

Rendimientos comparativos de los cultivares de alfalfa Aragón y du Puits, sembrados en líneas solas y en líneas alternas con *Dactylis glomerata* Froede y *Phalaris tuberosa* I.N.I.A. (*)

G. GONZÁLEZ, J. TREVIÑO y E. ZAERA

Cátedra de Agricultura de la Facultad de Veterinaria de Madrid

RESUMEN

*Durante tres años (1968, 69 y 70) se han comparado los rendimientos en sustancia seca por hectárea de siembras puras en líneas de los cultivares Aragón y Du Puits y en asociación (líneas alternas) con *Dactylis glomerata* Fröde y *Phalaris tuberosa* I.N.I.A.*

Los rendimientos de las asociaciones fueron mayores que los de las gramíneas (significativo $P < 0,05$) y que los de alfalfa (no significativa) en siembras puras.

*Los rendimientos de la asociación alfalfa Du Puits-*Dactylis* fueron significativamente mayores ($P < 0,05$) que los de la asociación alfalfa Aragón-*Dactylis* en los tres años que duró el ensayo. El rendimiento de la asociación con *Phalaris* sólo fue estadísticamente significativo a favor de Du Puits el primer año (1968).*

Las asociaciones y las siembras puras dieron los rendimientos máximos el segundo año, disminuyendo progresivamente la proporción de s.s. de alfalfa en la asociación a partir del primer año.

INTRODUCCIÓN

Se admite generalmente que la producción de materia seca de la alfalfa se incrementa cuando se siembra asociada con determinadas gra-

(*) Este trabajo ha sido realizado con cargo al fondo de Ayuda a la Investigación en la Universidad.

míneas (2, 4, 5, 8). Sin embargo, esto no siempre es así, ya que los efectos de la asociación sobre el rendimiento dependen de numerosos factores, tales como condiciones del suelo, condiciones climáticas, método de siembra, sistema de explotación, años de cultivo y especies o variedades que se asocian (1, 7).

En lo que se refiere a las especies y variedades, son muy numerosos los datos publicados sobre ensayos de rendimiento realizados utilizando variedades de alfalfa asociadas a diversas especies y variedades de gramíneas, especialmente a *Dactylis*, *Pbleum*, *Lolium*, *Festuca* y *Bromus*. Ahora bien, conviene resaltar que no todas las gramíneas son igualmente adecuadas para formar asociaciones con la alfalfa; esta planta es muy susceptible a la competencia y su supervivencia puede peligrar debido a la excesiva agresividad de algunas especies de gramíneas. Y así, por ejemplo, cuando se asocia con *Dactylis glomerata*, esta especie puede hacerse dominante en poco tiempo, lo que se pone de manifiesto por una fuerte disminución de la densidad de plantas de alfalfa.

Estos efectos perjudiciales de la competencia pueden evitarse, o por lo menos disminuirse, practicando la siembra de la gramínea con dosis bajas de semilla y, posteriormente, realizando tratamientos culturales adecuados, especialmente a finales de otoño e invierno, dirigidos a la represión de aquélla (9), o bien, mediante siembra en líneas, en las que se alternen la alfalfa y la gramínea (6).

Teniendo en cuenta, por tanto, el interés que tienen las investigaciones sobre las asociaciones alfalfa-gramíneas, se planeó un ensayo, de tres años de duración, al objeto de estudiar el comportamiento de los cultivares *Aragón* y *Du Puits* asociados con *Dactylis glomerata* Fröde y *Phalaris tuberosa* I.N.I.A. en siembras en líneas puras y alternas.

Se han analizado y relacionado los siguientes datos:

- Producción de sustancia seca de las especies puras y de su asociación.
- Producción de sustancia seca del cultivar de alfalfa asociado.
- Producción de sustancia seca de la gramínea asociada.

