

759

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Montevideo, Uruguay.

RESPUESTA DEL RAIGRAS (*Lolium multiflorum*, Lam.)
A DOSIS Y FUENTES DE NITROGENO, Y A EPOCAS DE
APLICACION

Paúl Vera

Año 1964

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. A. Gardner la orientación y consejos proveídos a lo largo de los ensayos, así como las facilidades de personal y materiales para llevarlos a cabo.

Al Dr. O. Paladines le agradezco igualmente por la colaboración prestada en la realización de los análisis de laboratorio.

Finalmente, aprecio mucho las sugerencias del Ing. Agr. C. González, en cuanto al diseño experimental y los análisis estadísticos.

INTRODUCCION

El raigrás ocupa el segundo puesto en orden de importancia entre los forrajes invernales del Uruguay. Por esa razón, el programa de Pasturas del Centro de Investigaciones Agrícolas "Dr. Alberto Boerger", ha encarado su estudio particularmente respecto a las posibilidades de fertilización. Ya en el año 1962 se obtuvo una respuesta económica en términos de producción de carne por hectárea, a la aplicación de nitrógeno (9). En consecuencia, el paso siguiente fue determinar con más precisión dichos requerimientos de fertilidad, tratando de establecer dosis y fuentes de nitrógeno, época de fertilización, formas de aplicación, etc.

El presente trabajo informa acerca de los resultados de una parte de los ensayos conducidos con aquella finalidad, en el año 1964.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION.....	11
REVISION DE LITERATURA.....	1
Rendimiento de materia seca.....	10
Recuperación del nitrógeno aplicado por las plantas.....	15
Contenido de proteína cruda.....	14
Contenido de nitratos.....	5
 <u>ENSAYO I</u>	
MATERIALES Y METODOS.....	8
RESULTADOS.....	10
Rendimiento de materia seca.....	12
Recuperación del nitrógeno aplicado.....	15
Porcentaje de Proteína cruda.....	16
DISCUSION.....	19
Rendimiento de materia seca.....	19-37
Recuperación del nitrógeno aplicado.....	21-39
Porcentaje de proteína cruda.....	22-41
 <u>ENSAYO II</u>	
MATERIALES Y METODOS.....	23
RESULTADOS.....	24
Rendimiento de materia seca.....	24
Recuperación del nitrógeno aplicado.....	28
Porcentaje de proteína cruda.....	32
Contenido de nitratos.....	36-41
CONCLUSIONES.....	43
Ensayo I.....	43
Ensayo II.....	43
RESUMEN.....	44
LITERATURA CITADA.....	46 a 49
APENDICE I.....	50
APENDICE II.....	51
APENDICE III.....	52
APENDICE IV.....	53

REVISION DE LITERATURA

Rendimiento de Materia Seca

Se han encontrado diferencias de rendimiento considerables en diversas especies, inducidas por dosis y fuentes de nitrógeno y por épocas de aplicación.

Burton y DeVane (2) trabajando con *Cynodon dactylon*, hallaron que el rendimiento variaba desde una tonelada de heno con 0 lb de N, hasta 8 ton. con 400 lbs. de N por acre, en tanto que el rendimiento relativo inducido por el uramon era 25% inferior al rendimiento con nitrato de sodio o de amonio, mientras que la cianamida cálcica se situaba en posición intermedia.

En *Chloris gayana* también se encontró una respuesta considerable a dosis en aumento de nitrógeno (1), siendo la urea inferior al sulfato de amonio y al "nitrochalk" (nitrato amónico calcáreo). El mismo autor afirma que a dosis altas, el P y el K pueden convertirse en factores limitantes de la respuesta al nitrógeno.

Trabajando en una pastura permanente mixta y con una dosis de 60 kgs. por hectárea de N, Lein (15) no halló diferencias entre nitrato de calcio y nitrochalk, siendo algo inferior a ambos, el sulfato de amonio.

Basándose en ensayos que duraron diez años, llevados a cabo sobre praderas mixtas, Mudd et al. (19) afirman que en zonas de alta pluviosidad y suponiendo que se corrija la acidez del suelo, no hay diferencias entre sulfato de amonio y nitrochalk. Al respecto, Miles y Walters (17) hallaron que con *Lolium perenne*, *Dactylis Glomerata* y *Phleum pratense*, no había diferencias entre fuentes en el primer año, pero en el segundo, el sulfato de amonio daba rendimientos muy p

bres, asignados a la disminución del pH, lo cual no parece ser muy probable, si se considera que sólo se aplicaron 80 lbs de N.

Por el contrario, Devine y Holmes (5) detectaron una mas pronunciada inferioridad de la urea comparada con nitrato de amonio y sulfato de amonio, a medida que avanzaban los cortes. La misma conclusión extraen Low y Piper de sus ensayos (16).

Nowakowski (21) sólo encontró diferencias en el primer corte, favorables al nitrato cálcico, en tanto que la urea se ubicó en tercer lugar, después del nitrato de amonio, y sólo fué superior al sulfato de amonio.

En base a gran número de ensayos sobre praderas, Templeman (23) comprobó una inferioridad promedio de la urea, comparada al nitrochalk, de 7 % acentuándose la misma a dosis altas de N.

Finalmente, Gasser (10) afirma en su revisión de literatura, que si bien en algunos ensayos particulares la urea no demuestra diferencias con las demás fuentes, para el promedio de los experimentos la urea es inferior y a veces "... marcadamente inferior".

La razón de esta insuficiencia relativa de la urea, y eventualmente de otros fertilizantes amoniacales parece ser bastante clara y se ha asignado, como veremos a continuación, a la formación y volatilización de amonio, cuando las aplicaciones son hechas en cobertura.

En ensayos de laboratorio, Volk (25) encontró que a la dosis de 100 lb de N por acre, la pérdida del nitrógeno aplicado, en forma de amonio, era de 20.6% para la urea, pero sólo 0.3% para el nitrato de amonio.

De acuerdo a Gasser (10) las pérdidas reportadas

por un gran número de autores oscila entre 2 y 36% del nitrógeno aplicado; por el contrario, cuando los fertilizantes se entierran, no hay diferencias (10, 18).

Dicha volatilización parece ser la causa de la superioridad del nitrato de amonio, comparado con el sulfato de amonio, en suelos con más de 10% de carbonato de calcio (7).

Devine y Holmes (5) hallaron que la volatilización de amonio era igual para la urea y el sulfato de amonio.

Otros factores que circunstancialmente influenciarían la efectividad de la urea como fertilizante nitrogenado son: presencia de biuret y formación de cianatos (16) y la concentración de oxígeno en el suelo, como reflejo de la textura del mismo (11). De todos modos, ninguno de estos últimos factores llegan a alcanzar la magnitud necesaria como para explicar las diferencias entre fuentes, quedando entonces como única razón de real trascendencia, la volatilización del amonio (16).

Recuperación del Nitrógeno Aplicado, por las Plantas

Es de esperar que la ya comentada pérdida del nitrógeno por volatilización que afecte a la cantidad de dicho elemento que puede ser recuperado por las plantas.

De acuerdo a Walker et al. (26) y Walker (27), la cantidad de nitrógeno presente en la parte aérea de los pastos, representa dos terceras partes del nitrógeno contenido en la planta entera, o sea que en dicha parte el máximo de recuperación esperable es de aproximadamente 60%.

Al respecto, Burton y DeVane (2) encontraron que dicho porcentaje variaba entre 42,3% para 50 lb de N por acre, y 64,4% para 400 lb.

Como era de esperar, Widdowson y Shaw (28) afirman que hay una estrecha correlación entre rendimiento de materia seca y recuperación de N. La misma correlación fué observada por Nowakowski (21) quien encontró que el máximo rendimiento y la máxima recuperación se obtenían con nitrato de calcio, y la mínima con sulfato de amonio, estando en segundo lugar el nitrato de amonio y en tercero la urea.

La diferencia promedio hallada por Low y Piper (16) entre urea y nitrochalk, fué de 7% favorable a este último cuando se aplicaron en diferentes suelos ácidos, en tanto que en suelos neutros fué 6% y 8% en calcáreos.

Dado que el porcentaje de recuperación se calcula usando como referencia el contenido de nitrógeno de las parcelas testigo, se corre el peligro de cometer un error al suponer que las plantas extraen la misma cantidad del nitrógeno originalmente presente en el suelo, en todos los tratamientos. Este punto fué investigado por Grable y Johnson (11) quienes comprobaron que no hay diferencias en dicha extracción o que, por lo menos, el N del fertilizante sustituye al del suelo, si éste es usado en diferentes proporciones, con lo cual se deduce que es lícita aquella estimación del porcentaje de recuperación.

Contenido de Proteína Cruda

En la misma medida en que fuentes y dosis afectan

el porcentaje de recuperación, es de esperar que también afecten el porcentaje de proteína y la producción por hectárea.

Asignando un valor relativo de 100 al porcentaje de proteína en los tratamientos con nitrato sódico, Burton y De Vane (2) encontraron que el valor correspondiente al nitrato amónico era de 99, y de 93 para la urea, en tanto que el porcentaje absoluto de proteína en función de la dosis varió entre 7% para 0 lb de N, a 13% para 400 lb por acre. Las dosis de 200 y 400 lb de N dieron la mayor respuesta al N, en términos de libras de proteína por lb de N. De acuerdo a los mismos autores, el aumento de producción estimulado por la fertilización nitrogenada siempre es acompañada por un aumento del porcentaje de proteína.

Esta afirmación no es compartida plenamente por Kershaw (14) quien halló ese aumento del porcentaje proteico en los tres primeros cortes de un raigrás S 22, pero no así en el cuarto corte, a pesar de que en las parcelas fertilizadas el rendimiento era aun 600% superior a las testigo. El mismo, encontró que en la dosis mayor de N, el sulfato de amonio era inferior al nitrato de amonio.

Contenido de Nitratos

El porcentaje de nitratos en las hojas y tallos del forraje importa en la medida en que afecta la salud de los animales. De hecho, el ión nitrate per se, es muy poco tóxico. Pero el problema se presenta cuando es reducido a nitrito, por la flora bacteriana del tracto gastrointestinal, ya que siendo extremadamente soluble, atraviesa fácilmente las paredes intestinales y pasa a la sangre (31).

El nivel crítico ha sido estimado en 0,3% de NO_3 , sobre base de materia seca, aunque por abajo de dicho nivel ocurren pérdidas económicas y eventualmente muertes (12), si bien en circunstancias normales, son raros los niveles tóxicos (13).

La acumulación de nitratos implica que la velocidad de asimilación no ha guardado relación con la velocidad de absorción. Por ello, la acumulación es sólo temporaria, disminuyendo a medida que la planta envejece, hasta que en la madurez se pueden detectar poros o ningún nitrato.

Otros factores que según Crawford et al. (4) afectan en forma importante la acumulación de nitratos son: nivel de fertilización nitrogenada, especie, parte de la planta e intensidad de la luz. También es muy importante el tipo de ciclo vegetativo de la especie, ya que hay una tendencia general en cuanto a que las especies anuales acumulen más nitratos que las perennes (4, 13). Por el contrario, factores tales como época de aplicación del fertilizante y fuente de N, son muy poco importantes (4). Sin embargo, estos mismos autores hallaron diferencias significativas entre fuentes, en cuanto a contenido de nitratos en avena, al estado vegetativo, resultando que la urea indujo mayores porcentajes de los mismos que el nitrato de amonio, y éste, mayores que el sulfato de amonio; además la concentración de nitratos aumentó en forma casi lineal hasta la dosis de 200 lb de N por acre.

Brockington (1) determinó que a partir de la dosis de 378 lb de N se acumulaban nitratos por encima del nivel tóxico, en *Chloris gayana*.

En raigrás, Nowakowski (21) no halló diferencias entre fuentes, a dosis bajas, pero a 112 lb las diferencias fueron muy significativas, ubicándose las fuentes en la siguiente escala decreciente: nitrato de calcio, nitrato de amonio, sulfato de amonio, y testigo.

Trabajando con cuatro dosis en raigrás, Kershaw (14) encontró diferencias significativas entre fuentes y a favor del nitrato de calcio, respecto al sulfato de amonio.

Wright y Davison (31) afirman que la mayoría de las comparaciones entre fuentes han llegado a la conclusión de que las diferencias en acumulación de nitratos son pequeñas o no existen.

Finalmente, ap Griffith citado por Kershaw (14) señala que existe una correlación positiva entre contenido de nitratos y el de proteína cruda, lo cual es confirmado por este último. Al mismo tiempo, se ha encontrado en algunos cultivos, que el contenido de nitratos está positivamente correlacionado con el rendimiento final (31).

Ensayo I. Respuesta del Raigrás a Fuentes de Nitrógeno
y Epocas de Fertilización

Materiales y Métodos

El experimento fué de tipo factorial, dispuesto en un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones, y 11 parcelas por bloque, cada una de 3 x 7 metros, sorteadas para los siguientes tratamientos: 2 parcelas para el testigo y 9 para todas las combinaciones de tres fuentes por tres épocas. De acuerdo a los antecedentes existentes, era de esperar que la variancia por parcela fuera considerable y precisamente el objeto de adjudicar dos parcelas al testigo fué evitar la heterogeneidad de variancias.

Las tres fuentes seleccionadas fueron: urea (F_1), sulfato de amonio (F_2) y sulfonitrato de amonio (F_3), a razón de 40 kgs. de N por hectárea y aplicados en cobertura.

Las épocas de fertilización fueron: otoño (E_1) (luego de la emergencia de las plántulas), invierno (E_2) y primavera (E_3).

Las fechas de realización de la siembra, fertilizaciones y cortes fueron las siguientes:

Marzo	16	- Fertilización de todo el ensayo con 150 kgs. de superfosfato y siembra
"	25	- Fertilización de la E_1 .
Mayo	12	- Primer corte.
Junio	17	- Segundo corte.
"	18	- Nueva fertilización general con 300 kgs. de superfosfato.

Junio 30 - Fertilización de la E₂.
 Setiembre 24 - Tercer corte
 " 29 - Fertilización de la E₃.
 Octubre 10 - Cuarto corte.
 Diciembre 11 - Quinto corte.

La razón de la segunda aplicación de fósforo fue el mal estado del cultivo.

Los cortes para estimar el rendimiento se realizaron con una pastera autopropulsada, tipo Allen, cortando una franja a lo largo de cada parcela, previo corte de las cabeceras de cada bloque, cuando el forraje alcanzaba la altura de pastoreo. Antes de pesar el material cortado, se tomó una muestra del mismo en cada parcela, para obtener el porcentaje de materia seca, en estufa a 90° C durante 6 horas.

Una vez hechos estos trabajos, se cortaba todo el resto del ensayo y se retiraba el pasto cortado.

La muestra para materia seca se utilizó posteriormente para realizar en ella el análisis de nitrógeno (proteína cruda) por el método de micro-Kjeldhal (20). Con los datos de contenido de nitrógeno se calculó el porcentaje de recuperación del nitrógeno aplicado, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Recuperación} = & \left(\frac{\text{Rendimiento de N/há. en parcelas fertilizadas} - \text{Rend. de N/há. en testigo}}{\text{Cantidad de N aplicado}} \right) \times 100
 \end{aligned}$$

También fue posible calcular los porcentajes y rendimientos por hectárea de proteína cruda en los diferentes tratamientos.

RESULTADOS

Rendimiento de Materia Seca

Primer corte. En este corte, al igual que en el siguiente, la única aplicación de N que se había hecho era la correspondiente a E_1 . En consecuencia, solo se presenta el análisis de los datos correspondientes a fuentes, dentro de dicha época, y la comparación con el testigo; la misma forma de presentación se siguen en los demás cortes (cuadro 1).-

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca por hectárea, con distintas fuentes de nitrógeno, dentro de cada corte y de cada época

Epoca	Corte	Testigo	Fuentes de 40 kgs. N			Promedio con N
			F_1	F_2	F_3	
E_1	12/5/64	67	599	800	698	699
	17/6/64	95	330	441	354	375
E_2	24/9/64	872	2887	2775	2954	2872
E_3	10/10/64	1056	2777	2717	2711	2735
	11/12/64	758	882	956	968	935

El hecho más saliente es la superioridad de la fertilización sobre el testigo sin nitrógeno. Si bien este fenómeno se repitió posteriormente, es especialmente notable en este corte, en el cual la producción promedio con nitrógeno es diez veces superior a la del testigo, o sea un 1000%.

No se hallaron diferencias significativas entre fuentes.

Segundo corte. Se repiten las mismas observaciones que para el corte anterior con la salvedad de que la superioridad de la fertilización nitrogenada es menor, pero aun muy alta (400%).-

Las diferencias entre fuentes no fueron significativas. Tampoco lo son haciendo el análisis de los rendimientos acumulados de dos cortes dentro de la época, en tanto que la superioridad promedio del N sobre el testigo en la E_1 es de 660%.

Tercer corte. Este corte fué el único que entró en la E_2 . No se hallaron diferencias entre fuentes en el mismo, en tanto que las parcelas fertilizadas dieron un rendimiento 220% mayor que el testigo.

Analizando todas las parcelas correspondientes a E_1 y E_2 en este corte, se hallaron diferencias altamente significativas (0,01) entre ambas épocas, siendo el rendimiento de E_2 superior en un 280% a E_1 (cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento de materia Seca en las Epocas 1 y 2, dentro del tercer corte.

<u>Epoca 1</u>	<u>Epoca 2</u>
1083	2871

A la vez, al hacer el análisis de los rendimientos acumulados para las épocas 1 y 2, se hallaron diferencias significativas (0,05%) entre ambas (cuadro 3), en tanto que el aumento inducido por el nitrógeno fué de un 260%.

Cuadro 3.- Rendimiento de materia seca acumulado de tres cortes, para dos épocas

Testigo	con 40 kgs. N		
	<u>Epoca 1</u>	<u>Epoca 2</u>	<u>Promedio</u>
1057	2157	3122	2639

Cuarto corte. El análisis dentro del corte tampoco detectó diferencias entre fuentes, mientras que el nitrógeno aumentó los rendimientos en 170%.

Dentro de este corte, correspondiente ya a E_3 , esta época fué superior significativamente (0,01) a las otras dos, las cuales no difirieron entre sí.

Quinto corte. En el último corte, con el raigrás totalmente espi-
gado, ni las diferencias entre fuentes ni entre épocas fueron signi-
ficativas respecto al testigo. La diferencia a favor de aquellos
fue de 12%.

