

# TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 32

TRIMESTRE ENERO-MARZO 1982

NUMERO 1

CODEN: TURRAB 32(1)1-96

<i>Producción de alfalfa (Medicago sativa L.) I Influencia del espaciamento entre surcos y del cultivar (en inglés)</i> E. E. Lutz, F. H. W. Morley . . . . .	1
<i>Producción de alfalfa (Medicago sativa L.) II Influencia del manejo del pastoreo (en inglés)</i> E. E. Lutz, F. H. W. Morley . . . . .	11
<i>Distribución de materia seca en el frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de campo (en español)</i> F. Díaz M., J. Kohashi S. . . . .	19
<i>Incidencia y algunos aspectos ecológicos del virus del mosaico severo del frijol de costa en dos sistemas de cultivo en Costa Rica (en inglés)</i> R. A. Valverde, R. Moreno, R. Gámez . . . . .	29
<i>Aspectos de la nutrición nitrogenada de Paspalum notatum Flüggé, en respuesta a fuentes de nitrógeno e inhibición de nitrificación (en español)</i> María E. Santana, B., M. Silvestre Fernandes, R. O. Pereyra Rossiello . . . . .	33
<i>Balance interno del agua en los tallos axilares de trigo bajo condiciones de déficit hídrico (en inglés)</i> J. D. Etchevers, J. T. Moraghan, R. E. Jensen . . . . .	43
<i>Estudios de control de insectos para la preservación del maíz Opaco-2 almacenado, y efectos sobre su valor nutritivo (en español)</i> R. Bressani, J. F. Medrano, L. G. Elías, R. Gómez-Brenes, J. M. González, D. Navarrete, R. E. Klein . . . . .	51
<i>Un concepto hormo-nutricional unificado sobre la emisión de las bellotas en algodón (en inglés)</i> J. G. Bhatt, T. Ramanujam, M. R. K. Rao, A. R. S. Nathan . . . . .	59
<i>Evaluación de nematocidas para el combate de Meloidogyne incognita en dos cultivos de Apium graveolens (en español)</i> R. Rivera B., R. López Ch. . . . .	67
<i>Dothistroma en Costa Rica (en español)</i> L. B. Ford . . . . .	75
<i>Recuperación de larvas de Meloidogyne incognita de tres suelos tropicales por modificaciones de las técnicas del embudo de Baermann modificado y centrifugación-flotación (en español)</i> M. Alvarado S., R. López Ch. . . . .	83
<i>Comunicaciones</i> . . . . .	89
<i>Reducción del rendimiento del frijol de costa (Vigna unguiculata L.) Walp) infectado por el virus del mosaico severo de este cultivo (en inglés)</i> R. A. Valverde, R. Moreno, R. Gámez . . . . .	89
<i>Métodos de aplicación del hongo Beauveria sp. para el control de la pulga saltona de la papa Epitrix sp (en español)</i> J. J. R. Clemente . . . . .	91
<i>Efecto de la ingestión de las toxinas producidas por el hongo Beauveria sp. sobre la mortalidad de adultos y larvas de la pulga saltona Epitrix sp (en español)</i> J. J. R. Clemente . . . . .	93
<i>Nueva técnica para el cultivo de Hemileia vastatrix B et Br. a partir de muestras de hojas de caféto (en inglés)</i> M. S. Sreenivasan, M. Ramachandran . . . . .	95
<i>Reseña de libros</i> . . . . .	28-66-73



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

PRODUCTION OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.)  
I. INFLUENCE OF ROW SPACING AND CULTIVAR<sup>1</sup>

E. E. LUTZ\*  
F. H. W. MORLEY\*\*

Compendio

*Después de un año de condiciones climáticas favorables en Canberra (Australia), fueron tomadas mediciones de producción de plantas en un experimento en el cual ovejas destetadas pastaron cuatro cultivos de alfalfa: Hunter River, Du Puits, Uruguay y Cancreep, sembrados a cuatro diferentes espaciamientos entre surcos: 15, 30, 45 y 60 cm, y cero alfalfa.*

*Conforme el espacio entre surcos disminuyó, la producción de alfalfa aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ). Aún cuando las diferencias absolutas fueron mínimas en invierno la alfalfa sembrada a 15 cm entre surcos sobrepasó significativamente ( $P < 0.05$ ) en rendimiento a la sembrada a 45 ó 60 cm.*

*Cuando se incluyó alfalfa, los espacios entre surcos no afectaron la producción total de materia seca.*

*Todos los cultivos de alfalfa tuvieron comportamientos estacionales similares de producción, pero los totales de materia seca producida de Uruguay y Du Puits fueron significativamente ( $P < 0.05$ ) mayores que los de Hunter River, el que a su vez sobrepasó a Cancreep significativamente ( $P < 0.05$ ).*

*La cantidad o densidad de plantas Cancreep y Du Puits fue significativamente menor ( $P < 0.05$ ) que la de las Hunter River y Uruguay.*

*El componente de alfalfa en todos los lotes fue más bajo en Cancreep.*

*Los efectos de las densidades de alfalfa en la producción de los lotes y la importancia del pastoreo en la evaluación de los cultivos de alfalfa son discutidos en el presente trabajo.*

Introduction

**H**unter River is the principal cultivar of alfalfa grown in Australia; agronomists and plant breeders now recognize the potential value of the genetic variation that is offered by alfalfa (13).

Because Hunter River was selected under cutting regimes there is an obvious need to compare other cultivars with it under grazing. The Southern Table lands around Canberra have some summer rainfall which suggest the likely success of the cultivar Du Puits (6, 5, 2). Uruguay, selected for grazing in South America, and Cancreep, selected in Australia for its creeping rooted habit (7), might be expected to prove more persistent and productive under grazing than Hunter River.

There is little information about the effects of plant density on the production of alfalfa. High

<sup>1</sup> Received for publication August 18, 1980.

\* Professor-Dept. Agric. Sciences, U.N.S. 8 000 Bahía Blanca, Argentina.

\*\* S. R. F. Vet. Clinical Centre-Univ. of Melbourne, Werribee, 3 030 Victoria, Australia.

density stands must intensify competition between individual plants and lead to smaller root systems. In drought years and dry summers, restricted exploitation of soil water could result in lower production. Moreover, in winter, production from high density alfalfa stands must be relatively low, and many sown or volunteer species, which could be associated with low density stands of alfalfa, might make mixed pastures more productive than alfalfa itself. Even if marked changes in production should occur at different spacings for grazing purposes, their importance could be measured only under grazing conditions.

This paper reports the dry matter production of the above cultivars at four different row spacings, over the first 12 months after the grazing treatment began.

#### Material and methods

The pastures were at the Ginninderra Experimental Station near Canberra. There were two replicates separated by about 400 m: replicate I on a gentle slope (3° to 5°) while replicate II was on moderately undulating country. Both replicates were on soil derived from quartz-porphory. They consisted of sandy loam in the top 30-50 cm, with a medium heavy clay subsoil and somewhat restricted deep drainage.

The climate of Canberra has been described by Slatyer (16) and data from the Bureau of Meteorology (1) are given in Table 1.

The plots were arranged in two Latin Squares (replicates I and II), each 5 x 5 with alfalfa row spacing of 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm and no alfalfa as the main treatments. Four alfalfa cultivars—Hunter River, Du Puits, Uruguay and Cancreep—were sown as split plots in main plots of 0.043 ha each. Constant seed rates per row were used, resulting in 5.5; 2.8; 1.8 and 1.4 kg/ha of seed being sown at the 15, 30, 45, and 60 cm spacings respectively. Superphosphate was applied each year in autumn (125 kg/ha).

Following the sowing of these swards in September 1967, a severe drought lasting throughout 1968 reduced the establishment of alfalfa. Regardless of row spacing or cultivar, 40-50 per cent of viable seeds became established. By October 1968, 12 months after sowing, only 15-20 per cent of sown viable seed survived as established plants and neither cultivar nor row spacing treatment significantly affected that percentage (9).

A rotational grazing system of 5 paddocks was used for each sequence of plots with the same alfalfa spacing; that is, 5 paddocks, each of 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm and no alfalfa spacings. Two rows of the Latin Squares (blocks), one from each replicate, were grazed simultaneously. Wether weaners were

Table 1. Meteorological data for Canberra.

MONTH	TEMPERATURE °C	Average of 37 years		RAINFALL	
		RAINFALL mm	EVAPORATION mm	mm	1970
JAN.	21	54	201	22	92
FEB	20	54	157	104	42
MAR	18	63	128	56	46
APR.	14	54	83	104	61
MAY	10	49	49	61	47
JUNE	7	47	31	66	30
JULY	6	46	31	48	10
AUG.	7	49	44	31	77
SEPT.	10	47	71	20	155
OCT.	13	73	110	133	29
NOV.	16	55	147	62	122
DEC.	19	54	185	45	75
TOTAL		645	1 237	752	787

allocated to the 10 groups by stratified random sampling, so that initial liveweight was similar for all groups of 3 Merinos plus 2 crossbreed weaners each. Once a group was formed it remained on a given row spacing treatment moving from plot to plot at constant intervals of 9, 9, 5, 5, and 7 days grazing on blocks A, B, C, D and E respectively (Fig. 1).

BLOCK	REPLICATE 1					DAYS ON	DAYS OF
	30 cm	Nil	15	60	45		
A	30 cm	Nil	15	60	45	9	26
B	60	30	Nil	45	15	9	26
C	Nil	45	30	15	60	5	30
D	15	60	45	Nil	30	5	30
E	45	15	60	30	Nil	7	28

Note: Groups of sheep move from A to E onto plots of the same row spacing

Fig. 1. Outline of grazing management.

Three grazing systems, confounded with block and time of grazing, were simulated by the following grazing management:

Block	Days on	Days off	Days of cycle	No. paddock simulated	Days of cycle simulated	Stocking rate weaners/ha
A, B	9	26	35	4	36	29
C, D	5	30	35	7	35	17
E	7	28	35	5	35	23

This management lasted from February 1969 until March 1970, except during the winter of 1969 when the grazing time, and therefore spelling time, was doubled. On December 29, 1969, all the animals were replaced by new wether weaners in the same fashion as above.

Yield of alfalfa and botanical composition were determined cutting two random quadrats for each variety at every spacing the day before grazing commenced in blocks B, C, and E of both replicates.

To avoid bias from different spacings of alfalfa two shapes of quadrats were used, one 60 x 60 cm for the 15 cm, 30 cm and 60 cm alfalfa spacings and 45 x 80 cm for the 45 cm alfalfa spacing between adjacent rows. In the no alfalfa plot, 8 random sites were cut within either quadrat.

The cuts were subsampled and dry matter yields were calculated for alfalfa, grasses, subterranean clover and miscellaneous species.

Mean values over the three grazing management treatments are presented.

The density of alfalfa plants had been estimated in October 1968 (10) and a final count was made in February 1970 on all alfalfa cultivars at each row spacing for two stocking rates (29 and 17 weaners/ha). Six 60 cm long random sites were sampled by trenching along both sides of the row to a depth of about 10-15 cm, and individual alfalfa plants were counted from tap roots.

## Results

### Row spacing:

Throughout the year, alfalfa yield increased as the density of rows increased (Figure 2). Whether production was high or low a four-fold increase in density of rows usually resulted in yield being approximately doubled (Figure 3). Although absolute differences

were minimal in winter, alfalfa at 15 cm still significantly outyielded that at 45 or 60 cm, while during spring to summer period of high production the much larger differences between consecutive spacings were themselves not significant.

With a few exceptions during the year, where alfalfa was included row spacing did not significantly affect total dry matter production (Figure 4). However, except for midsummer, the plots without alfalfa consistently outyielded the others, and

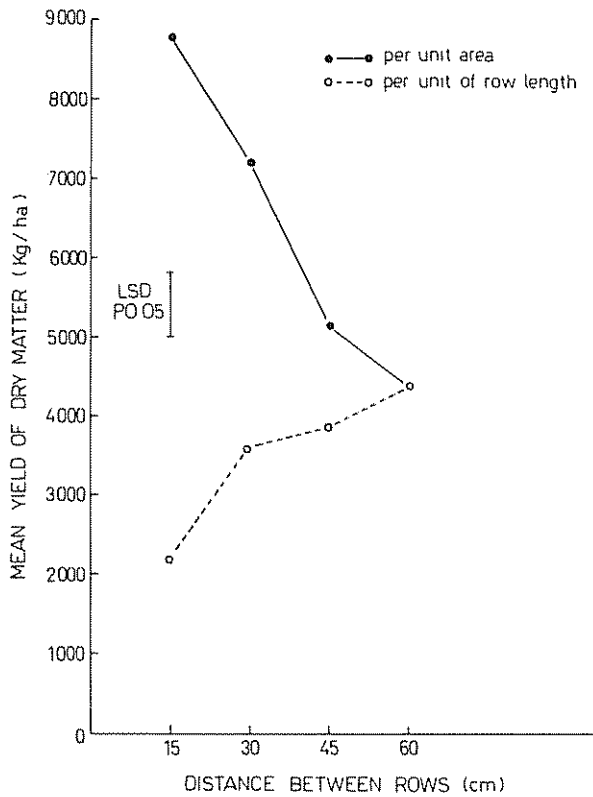


Fig. 2. Effect of row spacing on cumulative yield of alfalfa.

especially so in winter when dry matter availability tended to be lowest for the closest spacing.

When seasonal conditions allowed rapid growth of alfalfa it was the alfalfa component of the pasture which controlled the production of the annuals: the greater the density of alfalfa rows the lower was the contribution of the other species (Figure 5), and thus the greater was the space occupied by alfalfa. Presumably it was because it still occupied this ground space during winter that the relationship still held, even though alfalfa, being dormant, no longer competed actively for light with the much faster winter-growing species.

**Alfalfa cultivars:**

The total yield of Uruguay and Du Puits (7 000 kg/ha) were significantly greater than that of Hunter River (6 000) which in turn outyielded Cancreep (5 200) significantly. The poor performance of Cancreep with relatively low yields throughout the year was a prominent feature of the results (Figure 6). Although individual differences between varieties may not have been significant, either Du Puits or Uruguay was the highest yielding cultivar throughout the experimental period. These findings were not affected by row spacing: Du Puits and Uruguay were

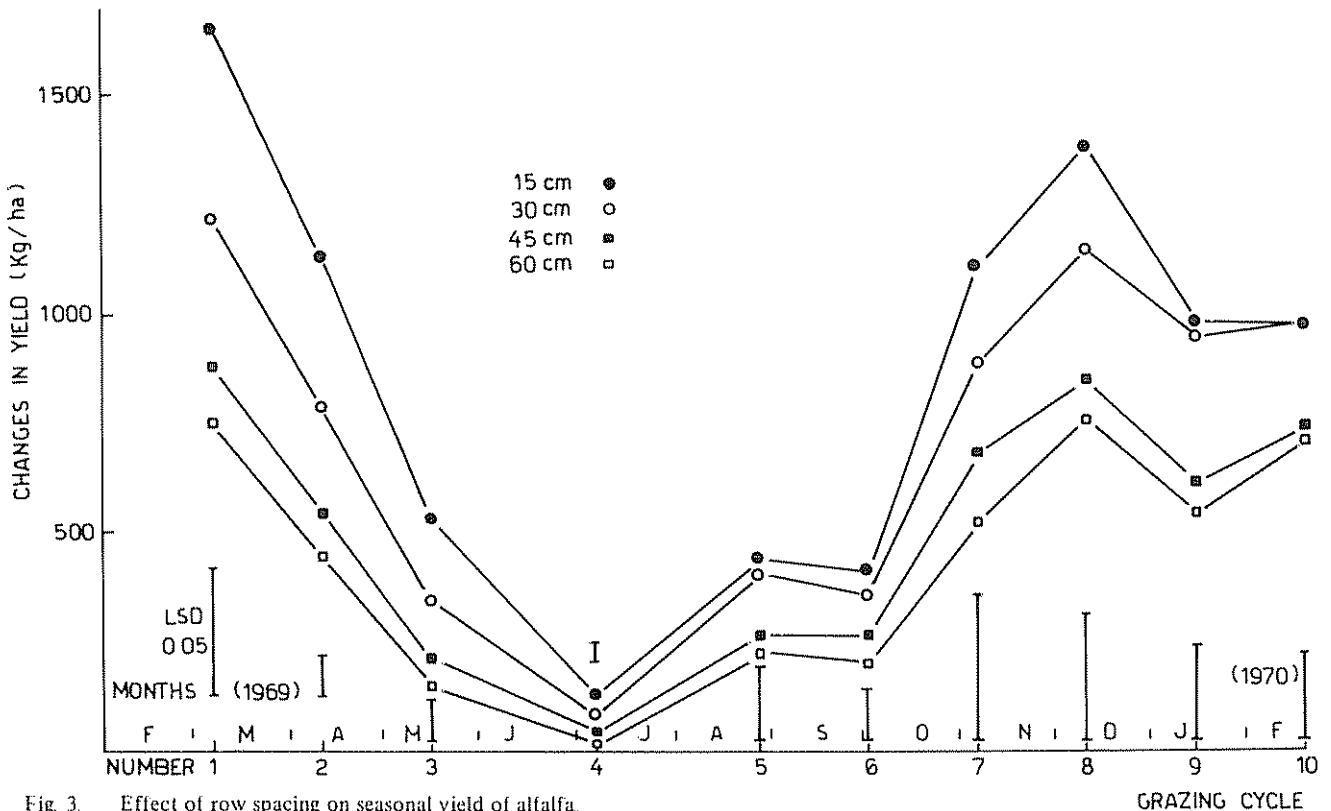


Fig. 3. Effect of row spacing on seasonal yield of alfalfa.

GRAZING CYCLE

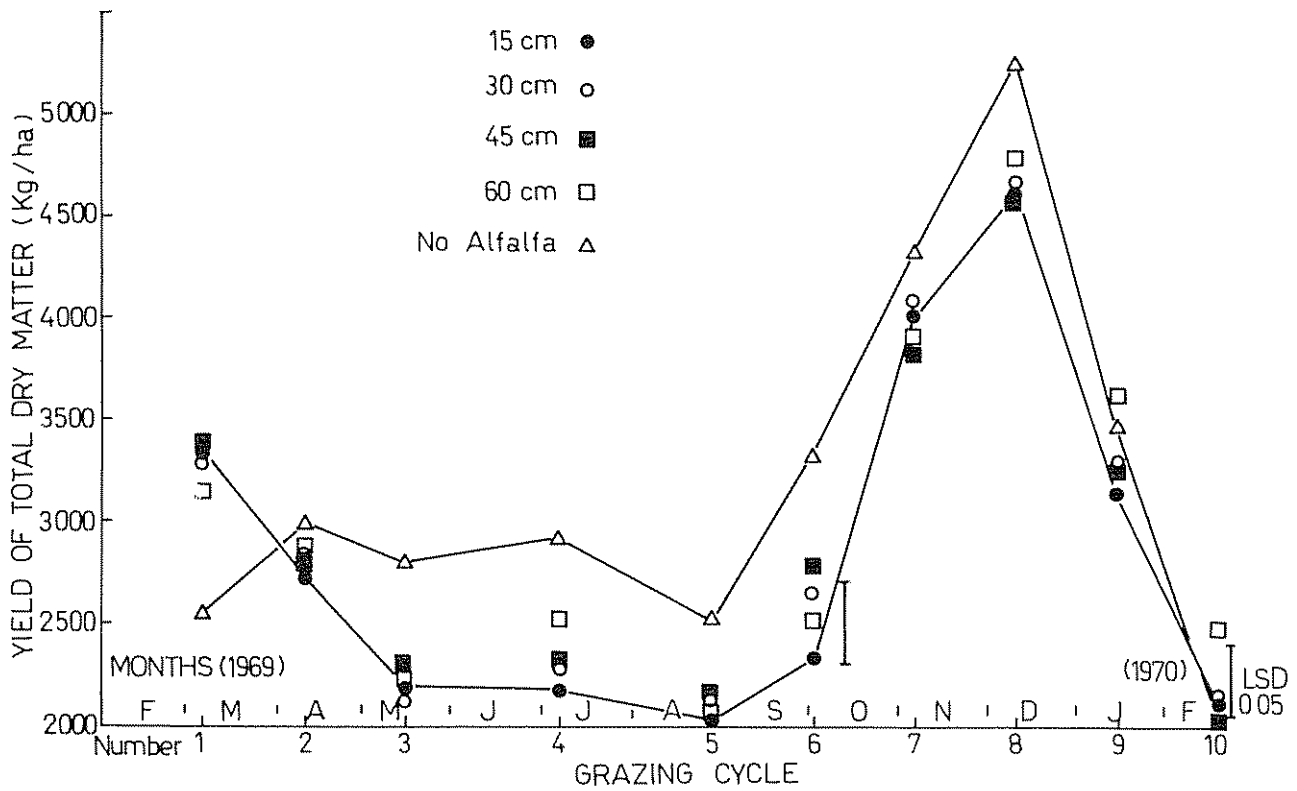


Fig. 4. Influence of alfalfa row spacing on total pasture yield.

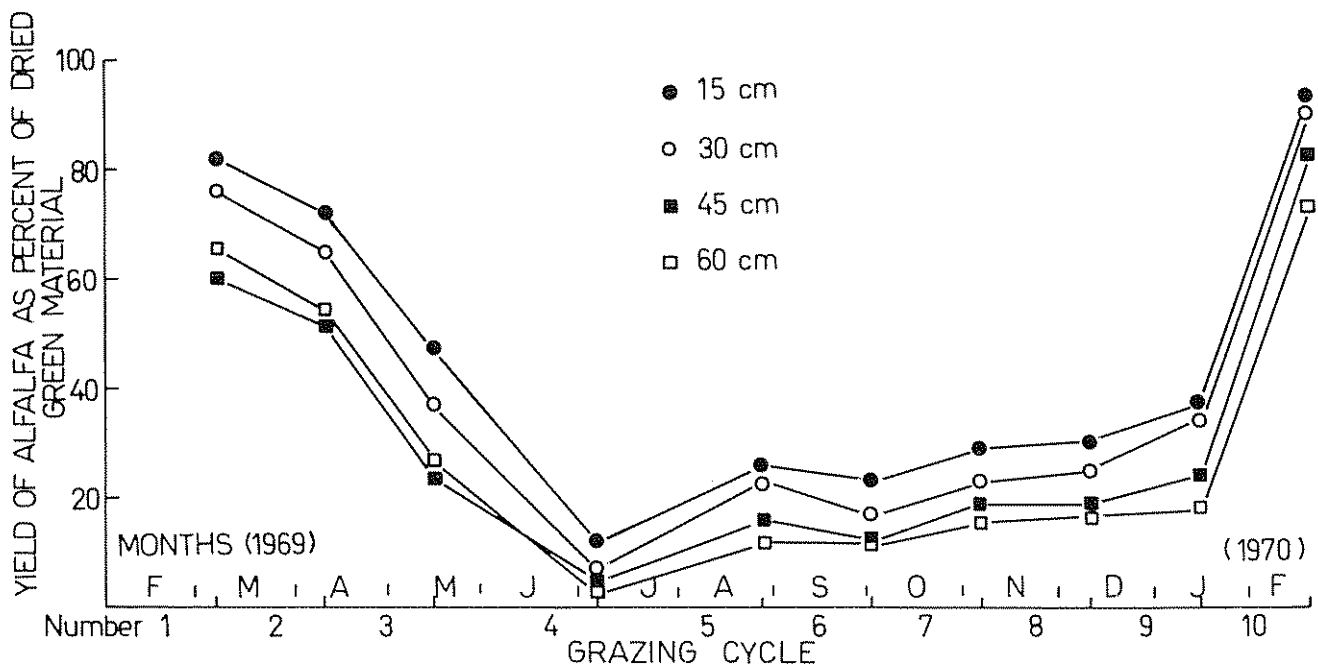


Fig. 5. Influence of row spacing on botanical composition.

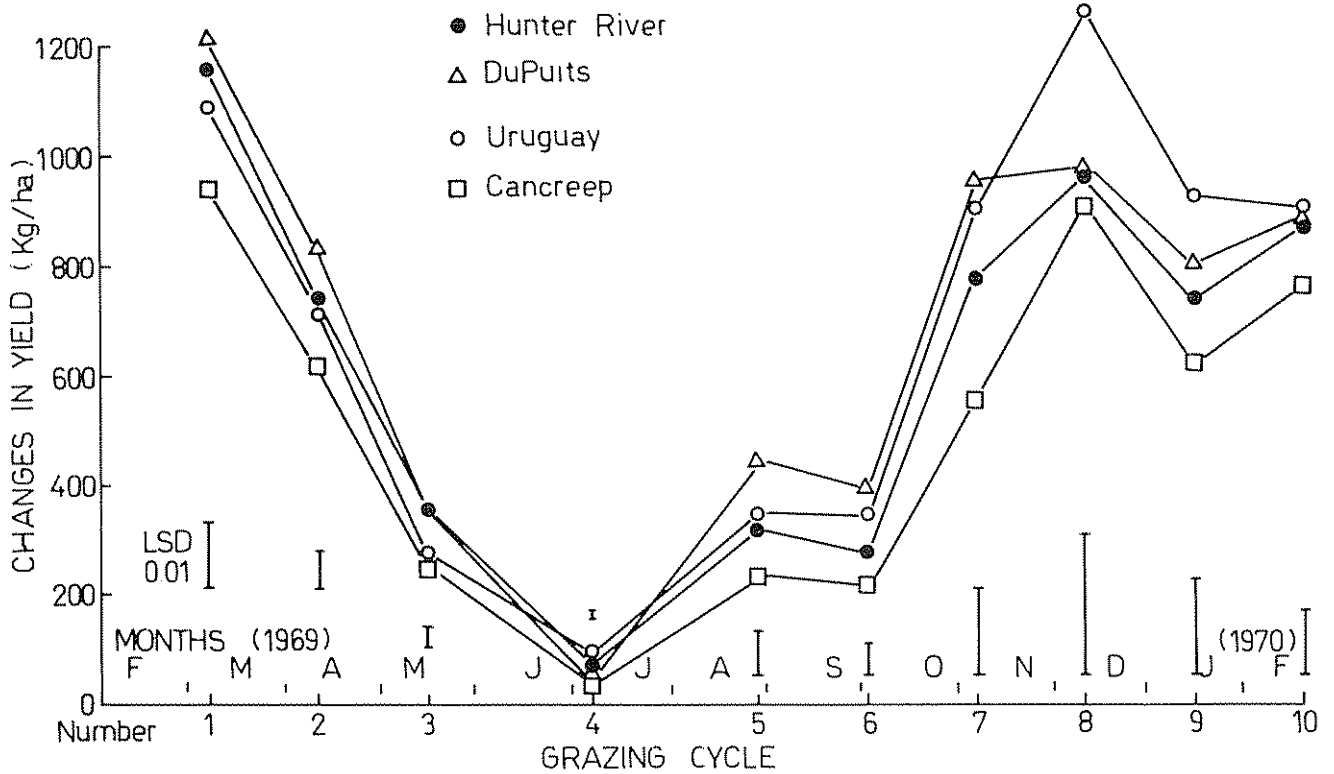


Fig. 6. Seasonal changes in harvested yields of four alfalfa cultivars.

consistently the best, followed by Hunter River, with Cancreep significantly being the lowest yielding (Figure 7).

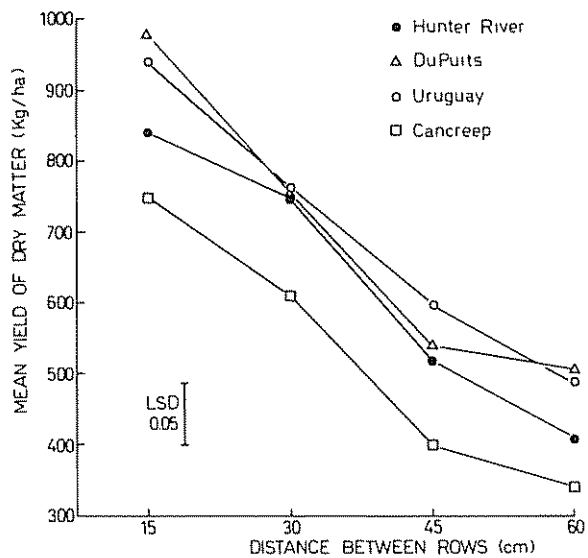


Fig. 7. Effect of row spacing on total harvested yield of different alfalfa cultivars.

Total dry matter production was not affected by alfalfa cultivar (Figure 8). However for any of the grazing cycles considered the contribution of sub-clover and grasses together was always greater under Cancreep than under the others.

Cultivars differed in survival, Uruguay was denser at all spacings than Hunter River though not significantly, and both were significantly denser at all spacings than Cancreep and Du Puits (Table 2).

**Discussion**

In this study alfalfa yield have been expressed in terms of availability of feed when sheep entered a plot. From observation, virtually all alfalfa above ground was eaten by sheep so that the error resulting from this assumption should be small.

**Row spacing:**

Row spacing had a marked influence on the yield of alfalfa harvested in the present study. Taking yield at 15 cm row spacing as 100, the relative yields at the other spacings were:

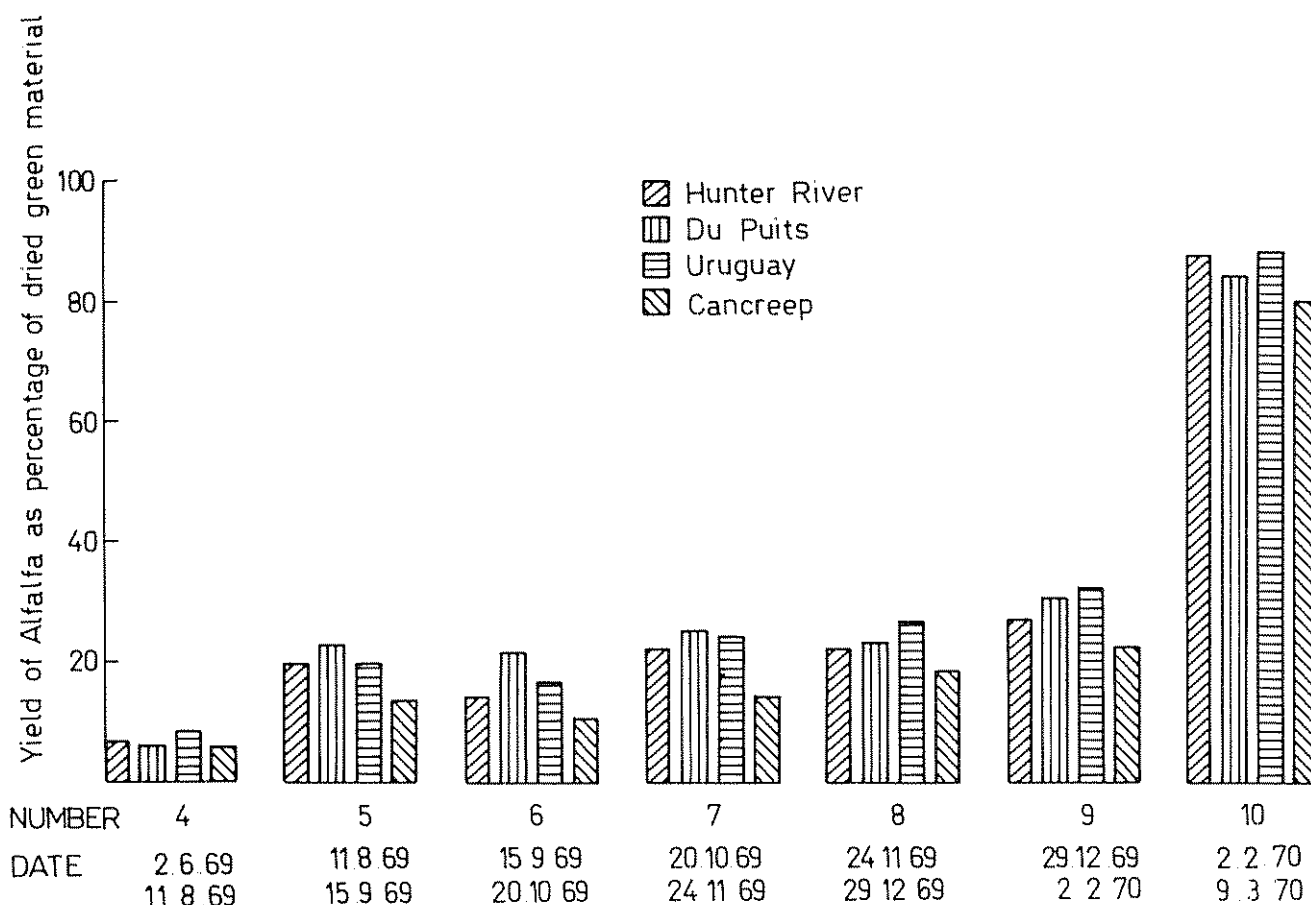


Fig. 8 Seasonal changes in total yield of pasture associated with different alfalfa cultivars.

Row spacing (cm)	15	30	45	60
Alfalfa yield/ha	100	82	58	50
Alfalfa yield/unit row length	100	163	173	200

It has been long recognized that generally the less favourable the environment the fewer the plants needed to exploit it. This relationship is commonly reflected in plant density within established communities and in seed rates generally used. For

Table 2. Density of alfalfa cultivars at different spacings

CULTIVAR	Number of plants/60 cm of row				MEAN
	H. RIVER	DU PUIITS	URUGUAY	CANCREEP	
15	9.2	6.4	10.5	6.2	8.1
30	8.5	4.6	8.6	6.8	7.1
45	8.0	5.1	8.4	6.0	6.8
60	9.1	5.5	10.4	5.5	7.6
Mean	8.7	5.4	9.4	6.1	7.4
LSD (P=0.05)	Space mean	1.8	Cultivar within same space		2.0
	Cultivar mean	1.0	Space within same cultivar		2.3



example in Australia alfalfa is sown at about 13 kg/ha on well-watered, fertile land, but only at 1-2 kg/ha at its lower rainfall limits. In these drier areas, dense stands change more rapidly towards a community of widely spaced plants. Since no effect of spacing on survival was recorded here, it supports the conclusion that environmental conditions well suited alfalfa growing in dense stands.

