

# Resultados comparativos de varios años de experiencias en riego por aspersión con las principales plantas forrajeras, para la producción de alimentos de volumen con destino a unidades industriales de tratamiento

W. BREUNIG, G. SCHOLITZ y W. HENKEL

G.D.R. (República Democrática Alemana)

## RESUMEN

*Desde 1964 a 1974 se han ensayado en terrenos experimentales próximos a Berlín un amplio número de plantas forrajeras explotadas en varios cortes en riego por aspersión, para conocer su capacidad para suministrar forraje a las unidades industriales de tratamiento. En los experimentos se determinaron los niveles de rendimiento, variación interanual de la producción, distribución del rendimiento entre los distintos cortes, calidad de la hierba y efecto de la fertilización.*

*Con respecto a las nuevas condiciones de producción que se han desarrollado para incrementar la dimensión y especialización de las cooperativas de producción, Lolium multiflorum y Dactylis glomerata (con altos niveles de N), así como las mezclas de Trifolium pratense o Medicago sativa con Festuca pratensis, con diferentes niveles de N y los prados monofitos de M. sativa y M. media dieron los mejores resultados para la producción intensiva de forraje en riego por aspersión. Si el riego por aspersión se suplementa con fertilización mineral, Dact. glomerata y Lolium multiflorum producen los mayores rendimientos y toleran dosis altas de aguas residuales.*

La intensificación socialista de la producción de cultivos forrajeros se ha potenciado mucho en la G.D.R. gracias al riego por aspersión, bien con agua natural o con aguas residuales urbanas o industriales. Esto se ha aplicado sobre todo en las áreas forrajeras utilizadas para abastecer las grandes unidades de producción de alimentos (poseen alrededor de 2.000 vacas lecheras o 5.000 cabezas de ganado joven), o bien para abastecer cooperativas que disponen de plantas para procesar el forraje (molinos deshidratadores para la produc-

ción de alimentos para el ganado). La concentración territorial y la especialización de la producción forrajera implica prestar atención al cultivo de especies forrajeras de mayor eficacia en grandes extensiones de cultivo, así como a la producción de forraje equilibrado de alta calidad.

Por esto nos impusimos la tarea de ensayar qué especies forrajeras se podían incluir como cultivos forrajeros intensivos en riego por aspersión y producción altamente mecanizada e industrializada.

Los factores analizados en el experimento y que se han analizado, entre otros, son:

- Elevadas producciones ( $> 120$  Qm. de materia seca/Ha.) de buena calidad y sobre todo de alto valor energético (0,55 unidades almidón por Kg. de materia seca).
- Producción elevada y persistente merced a una elección adecuada de variedades, fertilización y riego por aspersión.
- Distribución homogénea de la producción total según el ritmo de crecimiento a fin de disponer de forraje continuamente.
- Tecnología adecuada para utilizar el forraje (fresco o conservado).

Los ensayos se han llevado a cabo, desde 1964, principalmente en la zona experimental de Berge (30 Km. al NW. de Berlín). Esta zona (suelo: limo-arenoso; precipitación media anual: 546 mm., y temperatura media anual: 8,8°C) es típica de grandes áreas de la G.D.R.

Utilizamos dosis de nitrógeno altas y bien espaciadas que en total sobrepasaban 480 Kg./Ha. (con gramíneas) y riegos que variaron entre 150 y 250 mm., dependiendo del déficit de agua de lluvia.

Las experiencias con aguas residuales se centraron en el período de 1972 a 1974 en el área de utilización de dichas aguas cerca de nuestra capital, Berlín, donde se han puesto en riego por aspersión más de 10.000 Ha.

Los resultados de los experimentos se han comprobado nuevamente en las unidades establecidas en riego por aspersión (áreas bajo este tipo de riego entre 500 y 2.000 Ha.) de las cooperativas agrícolas organizadas conjuntamente con cooperativas y explotaciones estatales. Allí estos resultados experimentales se han comprobado en la práctica.

Los ensayos de riego por aspersión condujeron a los siguientes resultados:

#### POTENCIAL DE PRODUCCIÓN

Bajo condiciones de riego por aspersión, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata* y *Phalaris arundinacea*, alcanzaron la producción más elevada por hectárea con una fertilización nitrogenada de 360 Kg./Ha. de N.

