del corte 8 para el lotus, siendo ya bien definida en el corte 16.

En el Cuadro 15, el trébol blanco muestra el porcentaje más bajo de festuca, particularmente a partir del corte 8. La densidad más alta de siembra de leguminosa coincidió con una menor proporción de la gramínea, pero del corte 8 en adelante, la inversa fue cierta. El trébol subterráneo tuvo el porcentaje más elevado de festuca a lo largo de casi todos los cortes; también a la mayor densidad de siembra de la

leguminosa correspondieron los porcentajes más bajos de la gramínea. El lotus, en cambio, no manifestó diferencias marcadas en su composición botánica debido a densidades de siembra de la leguminosa, sobre todo en los últimos cortes; la proporción de festuca a lo largo de todos los cortes, en cambio, experimentó grandes variaciones.

En la Figura 4 se muestra la composición botánica promedio para las tres mezclas empleadas en el ensayo y correspondiente a los diez cortes selectos citados al principio de esta sección. En ella puede observarse la tendencia del trébol blanco a predominar paulatinamente en la mezcla. La mezcla con trébol subterráneo mantuvo altos porcentajes de festuca a lo largo de los dos años. La composición botánica de la mezcla de lotus más festuca fue la que osciló más en el tiempo. Las variaciones observadas para trébol subterráneo y lotus estuvieron en relación directa con sus respectivos periodos vegetativos.

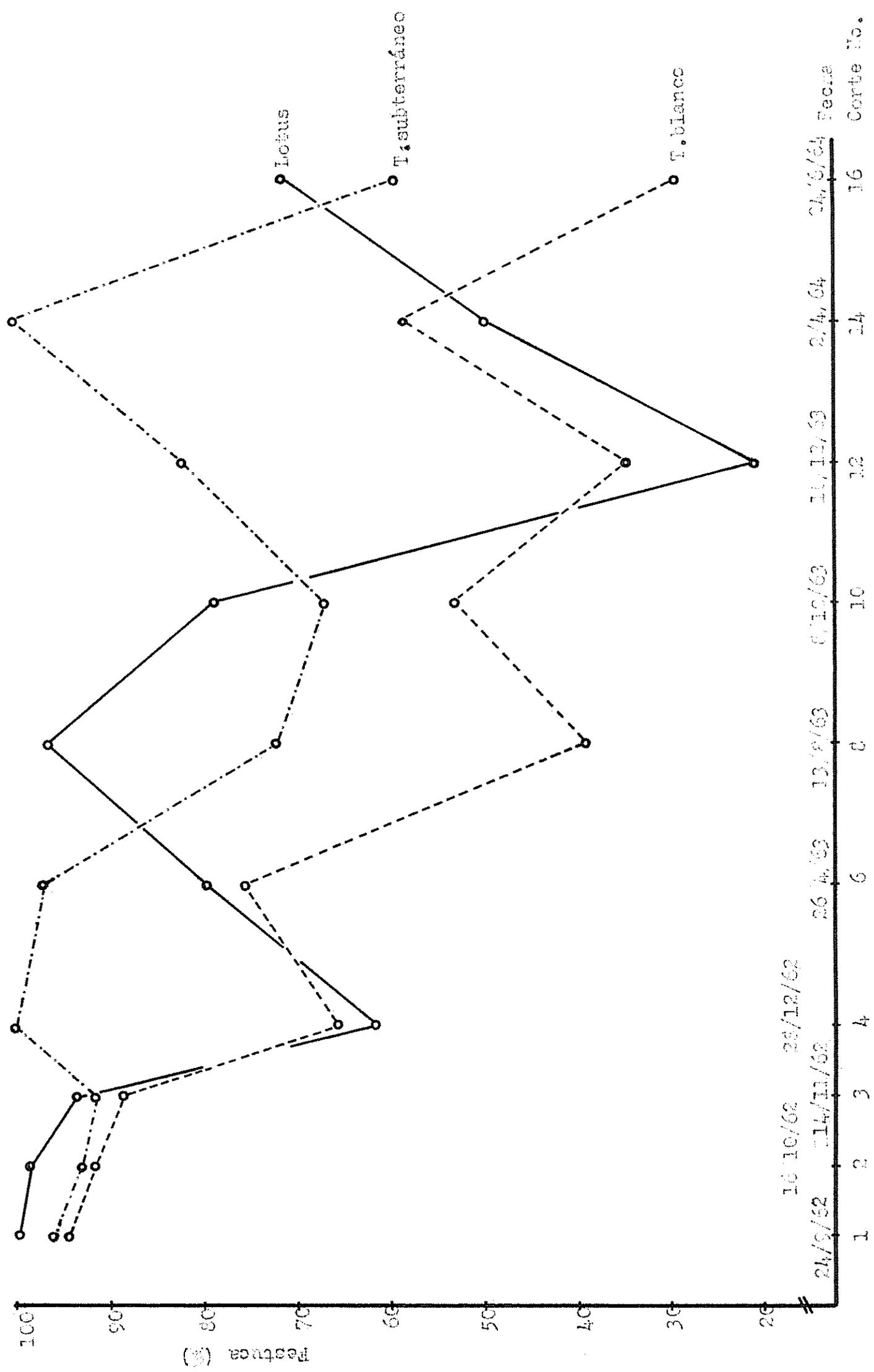


Fig 4- Composición botánica porcentual promedio para las tres mezclas, sobre 10 cortes elegidos.

CUADRO 14. Porcentaje de festuca de un grupo selecto de cortes, para festuca sembrada a dos densidades (5 y 20 kg/há).

Festuca sembrada a dos densidades con							
Corte Número	Fecha de corte	Trébol blanco		Trébol subterráneo		Lotus	
		5 kg	20 kg	5 kg	20 kg	5 kg	20 kg
1	24. 9.62	93	95	91	98	98	99
2	16.10.62	78	99	90	95	97	99
3	14.11.62	81	95	80	99	92	93
4	28.12.62	61	72	100	99	51	72
6	26. 4.63	64	83	97	99	77	84
8	13. 8.63	39	36	63	71	98	97
10	8.10.63	20	34	56	77	77	76
12	18.12.63	43	31	83	79	24	19
14	2. 4.64	60	56	100	100	49	49
16	24. 6.64	31	20	65	62	87	75

CUADRO 15. Porcentaje de festuca de un grupo selecto de cortes, para festuca sembrada a dos densidades de leguminosa (alta y baja).

Festuca en combinación con dos densidades de							
Corte Número	Fecha de corte	Trébol blanco		Trébol subterráneo		Lotus	
		Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja
1	24. 9.62	93	96	95	97	99	100
2	16.10.62	88	95	91	95	98	99
3	14.11.62	84	93	85	98	91	96
4	28.12.62	59	70	100	100	57	66
6	26. 4.63	73	78	96	98	79	80
8	13. 8.63	45	33	53	91	96	97
10	8.10.63	54	52	58	76	79	78
12	18.12.63	38	31	88	77	21	21
14	2. 4.64	60	57	100	100	50	50
16	24. 6.64	35	24	52	67	74	69

Producción de Proteína

Los resultados porcentuales de los análisis de proteína cruda de festuca y las respectivas leguminosas, a cada densidad de siembra de la leguminosa, son expuestos en los Cuadros 16 y 17. Los valores presentados son sobre materia seca.

CUADRO 16. Contenido de proteína cruda en la leguminosa (cortes 13, 15 y 17). Porcentaje de la materia seca.

Densidad	Corte 13			Corte 15			Corte 17		
	T.B.	T.S.	L.	T.B.	T.S.	L.	T.B.	T.S.	L.
Alta	19,16	-	17,41	28,85	25,00	29,03	24,85	26,10	25,60
Baja	20,06	-	17,54	28,75	25,44	29,47	26,10	24,87	26,60

* T.B. = trébol blanco; T.S. = trébol subterráneo; L. = lotus

CUADRO 17. Contenido de proteína cruda en festuca sola (cortes 13, 15 y 17). Porcentaje de la materia seca.

Densidad	Corte 13			Corte 15			Corte 17		
	T.B.	T.S.	L.	T.B.	T.S.	L.	T.B.	T.S.	L.
Alta	14,94	12,22	13,69	19,94	16,58	19,03	16,00	13,16	13,44
Baja	13,85	11,12	13,81	20,79	17,03	18,31	16,22	13,94	14,03

* T.B. = trébol blanco; T.S. = trébol subterráneo; L. = lotus

Las leguminosas en los cortes 15 y 17 (Cuadro 16) tuvieron un porcentaje de proteína cruda substancialmente más elevado que en el corte 13. En este corte el trébol subterráneo no estuvo presente en la pradera en razón de su ciclo vegetativo.

El contenido de proteína cruda de la festuca fue influenciado por la leguminosa con la que ésta entraba en combinación. Así, la gramínea cuando sembrada con trébol blanco, mostró un porcentaje de proteína más elevado que cuando sembrada con las otras dos leguminosas. Esta influencia del trébol blanco pareció manifestarse en los tres cortes por igual.

Se analizaron las producciones de proteína cruda en el forraje seco total (leguminosas más festuca), para los cortes 15 y 17. Se hizo análisis de variancia para cada corte por separado. En el corte 15 el efecto de la leguminosa asociada se manifestó como altamente significativo, y la interacción densidad de festuca por densidad de siembra de la leguminosa como significativa.

Dentro de la mayor densidad de siembra de la leguminosa no hubo diferencias significativas en la producción de proteína entre las diferentes densidades de siembra de la festuca. Sin embargo, se obtuvo una producción ligeramente más elevada (250 kg/há) con la densidad de 20 kg/há de la gramínea. Dentro de la densidad de siembra menor de la leguminosa, hubo una relación inversa entre densidades de siembra de la festuca y el rendimiento de proteína cruda. A 5 kg/há de semilla de la gramínea correspondieron 250 kg/há de proteína cruda mientras que a 20 kg de semilla de festuca hubo 170 kg/há de proteína cruda.

En el corte 17 resultó significativa solamente la leguminosa empleada. El trébol blanco en combinación con festuca rindió un promedio de 450 kg/há de proteína cruda, en tanto que la combinación con trébol subterráneo rindió 70 kg, y la mezcla incluyendo lotus 40 kg/há. El valor alcanzado por la producción de la mezcla con el trébol blanco fue debido al elevado rendimiento en peso seco total (1,59 tn/há) del forraje.

DISCUSION

Densidad de Festuca en Relación con los Rendimientos

Las densidades a que fuera sembrada la gramínea gravitaron con características propias en los rendimientos del ensayo.

Los efectos directamente atribuibles a la densidad de siembra se manifestaron particularmente en forma de procesos de competencia.