However as Clements *et al* (3) reported, competition between plants becomes more intense as the density of the stands increases. This was reflected in decreased yields of alfalfa per unit of row, the individual plants being considerably smaller than those spaced more widely. Presumably all parts of the plants are much smaller in dense stands – roots, as well as the crowns and stems reported by Cowett and Sprague (4); Frankes *et al.* (8); and Rumbaugh (15).

As the yield of alfalfa per unit area increased with closer row spacing, that of associated species decreased, so that there was no difference in total yield

of harvested pasture. The balance between alfalfa and other species was probably determined largely by competition for water and light. Whatever the factor concerned, alfalfa must be regarded as the dominant species since its density largely determined the yield of the other species. For the first eight grazing cycles the availability of subclover, grasses, and miscellaneous species was always negatively correlated with that of alfalfa, several times highly significant (Figure 9). This was not only in the periods of rapid growth of alfalfa (spring, summer, autumn), when alfalfa was an active competitor, but during its period of relative dormancy in winter when it must be regarded as a successful passive competitor; successful because it had already established its spatial requirements, which it continued to occupy in winter. It thus limited the yield of the other species by some mechanism other than competition for light.

Because alfalfa grew little in winter, but occupied space, total harvested yield of dry matter were lowest at the closest spacing, and highest in plots without alfalfa. Because winter can be regarded as a critical

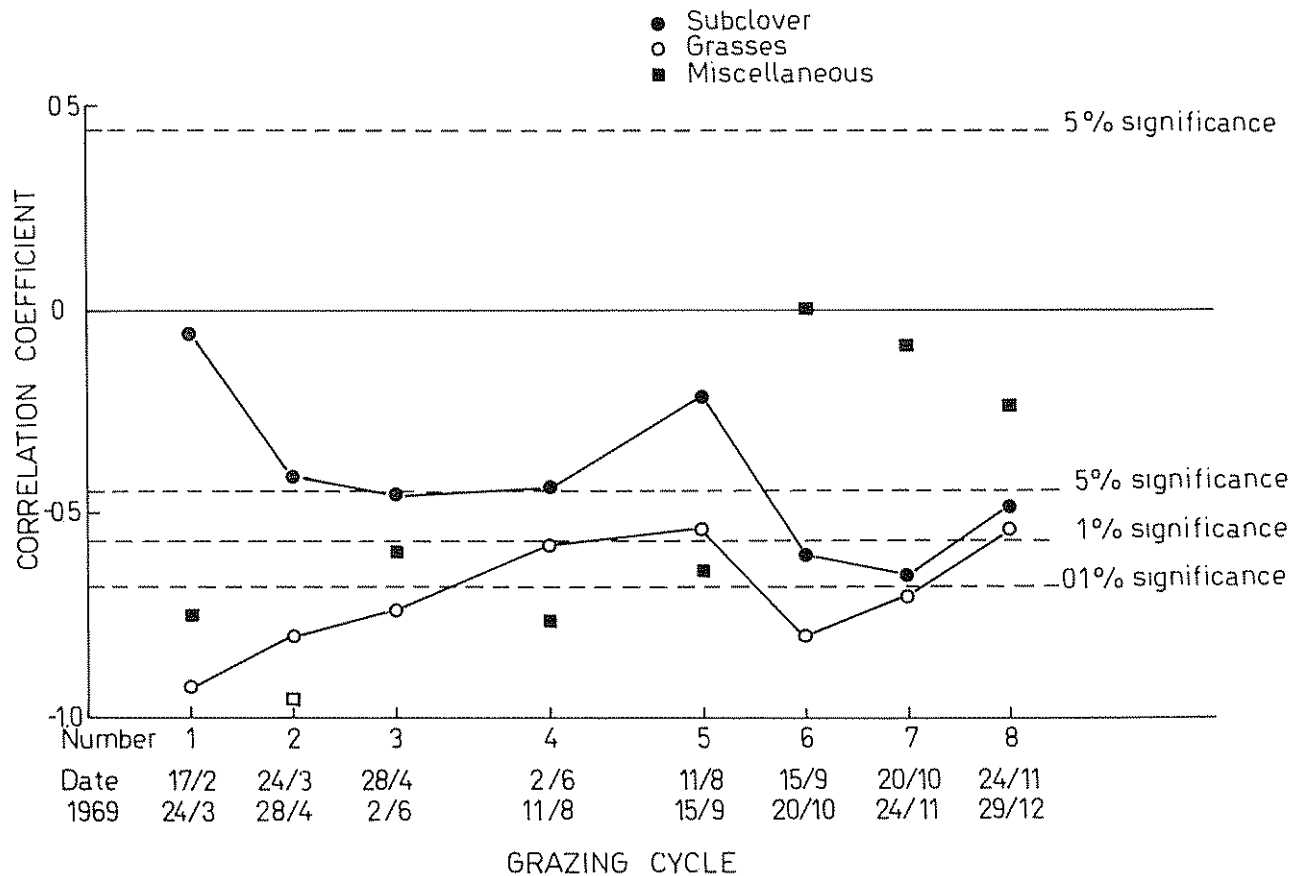


Fig. 9 Changes with time of the correlation coefficients between alfalfa availability and other components of the pasture.

period of feed shortage for grazing animals the wisdom of growing high density stands on a whole farm basis must be questioned. Again, in less favourable seasons than those encountered in this study, the larger root systems associated with less dense stands may be needed to exploit water and nutrients at depth. These should confer competitive advantage to alfalfa in rows more than 15 cm apart. Therefore intermediate row spacing (30 or 45 cm) may prove best.

#### Alfalfa cultivar:

An important and interesting feature of this study was that of the harvested yields recorded over the year. That of Cancreep was significantly the lowest, 5 200 kg/ha, compared with 6 300 for Hunter River and 7 000 for Du Puits and Uruguay.

In comparing the seasonal growth of Cancreep with other cultivars at different localities, Daday *et al.* (7) reported superior summer growth for Cancreep and Du Puits over Hunter River, and superior winter growth for Cancreep and Hunter River over Du Puits. Only at Adelaide did Cancreep produce significantly less than the other cultivars and this was attributed to a locality x cultivar interaction, with Cancreep assumed to be adversely sensitive to hot, dry summers. In fact, the two locations in Adelaide revealing low production from Cancreep were the only places where the cultivars were grazed; at all other sites they were cut. Leach (12) reported Hunter River performing better than Cancreep on dry matter production under cut or hard-grazed by a large mob of sheep with either five or eight-week intervals. The same author (13) always in South Australia found that Hunter River, Uruguay and Du Puits yielded more than Cancreep under standard cuts (6 to 9 -week intervals), and Hunter River and Du Puits yielded more than Cancreep under frequent cuts (3 to 4 -week intervals). Together with the results of the present study these strongly suggest that, relative to other cultivars, Cancreep performs poorly when it is subject to grazing, or more intensive defoliation management than one cut at flowering.

Of the other cultivars, Uruguay, which with Du Puits was one of the highest yielding cultivars in this study, has received little attention in the past. Rogers (14) included it in irrigated trials at Deniliquin; her results were similar in that in years 2-4 its yield resembled those of Du Puits, but dissimilar in that it yielded less than Hunter River, especially during winter.

Du Puits, the other highest yielding cultivar in this experiment, had already been reported by Daday

*et al.* (6) as having 27% higher yields than Hunter River at Canberra (1957-60) and 19% more at Armidale (1958-60). In summer Daday reported a yield advantage of 29-35% to Du Puits at Canberra, yet only slightly higher summer yield was recorded here. The main differences which could have led to the different performances were first, that Daday's plots were periodically irrigated in summer leading to yields three times as high as those recorded here; and second, his plots were not grazed but cut at flowering.

Although no differences had been found in density of the different cultivars 12 months after sowing (9), at the end of the study the densities of Cancreep and Du Puits were significantly less than those of Hunter River and Uruguay. Again grazing seems to have had an adverse effect on Cancreep. These results are in agreement with those of Leach (11, 12, 13), who concluded referring to Cancreep that: "It appears that the creeping habit alone does not confer a better ability to survive grazing."

Grazing at a mean stocking rate of 23 weaners/ha in this experiment may well have reduced the expressions of differences in yield potential but yields under grazing are the only valid criteria for assessment. If differences are indicated by yields under cutting then cutting test must be considered irrelevant in the assessment of varieties of alfalfa for grazing.

#### Summary

Over a year of favourable climatic conditions at Canberra (Australia), measurements were taken of plant production in an experiment in which weaner sheep grazed four cultivars of alfalfa: Hunter River, Du Puits, Uruguay and Cancreep; sown at four different row spacings: 15, 30, 45 and 60 cm, and zero alfalfa.

As distance between rows decreased, alfalfa production increased significantly ( $P < 0.05$ ). Although absolute differences were minimal in winter alfalfa at 15 cm still significantly ( $P < 0.05$ ) outyielded that at 45 or 60 cm.

Where alfalfa was included row spacing did not affect total dry matter production.

All alfalfa cultivars had similar seasonal patterns of production, but the total dry matter yield of Uruguay and Du Puits were significantly ( $P < 0.05$ ) greater than that of Hunter River which in turn outyielded Cancreep significantly ( $P < 0.05$ ).

Plant densities of Cancreep and Du Puits were significantly ( $P < 0.05$ ) less than those of Hunter River and Uruguay.

The alfalfa component of the whole pasture was lowest with Cancreep.

The effects of alfalfa densities on the production of the pasture and the importance of grazing in the evaluation of alfalfa cultivars are discussed.

#### Literature cited

1. BUREAU OF METEOROLOGY. Climatic Survey of Canberra and the Australian Capital Territory. 1968.
2. CAMERON, D. G. New lucernes for Queensland. Queensland Agricultural Journal 92:553. 1966.
3. CLEMENTS, F. E.; WEAVER, J. E. and HANSON, H. Plant Competition. Carnegie Institute of Washington, 1929. Pub. 398.
4. COWET, E. R. and SPRAGUE, M. A. Factors affecting tillering in alfalfa. Agronomy Journal 54:294-297. 1962.
5. DADAY, H. Performance of lucerne varieties on the South Coast N. S. W. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 5:44-45. 1965.
6. DADAY, H.; MOTTERSHEAD, B. E. and ROGERS, V. E. Performance and interactions in varieties of lucerne (*Medicago sativa* L.). Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 1:67-72. 1961.
7. DADAY, H.; PEAK, J. W.; LAUNDERS, T.; CAMERON, D. G.; CAMBELL, G. B.; CRAWFORD, E. J. and RYAN, F. E. Seasonal growth of an Australian Cultivar of creeping-rooted lucerne (*Medicago sativa* L.). Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 8:548-554. 1968.
8. FRANKES, R. V.; DAVIES, R. L. and PATTERSON, F. L. The breeding behaviour of yield and related variables in alfalfa. I. Replicated clonal plants. Crop Science 1:205-207. 1961.
9. HUTCHINGS, R. J. and HICKS, J. S. Seedling losses during the establishment of lucerne. Ginninderra Guide. CSIRO Division of Plant Industry Canberra. Australia. 1969. p. 6.
10. HUTCHINGS, R. J. Personal communication. 1970.
11. LEACH, G. J. The survival in South Australia of Hunter River, African and creeping lucernes after extended periods of severe grazing. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 9:517-520. 1969.
12. LEACH, G. J. An evaluation of lucerne lines at Waite Agricultural Research Institute, South Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 10:53-61. 1970.
13. LEACH, G. J. The yield and survival of lucerne lines in the upper south-east of South Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 11:186-193. 1971.
14. ROGERS, V. E. Lucerne varieties trials at Deniliquin, N. S. W. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 1:60-66. 1961.
15. RUMBAUGH, M. D. Effect of population density on some components of yield of alfalfa. Crop Science 3:423-424. 1963.
16. SLAYTER, R. O. Agricultural climatology of the Yass Valley. CSIRO Division of Land Research and Regional Survey. Technical paper No. 6. 1960.

# PRODUCTION OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.) II. INFLUENCE OF GRAZING MANAGEMENT<sup>1</sup> /

E. E. LUTZ\*  
F. H. W. MORLEY\*\*

## Compendio

*La producción de materia seca de cuatro cultivos de alfalfa sembrados en cuatro diferentes espaciamientos entre surcos fue cuantificada en un experimento realizado en Canberra, Australia (Lutz y Morley, 1980). El experimento incluyó tres velocidades de rotación para el mismo grupo de carneros: (1) G 9/R 26, (2) G 5/R 30 y (3) G 7/R 28, donde G representa los días de pastoreo y R los días de descanso entre pastoreos. Estos tratamientos simularon tres sistemas de pastoreo de 4, 7 y 5 dehesas con 29, 17 y 23 carneros/ha respectivamente.*

*El promedio del rendimiento total de alfalfa cosechada inmediatamente antes del pastoreo aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ) con la subdivisión incrementada. Esta tendencia existe para todos los lotes experimentales y los espaciamientos entre surcos.*

*El sistema de manejo no afectó la densidad de las plantas en los diferentes espaciamientos entre surcos de los diferentes lotes experimentales los cuales se diferenciaron en cuanto a supervivencia.*

*Los sistemas de pastoreo impuestos parecen haber suprimido el potencial de retoñar y extenderse en el caso de la variedad Cancreep.*

## Introduction

**C**ontinuous grazing of alfalfa throughout the year may be detrimental to the survival of alfalfa plants (3, 4, 8, 17, 21, 23, 27, 28, 29) and some degree of subdivision and management is essential.

Alfalfa pastures should be grazed at infrequent intervals, for high production and to secure plant survival (2, 3, 4, 8, 23, 29, 31). Therefore, a suitable grazing practice should be devised from each particular environment where alfalfa is grown.

In any rotational grazing system the frequency of grazing can be controlled by: a. number of paddocks in the rotation, b. number of grazing days. From the biological standpoint both should vary with the environmental conditions; fewer paddocks would be required in conditions favourable for alfalfa growth.

Mc Kinney (16) found that the length of the grazing period was less important than the length of the spelling period in preserving alfalfa density and production. However Langer and Steinke (11) suggest that long grazing periods may reduce root size, which decrease regrowth potential, and Peart (22) found that under grazing condition the length of the grazing period reduces alfalfa production. Constable *et al.* (5) support the management principle of keeping the grazing period of alfalfa to a minimum.

There is evidence (18) that a multiple paddock subdivision —10 paddocks or even more— will not permit the annual species to persist in stands of

<sup>1</sup> Received for publication August 18, 1980

\* Professor-Dept. Agr. Sciences, U.N.S. 8 000 Bahía Blanca, Argentina.

\*\* S.R.F. Vet. Clinical Centre-Univ. of Melbourne-Werribee, 3 030 Victoria, Australia.

perennials. This may not be important if the climate permits sufficient growth of alfalfa itself in winter to support the stocking rate used for the rest of the year. In other situations the loss of annuals could be costly, not only in winter but in dry autumns.

In Canberra three simulated management systems were compared over a range of alfalfa cultivars sown at 4 different row spacings. Results from the first year of this experiment are reported here.

### Materials and methods

They were described in a previous paper (15). Briefly, the different simulated grazing management systems resulted from the strict rotation of the same number of sheep (5) on plots for different grazing periods (in turn 9, 9, 5, 5, 7 days). Thus, different stocking rates in different number of paddocks were simulated by moving the one group of animals through the one sequence of plots. For example, 5 sheep grazing one plot of 0.043 ha for 9 days was taken to represent one part of a 4-paddock system with 27 days spelling time and overall stocking rate of 29.2 weaners/ha; 5 sheep grazing one plot for 5 days represents a 7-paddock system with 30 days between grazings with 16.7 weaners/ha overall; and 5 sheep grazing one plot for 7 days was considered equivalent to one part of a 5-paddock system, 28 days spelling time and 23.4 weaners/ha. In these simulated systems stocking rate and number of subdivisions are confounded.

For the comparison of pasture production in each system, systems and time of measurement are also confounded, the first measurements being made on the 4-paddock system, then on the 7, and finally on the 5. By summing production over long periods this confounding should become unimportant. If this assumption is accepted the effects of management on pasture production can be determined.

### Results

The mean total yield of alfalfa harvested immediately before grazing increased significantly ( $P < 0.05$ ) with increased subdivision (or decreasing stocking rate) (Figure 1). This trend exists for all cultivars and row spacings (Figure 2).

The management system did not affect density at the different row spacings or of the different cultivars which themselves differed in survival. Uruguay and Hunter River were significantly denser than Cancreep and Du Puits in both grazing managements (Table 1).

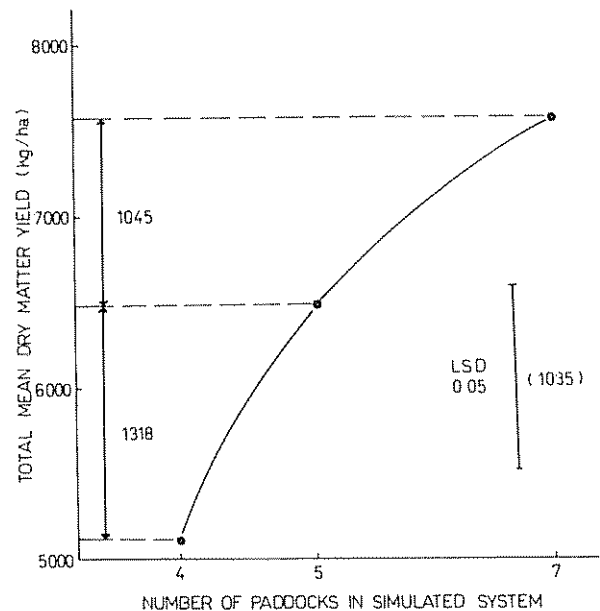


Fig 1 Influence of management on harvested yields of alfalfa

The total dry matter production from the three management systems is presented in Figure 3. Although the data for alfalfa (Figures 1 and 2) covered all 10 grazing cycles, only the last 6 cycles are considered here, because it was only in these that botanical composition measurements were associated with individual cultivars (15). The results have the limitation that, being restricted to the first year of different grazing systems, they do not reflect changes which could occur in subsequent years through the influence of grazing intensity in seed production and establishment, especially of annual species. The results are presented because some effect of management on botanical composition might be expected after the winter period of stress on both pasture and animals.

The subterranean clover component increased markedly as the stocking rate decreased (or subdivision increased) and was mainly responsible for the increase in total dry matter production recorded. The grass and alfalfa components were relatively less sensitive to management in this first year (Figure 4). Even so, the effect of management in alfalfa production had increased with time. In these last 6 cycles total harvested yields under the 4, 5 and 7 paddocks systems were approximately 3060; 4140 and 5160 kg/ha respectively, a difference of 69% brought about by management. Alfalfa yield for the first four cycles totalled 2040; 2260 and 2340 kg/ha for the same treatments; a total difference of only 15%.

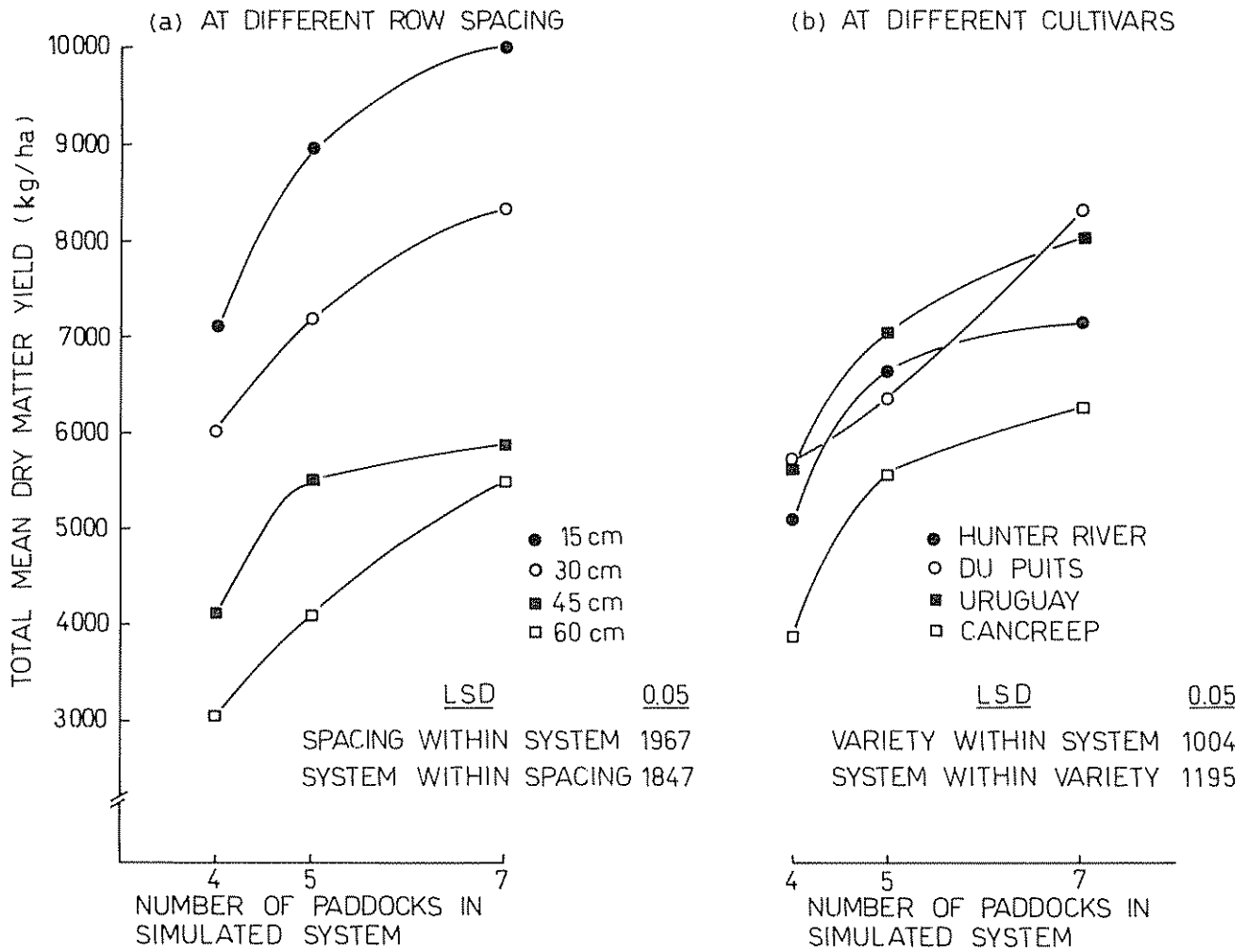


Fig 2 Effect of management on yields of alfalfa at different row spacing (a) and at different cultivars (b).

Table 1. Density of alfalfa cultivars at different spacings under two management systems.

SPACING cm	CULTIVAR No. of Paddocks	Number of plants/60 cm of row								MEAN		
		H. RIVER		DU PUIITS		URUGUAY		CANCREEP		7	4	
		7	4	7	4	7	4	7	4			
15		9.0	9.3	7.1	5.8	12.5	8.5	6.2	6.2	8.7	7.4	
30		7.9	9.1	4.0	5.3	8.7	8.6	6.1	7.4	6.6	7.6	
45		7.1	8.8	5.1	5.1	9.7	7.0	5.3	6.7	6.8	6.9	
60		9.2	9.1	6.0	5.0	9.1	11.7	4.9	6.1	7.3	8.0	
	MEAN	8.3	9.1	5.5	5.3	10.0	8.9	5.6	6.6	7.3	7.5	
LSD (P = 0.05)		No. of Paddocks mean							6.4			
		Space within same No. paddock							2.6			
		Cultivar within same No. paddock							1.4			
		No. paddock any space-cult. comparisons							3.2			

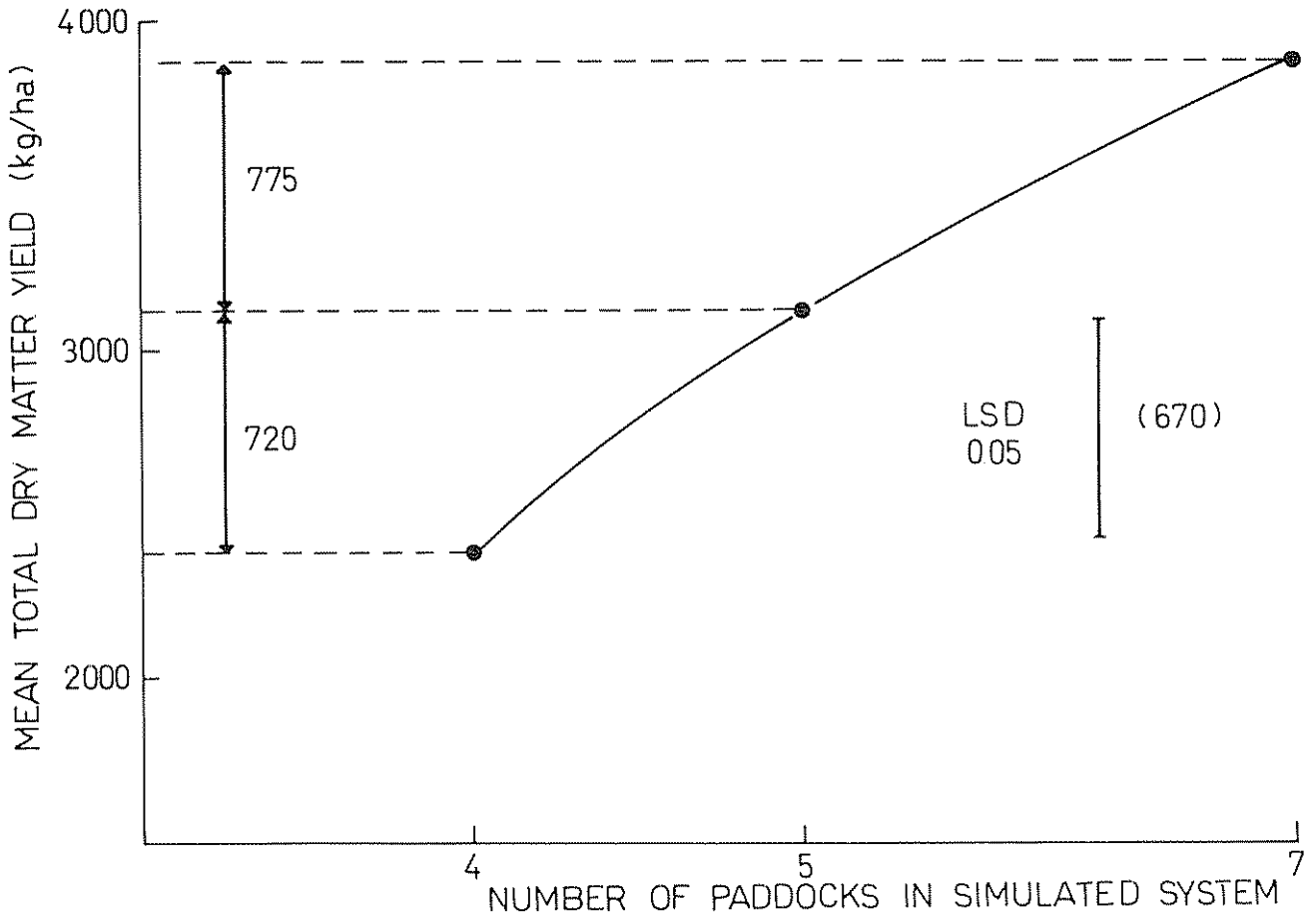


Fig 3 Influence of management on yield of pasture harvested (last six grazing cycles).

At the end of this experiment, thirty months after sowing, there was no sign of creep in the Cancreep cultivar at any row spacing.

**Discussion**

The total yield of harvested alfalfa was significantly affected by the three management systems (Figure 1); this resulted entirely from production during spring and summer (last 6 cycles), and whether it was due to subdivision or stocking rate is not easily resolved because of confounding.

The management systems differed both in duration of grazing and in period of regrowth free of grazing (some growth would take place during the grazing period). Although Mc Kinney (16) found alfalfa production to be sensitive to spelling time over a range of 10 to 90 days, the small difference between extremes in this study (26 and 30 days) are unlikely to have caused measurable effects on mean growth rates. It is more likely that differences

in production resulted from differences in duration of grazing, all at 5 sheep per plot, which varied relative

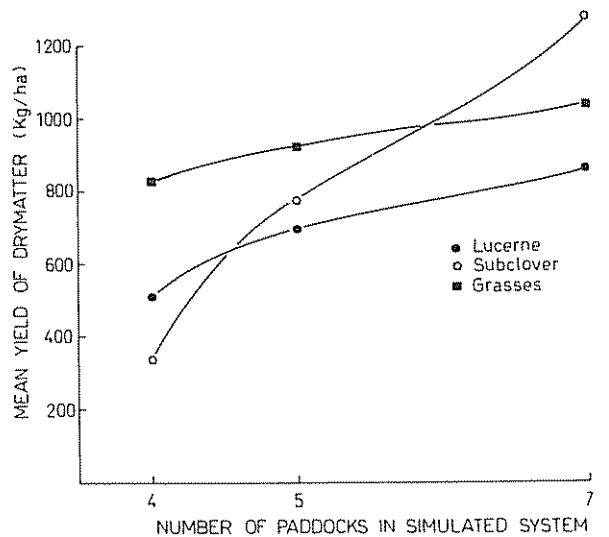


Fig 4 Influence of management on the components of yield over the last six grazing cycles.

vely more – from 10 to 18 days in winter, and 5 to 9 days at other times. However, Leach (14) observations support the relative unimportance of the duration of grazing over quite a wide range.

At the stocking densities during grazing in this study (85 to 145 sheep/ha), alfalfa was selectively grazed and virtually completely eaten in the first few days. The relevance of different lengths of the grazing period is that the longer this is, the more frequent are new shoots removed as they expand.

When a plant is completely defoliated, new shoot growth relies particularly on the use of non-structural carbohydrate reserves, especially those of the roots. It may be more than a week after defoliation before current photosynthesis contributes significantly to the production of shoots (26) although some assimilate is traslocated to the roots before this (9). Until current photosynthesis is sufficient to provide for shoot growth root reserves must continue to be depleted. The longer grazing continues, the longer will regrowth be grazed, the more must root reserve be depleted, and the less can they contribute to growth in the period immediatly following removal of sheep. Therefore growth rates must be reduced unless root reserves are really substantial. Repeated severe defoliation must eventually exhaust reserves, leading to slow recovery or even death (21, 30).

Daday *et al.* (6) had already concluded that the creeping rooted cultivar Rambler, one parent of Cancreep, was “of no value in its present form” Now the extent of the improvement in Cancreep over its parent must be questioned: in all grazing management systems employed in the present experiment its yields were consistently the lowest of all cultivars.

Daday *et al.* (7) claimed that the discrepancies between his results and these, concerning the expression of creep may be due to the constant high rates of seed per unit length of row in this experiment. According to Daday “the number of plants per 100 cm of row counted after 12 months establishment were 32, 27, 35 and 26 from sowing rates of 5.3, 2.8, 1.9 and 1.4 kg/ha respectively;” but this is not correct as the results of Hutching (10 and personal communication) shows that the number of alfalfa plants surviving were in average 7 plants per 100 cm of row and neither row spacing (sowing rate) nor grazing treatments significantly affected survival.

That means that when this experiment began all sowing rates treatments had similar densities of alfalfa plants than those treatments of Daday *et al.* (7) at intermediate sowing rates, wl ich in turn resulted with the highest percentage of creeping-rooted plants.

Daday (1970, personal communication) claimed that two requirements are needed for Cancreep to express its creeping habit:

- a. Time, at least two and a half years after sowing,
- b. Low density of plants.

Both conditions were satisfied in this study and, at the end of the experiment, there was no sign of creep at any row spacing; this suggests that a third factor may be needed for Cancreep to creep. This may be some grazing management, but what kind of management is yet unknown.

That grazing management had no effect on alfalfa survival deserves some comments. Mc Kinney (16) working with a dense stand found the interval between grazing as the most important component of the grazing system for alfalfa survival after four years, however since the middle of that period the stand densities were in equilibrium with the management imposed. Other authors working with intermediate (13, 29) and low (3, 8) density stands of alfalfa and comparing the effect of different components (grazing days and spelling interval) of the grazing system on alfalfa survival, found small differences in absolute terms due to them. However, in all those experiments (3, 16, 29) where continous grazing was included the alfalfa disappeared.

It seems reasonable, considering the persistence patterns of alfalfa pasture due to several causes. According to Leach (12): “Initial losses of plants largely represent an adjustment to a suitable population density, as in the large losses from high sowing densities.” “Later losses may also represent density adjustment, particularly when stands are exposed to drought.” How other factors (grazing management among them) may interact with those adjustments is not fully understood. But once the density is adjusted to the environment, it seems necessary to apply extremes treatments to produce significant effects on alfalfa survival.

It is premature to predict the influence of management on botanical composition before effects on the reseeding of annuals could be noted. But the increase in subclover content with shorter periods of grazing deserves comment, as the proportion of clover usually increases with intensity of grazing (19, 20, 24). Presumably intensive grazing of a mixed pasture, by removing all leaf cover, offers an advantage to subclover because its leaves tend to expand horizontally to intercept more fully the incident light. Rossiter and Pack (25) showed that grazed annual pastures contained much higher proportions of subclover than ungrazed pastures. However, in studies over a range



of commercial stocking rates and 1 to 9 subdivisions, with sheep Morley *et al* (18) showed only slight effects on the proportion of subclover, although subdivision markedly affected the proportion of annual grasses. When grazed by cattle, or sheep Bennet *et al* (1) disclosed little or no effect of stocking rate on the proportion of subclover in *Phalaris* - subclover pastures.