MATERIAL Y MÉTODOS

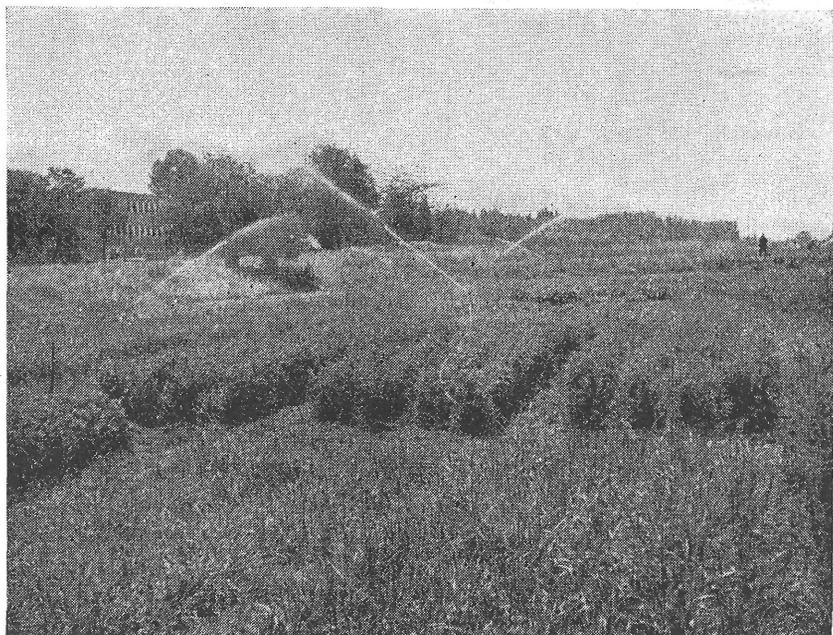
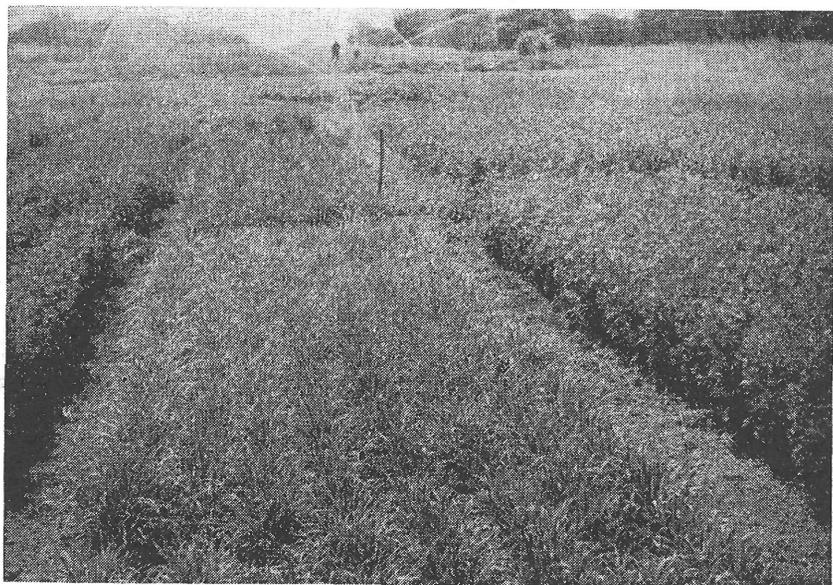
a) *Especies y variedades*

Se eligieron las siguientes especies y variedades para realizar el ensayo en cultivo puro y en asociación:

Especies	Cultivar	Procedencia
Medicago sativa, L.	Aragón	I.N.I.A.
Medicago sativa, L.	du Puits	I.N.I.A.
Dactylis glomerata, L.	Fröde	Holanda
Phalaris tuberosa, L.	I.N.I.A.	I.N.I.A.

b) *Parcela experimental*

El ensayo se realizó sobre una parcela de 15,5 × 26 m. (403 m² de superficie) ubicada en los terrenos de la Facultad de Veterinaria de Ma-



Dos vistas parciales de los ensayos, en bloques, con alfalfa (Du Puits y Aragón) y gramíneas (Dactylis glomerata y Phalaris tuberosa) en siembras puras y en asociación

drid (Puerta de Hierro), cuyo análisis de fertilidad dio los siguientes resultados:

Textura = Areno-arcillosa
 pH (CIK) = 6,40
 pH (H₂O) = 7,10
 Carbono = 1,52 %
 Nitrógeno = 0,154 %
 Relación C/N = 9,8
 Materia orgánica = 2,62 %
 Anhídrido fosfórico = 4.680 Kg/Ha.
 Potasio = 1.021 Kg/Ha.
 Calcio = 7.500
 Manganeso y hierro = trazas

c) *Diseño experimental*

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones, dejando una separación entre los bloques de un metro. En cada bloque, las subparcelas, de un tamaño de 8 × 1,5 m., estaban separadas por pasillos de 0,5 m.