En un primer momento, cuando aún la superficie del suelo no había sido totalmente cubierta por las plantas, no se observaron fenómenos apreciables de competencia. El desarrollo y producción de cada planta, como una unidad aislada, dependió enteramente de la capacidad de aprovechar su ambiente, y el rendimiento de la pradera como un todo fue primordialmente una función de la densidad de siembra de la festuca, y en un grado mucho menor, de la leguminosa acompañante.

A partir del corte 3º, la competencia por el ambiente comenzó a ser operativa, primero a las densidades de siembra mayores, y luego en las cuatro densidades por igual. Luego del corte 13º ya no hubo diferencias significativas entre densidades. Parecería evidente que, por lo menos durante los primeros cortes, el factor que más contribuyó en uniformar la producción entre las diferentes densidades de siembra fue la luz (14).

La producción total (gramínea más la leguminosa asociada) fue afectada en forma directa por la densidad de siembra de la festuca.

En un principio fue función directa de esta última. Pero posteriormente, y hasta el corte 12, un excesivo número de plantas de gramínea por unidad de superficie incidió adversamente en los rendimientos, los que fueron significativamente mayores con las menores densidades de siembra. Procesos de competencia más intensos habrían dificultado el buen desarrollo de la leguminosa acompañante, y como consecuencia, ésta fijó menos nitrógeno disponible luego para la gramínea. Este fenómeno fue ya observado en otras partes (12, 42). Finalmente, se llegó a una situación de equilibrio, en el que la producción total fue semejante para todas las densidades, lo que concuerda con lo hallado por Holliday (24).

Considerando solamente las densidades extremas de siembra de la festuca, se encontró que hasta el segundo corte, 20 kg/há se tradujeron en un 67% más de forraje verde total, en tanto que a partir del tercero, y hasta el decimosegundo corte, 5 kg significaron un 75% más de forraje en comparación con 20 kg. Traducido en cifras absolutas, los valores acumulados para los cortes 3 a 12 fueron 45,5 tn/há para 5 kg/há, y 34,0 tn para los 20 kg, correspondientes a un período que abarcó 13 meses. Antes que se llegara a una producción de forraje semejante para cualquier densidad de siembra de la gramínea, cosa que ocurrió del corte 13 en adelante, 5 kg de festuca habían rendido 6,3 tn más de materia verde total que 20 kg.

La producción máxima de forraje total acumulado fue la correspondiente a trébol blanco más festuca en su menor densidad de siembra. Resultaría aparente que a 5 kg/há la competencia por luz, agua y nutrientes es mínima, en comparación con densidades mayores. Hubo menos plantas de festuca por unidad de superficie, pero cada planta

produjo más, y el espacio restante fue ocupado por el trébol blanco, el que prosperó mejor y fijó más nitrógeno aprovechable luego para la gramínea. La densidad menor de siembra de la festuca fue óptima para cualquiera de las tres combinaciones con las respectivas leguminosas, pero alcanzó significativa importancia sólo con el trébol blanco y el trébol subterráneo. En este último caso la producción máxima acumulada fue lograda a 5 y 15 kg de densidad de siembra de la gramínea, pero desde un punto de vista práctico es evidente que no pagará el sembrar por arriba de los 5 kilogramos.

Hubo una relación directa entre densidades de siembra de festuca y número de plantas, en un principio, y número de macollos, un año más tarde. Sin embargo, como se viera antes, la producción de la gramínea fue las más de las veces inversa a la densidad original. Esto lleva a suponer que la producción por planta, y luego por macollo, descendió drásticamente por efecto de la competencia por luz, y muy probablemente también por agua y nutrientes minerales.

Resulta evidente que las densidades de siembra de la gramínea que se emplearon estuvieron marcadamente por encima de los valores óptimos para la zona, por lo menos en lo que a las tres densidades más elevadas se refiere. No se está aún en condiciones de establecer cuál puede ser la densidad mínima óptima de siembra, por no contar con: a) antecedentes de otros ensayos realizados en el área, y b) resultados a densidades aún menores de siembra que permitan precisar mejor ese valor mínimo.

Leguminosa Empleada y su Influencia sobre la Producción

Cuando se observa la Figura 4 salta inmediatamente a la vista las grandes variaciones experimentadas por la composición botánica de las tres combinaciones a lo largo de los dos años.

La mezcla con trébol blanco se mantuvo bastante equilibrada, pero con una tendencia al predominio de la leguminosa. La permanencia del trébol blanco en la pradera a lo largo del año contribuyó a que la producción de la mezcla fuese más uniforme en todas las estaciones que las mezclas con trébol subterráneo y lotus. Wagner (55) y Wilson y Peake (57) obtuvieron resultados similares en Maryland y Alberta.

La producción marcadamente estacional del lotus y el trébol subterráneo estuvo reflejada en la composición botánica de la pradera. Ambas curvas presentan una tendencia similar, pero con sus porcentajes máximos de leguminosa desplazados unos cuatro cortes entre sí. En la Figura 5 se destaca este carácter estacional de la producción total, cuando la festuca es sembrada con trébol subterráneo o con lotus. Llama fuertemente la atención que la primera de las combinaciones mencionada tiene dos máximos de producción, uno muy marcado en primavera, y otro mucho menor en otoño, en tanto que la segunda combinación presenta una curva de producción que desciende de su máximo en primavera, al mínimo valor en invierno. La capacidad del lotus de proveer forraje en pleno verano está en relación con su ciclo vegetativo, su sistema radicular profundo, y por ende, su gran resistencia a las sequías estivales.

Hasta el 5º corte, la producción de materia verde total no difirió estadísticamente entre las tres mezclas. Quiere decir que debieron pasar seis meses antes de lograr un buen establecimiento de las leguminosas, y que éstas gravitasen sobre los rendimientos totales. Llevó algo más de tiempo (41 intervalo de un corte) hasta que la primera leguminosa hiciese sentir su influencia sobre el rendimiento de la gramínea. Quizá una primera transferencia de nitrógeno

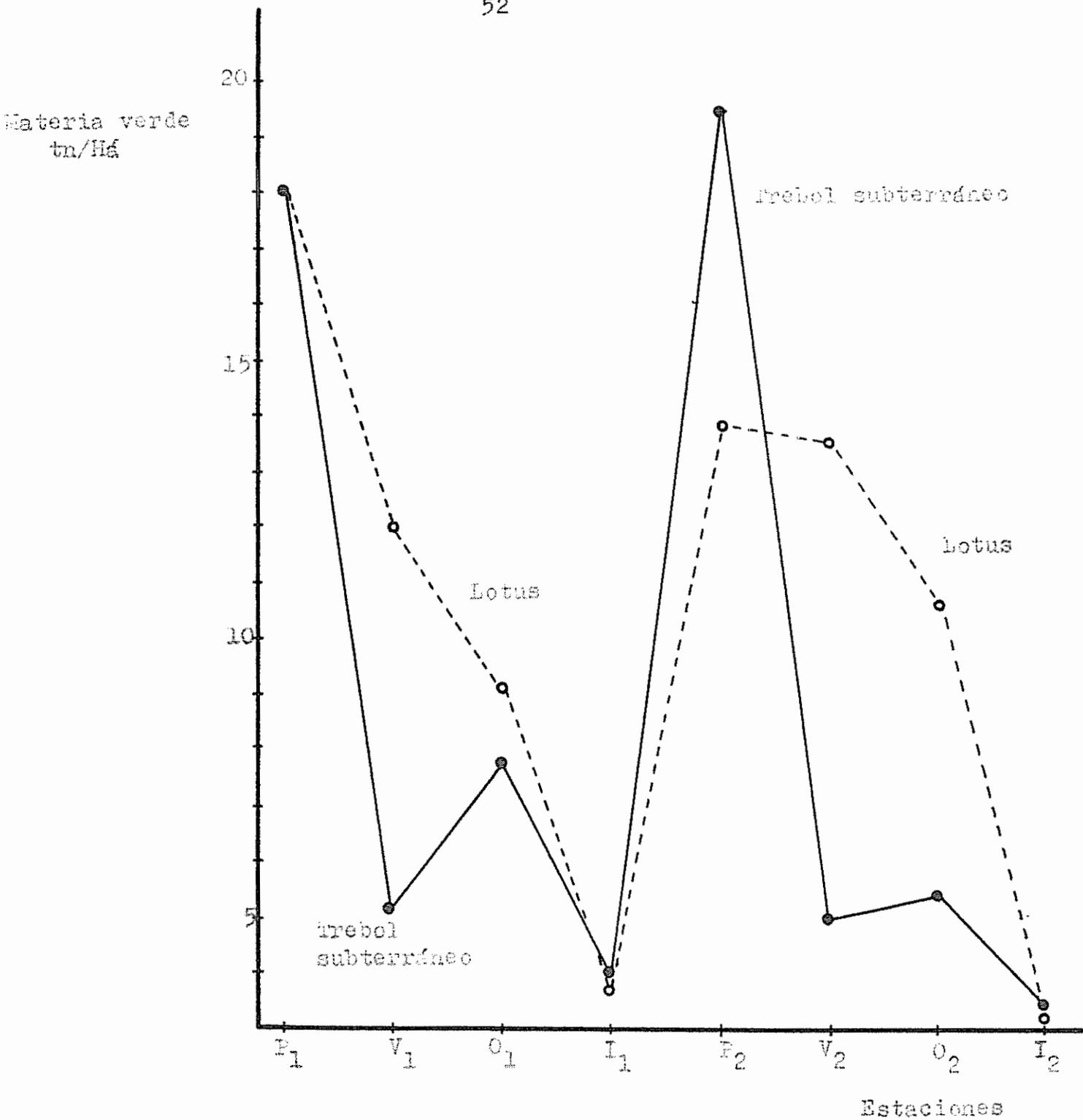


Fig 5- Rendimiento estacional de materia verde total (fescuca + leguminosa) para Arbol subterráneo y Lotus, en tn/Há. Cortes 1 a 16.

tuvo lugar del trébol blanco a la festuca, cuando un vigoroso crecimiento de la leguminosa en primavera y principios de verano fue seguido por la sequía estival de 1963. Puede pensarse que esa circunstancia provocó alguna mortandad de raíces y desintegración de nódulos, cuyo nitrógeno comenzó a ser aprovechado por la gramínea.

En el corte 8 la combinación con trébol blanco se caracterizó por su baja producción de festuca, si bien la producción total fue superior a la de las otras dos mezclas. La estación en ese momento era muy favorable a esa leguminosa, y podría sugerirse que un crecimiento muy activo de trébol logró competir con la gramínea haciendo descender sus rendimientos.

Un aspecto importante para recalcar son las oscilaciones experimentadas por la producción de gramínea en relación a la producción de la leguminosa acompañante.