Because the proportion of subclover decreased with decreasing simulated subdivision, the same reasons may apply to its response as to that of alfalfa. Again it can be argued that it was the duration of the grazing period that had most influence. Subclover was observed to be selectively grazed in preference to grasses and miscellaneous species, not alfalfa. The consequent repeated removal of all laminae - especially during the double grazing time of winter - must have adversely affected its growth, mainly in the system with the longest grazing duration.

#### Summary

The dry matter production of four alfalfa cultivars sown at four different row spacings were measured within an experiment conducted at Canberra, Australia (Lutz and Morley, 1980). The experiment included three speeds of rotation for the same group of weaners: (1) G 9/R 26, (2) G 5/R 30 and (3) G 7/R 28, where G represents the days of grazing and R the days of rest between grazings. These treatments simulated three grazing systems of 4, 7 and 5 paddocks with 29, 17 and 23 weaners/ha respectively.

The mean total yield of alfalfa harvested immediately before grazing increased significantly ( $P < 0.05$ ) with increased subdivision. This trend exists for all cultivars and row spacings.

The management system did not affect plant density at the different row spacings or of the different cultivars which themselves differed in survival.

The grazing systems imposed seem to have suppressed the creeping potential of the Cancreep cultivar.

#### Literature cited

1. BENNET, D.; MORLEY, F. H. W.; CLARK, K. W. and DUDZINSKI, M. L. The effect of grazing cattle and sheep together. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 10:694-709. 1970.
2. BOLTON, J. L. Alfalfa: botany, cultivation and utilization. Leonard Hill. Interscience Publisher, New York. 1962.
3. BROWNLEE, H. Effects of four grazing systems on the production and persistence of dry-land lucerne in central western New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 13:259-262. 1973.
4. CLINTON, B. H.; TURKER, M. J. and MANGLEDORF, N. W. Sheep management at high stocking rates in New South Wales. *Agricultural Gazette of New South Wales* 79:585. 1968.
5. CONSTABLE, G. A.; SHERIDAN, K. P. and GLEESON, A. C. Effects of sequential defoliation on lucerne (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 28:769-776. 1977.
6. DADAY, H.; MOTTERSHEAD, B. E. and ROGERS, V. E. Performance and interactions in varieties of lucerne (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 1:67-72. 1961.
7. DADAY, H.; GRASSIA, A. and PEAK, J. Effect of plant density on the expression of the creeping-rooted character and forage yield of the lucerne (*Medicago sativa* L.) cultivar Cancreep. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 14:735-741. 1974.
8. FITZGERALD, R. D. The effect of intensity of rotational grazing on lucerne density and ewe performance at Waga, Australia, Proceeding XII International Grassland Congress. Section: Grassland Utilization. pp. 180-184. 1974.
9. HODGKINSON, K. C. The utilization of root organic compounds during the regeneration of lucerne. *Australian Journal of Biological Science* 22:1113-23. 1969.
10. HUTCHING, R. J. and HICKS, J. S. Seedling losses during establishment of lucerne. Ginninderra Guide. CSIRO Division of Plant Industry p. 6, Canberra, Australia. 1969.

11. LANGER, R. H. M. and STEINKE, T. D. Growth of lucerne in response to height and frequency of defoliation. *Journal of Agricultural Science* 64:291-294. 1965.
12. LEACH, G. J. The ecology of lucerne pastures. In *Plant Relations in Pastures*, edited by J. R. Wilson; pp. 290-308. 1978.
13. LEACH, G. J. Lucerne survival in South-East Queensland in relation to grazing management systems. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 19:208-215. 1979.
14. LEACH, G. J. Regrowth characteristics of lucerne under different systems of grazing management. *Australian Journal of Agricultural Research* 30:445-465. 1979.
15. LUTZ, E. E. and MORLEY, F. H. W. Production of alfalfa. I. Influence of row spacing and cultivar. *Turrialba* 32(1):1-10. 1982.
16. Mc KINNEY, G. T. Management of lucerne of sheep grazing on the Southern Table lands of New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 14:726-734. 1974.
17. MOORE, R. M.; BARRIE, N. and KIPPS, E. H. Study of the production of a sown pasture in the Australian Capital Territory under three systems of grazing management. CSIRO, Melbourne, Australia, Bulletin No. 201. 1946.
18. MORLEY, F. H. W.; BENNET, D. and Mc KINNEY, G. T. The effect of intensity of rotational grazing with breeding ewes on Phalaris-subterranean clover pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 9:74-84. 1969.
19. MOTT, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *Proceeding VIII International Grassland Congress*, p. 606. 1960.
20. NELSON, C. E. and ROBINS, J. S. Some effect of moisture, nitrogen fertilizer and clipping on yield and botanical composition of ladino clover-Orchardgrass pasture under irrigation. *Agronomy Journal* 48:99-103. 1956.
21. PEART, G. R. A comparison of rotational grazing and set-stocking of dryland lucerne. *Proceeding Australian Society of Animal Production* 7:110-113. 1968.
22. PEART, G. R. The grazing management of lucerne. *Journal of Australian Institute of Agricultural Science* 36:55-56. 1970.
23. ROBARDS, G. E. and PEART, G. R. Outstanding results from rotationally grazed lucerne. *Agricultural Gazette of New South Wales* 78:14-16. 1967.
24. ROBINSON, P. R. and SPRAGUE, V. G. The clover population and yield of a Kentucky bluegrass as affected by nitrogen fertilization, clipping treatment and irrigation. *Journal American Society Agronomy* 39:107-110. 1947.
25. ROSSITER, R. C. and PACK, R. J. The effect of protection from grazing on the botanical composition of an annual-type subterranean clover pasture. *Journal Australian Institute of Agricultural Science* 22:71-74. 1956.
26. SMITH, D. and SILVA, J. P. Use of carbohydrate and nitrogen root reserves in the regrowth of alfalfa from greenhouse experiments under light and dark conditions. *Crop Science* 9:464-467. 1969.
27. SMITH, M. V. Dryland lucerne pastures on deep sands-effect of stocking rate and grazing management. *Journal Department of Agriculture of South Australia* 73:168-174. 1970.
28. SMITH, M. V. The effect of stocking rate and grazing management on the liveweight and wool production of wethers grazing dryland lucerne pastures. *Proceeding Australian Society of Animal Production* 8:460-465. 1970.
29. SOUTHWOOD, O. R. and ROBARDS, G. E. Lucerne persistence and the productivity of ewes and lambs grazed at two stocking rates withing different managements systems. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 51:747-752. 1975.
30. STEINKE, T. D. The influence of light intensity, temperature and cutting treatment on the growth of lucerne. *South African Journal of Agricultural Science* 11:211-217. 1968.
31. WALKER, A. J. K. Lucerne growing in South Australia. *Bulletin Department of Agriculture of South Australia* 1959. No. 454.

---

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA\***

Febrero de 1981

En virtud de que el IICA ha adoptado el Sistema Internacional de Unidades, nos permitimos anotar a continuación para los autores y colaboradores de las Revistas Turrialba y DRELA, así como para otras series de publicaciones del Instituto, las siguientes reglas principales.

En 1960, la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) y la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) decidieron por unanimidad en París, sede del BIPM, crear un sistema internacional de unidades de pesas y medidas (SIU). En 1975 había ya 44 países miembros del BIPM cuya tarea principal es asegurar la unificación mundial en torno del SIU. Hoy día los Estados Unidos de América e Inglaterra han adoptado también el uso del SIU.

Por ejemplo, el kilogramo es unidad de masa, y ya no de peso; el recurso al concepto de peso queda abolido, pues corresponde en realidad a la fuerza de atracción debida a la gravedad, y, por lo tanto, los cuerpos en el espacio interplanetario no tienen peso, pero sí conservan su masa. La unidad de fuerza es el newton (N), que corresponde a la necesaria para producir una aceleración de un metro por segundo sobre una masa de un kilogramo. La unidad de presión o esfuerzo es el pascal (Pa) y equivale a la noción abolida de kilogramos (fuerza) por centímetro cuadrado:  $9\ 806\ 650\ \text{kg (fuerza)/m}^2 = 1\ \text{Pa}$ .

#### **Reglas principales para la consignación de las unidades SI**

1. No se usan las mayúsculas en los nombres de unidades. Única excepción: grados Celsius.
2. Los símbolos no se escriben con mayúsculas. Excepciones: los derivados de nombres de personas.
3. Los prefijos métricos no se escriben con mayúsculas. Excepciones: tera T, giga G, mega M.
4. Los símbolos se escriben siempre igual, sean singular o plural, ej.: 5 mm, no 5 mms.
5. Cuando se escriben los nombres de unidades completos, se pluralizan normalmente, ej.: 10 kilogramos, 55 hectáreas.
6. No se usan los prefijos solos, sino acompañados de la unidad, ej.: 15 megawatts, no 15 megas.
7. No se usa el punto después del símbolo (24 m, no 24 m.), excepto al final de un párrafo.
8. Siempre se deja un espacio entre el número y el símbolo o unidad, ej.: 10 cm, no 10cm.
9. No se usan comas ni puntos para separar números largos; se deben separar de tres en tres. El punto marca el principio de la fracción decimal, ej.: 1 000 005.34, 30 000 y no 1,000,005.34 ó 30,000.
10. Siempre se coloca un cero a la izquierda del punto decimal, ej.: 0.77 y no .77.
11. Cuando se expresan unidades compuestas como kilómetros por hora, se usa la diagonal, ej.: 78 km/h, 50 m/s. Si se trata de newton metros se usa el punto, ej.: 5 N.m.

DISTRIBUCION DE MATERIA SECA EN EL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)  
BAJO CONDICIONES DE CAMPO<sup>1</sup> /

FABRICIANO DIAZ M.\*  
IOSUE KOHASHI S.\*\*

Abstract

*This research was undertaken to determine the effect of plant density on the distribution of dry weight in the aboveground of four bean varieties (Phaseolus vulgaris L.).*

*The varieties Zacatecas 21-1-21, Michoacán 12A-3, y 18-X- Chapingo 72 (all with undeterminate growth habit), and Cacaluatate 72 (with determinate growth habit) were planted at 8900 plants/hectare and 100 000 plants/hectare. Seven physiological stages were chosen for determining dry weight matter of aboveground parts.*

*It was found that the percentage distribution of dry weight matter in the aerial organs of these varieties was not affected notoriously by either density. However, the total dry weight of aboveground parts was significantly different ( $P \leq 0.01$ ) when the varieties Zacatecas, Michoacán, Chapingo were planted at 8900 plants/hectare than when they were planted at 100 000 plants/hectare.*

Introducción

**E**l frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el maíz (*Zea mays*) forman parte importante de la dieta del pueblo latinoamericano; por lo tanto es relevante estudiar estos cultivos para tratar de aumentar los rendimientos a fin de solucionar los problemas alimentarios de la región.

Nichiporovich (10) define los términos "producción biológica" (Y. biol.) cuando se refiere a la materia seca total y "producción económica (Y. econ.) refiriéndose a la parte útil de la materia biológica.

Estos dos factores se relacionan con el parámetro K. económico o "Coeficiente de eficacia", el cual

corresponde a la relación entre el peso seco total y el peso del grano o de la parte útil. A partir de estos valores se desarrolló la ecuación de "producción económica"  $Y. econ = K. econ. \times Y. biol.$  Según esta ecuación el rendimiento puede aumentarse por incremento en cualquiera de los dos parámetros.

Burris (3), mostró que en la soya densidades bajas de siembra inducen a una disminución en el peso del tallo y a un incremento en el peso de la raíz, lo cual parece indicar que la raíz crece a expensas del tallo.

Oba *et al.* (11), concluyeron que en una población baja la soya produce mayor número de vainas y se incrementa la materia seca en hojas y tallos.

Robbins y Domingo (12) encontraron que en frijol el número de vainas producidas por unidad de área fue menor a espacios amplios entre plantas, pero con este espacio se aumentó el peso seco de las semillas.

Alvim y Alvim (1), señalan que en frijol, a medida que aumenta la densidad de población el área foliar y el peso seco total por planta disminuyen.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 20 de agosto de 1981

\* Universidad del Valle, Depto. de Biología, Cali, Colombia.

\*\* Colegio de Postgraduados, Rama de Botánica, Chapingo, México.

Magalhaes *et al* (8), investigando en frijol encontraron que en regiones de alta intensidad de radiación se incrementa el peso seco total por planta, y que esto se debe a un incremento en el índice de área foliar.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de estudiar la distribución de materia seca durante el desarrollo de plantas de frijol, sembradas a dos densidades de población, contrastantes entre sí.

### Materiales y métodos

Para el presente trabajo se escogieron cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*): Zacatecas 21-1-2-1, Michoacán 12A-3, 18-X-Chapingo 72 y Cacahuatate 72 de la colección del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de México. Las tres primeras variedades son de crecimiento indeterminado (semiguía o semivoluble) y la última de crecimiento determinado (mata).

La siembra se hizo en 1974, en el área de Chapingo, Estado de México; las cuatro variedades se sembraron en el campo en dos densidades de población; la primera llamada densidad baja a la cual se le denominó  $D_1$  (8900 plantas/hectárea) y la segunda llamada densidad alta  $D_2$  (100 000 plantas/hectárea). El diseño experimental usado fue el de parcelas divididas con distribución al azar, cada densidad/variedad tuvo 4 repeticiones.

La fertilización se efectuó el día de la siembra, distribuyendo el fertilizante a mano en la base de los surcos, con una aplicación de N, P, y K equivalente a 40-40-0 kg/ha.

Se realizaron siete muestreos durante el desarrollo del cultivo, cada muestreo representado por 12 plantas/densidad/variedad.

Los muestreos se hicieron como sigue:

1. Observación de las yemas florales.
2. El 50-75% de las plantas con flores.
3. Más del 90% de las plantas con flores.
4. Plantas con el máximo número de vainas.
5. Suspensión en la producción de flores.
6. El 20% de vainas de color paja (amarillentas).

7. El 100% de las vainas de color paja (a este estado se le llamó madurez fisiológica).

Con base en los anteriores muestreos se midieron los siguientes parámetros:

1. Peso seco total de la parte aérea.
2. Peso seco de las vainas con semilla (en el séptimo muestreo se obtuvo el peso seco de las semillas y de las vainas).
3. Peso seco del tallo incluyendo ramas y peciolos.
4. Peso seco de las hojas (la lámina únicamente).

### Resultados

El periodo de desarrollo (desde emergencia hasta madurez fisiológica) fue diferente para cada una de las variedades (Cuadro 1).

Diferencias significativas al 1% para densidad y para variedad, existen en las tres variedades de crecimiento indeterminado.

La variedad Cacahuatate presentó el peso seco total máximo en el estado 6 para  $D_1$ , mientras que para la densidad alta ( $D_2$ ) fue en el estado 7. En las variedades de semiguía (Zacatecas, Michoacán y Chapingo) el peso seco total máximo por planta fue en el estado 6 para la densidad  $D_1$ , mientras que en la densidad  $D_2$  fue para el estado 5 (Cuadro 2).

El peso máximo en el tallo se encontró en la variedad de crecimiento determinado (Cacahuatate) en el estado 6 para las dos densidades de siembra (Cuadro 2); en las variedades de semiguía, Zacatecas y Michoacán el máximo peso del tallo se presentó en el estado 5 para las dos densidades, mientras que en Chapingo se presentó en el estado 4.

Cuadro 1. Periodo de desarrollo desde la emergencia hasta la madurez fisiológica de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Variedad	Días de floración	Días a madurez
Zacatecas	54	121
Michoacán	60	129
Chapingo	72	152
Cacahuatate	41	91

Cuadro 2. Peso seco del tallo, de las hojas, de los frutos y total de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), sembradas a dos densidades de población.

Variedad	Muestreo	Peso seco en gramos							
		Tallo		Hojas		Frutos		Total	
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Zacatecas	1	1.3	1.0	2.4	2.1	0.0	0.0	3.7	3.1
	2	6.2	7.7	9.1	9.4	0.6	0.6	15.9	17.7
	3	12.2	12.8	14.0	14.1	1.5	3.4	27.7	30.3
	4	15.8	13.5	19.1	13.4	15.4	13.4	50.3	40.3
	5	16.7	13.5	22.2	13.5	38.4	35.2	77.3	62.2
	6	13.8	8.5	12.3	3.2	58.7	38.3	84.8	50.0
	7	9.3	7.5	1.5	0.8	63.8	44.6	74.6	52.9
Michoacán	1	2.8	1.3	3.4	2.8	0.0	0.0	6.2	4.1
	2	9.4	8.1	14.8	9.2	2.0	1.1	26.2	18.4
	3	14.1	12.2	20.5	14.0	5.3	3.9	39.9	30.1
	4	18.3	16.0	27.1	14.8	24.2	16.0	69.6	46.8
	5	26.3	13.7	32.5	14.5	41.5	31.4	100.3	59.6
	6	19.1	8.4	18.3	1.6	69.3	33.9	106.7	43.9
	7	12.5	8.4	1.4	0.4	75.8	45.3	89.7	44.1
Chapingo	1	2.9	3.4	6.3	7.2	0.0	0.0	9.2	10.6
	2	20.7	18.6	23.7	17.3	1.2	0.7	45.6	36.6
	3	41.1	27.6	44.0	21.7	7.5	7.1	92.6	56.4
	4	46.6	32.1	49.2	23.1	34.7	30.1	130.4	85.3
	5	38.6	22.5	34.3	9.5	80.0	47.0	152.9	79.0
	6	35.8	21.7	18.2	2.0	96.4	50.6	150.4	74.3
	7	30.7	14.8	14.7	1.5	106.5	62.7	151.9	79.0
Cacahuate	1	0.7	0.6	1.3	1.3	0.0	0.0	2.0	1.9
	2	4.4	3.3	5.1	4.4	1.3	1.3	10.8	9.0
	3	6.7	6.2	7.2	6.0	2.6	2.4	16.5	14.6
	4	8.3	9.0	8.7	9.1	6.6	6.3	23.6	24.4
	5	10.5	9.1	10.7	9.0	13.6	10.8	34.8	28.9
	6	11.7	11.6	13.1	10.4	30.6	22.5	55.4	44.5
	7	7.5	7.8	3.7	3.5	34.2	37.3	45.4	48.6

D<sub>1</sub> = 8900 plantas/hectáreaD<sub>2</sub> = 100 000 plantas/hectárea

El máximo peso de las hojas en la variedad de crecimiento determinado (Cacahuate) se presentó en el estado 6 para las dos densidades de siembra, en las variedades Zacatecas y Michoacán (de crecimiento indeterminado) el máximo peso de las hojas se presentó en el estado 5 para las dos densidades, mientras que para la tercera variedad de crecimiento indeterminado (Chapingo) se presentó en el estado 4 para las dos densidades.

El peso de los frutos (pericarpio y semillas) fue máximo para todas las variedades en el estado 7 en las dos densidades de siembra.

### Discusión

En general el peso total máximo no se presenta en el estado de madurez fisiológica (estado 7) sino en estados anteriores, esto debido posiblemente a la pérdida de hojas y ramas (Cuadro 2), ahora bien, los pesos totales y el peso de los diferentes órganos menor en la densidad D<sub>2</sub> para las variedades de semiguía, mientras que en la variedad de crecimiento determinado fue al final un poco menor en la densidad D<sub>1</sub> (Cuadro 2 y Figura 1). Esto muestra que el efecto de la densidad de siembra es diferente para cada hábito de crecimiento.

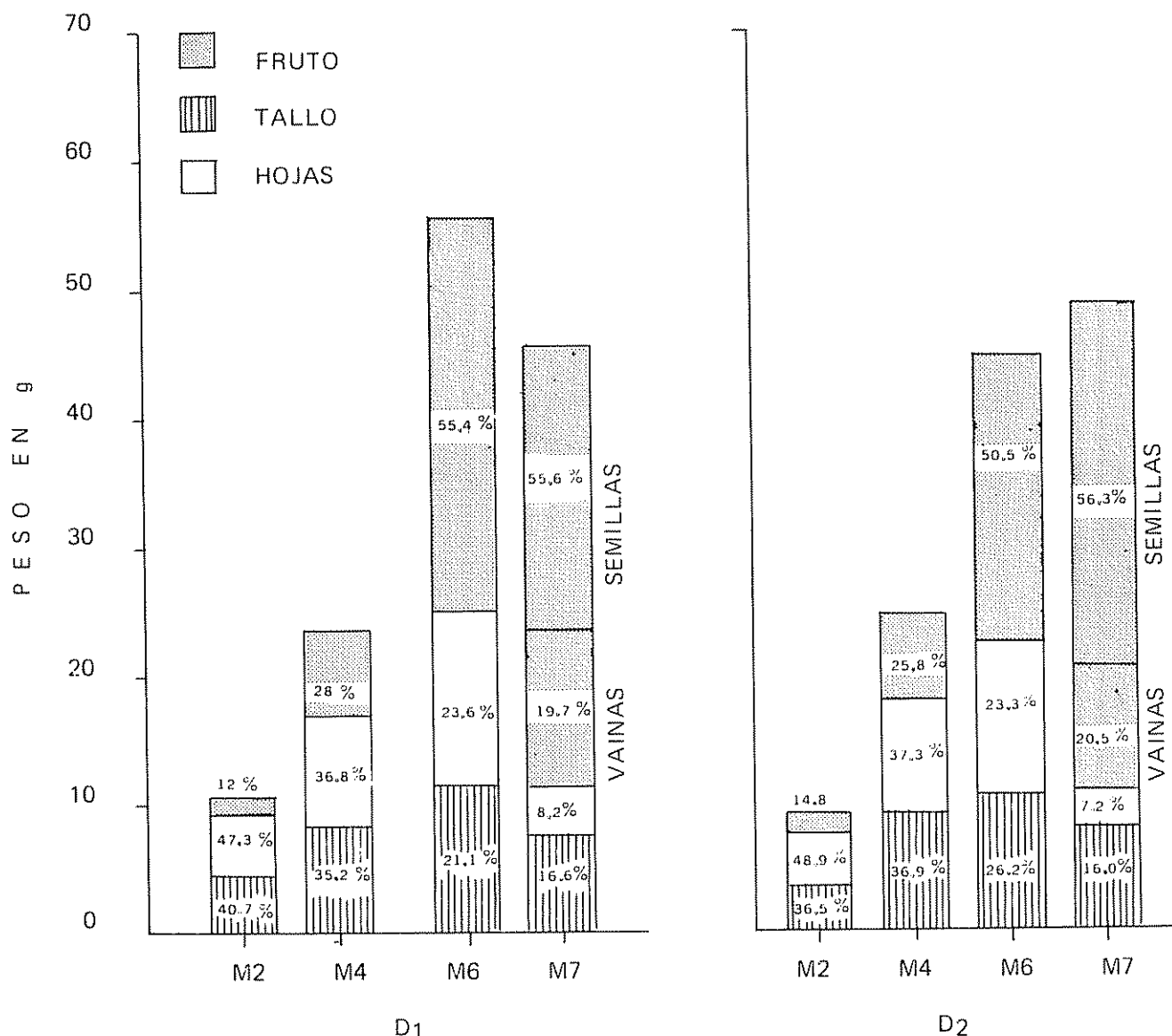


Fig. 1 Distribución porcentual de peso en diferentes estructuras de la variedad cacahuete, considerando dos densidades de siembra, D<sub>1</sub> 8900 plantas/ha D<sub>2</sub> 100 000 plantas/ha. M2 estado de yema floral, M4 Máximo número vainas/planta, M6 cuando 20% de las vainas tienen color paja, M7 madurez fisiológica.

El peso seco del tallo fue más bajo en el estado 7 que en los anteriores estados; este decremento se manifestó tanto en los pesos absolutos como en los respectivos porcentajes (Figuras 1, 2, 3 y 4), quizá motivado por la caída de algunas ramas y el traslado de material fotosintetizado desde el tallo hacia los frutos. Estos resultados concuerdan con Hanway y Weber (6) quienes encontraron que el peso del tallo en plantas de soya fue menor en la madurez fisiológica.

El peso seco de las hojas aumenta rápidamente en los primeros estados ya que la aparición y cre-

cimiento de las hojas es rápido al comienzo del desarrollo de la planta; el máximo de hojas en peso seco se presenta después del inicio de la floración, en las variedades de crecimiento indeterminado Zacatecas y Michoacán, el máximo peso de las hojas se presenta en el estado 5 para las dos densidades de siembra, este máximo en peso coincide con el máximo en área foliar. En la variedad Chapingo el máximo de área foliar y de peso se presenta en el estado 4, mientras que, para la variedad de crecimiento determinado (Cacahuete) el máximo de área foliar y de peso seco se presenta en el estado 6 (cuando las vainas comenzaban a presentar síntomas de madurez). Esto

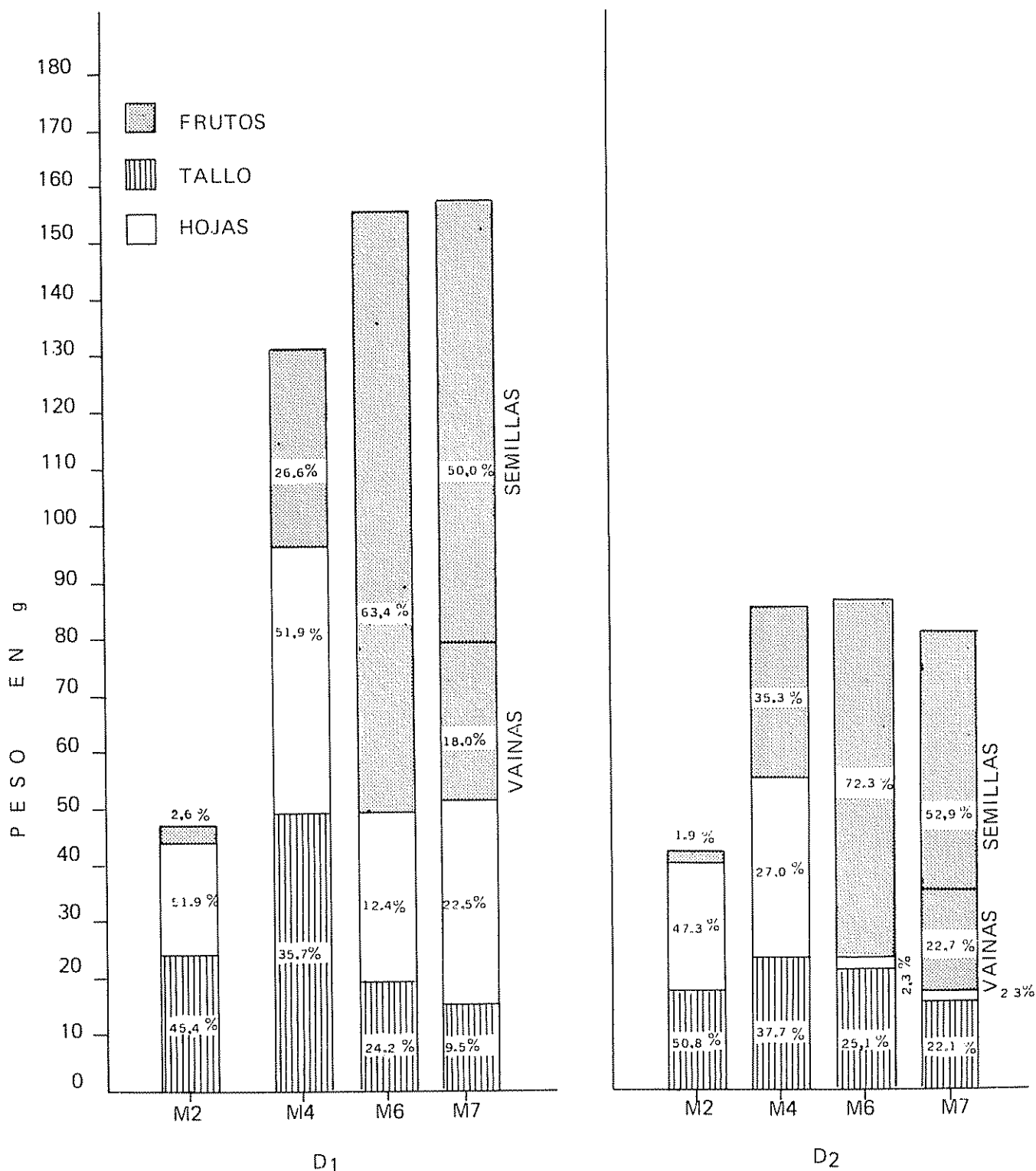


Fig. 2. Distribución porcentual de peso seco de diferentes estructuras en la variedad Chapingo considerando dos densidades de siembra D<sub>1</sub> 8900 plantas/ha, D<sub>2</sub> 100 000 plantas/ha.

M2 estado yema floral, M4 máximo número de vainas/planta, M6 cuando el 20% de las vainas toman color paja, M7 madurez fisiológica.



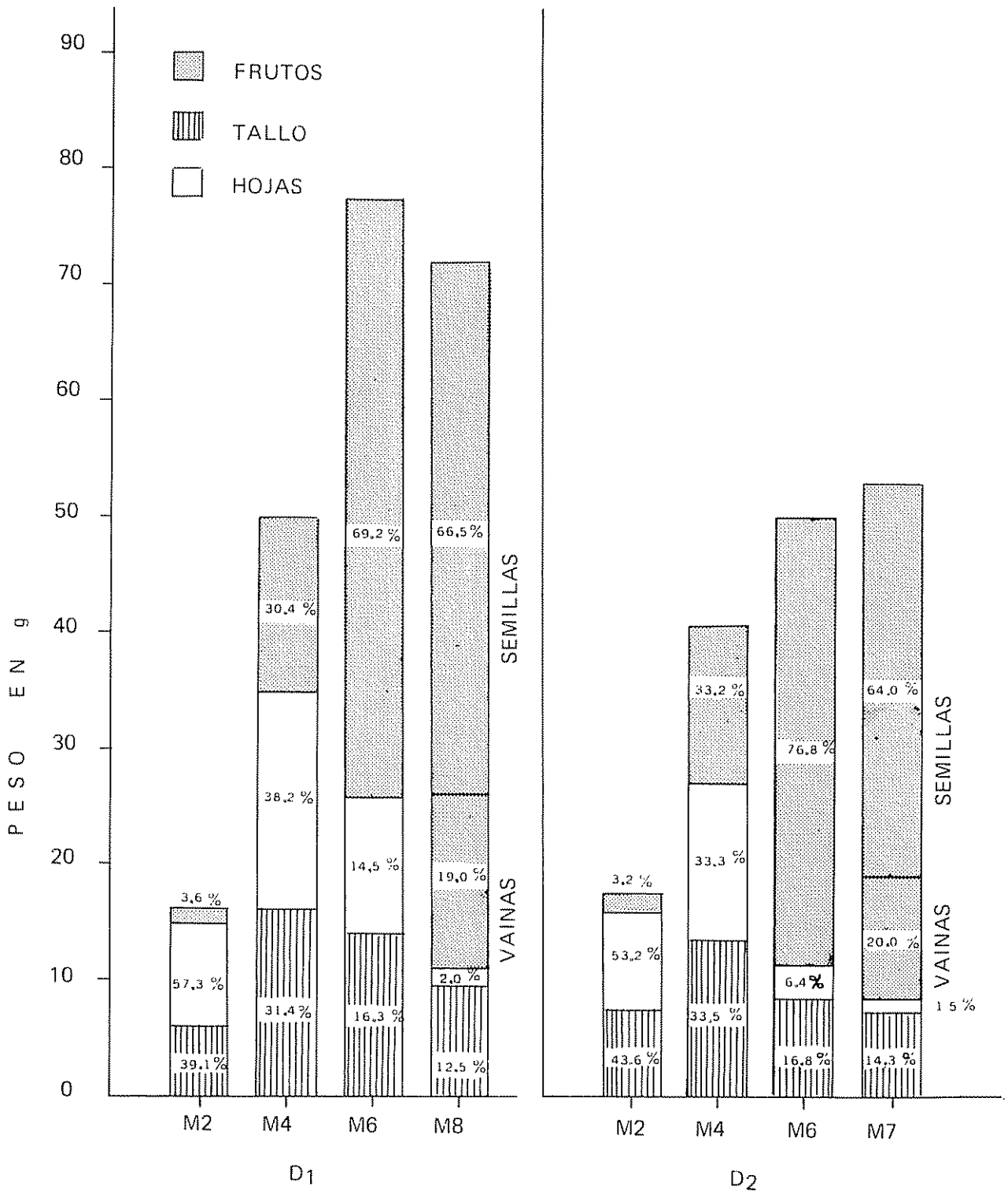


Fig 3 Distribución porcentual de peso seco en diferentes estructuras de la variedad Zacatecas en dos densidades de siembra, D<sub>1</sub> 8900 plantas/ha, D<sub>2</sub> 100 000 plantas/ha  
M2 estado de yema floral, M4 máximo número de vainas/planta, M6 cuando 20% de las vainas tenían color paja, M7 madurez fisiológica

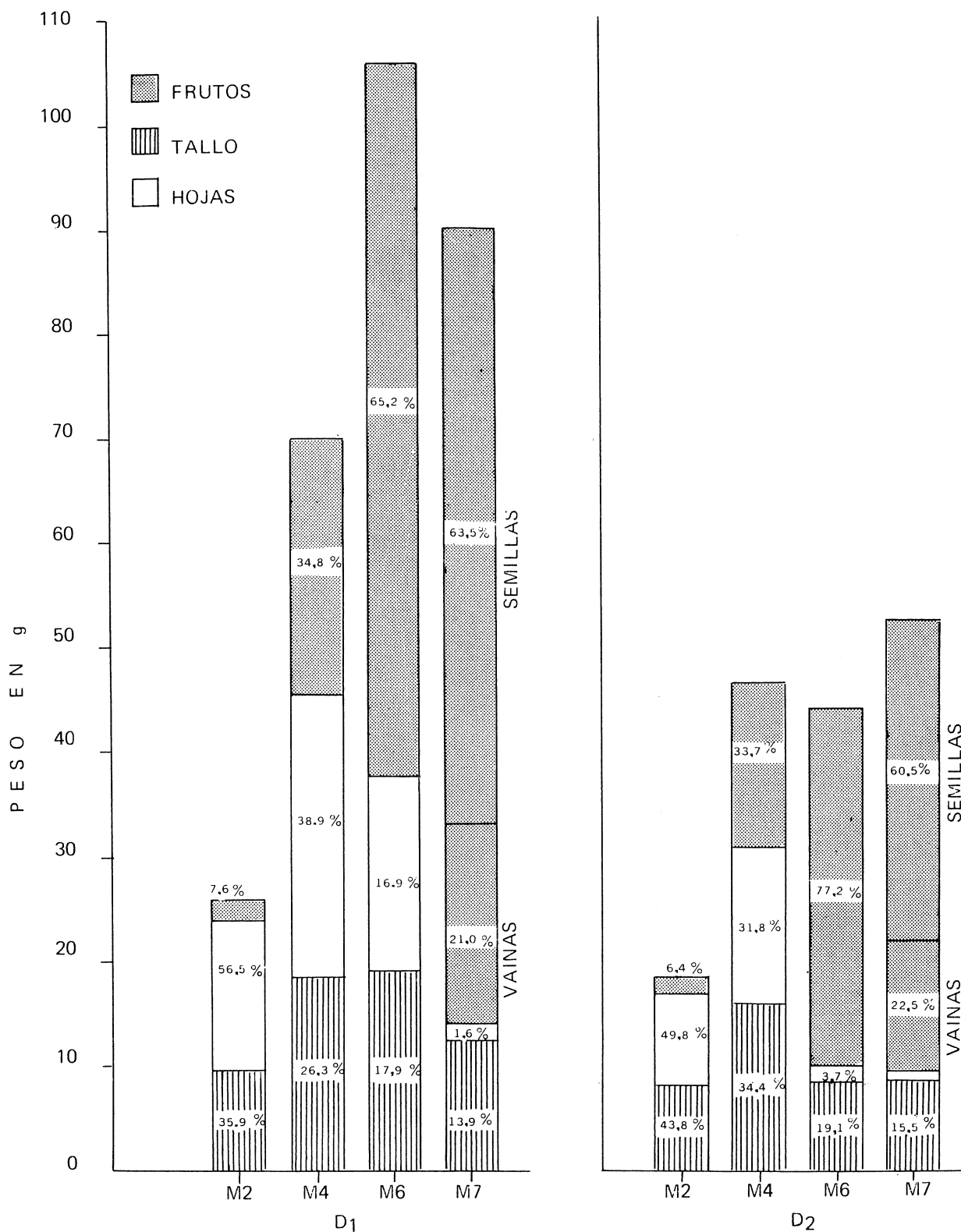


Fig. 4. Distribución porcentual del peso seco de diferentes estructuras en la variedad Michoacán, considerando dos densidades de siembra D<sub>1</sub> 8900 plantas/ha, D<sub>2</sub> 100 000 plantas/ha.