Rendimiento total. El rendimiento total de materia seca (cuadro
4) no demostró diferencias entre épocas ni entre fuentes. El ren-
dimiento de las parcelas fertilizadas fue 150% superior a las del
testigo.

Cuadro 4. Rendimiento Total de Materia Seca por Épocas y Fuentes
(suma de cinco cortes)

Epoca	Urea	Sulfato de Amonio	Sulfonitrato de Amonio	Promedio con N	Testigo
Otoño	4160	4042	3895	4030	
Invierno	4485	4705	4930	4710	2870
Primavera	5185	4665	4987	4950	
Promedio por Fuente	4610	4470	4600	4560	
Rendimiento Relativo	100	97	100	----	62

En la figura 1 se puede seguir la evolución de los rendi-
mientos a lo largo del año en función de las épocas de fertiliza-
ción.

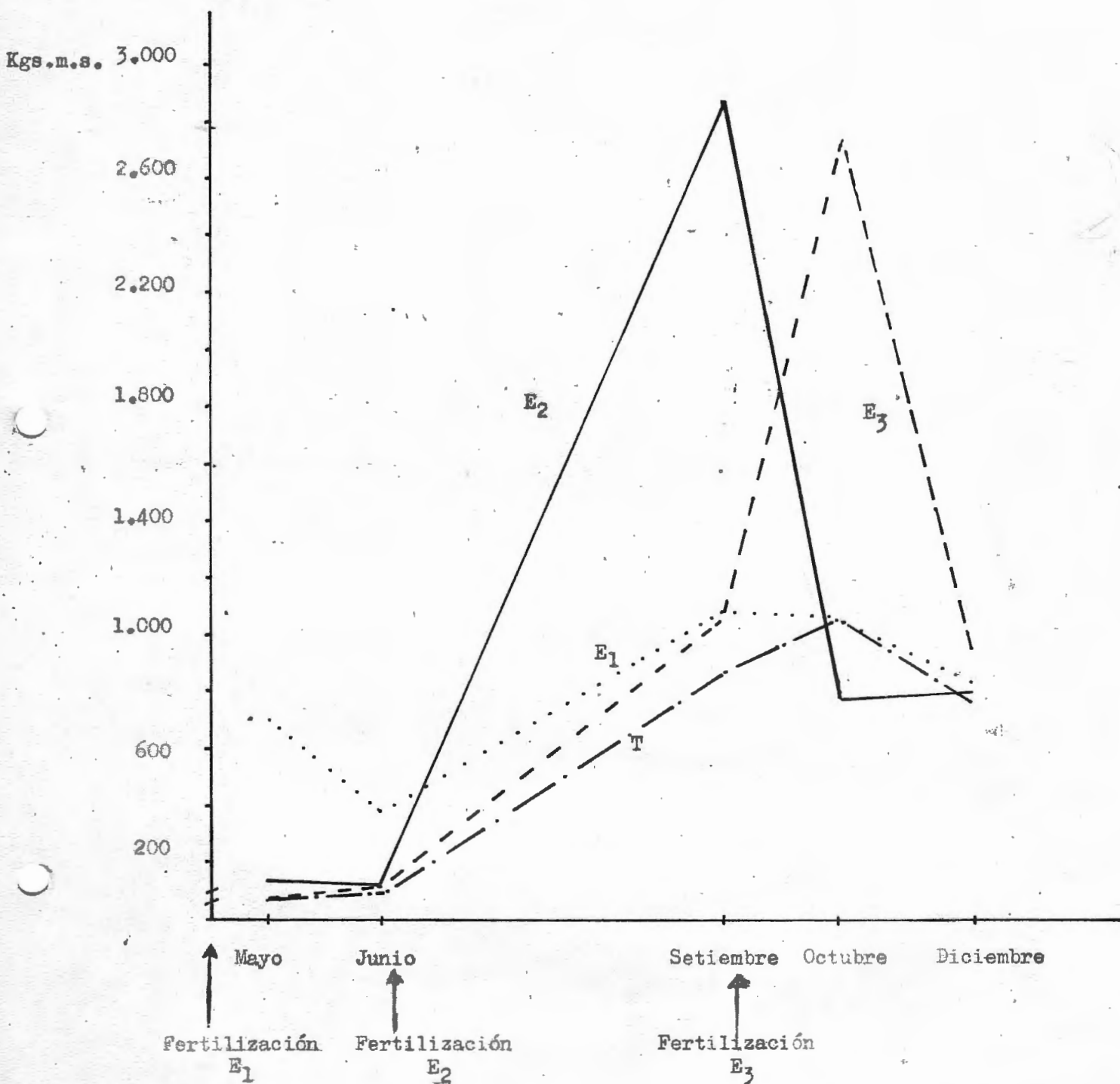


Figura 1. PRODUCCION PROMEDIO DE CADA EPOCA Y DEL TESTIGO EN CADA CORTE (Kgs. materia seca por hectárea).

En el cuadro 5 se puede ver la respuesta promedio al nitrógeno en cada época. Estos datos se calcularon restando del rendimiento logrado en cada época, el rendimiento del testigo, y dividiendo por los 40 kgs. de nitrógeno aplicados.

Cuadro 5. Respuesta al nitrógeno dentro de cada época, expresada en kgs. de materia seca por kg. de N aplicado.

Epoca	Respuesta al N
Otoño	47,80
Invierno	49,4
Primavera	46,4
Promedio	34,5

También se calculó la respuesta al N, con el rendimiento final. (cuadro 6). Estas cifras se obtuvieron restando del rendimiento logrado desde la fertilización hasta el final, el rendimiento del testigo en el mismo período y dividiendo por 40.

*

Cuadro 6. Respuesta del rendimiento total al N en cada época y fuente (Kgs. materia seca/Ha)

Epoca	Respuesta al N	Fuentes	Respuesta al N
Otoño	29,00	Urea	43,0
Invierno	43,73	Sulfato de amonio	40,0
Primavera	46,40	Sulfonitrato de amonio	63,3
		Promedio	42,1

Recuperación del Nitrógeno Aplicado.

En el cuadro 7 se presentan los porcentajes de recuperación del nitrógeno aplicado, discriminados en fuentes y épocas, y correspondientes al rendimiento total. Los mismos se obtuvieron calculando en cada corte, el porcentaje de recuperación de aquellos tratamientos en los cuales ya se había aplicado nitrógeno, y posteriormente se sumaron esos porcentajes parciales. No se hallaron diferencias significativas en ningún sentido.

Cuadro 7. Porcentaje de recuperación del nitrógeno aplicado, con distintas fuentes y en diferentes épocas.

Fuentes	Epocas
Urea.....77,7	Otoño.....78,4
Sulfato de amonio.....79,3	Invierno.....72,6
Sulfonitrato de amonio..77,9	Primavera.....83,5
Promedio General.....78,3	

También se presentan los porcentajes de recuperación en cada corte para cada época (cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje de recuperación de nitrógeno discriminado por cortes.

	Corte	Fertilización E ₁		Pert. E ₂	Pert. E ₃	
		1°	2°	3°	4°	5°
Otoño	% real	47,39	14,35	5,70	3,66	3,81
	% relativo	63	19	8	5	5
Invierno	% real	--	--	67,09	1,86	2,06
	% relativo	--	--	94	3	3
Primavera	% real	--	--	--	76,22	4,98
	% relativo	--	--	--	94	6

Porcentaje de Proteína Cruda

En tres (2°, 3° y 5°) de los cinco cortes realizados, se hizo análisis del porcentaje de proteína por parcela, en tanto que en los otros dos cortes se hizo análisis por tratamiento.

Primer corte. Los resultados de los análisis por tratamiento se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Porcentaje de proteína de la materia seca en cada tratamiento en el primer corte.

	F_1	F_2	F_3	Promedio
Otoño	17,9	18,8	18,8	18,5
	Promedio del testigo..15,3			

Se realizó una prueba "t" para comparar el promedio del testigo con el promedio de la época, la cual no dió significativa, quizás por el escaso número de repeticiones en que están basados ambos promedios.

Segundo corte. Este corte correspondiente a E_1 se analizó estadísticamente para comparar fuentes dentro del mismo. No se halló diferencias entre ellas, ni entre el testigo y las parcelas fertilizadas.

Tercer corte. Este corte correspondiente a E_2 se analizó para fuentes y dos épocas. No se hallaron diferencias entre fuentes ni épocas, pero si entre el testigo y los tratamientos con N. superando aquel en forma significativa (0,05) a estos últimos. El porcentaje de proteína del testigo fué de 18,19% y el de los tratamientos fertilizados fué de 17,55%.

Cuarto corte. Se realizó análisis químico por tratamiento. En consecuencia, la única comparación estadística realizable fué una prueba "t" para comparar el testigo y el promedio de los tratamientos con nitrógeno, la cual no dió significativa.

Quinto corte. Realizando el análisis estadístico se encontró que no había diferencia entre el testigo y los tratamientos fertilizados, en tanto que dentro de éstos, E₁ superaba significativamente (0,05) a las otras dos épocas, las cuales no diferían entre sí (cuadro 10).

Cuadro 10. Porcentaje promedio de proteína de la materia seca en cada época, en el corte quinto.

Testigo	Primavera	Invierno	Otoño
7,6	7,3	7,4	7,8

En el cuadro 11 y la figura 2 se presenta el resumen de los porcentajes de proteína por corte.

Cuadro 11. Porcentaje promedio de proteína de la materia seca en cada corte, del testigo y de los tratamientos fertilizados.

Corte	Testigo	Nitrógeno	Significancia de las diferencias
1°	15,3	18,5	N.S.
2°	12,8	12,6	N.S.
3°	10,5	9,1	x
4°	9,4	10,2	N.S.
5°	7,6	7,5	N.S.

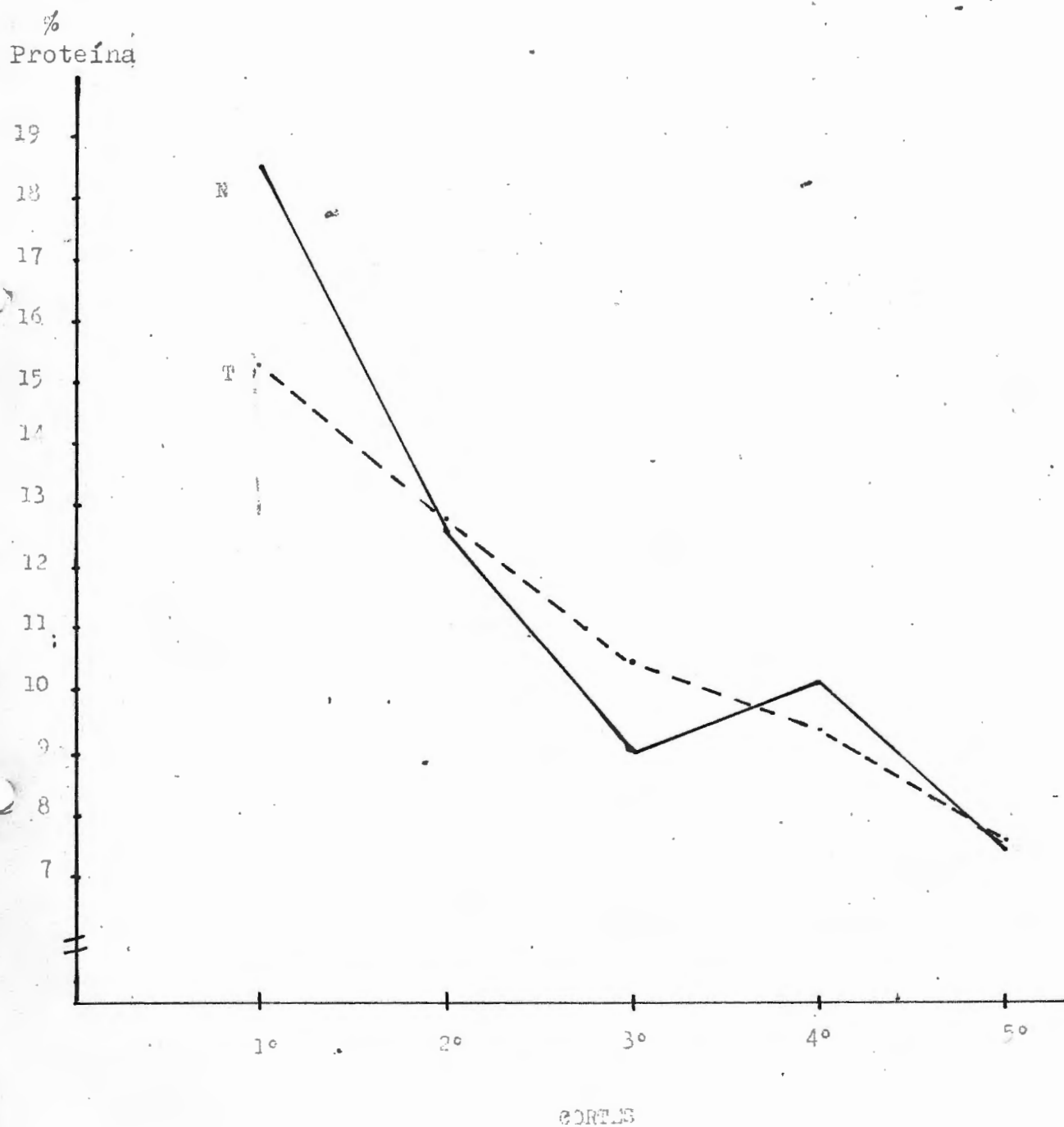


Figura 2. Porcentajes promedios de proteína en cada corte, del testigo y tratamientos con nitrógeno.

DISCUSION

Rendimiento de Materia Seca

Como se deduce de los resultados, ninguna de las dos variables estudiadas, fuentes de nitrógeno y épocas de aplicación de las mismas, originó diferencias considerables en el rendimiento final. Sin embargo, generalmente el rendimiento total o anual es de menor importancia cuando con el rendimiento concentrado en un período determinado del año. Este puede representar sólo un porcentaje más o menos pequeño del total, pero cualitativamente puede significar la diferencia entre una producción animal de ritmo uniforme y una producción zafra. En consecuencia, parecería que aquí reside el valor de muchos de los datos obtenidos en este ensayo.

Respecto a las fuentes no se logró detectar ninguna diferencia en ninguno de los análisis realizados, fueran estos correspondientes a rendimientos por corte, rendimiento acumulados dentro de una época o el rendimiento final. Tampoco se puede señalar una tendencia, ni siquiera dentro de cada época ya que no la hay, según se deduce de los cuadros 1 y 4.

Esto conduce a la suposición de que el cultivo absorbió con igual eficiencia al nitrógeno aportado por cada una de las fuentes, lo cual es comprobado por los datos calculados de respuesta al nitrógeno (cuadro 6). Se deduce entonces que no habría existido una pérdida diferencial de nitrógeno o, en otras palabras, que se perdió la misma cantidad de N de todos los fertilizantes aplicados.

También se ve claramente que no hay diferencias entre fuentes, en cuanto al efecto residual. El comportamiento de todos los fertilizantes fué similar: luego de cierto período a partir de

la fertilización. se dió un rendimiento considerable, variable según la época, pero ya al corte siguiente bajó bastante y en forma proporcional.

Como ya viéramos, el rendimiento final fué independiente de la época de fertilización. Sin embargo, el momento de la aplicación de nitrógeno tuvo importantes consecuencias inmediatas. Dentro de la aplicación de otoño (E_1) las diferencias entre las parcelas que habían sido fertilizadas y el testigo eran muy grandes. De hecho, tanto en el primer corte como en el segundo, las parcelas sin fertilizar no estaban aún en condiciones de ser pastoreadas, ya que no habían alcanzado el desarrollo suficiente para ello. Todo esto se reflejó claramente en su muy bajo rendimiento. Según se deduce de la superioridad promedio de la fertilización sobre el testigo (660%) es en esta época donde el nitrógeno provoca los aumentos relativos de producción más espectaculares.

En invierno (E_2) ya el rendimiento del testigo subió considerablemente (observar que el tercer corte se realizó en setiembre) aunque desde luego, las parcelas fertilizadas en esa época lo superaban mucho (300%).

Para la tercer época, el rendimiento del testigo siguió subiendo, aunque no ya en la misma proporción, en tanto que la superioridad relativa de la fertilización continuaba disminuyendo, siendo de 170% en el cuarto corte y desapareciendo en el quinto. Indudablemente, esto es producto del efecto compensatorio de la llegada del período más favorable de producción del raigrás, lo cual tendió a equilibrar los rendimientos, particularmente desde el momento en que comenzó la floración. Esta ya se insinuaba en la fecha del cuarto corte, en tanto que durante el último corte la espigazón era total.

Es de señalar también la ausencia de diferencias entre fuentes, respecto a la respuesta al nitrógeno.

Recuperación del Nitrógeno Aplicado

En la discusión de los rendimientos de materia seca se dijo que al no haber diferencias en rendimiento, entre fuentes, se podía suponer que tampoco había existido una absorción diferencial. Esta suposición se ve ahora verificada, ya que la recuperación del nitrógeno aportado por las diferentes fuentes fue muy similar. Todas estas razones enumeradas anteriormente, llevan a la conclusión de que en el presente trabajo y dentro de las condiciones climáticas del año 1964, el comportamiento de todas las fuentes fue, efectivamente, igual.

Algo mayores fueron las diferencias entre épocas, pero no alcanzaron significancia. Sin embargo, el porcentaje de recuperación total de E_1 , es la suma de cinco porcentajes parciales (cada uno correspondiente a un corte) en tanto que el de E_3 es, solamente la suma de dos. Este hecho plantea dos alternativas: o bien todo el nitrógeno es recuperado en el lapso que va de la aplicación del N hasta el segundo corte posterior a la misma, o bien la eficiencia de dicha recuperación varía con la época. La elección de una de ambas alternativas se desprende de los datos presentados en el cuadro 8. Allí se puede apreciar que en el primer corte posterior a la fertilización de E_1 se recupera el 63% del total, contra 94% en E_2 y E_3 . Desde luego, este hecho no se traduce en una menor recuperación total, porque la longitud del período de producción de la primera época (que se traduce en cinco cortes, contra dos de la tercera) compensaría su menor eficiencia.

Otro fenómeno a resaltar es la alta recuperación promedio obtenida, superior en alrededor de 10% a la postulada por algunos autores (26, 27). Se puede especular alrededor de este hallazgo, suponiendo que hay dos posibilidades: o hubo una sobreestimación de aquellos porcentajes por alguna razón no muy evidente o en nuestras condiciones este cultivo aprovecha muy rápidamente el fertilizante puesto a su disposición, a tal punto que se podría suponer que las pérdidas por lixiviación y/o volatilización serían muy reducidas.