La producción de festuca fue máxima cuando sembrada con trébol blanco, lo cual puede ser atribuido sin duda a un efectivo mecanismo de transferencia de nitrógeno de la leguminosa a la gramínea. No obstante existir en apariencia una estrecha relación entre la producción del trébol y la de la festuca, no se encontró una correlación significativa entre ellas.

El efecto arriba mencionado aparentemente no fue tan efectivo en el caso del trébol subterráneo. En la época en que éste desaparecía de la pradera, la producción de la gramínea descendió sensiblemente, pareciendo indicar que poco nitrógeno en el suelo quedaba a disposición de la festuca. Tampoco hubo correlación significativa entre los rendimientos de ambos componentes.

El lotus fue más eficiente sin duda que el trébol subterráneo en su carácter de cultivo acompañante. La producción de festuca fue superior cuando sembrada con lotus, y aparentemente la transferencia de nitrógeno fue un proceso gradual y relativamente constante a lo largo del tiempo, ya que no hubo ninguna correlación entre rendimientos de cada constituyente.

La agresividad del trébol blanco se puso de manifiesto en su tendencia a desplazar lentamente a la festuca de la mezcla, y su habilidad para ingresar en las praderas de lotus y trébol subterráneo, donde representó la única maleza de importancia cuantitativa. En una pradera sometida a pastoreo, en cambio la gradual dominancia del trébol blanco podría ser controlada por efecto del retorno de nitrógeno en las deyecciones de los animales. El fenómeno inverso, es decir, la invasión de cualquiera de las otras leguminosas dentro de la pradera con trébol blanco, no tuvo lugar.

Este fenómeno revela por otra parte que existió en esos suelos una situación de carencia de nitrógeno, que favoreció marcadamente al trébol blanco. La influencia de esta leguminosa se hizo sentir no solamente en una producción total mayor, sino también en un sensible aumento en la producción de proteína cruda en el forraje. Hubo un porcentaje mayor de proteína cruda no solamente en la leguminosa, sino también en la festuca, comparando con las otras dos combinaciones, lo cual probaría cuán efectivo fue el mecanismo de transferencia del nitrógeno del trébol a la gramínea. Esta tendencia del trébol blanco de aumentar el contenido proteico de la gramínea acompañante ya había sido señalada por Wilson y Peake (57).

La densidad a que fueran sembradas las leguminosas fue un factor de muy poca importancia, y no incidió en los rendimientos totales. La población de leguminosas alcanzó una densidad óptima que fue independiente de la cantidad de semilla empleada en la siembra, y sólo dependió de su capacidad de competir entre sí y con la gramínea. La producción de la mezcla de festuca con trébol blanco fue la más elevada y uniforme a lo largo de todo el año. En comparación, la combinación con trébol subterráneo resultó muy inferior, ya que sólo produjo aceptablemente en dos estaciones del año, en tanto que la mezcla con lotus fue satisfactoria únicamente en el verano. De ahí que pueda afirmarse que una pradera permanente de festuca más trébol blanco será la más adecuada para la zona, pues proveerá forraje abundante durante casi todos los meses del año, excepto quizá la época seca del verano, en la que habrá que suplementar con silaje o heno.

EXPERIMENTO N° 2

Efecto del manejo sobre la producción
y composición botánica de una pradera

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El ensayo se sembró el 4 de junio de 1963, en la misma área y sobre un tipo de suelo similar al del experimento N° 1. Se sembró al voleo y poco después se cortó para controlar malezas.

Diseño Experimental

El diseño seguido es el de bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Cada tratamiento resulta de la combinación de dos intensidades de pastoreo, a lo largo de las cuatro épocas del año. Cada parcela tiene 5 por 9 metros. Los resultados fueron objeto de interpretación estadística.

Tratamientos

Los pastoreos se efectuaban simultáneamente sobre las cuatro repeticiones de cada tratamiento, mediante el uso de jaulas móviles, cada vez que la altura modal de un tratamiento alcanzaba el valor fijado. Se usaron ovinos (8 a 10 capones por jaula, por uno a dos días de pastoreo), salvo en una oportunidad en que los ocho tratamientos fueron cortados con máquina, con el fin de uniformar en cada tratamiento la producción de forraje. Luego de cada pastoreo se emparejaban las parcelas con máquina.

En el Cuadro siguiente se muestran las combinaciones de pastoreo empleadas.

Tratamiento	Invierno (Jun-Jul-Ago)	Primavera (Set-Oct-Nov)	Verano (Dic-Ene-Feb)	Otoño (Mar-Abr-May)
1	N	N	N	N
2	I	I	I	I
3	I	N	N	N
4	N	I	N	N
5	N	N	I	N
6	N	N	N	I
7	N	I	N	I
8	I	N	I	N

Donde: N = Pastoreo cuando el forraje alcanza una altura modal de 20 cm hasta 5 cm;

I = Pastoreo cuando el forraje alcanza una altura modal de 10 cm hasta 2 cm.

Mezcla

La mezcla empleada en la siembra fue:

Especie	kg/há
Festuca arundinacea	8
Phalaris tuberosa	3
Trifolium repens var. Ladino	2
Lotus corniculatus	6

Determinación de Rendimientos

Previo a la iniciación del pastoreo se cortó una muestra de forraje de 1 m^2 , fraccionada en cuatro submuestras de $0,25 \text{ m}^2$ sobre cada una de las cuatro repeticiones. El esquema de extracción de éstas era tal que no se repetía en el mismo lugar en el corte siguiente del mismo tratamiento.

Se pesaron las muestras inmediatamente después de cortadas. A continuación se homogeneizó la muestra y se extrajo al azar una submuestra para análisis botánico. Se separó a mano cada uno de los componentes originales de la mezcla y la maleza. A partir del primer corte de otoño de 1964, se modificó la técnica del análisis botánico en la siguiente forma: la submuestra se separó a mano en tres componentes: gramíneas, leguminosas y maleza miscelánea. Se tomó en cuenta no solamente las especies que entraron en la mezcla original, sino también aquellas otras que ingresaron posteriormente a la pradera.

Las muestras separadas se llevaron a peso seco.

Determinación de Proteína Cruda

Las muestras secas de los ocho tratamientos correspondientes a otoño e invierno fueron analizadas para nitrógeno, siguiendo el método de micro-Kjeldahl. Se estimó la proteína cruda multiplicando los resultados por 6,25.

Censos de Vegetación

En abril y en julio de 1964 se realizaron censos de vegetación mediante el "método de los puntos" descrita por Levy y Madden (35). En cada oportunidad se leyeron 240 toques sobre cada tratamiento.

Determinación de Humedad y Porcentaje de Materia Orgánica en el Suelo

A mediados de enero de 1964, coincidente con un período de sequía estival, se hallaron valores de humedad en el suelo por el método gravimétrico. En mayo de ese año se analizaron muestras de suelo de todas las parcelas para determinar valores de materia orgánica en el suelo. Para los análisis se siguió la técnica de Kurmies (33).

Fertilizaciones

En el momento de la siembra se fertilizó con 300 kg/há de superfosfato. El 22 de julio de 1963 se aplicaron 100 kg/há de sulfato de amonio en cobertura. Posteriormente, en junio de 1964 se fertilizó nuevamente con 200 kg/há de superfosfato.

RESULTADOS

Producción Verde Total

El primer pastoreo correspondió al tratamiento 2, realizado el 12 de noviembre de 1963. El número total de pastoreos por tratamiento y por estación como sus fechas de realización, desde aquella fecha hasta el 28 de agosto de 1964, son mostrados en el Cuadro 18.

El primer año del ensayo fue 1963, y los pastoreos fueron iniciados tarde en la primavera. Esta es la razón de que en esa estación hubiese un solo corte, y por ello los rendimientos son tan bajos.

Se observa también que el tratamiento 2 tuvo 10 pastoreos, contra la mitad de los tratamientos 4, 5 y 8.

La producción acumulada de materia verde, estacional y total, para cada tratamiento, es presentada en el Cuadro 19.

La primavera fue más favorable para los tratamientos normales, los que rindieron un 30,7% más que los intensivos. El verano se presentó seco, luego de un primer mes con buenas perspectivas climáticas. Los tratamientos intensivos fueron hasta un 14% más rendidores que los normales. Las buenas condiciones climáticas del otoño permitieron elevadas producciones de materia verde. Los tratamientos intensivos sobrepasaron en un 23,4% la producción de los normales. El invierno se caracterizó por una marcada supremacía (42,5% más) de los tratamientos intensivos sobre los normales. En esta estación hubo escasas precipitaciones acompañadas de temperaturas muy bajas. Ambos factores fueron responsables de la reducción en el número de cortes y en la producción estacional.

Se observa en la producción total, que el tratamiento 2, si bien fue el de producción más elevada, no difirió significativamente del tratamiento 1, no obstante tener cuatro cortes más a su favor. Los únicos tratamientos significativamente diferentes a los 1 y 2 fueron el 5 y 7.

CUADRO 18. Fechas de realización de los pastoreos desde el 12 de noviembre de 1963 hasta fines del invierno de 1964.

Estaciones	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Primavera	26.11.63	12.11.63	28.11.63	14.11.63	28.11.63	28.11.63	15.11.63	28.11.63
Verano	19.12.63	2.12.63 17.12.63 7. 1.64	23.12.63	16.12.63	13.12.63	20.12.63	6.12.63	11.12.64
Otoño	20. 3.64 23. 4.64 28. 5.64	16. 3.64 14. 4.64 4. 5.64 22. 5.64	26. 3.64 29. 4.64	2. 4.64 19. 5.64	25. 3.64 27. 4.64	18. 3.64 17. 4.64 25. 5.64	19. 3.64 20. 4.64 18. 5.64	8. 4.64
Invierno	26. 8.64	13. 7.64 13. 8.64	2. 6.64 4. 8.64	28. 8.64	5. 6.64	18. 8.64	16. 7.64	4. 6.64 10. 8.64
Total	* (6)	(10)	(6)	(5)	(5)	(6)	(6)	(5)

* Entre paréntesis figura el número de cortes de cada tratamiento.

CUADRO 19. Producción de materia verde (incluyendo maleza de hoja ancha). tn/há.

Estaciones	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Primavera 1963	13,5	9,6	14,9	12,0	14,2	16,7	12,4	14,7
Verano 1964	11,5	19,3	9,3	11,2	6,2	10,4	6,9	7,5
Otoño 1964	30,3	26,7	15,8	21,3	16,5	20,9	19,9	7,2
Invierno 1964	15,2	18,1	17,8	13,4	15,6	18,7	13,9	29,8
Total	★ 70,5 _b	73,7 _b	57,8 _{ab}	57,9 _{ab}	52,5 _a	66,7 _{ab}	53,1 _a	59,2 _{ab}

★ Valores seguidos de una misma letra no difieren significativamente al nivel del 1%.