M2 estado yema floral, M4 máximo número de vainas/planta, M6 20% de las vainas color paja, M7 madurez fisiológica.

muestra que la funcionalidad de la parte fotosintética varía básicamente con el hábito de crecimiento y no con la densidad de siembra; Mitchell (9), señala que la duración del área foliar con su máxima capacidad funcional determina mayor rendimiento. En el presente trabajo la variedad de crecimiento determinado retiene durante más tiempo el área foliar lo que podría redundar en una mayor producción de materia seca total y peso seco de las semillas; Evans (4), indica que la producción de materia seca en granos por planta está en relación directa con la maduración del área foliar.

La densidad de siembra afecta fuertemente la pérdida de hojas por la planta en los hábitos de crecimiento indeterminado, como se ve en el Cuadro 2 y en las Figuras 2, 3 y 4; a partir del estado 5 en la densidad  $D_2$  la pérdida de peso seco de las hojas es bastante drástico comparada con la pérdida en la densidad  $D_1$ .

La densidad de siembra afecta el peso seco total y el peso seco de algunos órganos en las variedades de crecimiento indeterminado. La variedad Cacahuatate (crecimiento determinado) no mostró diferencias significativas en el peso por planta, tampoco en el peso de los órganos. En la repartición porcentual (Figura 1) no hubo diferencias apreciables, con una densidad de 100 000 plantas/hectárea el peso seco total y el de los órganos aéreos de la planta fue ligeramente mayor; esto indica mayor efectividad en aprovechamiento de factores ambientales tales como luz, agua y nutrimentos. Kueneman *et al* (7) sostienen que en frijol existe una correlación positiva y significativa entre la tasa fotosintética y el rendimiento biológico a una densidad de 10 x 10 cm.

En las variedades de crecimiento indeterminado la densidad de siembra afectó altamente las variables peso seco total y peso seco de los órganos de la planta (Cuadro 2; Figuras 2, 3 y 4). Este efecto fue diferente en cada una de las variedades, siendo Chapingo la variedad más afectada. Estos resultados están confirmados por Badillo *et al* (2) quienes demostraron que plantas de frijol sembradas a mayor distancia tienen mayor peso seco que las sembradas a distancias cortas.

El descenso en peso seco por efecto de la densidad de siembra parece deberse a la estructura de la planta, pues a mayor tamaño, como en el caso de la variedad Chapingo, el efecto de la densidad fue mayor (Figura 2). Posiblemente la competencia es mayor por el factor luz y consecuentemente un déficit de este factor conlleva a una baja en la tasa fotosintética y un descenso en la acumulación de materia seca, lo cual parece corroborar los resultados de Etuk (5) quien en-

contró que la competencia por luz reduce el crecimiento en mayor proporción que la competencia radical por la humedad del suelo y por elementos minerales.

Los porcentajes de peso seco de los órganos con relación al peso seco total de la planta aparentemente son los mismos (Figuras 1, 2, 3 y 4) para las cuatro variedades, y las pequeñas diferencias pueden deberse a errores en los muestreos. Sin embargo, en la variedad Chapingo la repartición de materia seca en la densidad  $D_2$  favoreció a los frutos, ya que en esta densidad éstos fueron 7% más pesados que en la densidad  $D_1$ . En esta variedad a la densidad  $D_1$ , el peso del tallo a la madurez fisiológica alcanzó un 9.5% mientras que en la densidad  $D_2$  sólo alcanzó un 2.3% (Figura 2).

El porcentaje de peso seco de las hojas, en las variedades de crecimiento indeterminado, fue siempre menor en la densidad  $D_2$ ; al final este porcentaje decrece bruscamente (Figuras 2, 3, y 4), mientras que en la variedad de crecimiento determinado este descenso sucede gradualmente.

Los frutos a diferencia de las otras estructuras, a medida que avanza en su desarrollo la planta, van aumentando en peso absoluto en gramos y también aumenta su valor en porcentaje. Al finalizar el periodo de crecimiento de la planta el mayor porcentaje del peso está en los frutos. Estos valores están comprendidos entre un 75%, en la variedad de hábito determinado, hasta un 85% para una de las variedades de hábito indeterminado. Cuando los porcentajes son relativamente bajos en los frutos como en las variedades Cacahuatate y Chapingo, los porcentajes altos permanecen en el tallo y en las hojas (Figuras 1 y 2) indicando posiblemente un bajo nivel de translocación o una retención por más tiempo de las hojas y de las ramas.

### Resumen

El presente trabajo se realizó para determinar el efecto de la densidad de siembra sobre la distribución de materia seca en las partes aéreas de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Las variedades Zacatecas 21-1-21-1, Michoacán 12A-3 y 18-X-Chapingo 72 (de crecimiento indeterminado), y Cacahuatate 72 (de crecimiento determinado) se cultivaron a 8900 y 100 000 plantas/hectárea.

Para la determinación de la materia seca se tomaron siete muestreos en diferentes estados fisiológicos del cultivo.

Se encontró que la distribución porcentual de materia seca en las partes aéreas de estas variedades no fue afectada notoriamente por la densidad de siembra. Sin embargo el peso seco total y el de las diferentes estructuras fue significativamente mayor ( $P \leq 0.01$ ) cuando las variedades se sembraron a 8900 plantas/hectárea.

#### Literatura citada

1. ALVIM, R. y ALVIM, P. T. Efeito da densidades de plantio no aproveitamento da energia luminosa pelo milho (*Zea mays*) o pelo feijão (*Phaseolus vulgaris*) em culturas exclusivas e consorciadas. Turrialba. Costa Rica 19:389-393. 1969.
2. BADILLO-FELICIANO, J. LULO-LOPEZ, M. A. y SCOTT, T. W. Effect of planting distance on yield and agronomic characteristics of red kidney and native white beans on an oxisol. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico. 62(2):145-148. 1978.
3. BURRIS, J. J. Effect of seed maturation and plant population on soybean seed quality. Agronomy Journal. 65:440-441. 1973.
4. EVANS, G. G. The quantitative analysis of plant growth. University of California Press. USA. 734 p. 1972.
5. ETUK, K. Competitive potential and competitive ability in seedlings of two varieties of *Phaseolus vulgaris*, top crop and dwarf horticulture. Ph. D. Thesis. Davis, University of California. 127 p. 1968.
6. HANWAY, J. J. y WEBER, E. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycine max* L. Merrill) varieties. Agronomy Journal. 63: 227-230. 1971.
7. KUENEMAN, E. A., WALLACE, D. H. y LUDFOR, P. M. Photosynthetic measurement of field-grown dry beans and their relation to selection for yield. Journal of the American Society for Horticultural Sciences. 104(4):480-482. 1979.
8. MAGALHAES, A. C., MONTOJOS, J. C. y MIYASAKA, S. Effect of dry organic matter on growth and yield of beans (*Phaseolus vulgaris*). Experimental Agriculture. 7:137-143. 1971.
9. MITCHELL, R. L. Crop growth and culture. The Iowa State University Press. USA. 349 p. 1970.
10. NICHIPOROVICH, A. A. Photosynthesis and the theory of obtaining high yields. 15th. Timiryasev Lectures and SS. RR. Moscow. 1956. English translation, Department of Science. Great Britain. 1959.
11. OBA, T., OIZUME, H. y KLEDA, K. Studies of blooming and fruiting in soybean plants especially on the relationship between blooming of each mode in soybeans and weather conditions and production practices. Proceedings of the Crop Science Society of Japan. 30:68-71. 1961.
12. ROBBINS, J. J. y DOMINGO, C. E. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans. Agronomy Journal. 48:67-70. 1956.

## Reseña de libros

HARWOOD, R. Small farm development. Understanding and improving farming systems in the humid tropics. Westview. 1979. 160 p.

El desarrollo del sector rural de los países económicamente más atrasados es tema suficiente como para llenar varias bibliotecas. La mayor parte de los escritos disponibles trata principalmente aspectos socioeconómicos del fenómeno. Las consideraciones de tipo físico-biológico, apenas esbozan timidamente su relevancia entre tanto tratado de ciencias sociales. Sin embargo, el fracaso —reconocido o no— de gran parte de los esfuerzos por desarrollar diversos sectores rurales, ha consistido frecuentemente en la carencia de una base de conocimientos biológicos suficientes, que permitan sustentar una producción diversificada, alta y sostenida en la región que se desea desarrollar.

Este libro trata aspectos biológicos de la producción en pequeñas fincas y fue escrito por un agrónomo con vastos conocimientos acerca del hombre como ser y como productor. Se escribió con el propósito de promover, entre las personas interesadas, una nueva forma de enfocar los problemas biológicos asociados con la producción en fincas pequeñas. También con el propósito de estimular el pensamiento de los investigadores hacia nuevas formas de generar conocimientos y desarrollar tecnología apropiada para el desarrollo y por último, con el propósito de abrir nuevas vías de comunicación entre técnicos y campesinos, a fin de facilitar la transferencia de información técnica.

La mayor parte de los ejemplos prácticos con que se ilustra el libro provienen de Asia y se centran especialmente en la producción de arroz inundado como cultivo principal. Sin embargo, los casos presentados están basados en principios generales de aplicación amplia, en cualquier ambiente y con cualquier cultivo.

Entre los capítulos que amerita destacarse en un comentario de esta naturaleza, debe figurar sin duda, aquél que trata el proceso evolutivo de ajuste al ambiente, en procura de mayor eficiencia, que sufren las fincas a medida que se modifica su entorno. También destaca aquel capítulo destinado a describir la metodología para generar opciones tecnológicas mejoradas y apropiadas a las condiciones en que opera el productor. El propósito de este capítulo es presentar la tesis de que para conseguir el desarrollo deseado es preferible conducir la unidad de producción a través de una evolución tecnológica acelerada pero estable, antes que a través de una revolución tecnológica violenta de consecuencias difíciles de predecir.

Para aquellos que tuvimos —hace ya algunos años— la oportunidad de leer los primeros borradores de este libro, disfrutar la obra en su estado actual constituye una excelente muestra de lo que un buen editor puede hacer, para convertir en palatable, un tema tan árido y complejo como el que trata el Dr. Harwood en su obra.

Tal como se especifica en la introducción, a cargo del autor, este libro es de naturaleza conceptual y no un recetario de recomendaciones. Su lectura lenta y meditada, con frecuentes comprobaciones con la realidad del agro, debería cumplir con los propósitos para los que fue escrito.

RAUL A. MORENO  
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)  
TURRIALBA, COSTA RICA

INCIDENCE AND SOME ECOLOGICAL ASPECTS OF COWPEA SEVERE MOSAIC VIRUS  
IN TWO CROPPING SYSTEMS IN COSTA RICA<sup>1</sup> /

R.A. VALVERDE\*  
R. MORENO\*\*  
R. GAMEZ\*

Compendio

*La incidencia del virus del mosaico severo del frijol de costa (cowpea severe mosaic virus) es similar tanto en el cultivo individual de esta especie como en su asociación con maíz. En ambos sistemas de cultivo se registró una correlación positiva entre el número de plantas infectadas y la población de crisomélidos vectores. Además, el número de insectos virulíferos colectados en el campo resultó proporcional a la incidencia del virus. Sin embargo, la cantidad de precipitación pluvial resultó negativamente correlacionada con el número de plantas infectadas. La leguminosa silvestre, Vigna vexillata fue la única fuente natural de inóculo identificada de la que el virus fue transmitido fácilmente al frijol de costa por Cerotoma ruficornis rogersi.*

Introduction

Cowpea severe mosaic virus (CPSMV) (1) was first described in Costa Rica by González *et al* (3) in 1975. It is transmitted by several species of beetles including: *Cerotoma ruficornis rogersi*, *C. atrofasciata*, *Diabrotica balteata*, *D. adelpha*, *Epilachna varivestis* and *Gynandrobrotica variabilis* (5). Despite that CPSMV is very common in the tropics (1), little is known about the epidemiology and ecology of this disease. The CPSMV is economically important since yield reductions of nearly 90% have been recorded (6). In a recent study, González (4)

reported significant differences between the incidence of CPSMV in a monoculture of cowpea and the incidence in an association of crops (cowpea-maize).

The present work was conducted to study the incidence of CPSMV in two cowpea cropping systems (monocultures vs. association with maize) and its relation to rainfall and population of *C. ruficornis rogersi* and *D. balteata*.

Material and methods

Two plots of 17 x 17 m located in the experimental field of CATIE in Turrialba, were used. Plot A was planted with cowpea cv. V-5 Moh as a monocrop while Plot B was planted with cowpea in association with maize cv. Tuxpeño crema P.B.C.-7; in this plot the rows of corn were alternated with rows of cowpea cv. V-5 Moh. After emergence, cowpea plants were examined every 4 days for CPSMV symptoms, which were corroborated in the laboratory by serological tests using the Outcherlony double diffusion technique.

Also, every 4 days randomized samples of beetle populations were taken. Thirty *C. ruficornis rogersi* and 30 *D. balteata* were collected weekly from the plots, and tested in the greenhouse for infectivity on

<sup>1</sup> Received for publication November 10, 1981

This research was supported by grants from the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) and the Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica. R. Gámez is a research fellow of CONICIT. We are grateful to Dr. J.P. Fulton and Dr. H.S. Scott for their comments and suggestions on the project and the manuscript.

\* Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria, Costa Rica. Present address of senior author: Department of Plant Pathology, University of Arkansas, Fayetteville, Arkansas, USA.

\*\* Tropical Agriculture Research and Training Center. Turrialba, Costa Rica.

individual healthy cowpea plants of the same cultivar. Diurnal rainfall was recorded daily. Over 10 different species of wild legumes found near the experimental plots showing viral symptoms and beetle damage were tested for CPSMV by serology and beetle transmission.

### Results

The rate of increase of CPSMV in both cropping systems approximates a sigmoid curve (Figure 1).

No statistical difference ( $p < 0.05$ ) was found between the incidence of CPSMV in monoculture and diculture (Figure 1, Table 1) even though the total beetle population was higher in the monoculture than in the diculture. Positive correlations (+0.8975, +0.8670) were found between the number of infected plants and the population of the two main species of beetle vectors in both cropping systems (Figure 2). A negative correlation (-0.3174) was obtained between the rainfall and the number of infected plants (Figure 3). In general, the number of viruliferous beetles collected in the field was proportional to the incidence of CPSMV. This was true for both beetle species (Table 2).

*Vigna vexillata* was the only legume infected with CPSMV from which the virus was successfully transmitted to cowpea by *C. ruficornis rogersii*.

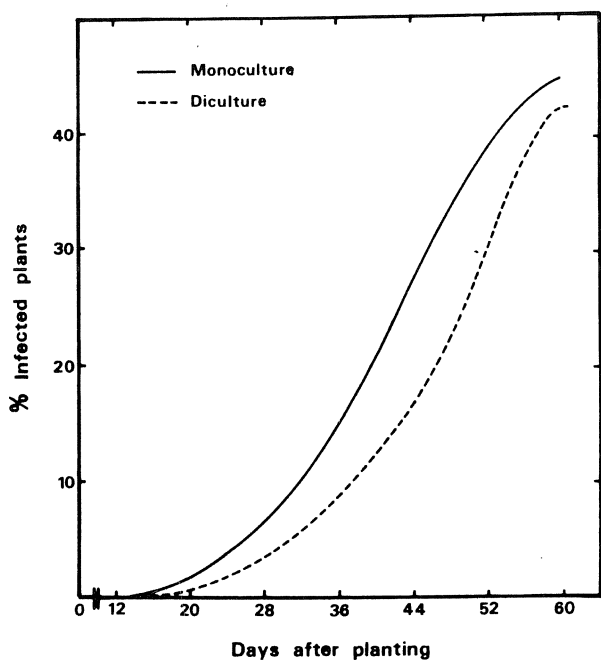


Fig. 1 Incidence and rate of increase of CPSMV infections in cowpea monocultures and cowpea-corn dicultures.

Table 1. Incidence of CPSMV in two crop systems: monoculture (cowpea) and diculture (cowpea + corn).

Cropping System	No. of plants infected / Total No. of plants	Incidence (%)
Monoculture	1609/3817	42.15
Diculture	599/1340	44.70

### Discussion

In our experimental fields the combination corn-cowpea had no effect on the incidence of CPSMV. A lower virus incidence in the diculture and higher in the monoculture was observed by González (4) in previous studies in the same location but using different cowpea cultivars. The total virus incidence and populations of beetle vectors was much higher in our experiments, and this probably accounted for the lack of effect of the polyculture. The population of *C. ruficornis rogersii* and *D. balteata* was an important

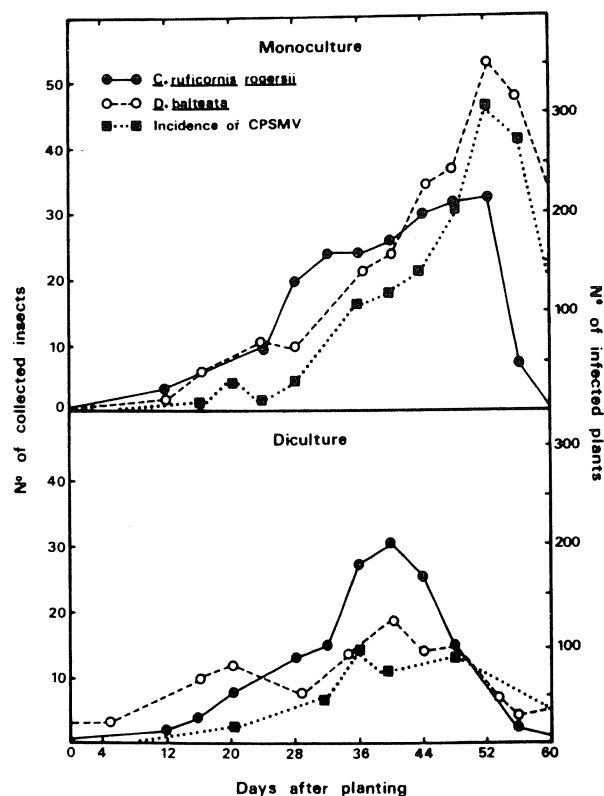


Fig. 2 Correlation of number of CPSMV infected plants in cowpea monocultures and cowpea-corn dicultures with populations of the two main species of beetle vectors.

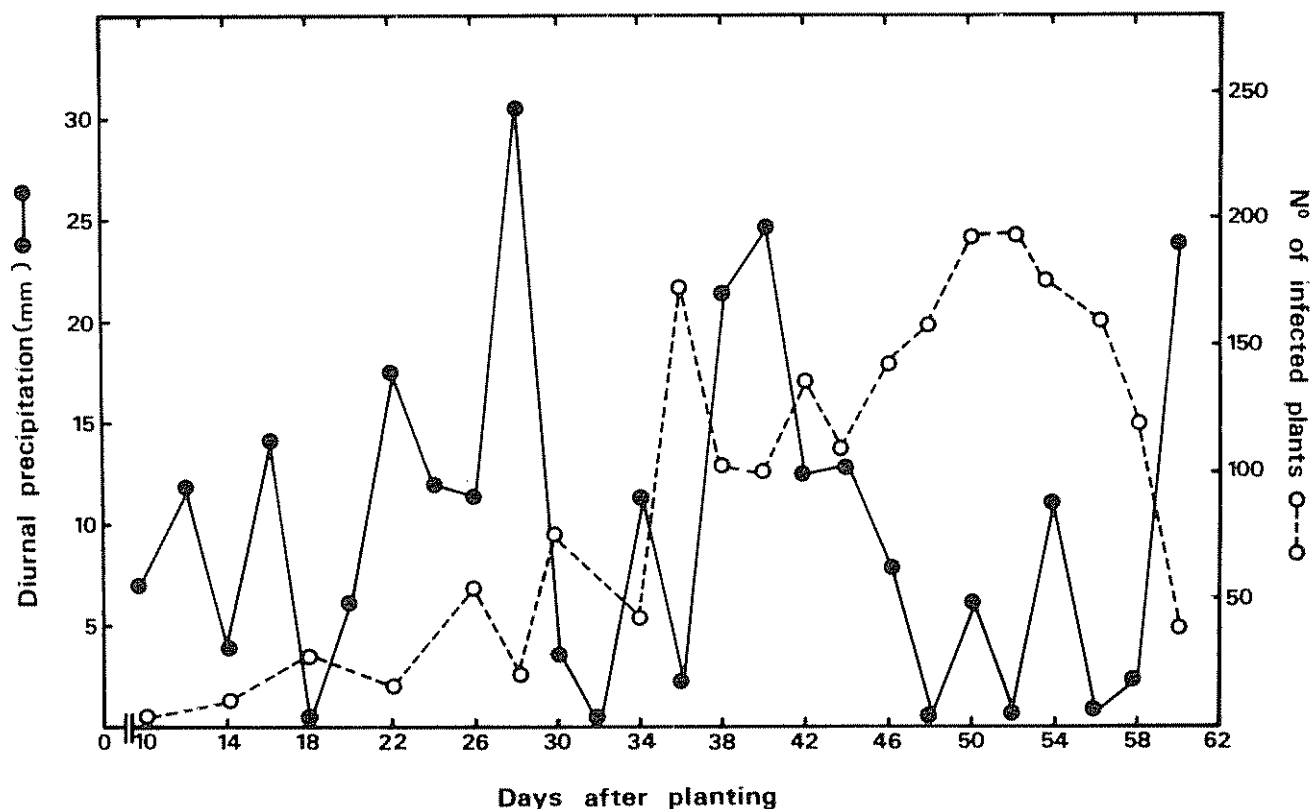


Fig 3 Correlation of diurnal rainfall and number of CPSMV infected cowpea plants.

factor determining the relative incidence of the disease. When the population was high, the incidence of CPSMV increased. This was corroborated by the association between the increase in the number of viruliferous beetles and the increase in incidence.

Rainfall during the day played an important role in the dissemination of CPSMV by the vectors. The rate of increase of the disease was low during rainy periods. The reason for this was the decrease in activity of the beetles during rainy days and the increased activity during dry days. It is important to point out that the beetle population did not change during rainy days, but its activity was reduced.

*Vigna vexillata*, a wild legume abundant in the field, is probably an important source of primary inoculum of CPSMV. It is present throughout the year and it is a good host for both *C. ruficornis rogersi* and the virus.

The high population of vectors, the presence of weeds infected with CPSMV, and the lack of resistant

cultivars appear to be the main reasons for the high incidence of CPSMV in Costa Rica.

Table 2. Relation between the number of cowpea plants infected with CPSMV in the field and the number of viruliferous beetles.

Weeks after planting	Number of infected plants <sup>a</sup>	Viruliferous beetles <sup>b</sup>	
		<i>C. ruficornis rogersi</i>	<i>D. balteata</i>
3	75	0/30	0/30
4	239	0/30	0/30
5	603	6/30	2/30
6	1287	8/30	4/30
7	2208	11/30	1/30

a Total number of infected plants in both cropping systems.

b Number of viruliferous beetles/number of beetles tested.



## Abstract

The incidence of cowpea severe mosaic virus is similar in a monoculture of cowpea and in its association with maize. Both cropping systems registered a positive correlation between the number of infected plants and the population of crismelid vectors. Furthermore, the number of viruliferous insects collected in the field was proportional to the incidence of the virus. A negative correlation, however, was obtained between the rainfall and the number of infected plants *Vigna vexillata*, a wild legume, was the only natural source of inoculum identified, from which the virus was easily transmitted to cowpea by *Cerotoma ruficornis rogersi*.

## References

1. De JAGER, C.P. Cowpea severe mosaic virus. CMI/AAB. Descriptions of Plant Virus No 209, 5 p. 1979.
2. DEBROT, E.C. y BENITEZ DE ROJAS, C.E. El virus del mosaico del frijol *Vigna sinensis* Endl. (Cowpea mosaic virus) en Venezuela. *Agronomía Tropical* 17(1)3-16. 1967.
3. GONZALEZ, C., GAMEZ, R. y MORENO, R. Identidad, incidencia y distribución del virus del frijol de costa (*Vigna sinensis*) en Costa Rica. In Resúmenes, Reunión Anual, División del Caribe, Sociedad Americana de Fito-patología, CIAT, Cali, Colombia. 4-6 diciembre 1975. 45 p.
4. GONZALEZ, C.E. Identidad, transmisión por insectos crismélidos y epifitología de virus de frijol de costa en Costa Rica. Tesis, Ing Agr. Universidad de Costa Rica. 77 p. 1978.
5. VALVERDE, R.A., MORENO, R. and GAMEZ, R. Beetle vectors of cowpea mosaic virus in Costa Rica. *Turrialba* 28(1)90-91. 1978.
6. VALVERDE, R.A., MORENO, R. and GAMEZ, R. Yield reductions in cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) infected with cowpea severe mosaic virus in Costa Rica. *Turrialba*. Vol. 32(1):89-90. 1982.

ASPECTOS DE LA NUTRICION NITROGENADA DE *Paspalum notatum*  
FLÜGGE, EN RESPUESTA A FUENTES DE NITROGENO E INHIBICION DE NITRIFICACION<sup>1</sup> \*

MARIA ELLA SANTANA BENDIX\*\*  
MANLIO SILVESTRE FERNANDES\*\*\*  
ROBERTO O. PEREYRA ROSSIELLO\*\*\*

Summary

*A greenhouse experiment was made to study the effects of NH<sub>4</sub> or NO<sub>3</sub> (single vs. split, 3x) application on growth and nitrogen (N) assimilation of Paspalum notatum Flugge. Light and temperature conditions over the experimental period (20 days) had a more pronounced effect on seasonal patterns of dry matter accumulation than either N-carrier or application procedures.*

*Nitrate-reductase activity was higher for plants that received NO<sub>3</sub> in split applications, and lower for plants under NH<sub>4</sub> in a single application. Amides were not detected in the soluble-N pool. NO<sub>3</sub> accumulated most in the roots of Paspalum, while the rhizomes showed higher accumulation of amino-N. The highest free-N levels (NO<sub>3</sub>-N + amino-N) were found in roots plus rhizomes: 73%, 70%, 76% and 57% of the total free-N, for NO<sub>3</sub> (single), NO<sub>3</sub> (split), NH<sub>4</sub> (single) and NH<sub>4</sub> (split) applications, respectively. Protein-N however, accumulated most (62%, 57%, 56% and 65% of total Protein-N respectively, for the 4 treatments) in leaves. A negative relationship was found between total free-N and total dry weight ( $r = 0.984^*$ ) and leaf-free-N and total dry weight ( $r = 0.978^*$ ) of the plants. The data also indicate that the split application of N-SERVE (nitrification inhibitor) was more effective than the sole application.*

*The highest free-N (NO<sub>3</sub>-N + amino-N) in roots plus rhizomes suggests that these organs could act as buffer zones, by keeping excess NH<sub>4</sub> or NO<sub>3</sub> from reaching the shoots, thus avoiding disturbances in the N-metabolism in the leaves*

Introducción

Las gramíneas del género *Paspalum* son clasificadas como C<sub>4</sub> (23), y ofrecen, por ese motivo, ventajas adaptativas en condiciones tropicales. Estas plantas muestran bajas tasas de fotorespiración,

gran capacidad fotosintética y de economía de uso de agua, produciendo, en consecuencia, una cantidad elevada de materia seca por unidad de agua transpirada (21).

Brown (4) constató que existe una relación casi lineal entre la fijación de CO<sub>2</sub> y el aumento de N en las plantas, tanto para las especies que poseen la vía C<sub>3</sub> como las de C<sub>4</sub>. Sin embargo, ese autor mostró que la cantidad de CO<sub>2</sub> fijado por unidad de N usado en material foliar es mayor en las especies C<sub>4</sub>. Concluyó que en las áreas donde el contenido de N en el suelo es bajo, la mayor eficiencia de uso de N por las especies C<sub>4</sub> podría ser particularmente ventajosa.

Observaciones sobre la respuesta de *Paspalum notatum* a la fertilización nitrogenada han sido realizadas por Blue (1, 2, 18) quien destacó el papel de

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de enero de 1981

\* Contribución del Departamento de Suelos, Universidad Federal Rural de Río de Janeiro, 23460-Seropédica-Itaguaí, Río de Janeiro, Brasil.

\*\* Lic. en Química, MS.

\*\*\* Respectivamente, Profesor Adjunto y Profesor Asistente, del Depto. de Suelos de la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro

rizomas y raíces en la absorción de N por esta especie. Tanto la masa de rizomas y raíces, como la concentración de N en los tejidos aumentó en respuesta a la fertilización nitrogenada (1). Raíces y rizomas ejercen un papel determinante en la absorción de N y fue propuesto (2) que un sistema de raíces y rizomas bien desenvuelto, podría ser capaz de absorber más eficientemente el N aplicado. El N absorbido sería almacenado en los rizomas, aumentando su recuperación conforme el sistema de raíces y rizomas se expande progresivamente. También observó Blue que las respuestas de *Paspalum* a diferentes fuentes de N fueron similares, en términos de la eficiencia media de recuperación del N aplicado (2).

Cuando se procura el aumento de la eficiencia en absorción del N aplicado, no sólo la capacidad genotípica de absorción debe ser considerada. Impithuksa y Blue (18) sugieren que las pérdidas por desnitrificación influyen en los porcentajes de recuperación, por *Paspalum notatum*, del N aplicado en el suelo. Por otro lado, las pérdidas por lixiviación de nitratos, sea por incorporación directa de compuestos nítricos, o por nitrificación de compuestos amoniacales, se constituyen en componentes importantes, cuando se considera la recuperación de N por los cultivos. Datos de Eira *et al.* (7), para un suelo Typic Hapludult de Río de Janeiro, confirman esta afirmativa. Con el advenimiento de los inhibidores de nitrificación, las pérdidas de N por lixiviación pueden ser efectivamente atenuadas. Entre los compuestos propuestos para tal finalidad, el 2-cloro-6-triclorometil piridina, comercialmente conocido como N-SERVE, se ha mostrado como el más promisorio (5). Así, la utilización de N-SERVE junto con  $N-NH_4^+$  aumentó los rendimientos y porcentajes de N en caña de azúcar (24) y el contenido de N en tejidos verdes de maíz (12, 13).

Adicionalmente, debe ser considerado que *Paspalum notatum* es una planta adaptada a suelos ácidos, tolerante a aluminio (15). Llevándose en consideración las observaciones anteriores, nos parece de interés estudiar el comportamiento de *Paspalum*, cuando el N del suelo se mantiene en la forma amoniacal (por aplicación conjunta de N-SERVE) o en la forma nítrica. También, el efecto del parcelamiento de ambas formas de N es considerado en este trabajo.