Los rendimientos de prados monofitos de leguminosas, *Medicago media* y *sativa* y *Trifolium pratense* (sin fertilización nitrogenada), fueron claramente inferiores a los que presentaron las gramíneas.

Las mezclas de leguminosas y gramíneas (*Medicago* + *Dactylis glomerata* o *Trifolium pratense* + *Festuca pratense*) con diferente fertilización nitrogenada (dependiendo del % de gramíneas) dieron producciones más altas de materia seca que las leguminosas puras, pero, en la mayor parte de los casos,

no alcanzaron una producción igual a la obtenida por las gramíneas fertilizadas con 360 Kg. de nitrógeno por Ha. (cuadro núm. 1).

CUADRO NUM. 1

RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS (EN M.S.) DE LAS PRINCIPALES PRATENSES EN RIEGO POR ASPERSION CON AGUA LIMPIA Y FERTILIZACION INTENSIVA (GRAMINEAS, 360 KG. DE N/HA.)

Especie o mezcla	Variedad	Materia seca (Qm./Ha.)
Lolium multiflorum (*) ... ..	Tetrone: Dilana ... ..	171
Lolium multiflorum (siembra de primavera) ... ..	Dilana ... ..	102
Dactylis glomerata ... ..	Motterwitzer ... ..	173
Festuca pratensis ... ..	Bundy ... ..	146
Phalaris arundinacea ... ..	Motterwitzer ... ..	170
Lolium multiflorum ssp. westerwoldicum	Pollanum ... ..	142
Medicago sativa/Dactylis glomerata (**)	Europe; Motterwitzer ... ..	170
Medicago sativa (***) ... ..	Verneuil ... ..	137
Trifolium pratense/Festuca pratensis ...	Perenta/Bundy ... ..	152
Trifolium pratense ... ..	Perenta ... ..	144

Campo experimental de Berge, cerca de Berlín. Período 1967-74.

(\*) 240 Kg. N/Ha.

(\*\*) 100-200 Kg./Ha.

(\*\*\*) Sin N.

INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO EL RIEGO POR ASPERSIÓN

Observando el incremento absoluto de producción con riego por aspersión, el *Lolium multiflorum* Lam. spp. *westerwoldicum*, *Dactylis glomerata*, así como *Trifolium pratense* y *Trifolium pratense* + *F. pratensis*, determinaron los mayores incrementos de producción, más de 25 Qm. de materia seca por Ha. (media de varios años). Desde 1968 nuevos cultivares de *M. sativa* (Europa y Verneuil) dieron rendimientos suplementarios de unos 20 Qm. de M.S./Ha. y así estas especies llegaron a ser muy útiles para la producción de forraje, en condiciones de regadío, en la mayoría de los suelos arenosos de nuestro país.

Con respecto a los incrementos medios relativos (cuadro núm. 2) destacan aquellas plantas forrajeras que presentan menores rendimientos en secano o bien aquellas parcelas establecidas en primavera donde el riego por aspersión se aplica a todos los cortes siguientes.

En lo referente al riego con aguas residuales los rendimientos, o el incremento de los mismos, respectivamente (cuadro núm. 3), a dosis de 400 milímetros depende de la proporción de nitrógeno aportado con las aguas residuales. El riego con dosis elevadas de aguas residuales (1.000 mm.) durante la estación de crecimiento no es aconsejable desde el punto de vista fitofisiológico y además no incrementa los rendimientos de los cultivos.

CUADRO NUM. 2

VALORES MEDIOS DE VARIOS AÑOS CORRESPONDIENTES AL INCREMENTO RELATIVO DEL RENDIMIENTO DE DISTINTAS PRATENSES EN RIEGO POR ASPERSION EN RELACION A LOS OBTENIDOS EN SECANO

ESPECIE O MEZCLA	Porcentaje
<i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>westerwoldicum</i> ... ..	20-25
<i>Lolium multiflorum</i> (siembra de primavera) ... ..	20-25
<i>Lolium multiflorum</i> ... ..	20
<i>Festuca pratensis</i> ... ..	15-20
<i>Medicago sativa</i> / <i>Dactylis glomerata</i> ... ..	15-20
<i>Trifolium pratense</i> / <i>Festuca pratensis</i> ... ..	25-30
<i>Phalaris arundinacea</i> ... ..	5-10

Campo experimental de Berge, cerca de Berlín. Período 1964-74.