Porcentaje de Proteína Cruda

Los porcentajes de proteína no parecieron estar muy afectados por la aplicación de nitrógeno, y menos aún por la época o por las fuentes, y siguieron aproximadamente la misma tendencia que el testigo, o sea a disminuir a medida que se aproximaba la madurez.

Como se ve, dentro de esa tendencia general, los tratamientos fertilizados presentaron en promedio una mayor oscilación que el testigo, lo cual se aprecia claramente en la figura 2. Tanto es así que en el tercer corte, el porcentaje de proteína de las parcelas fertilizadas fue significativamente inferior al testigo. Indudablemente, esto resulta bastante difícil de explicar, a menos que se considere esa diferencia como producto de aquellas oscilaciones. Tampoco parece lógica la diferencia entre E_1 y las otras épocas, hallada en el quinto corte.

De todos modos, el hecho básico, o sea la causa de las oscilaciones tan marcadas en los tratamientos fertilizados, permanece inexplicada, quizás por falta de mas información al respecto.

Ensayo II. Respuesta del Raigrás a Fuentes y Dosis de Nitrógeno Materiales y Métodos

Este ensayo fué realizado con un diseño exactamente igual al anterior, y en consecuencia las 11 parcelas de cada bloque se adjudicaron a los siguientes tratamientos: 2 parcelas para el testigo, y 9 para todas las combinaciones de tres fuentes por tres dosis.

Las tres fuentes fueron las mismas que para el anterior experimento: urea (F_1), sulfato de amonio (F_2) y sulfonitrato de amonio (F_3).

Las dosis de nitrógeno por hectárea fueron: 40 kgs. (D_1), 80 kgs. (D_2) y 120 kgs. (D_3).

Los trabajos correspondientes a este ensayo se ajustaron al siguiente calendario:

Marzo	19 - Fertilización general con 300 kgs. de superfosfato.
"	" - Siembra
"	30 - Fertilización con nitrógeno.
Mayo	31 - Primer corte
Junio	18 - Segundo corte
Octubre	10 - Tercer corte
"	27 - Se da por terminado el ensayo. El raigrás estaba espigado pero poco denso y sin diferencias entre tratamientos.

La técnica experimental fué la misma que en el ensayo I. Lo mismo que en él, se determinaron los rendimientos de materia seca, se realizó análisis de nitrógeno (proteína cruda) y posteriormente se calculó el porcentaje de recuperación.

En este ensayo se analizó además, el porcentaje de nitratos, (3), para determinar como era afectado por las fuentes y, principalmente, por las dosis.

RESULTADOS

Rendimiento de Materia Seca

Primer corte. El análisis estadístico de los rendimientos en el primer corte reveló la respuesta altamente significativa, aún a la menor dosis de nitrógeno. No se hallaron diferencias significativas entre fuentes.

La D_3 no difirió significativamente de D_2 ; a la vez, no hubo diferencias entre D_2 y D_1 .(0,05) Al nivel 1% ninguna de las diferencias entre dosis fué significativa.

Los rendimientos en las distintas dosis, para éste y los demás cortes, se pueden ver en la figura 1.

Segundo corte. En este corte, se repitió el mismo esquema que en el primero, con la excepción de que las diferencias entre dosis permanecieron significativas al nivel 1%. No hubo diferencias entre fuentes.

En los dos primeros cortes y en el acumulado de ambos se hallaron los valores de correlación y regresión total, entre rendimiento y niveles de N. (cuadro 1 y 2).

El análisis estadístico de los rendimientos acumulados de los dos primeros cortes demostró que la fertilización difería del testigo (0,01). no habiendo diferencias entre fuentes ni entre D_2 y D_3 , pero ambas superaban (0,05) a D_1 . En la figura 2 se pueden ver los rendimientos acumulados en las diferentes dosis.

También se calculó la respuesta al nitrógeno (cuadro 3) para cada corte y el acumulado.

Cuadro 1. Correlación entre rendimiento de materia seca y dosis de nitrógeno en diferentes cortes.

Corte	Fecha	"r"	Significancia	Límites de Confianza 5%
1°	Mayo 11	0,974 [†] 0,085	x x x	0,879 0,995
2°	Junio 18	0,942 [†] 0,040	x x x	0,744 0,988
Acumulado		0,879 0,085	x x x	0,879 0,995

Cuadro 2. Regresión del rendimiento de materia seca sobre las dosis de nitrógeno en diferentes cortes.

Corte	"b"	Signifi- cancia	Límites de confianza 5%	Desviaciones de la recta	Ecuación de regresión
1°	11,479±1,00	x x x	11,477 11,481	N.S.	381 + 11,479 y
2°	9,279±1,23	x x x	9,276 9,282	N.S.	152 + 9,279 y
Acu.	20,7583±1,81	x x x	20,7563 20,7603	N.S.	531 + 20,7583y

Cuadro 3. Respuesta al nitrógeno en diferentes dosis y cortes, expresado en kgs. de materia seca por kg. de N.

Corte	Kgs. de N por há.			Promedio
	40	80	120	
1°	13,63	13,05	12,19	12,71
2°	5,73	8,56	5,24	7,86
Acumulado	18,35	21,11	19,96	20,05

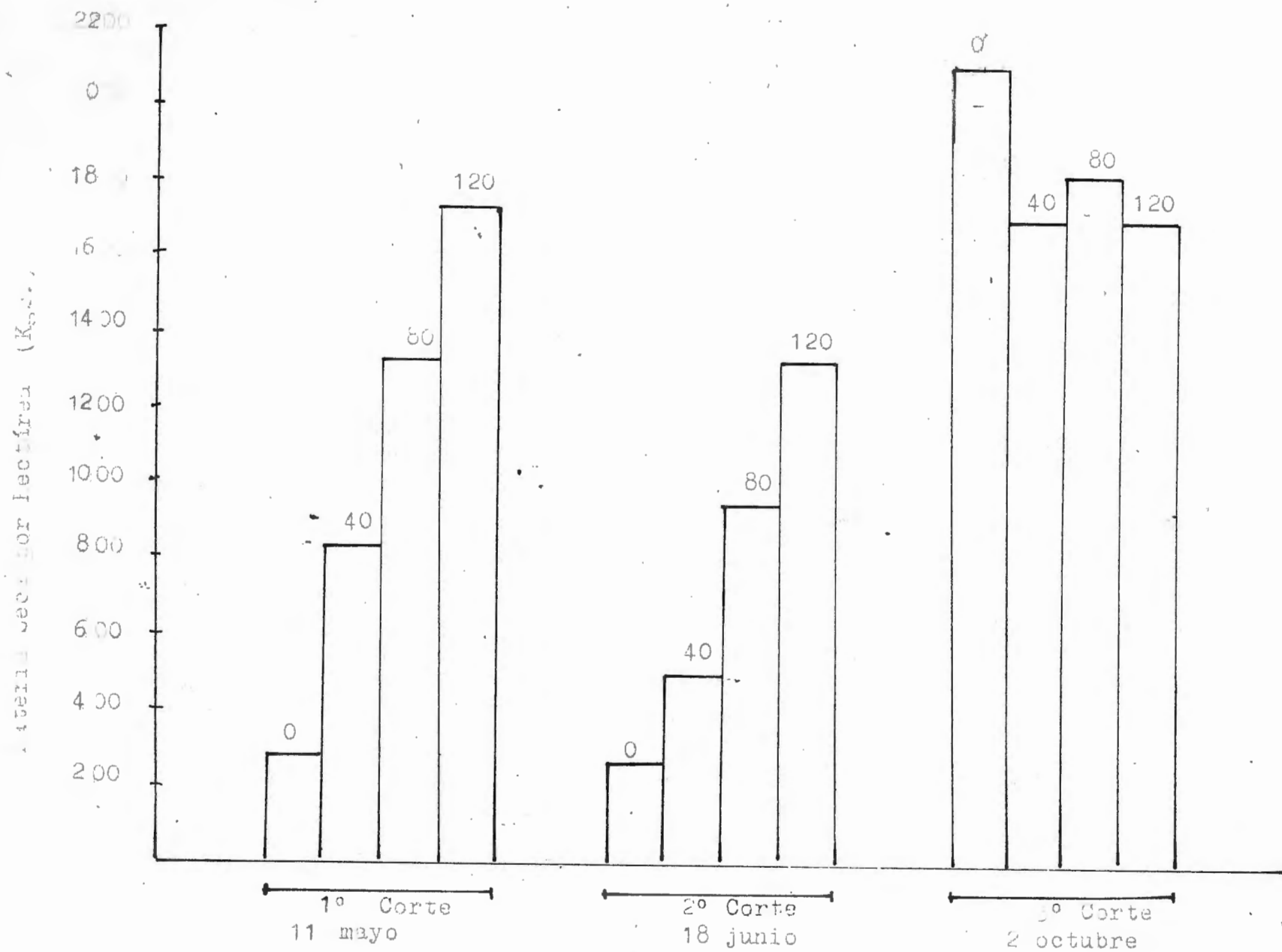


Figura I. Respuesta del raigrás a diferentes dosis de nitrógeno

Kgs. m.s.
por há.

2981

2275

1320

588

0

40

80

120

Kgs. de N por hectárea.

Figura 2. Rendimiento acumulado de raigrás en los dos primeros cortes, con diferentes dosis de nitrógeno.

Tercer corte. El rendimiento de las parcelas fertilizadas fué significativamente inferior al del testigo, no habiendo diferencias entre dosis ni fuentes.

En este corte y en el rendimiento total no se calculó la correlación ni la regresión por no estimarse lícito incluir los datos de este último corte a causa de la divergencia de los resultados respecto a los otros cortes.

Rendimiento total. Se encontró que aún la menor dosis de nitrógeno era significativamente superior (0,01) al testigo.

Al nivel 5% no hubo diferencias entre D₂ y D₃, superando ambas a D₁. Las diferencias entre fuentes no fueron significativas. Los rendimientos totales correspondiente a cada dosis se pueden ver en la figura 3.

Recuperación del Nitrógeno Aplicado.

Los porcentajes de recuperación que se dan resultan de la suma de los porcentajes parciales correspondientes a los dos primeros cortes. No se incluyó el tercero por las divergencias ya mencionadas. En el cuadro 4 se muestran dichos porcentajes.

Cuadro 4. Porcentajes promedios de recuperación de nitrógeno según fuentes y dosis.

Dosis		Fuentes
	%	
40 kgs. N.....	56,6	Urea.....58,3
80 "	70,6	Sulfato de amonio...73,6
120 "	72,5	Sulfonitrato de amonio...62,0
Promedio General....		64,9

Kgs. m.s.s.
por h.

4050

4100

4000

3655

0

40

80

120

Kgs. N. por hectárea.

Figura 3. Promoción anual de caigás con diferentes dosis de nitrógeno.

No se pudieron detectar diferencias en ninguno de los tratamientos.

Como se observa en la figura 4, la recuperación de nitrógeno bajó rápidamente a medida que se sucedían los cortes. Esto puede verificarse en el cuadro 5, donde se dan los porcentajes relativos de recuperación en cada corte.

Cuadro 5. Porcentajes relativos de recuperación según dosis y cortes.

Corte	40	80	120	promedio
1°	83	73	72	76
2°	17	27	28	24

Una vez calculados los porcentajes de recuperación correspondientes a los rendimientos acumulados de los dos primeros cortes, fué posible obtener la correlación total existente entre ambas variables (rendimiento y recuperación) la cual fué de $r = 0.669 \pm 0.218$ significativa al 5%

Dado que se disponía de tres variables (rendimiento de materia seca, dosis de nitrógeno y recuperación del nitrógeno) que interactúan, se calculó la correlación parcial entre rendimiento y dosis, cuyo valor fué de $r = 0.961 \pm 0.080$ significativa al 1 por mil. Este valor da la correlación entre rendimiento y dosis de nitrógeno independientemente del porcentaje de recuperación.

También se calculó la correlación parcial entre rendimiento y recuperación, independientemente de las dosis, y su valor fué de $r = 0.385$, no significativo.

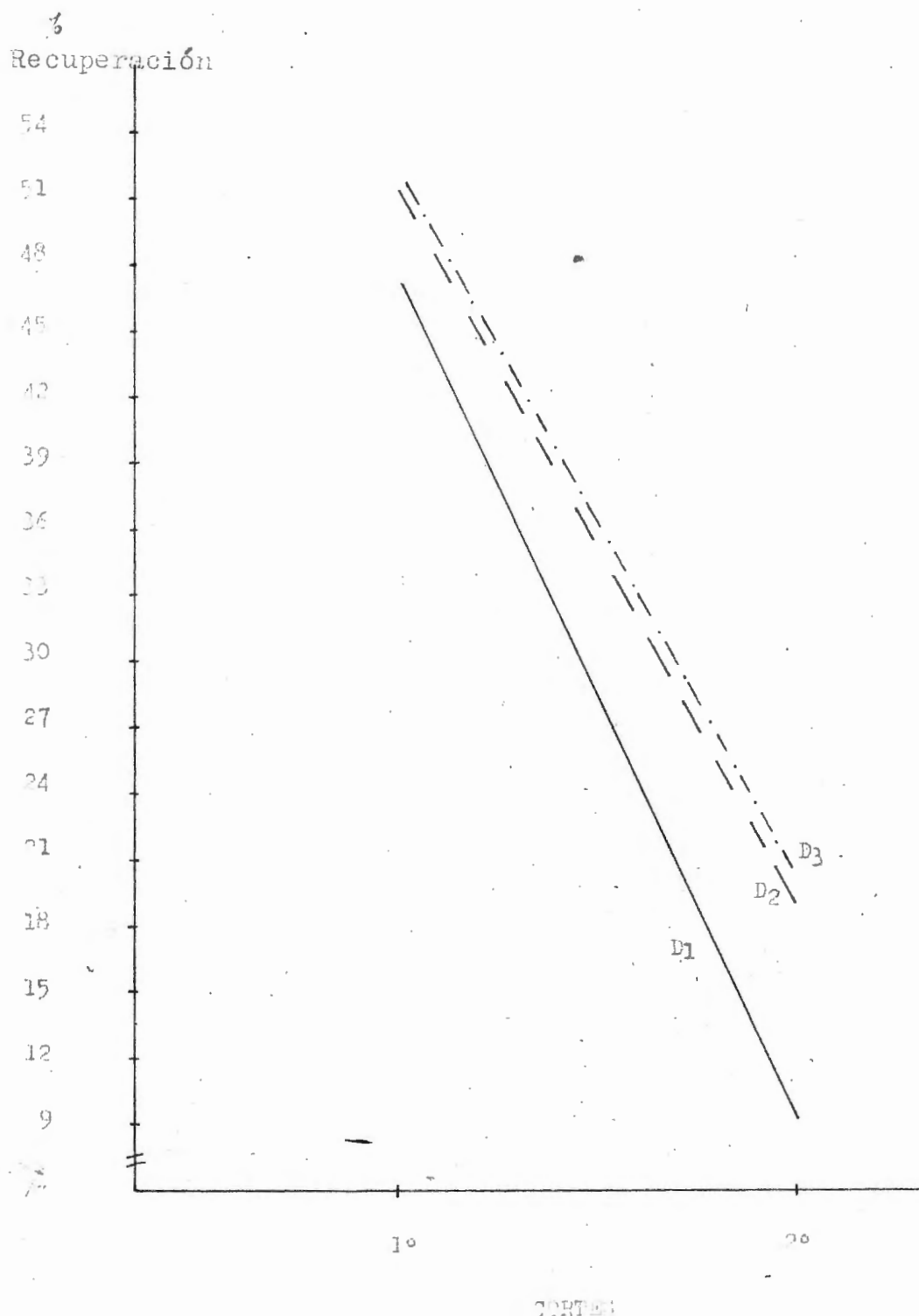


Figura 4. Porcentajes de recuperación del nitrógeno aplicado, en cada dosis y en los dos primeros cortes.

Porcentaje de Proteína Cruda

De los tres cortes realizados para estimación del rendimiento sólo en uno, el segundo, se realizó análisis químico de muestras por parcela. En los otros dos cortes se hizo análisis de una muestra de cada tratamiento.

Primer corte. En el cuadro 6 se presentan los porcentajes correspondientes a cada dosis, ya que éstas eran las que presentaban mayores diferencias.

Cuadro 6. Porcentajes promedios de proteína de la materia seca en el primer corte y en diferentes dosis de nitrógeno.

Dosis=0	40	80	120
Porcen tajes 17,7	20,5	23,5	25,5

Dado que el promedio del testigo está basado en dos determinaciones y el de cada dosis en tres, cada una correspondiente a una fuente, se consideró a éstas como repeticiones de cada dosis, para hacer una prueba "t". Del resultado de ésta se desprende que no hubo diferencias en porcentaje de proteína entre el testigo y D_1 , siendo las restantes dosis superiores a aquel. Las diferencias entre fuentes fueron pequeñas (cuadro 7)

Cuadro 7. Porcentaje promedio de proteína de la materia seca en el primer corte y en cada fuente de nitrógeno.

Urea	Sulfato de amonio	Sulfonitrato de amonio
22,2	24,4	23,0

En este corte se halló una correlación total entre el porcentaje de proteína y las dosis de nitrógeno de $r = 0,858 \pm 0,194$ significativa al 1%.

Segundo corte. En el presente corte se tuvieron los porcentajes de proteína en cada parcela, y en consecuencia se pudo realizar el análisis estadístico completo.

Se encontró que la interacción fuentes por dosis fué significativa al 5% y en consecuencia se realizó la prueba de Duncan para comparar dosis dentro de cada fuente y viceversa (cuadros 8 y 9).

Cuadro 8. Comparación de los porcentajes promedios de proteína de dosis dentro de cada fuente de Nitrógeno

<u>Urea</u>			
	D ₂	D ₁	D ₃
	12,8	13,2	15,5
<u>Sulfato de Amonio</u>			
	D ₁	D ₂	D ₃
	12,0	14,8	15,2
<u>Sulfonitrato de Amonio</u>			
	D ₁	D ₂	D ₃
	12,7	13,8	14,0

Cuadro 9. Comparación de los porcentajes promedios de proteína de fuentes dentro de cada dosis de Nitrógeno.