### Material y métodos

#### Suelo y plantas

Se emplearon suelo y plantas provenientes de una misma área, localizada en la "Fazenda dos Estudantes", Campus de la U.F.R.R.J. El suelo del sitio es podzólico (Typic Hapludult), asociado con una pastura natural localmente conocida como "grama bata-

tais" (*Paspalum notatum* Flüggé). Se retiró suelo del horizonte superficial (0-15 cm, textura franco-arenosa), el cual fue desterronado, secado al aire, y pasado a través de un tamiz de 2 mm. Una muestra fue analizada (SNLCS-EMBRAPA), revelando los siguientes contenidos: Ca: 3.5 meg/100 cm<sup>3</sup>; Mg: 1.5 mg/100 cm<sup>3</sup>; K: 188 ppm; P: 20 ppm y pH: 5.9. Los datos analíticos evidencian el efecto residual de fertilizaciones anteriores en el sitio. El suelo fue también analizado para  $N-NH_4^+$  y  $N-NO_3^-$ , según el método de Bremner (3), presentando contenidos de 4.5 y 5.2 ppm, respectivamente.

Tres kilogramos de suelo fueron acondicionados en potes plásticos de 4 litros de capacidad, ajustándose el contenido hídrico a una tensión de aproximadamente 0.3 atmósferas.

Fueron retiradas placas de grama "batatais" de la misma área donde fuera retirado el suelo. Las plantas fueron lavadas con agua deionizada. Hojas y raíces fueron cortadas, separándose así los rizomas (de 5 cm de largo, aproximadamente) con las vainas foliares para el rebrote. De cinco a ocho rizomas, con un peso de 25 gramos de material total, fueron plantados en cada pote y veinte días después se iniciaron los tratamientos. El periodo experimental tuvo una duración de 20 días (26 de mayo a 15 de junio de 1978), en invernadero.

#### Procedimiento experimental

Una semana antes de la aplicación de los tratamientos, todos los potes recibieron 0.02 ppm de Mo. Dos días antes fueron aplicados 18 ppm del inhibidor de nitrificación Nitrapyrin (2 cloro-6 triclorometil-piridina), en la forma de N-SERVE\* 24 (22.2% de ingrediente activo), en suspensión acuosa, en los potes de los tratamientos que llevaron  $N-NH_4^+$ .

Se adicionó en todos los potes la misma cantidad de nitrógeno: 90 ppm de N (270 mg N/pote), variando las fuentes y forma de distribución, de acuerdo con el siguiente esquema:

Tratamiento	Fuente de N	Aplicación
$N-NO_3^-$ 90 ppm x 1	K NO <sub>3</sub>	90 ppm en el día 1
$N-NO_3^-$ 30 ppm x 3	K NO <sub>3</sub>	30 ppm en los días 1, 8 y 15
$N-NH_4^+$ 90 ppm x 1	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	90 ppm en el día 1.
$N-NH_4^+$ 30 ppm x 3	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30 ppm en los días 1, 8 y 15

\* Mención de marca comercial no constituye endoso del producto por la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro

Durante el experimento fueron medidos diariamente los niveles de luz y temperatura, en los horarios de 9:00 – 10:00; 12:00 – 13:00; y 16:00 – 17:00 horas. Para las medidas de radiación se utilizó un fotómetro Li-Cor, modelo Li-185, colocándose el sensor a la altura de la última hoja desenvuelta.

En el día anterior a la fecha marcada para cada cosecha de material vegetal, se cogió una muestra de hojas (dos gramos, aproximadamente), para la determinación de la actividad de la enzima Nitrato-Reductasa (ANR) y preparación del extracto alcohólico. Tratando de “minimizar” la interferencia directa de la luz en la obtención de ANR, esas muestras fueron tomadas entre las 16:00 y 17:00 horas, en el final del fotoperíodo (10). En el día de la cosecha, se retiraron cuidadosamente las plantas de los potes, las cuales fueron lavadas consecutivamente con agua corriente y deionizada, separadas en raíces, rizomas y hojas, y secadas con papel de filtro para la determinación de su peso fresco. De cada una de estas porciones vegetativas, se retiró un gramo para la determinación de las fracciones nitrogenadas. Para el muestreo de rizomas se escogió la parte más próxima de las vainas foliares. El material restante fue secado durante 48 horas en una estufa con circulación de aire, a 65°C, para la determinación del peso seco.

#### Determinaciones analíticas

##### Actividad de Nitrato Reductasa (ANR)

La ANR fue determinada “*in vivo*”, por el método de Jaworsky (19), con las modificaciones descritas por Rossiello *et al.* (25).

##### Nitrógeno soluble

Para la determinación de las fracciones solubles de N, se preparó un extracto alcohólico según Fernandes (8). Para las muestras foliares, se usó un gramo de peso fresco compuesto por los tercios medios de las hojas 2 y 3, considerándose la hoja bandera como la primera.

El contenido de aminoácidos libres fue determinado por el método de Yem y Cocking (26).

El contenido de nitratos fue determinado por el método de Cataldo *et al.* (6), con las modificaciones descritas a continuación. Una alícuota de 0.5 ml del extracto alcohólico fue incubada con 0.1 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (100 volúmenes), durante tres horas a una temperatura de 45°C en una estufa. Posteriormente, se elevó

la temperatura para 70°C, hasta el secado del material. El residuo seco se disolvió en una gota de agua deionizada, se adicionó 0.2 ml de ácido salicílico en ácido sulfúrico concentrado (5%) y, después de veinte minutos, se desenvolvió el color con 5 ml de NaOH 4N. Las lecturas fueron hechas en un colorímetro Spectronic-20, a 410 nm.

##### Nitrógeno total

El N-total fue determinado en 50 mg del material seco, por el método de Kjeldahl, modificado para la inclusión de nitratos (22).

##### Estadística

Fue usado un diseño factorial con tres repeticiones. Las diferencias mínimas entre las medias observadas, fueron comparadas usándose la prueba “t” de Student, al nivel de  $p = 0.05$ .

#### Resultados y discusión

##### Producción de materia seca por la parte aérea

El período experimental quedó sujeto a condiciones variables de luz y temperatura. En la Figura 1 se muestran las variaciones medias diarias de intensidad luminosa (klux) y de temperatura (°C). Las Figuras 2A y 2B muestran la variación de peso seco de la parte aérea de *Paspalum notatum* producida bajo efectos de fertilización nitrogenada (90 ppm de N, aplicados

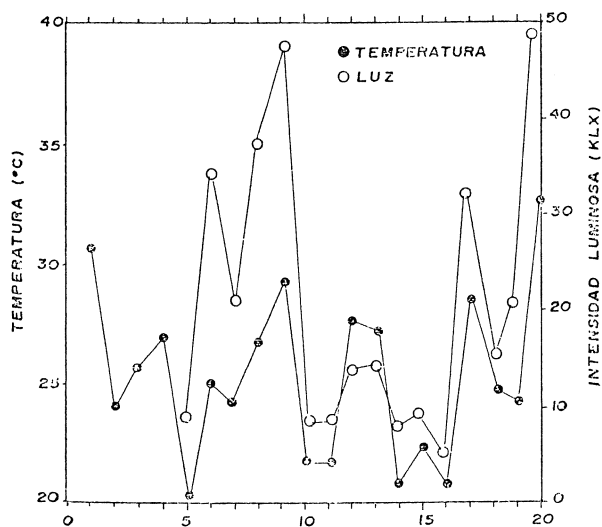


Fig. 1 Medias diarias de intensidad luminosa y temperatura, registradas en un invernadero (en el Campus de la UFRRJ), durante el período experimental considerado (26 de mayo a 15 de junio de 1978).

de una vez o por partes). En este experimento, independientemente de fuente y forma de aplicación de N, la acumulación de materia seca en la parte aérea de *Paspalum notatum* fue afectada principalmente por variaciones de luz y temperatura como muestran las curvas de variación de peso seco, las cuales presentan la misma tendencia para todos los tratamientos. En los tratamientos que recibieron todo el N (90 ppm) en una única aplicación, ocurre una caída significativa en peso seco entre el 1° y 5° día después de aplicados los tratamientos (Figura 2A). En este período (1-5 días), también ocurre una disminución en los registros medios de temperatura (Figura 1). En el período comprendido entre el 5° y 10° día experimental, ocurren aumentos en los registros de luz y temperatura, que corresponden a aumentos en la producción de materia seca para ambas fuentes y formas de aplicación de N (Figuras 1, 2A y 2B).

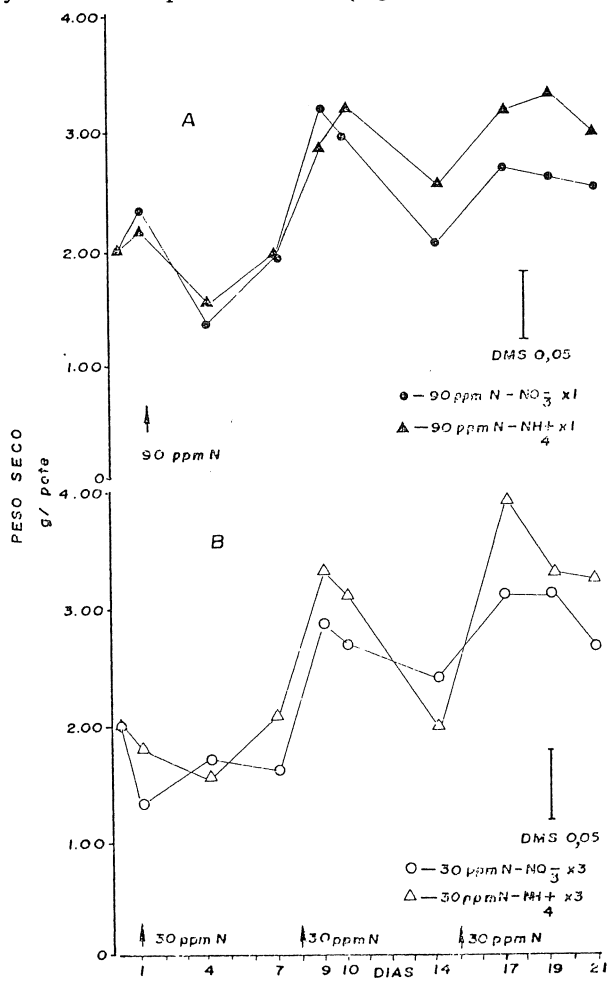


Fig. 2 Variación del peso seco de la parte aérea de *Paspalum notatum* Flügge en respuesta a la aplicación de fertilización nitrogenada. A: aplicación de 90 ppm de N, en dosis única, en la forma de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> o N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. B: Aplicación de 90 ppm de N, en tres partes de 30 ppm cada una en la forma de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> o N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Las flechas indican los días de aplicación única o parcial.

Una tendencia semejante es observada para los períodos de 10 a 15 y 15 a 20 días después de aplicados los tratamientos, cuando ocurren respectivamente disminución y aumento de los niveles de luz y temperatura. La aplicación de N en dosis única (90 ppm), tuvo más efecto negativo sobre la acumulación de materia seca en los primeros 5 días que la aplicación por partes (30 x 3, Figuras 2A y 2B).

Las diferencias entre formas de N, sólo se vuelven aparentes en el final del período experimental (15 a 20 días), cuando las plantas que recibieron N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> superan en peso a las que recibieron N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. La aplicación de N, por partes, aparentemente afectó con mayor intensidad la acumulación de materia seca en las plantas que recibieron N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Esta tendencia es particularmente evidente en las oscilaciones de luz y temperatura que ocurren a partir del 7° día del período experimental.

#### Actividad de Nitrato Reductasa (ANR)

La ANR, medida en los mismos períodos en que las determinaciones de materia seca fueron hechas, y siempre al final del fotoperíodo, fue agrupada por tratamiento, obteniéndose la actividad media en el período experimental. Los resultados del Cuadro 1 muestran que la aplicación del N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, por partes, resultó en un mayor índice de actividad media en el período estudiado, mientras que la aplicación de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en una única dosis resultó en la menor ANR en términos absolutos. Estos resultados están de acuerdo con las observaciones de Heimer y Filner (17) de que es necesario un aporte continuo de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a las células para el sostenimiento de la ANR, y con los resultados de Losada *et al.* (20), que mues-

Cuadro 1. Valores medios de Actividad de Nitrato Reductasa (ANR) en láminas foliares de *Paspalum notatum* Flügge.

Tratamientos		Actividad de Nitrato Reductasa (ANR)
		μmoles de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /g de peso fresco/hora
0 ppm N		1.42
90 ppm N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> único		1.35
90 ppm N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> por partes		1.69
90 ppm N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> único		1.11
90 ppm N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> por partes		1.42
DMS	(0.05)	0.24

tran una reducción de la ANR *in vitro* por  $\text{NH}_4$ . Por otro lado, la ANR del tratamiento en que el  $\text{N-NH}_4$  fue aplicado por partes, confirma los resultados de Fernandes *et al.* (11) con *Brachiaria* sp.

#### Peso seco final

El Cuadro 2 muestra el peso final (cosecha final del período experimental) de la parte aérea, rizomas y raíces para los 4 tratamientos. Las plantas que recibieron  $\text{N-NH}_4$ , muestran una tendencia de mayor acumulación de materia seca total cuando son comparadas con las plantas que recibieron  $\text{N-NO}_3$ . Sin embargo, apenas las diferencias entre  $\text{N-NH}_4$  y  $\text{N-NO}_3$  en una única aplicación, tienen significación estadística.

Comparando los resultados de acumulación de materia seca total (Cuadro 2) con las Figuras 2A y 2B,

donde aparecen solamente las variaciones de materia seca de la parte aérea, se observa que la tendencia de mayor acumulación de materia seca total por las plantas que recibieron  $\text{N-NH}_4$ , (Cuadro 2) refleja las tendencias de variación diaria observadas en esos tratamientos (Figuras 2A y 2B).

En el caso de la aplicación de  $\text{N-NH}_4$  por partes, las caídas más acentuadas de peso de las plantas son aparentemente compensadas por el rápido aumento de peso, cuando las condiciones ambientales se tornan favorables (Figura 2B). Los datos obtenidos en este experimento no permiten, sin embargo, avalar si el rizoma y las raíces tuvieron un comportamiento idéntico. Es interesante notar que las diferencias en ANR no se reflejan en el peso seco total, lo que es de esperar, en vista de que la mayor parte del N de las plantas que recibieron  $\text{N-NH}_4$  debe haber sido absorbido en esa forma.

Cuadro 2. Influencia de la fertilización nitrogenada en la producción de materia seca y la absorción de N, en *Paspalum notatum* Flüggé.

Parte de la planta	$\text{N-NO}_3^-$ (90 ppm)		$\text{N-NH}_4^+$ (90 ppm)		DMS (0.05)
	aplicación		aplicación		
	única	por partes	única	por partes	
	materia seca (g/pote)				
Raíces	1.45	1.46	1.51	1.44	ns
Rizomas	2.25	2.49	2.81	2.53	ns
Hojas	2.55	2.69	3.04	3.09	ns
Total	6.25	6.64	7.36	7.06	1.09
	N-total (mg/pote)				
Raíces	15.21	16.79	18.43	16.87	ns
Rizomas	17.96	18.82	26.24	22.28	ns
Hojas	57.59	60.76	69.94	81.04	23.10
Total	90.76	96.37	114.61	120.61	21.29
	N-soluble (mg/pote)				
Raíces	5.10	4.25	3.89	1.88	1.74
Rizomas	5.43	4.98	8.53	3.87	3.58
Hojas	7.74	7.52	7.07	8.45	ns
Total	18.27	16.75	19.49	14.20	—

### Nitrógeno total

Las plantas que recibieron N-NH<sub>4</sub> en aplicaciones parciales, acumularon niveles más elevados de N (mg/pote). Esa diferencia es de significación estadística con relación a las plantas que recibieron N-NO<sub>3</sub> en las dos formas de aplicación, y no significativa con relación al N-NH<sub>4</sub> aplicado por partes (Cuadro 2). El Cuadro 2 muestra también que esa diferencia es debida, esencialmente, a la acumulación (significativamente mayor) de N en las hojas de las plantas que recibieron N-NH<sub>4</sub> en aplicaciones por partes.

### Nitrógeno soluble

Los análisis químicos para la determinación de NH<sub>3</sub> y amidas, por destilación de vapor (3), y los ensayos semicuantitativos para glutamina y asparagina, por cromatografía de papel y capa fina, resultaron en cantidades inferiores a los límites de detección, confirmando los resultados de Hegarty y Petterson (16), que muestran que el *Paspalum notatum* es una planta que posee bajos niveles de amidas.

De esta forma, se puede expresar el N-soluble como la suma de N de aminoácidos libres y N de nitratos.

La acumulación de nitrógeno soluble (N-amino + N-NO<sub>3</sub>) en las raíces de las plantas que recibieron N-NH<sub>4</sub> en aplicaciones por partes fue significativamente inferior a la que ocurre en todos los otros tratamientos (Cuadro 2). Para este mismo tratamiento, el contenido de N-soluble en los rizomas resulta inferior al del tratamiento que recibió N-NH<sub>4</sub> en dosis única, pero no difiere significativamente con respecto a las plantas que recibieron N-NO<sub>3</sub>. Al contrario de lo que ocurre con los contenidos de N-total, las variaciones en N-soluble son mayores en raíces y rizomas, y no son significativas en las hojas (Cuadro 2).

Aunque existen diferencias significativas entre los contenidos acumulados en los rizomas y en las hojas entre tratamientos, la mayor acumulación de amino-N libre ocurre en rizomas de las plantas que recibieron N-NH<sub>4</sub> en una única aplicación (Cuadro 3). De forma general, las raíces de todos los tratamientos presentan los menores contenidos de amino-N libre

Cuadro 3. Influencia de la fertilización nitrogenada en la concentración de varias fracciones nitrogenadas de *Paspalum notatum* Flüggé.

Parte de la planta	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (90 ppm)		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (90 ppm)		DMS (0.05)
	aplicación		aplicación		
	única	por partes	única	por partes	
	N-amino libre μmoles N/g peso fresco				
Raíces	8.3	7.6	13.4	8.9	ns
Rizomas	17.7	8.3	30.1	16.1	13.1
Hojas	20.6	16.6	14.9	20.2	3.6
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> μmoles N/g peso fresco				
Raíces	38.5	37.4	27.6	6.5	16.1
Rizomas	30.9	30.7	30.6	14.7	ns
Hojas	15.4	19.2	17.5	14.3	ns
	N-soluble, como % del N-total				
Raíces	33.53	25.31	21.11	11.4	
Rizomas	30.23	26.46	32.51	17.37	
Hojas	13.44	12.38	10.11	10.43	
Total	20.13	17.38	14.00	11.81	

(Cuadro 3). Al contrario de lo que ocurre con los contenidos de amino-N libre, las raíces de *Paspalum* acumularon contenidos elevados de N-NO<sub>3</sub>, particularmente en las plantas que recibieron N bajo esa forma (Cuadro 3). La gran acumulación de N-NO<sub>3</sub> con un inhibidor de nitrificación, indica que la inhibición no fue total durante todo el período estudiado. En efecto, las plantas que recibieron N-NH<sub>4</sub> en una única aplicación, aumentaron grandemente la acumulación de NO<sub>3</sub> en la última semana del experimento, lo que fue acompañado por un aumento del pH de la rizósfera (Bendix *et al.*, en preparación). Esto indica claramente que el N-SERVE, aplicado junto con N-NH<sub>4</sub> en una única dosis en el comienzo del experimento, aparentemente redujo su eficiencia después de 15 días, en tanto que, en las aplicaciones parciales, la inhibición fue aparentemente más eficiente.

Los resultados del Cuadro 3 indican, que sobre un amplio espectro de condiciones ambientales (niveles y formas de N, luz y temperatura), *Paspalum* tiende a acumular N-soluble en las raíces y rizomas (73%, 70%, 76% y 57%, respectivamente, en los 4 tratamientos, calculados como la suma de N-amino + N-NO<sub>3</sub> de raíces y rizomas, sobre el N-soluble total, que incluye el N-soluble de las hojas). Alternativamente, el N ligado a proteínas (datos no presentados), acumula preferencialmente en las hojas (62%, 57%, 56% y 65% del total, respectivamente).

El Cuadro 3 muestra también los contenidos de N-soluble como porcentaje del N-total. De nuevo, es aparente un mayor porcentaje de N-soluble en raíces y rizomas de las plantas estudiadas. Por otro lado, ocurre una caída continua entre los tratamientos (NO<sub>3</sub>, aplicación única y por partes; NH<sub>4</sub>, aplicación única y por partes), en los contenidos de N-soluble como porcentaje del N-total de la planta entera (raíces + rizomas + hojas). Cuando son comparados los valores de peso seco total con los de N-soluble total, se obtiene entre ellos una correlación negativa ( $r = -0.984^*$ ). Correlación semejante es obtenida también entre el peso seco total y el N-soluble de las hojas ( $r = -0.978^*$ ). Estos resultados confirman las observaciones de Fernandes (9) y Fernandes *et al.* (14) con arroz y maíz; de Fernandes y Freire (10) con la grama *Brachiaria*; y de Rossiello *et al.* (25) con maíz, que demuestran que condiciones ambientales desfavorables al metabolismo de las plantas, y principalmente a la síntesis de proteínas (tales como niveles de luz, temperatura, agua en el suelo o nutrición nitrogenada), resultan en mayor acumulación de N-soluble en los tejidos.

Los resultados de este experimento no coinciden con las observaciones de Blue (1, 2) sobre el papel

de raíces y rizomas en el almacenamiento de N por *Paspalum*. Apenas cuando N-NH<sub>4</sub> (90 ppm) fue usado en una única aplicación, un porcentaje ligeramente mayor del N-total de la planta, se acumuló en raíces y rizomas (39%), mientras que en los otros tratamientos, rizomas + raíces acumularon en promedio 35% del total de N en la planta, no resultando esas diferencias de significación (Cuadro 2). Por otro lado, la relación rizoma + raíz/parte aérea, tampoco indica un mayor crecimiento de los órganos subterráneos en respuesta a la aplicación de diferentes formas de nitrógeno (1.45; 1.47; 1.42 y 1.28, respectivamente, con base en el peso seco). Mientras tanto, se torna necesario destacar que el período experimental (entre la aplicación de N y la cosecha) fue muy corto (20 días) en este experimento. Sin embargo, nos parece significativo el hecho de que la mayor parte del N-soluble total (N-amino + N-NO<sub>3</sub>) se encuentra acumulado en raíces y rizomas. Ello sugiere que estos órganos pueden ejercer un efecto "buffer", evitando que los disturbios en la absorción de N, afecten excesivamente el desenvolvimiento de la parte aérea. Esto parece estar confirmado por el hecho de que el N-soluble (como % del N-total) se correlaciona negativamente con el peso seco de las hojas, pero tal cosa no ocurre cuando la mencionada acumulación se lleva a cabo en las raíces o rizomas (Cuadro 3).

### Resumen

Fue realizado un experimento, en condiciones de invernadero, para estudiar los efectos de la aplicación de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (única o parcelada en tres veces), sobre la acumulación de materia seca y la asimilación de N en la grama batatais (*Paspalum notatum* Flüggé).

La acumulación de materia seca por *Paspalum* varió ampliamente, en función de las condiciones ambientales de luz y temperatura, independientemente de formas y modo de aplicación de N. La actividad media de la Nitrato Reductasa fue más elevada en las plantas que recibieron NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en aplicación por partes, y menor en las plantas que recibieron NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en una única aplicación.

No fue detectada la presencia de amidas en el "pool" de N-soluble de las plantas estudiadas. Fue observada una mayor acumulación de NO<sub>3</sub> en las raíces de *Paspalum*, en tanto que en los rizomas se observó mayor acumulación de N-amino. En las raíces, la acumulación de N-amino fue pequeña. La mayor acumulación de N-soluble (N-NO<sub>3</sub> + N-amino) ocurre en el sistema raíces + rizomas (73%, 70%, 76%



y 57% del total, para  $\text{NO}_3$  en aplicación única o por partes; y  $\text{NH}_4$  en aplicación única y por partes, respectivamente). Por otro lado, se observó una mayor acumulación de N-proteico en las hojas (62%, 57%; 56% y 65% del total, respectivamente, para los cuatro tratamientos). Los valores finales de peso seco total (raíces + rizomas + parte aérea), correlacionaron negativamente con los contenidos de N-soluble total ( $r = -0.984^*$ ) y de N-soluble foliar ( $r = -0.978^*$ ). Los datos también indican que la aplicación del inhibidor de nitrificación N-SERVE, por partes, fue más efectiva que la aplicación única, en términos de prevención de la nitrificación del  $\text{NH}_4^+$  aplicado.

La acumulación preferencial de N-soluble (N- $\text{NO}_3$  + N-amino) en las raíces y rizomas de la grama batatais, sugiere un papel de "buffer" para estos órganos, en términos de nutrición nitrogenada, evitando que disturbios, durante la absorción de N, provoquen disrupciones en el metabolismo de N en la parte aérea.

#### Literatura citada

1. BLUE, W. G. Nitrogen fertilization in relation to seasonal Pensacola Bahiagrass forage nitrogen and production distribution on Leon fine sand. Soil and Crop Science Florida Proceeding, 31:75-77. 1971.
2. BLUE, W. G. Role of Pensacola Bahiagrass stolon-root systems in fertilizer nitrogen utilization on Leon fine sand. Agronomy Journal, 65:88-91. 1973.
3. BREMNER, J. M. Inorganic forms of nitrogen. In: Methods of soil analysis. Vol. 2. C. A. Black (Ed.). American Society Agronomy No. 9. Madison, Wisconsin. 1965.
4. BROWN, R. H. A difference in N use efficiency in  $\text{C}_3$  and  $\text{C}_4$  plants and its implications in adaptation and evolution. Crop Science, 18:93-98. 1978.
5. BUNDY, L. G. y BREMNER, J. M. Inhibition of nitrification in soils. Soil Science Society American Proceeding, 37:396-398. 1973.
6. CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHARADER, L. E. y YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Science Plant Anal., 6:71-80. 1975.
7. EIRA, P. A.; ALMEIDA, D. L. y ALVAHYDO, R. Movimento do ion nitrato, em solos da série Itaguaí, nas condições naturais de campo. Pesquisas Agropecuárias Brasileiras, 3:267-273. 1968.
8. FERNANDES, M. S. Effects of light and temperature on the nitrogen metabolism of tropical rice. Ph. D. Thesis, Michigan State University, 1974.
9. FERNANDES, M. S. Interação entre N-amoniaco e energia ambiental na nutrição nitrogenada do arroz. Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Campinas, São Paulo, pp. 229-233. 1976.
10. FERNANDES, M. S. y FREIRE, L. R. Efeitos de nitrogênio nítrico aplicado no solo, na atividade da nitrato-redutase e na acumulação de N-solúvel em *Brachiaria* sp. Turrialba, 26: 268-273. 1976.
11. FERNANDES, M. S.; FERREIRA, M. B. y FREIRE, L. R. Efeitos da interação de  $\text{N-NO}_3^-$  e  $\text{N-NH}_4^+$  na atividade da nitrato redutase e acumulação de N-proteico em *Brachiaria* sp. Turrialba, 28:187-191. 1978.
12. FERNANDES, M. S. y ROSSIELLO, R. O. P. Effects of  $\text{NH}_4^+$  and a nitrification inhibitor on soil pH and phosphorus uptake by corn (*Zea mays* L.) Cereal Research Comm., 6:183-191. 1978.
13. FERNANDES, M. S. y ROSSIELLO, R. O. P. Uso de  $\text{NH}_4$  e de um inhibidor de nitrificação na adubação nitrogenada do milho (*Zea mays* L.). Revista Brasileira Ciência Solo, 3:77-81. 1979.
14. FERNANDES, M. S.; ARRELLAGA, L. E. y SANTOS, G. A. Fontes de nitrogênio, absorção e distribuição de fósforo em milho. Pesquisas Agropecuárias Brasileiras, 15:79-84. 1980.
15. FOY, C. D.; CHANEY, R. L. y WHITE, N. C. The physiology of metal toxicity in plants. Annual Review Plant. Physiology, 29:511-566. 1978.
16. HEGARTY, M. P. y PETERSON, P. J. Free aminoacids, bound aminoacids, amines and ureides. In: Chemistry and biochemistry of herbage. G. W. Butler and R. W. Bayley (Eds.), Vol. 1. Academic Press, 639 p. 1973.

17. HEIMER, Y. M. y FILNER, P. Regulation of the nitrate assimilation pathway in cultured tobacco cells. III. The nitrate uptake system. *Biochemistry Biophysical Acta.*, 230:362-372. 1971.
18. IMPITHUKSA, V. y BLUE, W. G. The fate of fertilizer nitrogen applied to Pensacola Bahiagrass on sandy soils as indicated by nitrogen 15. *Soil and Crop Science Florida Proceeding*, 37:213-217. 1977.
19. JAWORSKY, E. C. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. *Biochemical Biophysical Research Comm.*, 43:1274-1279. 1971.
20. LOSADA, M.; PANEQUE, A.; APARICIO, P. J.; VEGA, J. M.; CARDENAS, J. y HERRERA, J. Inactivation and repression by ammonium of the nitrate reducing system in chlorella. *Biochemical Biophysical Research Comm.*, 38:1009-1015. 1970.
21. LUDLOW, M. M.; WILSON, G. L. y HESLEHURET, M. R. Studies on the productivity of tropical pasture plants. Effect of shading on growth, photosynthesis and respiration in two grasses and two legumes. *Australian Journal Agricultural Research*, 25:425-433. 1974.
22. NELSON, D. W. y SOMMERS, L. E. Determination of total nitrogen in plant material. *Agronomy Journal*, 65:109-112. 1973.
23. OLIVEIRA, B. A. D. de; FARIA, P. R. de S.; SOUTO, S. M.; CARNEIRO, A. M.; DÖBEREINER, J. y ARONOVICH, S. Identificação de gramíneas C<sub>4</sub> pela anatomia foliar. *Pesquisas Agropecuárias Brasileiras*, 8:267-271. 1973.
24. PRESAD, M. Nitrogen nutrition and yield of sugarcane as affected by N-SERVE. *Agronomy Journal*, 68:343-346. 1976.
25. ROSSIELLO, R. O. P.; MAZUR, N. y FERNANDES, M. S. Efeitos da dessecação progressiva do solo sobre o metabolismo de nitrogênio em três variedades de milho. In: *Resumos do XVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, p. 27, Manaus, 1979.
26. YEM, E. M. y COCKING, E. C. The determination of aminoacids with ninhydrin. *Analyst*, 80:209-213.

*Viene de la página 18*

Unidades básicas del SI\*

Especie	Unidad	Símbolo	Especie	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m			
Masa	kilogramo	kg	Temperatura	kelvin	K
Tiempo	segundo	s	Intensidad luminosa	candela	cd
Corriente eléctrica	ampere	A	Cantidad de sustancia	mole	mol

Unidades suplementarias

Angulo plano	radián	rad	Angulo sólido	steradián	sr
--------------	--------	-----	---------------	-----------	----

Unidades derivadas que tienen nombres y símbolos aprobados por el SI:

Especie	Unidad	Símbolo	Fórmula	Especie	Unidad	Símbolo	Fórmula
Frecuencia	hertz	Hz	1/s	Conductancia eléctrica	siemens	S	A/V
Fuerza	newton	N	Kg.m/s <sup>2</sup>	Flujo magnético	weber	Wb	V s
Presión	pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>	Densidad de flujo	tesla	T	Wb/m <sup>2</sup>
Trabajo	joule	J	N.m	Inductancia	henri	H	Wb/A
Potencia	watt	W	J/s	Flujo luminoso	lumen	lm	cd/sr
Cantidad electricidad	coulomb	C	A.s	Iluminación	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>
Potencial eléctrico	volt	V	W/A	Radiactividad	bequerel	Bq	1/s
Capacidad eléctrica	farad	F	C/V	Dosis absorbida	gray	Gy	J/kg
Resistencia eléctrica	ohm	Ω	V/A				

Definiciones de las unidades básicas del SI\*

**El metro.** Es la longitud equivalente a 1 650 763.73 longitudes de onda en el vacío de la radiación electromagnética emitida por el átomo de criptón 86, correspondiente a la transición entre  $2p_{10}$  y  $5d_5$  (su símbolo es m).

**El kilogramo.** Corresponde a la masa del kilogramo prototipo adoptado internacionalmente (su símbolo es kg).

**El segundo.** Es la duración de 9 192 631 770 periodos de la radiación electromagnética correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado base en el átomo de cesio 133 (su símbolo es s).

**El ampere.** Es la corriente eléctrica constante en dos conductores paralelos de longitud infinita y de sección transversal insignificante que, colocados a un metro de distancia entre sí en el vacío, se atraen con fuerza igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton por metro de longitud (su símbolo es A).

*Continuación en la página 88*

JORGE D. ETCHEVERS\*\*

J. T. MORAGHAN\*\*\*

RAY E. JENSEN\*\*\*\*

### Compendio

*Existe escasa información acerca de la manera como el déficit hídrico afecta diferencialmente las hojas de los tallos axilares (macollas) y del tallo principal de la planta de trigo (*Triticum aestivum*).*

*Por ello, se sembró trigo de primavera en macetas que se colocaron en una cámara de crecimiento. Después de 7 semanas se midió el efecto del déficit hídrico sobre el contenido relativo de agua (CRA) de las hojas del tallo principal y macollas primarias y secundarias. Las plantas que no fueron sometidas a déficit hídrico mostraron contenidos relativos de agua que aumentaron basipetálicamente en las hojas, pero las diferencias en CRA de las varias hojas fueron relativamente pequeñas. Este efecto, sin embargo, resultó opuesto al de las plantas sometidas a déficit hídrico, donde el CRA de las hojas disminuyó basipetálicamente y la magnitud de las gradientes aumentó, a medida que el déficit hídrico se hizo mayor. Cuando las plantas fueron sometidas a un régimen de déficit hídrico, el CRA de las hojas viejas de las macollas primarias y secundarias disminuyó más que el de las hojas del tallo principal. Se observó que la senescencia prematura de las hojas más viejas en plantas sometidas a déficit hídrico era invariablemente precedido por CRA relativamente bajos. Los estados de desarrollo de los diferentes tipos de raíces se observaron al momento de iniciarse el período de déficit hídrico. El sistema de raíces de las macollas resultó menos desarrollado que el sistema seminal y que el formado a partir de los nudos del tallo principal de la planta.*

### Introduction

**I**t is a common observation that when plants are subjected to drouth the oldest leaves are the first to die, and if the drouth continues, an accelerated acropetal progression of leaf senescence occurs. In addition to this premature leaf death under

water stress it has been observed that young primary and secondary tillers of cereals often die while the older tillers and main culm survive. A few measurements of relative water contents (RWC) or water potentials in leaves at different insertion levels on the main stems of plants have been made, but we know of no studies showing the water status of leaves of the main culm and tillers of gramineous plants during water stress.