Producción de Materia Seca

La producción de materia seca, incluyendo maleza de hoja ancha, fue calculada recién a partir del primer corte de otoño de 1964. En el Cuadro 20 se muestra la producción estacional de otoño e invierno de 1964. En otoño, el tratamiento 1 (normal todo el año) resultó más productivo que todos los demás, si bien los tratamientos intensivos (2, 6 y 7) tomados en conjunto fueron un 30,1% más productivos que los normales. En invierno, el tratamiento más rendidor fue el 8 (intensivo durante esa estación), y el conjunto de los tratamientos intensivos (2, 3 y 8) fue esta vez un 39,2% más rendidor que los normales. Considerando el total para las dos estaciones, los tratamientos que proporcionaron más producción de materia seca fueron nuevamente el 1 y el 2.

CUADRO 20. Producción estacional de materia seca total, para otoño e invierno. tn/há.

Estaciones	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Otoño	4,32 _d	4,10 _{cd}	2,70 _b	3,40 _{bcd}	2,83 _{bc}	3,62 _{bcd}	3,70 _{bcd}	1,40 _a
Invierno	2,48 _{bcd}	2,97 _{bd}	3,29 _{bd}	2,48 _{bcd}	1,74 _{ac}	2,68 _{bcd}	2,32 _{acd}	3,52 _b
Total	6,80	7,07	5,99	5,88	4,57	6,30	6,02	4,92

★ Dentro de cada estación, promedios seguidos de una misma letra no difieren significativamente al nivel del 1%.

El tratamiento 8, en el otoño, fue significativamente inferior a todos los demás. Los tratamientos 1, 2, 4, 6 y 7 no difirieron entre sí.

En el invierno, los tres tratamientos intensivos fueron más rendidores que los normales, pero difirieron significativamente sólo con respecto al tratamiento 5.

Composición Botánica

En el Cuadro 21 se muestra la composición botánica porcentual, obtenida por separación manual, correspondiente a los 8 tratamientos, en primavera y verano del primer año del ensayo. En la primavera hubo sólo un pastoreo para cada uno de los tratamientos. Esto es, la composición botánica de la pradera al principio fue un resultado de la simple capacidad de cada especie para ocupar un lugar en el tapiz.

Nótese la agresividad del trébol blanco Ladino para dominar desde el principio sobre los demás componentes de la mezcla. Phalaris fue la especie menos competitiva. En el verano disminuyó algo la

proporción del trébol, y aumentó sensiblemente el lotus, el que en razón de su ciclo vegetativo y vigoroso sistema radicular está más en condiciones de soportar las sequías estivales. Las malezas disminuyeron con referencia a la primavera.

En el otoño e invierno de 1964 se realizaron estimaciones de porcentaje del área cubierta por los diferentes componentes del tapiz vegetal. Esta información es presentada en el Cuadro 22. Si bien los análisis botánicos realizados por separación a mano y pesado de las muestras no son estrictamente comparables con las estimaciones de superficie cubierta obtenidas con el "método de los puntos", resulta interesante comparar los resultados del primer análisis botánico hecho en primavera, con los del último análisis efectuado en invierno del siguiente año (Cuadros 21 y 22). El trébol blanco aumentó en los tratamientos 1, 3, 4, 5 y 8, disminuyó en el 6 y 7 y varió poco en el 2.

CUADRO 21. Composición botánica en porcentaje, para todos los tratamientos, correspondiente a primavera y verano 1963/64.

Estaciones	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<u>Primavera</u>								
Trébol blanco	^{itr} 80,1	72,2	65,7	65,6	72,1	83,8	74,3	67,9
Lotus	4,6	6,7	14,4	7,3	10,0	5,8	6,2	6,2
Festuca	2,4	1,3	1,5	4,2	4,4	3,0	4,0	4,6
Phalaris	2,7	1,1	3,7	2,8	4,6	0,4	1,9	4,6
Maleza	10,2	18,7	14,7	20,1	8,9	7,0	13,6	16,7
<u>Verano</u>								
Trébol blanco	68,3	^{itr} 66,8	68,9	54,5	76,7	72,9	73,0	76,3
Lotus	9,7	7,4	20,5	24,7	10,2	17,4	10,7	10,1
Festuca	9,2	6,2	4,9	3,4	4,9	2,5	6,7	3,3
Phalaris	3,6	2,3	1,4	2,4	2,0	0,6	1,7	0,9
Maleza	9,2	17,3	4,3	15,0	6,2	6,6	7,9	9,4

^{itr} Promedios de tres cortes. ^{itr} Valores calculados a partir de muestras separadas a mano. En cada estación, cada tratamiento tuvo 1 corte, excepto al tratamiento 2 en verano.

CUADRO 22. Composición botánica en términos de porcentaje de área cubierta, para todos los tratamientos, correspondiente a otoño e invierno de 1964.

Variedades	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<u>Otoño</u>								
Trébol blanco	59,5	60,9	48,2	27,5	54,0	65,4	55,0	45,2
Lotus	9,3	3,2	14,3	27,9	21,0	14,8	13,9	29,3
Festuca	3,0	7,3	5,4	8,8	4,0	1,1	9,1	4,8
Phalaris	2,1	4,5	0,4	3,9	1,4	1,1	2,4	2,4
Gramíneas malezas	14,3	17,3	14,7	22,6	11,6	6,6	10,0	12,0
Leguminosas malezas	0,8	-	0,9	-	-	-	-	0,5
Malezas misceláneas	11,0	6,8	16,1	9,3	8,0	11,0	9,6	5,8
Total gramíneas	19,4	29,1	20,5	35,3	17,0	8,8	21,5	19,2
Total leguminosas	69,6	64,1	63,4	55,4	75,0	80,2	68,9	75,0
Malezas misceláneas	11,0	24,1	16,1	9,3	8,0	17,6	19,6	5,8
<u>Invierno</u>								
Trébol blanco	85,9	69,8	82,0	71,3	83,9	77,8	64,5	89,6
Lotus	0,4	0,5 ^I	0,4 ^I	3,5	0,9	3,0	2,8	0,9 ^I
Festuca	4,3	8,9	2,2	10,0	6,1	0,9	6,2	2,7
Phalaris	1,7	6,9	0,4	2,2	2,6	0,4	3,8	1,4
Gramíneas malezas	5,6	9,9	7,5	6,5	2,6	12,8	13,7	3,2
Leguminosas malezas	-	-	-	-	0,9	-	-	-
Malezas misceláneas	2,1	4,0	7,5	6,5	3,0	5,1	9,0	2,2
Total gramíneas	11,6	25,7	10,1	18,7	11,3	14,1	23,7	7,3
Total leguminosas	86,3	70,3	82,4	74,8	85,7	80,8	67,3	90,5
Malezas misceláneas	2,1	4,0	7,5	6,5	3,0	5,1	9,0	2,2

El lotus decreció marcadamente en todos los tratamientos, si bien se mantuvo consistentemente alto en el tratamiento 4. La festuca aumentó su proporción en todos los tratamientos, excepto en el 6 y 8, donde disminuyó marcadamente. El phalaris aumentó su porcentaje en los tratamientos 2 y 7, y decreció en todos los demás excepto en el 6, donde no varió. La proporción de maleza total aumentó en los tratamientos 2, 4, 6 y 7, disminuyó en el 1, 5 y 8, y permaneció constante en el 3.

El trébol blanco no experimentó variaciones significativas en su composición porcentual entre tratamientos en el otoño. Tampoco hubo diferencias significativas cuando se compararon todos los tratamientos normales contra todos los intensivos. Para el invierno, hubo diferencias significativas al nivel del 5%. A continuación se muestran las comparaciones de promedios de tratamientos correspondientes a esa estación:

Tratamientos	7	2	4	6	3	5	8	1
Promedios (%)	56,7	59,1	68,4	76,3	79,8	80,5	83,2	84,3

Observación: Promedios subrayados por una misma línea no difieren significativamente al nivel del 5%.

El tratamiento 1, normal todo el año, fue el más elevado en trébol Ladino, seguido por el 8, normal en otoño e intensivo en invierno. El tratamiento 2, intensivo todo el año, fue uno de los más bajos en proporción de trébol. No hubo diferencias significativas al compararse todos los tratamientos intensivos contra todos los normales.

El porcentaje de festuca más phalaris varió entre tratamientos en otoño e invierno. En el Cuadro 23 se exponen los resultados de las comparaciones entre promedios.

CUADRO 23. Porcentajes de festuca más phalaris, para todos los tratamientos, correspondientes a otoño e invierno de 1964.

Estaciones	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Otoño	^x 4,6 _{ab}	10,1 _b	5,4 _b	10,2 _b	3,7 _{ab}	0,8 _a	9,8 _b	6,0 _b
Invierno	4,3 _{abcd}	12,4 _d	1,7 _{ab}	11,4 _{ac}	7,8 _{bcd}	0,6 _a	8,3 _{cd}	3,6 _{abc}

^x Dentro de cada estación, valores seguidos por una misma letra no difieren significativamente al nivel del 1%.

Puede verse que el tratamiento 6 fue el más bajo, en ambas estaciones, en su contenido de gramíneas sembradas. El tratamiento 4 (intensivo en primavera y normal el resto del año) tuvo el porcentaje más alto de festuca y phalaris, seguido por el tratamiento 2. En invierno esta situación se invirtió. El tratamiento 2 fue el más alto en contenido de gramíneas, seguido por los tratamientos normales 4, 7, 5 y 1.

Tanto en otoño como en invierno, las comparaciones entre todos los tratamientos intensivos y todos los normales no arrojaron diferencias significativas en cuanto a sus porcentajes de gramíneas sembradas originalmente en la mezcla.

En la Figura 6 se ilustran los cambios en la composición botánica de otoño a invierno en los ocho tratamientos. Se observa que en todos los casos hubo una tendencia hacia el aumento en la proporción de las leguminosas en la pradera, salvo en el tratamiento 6, donde el porcentaje permaneció constante, y en el 7, donde disminuyó ligeramente. Las gramíneas descendieron en su proporción en todos los tratamientos, excepto en el 6 y el 7 en los que aumentaron perceptiblemente. Las mezclas de hoja ancha disminuyeron en todos los tratamientos.