La distribución de las siembras puras y de las asociaciones en los distintos bloques fue la siguiente:

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
P + D	A + Ph	A + D
P + Ph	Ph	A
D	P	P + D
P	A + D	A + Ph
Ph	P + Ph	D
A	D	P
A + D	A + D	Ph
A + Ph	A	P + Ph

P = Alfalfa du Puits
 D = *Dactylis glomerata* Fröde
 Ph = *Phalaris tuberosa* I.N.I.A.
 A = Alfalfa Aragón

d) *Tratamiento*

La producción anual de la alfalfa pura fue comparada con la de cada gramínea pura y con la producción de la asociación de las dos especies.

e) *Siembra*

Las siembras puras se realizaron en líneas separadas entre sí 20 cm., utilizando 15 Kg/Ha. de semilla para las variedades de alfalfa y de 8 Kg/Ha. para las gramíneas. Las asociaciones fueron sembradas en líneas alternas con una separación entre líneas igual a la anterior, empleándose para cada especie una cantidad de semilla equivalente a la mitad de la utilizada en las siembras puras.

Las semillas de alfalfa se inocularon previamente con un cultivo específico de *Rhizobium*, cuya cepa suministró el laboratorio de Rhizobios, del Instituto Jaime Ferrán, del C.S.I.C.

f) *Abonado y riego*

Se añadieron anualmente por hectárea 175 unidades de K_2O , 30 Kg. de sulfato de hierro y 30 Kg. de sulfato de manganeso. Debido a la riqueza del suelo en fosfatos, no se utilizaron fertilizantes de este tipo. En cuanto al aporte de nitrógeno, se realizó a razón de 125 unidades por hectárea para los cultivos de gramíneas puras y la mitad de esta dosis para las asociaciones.

El suministro de agua a las parcelas se hizo mediante riego por aspersión en cantidad suficiente para evitar que aquélla actuara como factor limitante de los rendimientos de cualesquiera de las especies sembradas.

g) *Recolección y toma de muestras*

Los cultivos puros de alfalfa y los de las asociaciones fueron segados al iniciarse la floración de aquélla. Los cultivos puros de gramíneas se segaron cuando aproximadamente la mitad de las plantas estaban en fase de espigado.

Para el cálculo de rendimientos totales y de cada corte se recogieron cuatro metros lineales de cuatro líneas, es decir, un total de 16 metros lineales, del centro de cada una de las subparcelas para evitar el efecto de borde y las posibles influencias entre los tratamientos contiguos. En el caso de las asociaciones, la mitad del total recogido correspondió a la alfalfa y la otra mitad a la gramínea, pesándose por separado la alfalfa y la gramínea.

Los resultados se expresan siempre en kilogramos de sustancia seca seca por hectárea (s.s./Ha.), para lo cual se determinó la humedad de muestras de la producción de cada subparcela mediante desecación en estufa a 85° C durante veinticuatro horas.

h) *Análisis estadístico*

Los datos de rendimiento fueron analizados estadísticamente por el método de la varianza (9) para una probabilidad de error $P < 0,05$, comprobándose la significación de las diferencias mediante la prueba de Duncan (3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas I y II se exponen los rendimientos medios en sustancia seca de las siembras puras de alfalfa Aragón, alfalfa Du Puits, *Dactylis glomerata* y *Phalaris tuberosa*, así como los de las respectivas asociaciones alfalfa-gramíneas, en los cortes dados en los tres años.

a) *Asociación alfalfa-Dactylis glomerata*

1. *Efectos de la asociación. Producciones medias de las siembras puras y de la asociación*

En el primer año del ensayo (1968) los rendimientos de las asociaciones fueron similares a los de la alfalfa en siembra pura y algo más elevados que los de la gramínea pura (tabla I), aunque las diferencias sólo fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$) para la asociación del cultivar *Du Puits*.