40 kgs.N		
F ₂	F ₃	F ₁
12,0	12,7	13,2
80 kgs.N		
F ₁	F ₃	F ₂
12,8	14,0	14,8
120 kgs.N		
F ₃	F ₂	F ₁
13,8	15,2	15,5..

En el cuadro 10 se comparan todas las combinaciones de fuentes por dosis.

Cuadro 10. Comparación de porcentajes de proteína en todas las combinaciones de tres fuentes por tres dosis de N.

F ₂ D ₁	F ₃ D ₁	F ₁ D ₂	F ₁ D ₁	F ₃ D ₃	F ₃ D ₂	F ₂ D ₂	F ₂ D ₃	F ₁ D ₃
12,0	12,7	12,8	13,2	13,9	14,0	14,8	15,2	15,5

El porcentaje promedio del testigo fué de 12,3%. Los únicos tratamientos que no difirieron significadamente de él, fueron F₂D₁, F₃D₁ y F₁D₂.

La correlación total entre porcentaje de proteína y dosis fué de $r = 0,787 \pm 0,233$, significativa al 2%.

Tercer corte. A pesar de que no se pudo hacer análisis estadístico, es evidente que en este corte no hubo diferencias entre los tratamientos, respecto al porcentaje de proteína, según se deduce de la simple observación de los datos (cuadro 11).

Cuadro 11. Porcentajes promedios de proteína en diferentes dosis de nitrógeno en el tercer corte.

Dosis	0	40	80	120
Porcenta- je de Pro- teína	8,9	8,7	8,6	8,8

En la figura 5 se presenta la evolución sufrida por los porcentajes de proteína a lo largo del año.

Proteína

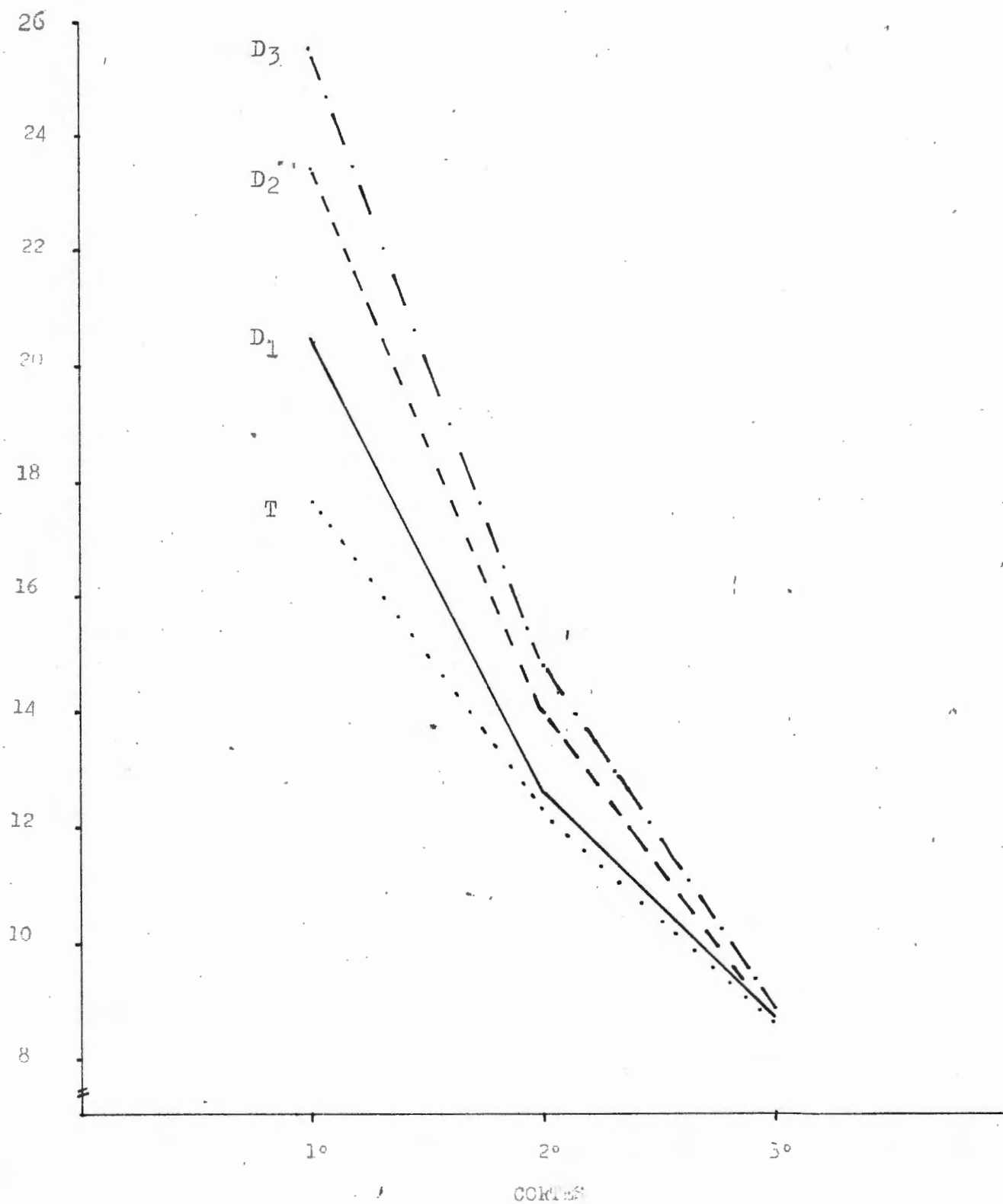


Figura 5. Porcentajes promedio de proteína en cada corte y en cada dosis.

Contenido de Nitratos

De igual modo que para proteína, sólo se realizó el análisis de cada parcela en el segundo corte. En los demás cortes se hizo análisis por tratamiento.

En el cuadro 12 se presenta el contenido de nitratos en cada tratamiento, en el primer corte.

Cuadro 12. Porcentaje de nitratos en cada tratamiento, en el primer corte (porcentajes de materia seca).

Dosis	Urea	Sulfato de amonio	Sulfonitrato de amonio	Promedios
40	0,040	0,044	0,062	0,049
80	0,053	0,132	0,114	0,100
120	0,202	0,132	0,110	0,148
Promedios	0,098	0,103	0,095	0,099

Promedio del testigo 0,040

Es de señalar las diferencias considerables que existen entre dosis y quizás una posible interacción entre éstas y las fuentes.

No se presentan los datos correspondientes a los demás cortes, ya que no había diferencias en absoluto. Además los porcentajes eran extremadamente bajos (alrededor de 0,038%) y en consecuencia eran de ninguna significación práctica.

DISCUSION

Rendimiento de Materia Seca

En este tipo de ensayo, y dentro de ciertos límites, la producción de materia seca es una de las mediciones mas interesantes a analizar, ya que al experimentar diversas dosis lo que se busca es precisamente, lograr un incremento máximo de aquella.

Los análisis estadísticos practicados demuestran una muy considerable respuesta a aumentos progresivos en la dosis de nitrógeno, expresada en aumentos del rendimiento de materia seca.

Como era de esperar, esta respuesta es más evidente en el primer corte, por su proximidad a la aplicación del fertilizante. Producto de ello es la respuesta prácticamente lineal hallada en ese corte (figura 1). Se puede observar también que a cada aumento en la dosis, corresponde un aumento también en el rendimiento, pero porcentualmente menor a medida que se aproxima la dosis mayor. Esto significa que por cada aumento en el nivel de nitrógeno no corresponde un incremento igual del rendimiento, sino que por el contrario, dicho incremento es decreciente. Podemos suponer que a cierta dosis mas elevada que las experimentadas, y suponiendo que los demás factores permanezcan constantes, el incremento en la producción de materia seca llegaría a ser nulo. De hecho, este fenómeno ya se insinúa en la falta de significancia de las diferencias entre las dosis de 80 y 120 kgs., aunque es probable que ello fuera sólo el reflejo de niveles inadecuados de otros nutrientes en el suelo, y no la ausencia de respuesta al nitrógeno aplicado.

En el segundo corte se repitió el mismo tipo de respuesta a las dosis, con los rendimientos correspondientes a cada nivel de nitrógeno, proporcionalmente reducido, evidencia de que el efec-

to de la fertilización comenzaba a disminuir.

Por el contrario, en el último corte cesó toda respuesta al nitrógeno, a tal extremo que el testigo fué significativamente superior a todos los tratamientos fertilizados. Indudablemente, este hecho se presta a ciertas especulaciones. En primer lugar, lo más importante sería que en el término de dos cortes, el raigrás habría absorbido todo el nitrógeno aportado por los fertilizantes y disponible para las plantas, independientemente de la dosis. Esta suposición es perfectamente válida si recordamos lo que sucediera en el ensayo anterior. En aquel se recuperó en dos cortes el 82% (porcentaje relativo) del nitrógeno aplicado en E_1 , quedando el 18% restante para los últimos tres cortes. Como esa cantidad es, en términos absolutos, muy pequeña, podemos asumir que quizás en este ensayo hubo una menor eficiencia. En segundo lugar, y como explicación de la superioridad del testigo, se pueden postular dos hipótesis, que de ningún modo son mutuamente excluyentes. Una de ellas sería que los dos primeros cortes afectaron de diferente modo, la morfología del raigrás en cada uno de los tratamientos de dosis. Dado que el crecimiento del cultivo era de diferente magnitud en cada dosis, y esto fué especialmente evidente cuando se comparaba el testigo con los tratamientos fertilizados, el corte podría haber afectado en forma perjudicial los puntos de crecimiento del raigrás de estos últimos, que pudieron estar suficientemente altos como para ser dañados. La otra hipótesis supone la extracción de una cantidad tan grande de elementos nutritivos en las parcelas fertilizadas durante los primeros cortes, que no habría quedado un remanente suficiente para promover una respuesta adecuada al nitrógeno en el último corte.

Sea cual fuera la respuesta a esta incógnita, el hecho es que este corte coincidió con la época más favorable de producción del raigrás, lo cual es posible que haya contribuido a volcar las diferencias iniciales, en sentido contrario.

Aun así, el rendimiento total mostró diferencias considerables entre las dosis y es de resaltar el incremento que se produjo entre 40 y 80 kgs.de N, lo cual señala bien claramente donde se situaron las mayores diferencias, dentro de las condiciones de este ensayo.

Paralelamente la asociación entre ambas variables, o sea entre rendimiento y dosis de nitrógeno, se pone bien de relieve en los coeficientes de correlación y de regresión encontrados, los cuales son suficientemente expresivos como para no requerir comentarios.

Por otra parte, es interesante señalar el paralelismo existente entre los coeficientes de regresión "b", y la respuesta al nitrógeno calculada. A la vez, parecería que estos últimos valores siguen la misma tendencia que el rendimiento, o sea, un aumento considerable al pasar de 40 a 80 kgs.de N por hectárea, y luego un cambio en la pendiente al subir a la dosis mayor.

Por el contrario, las diferencias entre fuentes no alcanzaron significado estadístico y en consecuencia, verificando lo que se hallara en el otro ensayo, parecería que todas ellas son igualmente eficientes.

Recuperación del Nitrógeno Aplicado

Los porcentajes de recuperación logrados son considerablemente altos si se considera que sólo son el producto de dos cortes.

A pesar de que no se hallaron diferencias entre los porcentajes correspondientes a cada dosis, se nota un aumento considerable entre las dos dosis mayores, paralelos al aumento registrado en el rendimiento de materia seca, y cuya asociación se traduce en la correlación total positiva, hallada precisamente entre rendimiento y recuperación.

Este aumento del porcentaje de recuperación paralelo al aumento de las dosis, coincide con el hallado por algunos investigadores (2, 21, 28). Aún así, los porcentajes relativos de recuperación en cada corte variaron considerablemente con la dosis (cuadro 5).

A la vez, el cálculo de la recuperación de nitrógeno permitió afinar la estimación de la asociación entre rendimiento y dosis, mediante el cálculo de una correlación parcial que fue muy altamente significativa, todo lo cual no hace sino afirmar una vez más la estrecha ligazón existente entre ambas variedades.

La falta de correlación parcial entre rendimiento y recuperación (independientemente de la dosis) es igualmente expresiva, ya que coincide con la ausencia de significancia de las diferencias en porcentaje de recuperación, entre dosis. Puesto que no existieron diferencias entre dosis, en cuanto a recuperación, no hay razón alguna para encontrar correlación parcial entre rendimiento y recuperación, aunque la correlación total fuera significativa, ya que esta no era independiente de las dosis.

La ausencia de diferencias entre fuentes, no hace más que volver a afirmar la hipótesis de que los fertilizantes experimentados fueron igualmente eficientes en cuanto a la cesión de su nitrógeno, o en otros términos, que no hubo sobre ellos efecto diferencial medible del medio ambiente.

Porcentaje de Proteína Cruda

El hecho mas saliente es el muy alto porcentaje de proteína inducido por las mayores dosis de N en el primer corte. Desde luego no hay que olvidar que aquel corte coincidió con el comienzo del periodo vegetativo de la especie, lo cual se reflejo aun en el testigo. Por ello, y como era de esperar, la correlación total entre porcentaje de proteína y dosis de nitrógeno fue altamente significativa.

En el segundo corte, por primera vez en cualquiera de las mediciones realizadas, se presentó una interacción significativa entre fuentes y dosis. Este hecho dificulta mucho la interpretación de las diferencias detectadas, por la falta de datos complementarios que contribuyan a establecer una tendencia al respecto.

A causa de dicha interacción es también dudoso el valor de la correlación entre dosis y porcentaje de proteína.

Finalmente, y siguiendo el proceso lógico, el porcentaje de proteína disminuyó mucho al momento del tercer corte. La ausencia de diferencias hace suponer que ya no quedaba ningun remanente de nitrógeno aplicado, lo cual tampoco se reflejaba en el rendimiento de materia seca.

Contenido de Nitratos

El porcentaje de nitratos fué extremadamente bajo, aunque en el primer corte y en la dosis de 120 kgs. de N se halló un porcentaje de nitratos igual a la mitad del considerado tóxico, lo cual abre amplias posibilidades para cuando se experimenten dosis

mayores aun con esta misma dosis hubiera sido posible hallar un porcentaje mayor si el primer corte se hubiera hecho un poco antes, ya que cuando éste se realizó, el forraje de esas parcelas estaba muy desarrollado.

Parecería que es ésta la única oportunidad de hallar porcentajes si no mortales, por lo menos peligrosos.

CONCLUSIONES

El valor de las conclusiones que se pueden extraer de ambos ensayos está limitado por el hecho de que son resultados de un solo año y únicamente en una zona del país. Aún así, el valor de ellas sigue siendo considerable.

Ensayo I

- 1) La producción total de materia seca fue independiente de la época de fertilización.
- 2) La época de aplicación del nitrógeno tuvo un gran impacto en cuanto a la producción inmediata de forraje.
- 3) La respuesta del rendimiento a la fertilización fue la misma para todos los fertilizantes usados.
- 4) La fertilización produjo aumentos de rendimiento mayores en otoño que en invierno, y en invierno mayores que en primavera.
- 5) Se obtuvo una alta recuperación del nitrógeno aplicado la cual fue considerablemente influida por la época de fertilización, siendo menor en otoño que en las otras dos estaciones.

Ensayo II

- 1) La respuesta del rendimiento de materia seca a dosis en aumento de nitrógeno fue muy grande, especialmente en los dos primeros cortes, en los cuales fue lineal.
- 2) No hubo diferencias entre fuentes de nitrógeno en ninguna de las dosis.
- 3) Los porcentajes de recuperación de nitrógeno aumentaron con la dosis pero carecieron de significado estadístico. A pesar de esto se halló una correlación positiva entre rendimiento y recuperación.
- 4) El porcentaje de proteína fue función de las dosis de nitrógeno, en dos de los tres cortes realizados.
- 5) No se hallaron niveles letales de nitratos. Los porcentajes de nitratos aumentaron en forma paralela a las dosis de nitrógeno.

RESUMEN

En el año 1964 se establecieron dos ensayos en campos del Centro de Investigaciones Agrícolas "Dr. Alberto Boerger" con la finalidad de aclarar problemas relativos a la fertilización nitrogenada del raigrás, Lolium multiflorum, Lam.

En el primero de ellos, los tratamientos estuvieron constituidos por las combinaciones de tres épocas de fertilización, respectivamente otoño, invierno y primavera, con tres fuentes de nitrógeno (urea, sulfato de amonio y sulfonitrato de amonio) aplicadas a 40 kgs. de N por hectárea, mas las parcelas testigo sin nitrógeno.

Se calculó el rendimiento de materia seca y los porcentajes de proteína cruda y de recuperación del nitrógeno aplicado.

Se realizaron cinco cortes, de cuyos resultados se desprende que el rendimiento final de materia seca fue independiente de la fecha de fertilización, pero que ésta tuvo gran influencia en cuanto al rendimiento inmediato. Las fuentes de nitrógeno no mostraron diferencias en cuanto a producción de forraje. Los porcentajes de recuperación fueron altos y no difirieron entre las épocas ni las fuentes. El porcentaje de proteína no aumentó en respuesta al nitrógeno, las épocas o las fuentes.

En el segundo ensayo se probaron las mismas fuentes que en el anterior, cada una en tres dosis: 40, 80 y 120 kg. de N por hectárea.

Se midió el rendimiento de materia seca y los porcentajes de proteína cruda, nitratos y recuperación de nitrógeno.

El rendimiento final demostró que no había diferencias entre las dosis de 80 y 120 kgs. de N, pero que ambas superaban

significativamente a la dosis de 40 kgs. A la vez, todas las dosis rindieron más que el testigo. Se halló una correlación parcial altamente significativa entre rendimiento y dosis, en los dos primeros cortes y en el acumulado de ambos, siendo lineal la regresión total. Los porcentajes de recuperación aumentaron paralelamente con las dosis, pero no en forma significativa; en cambio, las diferencias en porcentaje proteico fueron significativas. También fue significativa la correlación total entre dosis y porcentaje de proteína. No se hallaron contenidos tóxicos de nitratos, pero estos aumentaron paralelamente a las dosis.

Se concluye que de las tres variables estudiadas, son las dosis de nitrógeno las que provocan diferencias más notables en el rendimiento y calidad nutritiva del raigrás.