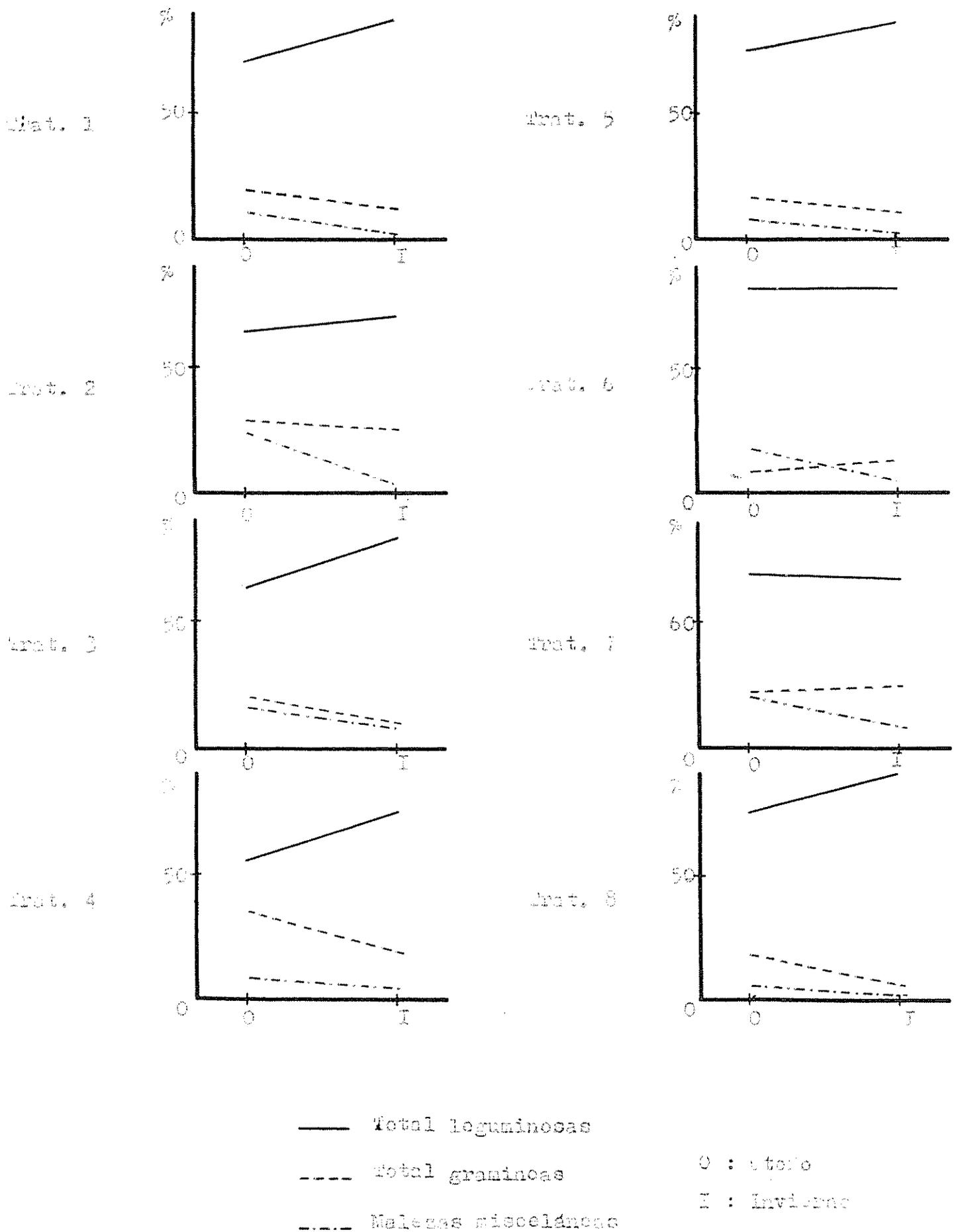


Fig 6- Porcentaje de área cubierta por gramíneas, leguminosas y malezas, para otoño e invierno, en los ocho tratamientos.

Proteína Cruda

El contenido en proteína cruda del forraje estuvo afectado por los tratamientos, por la época y por el tipo de forraje.

Considerando valores promedios para otoño e invierno combinados, se halló que el tratamiento 2 tuvo un porcentaje de proteína cruda en el forraje total (gramíneas más leguminosas) significativamente más elevado que cualquiera de los otros tratamientos, excepto el 5. Esto es mostrado a continuación:

Tratamientos	7	4	8	3	6	1	5	2
Promedios (%)	21,8	22,2	22,5	23,4	23,5	24,0	24,2	27,2

En el invierno, el porcentaje de proteína cruda promedio en el forraje total ascendió a 24,3%, en tanto que en el otoño este valor fue del 22,8%. La diferencia resultó significativa al nivel del 5%.

Las leguminosas (valores promedios para las dos estaciones) fueron más elevadas en proteína cruda que las gramíneas, aquellas con 26,6% y éstas con 20,4% respectivamente, y esta diferencia fue significativa al 1%.

No hubo interacción de época por tipo de forraje.

Humedad en el Suelo

Se efectuó una determinación gravimétrica de humedad en el suelo, a mediados de enero de 1964, coincidente con una pronunciada sequía estival (Cuadro 24). El análisis de la información obtenida de las muestras extraídas a 5 y 10 centímetros de profundidad sobre todos los tratamientos no arrojó diferencias significativas. La humedad promedio en los 5 primeros centímetros fue de 7,16% en tanto que a los 10 centímetros fue de 10,76%. Según lo determinado por el Programa de Agroclimatología del Centro, el punto de marchitez a los 10 cm fue de 11.5%. Esto es, la pradera estuvo sometida en ese tiempo a condiciones extremas de falta de humedad en el suelo.

CUADRO 24. Humedad en el suelo, en porciento, hallada a dos profundidades sobre todos los tratamientos. 16 de enero de 1964.

Profundidad	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5 cm	7,00	7,98	6,86	9,91	6,84	6,86	7,58	6,77
10 cm	10,66	11,11	10,18	11,02	10,87	10,76	10,80	10,70

Materia Orgánica en el Suelo

Se sacaron muestras de suelo en la primera semana de mayo de 1964, para determinar el contenido de materia orgánica. El promedio general de materia orgánica para muestras entre 0 y 5 centímetros fue de 2,97% y entre 5 y 10 centímetros, 2,68%.

Para muestras entre 0 y 5 centímetros de profundidad hubo diferencias significativas entre tratamientos al nivel del 5%, las que se muestran a continuación:

Tratamientos	1	8	2	3	6	4	7	5
Promedios (%)	2,82	2,84	2,93	2,96	2,96	3,00	3,02	3,21

El tratamiento 5 difirió significativamente de todos los demás menos con el 7.

Entre 5 y 10 centímetros de profundidad no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

DISCUSION

Influencia del Manejo del Pastoreo sobre los Rendimientos

La producción de materia verde total, desde la implantación de la pradera hasta fines de agosto de 1964, estuvo influenciada significativamente por los tratamientos impuestos al ensayo. Los tratamientos 1 y 2, que fueran pastoreados normal e intensivamente todo el año, se destacaron como los más productivos. Si bien sus rendimientos acumulados no difirieron significativamente entre sí, el 2 fue ligeramente superior. Este resultado concuerda en general con lo hallado por numerosos autores (3, 8, 18, 27), en el sentido de que a mayor intensidad de corte la producción es mayor. Debe hacerse notar, sin embargo, que la mayoría de los trabajos realizados en otras partes han incluido el empleo del trébol blanco de tipo salvaje e intermedio, de portes menores que la variedad Ladino. Se podría suponer que, de haberse empleado en la mezcla una variedad menos erecta, los resultados habrían favorecido más al tratamiento 2. Por otra parte, el alto rendimiento del tratamiento 1 confirmaría también lo sostenido por Brougham (8), quien halló que los cortes altos, en praderas formadas por especies erectas, favorecían una más rápida recuperación y rendimientos más elevados que cortes bajos.

Las combinaciones de intensidades de pastoreo han influido marcadamente sobre los rendimientos acumulados al cabo del primer año. Pastoreo intensivo de verano, luego de un tratamiento normal en primavera, deprimió la producción en esa estación más que otras combinaciones, pues luego del primer corte efectuado en diciembre, la sequía

estival demoró la recuperación de la pradera. Los tratamientos normales en verano tuvieron un solo pastoreo, también anterior al período seco, pero rindieron más por el simple hecho de haber proporcionado más forraje en el momento del corte.

En otoño, tratamientos normales precedidos de intensivos en la estación anterior, tendieron a rendir menos que las otras combinaciones. Se cree que cortes intensivos en verano luego de un tratamiento normal en primavera deprimieron la producción, pues durante gran parte de ese verano el rastrojo permaneció con escaso material fotosintetizante expuesto a una fuerte sequía. La productividad de tratamientos intensivos combinados con normales en verano fue ya más elevada, y esto parece lógico si se piensa que el rastrojo dejado en la estación estival fue más alto, y probablemente hubo menor eliminación de carbohidratos de reserva. Este último hecho quizá permitió una rápida recuperación de la pastura, y la posibilidad de un primer corte de otoño más anticipado que en los otros tratamientos.

En invierno, la producción de materia verde no difirió mayormente entre tratamientos, salvo para el tratamiento 8. Este llegó al fin del otoño faltando poco para que se practicara un segundo corte. Al entrar el invierno, le correspondía ser tratado como intensivo. Los tres tratamientos intensivos--2, 3 y 8--tuvieron en conjunto una producción más elevada que los normales. Si bien es cierto que el tratamiento 8 contribuyó a esta situación, se sabe por otra parte que un pastoreo bajo suele aumentar la eficiencia fotosintética de las forrajeras en invierno, al permitir aprovechar mejor la radiación solar incidente.

Los tratamientos 1 y 2 justifican un comentario aparte. La producción acumulada de materia verde de ambos fue la más elevada entre todos los tratamientos, y su producción estacional uniforme, salvo un brusco incremento en otoño.

La causa de estos altos rendimientos bien podría ser la siguiente. Cuando se somete una pradera a un determinado tratamiento, las especies forrajeras sufren adaptaciones fisiológicas y morfológicas que las colocan generalmente en mejores condiciones no solamente para sobrevivir sino incluso para producir (2, 8, 31, 45). Si pasado un tiempo, se cambia radicalmente el tratamiento, las especies de esa pradera requerirán un cierto lapso para adaptarse nuevamente al manejo impuesto. Se piensa que, de existir tal proceso en tratamientos que comprenden combinaciones de dos intensidades de pastoreo, aquellos tratamientos que tuviesen una sola intensidad a lo largo de todo el año podrían gozar de la ventaja de contar con plantas permanentemente adaptadas a una sola modalidad de manejo, ventaja que podría eventualmente traducirse en rendimientos más elevados. De todas maneras, el ensayo que se discute ha terminado su primer año: se piensa que debería transcurrir no menos de un año más para poder probar la certeza de esta hipótesis.

La producción de materia seca total estacional siguió una tendencia similar a la materia verde total, y caben también comentarios similares a los hechos más arriba. Es interesante mencionar que durante el otoño los tratamientos intensivos fueron algo más elevados (0,8%) en contenido de materia seca que los normales, en tanto que en el invierno no hubo diferencias apreciables.