En el segundo y tercer años (1969 y 1970), el efecto positivo de la asociación sobre el rendimiento fue más acusado; la asociación *alfalfa Aragón-Dactylis* produjo un 101 % y 23 % (significativos, $P < 0,05$) más de materia seca que la gramínea pura y un 6 % y 9 % (no significativos, $P < 0,05$) que la alfalfa en siembra pura. Con el cultivar *Du Puits* ocurrió algo similar; la asociación dio un rendimiento de un 135 % 31 % superior a la gramínea pura (significativos, $P < 0,05$) y un 12 % y 8 % que la alfalfa pura (no significativos, $P < 0,05$).

Los mayores rendimientos de la asociación que los de la alfalfa o *Dactylis* solas se han comprobado en ensayos realizados en muy diversas condiciones (7), aunque las diferencias de rendimiento que señalan no hayan sido en algunos casos tan notables como las obtenidas por nosotros con referencia a *Dactylis*, debido tal vez a que nuestras condiciones favorecen a la alfalfa de modo especial y muy acusado en los tres primeros años que duraron los ensayos.

Tabla I.—Rendimientos de dos cultivares de alfalfa (*Aragón* y *du Puits*) y *Dactylis glomerata* en siembras puras y de su asociación (Kg. de s. s. por Ha.)

	A Ñ O S			
	1968	1969	1970	Media
<i>Aragón</i>	10.534	23.124 ^a	20.038 ^a	17.899
<i>Dactylis</i>	9.481	12.189 ^b	16.957 ^b	12.876
Asociación	11.142	24.519 ^a	22.069 ^a	19.243
S. E.	N. S.	11,0	8,7	—
Alfalfa en la asociación, porcentaje	83,6	69,6	61,6	71,6
<i>Du Puits</i>	12.870 ^a	25.609 ^a	22.586 ^a	20.355
<i>Dactylis</i>	9.481 ^b	12.189 ^b	16.957 ^b	12.876
Asociación	13.345 ^a	28.692 ^a	24.560 ^a	22.199
S. E.	7,1	14,6	9,2	—
Alfalfa en la asociación, porcentaje	87,3	79,8	64,9	77,3

Año 1968: cuatro cortes a todos los tratamientos.

» 1969: seis cortes a la alfalfa pura y a las asociaciones y cinco a la gramínea pura.

» 1970: cinco cortes a la alfalfa pura y asociaciones y cuatro a la gramínea pura.

Los valores que en cada columna llevan distinta letra exponencial difieren significativamente.

S.E. = Significación estadística, $P < 0,05$.

N.S. = No significativo.

Tabla II.—Rendimiento de dos cultivares de alfalfa (Aragón y du Puits) y *Phalaris* tuberosa en siembras puras y en asociación (Kg. de m. s. por Ha.)

	A Ñ O S			
	1968	1969	1970	Media
Aragón	10.534 ^{ab}	23.124 ^a	20.038 ^b	17.899
<i>Phalaris</i>	8.982 ^b	18.757 ^b	16.901 ^c	14.880
Asociación	11.411 ^a	25.122 ^a	24.243 ^a	20.259
S. E.	8,2	9,2	12,4	—
Alfalfa en la asociación, porcentaje	85,6	64,3	56,3	68,7
Du Puits	12.870 ^a	25.609 ^a	22.586 ^b	20.355
<i>Phalaris</i>	8.982 ^b	18.757 ^b	16.901 ^c	14.880
Asociación	13.693 ^a	27.585 ^a	25.754 ^a	22.344
S. E.	8,5	22,5	18,6	—
Alfalfa en la asociación, porcentaje	89,8	76,1	56,4	74,1

Año 1968: cuatro cortes a todos los tratamientos.

» 1969: seis cortes a la alfalfa pura y a las asociaciones y cinco a la gramínea pura.