Catsky (5, 6) using the water saturation deficit (WSD) method of determining leaf water content in pot experiments found that leaves of different ages of fodder cabbage (*Brassica oleracea*) wilted unevenly during a drying cycle. The oldest leaves were the first to wilt and die, then the mature leaves, and finally the youngest. On the first day of the drying cycle, when soil moisture levels were

\* Received for publication April 9, 1981

\*\* Formerly Research Assistant Soils Department, North Dakota State University, now Professor of Soils, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

\*\*\* Professor of Soils, North Dakota State University, Fargo.

\*\*\*\* Former National Weather Service State Climatologist, North Dakota, Fargo.

high, the oldest leaves had the lowest WSD and the youngest the highest. During the second day of the drying cycle the WSD gradient began reversing, and by the third day the youngest leaves had the lowest WSD and the oldest leaves the highest. The same results were also obtained in fodder cabbage by Solarova (15).

Begg *et al.* (3) followed the diurnal trends of RWC of leaves in the upper, middle and lower portions in a canopy of bulrush millet (*Pennisetum typhoides*). Their data showed that during most of the afternoon the RWC was lowest in the bottom layer of leaves, but during nighttime hours the gradient was reversed, and this leaf zone had the highest RWC. In a growth chamber experiment Hoffman and Splinter (8) found the leaf water potentials (LWP) of the bottom leaves of tobacco to be lower than that of center leaves. However, under field conditions Begg and Turner (2) found the opposite result.

Barnes and Wooley (1) observed in field corn (*Zea mays* L.) that between 1500 and 1600 hours with or without moisture stress, the lowest RWC were found in the bottom leaves, but under moisture stress conditions the leaf RWC gradient was much steeper, and was displaced toward lower RWC. Interestingly, the second leaf from the top had the highest RWC in both treatments; however, its RWC was about 5% lower under moisture stress conditions.

Millar *et al.* (11) studied the variation of the leaf water potential (LWP) with leaf position in barley in a greenhouse pot experiment and showed that LWP increased basipetally at soil moisture contents near the field capacity and near the permanent wilting point; however, the LWP were much lower at soil moisture levels near the permanent wilting point. A difference of about -16.5 bars in LWP was observed between the top and bottom leaves when the plants were growing in soil near the field capacity; this contrasted with a value of -5.6 bars when the soil moisture content was near the permanent wilting point.

The objective of this research was to measure gradients of RWC in the leaves of the main culm and tillers of spring wheat, and to study the survivability of tillers and leaves with increasing water deficits during a drying cycle.

#### Materials and methods

Spring wheat (*Triticum aestivum* cv. Waldron) was planted on September 20, 1969 in pots containing 14 kg of air-dried Tiffany loam soil

and placed in a growth chamber. Soil in each pot was mixed with 6.6 g of ureaformaldehyde, 1.9 g of  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 11.1 g concentrated superphosphate and 2.0 g of  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

After germination at 32 to 38C the chamber was programmed to provide 15 hours of daylight with temperatures of  $27.8 \pm 0.5$  C during the day and  $22 \pm 0.5$  C at night. Light intensities measured with an Isco Spectroradiometer in the center of the growth chamber and at the top of the pots in the 400, 500, 600, 700 nm bands were 4.1, 8.1, 28.9 and 2.1 microwatts/cm<sup>-2</sup>/nm<sup>-1</sup>, respectively.

The plants were thinned after 10 days to six uniformly spaced plants per pot, and silica sand to a 3-cm depth was added to each pot to reduce soil evaporation. All pots were watered to the approximate field capacity at regular intervals during the first 7 weeks.

After 7 weeks, the water stress period was initiated by withholding water from five randomly selected pots (hereafter referred to as stress pots). Twenty-four hours prior to this all pots were watered to the field capacity. Throughout the investigational period the non-stress pots were watered daily to the field capacity after the RWC measurements had been completed. The stress period was for 7 days. RWC measurements were made on all leaves of the main culm and tillers of a single plant in both the water stress and non-stress pots. The plants chosen for RWC determinations were matched as closely as possible for similar tillering characteristics. On the first day of the drying period RWC measurements were made only on leaves of a single plant from one pot because there was no disparity in treatments, but on the second, fourth, fifth, sixth and seventh days RWC measurements were made on all leaves in both water stress and non-stress pots. The pots containing the plants sampled were discarded after the RWC determinations were made.

The RWC measurements were made just prior to the completion of the "day" period as previously described by Millar *et al.* (11). In addition, the sampling procedure consisted of identifying in the growth chamber the tiller and leaf position of the selected plant. All tillers were tagged on the date of their appearance. After this was done, one tiller at a time was brought from the growth chamber into an adjacent laboratory where its leaves were prepared for RWC measurements as rapidly as possible.

Tillers were identified according to the nomenclature advocated by Percival (12). The main culm or axis was denoted by 1 and the branches on

tillers arising from this axis were designated T11, T12, T13, etc. where T11, T12 and T13 were the tillers arising from the coleoptile node, the node from which the first true leaf arose and the node from which the second true leaf arose respectively. Similarly, a number was added to the primary axes to denote branches (secondary tillers) arising from them (eg. T132 denoted the second branch arising from the third branch of the main culm).

Root data were obtained by examining a total of seven plants selected from four pots. The soil and root matrix were carefully removed from the pots and inverted. A pinboard was placed on top of the inverted mass, and thin 7-inch iron spikes were rammed through the soil and root matrix. The board and soil were then immersed in a tub of water prior to washing away adhering soil from the roots.

Spike development stages in three plants were determined by exposing the apex of the main culm and the primary and secondary tillers. The apices were examined under a binocular microscope and classified according to photographs and descriptions given by Bonnett (4).

## Results

RWC for leaves of plants growing under non-stress conditions for 1, 4 and 7 days are given in Figures 1, 2(a), and 3(a), respectively. The detailed RWC data for days 2, 5 and 6 are not presented because of space limitations. The trends displayed in these data are essentially similar to those found on days 4 and 7. RWC of leaves on the main culm and tillers increased basipetally. However, on each day the differences in RWC between corresponding leaves on the main culm and the various tillers were relatively small.

The development of water deficits within the aerial portion of the water stress plant after 4 days of stress is clearly shown by the RWC data contained in Figure 2(b). Gradients of leaf RWC in all tillers and the main culm were now reversed when compared with those of the non-stressed plant: The RWC of the leaves decreased basipetally and the lowest RWC were now found in the lowest leaves of individual branches. Thus, the least difference in RWC between the stressed and non-stressed plants was found in the top leaves of the various branches. However, large changes in RWC in the second leaves from the top on the secondary tillers had occurred when compared to the second leaves of primary tillers and the main culm. The RWC of the lowest leaves on the primary tillers were also much lower than the lowest living leaf of the main culm,

although the RWC of the top two leaves on the primary tillers compare favorably with those on the main culm. Overall, it appeared that as water stress developed, leaves of secondary tillers had a poorer water balance than leaves of primary tillers, and that leaves of primary tillers had larger water deficits than leaves of main culms.

By the seventh day of the drying cycle, when soil moisture was near the permanent wilting point as expressed by water content at 15 bars pressure, RWC had decreased substantially in all leaves which were still alive [Figure 3(b)]. The inverted gradient now extended to the top leaf in all culms except for the second leaf on the main culm which had a RWC about 2% higher than the top leaf. This apparently is not an artifact since one of the authors (R. Jensen, unpublished data) has observed in field-barley plants under severe water stress conditions that the flag leaves on main culms usually die before the second leaf. In addition, Barnes and Wooley (1) showed that the second leaf of a water-stressed corn plant also had a higher RWC than the uppermost leaf.

The age of the tiller, or possibly the position of the tiller, may have an important effect on how well the tiller competes for water. The age of the primary tillers of the stressed plant in Figure 3(b) was: T12 > T13 > T14 > T15 > T16. Examination of the RWC data revealed that all leaves on T16 were dead, and the maximum RWC of the first and second leaves on T12, T13, T14 and T15 were 61.8 and 50.0, 69.9 and 58.2, 62.6 and 32.6, and 54.9 and 46.6 percent respectively. T13 had overall the highest RWC for tillers, but this may be due in part to T12 having more secondary tillers competing for the available water. The oldest portion of the plant, the main culm, had the highest RWC of all culms with both top leaves slightly over 70%.

All live leaves on the secondary tillers after 7 days of stress were at lower RWC than the primary tillers with which they were associated. Comparing RWC to age of secondary tillers on a particular primary tiller, it can be seen [Figure 3(b)] that the younger tiller (T142) on T14 was dead and on T141, the older secondary tiller, both leaves were still alive, but the highest RWC was only 46.7%. This was about 16% lower than the highest RWC on T14. On T13, all the leaves on the younger tiller (T132) were dead, but the older secondary tiller (T131) still had one live leaf with a RWC of 40%. Three secondary tillers are on T12. The youngest tiller (T123) had one live leaf, but its RWC was only 30.3%; all leaves were dead on T122 and on the oldest secondary tiller (T121) both leaves were alive with RWC greater than

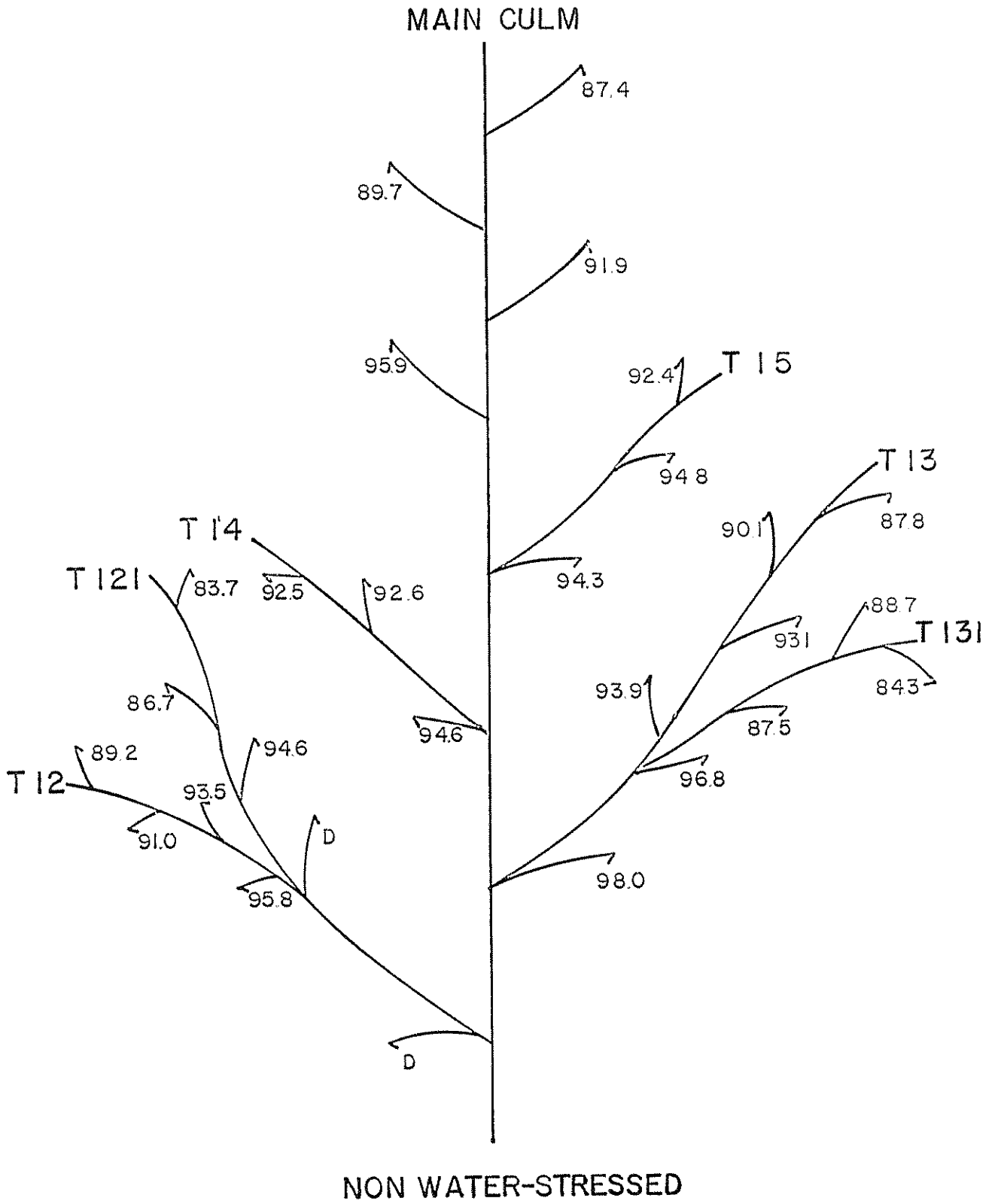


Fig 1 Relative water contents of the leaves of a wheat plant 1 day after watering (D represents a dead leaf)

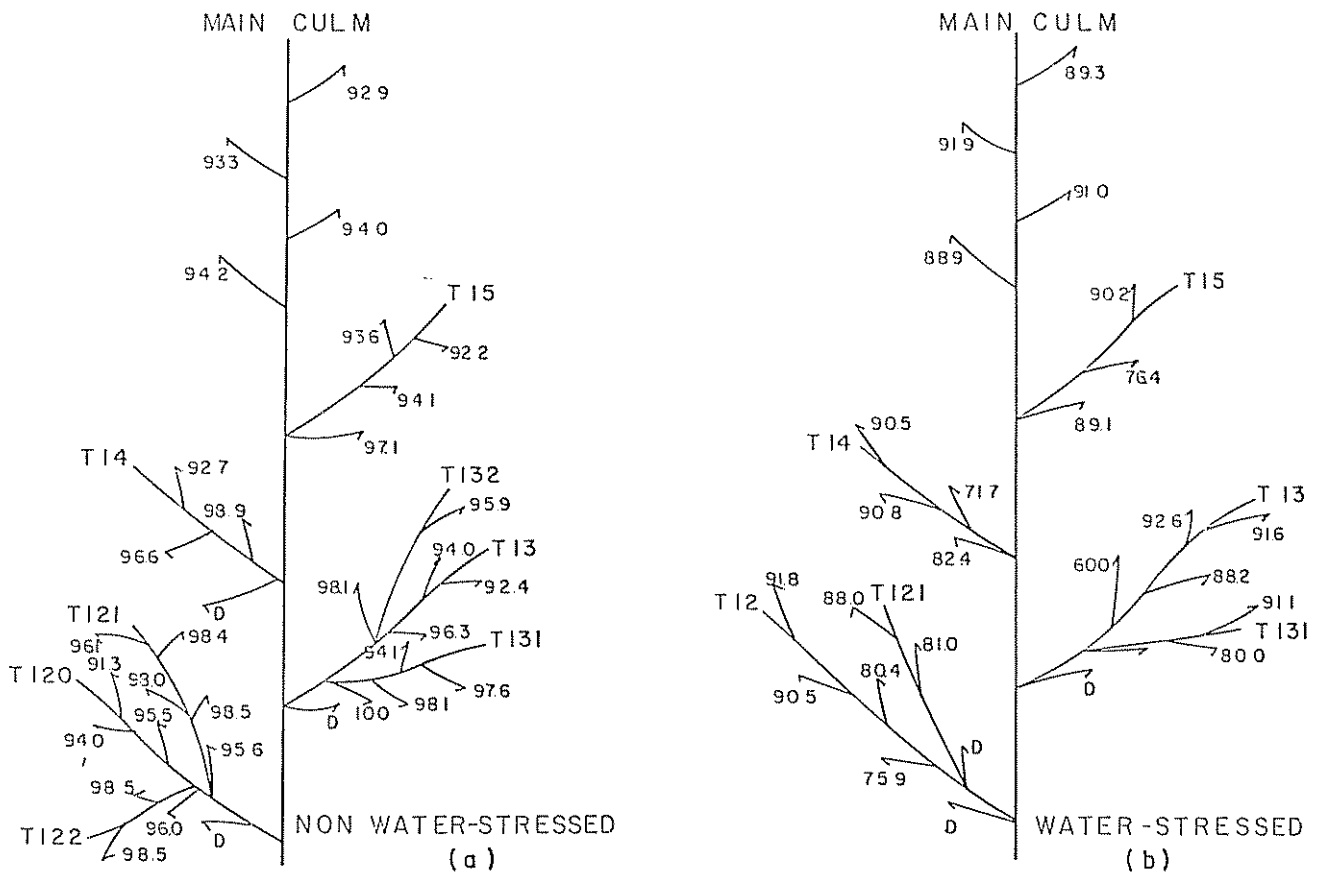


Fig. 2 Relative water contents of the leaves of a non-stressed and a stressed wheat plant after 4 days of stress (D represents a dead leaf).

40%. From this analysis, it would appear that leaf RWC is related to tiller age, but it must be remembered that tiller position and tiller age are closely correlated.

The progress of the decline of RWC with leaf position on the main culm during the 7-day stress period is shown in Figure 4. The first day's data are averages of leaf RWC with respect to leaf position of non-stressed plants for all seven days during the stress period, while the data for the following days are measurements from a single plant which has been stressed for the period indicated. The data clearly show that the lower leaves are the first to show declines in RWC and that the rate of decline in RWC is much more rapid in the lower than the upper leaves. The same general sequence also occurs for leaves on tillers.

An attempt was made to relate RWC to death of leaves on water-stressed plants. The procedure followed was to compare leaves on the tillers and main culms for two consecutive days, noting the RWC on the first day and whether the leaf at the same position was alive or dead the following day.

Less than 5% of the leaves of stressed plants which had RWC in excess of 80% died during the subsequent 24 hours. In contrast, approximately 50% of the leaves which had RWC less than 80% died within 24 hours under the given experimental conditions. It was assumed that premature senescence of these leaves of water stressed plants was caused by water stress because of the difficulty of determining any other cause.

Each of the seven plants studied had well developed, healthy seminal root systems. The 4 to 6 seminal roots on each plant had many lateral roots and appeared better branched than the nodal roots. The internode between the coleoptile node and the first node was healthy in all cases. Most of the adventitious roots were developed from nodes on the main stem, and the adventitious roots from the lower nodes of the main stem were longer and more extensively branched than those arising from higher nodes.

A summary of adventitious root and spike development at the time of the application of the stress treatment is presented in Table 1. The root



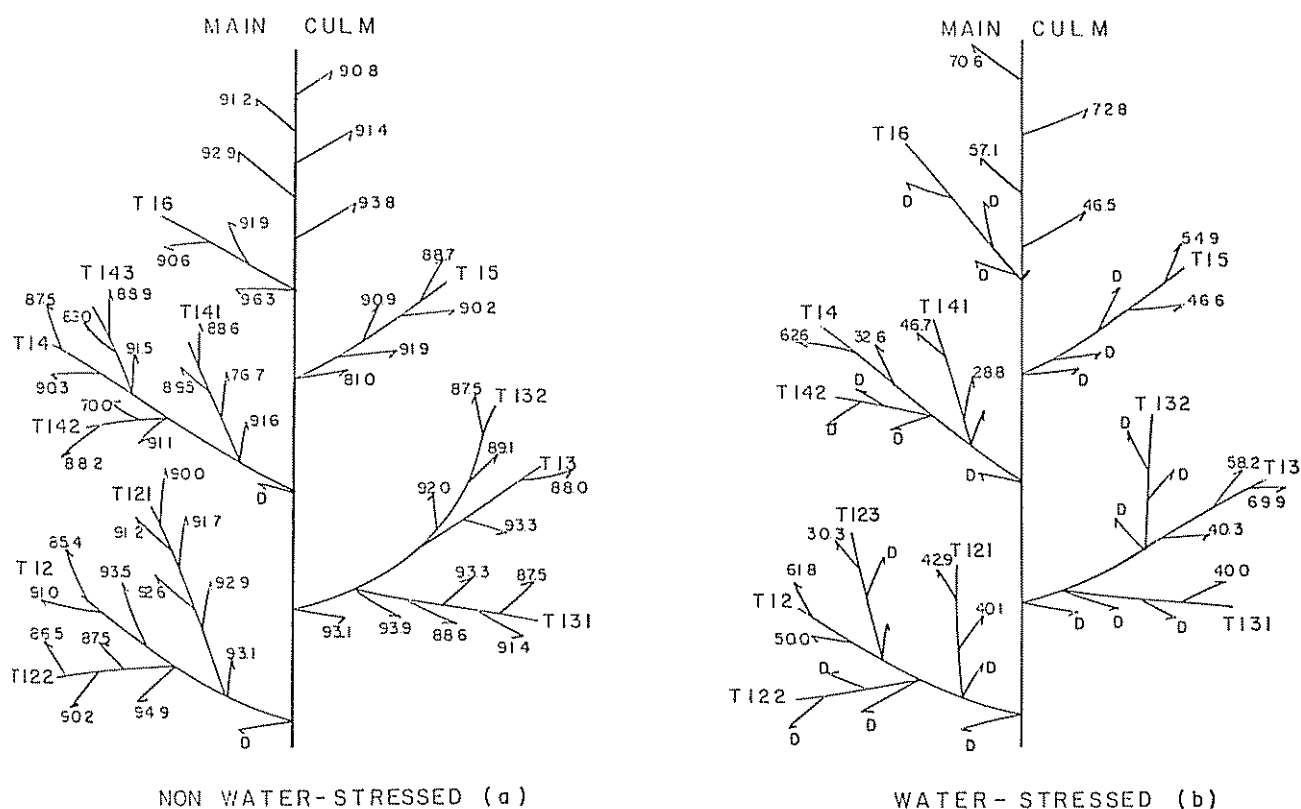


Fig 3 Relative water contents of the leaves of a non-stressed and a stressed wheat plant after 7 days of stress (D represents a dead leaf)

Table 1. Adventitious root growth and stage of development of spikes on the main culm and the primary and secondary tillers of Waldron plants after approximately 7 weeks of growth.

Plant characteristic	Plant part										
	Main culm (I1)	Primary tillers					Secondary tillers				
		I12	I13	I14	I15	I16	I121	I122	I123	I131	I132
Average number roots/plant (>18 cm)	6.1	2	1.7	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0
Average number roots/plant (6-18 cm)	1.3	1.5	1.1	0.7	0.1	0	0.1	0	0	0.1	0
Average number roots/plant (1-6 cm)	2.1	1.7	1.6	0.6	0.3	0	0.1	0	0	0.1	0
Roots initials*	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Spike development†	b	b	b	b, c	c	c, d	d, e	-	-	b, f	e, f

\* "a" - indicates that root initials present

† "b" - florets of all of the spikelets differentiated; "c" - basal florets only of spikes initiated; "d" - empty glumes only of the spikelets identified; "e" - spikelet branches identified but spikelet parts not differentiated; "f" - spikelets not initiated

system associated with the main culm was much better developed than that of any of the tillers. The root systems of tillers T12 and T13 were also better developed than those of the other primary and secondary tillers. In the T16 and the secondary tillers T122, T123 and T132 there was little if any evidence of development of a root system other than root initials. The root study indicated that the primary tillers T14, T15 and T16 and all of the secondary tillers were completely or largely dependent upon either the seminal root system or the adventitious roots developed on other plant parts for supply of water and nutrients.

Microscopic observations of the stem apices during the stress period revealed a range of spike development from spikelets not initiated on some secondary tillers to florets of all the spikelets being differentiated. Florets of all spikelets on the spikes of the main culm and of the primary tillers T12, T13 and T14 were initiated. The stage of development of the spikes in the main culm and primary tillers was in the order of: main culm >T12 >T13 >T14 >T15. The secondary tillers were not beyond double ridge formation.

### Discussion

It is well recognized that the influence of water stress differs according to the portion of the plant examined. For instance, the growth of the leaf of tomato is more susceptible to water-stress damage than that of the stem (7). In the present study the leaves of secondary and young primary tillers as indicated by measurements of RWC and visual observation were particularly adversely affected by water stress.

The adventitious root system associated with the young primary and secondary tillers in our study was poorly developed. As a result the leaves of these tillers would have been dependent for nutrients and water on the seminal roots and the adventitious roots of the main culm and older primary tillers. Viable vascular connections apparently occur between tillers and the main culm for much of the life of the wheat plant (14). Conceivably, the vascular connections between the root system and the main culm and older tillers would be more developed than that leading to the younger tillers. Thus, when water stress occurs the older main culm and older tillers may be in a more favored position.

However, such a simple explanation for the premature death of the leaves of the youngest tillers may not be entirely correct. Tiller senescence is a complex process which is not fully understood (10),

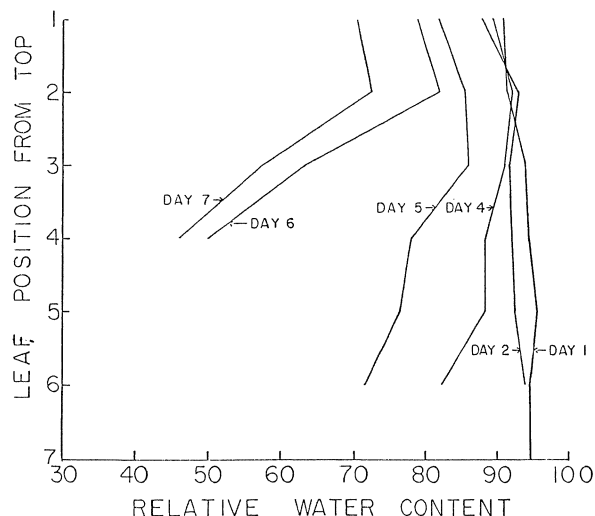


Fig. 4 Effect of leaf insertion level on the main culm on the relative water contents of wheat plants without added water for selected periods.

and the effect of water stress on the controlling mechanisms is not completely clear. The complex, competitive relationship for plant nitrogen among different shoots of a wheat plant was recently illustrated by Rawson and Donald (13). These authors found that when nitrogen in the rooting medium was restricted, movement within the plant of previously accumulated nitrogen was largely limited to the main culm and primary tillers or was transported to the roots. The secondary and tertiary tillers were starved of this nitrogen. However, when the rooting medium was adequately supplied with nitrogen the previously accumulated nitrogen was more evenly distributed.

In the water-stressed plants the lower leaves of the tillers and the main culm normally had a lower RWC than the upper leaves of the corresponding stems. The lower leaves also appeared visually to be more affected by water stress. Hoffman and Splinter (8) using LWP measurements also found such an effect with tobacco. Begg and Turner (2) suggested that such an effect is possibly due to the lower leaves being in a senescent state. The data presented in this paper, however, allows no conclusions to be drawn concerning the LWP, since age of leaves affects the RWC-LWP relationship (9). The tendency for the lower main culm leaves of water stressed plants to have lower RWC was in agreement with the data reported by others for corn (1) and millet (3).

### Summary

Little information is available concerning the manner in which drought stress differentially affects the leaves of tillers and of the main culm of wheat

(*Triticum aestivum*). Spring wheat was grown in pots in a growth chamber, and after 7 weeks the effect of water stress on the relative water content (RWC) of the leaves of the main culm and primary and secondary tillers was determined. In non-stressed plants the RWC of the leaves increased basipetally, but the differences in RWC among the various leaves were small. This effect was reversed in water-stressed plants. The RWC of the leaves of these plants decreased basipetally, and the magnitude of the gradients increased with increasing water stress. The RWC of the older leaves of young primary and secondary tillers were reduced to a greater extent by water stress than those of the older leaves of the main culm. Premature senescence of older leaves of stressed plants was preceded by relatively lower RWC. The tiller root systems were less developed than the seminal and the adventitious roots arising from nodes of the main culm. The stage of development of the various branches was recorded at the time of application of the water stress treatment.

#### Literature cited

1. BARNES, D. L. and D. G. WOOLLEY. Effect of moisture stress at different stages of growth. I. Comparison of a single-eared and a two-eared corn hybrid. *Agronomy Journal*. 61:788-790. 1969.
2. BEGG, J. E. and N. C. TURNER. Water potential gradients in field tobacco. *Plant Physiology* 46:343-346. 1970.
3. BEGG, J. E., J. F. BIERHUIZEN, E. R. LEMMON, D. K. MISRA, R. O. SLATYER, and W. R. STERN. Diurnal energy and water exchanges in bulrush millet in an area of high solar radiation. *Agricultural Meteorology* 1:294-312. 1964.
4. BONNETT, O. I. Inflorescences of maize, wheat, rye, barley and oats: their initiation and development. *Illinois Agricultural Experiment Station Bulletin* 721. 1966.
5. CATSKY, J. Water saturation deficit and the wilting plant. The preference of young leaves and translocation of water from old into young leaves. *Biology Plant* 4:306-314. 1962.
6. CATSKY, J. Water saturation deficit and photosynthetic rates as related to leaf age in the wilting plant. pp. 203-209. In B. Slavik (ed.) *Water stress in plants. Proceedings of Symposium Prague, 1963.* Czechoslovakian Academy of Science. 1965.
7. GATES, C. T. The response of the young tomato plant to a brief period of water shortage. I. The whole plant and its parts. *Australian Journal of Biological Sciences* 8:196-214. 1955.
8. HOFFMAN, G. J. and W. E. SPLINTER. Water potential measurements of an intact plant-soil system. *Agronomy Journal* 60:408-413. 1968.
9. KNIPLING, E. B. Effect of leaf aging on water deficit-water potential relationship of dogwood leaves growing in two environments. *Physiologia Plantarum* 20:65-72. 1967.
10. LAUDE, H. M., J. R. RIDLEY and C. A. SUNESON. Tiller senescence and grain development in barley. *Crop Science* 7:231-233. 1967.
11. MILLAR, A. A., E. DUYSSEN, and GUY E. WILKINSON. Internal water balance of barley under soil moisture stress. *Plant Physiology* 43:968-972. 1968.
12. PERCIVAL, J. *The wheat plant.* E. P. Dutton Co., New York. 1921. 463 p.
13. RAWSON, H. M. and C. M. DONALD. The absorption and distribution of nitrogen after floret initiation in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research* 20:799-808. 1969.
14. RAWSON, H. M. and G. HOFSTRA. Translocation and remobilization of C assimilated at different stages by each leaf of the wheat plant. *Australian Journal of Biological Science* 22:321-331. 1969.
15. SOLAROVA, J. Stomata reactivity in leaves at different insertion levels during wilting, pp. 147-154. In B. Slavik (ed.) *Water stress in plants. Proceedings Symposium Prague, 1964.* Czechoslovakian Academy of Science Prague. 1965.

ESTUDIOS DE CONTROL DE INSECTOS PARA LA PRESERVACION DEL MAIZ  
OPACO-2 ALMACENADO, Y EFECTOS SOBRE SU VALOR NUTRITIVO<sup>1</sup> /

R. BRESSANI\*, J. F. MEDRANO\*\*, L. G. ELIAS\*\*\*  
R. GOMEZ-BRENES\*\*\*, J. M. GONZALEZ\*\*\*  
D. NAVARRETE\*\*\*, R. E. KLEIN\*\*\*\*

Abstract

*The present research was carried out to evaluate the effectiveness of three types of packaging materials and of six treatments on the control of insect infestation of Opaque-2 corn. The packaging materials employed were burlap sacs previously treated with 2% Malathion, untreated burlap bags, and 3-layer paper bags. The chemical treatments included the application of methyl bromide once or every two months; Phostoxin applied once or every two months; tricalcium phosphate; calcium hydroxide; Lindane; and a control. The bags containing the Opaque-2 corn were stored at ambient temperature for a period of 6 months. Evaluation consisted in monthly measurements of percentage of insect damaged grains, number and kinds of insects. At the end of 6 months, the grain was also analyzed for uric acid, total protein and the zein fraction and non-protein nitrogen (NPN). The material, raw and cooked, was also evaluated for protein quality by protein efficiency ratio (PER) assays.*

*The best protection was furnished by the burlap bags, previously treated with 2% Malathion, a method which, besides being efficient, is practical and of low cost. The effectiveness of untreated burlap bags and paper bags was poor in both cases.*

*Other effective treatments included the application of methyl bromide and Phostoxin every two months, as well as the use of calcium salts and Lindane.*

*It was not possible to detect losses in protein quality in the raw or processed corn. However, processed corn in the form of tortilla was consistently superior to raw corn. No relationship was found between damage and zein content, although a highly statistical significant correlation was found between uric acid and NPN.*

1 Recibido para publicación 14 de mayo de 1981

\* Jefe, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

\*\* Becado de la Universidad de las Naciones Unidas (Programa INCAP/UNU)

\*\*\* Profesional de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

\*\*\*\* Jefe de la División de Desarrollo Humano del INCAP.

Publicación INCAP/UNU

Introducción

**D**e todos los productos agrícolas que se consumen, los cereales y las leguminosas son los principales contribuyentes a la ingestión de calorías y proteínas. A pesar de la importancia de estos productos, las pérdidas y el deterioro postcosecha de los mismos pueden ser significativamente altos, lo que viene a contribuir a la existencia del hambre y de la desnutrición en el mundo.