*

LITERATURA CITADA

1. BROCKINGTON, N.R.-1964- "Fertilizer response of Giant Rhodes grass (*Chloris gayana*, Kunth) in Northern Rhodesia". Emp.J. Exp. Agric. 32:76.
2. BURTON, G.W. y DEVANE, E.H.-1952- "Effect of rate and method of applying different sources of nitrogen upon the yield and chemical composition of Bermuda grass, *Cynodon dactylon* Pers., hay". Agron. J. 44:128.
3. CANADA DEPARTMENT OF AGRICULTURE-1962- "Chemical methods of plant analysis". Publication N° 1064, 59 p.
- 4.. CRAWFORD, E.F. et al.-1961- "Some factors that affect nitrate accumulation in forages." Agron. J. 53:159.
5. DEVINE, J R. y HOLMES, R.J.-1963- "Field experiments comparing ammonium nitrate, ammonium sulphate and urea applied repetitively to grassland". J. Agric. Sci. 60:297.
6. _____-1964- "Field experiments on the value of urea as a fertilizer for barley, sugar beets and grassland in Great Britain". J. Agric. Sci. 61:391.
7. _____-1964- "Field experiments comparing ammonium nitrate and ammonium sulphate as top-dressing for winter wheat and grassland". J. Agric. Sci. 62:377.
8. DRYSDALE, A.D.-1963- "Liquid manure as a Grassland Fertilizer. II. The response to winter applications". J. Agric. Sci. 61:353.

9. GARDNER, A.L.-1964- Comunicación personal.
10. GASSER, J.K.R.-1964- "Urea as a fertilizer". Review article. Soils and fert. 27:175.
11. GRABLE, A.R. y JOHNSON, D.D.-1960- "Efficiency of recovery of applied nitrate nitrogen by perennial ryegrass from different soils". Proc. Soc. Soil Sci. Amer. 24:503.
12. HANWAY, J.J. et al. -1963- "The Nitrate Problem". Iowa State University. Special Report N° 34.
13. HEDIN, L. y DUVAL, E.-1963- "A Study of the nitrate content of forage and pasture plants". Ann. Physiol. veg. Paris. 5:29 (Herb.abstr. 34 N° 3 ref. 1266).
14. KERSHAW, S.S.-1963- "The crude protein and nitrate nitrogen relationship in S 22 in response to nitrogen and potash fertilizer treatments". J. Brit. Grassl. Soc. 18: 323.
15. LEIN, H.-1963- ("Experiments with different nitrogen fertilizers on pasture"). Beiteforsks-garden Apelsvoll, Melding N° 38. English summary.
16. LOW, A.J. y PIPER, F.J.-1961- "Urea as a fertilizer". J. Agric. Sci. 57:249.
17. MILES, D.G. y WALTERS, J.K.-1963- "The intensive nitrogenous manuring of pure grass swards". Rep. Welsh Pl. Breed. Sta. Pag. 71.
18. MORRIS, H.D. y JACKSON, J.E.-1959- "Source and time of application of nitrogen for rye forage". Proc. Soc. Soil Sci. Amer. 23:305.

19. MUDD, C.H., MAIR, H.B. y MEADOWCROFT, S.C.-1963- "The relative value of ammonium nitrate-lime mixture and ammonium sulphate on grassland". Exp. Husb. N° 9:65.
20. MULLER, L.-1961- "Un aparato micro-Kjeldhal simple para análisis rutinarios rápidos de materias vegetales". Separado de Turrialba 11:17.
21. NOWAKOWSKI, T.Z.-1961- "The effect of differentes nitrogen fertilizers, applied as solids or liquid, on the yield and nitrate-N content of established grass and newly sown ryegrass". J. Agric. Sci. 56:287.
22. NOWAKOWSKI, T.Z.-1962- "Effect of nitrogen fertilizers on total nitrogen, soluble nitrogen and soluble carbohydrate content of grass". J. Agric. Sci. 59:387.
23. TEMPLEMAN, W.G.-1961- "Urea as a fertilizer". J.Agric. Sci. 57:237.
24. TYLER, K.B. y BROADBENT, P.E.-1958- "Nitrogen uptake by ryegrass from three tagged ammonium fertilizers". Proc. Soc. Soil Sci. Amer. 22:231.
25. VOLK, G.M.-1959- "Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf and bare soils". Agron. J. 51:746.
26. WALKER, T.W., ORCHISTON, H.D. y ADMAS, A.F.R.-1954- "The nitrogen economy of grass-legume associations". J.Brit.Grassl. Soc. 9:249.
27. WLAKER, T.W.-1956- "Nitrogen and herbage production". Proc. 7th Inter. Grassl. Congr.7:157.
28. WIDDOWSON, F.V. y SHAW, K.-1960.-"Comparisons of casein and formalized casein with ammonium sulphate,calcium nitrate and urea for Italian ryegrass".J.Agric.Sci. 55:53.

29. _____ et al.-1960- "The value of calcium nitrate and urea for main-crop potatoes and kale". J. Agric. Sci. 55:1.
30. _____ et al.-1962- "An experiment comparing urea formaldehyde fertilizer with nitrochalk for Italian ryegrass". J. Agric. Sci. 59;263.
31. WRIGHT, M.J. y DAVISON, K.L.-1964- "Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals". Adv. in Agron. (Ed.: A. G. Norman) 16:197. New York:Academic Press. 414 pags.

APENDICE I

Resumen climatológico del Año 1964

Mes	Temperaturas Medias (°C)			Lluvias (mm)	Evapotranspira- ción potencial (mm)
	Máxima	Media	Mínima		
Enero	30,2	23,4	16,6	11,8	130
Febrero	27,6	22,1	16,7	292,8	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	9,6	22
Agosto	17,1	11,7	6,3	33,1	33
Setiembre	17,5	13,3	9,0	58,0	39
Octubre	22,7	16,3	9,9	86,7	53
Noviembre	23,1	17,1	11,0	59,0	68
Diciembre	27,7	21,2	14,7	20,7	116
	21,7°C	16,3°C	11,0°C	1018 mm	773 mm

APENDICE II

Coefficientes de Variación en cada corte, expresados en porcentaje

Ensayo I

Corte	Coeficientes de variación en:		
	Rendimiento de m.s.	% Recuperación	% Proteína
1°	46,6	--	--
2°	35,7	--	4,8
1° + 2°	36,0	--	--
3°	22,0	--	3,5
1°+2°+3°	23,0	--	--
4°	13,3	--	--
5°	39,4	--	3,3
4° + 5°	10,9	--	--
Total	69,2	26,0	--

Ensayo II

Corte	Coeficientes de variación en:		
	Rendimiento de m.s.	% Recuperación	% Proteína
1°	35,1	--	--
2°	40,0	--	4,5
1° + 2°	25,0	22,2	--
3°	18,0	--	--
Total	18,0	--	--

APENDICE III

Valores de "F" en cada corte del ensayo II

Causa de Variación	Grados libertad	1°	2°	1°+2°	3°	Total
Bloques	3:31	1,10	7,93'''	5,39''	24,84'''	13,99'''
Tratamientos	9:31	8,76'''	7,14'''	12,91'''	1,60	6,28'''
Testigo vs N	1:31	44,03'''	26,36'''	59,19'''	8,23'''	18,96'''
Fuentes	2:31	1	1	1	1	1
Dosis	2:31	16,52'''	17,15'''	27,26'''	1	17,30'''
F x D	4:31	1	1	1	1	1

' Significativo al nivel 5%

'' Significativo al nivel 1%

''' Significativo al nivel 0,1%

APENDICE IV

Valores de "t" para la comparación del testigo con los tratamientos de dosis, en el ensayo II.

Corte	Comparación	Valor calculado de "t"
1°	Test. vs. D ₁	30,55'''
2°	Test. vs. D ₁	16,01'''
1° + 2°	Test. vs. D ₁	29,12'''
3°	Test. vs. D ₂	19,02'''
Total	Test. vs. D ₁	15,23'''

''' Significativo al 0,1%

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Montevideo

PASPALUM NOTATUM

Revisión bibliográfica sobre diversos
aspectos del Paspalum notatum Flüge.

Raúl R. Vera
Año 1964

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	1
Capítulo I. BOTANICA	2
Capítulo II. ECOLOGIA	4
Distribución mundial de las Paniceas	4
El Paspalum notatum en América	6
El Paspalum notatum en las praderas naturales del Uruguay	8
Capítulo III. FITOTECNIA	12
Obtención de la población	12
Método de reproducción en el Paspalum notatum	13
Requerimientos de la floración	14
Objetivos de la mejora fitotécnica	15
Multiplicación de semilla	16
Capítulo IV. AGRONOMIA	17
Principales usos agronómicos	17
Establecimiento	17
Germinación	17
Siembra	18
Desarrollo del cultivo	19
Fertilización	19
Manejo	20
Valor nutritivo	21
Producción animal	21
Susceptibilidad a enfermedades	22
Producción comercial de semilla	22
BIBLIOGRAFIA	23/28

INTRODUCCION

Esta revisión fué hecha con la finalidad de complementar un trabajo de laboratorio, llevado a cabo en la Cátedra, a propósito de la evaluación de diferentes caracteres de esta gramínea. La finalidad última es ubicar aquel trabajo en el proceso general de domesticación de la especie y su cultivo. Precisamente, dicho proceso tiene antecedentes valiosos en los estudios que están llevando a cabo investigadores estadounidenses, en la zona del Golfo de México, particularmente aquellos encabezados por G.W. Burton. Estos y otros estudios, han llevado al *Paspalum notatum*, así como a otras especies introducidas, a jugar un rol importante en la alimentación del ganado en dicha parte de los Estados Unidos.

Por el contrario, en el Uruguay recién estamos al comienzo de una obra fitotécnica que esperamos sea de amplia trascendencia. Deseamos que esta revisión, que no pretende ser exhaustiva, sea de algún valor en la definición de problemas y potencialidades características de este especie.

Raúl R. Vera

Octubre, 1964.

I. BOTANICA

No creemos que sea de interés reproducir una descripción botánica y vegetativa minuciosa de la especie *Paspalum notatum* R. , ya que la misma ha sido estudiada completamente por diversos autores (ver: Cabrera, 1953; Parodi, 1958; Rosengurtt, et al., 1960)

Un aspecto algo menos conocido, y quizás de más interés fitotécnico, es la multiplicidad de estados en que se presenta este pasto al estado salvaje. Estas formas fueron clasificadas y descritas por Parodi, en 1948, quien reconoció tres "variedades" de la siguiente manera:

"A. Espiguillas menores de 3 mm largo x 2 mm ancho.

1. Espigas geminadas de 3-8 cm largo. Plantas menores de 40 cms. Cromosomas $2n = 40$. Antillas.

Var. typicum

2. Espigas digitadas hasta 5, de 5-7 cms larg. Plantas ordinariamente de 40-70 cms de altura. Cromosomas $2n = 20$. Mesopotamia Argentina.

var. Saurae

B. Espiguillas 3,3-4 mm largo x 2,3-3mm ancho. Rozomas vigorosos; inflorescencias con 2 espigas geminadas, raramente con 3-4. Cromosomas $2n = 40$. América tropical y subtropical.

Var. latiflorum."

El mismo autor afirma que en Paraguay hay una forma que derivaría de la latiflorum, llamándosele "pilosissima", quien se diferencia por las vainas y láminas abundantemente cubiertas de pelos blancos de 3-4 mm de largo, fijos sobre una base tuberculada.

También se registra la presencia de algunas de estas variedades en Río Grande del Sur, Brasil, según Barreto (1957), quien afirma que la var. notatum (= var. typicum) sólo se halla en Centro América siendo de menor porte que las demás. La var. Saurae Parodi es poco frecuente en dicho estado, encontrándose en suelos húmedos y arenosos de la Depresión Central y Litoral. La var. latiflorum Doell es frecuente en todas las regiones de R. Grande, y en todos los suelos siendo en consecuencia, muy polimorfa, presentándose desde glabra a muy pubescente, con hojas anchas a angostas, etc.

En los Estados Unidos se han reconocido un número considerable de tipos o variedades (Burton, 1946), entre las cuales se cita a las siguientes: Común, Wallace, Paraguay, Wilmington, Pensacola y Tampa. Según el mismo autor, el Común es la variedad más usada en Florida, E.U., siendo considerado más tierno y palatable que el resto, especialmente a mediados de verano. El número cromosómico es $2n = 40$. La var. Wallace es menos productiva de forraje que la Común; tiene $2n = 40$. La var. Paraguay es una introducción del país homónimo, por Archer en 1937 (según Burton, 1946). Es de señalar la excelente producción de semilla de esta variedad. También tiene $2n = 40$. La var. Wilmington es la menos susceptible a los daños invernales; $2n = 40$. La Pensacola es una introducción de Argentina y se caracteriza por ser la única diploide : $2n = 20$. Es buena productora de semilla. La var. Tampa proviene de las Indias Occidentales; se asemeja a la Común en tipo y densidad, pero son plantas más pequeñas.

A modo de resumen, podemos decir que de lo hasta ahora expuesto se deduce una gran variabilidad tanto genética como ambiental (particularmente en algunos caracteres vegetativos secundarios, según se deduce de la variación dentro de un mismo tipo, reportada por Barreto, 1957). Quizás estos factores sean parcialmente responsables de la nomenclatura más o menos compleja de los diferentes tipos y de la superposición (aparentemente al menos) de más de un nombre sobre la misma variedad.-

II. ECOLOGIA

La familia de las Gramíneas es la más vasta del reino vegetal y quizás sea ésta una de las causas por las cuales su estudio del punto de vista de la relación entre sus especies y tribus con los factores ambientales ha avanzado, con excepción de los cereales y especies asociadas, lentamente. Indudablemente, una de las dificultades ha sido la carencia de métodos que permitan caracterizar las distintas zonas geográficas, clasificándolas dentro de grupos relativamente homogéneos en cuanto a clima y vegetación.

Respecto a las especies pratenses, estos intentos han sido particularmente escasos, y hace muy pocos años que Hartley, en Australia, presentara la enorme masa de datos existentes, en forma susceptible de comparación (Whyte et al, 1959 a).

Como veremos en el desarrollo de este capítulo, es de fundamental trascendencia para la labor fitotécnica, el conocimiento de la distribución de especies y tribus, lo cual conduce directamente a los centros de mayor variabilidad de formas.

Distribución Mundial de las Paniceas

Estudiando diversas zonas geográficas, Hartley (1950, 1958) obtuvo el porcentaje promedio con que contribuye cada tribu a la flora total de gramíneas; este sistema es muy próximo al que presentara Raunkaier en 1934 (cit. por Whyte et al, 1959 a), de la siguiente forma:

	<u>porcentaje</u>
Agrostaeae	8,2
Andropogoneae	11,9
Avenaeae	6,3
Eragrostaeae	8,1
Festuceae	16,5
Paniceae	24,7
Otras tribus (22)	24,3

De las cifras anteriores, se deduce inmediatamente la importancia de las Paniceae, que constituyen casi la cuarta parte del número total de especies. Reconociendo este hecho, Hartley (1958) profun-

dizó su estudio, por lo cual veremos con algún detalle sus conclusiones.

Esta tribu contiene más de 1460 especies, y aunque ya fuera reconocida como "natural" en el siglo XIX no ha habido acuerdo en cuanto a sus límites precisos y al número de géneros incluidos.

Sobre la base de estudios florísticos locales, este investigador preparó un mapa mundial de distribución (cuya reproducción adjuntamos) de las Paniceae, caracterizando siete zonas que representan distintos porcentajes de especies de esta tribu, en la flora total de gramíneas.

De las listas regionales de floras consultadas (320) solamente 6 no concuerdan con el modelo de distribución logrado; por lo tanto, podemos calificar al método como de extraordinaria exactitud.

A partir del mapa, el autor señala las siguientes observaciones:

- 1) La distribución predominantemente tropical y subtropical.
- 2) La zona de máxima concentración relativa es el noreste de Sur América.
- 3) Los porcentajes son mayores generalmente en el hemisferio Oeste.
- 4) La complejidad del modelo de distribución en ciertas regiones, especialmente:
 - a) Sureste de Africa
 - b) N y S de América
 - c) Este de Australia.

En ambos hemisferios, los mayores porcentajes están en la zona ecuatorial. Del mismo modo, todas las regiones con latitud mayor de 40°, excepto el NE de E. Unidos, tiene menos de 10%; por ello, con la posible excepción de esta región americana, no hay indicaciones de que la tribu sea más abundante al N o al S del ecuador.

Los mayores porcentajes, por arriba de 60%, ocurren en las Guayanas y cerca de Pernambuco, Brasil, pero la pobreza de datos en Sur América, admite la posibilidad de que la zona de alta concentración sea mucho mayor de la señalada.

Respecto a la mayor concentración en el hemisferio Oeste afirma el autor que el estudio taxonómico no sustenta la teoría de que la tribu sea originaria, como conjunto, del mismo, aunque bien podría serlo para ciertos géneros tales como Paspalum, Axonopus y parte del Panicum.

Paralelamente, Hartley encontró una estrecha relación entre la distribución y los factores climáticos (particularmente, temperaturas invernales altas y precipitaciones abundantes, que se asocian con un extenso período de cre-

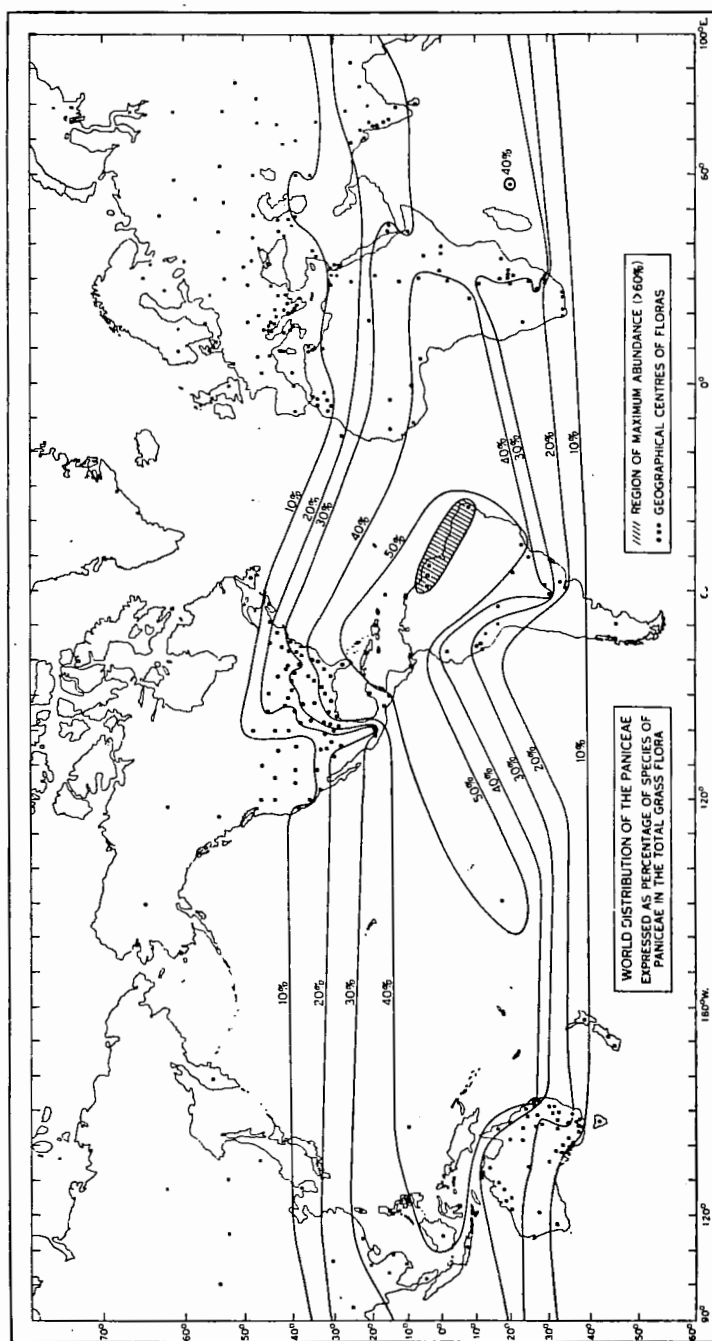


Fig. 1.—Map of world distribution of the Paniceae.