CUADRO NUM. 3

RENDIMIENTOS O VARIACIONES DEL MISMO, RESPECTIVAMENTE (EN M.S./HA.), DE *DACTYLIS GLOMERATA* A DOSIS CRECIENTES DE AGUA LIMPIA O RESIDUAL

Dosis de riego (mm.)	Rendimientos (Qm./Ha. de M.S.)		
	Agua limpia 360 Kg. N/Ha.	Purines (*) 200 Kg. N/Ha.	300 Kg. N/Ha.
0 ... ..	121	—	121
200 ... ..	140	130	138
400 ... ..	144	139	146
600 ... ..	—	145	—
800 ... ..	—	150	—
1.000 ... ..	—	151	—

(\*) 35 Kg. de N/Ha. por cada 100 mm.

EL RIEGO POR ASPERSIÓN Y LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

En general el riego por aspersión permite la aplicación y utilización adicional de 50 a 100 Kg. de N por Ha. en comparación con el secano (fig. 1). Con esto estamos muy cerca de alcanzar las dosis óptimas de nitrógeno incluidas en el cuadro número 2.

La mejor utilización del N la realizaron *Lolium multiflorum*, *Phalaris arundinacea* y *Dactylis glomerata* con 20 Kg. de M.S. por 1 Kg. de N al nivel de 360 Kg. de N/Ha. cuando se comparó con el nivel sin fertilización nitrogenada. En los ensayos con aguas residuales la fertilización nitrogenada fue efectiva hasta niveles de 250 a 300 Kg. de N/Ha.

La combinación de ambos factores, riego por aspersión y fertilización nitrogenada, produce en las gramíneas un incremento significativo del rendimiento. Este efecto varía entre 8 y 11 % en nuestros ensayos y se indica en el trazado de las curvas de regresión de la figura 1.

Optimum cutting dates of forage plants yielding several cuts (Berge,  $\bar{x}$  1968-74)

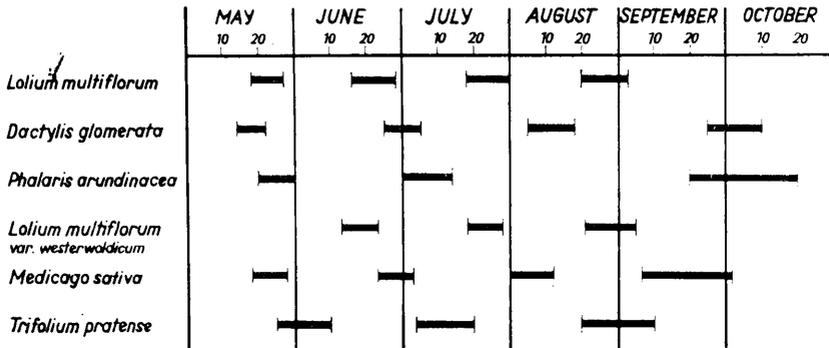


FIG. 1.—Rendimiento en materia seca de *Dactylis glomerata* en relación con la fertilización nitrogenada y el riego por aspersión

CUADRO NUM. 4

DOSIS OPTIMAS DE NITROGENO EN GRAMINEAS EN RIEGO POR ASPERSION

ESPECIE	Kg. N/Ha.
<i>Lolium multiflorum</i> ... ..	400
<i>Lolium multiflorum</i> (siembra de primavera) ... ..	300
<i>Dactylis glomerata</i> ... ..	350-400
<i>Festuca pratensis</i> ... ..	350-400
<i>Phalaris arundinacea</i> ... ..	350-400
<i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>westerwoldicum</i> ... ..	300-360

PERSISTENCIA O DISMINUCIÓN DEL RENDIMIENTO

Esta característica de la producción de forraje es de gran importancia para las fábricas que producen harinas de hierba. En nuestros ensayos fue posible reducir las variaciones interanuales de los rendimientos (S %) desde un 25 % hasta un 16 % como media. Sin embargo, este dato no refleja con claridad el efecto del riego en la persistencia interanual de la producción; este efecto se representa mejor por el valor del rendimiento mínimo interanual. En el período comprendido entre 1964 y 1974 el rendimiento mínimo, para las diferentes especies pratenses ensayadas, fue de 95 Qm. de M.S./Ha. en condiciones de secano y 126 Qm. de M.S./Ha. en regadío por aspersión.