El tratamiento 2 presentó el porcentaje más elevado de proteína cruda, con valores más altos en invierno que en el otoño, si bien en todos los tratamientos se dio que el porcentaje de materia seca fue ligeramente superior en el otoño. Lo primero concuerda con la literatura (5, 44, 45, 46) en el sentido de que cuanto más intensivo se corta una pradera, tanto más elevado el porcentaje de proteína cruda en la materia seca.

Le siguió el tratamiento 5 (normal todo el año excepto en verano), cuyo alto contenido en proteína cruda en el forraje puede ser atribuido en parte al hecho de tener bajos porcentajes de maleza de hoja ancha, tanto en otoño como en invierno. Los demás tratamientos no difirieron significativamente en su proporción de proteína cruda.

El tratamiento 5 se caracterizó también por un contenido muy elevado de materia orgánica en los primeros cinco centímetros de suelo. Una razón para ello pudo ser la siguiente: alta producción de forraje y gran desarrollo del sistema radicular en la primavera fueron seguidos por un pastoreo intensivo en verano, dando por resultado una reducción del tamaño de las raíces. Una proporción de raíces murió, pasando a engrosar la materia orgánica del suelo en el otoño siguiente, estación en la que se realizaron las tomas de muestras y los correspondientes análisis. Un fenómeno similar, aunque de menor magnitud, se repitió aparentemente en los tratamientos que combinaban las dos intensidades de pastoreo. En el tratamiento 2, en cambio, hubo baja cantidad de materia orgánica. Parecería lógico suponer que un pastoreo intensivo todo el año previno la deposición de material aéreo sobre la superficie, y disminuyó el tamaño de las raíces, con lo que poco material radicular pasó a enriquecer el suelo.

Efecto del Manejo sobre la Composición Botánica

El manejo del pastoreo afectó sensiblemente la composición botánica.

El trébol blanco, componente más importante de la pradera, sufrió cambios por efecto de los tratamientos, pero estos cambios siguieron una tendencia en contradicción con lo sostenido en otras partes.

Diversos autores (8, 20, 32, 47) confirmaron la estrecha relación existente entre cortes o pastoreos intensivos y dominancia del trébol. En el presente ensayo el trébol blanco dominó desde el primer corte sobre las demás especies de la mezcla, tendió a permanecer relativamente estable a lo largo del primer año, fue ligeramente incrementado por lo tratamientos normales, y disminuido por los intensivos. Quizá la explicación más razonable de este aparente contrasentido pueda ser dada en función del nitrógeno del suelo. El ensayo fue establecido sobre un suelo sin tradición agrícola anterior, en lo que a praderas cultivadas se refiere. En estas condiciones, según lo discute Sears (49), y bajo fertilización adecuada, se desarrolla una pradera con predominio de leguminosas, en la que el trébol blanco termina sobresaliendo en el ciclo. Hasta que la fertilidad del suelo no se incrementa lo suficiente como para permitir pasar a la siguiente etapa, de creciente dominancia de las gramíneas, las medidas de manejo tendientes a controlar o erradicar el trébol serán poco efectivas. Lo más razonable, continúa diciendo este autor, será entonces activar en todo lo posible la fijación de N por las leguminosas, mediante control del pastoreo y fertilizaciones en cobertura, entre otras medidas. Todo parece indicar, entonces, que la pradera se halla en la actualidad en esa etapa de activo dominio del trébol blanco.

Otras razones complementarias que explican esa situación pueden ser las relacionadas con fenómenos de dominancia. El trébol Ladino, por ejemplo, es más agresivo que otros tipos de trébol blanco, y esta dominancia se hace más evidente aún en presencia de especies acompañantes tales como las gramíneas empleadas en la mezcla, que son poco agresivas frente al Ladino.

En un tratamiento normal, la gramínea no encuentra las condiciones ecológicas apropiadas para tomar ventaja de un corte alto e infrecuente, mientras que el trébol Ladino es favorecido por una escasa competencia por parte del pasto, y la mayor oportunidad para acumular reservas, las que luego de un corte son movilizadas más efectivamente que en el tratamiento intensivo.

En el tratamiento intensivo, se produce una ligera reducción en el porcentaje de trébol explicable también desde un punto de vista de disminución de las reservas, y este aumento en superficie libre del suelo puede ser ocupado eventualmente por las gramíneas sembradas o invasoras y por las malezas de hoja ancha.

El alto porcentaje de trébol blanco en la pradera, bajo todos los tratamientos y a lo largo del año, hizo pensar en una probable relación entre dicho porcentaje y el rendimiento. Se halló que existía una correlación positiva entre ambas variables, y que ésta era significativa. Sin embargo, el coeficiente de correlación que se obtuvo ($r = 0,44 \pm 16$) fue bajo. Se sugieren las siguientes razones como posibles causas determinantes de ese valor bajo: a) el método de muestreo para la obtención de la composición botánica debió estandarizarse (por ejemplo, utilizar solamente determinación de cobertura por el "método de los puntos"); b) hizo falta otro año más de información; y

c) debió haberse trabajado exclusivamente en base a rendimientos de materia seca. De todos modos, es innegable que existió efectivamente esa relación, que ella era relativamente independiente del tratamiento que se aplicase, y que el factor que gravitó más en todo momento fue la carencia de nitrógeno en el suelo.

El lotus fue afectado desfavorablemente por los cortes intensivos. Esta especie es muy sensible al manejo: cortes bajos agotarían las reservas de la planta (50), en tanto que un manejo conservativo es más indicado para el mantenimiento de altos rendimientos (43). En invierno el porcentaje de lotus descendió, en razón de su mismo ciclo vegetativo, pero su proporción se mantuvo sensiblemente semejante al otoño, lo cual sugeriría que no hubo cambios importantes en la población de plantas, y sí sólo en su producción estacional.

CONCLUSIONES

Ensayo N° 1

1. La producción total de 17 cortes de la pradera resultó independiente de la densidad de siembra que se había utilizado.
2. Al principio, sin embargo, hubo diferencias en la producción total (festuca más leguminosa) por efecto de las densidades de siembra empleadas para la festuca. Los primeros cortes estuvieron en una relación directa con los montos de semilla empleados, luego, esa situación se invirtió, y durante trece meses, montos crecientes de semilla se correspondieron con rendimientos decrecientes de materia verde total. A partir del corte 13, hasta el último corte practicado, no hubo diferencias significativas debidas a densidades de siembra. Esta situación parece ser ya definitiva.
3. El trébol blanco en combinación con la festuca proporcionó una producción más elevada, más uniforme de estación a estación, y de más elevado contenido proteico, que las combinaciones con trébol subterráneo o lotus.
4. Los rendimientos de las mezclas de festuca más trébol subterráneo o lotus fueron fuertemente afectados por la producción estacional de estas leguminosas.
5. Para las condiciones en las que se realizó el ensayo, la combinación de festuca sembrada a 5 kg más trébol blanco a 3 kg por hectárea resultará la más adecuada para la implantación de una pradera mixta permanente.

Ensayo N° 2

Este es el primer año de un ensayo de manejo a largo plazo. El problema de la dominación de trébol blanco es muy manifiesto, y las tendencias en la composición botánica que se observaron durante este período, si bien las más de las veces no fueron significativas, pueden preluir cambios mayores en el futuro. Por esta misma razón es aún prematuro intentar sacar conclusiones definitivas de este ensayo.

Las siguientes tendencias pueden citarse:

1. Niveles bajos de nitrógeno en el suelo habrían conducido a una dominancia general de trébol blanco. Esta se manifestó como la más agresiva entre todas las especies empleadas, bajo diferentes combinaciones de manejo.
2. Los diferentes tratamientos de pastoreo influyeron sobre los rendimientos y composición botánica de la pradera mixta a lo largo de su primer año de implantación. El tratamiento que comprendió pastoreo intensivo todo el año rindió una producción ligeramente mayor (no significativa) que el tratamiento continuadamente normal, y fue superior a cualquier otra combinación.
3. El tratamiento intensivo estuvo ligado a un incremento significativo en la producción de proteína cruda en relación con los otros tratamientos.

De la comparación entre ambos ensayos resultaría claro que el efecto del manejo tuvo influencias mucho más profundas sobre la producción total que el efecto de la densidad de siembra.

RESUMEN

Se establecieron dos ensayos con praderas mixtas permanentes, dentro de terrenos pertenecientes al Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", en La Estanzuela, Uruguay.

El primero de ellos fue implantado en el otoño de 1962, y tuvo por objeto estudiar el efecto de diferentes densidades de siembra de las especies utilizadas, sobre el rendimiento y la composición botánica de la pradera. Se empleó Festuca arundinacea, con cuatro densidades de siembra, asociada con una leguminosa sembrada a dos densidades. Las leguminosas fueron: Trifolium repens var. Ladino, Trifolium subterraneum y Lotus corniculatus.

En el transcurso de los dos años de duración del ensayo se practicaron 17 cortes, analizándose separadamente la producción de la gramínea, la leguminosa y la producción total. Se encontró que las densidades de siembra de la festuca y la leguminosa influyeron sobre los rendimientos, pero que, a partir del corte 13, no hubo ya diferencias significativas. La especie de leguminosa influyó significativamente sobre la producción a lo largo de este período del ensayo. El trébol blanco más la gramínea tuvieron una producción total acumulada de materia verde de 99 toneladas por hectárea, el trébol subterráneo de 49 toneladas y el lotus de 58,5 toneladas. En la combinación con trébol blanco se obtuvo la producción más uniforme dentro de cada año.

El segundo ensayo se sembró en junio de 1963, empleándose una mezcla de Festuca arundinacea, Phalaris tuberosa, Trifolium repens var. Ladino y Lotus corniculatus. En este ensayo se intentó estudiar la influencia de diferentes combinaciones de pastoreo sobre la producción total y la composición botánica de la pradera.

Parecería que una carencia de nitrógeno en el suelo hizo predominar, ya desde el principio, al trébol blanco. Por ese motivo, no hubo cambios manifiestos en la composición botánica por efecto de los tratamientos. Estos en cambio influyeron fuertemente sobre la producción total. En general, los pastoreos intensivos fueron más rendidores que los normales, pero los tratamientos normal todo el año e intensivo todo el año tuvieron la producción acumulada más elevada, 70,5 y 73,7 toneladas de materia verde por hectárea respectivamente, seguidos por el tratamiento normal en invierno, primavera y verano, e intensivo en otoño con 66,7 toneladas. Un pastoreo frecuente e intensivo resultó el más elevado en contenido porcentual de proteína cruda.

Como una conclusión general puede afirmarse que el manejo impuesto a una pradera influyó más sobre la producción de forraje total que las densidades de siembra utilizadas.