» 1970: cinco cortes a la alfalfa pura y asociaciones y cuatro a la gramínea pura.

Los valores que en cada columna llevan distinta letra exponencial difieren significativamente.

S. E. = Significación estadística, $P < 0,05$.

N. S. = No significativo.

La participación de la alfalfa en la producción total de la asociación, conjunto de los tres años, fue muy elevada tanto en el caso del cultivar *Aragón* (71,6 %) como en el del *Du Puits* (77,3 %), disminuyendo la proporción de ambos de manera progresiva con el transcurso de los años (83,6, 69,6 y 61,6 %, el cultivar *Aragón*, y 87,3, 79,8 y 64,9 %, el cultivar *Du Puits*). Este alto porcentaje se debió probablemente al efecto negativo sobre el crecimiento de la gramínea de la sombra producida por la alfalfa y, además, a que la siega siempre se realizó en el momento óptimo para la alfalfa, sin tener en cuenta el estado vegetativo de la gramínea.

2. Efectos del cultivar. Producciones medias de los cultivares de alfalfa y de la gramínea asociados.

El cultivar de alfalfa influyó significativamente sobre la producción media de la asociación. Los rendimientos de la asociación con la alfalfa *Du Puits* fueron un 19,7 % el primer año, un 17,0 % el segundo año y un 10,1 % el tercer año superiores a las correspondientes de la asociación con alfalfa *Aragón* ($F = 8,2$; $F = 8,0$; $F = 7,6$, respectivamente, para $P < 0,05$). Esta significativa diferencia de producción fue debida, sin duda, y a pesar del efecto tampón que suele ejercer la gramínea, a la mayor potencialidad de la variedad *Du Puits*, claramente puesto de ma-

nifiesto en sus más altos rendimientos en las siembras puras (20.355 Kg/Ha. de s. s. frente a 17.899 Kg/Ha. de s. s.). El referido efecto-tampón de la gramínea ha sido comprobado también por diversos investigadores (7).

El cultivar influyó también sobre la proporción de la alfalfa en la producción total de la asociación en los tres años del ensayo: el cultivar *Du Puits* dio una proporción mayor de s. s. (77,3 %) que el *Aragón* (71,6 %), sin que esta mayor proporción pueda atribuirse a una disminución significativa, para $P < 0,05$, del rendimiento de la gramínea asociada (*Dactylis glomerata* Fröde), que con *Du Puits* dio una media de 5.039 Kg/Ha. de s. s. y con *Aragón* de 5.465 Kg/Ha. de s. s., como puede verse en el gráfico número 1.

b) Asociación alfalfa-*Phalaris tuberosa*

1. Efectos de la asociación. Producciones medias de las siembras puras y de la asociación

Las producciones de las asociaciones fueron más elevadas que las de los cultivares de alfalfa en siembra pura. Los porcentajes de aumento del rendimiento en sustancia seca para cada uno de los tres años fueron del 7,7, 7,9 y 17,3 % en la asociación *Aragón-Phalaris* y del 6,0, 7,1 y 12,3 % en la asociación *Du Puits-Phalaris* (tabla II), si bien ninguna de las diferencias tuvo significación estadística ($P < 0,05$).

En comparación con la gramínea pura, las diferencias de producción fueron significativas ($P < 0,05$) con los dos tipos de asociación. Y así, la asociación con el cultivar *Aragón* produjo el 27,0 % más de materia seca en el primer año, el 33,9 % en el segundo y el 30,2 % en el tercero que la gramínea pura. En la asociación alfalfa *Du Puits-Phalaris*, los incrementos en relación con la gramínea pura fueron del 52,4 %, 47,0 % y 34,0 %, respectivamente.