Esto nos conduce a uno de los fundamentos esenciales para la planificación de la producción de hierba y la superficie de la misma necesaria para suministrar el alimento de volumen a una unidad de ganado mayor (U.G.M.) o a una unidad de deshidratación. La superficie necesaria para alimentar a la primera que ha sido de 0,60 Ha./U.G.M., puede ser reducida drásticamente mediante la introducción del riego por aspersión aplicado a la producción de hierba.

Esta seguridad en la obtención de buenos rendimientos da idea de la dirección en que se ha de programar la producción de hierba en el futuro en las nuevas explotaciones agrícolas de gran dimensión y que en principio deberán basarse en el riego por aspersión. Desde el punto de vista de la economía el riego permitirá la reducción de la superficie de cultivo de forrajes, permitiendo ampliar el cultivo de cereales, remolacha azucarera y leguminosas de grano.

#### EL RIEGO POR ASPERSIÓN Y LA DISTRIBUCIÓN DEL RENDIMIENTO

La producción de forraje debe ser tan homogénea como sea posible, tanto para alimentar los animales a base de hierba fresca durante los meses de verano como para utilizar la maquinaria de recolección a plena capacidad y permitir una alimentación continua de los equipos de deshidratación. Por medio del riego por aspersión es posible paliar las depresiones de la estación seca, pero es imposible modificar la distribución anual del rendimiento característica de las distintas especies pratenses. Aún así, el riego por aspersión y la fertilización nitrogenada determinan una mejor distribución del rendimiento a partir del segundo corte (cuadro núm. 5).

El riego garantiza igualmente el tercer corte y con algunas pratenses incluso un cuarto corte (con producciones de unos 20 Qm. de M.S./Ha.). Cuando

#### CUADRO NUM. 5

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS RENDIMIENTOS ANUALES DE PLANTAS FORRAJERAS CON O SIN RIEGO POR ASPERSION (GRAMINEAS, 360 KG. DE N/HA.)

ESPECIE	Cortes			
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
<i>Lolium multiflorum</i> (sembrado al final del verano)				
Sin riego por aspersión ... ..	43	33	17	7
Con riego por aspersión ... ..	34	35	18	13
<i>Lolium multiflorum</i> (sembrado en primavera)				
Sin riego por aspersión ... ..	48	33	19	—
Con riego por aspersión ... ..	43	38	19	—
<i>Dactylis glomerata</i>				
Sin riego por aspersión ... ..	48	30	7	15
Con riego por aspersión ... ..	38	27	19	16
<i>Phalaris arundinacea</i>				
Sin riego por aspersión ... ..	40	40	20	—
Con riego por aspersión ... ..	34	38	28	—
<i>Medicago sativa</i>				
Sin riego por aspersión ... ..	37	30	24	9
Con riego por aspersión ... ..	32	31	24	13
<i>Trifolium pratense</i>				
Sin riego por aspersión ... ..	53	22	11	14
Con riego por aspersión ... ..	38	34	18	10

se intenta obtener una distribución más uniforme del rendimiento por medio de un primer corte temprano en la mayor parte de los casos se da lugar a una disminución de los rendimientos en un año dado.

#### EL RIEGO POR ASPERSIÓN Y EL INTERVALO ÓPTIMO DE RECOGIDA

La producción de concentrados de hierba a base de pocas especies y variedades nos plantea la cuestión de los respectivos intervalos de recogida que nos garantice elevados rendimientos y buena calidad de la hierba. En regadío la distribución de la producción que hemos obtenido se expone en la figura 2. Con *Trifolium pratense*, así como con la mezcla *Trifolium pratense* y *Festuca pratensis* y con *Lolium multiflorum* sembrado en primavera, hemos encontrado que el período de recogida se puede alargar hasta cerca de quince días, que ha sido considerado como período máximo en todos los experimentos. En este caso el forraje recogido en el último tercio de este período se destinó principalmente al ensilado.