SUMMARY

Two trials with permanent mixed pastures were established in fields of the Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" at La Estanzuela, Uruguay.

The first trial commenced in autumn 1962 its purpose being to study the effects of different sowing rates on yield and botanical composition of the sward. The species used were Festuca arundinacea, sown at four rates, in association with a legume sown at two rates. The legumes were: Trifolium repens var. Ladino, Trifolium subterraneum and Lotus corniculatus.

During the course of the two years of the trial, 17 cuts were made. The yields were expressed as grass alone, legume alone, and total yield. It was found that the sowing rates of the fescue and legumes influenced the yield, but after the 13th cut there were no significant differences. The legume species had a significant influence over the yield throughout the period of the trial. The white clover and grass mixture had a total accumulated yield of green matter of 99 tons per hectare; the subclover 49 tons/ha; and the birdsfoot trefoil 58,5 tons/há. The mixture with white clover gave the most uniform production of green matter within each year.

The second trial was sown in June 1963, using a mixture of Festuca arundinacea, Phalaris tuberosa, Trifolium repens var. Ladino and Lotus corniculatus. The purpose of this trial was to study the influence of frequency and intensity of grazing on the total yield and the botanical composition of the sward.

The lack of nitrogen in the soil resulted in the immediate pre dominance of white clover. Because of it, there were no outstanding changes in the botanical composition as a result of the treatments. The treatments however greatly influenced the total yield. In general intensive grazing showed higher yields of green matter than normal grazing but the treatments which gave the highest accumulated yield were normal and intensive grazing throughout the year. Production in these two treatments were 70 and 73,6 tons/ha respectively. The next highest was normal grazing in winter, spring and summer and intensive grazing during autumn, with 66,7 tons/ha. Under frequent grazing the forage had the highest percentage of crude protein.

As a general conclusion it can be stated that in these experiments the management imposed had a greater influence on the total yield than the sowing rate used.

LITERATURA CITADA

1. ABERG, E., JOHNSON, I.J. y WILSIE, C.P. Association between species of grasses and legumes. *Journal of the American Society of Agronomy* 35(5):357-369. 1943.
2. BLASER, R.E., SKRDLA, W.H. y TAYLOR, T.H. Advantages and disadvantages of simple and complex mixtures. In International Grassland Congress 6th, Pennsylvania, 1960. Proceedings. Pennsylvania, State College, 1952. pp. 349-355.
3. -----, SKRDLA, W.H. y TAYLOR, T.H. Ecological and physiological factors in compounding forage seed mixtures. *Advances in Agronomy* 4:179-219. 1952.
4. -----, GRIFFETH, W.L. y TAYLOR, T.H. Seedling competition in compounding forage seed mixtures. *Agronomy Journal* 48(3):118-123. 1956.
5. BLOOD, T.F. Effect of height of cutting on the subsequent regrowth of a sward. *N.A.A.S. Quarterly Review* 14(60):139-143. 1963.
6. BROCKMAN, J.S. y WOLTON, K.M. The use of nitrogen on grass/white-clover swards. *Journal of the British Grassland Society* 18(1): 7-13. 1963.
7. BROUGHAM, R.W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research* 7(5): 377-387. 1956.
8. ----- The effects of frequency and intensity of grazing on the productivity of short-rotation ryegrass and red and white clover. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 2(6): 1232-1248. 1959.
9. BROWN, D. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Berks. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin N° 42. 1954. 233 p.

10. BRYANT, H.T. y BLASER, R.E. Yields and stands of orchardgrass compared under clipping and grazing intensities. *Agronomy Journal* 53(1):9-11. 1961.
11. BURGER, A.W., JACKOBS, J.A. y HITTLE, C.M. The effect of height and frequency of cutting on the yield and botanical composition of smooth bromegrass and orchardgrass mixtures. *Agronomy Journal* 54(1):23-26. 1962.
12. CHAMBLEE, D.S. y LOVVORN, R.L. The effect of rate and method of seeding on the yield and botanical composition of alfalfa-orchardgrass and alfalfa-tall fescue. *Agronomy Journal* 45(5):192-196. 1953.
13. DAVIES, J.G. The establishment and maintenance of legumes in the sward. In *International Grassland Congress 6th, Pennsylvania, 1960. Proceedings.* Pennsylvania. State College, 1952. pp. 371-376.
14. DONALD, C.M. Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy* 15:1-118. 1963.
15. EDMOND, D.B. Sheep's feet and pasture plants. *New Zealand Grassland Association. Conference 22nd. Proceedings.* 1960. pp. 111-121.
16. ----- Effects of treading perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) pastures in winter and summer at two soil moisture levels. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 6(3-4):265-276. 1963.
17. FRAME, J. y HUNT, I.V. The effect of companion grass and seed rate on the productivity of a tall-fescue sward. *Journal of the British Grassland Society* 19(3):330-334. 1964.
18. FRAME, J. The effects of cutting and grazing techniques on productivity of grass/clover swards. In *International Grassland Congress 9th, San Pablo, 1965. Proceedings.* (en prensa).

19. GARDNER, A.L. y HUNT, I.V. Inter-varietal competition in perennial ryegrass swards. *Journal of the British Grassland Society* 18(4):285-291. 1963.
20. GRAHAM, J.H., SPRAGUE, V.G. y ZEIDERS, K.E. Effect of management and pesticides on persistence of Ladino white clover. *Agronomy Journal* 53(5):356-357. 1961.
21. GREEN, J.O. y COWLING, D.W. The nitrogen nutrition of grassland. In *International Grassland Congress 8th, Reading, 1960. Proceedings.* pp. 126-129.
22. HEDRICK, D.W. Response of an orchardgrass-subclover mixture in western Oregon to different clipping and fertilizing practices. *Journal of Range Management* 17(3):147-152. 1964.
23. HERTZ, L.B. Effect of certain fertility and management treatments on the growth and early development of tillers of two varieties of smooth brome grass. *Agronomy Journal* 54(2):139-141. 1962.
24. HOLLIDAY, R. Agronomic research at the University of Leeds; studies on plant population and crop yield. *Journal of the Yorkshire Agricultural Society* -:3-20. 1961.
25. HOLT, E.C. y MCDANIEL, J.C. Influence of clipping on yield, regrowth and root development of dallisgrass, *Paspalum dilatatum* and Kleingrass, *Panicum coloratum* L. *Agronomy Journal* 55(6):561-564. 1963.
26. HUGHES, G.P. y DAVIS, A.G. The development of swards sown with simple mixtures at different rates of seeding under varying systems of management and manuring. *Journal of the British Grassland Society* 6(3):167-177. 1951.
27. HUNT, O.J. y WAGNER, R.E. Effects of management practices on yield and composition of three grass-legume mixtures. *Agronomy Journal* 55(1):13-16. 1963.

28. JACKOBS, J.A. A measurement of the contributions of ten species to pasture mixtures. *Agronomy Journal* 55(2):127-131. 1963.
29. JONES, M.G. Grassland management and its influence on the sward. *Royal Agricultural Society Journal* 94:21-41. 1933.
30. ----- Grassland management and its influence on the sward. I. Factors influencing the growth of pasture plants. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 1(1):43-57. 1933.
31. JUSKA, F.V. y HANSON, A.A. Effects of interval and height of mowing on growth of Merion and common Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Agronomy Journal* 53(6):385-388. 1961.
32. KENNEDY, W.K. Simulated grazing treatments; effect on yield, botanical composition and chemical composition of a permanent pasture. Ithaca. Cornell University. Agricultural Experiment Station. Memoir 295. 1950. 47 p.
33. KURMIES, B. von. Humusbestimmung nach dem Bichromatverfahren ohne Kaliumjodid. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde* 44(2-3):121-125. 1949.
34. LARIN, I.V. Pasture rotation; system for the care and utilization of pasture. 3rd. ed. amd. and com. Transl. from Russian M. Raymist and J. Gale. Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations, 1962. 204 p.
35. LEVY, E.B. y MADDEN, E.A. The point method of pasture analysis. *New Zealand Journal of Agriculture* 46:267-279. 1933.
36. LORENZ, R.J. et al. Bromegrass and bromegrass-alfalfa yields as influenced by moisture level, fertilizer rates, and harvest frequency. *Agronomy Journal* 53(1):49-52. 1961.
37. LYNCH, P.B. Methods of measuring the production from grasslands. *New Zealand Journal of Science and Technology* 28:385-405. 1947.

38. MOTT, G.O. Effectiveness of fertilization and management in increasing yields of pastures in Indiana. Soil Science Society of America. Proceedings 8:276-281. 1943.
39. ----- Métodos para determinar la producción de las pasturas; ciclo de conferencias. Trad. del inglés E. S. Bello. San Pablo, IBEC Research Institute, 1957. 71 h. num.
40. MULLER, L. Un aparato microKjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materias vegetales. Turrialba 11(1):17-25. 1961.
41. NELSON, C.E. y ROBINS, J.S. Some effects of moisture, nitrogen fertilizer, and clipping on yield and botanical composition of Ladino clover-orchardgrass pasture under irrigation. Agronomy Journal 48(3):99-102. 1956.
42. PADEN, W.R. Ladino clover-tall fescue association as affected by soil treatment and grass population variables. Agronomy Journal 54(3):190-192. 1962.
43. PARSONS, J.L. y DAVIS, R.R. Forage production of birdsfoot trefoil orchardgrass as affected by cutting schedules. Crop Science 1(6):427-429. 1961.
44. REID, D. Studies on the cutting management of grass-clover swards. I. The effect of varying the closeness of cutting on the yields from an established grass-clover sward. Journal of Agricultural Science 53(3):299-312. 1959.
45. ----- y MACLUSKY, D.S. Studies on the cutting management of grassclover swards. II. The effects of close cutting with either a gang mower or a reciprocating-knife mower on the yields from an established grass-clover sward. Journal of Agricultural Science 54(2):158-165. 1960.
46. ----- Studies on the cutting management of grassclover swards. III. The effects of prolonged close and lax cutting on herbage yields and quality. Journal of Agricultural Science 59(3):359-368. 1962.