En los programas de desarrollo de sistemas agrícolas, generalmente se ha dado mayor importancia a los

componentes de producción, y se han dejado prácticamente abandonados los problemas de conservación postcosecha del grano, componente esencial para mejorar la eficiencia en la utilización de los alimentos disponibles y en los sistemas de producción y utilización. En setiembre de 1975, la preocupación por este problema se plasmó en una resolución de la VII Sesión Especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas, en la que se fijó como meta para el año 1985 la reducción de pérdidas postcosecha de alimentos en los países en desarrollo, en por lo menos el 50%.

Es importante tener presente que las características genéticas de una variedad de grano influyen directamente en las pérdidas postcosecha que tal variedad pueda sufrir. Las variedades tradicionales están generalmente bien adaptadas, tanto a su ambiente como a su manejo postcosecha, ya que los granos que sobreviven el almacenamiento y que se usan en las estaciones siguientes han desarrollado características que favorecen su supervivencia. La introducción de variedades seleccionadas por su alto rendimiento, en áreas donde no están tan bien adaptadas a las condiciones de postcosecha como lo están las variedades locales, ha resultado en pérdidas postcosecha más elevadas (11).

Un ejemplo específico de lo anterior es el maíz Opaco-2, cuyas características genéticas, de un alto contenido de lisina y triptofano, lo convierten en un producto de gran valor nutritivo (5); por ello, el grano es sumamente apetecido por los insectos y, de no tomarse cuidados especiales para su conservación, está sujeto a una gran depredación en los periodos de pre y postcosecha (12).

Varios autores han indicado que los granos dañados por insectos tienen un valor nutritivo de proteína inferior al del grano sano (13). Este deterioro se ha atribuido al consumo selectivo del insecto de las mejores proteínas (6, 13), aunque es posible que el valor inferior se deba a la alta ingestión, por la rata, de ácido úrico producido por el insecto.

En 1976, el INCAP inició un estudio en el que se aplicaron varias intervenciones nutricionales destinadas a incrementar el contenido de proteínas y calorías de las dietas de comunidades rurales en Guatemala. La intervención proteínica del estudio se realizó por medio de tortillas preparadas con maíz Opaco-2. Se necesitaron para el estudio aproximadamente 8 000 qq de maíz/año (368 ton., aprox.), lo que presentó un serio problema de conservación. Como consecuencia de este problema, se llevó a cabo el presente estudio, con el fin de buscar las mejores alternativas para almacenar dicho grano, evaluar

sus susceptibilidades al ataque de insectos, y los posibles efectos que el maíz con diferentes grados de infestación de insectos pueda tener sobre la preparación de la tortilla y su valor nutritivo.

### Materiales y métodos

El modelo del estudio fue un diseño factorial que comprende 3 tipos de envase para almacenamiento de maíz, 8 tratamientos/envase y 4 repeticiones de 50 lb de maíz/tratamiento. Como envases se utilizaron: sacos de brin (tamaño: 6 arrobas\*), y bolsas de papel (tamaño: 100 lb). Entre los tratamientos se incluyeron sustancias fumigantes: bromuro de metilo y Phostoxin\*\*, aplicados una vez al inicio del estudio o cada dos meses; sustancias inertes, fosfato tricálcico e hidróxido de calcio, mezclados con el grano al 1%, un insecticida químico, Lindano, en proporción de 62 g de Lindano/100 kg de maíz; y un testigo sin tratamiento.

El maíz se almacenó por un periodo de 6 meses en una bodega cerrada, pero expuesta al medio ambiente (temperatura y humedad relativas), en la finca experimental del INCAP, San Antonio Pachali, ubicada a 1450 m sobre el nivel del mar. La temperatura máxima fue de 33.4 y la mínima del 11.6°C, y la humedad relativa varió de 76 a 81%. Los envases de cada tratamiento fueron estibados uno sobre el otro, en un total de 16 por tratamiento. La galera tenía techo de lámina, con una pared de madera de 1.50 m de altura y malla en la parte superior, del tal manera que había libre circulación del aire. La bodega, que constituyó el medio externo, no fue saneada en ningún momento durante el estudio, y cuando se aplicaban los tratamientos cada grupo de sacos era cubierto completamente con un lienzo de plástico, aislándolo así de los otros tratamientos.

Se utilizó en el estudio un maíz blanco tuxpeño que tenía el gene Opaco-2 y endospermo suave y que fue suministrado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), de Guatemala. De este maíz se tomó una muestra inicial para análisis y luego se distribuyeron al azar 50 lb en cada uno de los envases.

Durante el proceso de almacenamiento se tomó una muestra mensual de 100 g en cada réplica para evaluaciones físicas, en la que se cuantificó el número

\* 1 arroba = 25 lb.

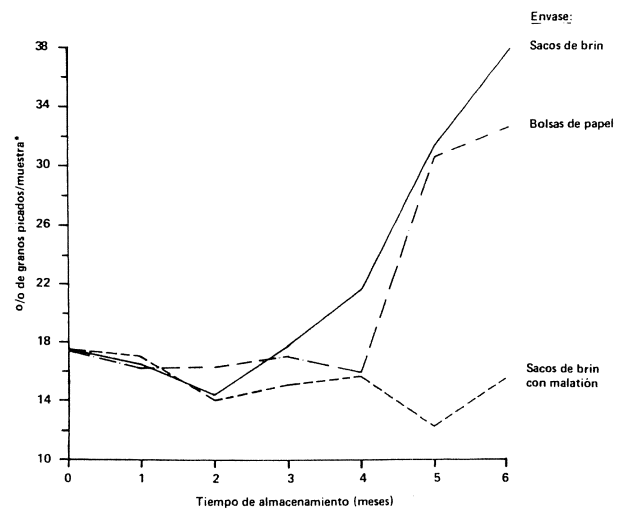
\*\* Nombre comercial

de granos dañados por insectos u otras causas, número y tipo de insectos presentes, y humedad del grano. Para esta última determinación se utilizó el método de la AOAC (1). Después del período de 6 meses de almacenamiento se tomaron 4 muestras de cada tratamiento por envase para determinar el contenido de ácido úrico por colorimetría, usando el método de extracción propuesto por Venkatrao *et al.* (14) y la reacción con ácido fosfotúngstico en medio alcalino (8), y para evaluar el contenido de zeína y nitrógeno no proteico en el extracto alcohólico del maíz. Asimismo, se tomaron muestras de cada tratamiento para la preparación de las tortillas. En cada caso, la muestra de maíz de cada tratamiento fue primero lavada con agua y luego cocinada por una hora con cal, siguiendo el método descrito por Bressani y Scrimshaw (3).

Finalmente, tanto el grano crudo como la tortilla de cada tratamiento fueron evaluados para determinar su calidad proteínica, usando el método del índice de eficiencia proteínica (IEP o PER). Para estos propósitos se utilizó la dieta basal, que contenía: maíz o tortilla, 90%; aceite de hígado de bacalao, 1%; aceite vegetal, 4%; mezcla mineral, 4% (7); y 5 ml de una solución de vitaminas del complejo B (10). Cada muestra se ofreció *ad libitum* a 2 muestras de 4 ratas cada una, durante un período de 28 días. Los animales se pusieron en jaulas individuales, con fondos levantados de tela metálica. Se les ofreció la dieta cada 4 días, y todo el tiempo tuvieron agua disponible. Cada 7 días se tomaron datos sobre el consumo y los cambios de peso.

### Resultados y discusión

La Figura 1 muestra el proceso de deterioro del grano almacenado en el tratamiento testigo de cada uno de los tres envases incluidos en el estudio. El deterioro por insectos se cuantificó mediante el porcentaje promedio del número de granos picados encontrados en cuatro muestras de 100 g cada una (aproximadamente 1500 granos/muestra). Puede observarse que a partir del tercero y quinto mes de almacenamiento en sacos de brin y bolsas de papel, respectivamente, se presentó un notable aumento en la proporción de granos picados, mientras que en el envase de sacos de brin tratados externamente con Malatión el maíz se conservó prácticamente intacto, es decir, que durante el período de almacenamiento no hubo un mayor deterioro sobre el nivel inicial. Este proceso de deterioro del grano fue paralelo, y estuvo directamente relacionado con el número de insectos (*Sitophilus sp.*) adultos que se encontraron como población única en

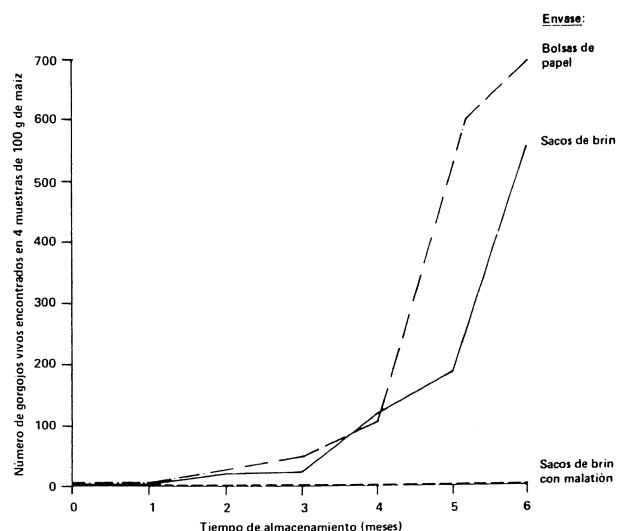


\* Cada punto representa el promedio de 4 muestras de 100 g tomadas una de cada una de 4 réplicas de 50 lbs de maíz almacenadas.

Incap 81-629

Fig. 1. Proceso de deterioro del maíz Opaco-2 almacenado durante 6 meses en 3 tipos de envase.

el maíz en cada uno de los diferentes envases, como se muestra en la Figura 2. Es importante observar que una simple acción preventiva contra la infestación de insectos, como lo fue una aspersión previa de los sacos de brin con una solución de Malatión, al 2% tuvo un efecto muy significativo en la conservación del grano, superior al uso de envases "tradicionales". El insecticida en la superficie del saco sirve directamente como una barrera que impide a los insectos del medio externo penetrar en el grano, y elimina a los insectos que merodean sobre la superficie del saco.



Incap 81-630

Fig. 2. Proceso de infestación por gorgojos (*Sitophilus sp.*) del maíz Opaco-2 almacenado durante 6 meses en 3 tipos de envase.

En la Figura 3 puede apreciarse el daño ocasionado por insectos en el grano almacenado en sacos de brin, después de 6 meses de almacenamiento con la aplicación de los 7 tratamientos curativo-preventivos.

La Figura 4 muestra el contenido de ácido úrico encontrado en el grano después de 6 meses de almacenamiento en los 3 tipos de envase, con la aplicación de los 7 diferentes tratamientos, en comparación con el testigo sin tratamiento. Puede notarse que el patrón de contenido de ácido úrico en el tratamiento testigo sigue el patrón del número de insectos que se muestra en la Figura 2; el grado de infestación en el envase de sacos de brin con Malatión es significativamente inferior al de los otros dos envases. Los tratamientos fumigantes de bromuro de metilo (BRM) y Phostoxin (Phos), aplicados una sola vez al inicio del estudio, tuvieron relativamente poco efecto en la disminución del grado de infestación del grano almacenado en sacos de brin, ya que hubo una consistente reinfestación del grano durante el almacenamiento. En contraste, estos tratamientos sí tuvieron un efecto positivo para evitar el deterioro del grano en los envases consistentes en sacos de brin con Malatión y bolsas de papel, pues éstos no permitieron una reinfestación subsecuente.

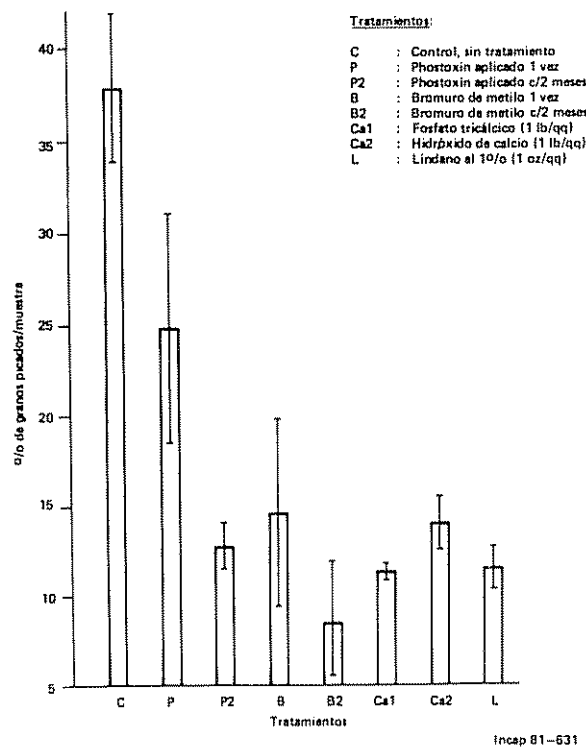


Fig 3 Daño ocasionado por insectos al grano del maíz Opaco-2 después de 6 meses de almacenamiento en sacos de brin, aplicándose diferentes tratamientos (Promedio ± E. E., n = 4)

Las sustancias inertes, fosfato tricálcico,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , y cal,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , mezcladas con el grano, fueron bastante efectivas para controlar la infestación de insectos en el grano, en los tres envases utilizados. Las sales inorgánicas como el fosfato tricálcico, que no son tóxicas en la nutrición humana, han demostrado ser tóxicas en los insectos (2), debido a las diferencias bioquímicas básicas en el metabolismo entre insectos y mamíferos.

Los resultados del estudio han confirmado (13) que la evaluación de ácido úrico en el grano es un buen índice del grado de infestación de insectos en el maíz. El ácido úrico es el principal producto final del metabolismo del nitrógeno en las heces de los insectos (4, 6, 13), y tiene una relación directa con la cantidad de grano consumido por los mismos.

Con respecto a la evaluación nutricional de los materiales almacenados, realizada a los 6 meses de almacenamiento (véase Cuadro 1), no se encontraron diferencias significativas en el índice de eficiencia proteínica entre envases, ni entre tratamientos, tanto en el maíz entero como en la tortilla. En general, la tortilla fue de mejor valor nutritivo (PER = 2.22) que el maíz entero (PER = 2.12).

A pesar de que no se pudo establecer ninguna relación entre el contenido de ácido úrico y el PER para todas las muestras, sí es de interés indicar lo siguiente, lo cual deberá someterse a una investigación más detallada: en los materiales almacenados en bolsas de brin, a través de los diferentes tratamientos (con excepción de los que tenían sales inorgánicas de calcio), se notó un valor de PER menor cuando la muestra tenía mayor cantidad de ácido úrico. Esta relación no se detectó en las otras muestras, posiblemente debido a la poca variabilidad en el PER, así como en el ácido úrico. Como se indicó, este aspecto debe ser estudiado nuevamente, ya que ello podría explicar la pérdida en la calidad nutritiva de los granos dañados por insectos.

Otros investigadores (6, 13) han indicado que la infestación de insectos en los granos ocasiona un deterioro en la calidad nutritiva debido a que el insecto se alimenta de las mejores proteínas del grano, ocasionando una reducción en el contenido de aminoácidos esenciales. Para el caso del maíz, si la explicación de esos investigadores es correcta, el insecto se alimentaría selectivamente de las globulinas y glutelinas, y quedaría una mayor concentración proporcional de zeína. En el presente estudio no se confirmó esta hipótesis, ya que todas las muestras en los diferentes tratamientos contenían valores similares de esta proteína, como se describe en el Cuadro 2, con excepción de las muestras sin tratamiento, que parecen

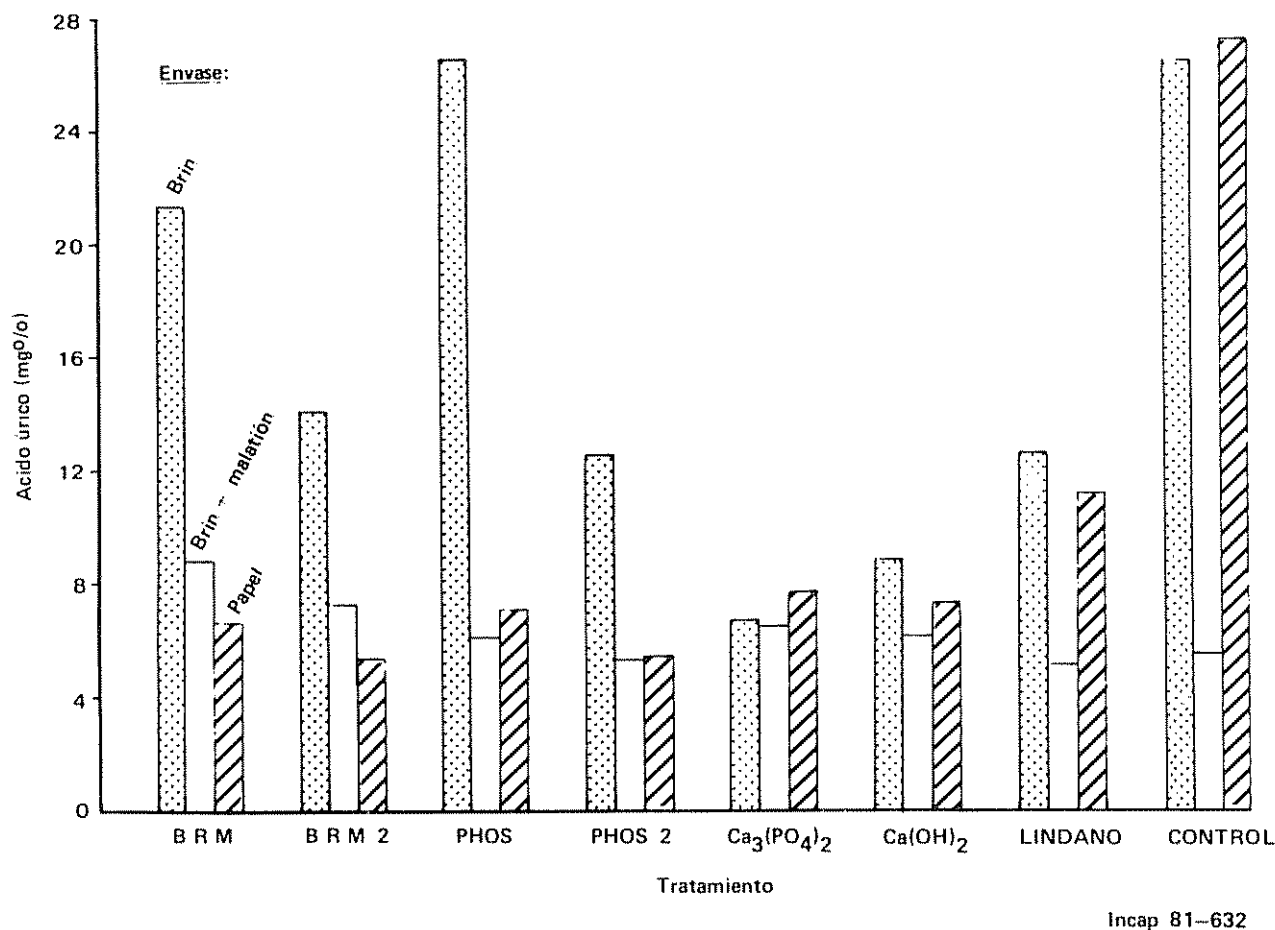


Fig 4 Contenido de ácido úrico en grano de maíz Opaco-2 después de 6 meses de almacenamiento

contener mayores cantidades de zeína. Con respecto al nitrógeno no proteico (NNP), se pudo comprobar que su concentración fue mayor en donde hubo más deterioro del grano que en las muestras mejor conservadas. Más aún, el NNP está significativamente correlacionado con el ácido úrico, posiblemente debido a que esta fuente de N es parte del NNP determinado.

El deterioro del grano almacenado ocasionado por insectos, en este caso afectó, más que el valor nutritivo, la cantidad neta disponible del producto consumible para la alimentación humana. Esto se reflejó en una disminución, significativa y proporcional a su grado de infestación, en el rendimiento de las tortillas que se obtuvieron del grano entero en los diferentes tratamientos.

Este estudio confirma que en el proceso de almacenamiento de granos, las medidas preventivas de infestación de insectos son muy efectivas para evitar el deterioro del grano —tan efectivas como la adición

o exposición del grano a productos químicos específicos. En el presente caso, el uso de sacos de brin tratados externamente con Malatión tuvo un excelente resultado en la conservación del maíz Opaco-2, variedad altamente susceptible al daño y a la proliferación de insectos.

Se considera que se debe realizar investigaciones más a fondo en cuanto a la utilización de sustancias inertes, no tóxicas al humano, para la protección del grano contra insectos, dado los buenos resultados que se observaron en el estudio con sales inorgánicas de calcio. Deberían evaluarse críticamente las sustancias tradicionales que se utilizan en el área rural, como son las cenizas de diferentes fuentes.

Dado lo conveniente y efectivo que resulta en muchos casos la utilización de sustancias fumigantes, como Phostoxín, para la preservación de granos, se considera necesario realizar estudios que evalúen el efecto que estas sustancias puedan tener sobre la pro-



Cuadro 1. Valor nutritivo de la proteína de maíz Opaco-2 almacenado 6 meses a temperatura ambiente, y de la tortilla.

Envase	Producto		Bromuro de metilo		Phostoxín		Fosfato tricálcico	Hidróxido de calcio	Lindano	Control
			1 vez	c/2 meses	1 vez	c/2 meses				
Saco de brin + Malatión	Maíz crudo <sup>1</sup>	PER	2.20	2.01	2.13	1.99	2.05	2.06	2.23	2.12
		% cas <sup>2</sup>	82.1	75.0	79.5	74.2	76.5	76.9	83.2	79.1
	Tortilla	PER	2.28	2.16	2.41	2.17	2.16	2.16	2.18	2.31
		% cas <sup>3</sup>	85.1	80.6	89.9	80.9	80.6	80.6	80.6	86.2
Saco de brin	Maíz crudo	PER	2.13	2.09	2.03	2.12	2.21	2.12	2.15	1.98
		% cas <sup>2</sup>	79.5	77.9	75.7	79.1	82.4	79.1	80.0	73.8
	Tortilla	PER	2.14	2.12	2.11	2.23	2.28	2.38	2.22	2.16
		% cas <sup>3</sup>	79.8	79.1	78.1	83.2	85.0	88.8	82.8	80.6
Saco de papel	Maíz crudo	PER	2.12	2.31	2.23	2.27	2.06	2.11	2.06	1.92
		% cas <sup>2</sup>	79.1	86.2	83.2	84.7	76.8	78.3	76.8	71.6
	Tortilla	PER	2.29	2.21	2.21	2.37	2.27	2.12	2.16	1.96
		% cas <sup>3</sup>	85.4	82.4	82.4	88.4	84.7	79.1	80.6	73.6

1 PER maíz Opaco-2 inicial: 2.27.

2 PER caseína: 2.86 – valor relativo a caseína.

3 PER caseína: 2.52 – valor relativo a caseína.

Cuadro 2. Contenido de zeína y de nitrógeno no proteico en muestras de maíz Opaco-2 almacenadas durante 6 meses bajo diferentes tratamientos.

Envase	Compuesto nitrogenado	Bromuro de metilo		Phostoxin		Fosfato tricálcico	Hidróxido de calcio	Lindano	Control
		1 vez	c/2 meses	1 vez	c/2 meses				
Saco de brin + Malatión	Zeína <sup>1</sup>	5.42	5.55	5.29	5.33	6.05	6.14	5.88	6.23
	NNP <sup>1</sup>	7.50	7.81	7.27	6.91	6.64	6.77	7.22	7.49
Saco de brin	Zeína	5.30	5.64	6.60	5.81	4.99	4.95	4.79	5.07
	NNP	7.81	6.90	8.67	6.33	6.37	6.76	6.81	10.93
Saco de papel	Zeína	5.84	5.89	5.76	6.06	5.76	6.64	6.59	7.16
	NNP	7.03	6.37	6.68	6.25	6.55	6.41	7.25	11.20

1 Porcentaje del nitrógeno total.

teína del grano. A dosis altas, se ha encontrado que una porción del compuesto fosforado  $\text{PH}_3$  se absorbe irreversiblemente. Berck (2) ha demostrado que, entre los cereales, la proteína del trigo (gluten) absorbe una máxima cantidad de  $\text{PH}_3$ , lo que indica una posible reacción con la proteína.

### Resumen

El propósito del presente estudio fue evaluar la efectividad de tres clases de envases y de 6 tratamientos, en el control del ataque de insectos al maíz Opaco-2. Los envases usados fueron sacos de brin previamente tratados con 2% de Malatión, sacos de brin sin tratamiento y bolsas de papel. Los tratamientos consistieron en: fumigación con bromuro de metilo una vez o cada 2 meses, Phostoxín aplicado una vez o cada 2 meses, fosfato tricálcico, hidróxido de calcio, Lindano, y un testigo. Los sacos fueron almacenados a temperatura ambiente por un período de 6 meses. La evaluación consistió en medir mensualmente el porcentaje de granos picados y el número de gorgojos. A los 6 meses se midió el contenido de ácido úrico en el maíz, así como el contenido de zeína y de nitrógeno no proteico. Asimismo, a los 6 meses se evaluó la calidad proteínica del grano y la de la tortilla preparada de cada muestra. La mejor protección se observó en el maíz almacenado en sacos de brin tratados externamente con Malatión, método que resultó ser muy sencillo y efectivo. El uso de sacos de brin no tratados y de bolsas de papel fue poco efectivo en ambos casos, con resultados muy similares entre sí.

Los tratamientos más efectivos fueron los de las aplicaciones de bromuro de metilo cada 2 meses, los de Phostoxín cada 2 meses, las sales de calcio —es decir, el fosfato tricálcico y el hidróxido de calcio—, y el tratamiento con Lindano.

No se pudo observar ningún efecto de la infestación sobre el valor proteico, aunque se encontró que la tortilla fue siempre de mejor calidad que el maíz. Por otro lado, parece haber una relación negativa entre el ácido úrico y la calidad proteínica. Esta relación se someterá a estudio. No se pudo asociar la cantidad de gorgojos con la concentración de zeína, pero sí se detectó una correlación altamente significativa entre el ácido úrico y el nitrógeno no proteico.

### Literatura citada

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of

the AOAC. 11th Ed. Washington, D. C., The Association, 1970.

2. BERCK, B. Potentiometric determination of phosphine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 16:415-425. 1968.
3. BRESSANI, R. y SCRIMSHAW, N. S. Effect of lime treatment on *in vitro* availability of essential amino acids and solubility of protein fractions in corn. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 6:774-778. 1958.
4. BURSELL, E. The excretion of nitrogen in insects. In: *Advances in insect physiology*. Beament, J. W. L., Treherne, J. E. and Wigglesworth, V. B., Eds. Vol. 4. New York, Academic Press, 1967, pp. 33-67.
5. CLARK, H. E., GLOVER, D. V., BETZ, J. L. y BAILEY, L. B. Nitrogen retention of young men who consumed isonitrogenous diets containing normal, Opaque-2 or Sugary-2 Opaque-2 corn. *Journal of Nutrition* 107:404-411. 1977.
6. DANIEL, V. A., RAJAN, P., SANJEEVARAYA-PPA, K. V., SRINIVASAN, K. S. y SWAMI-NATHAN, M. Effect of insect infestation on the chemical composition and protein efficiency ratio of the proteins of kaffir corn and green gram. *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics* 14:38-42. 1977.
7. HEGSTED, D. M., MILLS, R. C., ELVEHJEM, C. A. y HART, E. B. Choline in the nutrition of chicks. *Journal of Biological Chemistry* 138:459-466. 1941.
8. HENRY, R. J., WINKELMAN, J. W. y CANNON, D. C. *Clinical chemistry, principles and technics*. Hagerstown, Maryland, Harper & Row, Publishers, Inc., 1974.
9. MAJUMDER, S. K. y BANO, A. Toxicity of calcium phosphate to some pests of stored grain. *Nature* 202:1359-1360. 1964.
10. MANNA, L. y HAUGE, S. M. A possible relationship of vitamin  $\text{B}_{12}$  to orotic acid. *Journal of Biological Chemistry* 202:91-96. 1953.
11. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Board of Science and Technology for International Development. Post-harvest food losses in

- developing countries. Washington, D. C. National Academy of Sciences, 1978.
12. ORTEGA, A., de LEON, C., GRANADOS, G. y VASAL, S. K. Disease. Insect interactions in quality protein maize. El Batán, México, CIMMYT, 1971. [CIMMYT Report (178-179)].
13. SWAMINATHAN, M. Effect of insect infestation on weight loss, hygienic condition, acceptability and nutritive value of food-grains. The Indian Journal of Nutrition and Dietetics 14:205-216. 1977.
14. VENKATRAO, S., KRISHNAMURTHY, K., SWAMINATHAN, M. y SUBRAHMANYAN, V. Determination of uric acid in wheat flour infested by *Tribolium castaneum* Duv., using paper chromatography. Cereal Chemistry 37:93-96. 1969.

J. G. BHATT, T. RAMANUJAM, M. R. K. RAO, A. R. S. NATHAN\*

### Resumen

*Los estudios acerca del desarrollo y contenido de nutrimentos en plantas de algodón normales y desyemadas, y aquéllos acerca de los cambios en la actividad de la nitrato-reductasa en diferentes estados fisiológicos, mostraron un patrón común definido en la absorción de los nutrimentos y el desarrollo. Los nutrimentos absorbidos se pierden en cantidades apreciables mediante la emisión de los frutos durante los periodos de floración y belloteo. Dado que el porcentaje de establecimiento de bellotas podría ser incrementado con aplicaciones foliares del ácido naftalen-acético (NAA) y de difosfato de amonio (DAP) durante la más activa fase del crecimiento reproductivo, se propone que la interacción abscisina-auxina y el suministro de nutrimentos, junto con la influencia de los factores ambientales, gobiernan la emisión de las bellotas (belloteo) en algodón.*

### Introduction

**T**he early work lent considerable support to the nutritional theory of boll shedding, i.e. the cotton plant retained only those bolls which could be adequately supplied with carbohydrates and protein constituents for their growth (12, 19, 22). Eaton and Ergle (16) showed that there were no differences in carbohydrate and nitrogen levels during periods of less or heavy shedding. Spraying with sucrose and urea did not decrease shedding. They proposed that the shedding of cotton bolls is controlled by the ratio of leaf mass to the number of developing bolls and that an auxin-inhibiting material produced in developing cotton bolls counterbalanced the auxin produced by the plant causing shedding. Subsequent work showed that abscisic acid produced in the ovary wall of the cotton boll, at certain concentrations, caused shedding during about the first fortnight after anthesis (1, 7).

According to growth models for cotton showing balance sheets of supply and demand for carbohydrates and nitrogen, in a normal field crop boll-growth is limited by photosynthate or nutrients (11, 21). An attempt was therefore made to find out how foliar applications of auxin and nutrients influence boll setting in cotton. It is also known that loss of fruiting bodies due to shedding is compensated by development of new buds on other fruiting branches. To obtain more information on boll shedding, the effects of disbudding on nutrient uptake and changes in sugar content were also studied.

### Material and methods

For studies on the effect of disbudding, plants of variety MCU.5 (*G. hirsutum* L.) were raised in large pots adequately manured and watered regularly. There were two treatments: (1) control (normal plants) and (2) disbudded plants. In plants set aside for disbudding, all incipient buds, when formed, were removed throughout their growth i.e. until all the bolls in control plants were burst. The samples for dry weight determination and chemical

<sup>1</sup> Received for publication 22 September 1980

\* Central Institute for Cotton Research, Regional Station, Coimbatore - 641 003, India.

analysis were taken from normal as well as disbudded plants, when normal plants were in (i) early flowering stage (65 days), (ii) peak flowering (90 days), (iii) early boll bursting (115 days) and (iv) harvesting stage (145 days) i.e. second picking of seed cotton.

For studies on boll setting, the varieties taken were PRS 72, MCU.5 (both *Gossypium hirsutum* L.) and Suvin (*Gossypium barbadense* L.). The treatments were (1) control (untreated) (2) naphthalene acetic acid (NAA) and (3) diammonium phosphate (DAP). There were 10 pots per treatment. An aqueous solution of NAA 10 parts per million was sprayed at the rate of 40 ml per plant after about 10 flowers were formed and the treatment repeated after 3 weeks. One per cent aqueous solution of DAP was sprayed in the same manner as NAA. The observations on number of buds and bolls shed were recorded daily. The experiment was conducted in the net-house from mid-August to February.

Nitrogen and phosphorus were estimated according to standard colorimetric procedures. Total sugars were estimated by Somogyi's method (33). The results in Figure 1 are expressed on per plant basis. The procedure of Eckerson (18) was followed for nitrate reductase activity which is expressed as mg of nitrate nitrogen per 100 g fresh weight of tissue.

For further studies a short duration variety C-1412 (*G. hirsutum* L.) was raised in the field under rainfed conditions. With the onset of north-east monsoon, the crop was sown in the first week of October and harvested by mid-February. The experiment was designed on randomised blocks, with a plot size of 6.3 m x 3.6 m per treatment. There were three replicates. The treatments were (1) control, (2) water spray, (3) NAA 20 ppm, (4) DAP 3%, and (5) NAA followed by DAP. The spray fluid was applied at the rate of 800 litres per hectare during the afternoons. For the fifth treatment, after the first application of NAA, DAP was sprayed after an interval of 10 days. The second application of NAA was therefore given after 20 days (of the first application) and followed by the second application of DAP after 10 days. The second and the third treatments were given in the same manner as in the pot experiment. The observations on shed fruiting forms, boll number and yield of seed cotton were recorded on six plants randomly selected per treatment in each replicate.

The bolling period for effective applications of the treatments was from the 80th day after germination to the 120th day for vars. MCU.5 and Suvin and from the 60th to the 90th day for vars. PRS 72 and C 1412.