Mapa de Distribución Mundial de las Paniceae
(Tomado de Hartley, 1958)

cimiento); dicha relación sugiere que la relativamente alta diferenciación específica en el hemisferio W, puede reflejar una más general existencia de climas favorables para el desarrollo de la tribu. Este fenómeno se asocia al descubrimiento de que la concentración de la otra gran tribu, "ndropogoneae, en el hemisferio E, tendería en si misma, a producir mayores porcentajes de especies de Paniceae en el hemisferio W.

Ambas tribus, junto con otras, integran la subfamilia Panicoidea, que de acuerdo a evidencia geográficas y taxonómicas sería originaria del E de África y Madagascar. A partir de ese origen, la subfamilia se habría extendido, formando las Paniceae la avanzada de dicha distribución.

A la luz de estos estudios, un programa de introducción debería tener muy en cuenta a Sur América y el E. de Africa como fuente de nuevas especies (Hartley y Williams, 1956), y respecto al género *Paspalum* en particular, es de destacar la riqueza de la zona oriental de Sur América, como lo señalara Hartley (1958).

Distribución del *Paspalum notatum* en América

Acabamos de ver la relativamente alta concentración de Paniceae en la zona oriental de América del Sur, en A. Central y en la zona sur de los Estados Unidos. A continuación, examinaremos el papel de una especie de cierta relevancia dentro de la tribu, el *Paspalum notatum*, en las praderas naturales y cultivadas de América.

Como ya viéramos, el género *Paspalum* probablemente sea originario de A. del Sur (Hartley, 1958), y respecto al *Paspalum notatum* esta aseveración es sustentada por Burton (1951).

Parecería que la especie fué introducida a E. Unidos por el U.S.D.A. en 1914, proviniendo del Brasil, aunque es igualmente probable que hubiera llegado de incógnito, pues se le ha encontrado en estado silvestre, en las proximidades de los puertos del sudeste (Burton, 1951). Se ha adaptado muy bien en dicha región, en tanto que su difusión hacia el norte probablemente esté fuertemente limitada por las bajas temperaturas invernales, a las cuales es muy susceptible, a pesar, de que hay diferencias entre variedades al respecto (Burton, 1951; Tabor, 1950).

También se halla en la región central de México (Harodi, 1948)

En las Islas del Caribe y Centro América se le considera nativo, citándose en tal carácter su presencia en las British West Indies, donde se asocia con el *Stenotaphrum secundatum* (Mott, 1956), y en El Salvador donde es una de las especies principales (Watkins, 1946).

En el Brasil, son muy abundantes todas las variedades de esta especie (tal como las clasificara Parodi, 1948), en el estado de Río Grande del Sur, en todas las condiciones de clima y suelos (Barreto, 1957). El mismo autor hace extensiva su presencia al resto del Brasil, donde integra los así llamados campos "cerrados" o "caatingas".

También es muy común en la Mesopotamia Argentina (Barreto, 1957; Marco, 1959).

Finalmente, aparece en Paraguay (Barreto, 1957) donde, como ya viéramos, es característica una variedad derivada de la "latiflorum", denominada "pilosissima" (Parodi, 1948).

A continuación veremos con detalle su importancia en el Uruguay.

El *Paspalum notatum* en las Praderas Naturales del Uruguay

El *Paspalum notatum* es una especie "general" del tapiz, y como tal no caracteriza formaciones, pero el grado de abundancia y vigor puede admitirse como carácter, cuando integra una formación que se diferencia, en forma neta y relativamente permanente, de las demás. Tal es el caso de esta especie en los suelos fuerte o ligeramente arenosos (Rosengurtt, 1944). En estas condiciones se asocia con otras especies más o menos características, como por ejl., el *Andropogon condensatus* (Rosengurtt, 1944) y el *Axonopus compressus* (Moir, 1963, 1964; Gallinal et al., 1938; Rosengurtt, 1943).

Con esta formación, como con algunas otras, sucede que los límites de algunas zonas geológicas coinciden, a grandes rasgos, con límites agrológicos, y se puede observar según Rosengurtt (1944) que "... la línea que separa las formaciones gondwánicas del basamento cristalino, coincide aproximadamente con el límite de la *Stipa charruana* en el Sur, y la asociación *Paspalum notatum*-*Andropogon condensatus* que predomina en el Norte".

Esta importante región del país, que abarca gran parte del así llamado grupo IV de suelos (CIDE, 1963) integrado por 2.520.000 há., o sea el 15% del país, ha sido estudiado en forma bastante representativa (Moir, 1963) por Gallinal et al. (1938) y Rosengurtt (1943, 1944), en la localidad de Palleros, Dpto. de Cerro Largo. En toda esta zona es bastante característica la asociación *Axonopus compressus*-*Paspalum notatum*, en el tapiz bajo (Gallinal et al., 1938); de hecho, son las gramíneas dominantes, y llegan a excluir a las gramíneas cespitosas más resistentes (Rosengurtt, 1943). Sin embargo, esta dominancia no se traduce generalmente en el análisis gravimétrico (ver cuadro I), lo cual es perfectamente explicable si se considera el hábito rastrero de esta especie, y que el corte se hiciera a guadaña.

Cuadro I.- Importancia relativa del *Paspalum notatum* en distintos tipos de campo, en Pallero, Dpto. de Cerro Largo. (x) Dic., 1935.

Tipo de Campo (+)	Heno k/há.	% en peso	Observaciones
Aa	---	---	
Ab	100	2,37	
Ac	21	0,41	
Ba	54	0,94	
Bb	800	14,48	Dominante. Suelo muy fértil y permeable.
Ca	26	1,57	
Cb	60	2,02	
Cc	2250	67,37	Suelo arenoso muy permeable
Cd	200	4,85	

x Tabulado en base a los datos de Gallinal et al., 1938.

+ Clasificación fisio-topográfica de los autores.

Un campo de este tipo, rindió a través de un período de tres años, y como promedio de 15 sitios, 6300 kgs. de heno, distribuidos de la siguiente forma:

Cuadro II. Producción estacional de heno, Palleros, C. Largo
Gallinal et al., 1938.

	<u>kgs.</u>
Otoño	1926,8
Invierno	787,9
Primavera	2000,0
Verano	<u>1591,7</u>
	6306,4

Como vemos, estas pasturas son de rendimientos extremadamente pobres en invierno; no así en primavera y otoño, aún cuando se puede poner en duda la calidad del forraje otoñal.

Indudablemente, la estructura se refleja mejor en términos de frecuencia (presencia en cuadrados), que en el análisis gravimétrico (cuadro III).

Cuadro III. - Frecuencia de diferentes especies, en Palleros, Cerro Largo. Rosengurt, 1943.

	%
<i>Paspalum notatum</i>	90
<i>Axonopus compressus</i>	69,5
<i>Sporobolus poiretii</i>	58,5
etc.	

En general, estos suelos livianos, aunque frecuentemente entremezclados en algunas zonas con extensos pedregales, con suelos fuertemente arenosos, con suelos arcillosos, etc., suelen tener estructura de gramillar, o sea que predominan las gramíneas estoloníferas ya vistas, pero también se caracterizan por la tendencia a ensuciarse con *Andropogon condensatus* (Rosengurt, 1944).

Hemos visto ya que el *Paspalum notatum* es una especie "general" del tapiz y, como tal, está presente en el resto de las formaciones agrológicas del país. La encontramos así, en los campos sobre la formación geológica del Fray Bentos, donde además de las especies cespitosas, abunda en el tapiz junto con el *Paspalum dilatatum* y *Axonopus compressus*, asociados con otras panicáceas y andropogoneas (Rosengurt, 1944).

También es posible hallarlo en el "parque marginal" del Río Uruguay, de una a dos leguas de ancho, el cual está caracterizado por la abundancia de algarrobos, en tanto que en el tapiz la especie más común es precisamente el *P. notatum*, asociado con una flora excepcionalmente rica en leguminosas nativas (Rosengurt, 1944).

Finalmente, también se presenta en el Dpto. de Soriano, cuyas formaciones agrológicas han sido estudiadas detalladamente por Rosengurt et al. (1946) en la localidad de Juan Jackson.

A partir de los cuadros de frecuencia (o.c. pags. 104-123) se puede deducir que es una especie poco frecuente en los campos vírgenes y regenerados, aunque se conserva vigoroso en los rastrojos de chacra nueva, para más tarde desaparecer con labranzas continuadas. Es menos abundante aún en los "campos de oleada", pero prospera con mayor abundancia y vigor que en el campo normal, en las zonas abonadas y pastoreadas intensamente. Estos mismos autores la clasifican como especie "estival perenne tierna, cuyos restos secos raramente se acumulan, y aún así son fácilmente achatados y descompuestos con el pisoteo subsiguiente".

III. FITOTECNIA

Es un hecho bien conocido que la mejora fitotécnica de las especies destinadas a integrar praderas es una tarea compleja y a menudo ingrata; compleja, por que los objetivos son numerosos, aunque en la práctica es imprescindible limitarlos y porque los criterios y métodos para llegar a aquellos son aún hoy discutidos; ingrata, porque frecuentemente los resultados no colman la expectativa creada. Sin embargo, es indudable el progreso logrado con el transcurso de los años y este hecho nos conduce a examinar someramente el proceso de la mejora de los pastos tal cual se encara modernamente. "Al respecto Myers (1960) separa tres etapas en la mejora fitotécnica:

- a) encontrar o desarrollar poblaciones sobre las cuales practicar la selección.
- b) selección
- c) uso de las selectas en la producción comercial.

Desde un punto de vista algo diferente, Whyte et al. (1959)

- a) consideran la siguiente secuencia: 1) recolección del material
- 2) selección de progenitores
- 3) ensayos genealógicos y
- 4) multiplicación de la semilla.

Sea uno u otro el enfoque, ambos coinciden en la primera etapa, que consiste en la obtención (por diversos medios) de una población, etapa que si bien es aparentemente simple, es quizás la más trascendente en cuanto a las posibilidades posteriores de éxito.

Obtención de la Población. *

El camino más común para lograr una población es por la recogida e introducción de ecotipos y/o variedades de las especies en cuestión. Este aspecto fué estudiado en detalle por Why-

* Al respecto también se puede ver el Cap. II: "Distribución mundial de las Paniceas".

te (1958) y de su trabajo extraeremos algunos conceptos; con tal fin, es apropiado comenzar por definir el término "introducción", el cual según el autor significa la adaptación de plantas silvestres al cultivo.

Sin duda no entra dentro de los límites de este trabajo examinar la teoría de la introducción de las plantas, por lo cual nos remitimos al escritor citado. De todos modos, el proceso comienza por el aislamiento e identificación de los diferentes ecotipos y biotipos (FAO, 1961) y una sucesión de estudios que conduce a separar los individuos o ecotipos de comportamiento superior, lo cual es, en esencia, la etapa segunda citada por Myers (1960) y por Whyte et al. (1959 a).

En el caso particular del *Paspalum notatum* y de otras especies indígenas, en el Uruguay disponemos de una enorme población que si bien presenta la ventaja de disponer de gran variabilidad, significa también una complicación para su manipulación, la cual se puede ver dificultada por el número de individuos disponibles.

Llegado este punto es necesario referirse al método de reproducción quien condiciona la elección del método de mejora (Hanson y Carnahan, 1956; Whyte et al., 1959 a).

Método de Reproducción en el *Paspalum notatum*.

El método de reproducción de esta especie ha sido extensamente estudiado por Burton, en diversos trabajos, desarrollados principalmente sobre dos variedades representativas de la especie: Común y Pensacola.

Burton (1948 a) afirma que el descubrimiento de machos estériles de estigmas blancos llevó al descubrimiento de la apomixis de la variedad Común, pues sembrando este tipo con el fértil, de estigmas rojos, toda la descendencia era de estigma rojo. El estudio citológico de los pocos híbridos logrados

reveló que esta variedad produce óvulos no reducidos y granos de polen reducidos. De hecho, en la var. Común, apomixis es sinónimo de agamospermia (Burton y Forbes, 1960) o sea, la reproducción por medio de semilla asexual. Aún así, no es bien comprendida la herencia y características particulares de la apomixis presentada por esta variedad, pero Burton y Forbes (1960) sugieren que la apomixis obligada en el material por ellos estudiado se comportaba como recesivo frente a la sexualidad, y estaría controlada por unos pocos genes recesivos.

La apomixis del punto de vista del fitotecnista presenta la ventaja de poder mantener o aumentar fácilmente la pureza de selectas superiores y a la vez la dificultad de hibridar el material disponible (Burton, 1948 a).

Respecto a la variedad Pensacola, ésta ha mostrado ser muy auto-estéril (Burton 1946, 1955) comportándose de manera sexual (Burton 1948 b, 1951, 1955). De hecho se observa una gran variabilidad, característica de las especies de fecundación cruzada, y cuando se autofertilizó el rendimiento de forraje se redujo un 25% y el rendimiento de semilla un 34% (Burton, 1955). En base a esta tendencia tan pronunciada se ha ideado un método sencillo para lograr policruzas (Burton 1948 b).

A la vez Burton y Forbes (1960) lograron cruzar el Pensacola por Común, duplicando el número cromosomís del primero mediante colchicina, lo cual es sin duda un hecho de significación en las posibilidades futuras de mejoramiento de la especie.

Usando el Común como hembra y al Pensacola como macho, Burton (1956) logró pentaploides apomícticos de semilla muy grande y fácilmente identificable.

Requerimientos de la Floración.

Indudablemente el conocimiento de los requerimientos fotoperiódicos y de temperatura es imprescindible para el fitotec-

-12
nista, ya que los mismos controlan la floración.

Knight y Bennett (1953) estudiaron este aspecto sobre las variedades Pensacola y Argentina, encontrando que la floración estuvo confinada a períodos de 14 y 16 horas de luz, no siendo significativas las diferencias entre 14 y 16, respecto al número de espigas, macollos y % de flósculos que contenían cariopses. Las temperaturas nocturnas bajas inhibieron la floración; ésta no fué afectada por el nivel de nitrógeno.

Objetivos de la Mejora Fitotécnica.

Este punto ha sido muy discutido en el pasado y por ello sólo citaremos a Hanson y Carnahan (1956) quienes en su revisión enumeran los principales objetivos de la siguiente forma:

- a) Rendimiento de nutrientes digestibles.
- b) Distribución estacional del rendimiento.
- c) Persistencia.
- d) Palatabilidad.
- e) Facilidad de reproducción.
- f) Facilidad de manejo.

El primero de ellos se compone de dos variables relativamente independientes entre sí: por un lado la producción total de materia seca, la cual es relativamente fácil de medir, y por el otro, la calidad de la misma, para la cual no hay aún métodos rápidos y satisfactorios de evaluación (Reid, 1964).

Otro factor de difícil evaluación es la palatabilidad, ya que está influida por las prácticas de manejo y es distinta para los distintos tipos de animales (Garner, 1963).

De cualquier modo es posible hallar otros objetivos, adecuados a casos particulares, o aún descomponer los ya mencionados en características más simples de medir (Hanson y Carnahan, 1956).

Multiplicación de Semilla.

Como ya viéramos al principio del capítulo, el problema final que se le presenta al fitotecnista es multiplicar la semilla de las nuevas variedades. En general, el problema que presenta la multiplicación es conservar dentro de límites razonables la homogeneidad del material (Whyte et al., 1959 a), pero indudablemente no será este el caso del *Paspalum notatum* apomíctico. Burton en 1944 encontró que el quemado de los céspedes de la variedad Paraguay aumentaba en forma significativa y en cantidad apreciable, la producción de semilla, pero este ensayo se realizó sobre céspedes viejos, y de ningún modo enfrenta el problema básico, genético, el cual permanece incambiado.

Advertencia: No hemos querido entrar en la discusión de las técnicas de evaluación, ni de los métodos particulares de mejoramiento, por ser temas muy específicos y que quedan fuera del ámbito de este trabajo.

IV. AGRONOMIA

Actualmente el *Paspalum notatum* es ampliamente usado en el Sur de Estados Unidos, particularmente en los estados de Arkansas, Tennessee, N. Carolina y el área del Sur del Golfo (Burton, 1946, 1951; Kretschener y Hayslip, 1963). Esto no significa que su uso carezca de dificultades; por el contrario, éstas se presentan con frecuencia: algunas de ellas ya las hemos visto en el transcurso de capítulos anteriores, otras las veremos en el presente. Sin embargo, estos inconvenientes son seguramente superados por algunas características ventajosas; trataremos de enumerar unas y otras en estas páginas.

Principales Usos Agronómicos.

El Soil Conservation Service hace ya bastantes años, comenzó a estudiar alrededor de 35 líneas de esta especie, recogidas en céspedes naturales, variedades cultivadas, híbridos, etc., con propósitos de evaluar sus condiciones como conservadora de suelos y para pastoreo (Tabor, 1950).

También ha sido considerada exclusivamente del punto de vista del pastoreo (Burton, 1951).