47. ROBINSON, R.R. y SPRAGUE, V.G. The clover populations 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.
48. SCHOOL, J.M. y STANFORTH, D.W. Establishment of birdsfoot trefoil as influenced by competition from weeds and companion crops. *Agronomy Journal* 49(8):432-435. 1957.
49. SEAPS, P.D. Grass/clover relationships in New Zealand. In International Grassland Congress 8th, Reading, 1960. Proceedings. pp. 130-133.
50. SMITH, D. Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil under several management schedules. *Crop Science* 2(1):75-78. 1962.
51. SPRAGUE, M.A., COWETT, E.R. y ADAMS, M.V. Early and deferred cutting management of alfalfa, Ladino white clover, bromegrass and orchardgrass. *Crop Science* 4(1):35-38. 1964.
52. ----- y GARBER, R.J. Effect of time and height of cutting and nitrogen fertilization on the persistence of the legume and production of orchardgrass-Ladino and bromegrass-Ladino associations. *Agronomy Journal* 42(12):586-592. 1950.
53. TAYLOR, T.H., WASEKO, J.B. y BLASER, R.E. Dry matter yield and botanical composition of an orchardgrass-Ladino white clover mixture under clipping and grazing conditions. *Agronomy Journal* 52(4):217-220. 1960.
54. TEWARI, G.P. y SCHMID, A.R. The production and botanical composition of alfalfa-grass combinations and the influence of the legume on the associated grasses. *Agronomy Journal* 52(5):267-269. 1960.
55. WAGNER, R.E. Influence of legume and fertilizer nitrogen on forage production and botanical composition. *Agronomy Journal* 46(4):167-171. 1954.

56. WHITEAR, J.D., HANLEY, F. y RIDGMAN, W.I. Studies on lucerne and lucerne-grass leys. VI. Further studies on the effect of systems of grazing management on the persistence of a lucerne-cocksfoot ley. *Journal of Agricultural Science* 59(3):415-428. 1962.
57. WILSON, D.B. y PEAKE, R.W. Seasonal yield and nitrogen content of three grasses grown singly and in mixtures. *Canadian Journal of Agricultural Science* 36:221-232. 1956.
58. ZABELLO, D.A. The influence of grazing and the productivity and change of botanical composition of various grass mixtures. In *International Grassland Congress 8th, Reading, 1960. Proceedings.* pp. 363-365.

APENDICE I

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS "ALBERTO BOLRGER"

Resumen Meteorológico Mayo 1962 a Agosto 1964

Mes y año	Temperaturas Medias (°C)			LLuvias (mm.)	Evapotranspi ración poten cial (mm.)
	Máxima	Media Aritmética	Mínima		
Mayo 1962	17,9	12,8	7,7	14,9	35
Junio	16,7	11,5	6,2	6,7	30
Julio	11,9	8,1	4,2	132,3	20
Agosto	15,9	11,4	6,9	60,6	33
Setiembre	18,4	13,5	8,6	123,8	41
Octubre	20,8	15,1	9,4	32,7	57
Noviembre	26,4	20,3	14,3	91,3	99
Diciembre	28,0	23,3	19,8	127,2	125
Enero 1963	29,1	23,2	17,3	57,1	135
Febrero	29,7	24,0	18,3	70,4	120
Marzo	25,1	20,4	15,7	218,3	94
Abril	23,6	19,0	14,3	67,6	73
Mayo	18,7	14,2	9,7	83,0	43
Junio	15,6	11,8	8,1	110,5	31
Julio	16,5	12,7	8,8	29,8	35
Agosto	14,9	10,9	7,0	134,4	28
Setiembre	16,6	13,3	10,0	152,2	44
Octubre	19,9	15,3	10,8	151,7	59
Noviembre	21,7	17,0	12,3	248,1	72
Diciembre	25,8	21,1	16,4	173,0	116
Enero 1964	30,2	23,4	16,6	11,8	130
Febrero	27,6	22,1	16,7	293,8	106
Marzo	24,5	19,9	15,2	248,8	91
Abril	22,4	17,1	12,2	63,0	56
Mayo	19,6	15,1	10,7	76,0	43
Junio	13,2	8,9	4,6	57,4	16
Julio	14,8	10,1	5,5	9,8	22
Agosto	17,1	11,7	6,3	33,1	33

★ Según Thornthwaite

APENDICE II

Coefficientes de Variación para los Cortes 1 a 17, en Porcentaje

Corte Número	\bar{x} Total	Peso Verde		Peso Seco \bar{x} Total
		Festuca	Leguminosa	
1	25,1	24,9	103,2	
2	22,8	20,2	114,6	
3	30,4	31,6	99,3	
4	36,1	38,4	63,5	
5	32,1	32,5	-	
6	29,3	29,9	85,4	
7	64,3	45,3	118,2	
8	67,7	44,6	57,2	
9	28,7	25,5	48,2	
10	14,2	12,6	37,2	
11	16,1	31,4	34,1	
12	11,5	38,1	24,7	
13	54,9	72,1	58,1	
14	37,3	37,0	54,5	36,6
15	24,5	28,9	33,4	24,2
16	26,0	59,4	33,4	31,1
17	30,8	35,1	43,5	30,0

\bar{x} Festuca más leguminosa

APENDICE III

Valores de F para 17 cortes

Experimento No. 1

	C O R T E No.					
	1	2	3	4	5	6
BLOQUES	+3,26	24,81**	3,98	<1	2,75	212,10***
	2,88	25,35**	2,51	<1	2,95	55,22**
	2,88	<1	<1	1,47	-	4,72
LEGUMINOSAS	1,38	<1	2,47	13,42*	13,25*	104,16***
	<1	<1	3,36	1,42	2,40	6,35
	35,08**	5,51	9,63*	47,02**	-	52,84***
DENSIDAD DE LEGUMINOSA	<1	<1	<1	1,34	<1	1,35
	<1	<1	2,76	<1	<1	<1
	7,55*	11,07*	15,71**	6,75	-	1,23
L x D	<1	2,17	<1	<1	<1	<1
	1,29	2,93	<1	<1	<1	<1
	<1	1,09	3,58	1,69	-	<1
FESTUCA, DENSIDAD	18,85***	3,08*	10,04***	4,02*	3,98*	1,23
	21,18***	8,46***	4,70**	1,18	2,94*	<1
	<1	4,69**	9,43***	5,62**	-	3,37*
F x D	<1	<1	<1	<1	<1	1,54
	<1	<1	<1	<1	<1	1,83
	<1	<1	1,24	<1	-	<1
F x L	<1	<1	<1	<1	1,11	1,39
	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	<1	2,43	4,48**	1,72	-	2,33
F x L x D	<1	<1	<1	<1	2,30	1,82
	<1	4,02**	<1	<1	2,93*	2,16
	<1	<1	2,57*	<1	-	<1

+ La primera fila corresponde a valores de F para producción verde total (festuca más leguminosa), la segunda para festuca sola y la tercera para leguminosa sola.

* significativo al 5% ** significativo al 1% *** significativo al 0,1%

	C O R T E					
	7	8	9	No. 10	11	12
BLOQUES	+					
	6,80	<1	<1	2,39	1,38	<1
	95,60***	16,35*	3,94	28,66**	<1	1,33
	<1	1,27	2,31	2,20	2,40	<1
LEGUMINOSAS	260,29***	205,95***	87,01***	34,20***	15,28*	162,29***
	157,60***	669,02***	57,47***	14,66*	1,92	63,13***
	67,92***	57,46**	76,64***	41,36**	18,10**	78,56***
DENSIDAD DE	1,38	<1	3,80	10,33*	12,55*	2,56
	<1	5,00	2,64	5,39	<1	12,47*
LEGUMINOSA	1,85	<1	3,21	3,55	11,76*	<1
L x D	<1	<1	1,47	2,33	5,32*	1,56
	<1	6,35*	1,89	<1	4,77	1,70
	1,37	<1	2,94	2,87	11,28*	1,15
FESTUCA, DENSIDAD	3,97**	5,59**	6,76**	14,65***	5,63*	7,39***
	3,35*	10,61***	7,53***	6,82**	<1	3,88*
	3,21*	3,31*	3,67*	6,55**	3,70*	1,17
F x D	<1	<1	<1	1,62	1,54	<1
	<1	1,63	<1	1,60	<1	2,87*
	<1	<1	<1	1,09	<1	2,00
F x L	2,88*	4,53**	1,02	2,35	<1	5,32***
	1,77	7,85***	1,71	3,75**	<1	1,21
	2,83*	2,72*	1,67	1,29	<1	3,29*
F x L x D	<1	<1	1,65	1,34	<1	2,57*
	<1	1,13	2,34	4,79**	<1	1,77
	<1	<1	<1	<1	<1	2,55*

+

La primera fila corresponde a valores de F para producción verde total (festuca más leguminosa), la segunda para festuca sola y la tercera para leguminosa sola.

* significativo al 5%

** significativo al 1%

*** significativo al 0,1%

	C O R T E No.					
	13	14	15	16	17	
BLOQUES	+	<1	<1	<1	<1	<1
		<1	<1	2,41	<1	<1
		<1	<1	6,15	<1	1,34
LEGUMINOSAS		46,77**	33,25**	79,60***	845,16***	156,17***
		7,03*	23,17**	27,50***	49,56**	54,39**
		67,95***	24,18**	923,44***	532,33***	157,84***
DENSIDAD DE LEGUMINOSA		<1	1,33	<1	<1	<1
		4,04	2,46	<1	3,80	<1
		<1	<1	<1	1,11	22,41**
L x D		<1	<1	<1	<1	1,12
		1,40	<1	<1	5,68*	<1
		<1	<1	<1	1,39	8,65*
FESTUCA, DENSIDAD		2,03	2,53	1,84	<1	<1
		<1	2,45	1,12	2,18	1,10
		2,26	1,70	4,18*	<1	<1
F x D		1,35	2,48	1,62	1,73	<1
		1,17	<1	1,10	<1	1,05
		<1	1,83	<1	2,22	<1
F x L		1,16	1,19	1,76	<1	<1
		1,49	1,20	<1	1,19	<1
		3,02*	<1	4,26**	1,53	<1
F x L x D		<1	<1	<1	3,20*	1,17
		<1	1,84	1,46	1,05	2,25
		1,23	<1	<1	1,74	<1

+ La primera fila corresponde a valores de F para producción verde total (festuca más leguminosa), la segunda para festuca sola y la tercera para leguminosa sola.

* significativo al 5%

** significativo al 1%

*** significativo al 0,1%

APENDICE IV

Rendimientos acumulados de materia verde total - festuca
en combinación con cada leguminosa para los 17 cortes. tn/há.

Corte Número	Festuca sembrada con		
	Trébol blanco	Trébol sub terráneo	Lotus
1	6,6	5,6	5,7
2	14,9	13,0	13,3
3	16,9	14,8	15,4
4	20,6	16,8	18,6
5	21,9	18,0	20,1
6	27,7	21,8	24,7
7	30,4	22,4	25,5
8	35,4	5,5	28,5
9	41,4	28,9	30,0
10	47,5	32,7	33,0
11	59,0	43,0	39,4
12	72,4	44,7	48,3
13	72,9	44,9	49,9
14	78,0	45,8	54,8
15	85,6	47,3	57,6
16	91,1	47,8	57,9
17	99,3	49,0	58,5

D.M.S. (al corte 17) = 9,4

P < 0.05