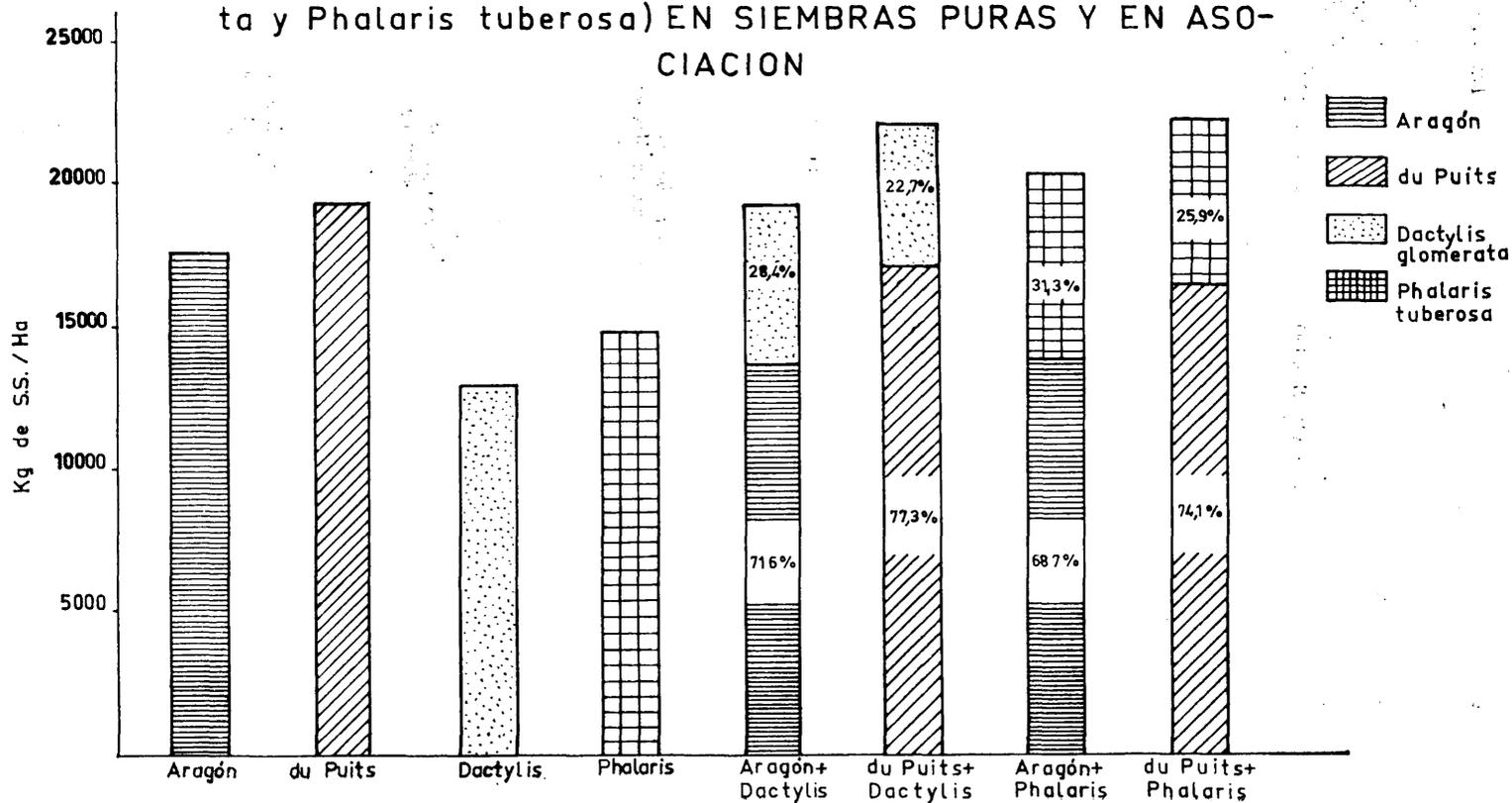
La proporción media de alfalfa en la producción total de la asociación durante los tres años fue también aquí muy alta (68,7 % el cultivar *Aragón* y 74,1 % el cultivar *Du Puits*), y probablemente se debió a las mismas causas expuestas para la asociación alfalfa-*Dactylis*. Del mismo modo, la proporción de ambos cultivares disminuyó de manera progresiva en el curso de los tres años: 85,6 %, 64,3 % y 56,3 % en la asociación con el cultivar *Aragón*, y 89,8 %, 76,1 % y 56,4 % con el cultivar *Du Puits*.