En Uganda, Africa, se ha estudiado en cuanto al valor de su forraje conservado "in situ" (Harker, 1961).

En Sudamérica recién se está en la etapa de estudio en jardín de introducción (Marco, 1959).

Establecimiento

El primer problema que plantea su establecimiento es su germinación.

Germinación.— Frecuentemente se producen fracasos en el establecimiento de esta especie pues las semillas de malezas germinan rápidamente y dominan o excluyen al pasto; razón de esta dificultad ini-

cial es la presencia de: a) semilla dura y b) germinación dilatada (Williams y Webb, 1958).

Ya en 1939, Burton había encontrado que la escarificación con ácido sulfúrico concentrado llevaba la germinación a 50%, en 10 días, en tanto que el testigo germinaba 5% en tres meses. Sin embargo, Williams y Webb (1958) encontraron que la escarificación ácida no mejoraba la absorción de agua ni el valor de desplazamiento (medida de intercambio gaseoso por el desplazamiento de alcohol); los mismos, hallaron que se lograba una germinación de 87% a los 10 días, cuando se escarificaba con ac. sulfúrico concentrado durante 5 minutos, siendo la temperatura 35-40°C; este valor fué ampliamente superior al testigo no escarificado o al lote tratado con ácido al 50%.

Por el contrario, la escarificación mecánica no tiene ningún efecto beneficioso (Tabor, 1950). En cambio, con semilla de la var. Pensacola, Tabor (1950) obtuvo una "excelente" germinación cuando la misma se expuso al frío, pocos días antes de la siembra.

En las siembras experimentales hechas por Rosengurtt et al. (1946) en J. Jackson, C. Largo, Uruguay, se observó que es una especie de "crecimiento inicial medianamente débil", demorando tres semanas en nacer cuando se siembra en octubre-noviembre, y bastante más si se siembra más temprano. Toma vigor en otoño, alcanzando la plenitud de su desarrollo en el primer año.

Siembra.-- Es conveniente la siembra profunda en suelos arenosos o durante sequías, pero en condiciones normales, la profundidad óptima es de $3/8$ ", siendo el rango adecuado $1/4 - 1$ " (Burton, 1940).

La densidad de siembra para producción de semilla es de 4-6 lbs por acre, de semilla escarificada, en hileras a dos pies entre si (Burton, 1940); para siembra densas se debe aumentar la cantidad de semilla.

Si bien tiende a dominar, es posible asociarla con cualquier leguminosa bien adaptada (Tabor, 1950); para el caso del Sureste de E. U. se cita a : *Indigofera hirsuta*, *Le pedeza cuneata*, *Lupinus angustifolius*, *Trifolium incarnatum*, *T. procumbens*, diferentes *Vi-*
cias, etc.

Desarrollo del cultivo.— Aún lográndose una buena germinación, es una especie de establecimiento lento (Tabor, 1950) formándose un césped totalmente cerrado al cabo del 2°-3° año.

Es particularmente destacable el volumen y profundidad de raíces de esta especie. "1 respecto Burton (1943) estudió la distribución y extensión del sistema radicular de *P. notatum* vars. Común y Paraguay, *P. dilatatum*, *Axonopus affinis*, etc., en capas de suelo de 4" hasta una profundidad de 44"; en todas las capas de suelo, las dos variedades de *P. notatum* produjeron una significativamente mayor cantidad de raíces; no hubo diferencias entre ambas variedades. Doss et al. (1960) hallaron que las raíces del *P. notatum* llegaban a una profundidad ligeramente menor que las del *Cynodon dactylon* var. Coastal. Sin embargo, la variedad Pensacola produciría 46% más cantidad de raíces que el *C. dactylon*, *P. dilatatum*, *Axonopus affinis* y *Festuca arundinacea* (Burton et al., 1954); estos mismos autores hallaron que las raíces del Pensacola son, por unidad de peso, 1/3 más eficientes en aportar agua y 1/10 en absorción de P radioactivo, que el *C. dactylon* var. Suwannee. Por el contrario, Burton et al. (1957) afirman que las variedades Coastal y Suwannee de *C. dactylon* son más eficientes en el uso del agua que el Pensacola.

En veranos secos, Burton et al. (1954) hallaron que la producción de materia seca del *C. dactylon* var. Coastal era superior a la del Pensacola.

Fertilización

En Florida, E.U., Engibous et al. (1958) encontraron que la

fertilización nitrogenada óptima era de 240 lbs N/acre/año, dividido en dos aplicaciones; comprobaron que 200 lbs/acre de ac. fosfórico y de potasa excedían los requerimientos de esta gramínea.

Beaty et al. (1960, 1963) encontraron respuesta lineal al nitrógeno, hasta 100 lbs/acre; la respuesta promedio fué de 40 lbs m.s./lb. N; la fertilización no afectó a la distribución estacional de la producción.

Manejo

Se ha observado que las praderas formadas por *Paspalum notatum* y *Axonopus compressus*, en el Uruguay, y por *Paspalum notatum* sólo o asociado al *A. affinis* en otros países, requieren gran intensidad de pastoreo, lo cual se acentúa en el período de mediados a fines de primavera hasta mediados de otoño (Rosengurtt, 1943; Tabor, 1950; Kretschmer y Hayslip, 1963). Recordemos que el *P. notatum* florece desde diciembre, y madura de febrero a mayo, cesando de brotar durante los meses de heladas (Rosengurtt, 1943).

A tal punto llega la exigencia en intensidad de pastoreo, que según afirman Gallinal et al (1938) la capacidad óptima de pastoreo se aproxima a la capacidad máxima.

Por el contrario, si se alivian los campos en el período octubre-abril, se vigoriza el *A. compressus* y las gramíneas cespitosas, debilitándose el *P. notatum*, el cual en ausencia total de pastoreo puede llegar a desaparecer en un sólo verano; del mismo modo, si bien abunda en campos uliginosos, es eliminado por la inundación prolongada (Rosengurtt, 1943). En otros aspectos es muy resistente a la sequía, pisoteo y quemas, constituyéndose en un excelente conservador del suelo (Tabor, 1950), pero tarda muchos años en restablecerse en los rastrojos (Rosengurtt, 1943).

Valor Nutritivo

A juzgar por los análisis químicos, el *P. notatum* sería de relativamente alto valor nutritivo (Bennett, 1951); al respecto, Burton (1951) no halló diferencias entre las variedades Pensacola y Paraguay.

Por el contrario, la var. Pensacola sería bastante más palatable que la otra, y este hecho se traduce en la producción de carne (Burton, 1951).

Hawkins y Rollins (1960) estudiaron la digestibilidad del *P. notatum* y *C. dactylon* bajo dos sistemas de manejo y sus hallazgos se resumen en el Cuadro .IV.

Cuadro IV Digestibilidad del *C. dactylon* var. Coastal y *P. notatum* bajo dos sistemas de pastoreo.

Manejo	<i>C. dactylon</i>		<i>P. notatum</i>	
Pastoreo continuo	59,1	N.S.	58,6	+
Pastoreo rotativo	59,5		60,3	

N.S. = diferencias no significativas entre sistemas de pastoreo

+ = diferencias significativas entre sistemas de pastoreo.

El consumo de materia seca fué igual para especies y manejo.

Producción Animal

Rollins et al. (1960) en Alabama, E.U. encontraron que la producción de leche F.C.M. en vacas que pastoreaban *P. notatum* era significativamente superior que sobre *C. dactylon* Coastal, pero significativamente inferior que para el heno de alfalfa.

Respecto a producción de carne/acre, el *C. dactylon* Coas-

tal parece ser muy superior al Pensacola (Suman et al., 1962).

Stephens y Southwell (com. pers. a Burton, 1951) encontraron diferencias muy considerables entre variedades :

Pensacola 215 lbs carne/acre/año

Paraguay 112 lbs carne/acre/año.

Como ni la producción de materia seca/acre ni la composición química alcanzan a explicar diferencias tan grandes, éstas se deben adjudicar al consumo que de ellas hacen los animales, influenciados por la palatabilidad de cada variedad (Burton, 1951).

Susceptibilidad a Enfermedades

Se han observado las siguientes enfermedades en *P. notatum*: *Claviceps paspali*, "eyespot", *Helminthosporium* sp., y *Rhizoctonia* sp., pero los daños no fueron extensos (Burton, 1951).

Producción Comercial de Semilla

Como ya viéramos (pág. 16) la producción de semilla en céspedes viejos puede ser estimulada por la quema (Burton et al., 1944) pero esto parece ser cierto para la primera cosecha de semilla y no para las posteriores (Tabor, 1950). Debemos recordar que la estación de producción de semilla puede ser muy extensa (Burton, 1951)

Campos sembrados con las variedades Pensacola y con Wilmington han producido rendimientos de semilla variables entre 25 y 700 lbs. por acre (Tabor, 1950), respondiendo con casi 8 lbs. de semilla por lb. de N.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRUS, C.F.- 1963- Plant Breeding Systems. Euphytica 2:205.
- BARRETO, I.L.- 1957- Las especies de Paspalum con dos racimos conjugados en Río Grande del Sur. Rev. Agron. 24:89.
- BEATY, E.R.; McCreery, R.A. y Powell, J.D.- 1960- Response of Pensacola Bahiagrass to nitrogen fertilization. Agron. J. 52: 453.
- BEATY, E.R. et al.- 1963- Effect of nitrogen rate and clipping frequency on yield of Pensacola Bahiagrass. Agron. J. 55:3.
- BENNETT, H.W.- 1951- en "Forages". Ed. por H.D. Hughes, M.E. Heath y D.S. Metcalfe. Iowa State College, Ames. 724 pages.
- BURTON, G.W.- 1939- Scarification studies on southern grass seeds. J. Amer. Soc. Agron. 31:179.
- BURTON, G.W.- 1940- The establishment of Bahiagrass, Paspalum notatum. J. Amer. Soc. Agron. 32:545.
- BURTON, G.W.- 1943- A comparison of the first year's root production of seven southern grasses established from seed. J. Amer. Soc. Agron. 35:192.
- BURTON, G.W.- 1944- Seed production of several southern grasses as influenced by burning and fertilization. J. Amer. Soc. Agron. 36:523.
- BURTON, G.W.- 1946- Bahia grass types. J. Amer. Soc. Agron. 38:273.
- BURTON, G.W.- 1948 a-The method of reproduction in Common Bahia grass, Paspalum notatum. J. Amer. Soc. Agron. 40:443.
- BURTON, G.W.- 1948 b-A method for producing chance crosses and polycrosses of Pensacola Bahia grass. J. Amer. Soc. Agron. 40:470.
- BURTON, G.W.- 1951- The adaptability and breeding of suitable grasses for the southern states. Adv. in Agron. III.

- BURTON, G.W.- 1952- Quantitative inheritance in grasses. Proc. 6th Inter. Grassl. Congr. 277.
- BURTON, G.W.- 1954- Root penetration, distribution and activity in southern grasses measured by yields, drought symptoms and P 32 uptake. Agron. J. 46:229.
- BURTON, G.W.- 1955- Breedin Pensacola Bahiagrass. I. Method of reproduction. Agron. J. 47: 311.
- BURTON, G.W.- 1956- Utilisation of heterosis in pasture plant breeding. Proc. 7th Inter. Grassl. Congr. 439.
- BURTON, G.W.-; Prine, G.M. y Jackson, J.E.- 1957 - Studies of drouth tolerance and water use of several southern grasses. Agron. J. 49:498.
- BURTON, G.W. y Forbes, I.- 1960 - The genetics and manipulation of obligate apomixis in Common Bahia Grass. Proc. 8th Inter. Grassl. Congr. 66.
- CABRERA, A.L.- 1953- Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. B. Aires: Editorial Acme S.A. 589 pags.
- CIDE.- 1963 - Los suelos del Uruguay. Su uso y manejo.
- De VANE, E.H.; Stelly, M. y Burton, G.W.- 1952- Effect of fertilization and management of diferrent types of Bermuda and Bahia grass sods, on the nitrogen and organic matter content of Tifton sandy loam. Agron. J. 44:176.
- DOSS, B.D.; Ashley, D.A. y Bennett, O.L.- 1960- Effect of soil moisture regime on root distribution of warm season forage species. Agron. J. 52:569.
- ENGIBOUS, J.C. et al.- 1958- Yield and quality of Pangolagrass and Bahiagrass as affected by rate and frequency of utilization. Proc. Soc. Soil Sci. Amer. 22:423.
- GARNER, F.H.- 1963- The palatability of herbage plants. J. Brit. Grass. Soc. 18:79.
- HANSON, A.A. y Carnahan, H.L.- 1956- Breeding perennial forage grasses. U.S.D.A. Tech. Bull. 1145.

- HARKER, K.W.- 1961- A comparison of standing hay production from grasses on Entebbe. E. Afric. agric. for J. 27:49.
- HARTLEY, W.- 1950- The global distribution of tribes of the gramineae in relation to historical and environmental factors. Aust. J. agric. Res. 1:355.
- HARTLEY, W. y Williams, R.J.- 1956 - Centres of distribution of cultivated pasture grasses and their significance for plant introduction. Proc. 7th Intern. Grassl. Congr. 190.
- HARTLEY, W.- 1958- Studies on the origin, evolution and distribution of the Gramineae. I. The tribe Paniceae. Aust. J. Bot. 6:343.
- HAWKINS, G.E. y Rollins, G.H.- 1960 - Intake and digestibility of Coastal Bermudagrass and Bahiagrass as affected by management. J. Dairy Sci. 43:444.
- HODGE, W.H. y Erlanson, C.O.- 1955- Plant introduction as a Federal service to agriculture. Adv. in Agron. VII:189.
- KNIGHT, W.E. y Bennett, H.W.- 1953- Preliminary report of the effect of photoperiod and temperature on the flowering and growth of several southern grasses. Agron. J. 45:268.
- KOCH, L.- 1953- Co Combined plant introduction to Western Europe. Euphytica 2:207.
- KRETSCHENNER, A.E. y Hayslip, N.C.- 1963- Evaluation of several pasture grasses on Immokalee fine sand in South Florida. Agric. Exp. Sta., U. of Florida. Bull. 658.
- MARCO, A.M.- 1959- Comportamiento de forrajeras en la zona de Yerúa, E. Ríos. Idia 144:34.
- MOIR, T.R.G.- 1963- Realidad forrajera del Uruguay. An. Soc. Mej. Praderas N° 7.
- MOIR, T.R.G.- 1964- International development of grazing and fodder resources. XII. Uruguay. J. Brit. Grassl. Soc. 19:20.

- MOTTA, M.S.- 1956- Grazing management and production of some tropical grasses in the British West Indies. Proc. 7th Inter. Grassl. Congr. 539.
- MYERS, W.M.- 1960- New developments in forage crop breeding. Proc. 8th Inter. Grassl. Congr. 7.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y La Alimentación- 1961.- Informe de la Reunión Técnica de la FAO sobre prospección e introducción de especies vegetales. Roma.
- PARODI, L.R.- 1948- La variación en *Paspalum notatum* FLUGGE. Rev. Arg. Agron. 15:53.
- PARODI, L.R.- 1958- "Gramíneas Bonaerenses". Buenos Aires: Acme Agency. 139 pags.
- REID, J.T.- 1964- Simposio sobre el Uso de Animales en la Evaluación de Pasturas. Estanzuela, Uruguay. (no publ.)
- ROLLINS, G.H. et al.- 1960- Lactation performance of dairy cows grazing certain annual and perennial grasses in Alabama. I. Coastal Bermuda grass, Pensacola Bahiagrass and Dallis grass. J. Dairy Sci. 43:445.
- GALLINAL, J.P. et al.- 1938- "Estudios sobre praderas naturales del Uruguay". Montevideo. 208 pags.
- ROSENGURTT, B.- 1943- "Estudios sobre praderas naturales del Uruguay" Tercera contribución. Montevideo: Barreiro y Ramos S.A. 281 pags.
- ROSENGURTT, B.- 1944- "Estudios sobre praderas naturales del Uruguay" Las formaciones campestres y herbáceas del Uruguay, Cuarta contribución. Agros N° 134.
- ROSENGURTT, B.- 1946- "Estudios sobre praderas naturales del Uruguay" Quinta contribución. Montevideo: Barreiro y Ramos S.A. 473 pags.
- ROSENGURTT, B.; Arrillaga, B.R. y Soriano, B.S. de -1960- Caracteres vegetativos y forrajeros de 175 gramíneas del Uruguay. Rev. Fac. de Agronomía N° 47 (Montevideo).
- SCHEIJGROND, W. y Vos, H.- Methods of appraisal of herbage species and varieties. Proc. 8th Inter. Grassl. Congr. 118.

- SMITH, D.C.- 1956- Progress in grass breeding. Adv. in Agron. VIII.
- SUMAN, R.F. et al.- 1962- Beef gains from differentially fertilized summer grasses in the Coastal Plain. Agron. J. 54:26.
- TABOR, P.- 1950- Some observations of Bahia grass for soil conservation in the Southeastern United States. Agron. J. 42:362.
- TABOR, P.- 1953- Estimating efficiency of commercial fertilizers in increasing yields of grass and legume seed. Agron. J. 45:575.
- TURESSON, G. - 1922- The genotypical response of the plant species to the habitat. Hereditas 3:211.
- VINALL, H.N. y Hein, M.A.- 1937- Breeding miscellaneous grasses. U.S.D.A. Yearbook.
- WATKINS, J.M.- 1946- "The forage resources of Latin América. El Salvador". Commonwealth Bureau of Pastures and Fields Crops. Bull. 35.
- WILLIAMS, R.C. y Webb, B.C.- 1958- Soil moisture relationship and germination behaviour of acid scarified Bahiagrass seed. Agron. J. 50:235.
- WHYTE, R.O.- 1958- "Prospección, recogida e introducción de especies vegetales". Roma: FAO. Estudios Agropecuarios N° 41. 123 pags.
- WHYTE, R.O.; Moir, T.R.G. y Cooper, J.P.- 1959 a- "Las gramíneas en la agricultura". Roma: FAO. Estudios Agropecuarios N° 42. 464 pags.
- WHYTE, R.O.- 1959 b- International approach to plant exploration and introduction. Euphytica 8:196.