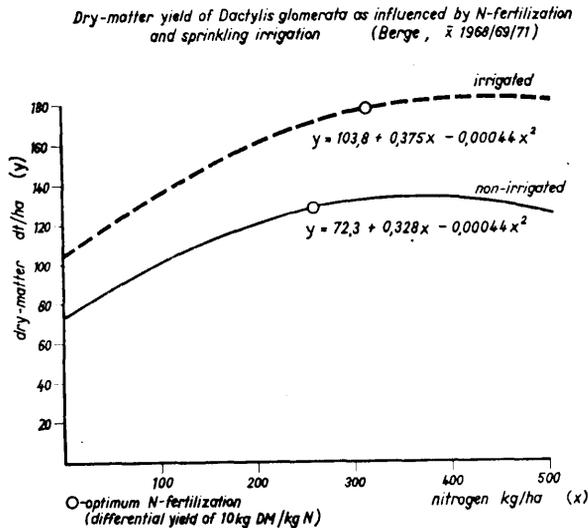


FIG. 2.—Fechas óptimas de corte de varias plantas pratenses

#### EL RIEGO POR ASPERSIÓN Y LA CALIDAD DEL FORRAJE (algunos valores característicos)

El riego por aspersión no indujo variaciones significativas en la calidad de la hierba.

La concentración energética del forraje (unidades almidón por Kg. de M.S.) disminuyó en aquellos cortes con predominio de tallos y aumentó cuando predominaban las hojas. Sin embargo, en el caso de la alfalfa, la concentración energética descendió ligeramente con el riego por aspersión. Con respecto a la proporción de proteína en las gramíneas la fertilización nitroge-

nada la aumentó al contrario que el riego por aspersión. Ambos factores (fertilización y riego) disminuyeron la proporción de M.S. de la cosecha en 1 ó 2 %. Este efecto repercute negativamente tanto en el valor nutritivo del forraje fresco como en la producción de material deshidratado o ensilado.

La proporción de minerales no se modificó significativamente por el riego por aspersión.

Estos resultados de varios años han aportado datos con los que fundamentar la producción de forraje en regadío para su posterior tratamiento industrial en nuestra república. De acuerdo con el tipo de aprovechamiento de la hierba (ensilado, deshidratación, consumo en verde), en las rotaciones de cultivos en regadío podremos reducir la superficie forrajera y escoger pocas pero muy eficientes prateses para garantizar la rentabilidad de las sustanciales inversiones que implica el riego por aspersión.

Mediante una óptima combinación de los factores de rendimiento y las medidas de intensificación (métodos de cultivo, fertilización, riego por aspersión, mecanización, conservación, etc.) ha sido posible establecer ahora cooperativas de producción que han reducido hasta 0,40 Ha., o incluso menos la superficie forrajera necesaria requerida anualmente para suministrar alimento de volumen a una unidad de ganado mayor.

#### RESULTS OF LONG-TERM SPRINKLER IRRIGATION EXPERIMENTS WITH FORAGE PLANTS, THE BASIS OF COARSE-FEED PRODUCTION ALONG INDUSTRIAL LINES

##### SUMMARY

From 1964 on to 1974, on experimental fields near Berlin a large number of forage plants producing several cuts a year were tested under conditions of sprinkler irrigation for their suitability for forage production along industrial lines. The experiments were focussed on yield level, yield stability, yield distribution, forage quality, and the effect of fertilization.

With regard to the new conditions of production that have developed in the process of increasing concentration and specialization in co-operative crop production, *Lol. multiflorum* and *Dactylis glomerata* (with heavy nitrogen fertilization) as well as mixtures of *Medicago* or *Trif. pratense* with *Fest. pratensis* with differentiated mean nitrogen doses, and pure stands of *Medicago sativa* et *media* proved to be well suited for specialized intensive forage growing under sprinkler irrigation. If sprinkler irrigation with nitrogenous sewage was supplemented by mineral fertilization, *Dact. glomerata* as well as *Lol. multiflorum* produced high crop yields and tolerated even excessive amounts of water.