2. Efectos del cultivar. Producciones medias de los cultivares de alfalfa y de la gramínea asociados

La asociación *Phalaris-Du Puits* produjo rendimientos más elevados que la asociación *Phalaris-Aragón* (20 % más en 1968, 9,8 % en 1969 y 5,8 % en 1970), si bien las diferencias sólo fueron estadísticamente significativas ($F = 7,4$ para $P < 0,05$) en el año 1968. La explicación

Gráfico nº 1

RENDIMIENTO MEDIO DE DOS CULTIVARES DE ALFALFA (Aragón y du Puits) Y DOS GRAMINEAS (Dactylis glomerata y Phalaris tuberosa) EN SIEMBRAS PURAS Y EN ASOCIACION



parece estar en la mayor productividad de la alfalfa *Du Puits*, como ya se dijo al tratar de la asociación con *Dactylis*.

También aquí se observó que el cultivar *Du Puits* dio una proporción mayor en la asociación que el cultivar *Aragón*: 74,1 % frente a 68,7 % del total de sustancia seca. Precisamente a este mayor porcentaje del cultivar *Du Puits* hay que atribuir el mayor rendimiento de su asociación, pues, como en el caso anterior, las diferencias entre los rendimientos de *Phalaris* en las dos asociaciones (6.341 Kg/Ha. con *Aragón* frente a 5.089 Kg/Ha. con *Du Puits*) no fueron significativas para $P < 0,05$.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ALONSO, E., y GONZÁLEZ, G. (1956): *Estudios de competencia. II. El efecto de la asociación de avena elevada con alfalfa sobre el rendimiento en forraje y sobre la invasión por flora espontánea*. An. Edaf. y Fisiol. Veg. Tomo XV, 929-942.
- (2) DAVIS, A. G. (1947): *Lucerne growing*. Emp. J. Exp. Agri., vol. 15, 113-118.
- (3) DUNCAN, D. B. (1955): *Multiple range and multiple F tests*. Biometrics, vol. 11, 1-42.
- (4) FERNÁNDEZ QUINTANILLA, C. (1966): *Estudios sobre alfalfa: Comentarios previos a un plan experimental sobre alfalfa*. I.N.I.A. Ministerio de Agricultura.
- (5) HEUSER, O. E. (1931): *Die Luzerne*. Paul Parey. Berlín.
- (6) HUGHES, G. (1954): *The production and utilization of winter grass*. J. Agric. Sci., vol. 45.
- (7) INSTITUT TECHNIQUE DES CEREALES ET DES FOURRAGES (1967): *Etude sur la production des associations luzerne-graminée*. París.
- (8) MANSFIELD, W. S. (1945): *Lucerne and Sainfoin*. J. Min. Agri., vol. 52, 255-258.
- (9) SNEDECOR, G. W. (1964): *Métodos estadísticos*. Compañía Continental, S. A. Méjico.
- (10) WILLIAMS, W. (1950): *Experiments on the yield of Lucerne Strains as Pure Plots and the Behaviour of Lucerne when sown in Mixture with various species of grasses*. J. Bri. Grassl. Soc., vol. 5, 113-129.

COMPARATIVE YIELDS OF M. SATIVA L. ARAGÓN AND DU PUIITS CULTIVARS SOWN IN ROWS ALONE AND ALTERNATE WITH D. GLOMERATA FRÖDE OR PH. TUBEROSA I.N.I.A.

SUMMARY

During the three years (1968-70) yields (D.M./Ha) of the associations were always higher than the pure stands of both grasses and lucerne cultivars. The differences were significant ($P < 0,05$) with the former. In the alternate sowings with *Dactylis* the weight of *du Puits* was always significantly higher ($P < 0,05$) than the weight of *Aragón*, taken D.M./Ha. yields of the associations as a whole. In the alternate sowings with *Phalaris* the proportion of *du Puits* was only significantly higher than the proportion of *Aragón* the first year (1968).

The pure stands and the associations gave maximum yields the second year (1969). The proportion of lucerne D.M. in the alternate sowings decreased progressively from the first year.