Bibliografía no Consultada

- ARTAZA, C.A.- 1953- Análisis de gramíneas forrajeras. Idia N°62.
- BURTON, G.W.- 1940- A cytological study of some species in the genus Paspalum. J. agric. Sci. 60:193.
- BURTON, G.W.- 1942- Observations on the flowering habits of four Paspalum species. Amer. J. Bot. 29:843.
- BURTON, G.W.- 1943- Interspecific hybrids in the genus Paspalum. J. Hered. 34:14.
- HOVELAND, C.S.- Bahiagrass for forage in Alabama. Agric. Exp. Sta.; Univ. of Auburn. Circ. 140.
- Georgia Agric. Exp. Sta. - 1960 - Bahiagrass for pastures. Bull. N. S. 67.
- LAZENBY, A.- 1957- The problem of assesin strains; a study in grass breeding technique. J. agric. Sci. 48:294.
- ROCHA, G.L. da- 1958- A grama de Batatais. Rev. Criad. 29 N° 339.
- WALLACE, A.T. et al. - 1957 - Design, analysis and results of an experiment on response of Pangolagrass and Pensacola Bahiagrass to time, rate and source of N. Agric. Exp. Sta.; Univ. of Florida. Bull. 581.

ooo

FERTILIDAD DE FOLIOS EN ECOTIPOS

URUGUAYOS DE *Paepalium notatum* (Flügg)

Rafel R. Vera

Año 1964

Introducción

Es bien sabido que la mejora fitotécnica de las plantas exige una cantidad considerable de trabajo en el jardín de introducción, trabajos que frecuentemente deben ser repetidos a lo largo de cierto número de años.

Paralelamente, los objetivos de la mejora fitotécnica de especies forrajeras son múltiples y cada uno de ellos suele involucrar un complejo genético nada simple de descifrar. Dentro de estos objetivos, se puede citar a la producción de semilla como una de las finalidades importantes.

Establecidos estos dos conceptos, es fácil comprender la necesidad del conocimiento de los fenómenos biológicos básicos, producto de los cuales son los caracteres por los que el fitotecnista selecciona o elimina una planta o un grupo de ellas.

El carácter producción de semilla puede muy bien ser representativo de esta situación, en función de la complejidad del mismo. Uno de los tantos fenómenos involucrados en él, es la producción de polen fértil. En otras especies se ha encontrado que la fertilidad de polen está correlacionada positivamente con la producción de semilla (Pandey, 1956; Hertzsch, 1961). No solamente la fertilidad del polen, sino también la calidad del mismo, juzgada por sus caracteres morfológicos está correlacionada con la producción de semilla (Bragdo, 1962).

Materiales y Métodos

En 90 ecotipos de *Paspalum notatum* recogidos en diversas zonas del país y sembrados en el Jardín de Introducción de la Facultad de Agronomía, se tomaron muestras de polen de cierto número de plantas, que en general fueron cinco, aunque para algunos ecotipos se dispuso de menos repeticiones. Dichas muestras se tomaron en tres posiciones dentro de cada espiga, respectivamente, en la parte inferior (posición I), la parte media (II) y la parte superior (III). Se incluyeron además una variedad americana diploide (la número 281) y un ecotipo americano (número 282). Los ecotipos nacionales se agruparon según el tamaño de la espiga, en tres grupos: espiga grande, chica e intermedia.

Las muestras de polen se trataron con colorantes (*) y se hizo el conteo de granos fértiles (coloreados) y no fértiles (no coloreados) al microscopio. Siempre que el número lo permitió, se contaron hasta aproximadamente 300 granos de polen, en un número variable de campos, en cada posición y en cada repetición de cada ecotipo.

Los resultados fueron analizados estadísticamente de la forma que se detalla a continuación: En primer lugar se compararon los porcentajes promedios (previa transformación angular) de fertilidad correspondientes a posiciones, dentro de cada ecotipo de los que tenían 5 repeticiones. Para ello se analizaron como bloques azar con tres tratamientos (tres posiciones) y cinco repeticiones,

(*) Por detalles acerca de la técnica citológica usada, y el origen de cada ecotipo, consultar el Informe del Bach. A. Díaz (1965), Facultad de Agronomía.

según el siguiente esquema del análisis de variancia:

<u>Causa de Variación</u>	<u>Grados de libertad</u>
Bloques	4
Tratamientos	2
Error	8
Total	14

La comparación de los promedios se realizó por el test de Duncan (1955).

Posteriormente se realizó una comparación de variancias entre ecotipos, por la prueba de Cochran (Dixon y Massey, 1957) y también por la Scheffé (1959). Realizadas las mismas, se agrupó a los ecotipos por tipo de espiga y dentro de cada uno de los tres grupos se hizo un análisis de variancia, usando como S^2 del error, el promedio de las variancias de ecotipos, con un número de grados de libertad igual al producto del número de ecotipos, por los grados de libertad de cada variancia (eran 14). Se separaron las siguientes causas de variación:

	<u>Grados de libertad</u>
Posiciones	2
Ecotipos	(k-1)
Interacción P x E	2(k-1)
Error	14 k
Total	15 k-1

La comparación de los promedios se realizó por la prueba de Duncan (1955).

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se dan los porcentajes promedio de fertilidad de polen para cada posición en la espiga, y se comparan estadísticamente.

Se puede observar que de los 72 ecotipos analizados, se hallaron diferencias entre ubicaciones en la espiga en 14 de ellos, o sea en un 19,44%. Como se deduce del cuadro, parecería que hay cierta tendencia a que las dos posiciones superiores (media y alta) de la espiga, originen mayores porcentajes de polen fértil.

De todos modos, tanto para los resultados que se puedan extraer de este análisis, como de los siguientes, se deben tener muy en cuenta las limitaciones que supone el haber extraído polen en un solo momento del período de floración, y la carencia de repeticiones para la misma espiga; también se ignora la posible interacción de ambos factores con el medio ambiente.

La prueba de homogeneidad de variancias realizada por el test de Cochran resultó significativa (cuadro 2).

Cuadro 2. Test de Cochran para comparación de las variancias de los ecotipos.

Tipo de espiga	Valor "g"
Grande	0,1104 * (n=14, k=32)
Chica	0,1399 * (n=14, k=26)
Intermedia	0,3639 * (n=14, k=11)

* Valores significativos al nivel 5%.

Cuadro 1. Porcentaje de polen fértil en ecotipos de *Paspalum notatum*, en tres ubicaciones dentro de la espiga.

Ecotipo NU	Ubicación en la espiga			Coeficiente de Variación
	Baja	Media	Alta	
1	53,3a	65,6a	64,8a	12,45
2	40,8a	55,8a	59,7a	19,58
3	34,1	52,0a	56,8a	14,94
5	35,4a	55,5a	57,5a	27,95
6	21,3a	29,3ab	56,7b	33,42
7	12,6	45,5a	51,3a	13,87
9	21,1a	32,7a	46,5a	31,43
10	48,5a	51,6a	59,9a	11,81
12	38,4	55,1a	59,6a	14,48
13	24,7a	33,2a	54,1	11,46
16	38,9	56,8a	57,9a	12,44
17	30,9a	36,8a	55,4a	22,37
18	23,8	42,1a	54,2a	13,45
20	24,9	51,8a	52,0a	18,70
21	24,2a	23,0a	37,0a	22,70
22	37,8a	53,3b	48,2ab	10,92
24	38,4	54,9a	55,9a	7,11
26	28,1a	48,7a	47,0a	24,66
27	42,7a	42,5a	48,7a	7,59
28	39,9a	38,3a	38,6a	31,41
29	43,3a	40,9a	52,0a	11,93
30	34,9	47,3a	51,4a	12,02
31	53,2a	55,1a	53,6a	8,16
32	32,7a	37,2a	50,5a	24,02
33	53,6a	63,3ab	66,5b	7,66

34	36, 6a	35, 3a	45, 4a	12, 84
35	35, 7	45, 3a	53, 4a	9, 34
36	35, 9a	35, 0a	32, 8a	14, 29
37	39, 5a	39, 4a	40, 2a	10, 43
40	42, 2a	49, 1ab	52, 2b	7, 02
41	50, 1a	48, 4a	53, 9a	7, 52
44	41, 9a	36, 8a	44, 8a	11, 04
45	45, 0a	43, 8a	37, 3a	20, 18
46	48, 5a	47, 0a	42, 4a	6, 89
47	48, 7a	45, 8a	47, 6a	8, 65
48	52, 5a	46, 8a	47, 6a	9, 00
50	40, 9a	46, 5a	49, 6a	9, 27
51	46, 0a	48, 2a	46, 3a	18, 77
52	62, 9a	63, 3a	67, 2a	4, 31
53	52, 8a	53, 5a	48, 3a	6, 34
57	62, 3a	57, 1a	60, 5a	9, 34
59	59, 1a	62, 5a	65, 6a	17, 01
60	53, 0a	59, 9a	62, 1a	7, 30
62	56, 0a	68, 8a	67, 8a	19, 14
64	60, 9a	56, 8a	61, 9a	11, 83
65	64, 9a	63, 6a	58, 9a	7, 10
66	67, 1a	62, 7a	64, 8a	5, 44
68	55, 6a	57, 8a	55, 0a	10, 89
69	57, 6a	57, 3a	58, 5a	5, 19
70	62, 4a	60, 4a	62, 6a	5, 03
71	65, 8a	64, 5a	60, 4a	6, 03
72	66, 1a	65, 8a	72, 7a	7, 47
73	64, 0a	60, 0a	53, 7a	16, 72

74	63,4a	66,7a	61,8a	9,85
75	63,6a	59,0a	61,5a	17,88
76	71,5a	77,1a	75,8a	5,12
77	71,6a	72,6a	69,5a	15,04
78	67,0a	65,2a	63,6a	16,71
79	58,4a	56,9a	57,5a	8,87
80	62,8a	64,1a	65,3a	7,81
81	54,4a	63,5a	58,9a	6,58
83	62,8a	68,6a	62,2a	6,82
84	69,1a	63,2a	65,7a	4,58
85	54,3a	62,7a	62,6a	20,15
87	65,9a	69,0a	66,1a	4,04
90	56,5a	63,4a	54,4a	6,94
91	58,2ab	64,8ab	54,6b	5,50
93	53,8a	63,4a	64,6a	8,03
94	60,0a	61,6a	59,4a	3,11
95	63,5	67,8a	70,9a	2,84
281	70,6a	77,9a	80,8a	8,57
282	44,6a	51,5a	49,7a	5,74

Promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente al nivel 5%.

Dado que la prueba de Cochran es afectada por la falta de "distribución normal" de los valores considerados, se realizó la prueba de Scheffé, la cual es independiente de la ausencia de normalidad (cuadro 3).

Cuadro 3. Test de Scheffé para comparación de las variancias de los ecotipos.

Tipo de espiga	Valor F	Grados de libertad	Significancia
Grande	0,353	(6, 7)	N.S.
Chica	0,430	(7, 8)	N.S.
Intermedia	0,090	(2, 3)	N.S.

Dado que esta última prueba denotó la ausencia de diferencias significativas entre las distintas estimaciones de la variancia, se prosiguió el análisis estadístico con la finalidad de determinar si había diferencias significativas entre ecotipos, dentro de cada tipo de espiga, y a la vez, establecer la existencia o no de la interacción entre ecotipos y posiciones. Los análisis practicados se resumen en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de variancia para fertilidad de polen en ecotipos y posiciones.

Tipo de espiga	Causa de Variación	Grados libertad	F
Grande	Posiciones	2:364	26,63 ***
	Ecotipos	25:364	19,53 ***
	P x E	50:364	3,27 **
Chica	Posiciones	2:448	128,36 ***
	Ecotipos	31:448	24,42 ***
	P x E	62:448	20,30 ***
Intermedia	Posiciones	2:153	8,43 ***
	Ecotipos	10:153	13,01 ***
	P x E	20:153	1,25 E.S.

** Significativa al 1%

*** Significativa al 0,1%

Como se puede ver, resultó significativa la interacción en los casos de espiga grande y chica, y en consecuencia, en estos se realizó la prueba de Duncan, comparando los promedios de ecotipos en cada una de las posiciones (cuadros 5 y 6); la comparación inversa, o sea posiciones en cada ecotipo ya estaba hecha (cuadro 1).

En el caso de espiga intermedia simplemente se compararon los promedios de ecotipos, independientemente de la posición (cuadro 7) y los promedios de las tres posiciones (cuadro 8).

Cuadro 7. Espiga Intermedia. Comparación de promedios de ecotipos por el test de Duncan.

Ecotipo:	17	30	27	35	24	69	81	75	52	78	72
Promedio:	41,0	44,5	44,6	44,8	49,7	57,8	58,9	61,3	64,5	65,3	68,2

Promedios subrayados por una misma línea no difieren al nivel 1%.

Cuadro 8. Espiga Intermedia. Comparación de los promedios de posiciones por el test de Duncan.

Posición:	Baja	Media	Alta
Promedio:	48,9	54,7	58,8

Promedios subrayados por una misma línea no difieren al nivel 1%.

Parecería razonable suponer que si se hubiera dispuesto de un mayor número de ecotipos del tipo espiga intermedia, también se habría hallado interacción, ya que aun con el número actual faltó muy poco para que fuera significativa (ya que el P tabla 5% = 1,66).

Correspondería ahora hallar el origen de la interacción. Como vimos en el cuadro 1, la tendencia general era a aumentar el porcentaje de fertilidad a medida que se subía en la espiga, con una sola excepción (ecotipo 91), de lo cual se de-

ANEXO Prueba de Duncan al nivel 1%

se procedió a ejemplos dentro de cada posición en la espiga.

Posición I

57	54	31	1	13	68	62	90	79	94	64	70	80	73	66	76
58,7	52,8	53,2	53,3	53,6	55,6	56,0	56,5	58,4	60,0	60,9	62,4	62,8	64,0	67,2	71,5

Posición II

11	5	84	16	79	66	73	70	94	66	33	90	80	1	62	76
5,1	55,5	58,0	56,8	56,9	57,5	60,0	60,4	61,6	62,7	63,3	63,4	64,1	65,6	68,8	77,1

Posición III

10	90	68	79	5	16	94	12	64	70	66	1	80	33	62	76
4,3	54,2	55,4	57,5	57,5	57,9	59,4	59,6	61,9	62,6	64,8	64,8	65,3	66,5	67,8	75,8

ESPIGA GRANDE

Comparación de los predios

	Fos1												
ECOTIPO :	7	9	18	20	5	36	22	12	15	28	47	51	3
Promedio :	12,6	21,1	32,6	24,9	35,4	15,9	37,8	36,4	38,9	39,9	48,7	54,8	51

	Fos2												
ECOTIPO :	9	36	28	18	7	47	20	22	53	12	31	9	54
Promedio :	32,7	35,0	36,3	42,1	45,5	45,8	51,8	53,3	53,5	55,1	55,2	55,9	58

	Fos3												
ECOTIPO :	16	28	9	17	22	53	7	20	32	71	18	190	68
Promedio :	32,8	38,6	46,5	47,6	48,2	48,3	51,3	52,0	53,5	63,7	54,2	54,4	55

de Tuncan al nivel 14

de los datos dentro de cada posición en la espiga.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
50,1	50,1	52,5	54,1	54,8	58,2	59,1	62,3	62,8	63,3	63,5	64,9	65,8	65,9	69,1	71,6		

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
52,0	55,6	57,1	58,5	62,7	63,2	63,4	63,6	64,5	64,8	66,7	67,8	68,6	69,0	72,1			

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
55,6	58,3	59,7	59,9	60,4	60,5	61,6	62,2	62,6	65,6	64,5	6,7	66,4	69,5	70,9			

Comparación de 10

1	5	21	11	25	32	3	34	37	2	50	44	40	36	4
21,5	24,2	24,7	28,1	32,7	34,3	16,6	39,5	40,8	10,9	41,9	42,2	43,3	40	

21	6	13	34	44	32	37	29	45	50	46	46	51	
21,0	24,3	33,2	35,3	36,8	37,2	39,4	40,9	43,8	46,5	46,8	47,0	48,2	4

21	43	37	46	44	34	51	26	48	50	34	20	43	41
37,3	40,2	42,4	44,8	45,4	46,3	47,0	47,6	49,5	50,7	52,0	52,3	54	

duce que no es este el origen de la interacción. Por el contrario, el examen de los cuadros 5 y 6 evidencia claramente que entre posiciones hay un cambio considerable en la ubicación relativa de cada ecotipo, en la escala decreciente de porcentajes de fertilidad. Esto significa que un ecotipo cualquiera en una posición determinada puede producir o no produce mayor porcentaje de polen fértil, que otro ecotipo, pero que en otra posición la situación puede ser totalmente invertida. Desde luego, este mecanismo no se cumple para todos los ecotipos, sino solo para cierto número. Además, en algunos ecotipos hay solamente cambios ligeros en la ubicación relativa en la escala. Al respecto, es de señalar el caso del ecotipo 76 dentro del tipo de espiga grande que en las tres posiciones se mantuvo en el primer lugar, y del 80, en el cuarto lugar. En espiga chica, se señala el ecotipo 77, también por su uniformidad.

Finalmente, queda ahora situar el valor del trabajo que se acaba de describir, en el proceso de valoración de los ecotipos. Creemos que ha sido un estudio suficientemente detallado, considerando el número apreciable de ecotipos existentes. Aún así, habíamos puesto ya de manifiesto las limitaciones de este trabajo. Estas pueden ser más o menos graves, según se disponga de otros estudios de caracteres relacionados, y que igualmente estén avalados por la necesaria investigación citológica.

LITERATURA

- AKERBERG, E. -1961- "Opening statements". Proc. Symposium on Fertility in tetraploid clover. Sucarpia. Svalöf, pag. 4.-
- BRADY, M. -1962- "The relationship between pollen quality and seed-set in tetraploid red clover". Hereditas 48:541.
- DIXON, W.J. y MASSEY, F.J.-1957- "Introduction to Statistical Analysis". New York: McGraw-Hill. 2^o edition. pag. 180.
- DUNCAN, D.B.-1955- "Multiple range and multiple F test". Biometrics 11: 1.
- ESKILSSON, L.-1963- "A method for estimating pollen quality in autopolyploid plants". Hereditas 49:185.
- STEBBINS, G.L.-1950- "Variation and Evolution in Plants". New York: Columbia University Press. pag. 380-419.
- PARRY, K.K. -1956- "Incompatibility in autotetraploid *Trifolium pratense*". Genetics 41: 353.
- WIT, P. -1961- "The cytological background to fertility disturbances in tetraploid clover". Proc. Symposium on Fertility in Tetraploid Clover. Sucarpia. Svalöf, pag. 13.
- SCHERTZ, H.-1959- "The Analysis of Variance". New York: Wiley and Sons. pag. 83.