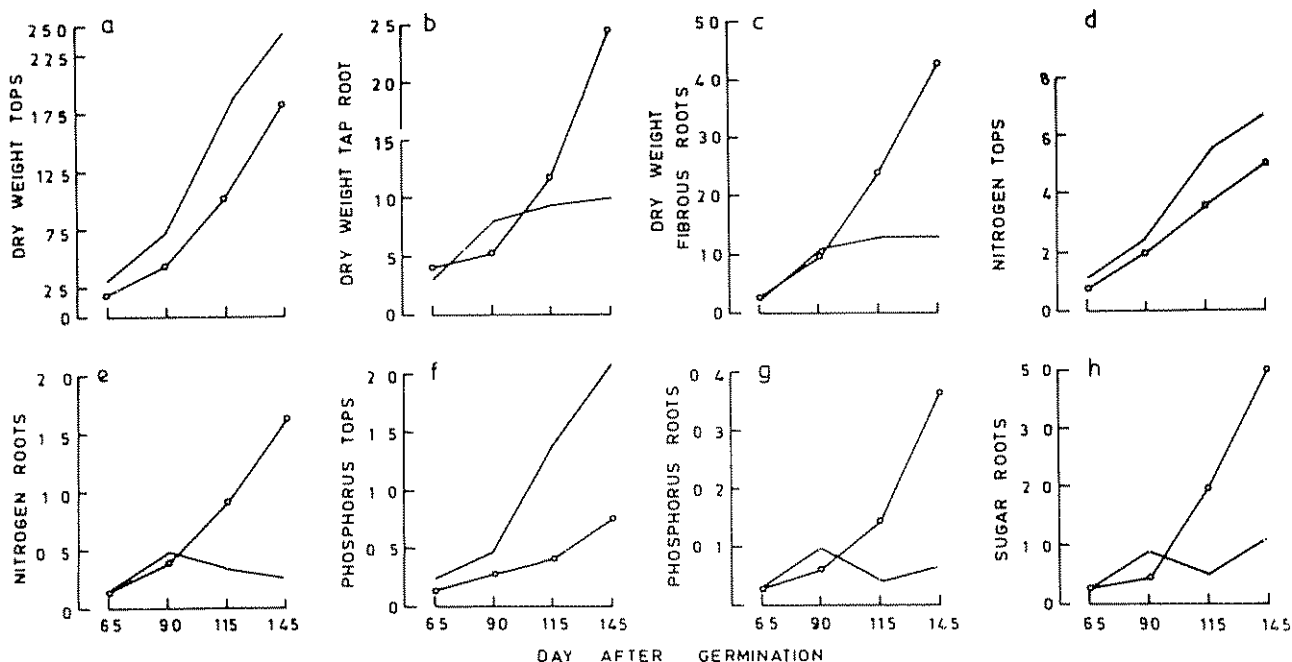


Fig. 1. Accumulation of dry matter, nitrogen phosphorus and sugar content in normal and disbudded plants. The continuous lines indicate normal plants, whereas lines joined by open circles indicate disbudded plants

### Results and discussion

#### Effect of disbudding on dry matter, nitrogen and phosphorus contents

It will be seen from Figure 1a that the normal plants accumulated dry matter at a faster rate than the disbudded plants and had much higher dry weight at maturity. The growth of roots in normal plants practically ceased after the peak flowering stage, whereas in treated plants there was a steep rise in dry weight (Figures 1b and c). In earlier experiments disbudding was resorted to at certain stages and for a limited period with a view to improve yield and it was found that disbudded plants had a higher dry weight of their aerial parts (10, 13, 14, 15, 20, 32). In the present experiments, the dry weight of aerial parts of the disbudded plants was sufficiently lower than the control, whereas the weight of roots was much higher. It will also be seen that the total dry weight (including tops and roots) of disbudded and control plants was practically the same. This may be attributed to continuous disbudding which promoted excessive development of the root system.

The total nitrogen content of the aerial parts of the control plants was higher than that of the

disbudded plants at maturity (Figure 1 d). The roots of disbudded plants, on the contrary, contained more nitrogen (Figure 1 a). The results are in variance with those of Dale (10) because of differences in dry weight. Compared with nitrogen, total phosphorus content of the aerial parts of the control plants was much higher due to its entry into seeds. Like nitrogen, the roots of disbudded plants had very high levels of phosphorus after the peak flowering stage (Figures 1 f & g).

#### Loss of nutrients through boll shedding and retention of bolls as effected by nutrient/hormone sprays

Physiologically shed bolls of MCU 5 had per g dry weight 10 mg less nitrogen than normal bolls. In Suvin the losses were less than half for 3 to 5 day old bolls showed the same trend as MCU 5 (Table 1). On an average the shed bolls of MCU 5 contained 1.66 mg/g of phosphorus compared with 2.37 mg/g in normal bolls. The 3 day old shed bolls of Suvin represented a comparatively higher loss of phosphorus than those of MCU 5. The normal 5 and 10 day old bolls had higher phosphorus content and the quantities lost through shedding were also higher (Table 2).

Table 1. Nitrogen mg/g dry weight of bolls.

Variety	Days after anthesis					
	3		5		10	
	Normal	Shed	Normal	Shed	Normal	Shed
MCU 5	29.4	19.7	30.5	20.4	31.9	20.6
Suvin	27.0	11.5	26.2	11.0	26.6	16.3

Table 2. Phosphorus mg/g dry weight of bolls.

Variety	Days after anthesis					
	3		5		10	
	Normal	Shed	Normal	Shed	Normal	Shed
MCU 5	2.28	1.76	2.39	1.47	2.45	1.75
Suvin	1.87	1.49	3.92	2.00	3.91	2.69

It will be seen from Table 3 that there was a considerable increase in retention of bolls in the three varieties treated with naphthalene acetic acid. The increase was slightly more in plants sprayed with diammonium phosphate. Both the treatments caused reduction in shedding due to physiological causes. The increase in yield of seed cotton through increase in the number of bolls set by naphthalene acetic acid had long been reported by Bhatt and Date (3) in *G. arboreum* cotton and subsequently confirmed by Negi and Avatar Singh (26) and Bhardwaj and Santhanam (2) in *G. hirsutum* cottons. The earlier negative report on the effects of naphthalene acetic acid on *G. hirsutum* cotton appears to be due to inadequate information then available about precautions to be taken to spray the hormone and comparatively higher susceptibility of American cottons to boll worms (4). However, further work by Bhatt (6) showed how *G. hirsutum* and *G. barbadense* cottons respond favourably to naphthalene acetic acid when proper precautions are taken at the time of applications. This was followed by a number of confirmatory reports on increase in number of bolls and ultimately the yield of seed cotton through naphthalene acetic acid in *G. hirsutum* cottons by Mukharji (24), Padaki *et al.* (27), Chowdappan and Morachan (9), Sankaran and Balasubramanian (3), Murty *et al.* (25), Rao *et al.* (28) and Chaudhari and Bathkal (8).

Varma (34) observed in *G. hirsutum* cotton that abscisic acid applied exogenously, either to intact flower buds/bolls or boll explants, promoted their abscission. Naphthalene acetic acid not only reduced abscission but also could eliminate completely the promotive effect of abscisic acid on abscission.

Environmental stresses raise abscisic acid levels in plants (23). The external applications of growth regulators would therefore help reduce abscisic acid level and regulate growth.

Foliar applications of low concentration sprays of diammonium phosphate during flowering and bolling in *G. hirsutum* cotton have been found to retain a higher number of bolls and increase the yield of seed cotton (5). Sato (31) showed how foliar application of phosphorus accelerates nutrient uptake and improves growth due to a higher rate of carbon assimilation.

The results of hormone/nutrient applications were further confirmed under field conditions. It will be seen from Table 4 that both NAA and DAP were equally effective in reducing physiological shedding and retaining more bolls. When NAA was followed by DAP there was further reduction in shedding and increase in boll setting. These treatments not only increased the boll weight but enhanced the yield of seed cotton also.

A comparison of the patterns of root and shoot growth showed that after the peak flowering stage, the growth of roots of the normal plants practically ceased followed by a steep rise in dry weight of the roots of disbudded plants. At this stage not only nitrogen but phosphorus content of the roots of normal plants also showed a downward trend. It was interesting to note that on per plant basis sugar content of the roots of the normal plants decreased from peak flowering onwards with a rise in sugar content of disbudded plants (Figure 1 h). Eaton and Joham (17) have shown that nutrient uptake in

Table 3. Number of fruiting forms shed and the number of bolls retained per plant.

Variety	Treatment	Shed due to pest attack	Shed due to physiological causes	Intact bolls
PRS 72	Control	16	22	12
	NAA	15	17	19
	DAP	15	17	20
MCU 5	Control	20	24	16
	NAA	16	20	26
	DAP	16	18	28
SUVIN	Control	18	30	20
	NAA	26	18	24
	DAP	14	24	24

Table 4. Number of fruiting forms shed per plant and yield characters in var. C. 1412 (*G. hirsutum*).

Treatment	Shed due to pest attack	Shed due to physiological causes	Bolls per plant	Boll weight, g (seed cotton)	Yield per plant, g	Yield per plot, g
Control	5.3	6.1	4.0	2.50	10.40	204.3
Water spray	5.5	6.0	4.0	2.47	13.03	261.6
NAA	5.0	3.4	7.4	2.87	21.53	385.0
DAP	4.8	3.2	7.1	2.90	20.20	470.8
NAA alternated with DAP	5.0	2.5	8.5	3.03	25.67	620.8
C. D. at 5%				0.504	10.65	219.8

cotton is slowed down after the peak flowering stage because of less quantities of sugars translocated to roots as the developing bolls are a major sink for the utilisation of carbohydrates. In their studies on translocation of labelled sucrose Sabbe and Cathey (29) detected radio-activity in the roots of the cotton plant during vegetative growth whereas during flowering and bolling the label was concentrated more in the fruiting parts. In the present experiment, when plants were prevented from entering into the reproductive phase, their root growth was accelerated. The mean length and girth of the tap roots of disbudded plants were 216 cm and 2.8 cm as compared with 120 cm and 1.4 cm respectively, in the normal plants.

It will be seen from Table 5 that nitrate reductase activity in the roots of the normal plants was maximum at initial flowering, decreased at subsequent stages and was quite low when the plants were ready for the first picking of seed cotton. In disbudded plants the activity was comparatively higher in fibrous roots at initial flowering and in main roots during peak flowering. It is also known that maximum absorption of nutrients takes place during

peak flowering and bolling. The cotton plant also loses the maximum number of bolls through physiological shedding and pest attack during these stages resulting in considerable losses of the absorbed nutrients. Dale (10) found that disbudding for 13 weeks had an adverse effect on yield; for although more bolls were set on treated plants than on controls, these were small and of little commercial value. It would thus be seen that during reproductive phase the period between first bloom and opening of the first boll is the most crucial when auxin-abscisic balance as well as nutrient availability determine boll retention. Therefore not only auxin sprays but nutrient sprays also help retain more number of bolls during this period (Tables 3 and 4). Even during peak flowering nitrate reductase activity was half of that recorded at initial flowering indicating less turnover of nitrogen. It is interesting to note, in this context, that even in disbudded plants the activity of nitrate reductase was more or less the same as in normal plants, indicating a definite common pattern during different stages of growth.

The setting and shedding of bolls by the cotton plant is therefore governed by both auxin-abscisic

Table 5. Nitrate reductase activity in var. MCU.5.

	Main root		Fibrous roots	
	Control	Disbudded	Control	Disbudded
Initial flowering	0.650	0.675	0.550	0.770
Peak flowering	0.290	0.500	0.290	0.300
Early boll opening	0.200	0.250	0.170	0.170
First picking	0.125	0.125	0.050	0.086



interaction and nutrient supply during its active phase of reproductive growth. These two processes, which are complementary, operate in differing degrees depending upon weather and soil factors during crop growth, and together determine the number of bolls set or shed.

#### Literature cited

1. ADDICOTT, F. T. and LYON, J. L. Physiology of abscisic acid and related substances. *Annual Review of Plant Physiology* 20:139-164. 1969.
2. BHARDWAJ, S. N. and SANTHANAM, V. Physiological studies on bud and boll shedding in cotton. *Indian Cotton Growing Review* 16:203-212. 1962.
3. BHATT, J. G. and DATE, R. V. Effect of  $\alpha$ -naphthalene acetic acid on yield of Indian Cotton. *Nature (London)* 175:44. 1955.
4. BHATT, J. G. Differential behaviour in yield of American and Desi cotton varieties in Malwa tract to treatment with several plant hormones. *Indian Cotton Growing Review* 12:80-82. 1958.
5. BHATT, J. G. For rainfed cottons: Low concentration sprays of diammonium phosphate. *Indian Farming* 25:20. 1975.
6. BHATT, J. G. Low concentration sprays of naphthalene acetic acid for more cotton. *Indian Farming* 17:12. 1972.
7. CARNS, H. R. Abscission and its control. *Annual Review of Plant Physiology* 17:295-314. 1966.
8. CHAUDHARI, C. S. and BATHKAL, B. G. Response of cotton to combined spray of hormones and N and K. *Indian Journal of Agricultural Research* 11:19-24. 1977.
9. CHOWDAPPAN, S. R. and MORACHAN, Y. Reducing boll shedding in cotton by treating with 'Planofix'. *Madras Agriculture Journal* 62:159-160. 1975.
10. DALE, J. E. Some effects of the continuous removal of floral buds and the growth of the cotton plant. *Annals of Botany* 23:636-649. 1959.
11. DUNCAN, W. G. SIMCOT: A simulator of cotton growth and yield. In *proc. Workshop on Tree Growth Dynamics and Modeling*. Duke Univ., Oct. 1971, ed. C. MURPHY *et al.* pp. 115-118. 1972.
12. EATON, F. M. Assimilation-respiration balance as related to length of day reactions of soybeans. *Botanical Gazette* 77:311-321. 1924.
13. EATON, F. M. Early defloration as a method of increasing cotton yields and the relation of fruitfulness to fibre and boll characters. *Journal of Agricultural Research* 42:447-462. 1931-a.
14. EATON, F. M. Root development as related to character of growth and fruitfulness of the cotton plant. *Journal of Agricultural Research* 43:875-883. 1931-b.
15. EATON, F. M. and ERGLE, D. R. Fibre properties and carbohydrate and nitrogen levels of cotton plants as influenced by moisture supply and fruitfulness. *Plant Physiology* 27:541-562. 1952.
16. EATON, F. M. and ERGLE, D. R. The nutritional interpretation of boll shedding in cotton: Seasonal trends in carbohydrate and nitrogen levels and effects of girdling and spraying with sucrose and urea. *Plant Physiology* 28:503-520. 1953.
17. EATON, F. M. and JOHAM, H. E. Sugar movement to the roots, mineral uptake and the growth cycle of the cotton plant. *Plant Physiology* 19:507-518. 1944.
18. ECKERSON, S. H. Influence of phosphorus deficiency on metabolism of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Contribution from Boyce Thompson Institute* 3:197-217. 1931.
19. EWING, E. C. A study of certain environmental factors and varietal differences influencing the fruiting of cotton. *Mississippi Agricultural Experimental Station Bulletin* No. 8. 1918.
20. HAMNAR, A. L. *Mississippi Agricultural Experimental Station Bulletin* No. 360. 1941.
21. JONES, J. W., HESKETH, J. D., KRAMPRATH, E. J. and BOWEN, H. D. Development of a nitrogen balance for cotton growth models

- a first approximation. *Crop Science* 14:541-546. 1974.
22. MASON, T. G. and PHILLIS, E. A tentative account of the movement of food materials during the development of the cotton plant. *Empire Cotton Growing Review* 9:121-124. 1934.
23. MILBORROW, B. V. The chemistry and physiology of abscisic acid. *Annual Review of Plant Physiology* 25:259-307. 1974.
24. MUKHARJI, S. K. Effect of hormonal chemicals on yield of cotton in West Bengal. *Cotton Development* 3:27-29. 1973.
25. MURTY, P. S. S., RAJU, D. N. and RAO, G. V. H. Effect of plant growth regulators on flower and boll drop in cotton. *Food, Farming and Agriculture* 7:9-12. 1976.
26. NAGI, L. S. and AVATAR SINGH. A preliminary study on the effect of some hormones on yield of cotton. *Indian Cotton Growing Review* 10:153-156. 1956.
27. PADAKI, G. R., DHANANJAYA RAO, V., RAMAMURTHY, A. K. and ROSOAL, S. 'Planofix' for enhanced cotton yield. *Cotton Development* 4:9-14. 1974.
28. RAO, G. G., KORADDI, V. R. and SHRIDHARA, H. Effect of 'Planofix' (NAA) spray on reinfed cotton (*G. hirsutum*). *Current Research* 5:34-35. 1976.
29. SABBE, W. E. and CATHEY, G. W. Translocation of labelled sucrose from selected cotton leaves. *Agronomy Journal* 61:436-438. 1969.
30. SANKARAN, S. and BALASUBRAMANIAN, N. Effect of 'Planofix' and fruitofix on MCU.5 cotton. *Madras Agriculture Journal* 62:226-227. 1975.
31. SATO, K. Increasing the efficiency of soil applied phosphatic fertilizer by foliar spray of phosphorus. (In recent advances in Plant-nutrition. Gargan and Breach Science Publication, New York). 1971.
32. SINGH, N. B., and CHOUDHRI, R. S. The role of 'deflowering' in cotton production. *Empire Cotton Growing Review* 14:126-133. 1937.
33. SOMOGYI, M. A new reagent for the determination of sugars. *Journal of Biological Chemistry* 61:160. 1945.
34. VARMA, S. K. Role of abscisic acid in the phenomena of abscission of flower buds and bolls of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and its reversal with other plant regulators. *Biologia Plantarum* 18:421-428. 1976.

## Reseña de libros

BUTLER, B. E. Soil Classification for Soil Survey. Oxford University Press. England. 1980. 129 p.

El autor, distinguido especialista en edafología, con amplia experiencia en el reconocimiento y mapeación de suelos de Australia pretende, en este pequeño volumen, desarrollar un procedimiento relativamente sencillo para elaborar una clasificación de suelos aplicable a una área particular que se esté reconociendo y mapeando, y que a la vez pueda relacionarse con una clasificación regional o nacional, de manera que se facilite el intercambio de experiencias y resultados experimentales.

En el primer capítulo de la obra se analizan los diversos aspectos conectados con la naturaleza de un reconocimiento de suelos; se comienza por establecer un principio que puede parecer elemental y casi obvio, pero que se olvida más de las veces de lo que fuera de desearse: el de que antes de comenzar un trabajo de esa naturaleza se debe clarificar el propósito para el cual se va a hacer el mapa de suelos; "la primera obligación del reconocedor de suelos, dice el autor, es confirmar que uno o más grupos importantes de usuarios de la región, necesitan conocer la distribución de diferentes clases de suelos dentro del área que interesa." Partiendo así del hecho de que hay un problema específico, el reconocedor tratará de determinar cuáles propiedades o aspectos del comportamiento del suelo están causando el problema o tienen relación con él; éstas serán las propiedades útiles o importantes de separar y localizar. No sería lógico, por ejemplo, que luego de hacer una mapeación compleja y detallada de los suelos, se descubriera que la dificultad con que se enfrentan los usuarios se deriva únicamente del exceso de acidez de los suelos, la cual podría haberse "mapeado" independientemente en un tiempo mucho más reducido, con menos trabajo y menos costo. A la vez, el reconocedor debe aceptar sus propias limitaciones y tener plena conciencia de que él no está tratando de resolver el problema (pues esta es la labor de agrónomos, ingenieros o veterinarios), sino que apenas se espera que determine la distribución dentro del área de las propiedades del suelo que afectan la situación, las registre o anote y las presente utilizando

un mapa de clasificación y su leyenda respectiva. Su papel, por lo tanto, es el de predecir o, más claro, el de suministrar una herramienta para que los encargados de solucionar los problemas puedan informarse sobre las condiciones de los suelos en el área, sin tener que ir al campo a determinarlas.

La clasificación u ordenación de individuos en grupos diferenciados, con características importantes para los usuarios, es por lo tanto, la base del reconocimiento. Para llevarlo a cabo se comienza por revisar las condiciones generales del área del proyecto: su topografía, geología, ecología y los estudios de suelos que se hayan llevado a cabo; se le da especial importancia al "problema" y su relación con un suelo determinado o con otros factores locales; luego se genera una lista provisional de clases de suelos para el área del proyecto, a través de las observaciones en numerosos puntos, de las similitudes y diferencias en las propiedades que se han seleccionado como importantes; esta lista se confronta con una muestra del conjunto total de datos de propiedades de los perfiles en el área, para ir asignando los diferentes suelos a las clases propuestas, las cuales luego se comparan para estar seguros de que ellas son diferentes unas de otras y están asociadas con propiedades importantes y muy particularmente con los factores de suelo relacionados con el "problema". A través de pruebas empíricas se refinan las clases suprimiendo unas, juntando otras, teniendo siempre en mente la utilidad para los usuarios, del mapa final de suelos.

Este procedimiento esquematizado en los párrafos anteriores, se explica paso a paso en el libro que comentamos en forma suficientemente detallada para permitir su utilización efectiva hasta desembocar en la preparación de la clave final de clasificación y la tabulación de la leyenda o explicación que acompaña al mapa de suelos.

En el capítulo final se describen varios de los más conocidos sistemas de clasificación a nivel nacional o mundial, con el propósito, sin duda, de contribuir a darle perspectiva a los reconocimientos locales los cuales tienen que ser susceptibles de compararse con los realizados en otras latitudes, a través de su inserción en esquemas más amplios.

El pequeño volumen incluye una bibliografía aceptable y sendos índices por autor y por materia.

FERNANDO SUAREZ DE CASTRO  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA  
SAN JOSE, COSTA RICA

# EVALUACION DE NEMATICIDAS PARA EL COMBATE DE *Meloidogyne incognita* EN DOS CULTIVARES DE *Apium graveolens*<sup>1</sup>

RODRIGO RIVERA B.\*  
ROGER LOPEZ CH.\*

## Abstract

The effects of aldicarb, carbofuran, ethoprop, phenamiphos and fensulfotion, at rates of 4, 5, 7, 5 and 4 kg a.i./ha, respectively, on the yield and other characteristics of celery, cv. 5204 and Dwarf, were evaluated on an alluvial soil infested with a low initial population density of *Meloidogyne incognita* at the Ujarrás Valley, Costa Rica. Aldicarb, phenamiphos and carbofuran significantly increased the yield of 'Dwarf' as compared to the control. There were no significant effects of the chemicals on the plant height and appearance on both cultivars, but they significantly reduced the root-knot index caused by *M. incognita*, except fensulfotion on '5204' and ethoprop on 'Dwarf'. The root-knot index was significantly higher on the '5204' than on the 'Dwarf' cultivar. Population densities of free living nematodes and *M. incognita* larvae were low in soil 44 days after transplanting and increased a little at harvest time, but without reaching the same densities present before nematicides application.

## Introducción

El apio (*Apium graveolens* L.) es afectado por diversos organismos patógenos entre los que se encuentran los nematodos formadores de nódulos radicales, en particular la especie *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, la que tiene una amplia distribución geográfica y gama de hospedantes (4, 7). Por otra parte, el combate químico de nematodos es una práctica eficaz para disminuir las pérdidas causadas por estos parásitos, aunque su asociación con la siembra de cultivares resistentes y la rotación de cultivos podría ser considerada como el sistema de combate más eficaz (9).

La zona del Valle de Ujarrás en la provincia de Cartago, Costa Rica, se caracteriza por ser un área agrícola donde la producción de apio constituye una fuente importante de ingresos y trabajo para los agricultores. En esta área el ataque de *M. incognita*

es particularmente frecuente en el cultivo, por lo que se consideró importante, dada la carencia de información local, evaluar la eficacia de cinco nematicidas granulados en el combate de esta especie en dos cultivares de apio, y sus efectos en el rendimiento y otras características de los mismos. Los resultados obtenidos son descritos a continuación.

## Materiales y métodos

Se hizo un experimento para el combate químico de *M. incognita* en el Valle de Ujarrás, provincia de Cartago, Costa Rica. Esta zona tiene una altitud de 1014 msnm, una precipitación promedio anual de 2009 mm y una temperatura promedio de 20.4°C. El suelo del área experimental era de origen aluvial, topografía plana, y tenía 67.4, 8.8, 23.8 y 8.7% de arena, limo, arcilla y materia orgánica, respectivamente. El pH era de 5.4.

Se evaluaron los nematicidas aldicarb (Temik 10% G), carbofuran (Furadan 5% G), etoprop (Mocap 5% G), fenamifos (Nemacur 5% G) y fensulfotion (Terracur 5%G), en dosis de 4, 5, 7, 5 y 5 kg ia/ha, respectivamente, en dos cultivares de apio blanco, el '5204' y

<sup>1</sup> Recibido para su publicación el 17 agosto de 1981

\* Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

el 'Dwarf', ambos del tipo Golden Self Blanching. Los productos fueron distribuidos sobre toda la parcela inmediatamente antes del trasplante, e incorporados a 10 cm de profundidad con un rastrillo. Cada parcela tenía 3 m de largo y 1.25 m de ancho (3.75 m<sup>2</sup>), y en cada una se trasplantaron 40 plantas, en cuatro hileras. Se utilizó distancias de siembra de 30 cm entre hileras y 24 cm entre plantas. La parcela efectiva se localizó en el centro de cada parcela total, y estuvo compuesta por 16 plantas. Existió una separación de 30 cm entre parcelas totales. Para la evaluación se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con cinco repeticiones en el que los cultivares fueron las parcelas grandes y los nematocidas las parcelas pequeñas.

Las prácticas de cultivo de fertilización, desyerbas y aspersión de fungicidas para el combate de patógenos foliares fueron las usualmente utilizadas en la zona.

Con el fin de evaluar el efecto de los nematocidas sobre los nematodos fitoparásitos y de vida libre, así como la variación cronológica de sus densidades, se tomó muestras de suelo en tres oportunidades, la primera inmediatamente antes del trasplante y las otras dos a los 44 y 116 días después del trasplante. Para esto, en cada parcela y oportunidad, se tomó suelo de cinco puntos, colocados uno al centro y los otros cuatro a 20 cm de cada vértice de la parcela. En el laboratorio las muestras fueron homogeneizadas y cuarteadas hasta obtener submuestras de 100 cc, las que fueron procesadas por el método de centrifugación en solución azucarada (1); los nematodos fueron recogidos en platillos siracusa y luego identificados y contados bajo un microscopio estereoscópico a 45X.

Se hizo evaluaciones subjetivas de la apariencia de las plantas a los 60 y 75 días después del trasplante, para lo que se utilizó una escala donde 1 = crecimiento pobre; 2 = regular; 3 = bueno; 4 = muy bueno, y 5 = crecimiento excelente. Los valores promedio de ambas evaluaciones son los que se presentan en los resultados. Al hacer esta evaluación se consideró factores tales como color y tamaño de las hojas, color del tallo y forma de las hojas, grosor de las plantas e incidencia de *Septoria apii* y *Cercospora apii*.

También se evaluó la altura de las plantas dos semanas antes de la cosecha, en 8 plantas escogidas al azar dentro del grupo de 16 que formaban la parcela efectiva, y se escogió al azar 8 sistemas radicales y se hizo una evaluación del índice de nódulos radicales, de acuerdo con la siguiente escala: 1 = 0; 2 = 1-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%, y 5 = 76-100% de las raíces

con agallas o nódulos causados por el ataque de *M. incognita*.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, los datos de los recuentos de nematodos de vida libre y de larvas de *M. incognita* fueron transformados sistemáticamente en  $(X + 1)^{1/2}$  para su análisis. Los valores promedio de los tratamientos para cada variable evaluada fueron comparados entre sí mediante la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

### Resultados

Los valores promedio del rendimiento, la altura y la evaluación subjetiva de la apariencia de las plantas se presenta en el Cuadro 1. No hubo diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de estas tres variables, o entre cultivares en el rendimiento y la altura de las plantas; se encontró que el valor promedio de la apariencia del cultivar '5204' fue significativamente mayor que el del 'Dwarf'. Al hacer el desglose de la interacción cultivares X nematocidas se encontró que el aldicarb, el fenamifos y el carbofuran incrementaron significativamente el rendimiento del cultivar 'Dwarf' en comparación con el respectivo testigo.

En cuanto a la altura, se encontró que en el cultivar '5204' el fensulfotion la redujo significativamente en comparación con el etoprop, el aldicarb y el fenamifos. Finalmente, el valor promedio de la apariencia de las plantas del cultivar '5204' en parcelas tratadas con fensulfotion fue significativamente menor que el obtenido en parcelas tratadas con carbofuran, mientras que en el 'Dwarf' el valor promedio en parcelas tratadas con etoprop fue significativamente inferior al obtenido en las tratadas con fensulfotion y en las testigo.

En el Cuadro 2 se presentan las densidades promedio de larvas de *M. incognita* en los tres recuentos efectuados. En ninguno de ellos hubo diferencia significativa alguna al comparar entre sí a los cultivares o los diversos tratamientos nematocidas. Al desglosar la interacción cultivares X nematocidas se encontró que en el segundo recuento, y en el caso del cultivar '5204', hubo significativamente menos larvas en parcelas tratadas con etoprop que en las tratadas con fensulfotion, fenamifos y en las testigos. En el tercer recuento se encontró que en el cultivar '5204' hubo significativamente menos larvas en parcelas tratadas con carbofuran que en las testigo o en las tratadas con fensulfotion.

Cuadro 1. Valores promedio del rendimiento, la altura y la apariencia de plantas de dos cultivares de apio en la evaluación de cinco nematicidas en Ujarrás de Cartago.

Nematicidas	RENDIMIENTO (kg/ha)			ALTURA (cm)			APARIENCIA*		
	Cultivares		Promedio de Nematicidas**	Cultivares		Promedio de Nematicidas**	Cultivares		Promedio de Nematicidas**
	5204	Dwarf		5204	Dwarf		5204	Dwarf	
Testigo	90 024 c***	72 320 a	81 173 A	55 8 ab	53 6 ab	54 7 A	2 79 cd	2 73 bcd	2 76 A
Aldicarb	90 880 c	85 547 bc	88 213 A	56 2 b	53 6 ab	54 9 A	2 72 bcd	2 33 ab	2 53 A
Etoprop	83 200 abc	80 213 abc	82 133 A	57 2 b	53 8 b	55 5 A	2 86 cd	2 26 a	2 56 A
Fensulfotion	88 960 c	75 307 ab	81 707 A	52 2 a	54 6 ab	53 4 A	2 46 abc	2 73 bcd	2 59 A
Fenamifos	80 640 abc	87 040 bc	83 840 A	56 4 b	54 4 b	55 4 A	2 73 bcd	2 59 abc	2 66 A
Carbofuran	89 813 c	87 680 bc	88 747 A	55 6 ab	56 6 b	56 1 A	3 12 d	2 59 abc	2 86 A
Promedio de cultivares****	87 253 a	81 280 a	55 6 a	54 4 a			2 78 a	2 54 a	

\* La apariencia se basó en una escala visual donde 1 = crecimiento pobre; 2 = regular; 3 = bueno; 4 = muy bueno y 5 = excelente.

\*\* Promedio de diez observaciones. Promedios en una misma columna seguidos por una misma letra mayúscula no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.05).

\*\*\* Promedio de cinco repeticiones. Promedios en ambas columnas, para cada variable, seguidos por una misma letra minúscula no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.05).

\*\*\*\* Promedio de 30 observaciones. Promedios seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.5).

Los valores promedio del índice de nódulos radicales se presentan en el Cuadro 3. Se encontró que el cultivar 'Dwarf' tuvo un valor significativamente menor que el del '5204'. Al evaluar los nematicidas se encontró que todos ellos, excepto el fensulfotion, redujeron significativamente este índice en comparación con el testigo. También hubo algunas diferencias al comparar entre sí a los nematicidas. Al hacer el desglose de la interacción cultivares X nematicidas se encontró que en el caso del cultivar '5204' los nematicidas, a excepción del fensulfotion, redujeron significativamente este índice en comparación con el testigo. Con el 'Dwarf', se encontró algo similar, excepto que en este caso fue el etoprop el que no redujo significativamente el valor de este índice. Con ambos cultivares, y al comparar entre sí los diferentes nematicidas, se encontró algunas diferencias significativas entre ellos.

Finalmente, en el Cuadro 4, se presentan las densidades de los nematodos de vida libre en los tres recuentos efectuados. No hubo diferencias significativas en ninguno de ellos al comparar entre sí los cultivares o los diversos tratamientos nematicidas. En el segundo recuento, y al estudiar la interacción cultivares X nematicidas, se encontró significativa-

mente más nematodos en parcelas del cultivar '5204' tratadas con fensulfotion que en las tratadas con etoprop. En parcelas del cultivar 'Dwarf' tratadas con este último producto hubo significativamente más larvas que en las tratadas con aldicarb.

En el tercer recuento, y al estudiar nuevamente la interacción cultivares X nematicidas, hubo significativamente más nematodos de vida libre en las parcelas testigo del cultivar '5204' que en las tratadas con etoprop o con carbofuran.

### Discusión

La interpretación de los resultados obtenidos en esta investigación indujo a concluir que los nematicidas aldicarb, carbofuran y fenamifos aumentaron de manera ostensible y significativa el rendimiento del cultivo 'Dwarf', no así el del '5204'.

Estos resultados concuerdan, al menos en forma parcial, con los obtenidos por otros autores (3, 5, 6), quienes han encontrado que estos productos son eficaces en el combate de nematodos y promueven

Cuadro 2. Variación cronológica de la densidad de larvas de *Meloidogyne incognita* en la evaluación del efecto de cinco nematicidas en dos cultivares de apio.

Nematicidas	Larvas/100 cc de suelo								
	Primer recuento			Segundo recuento			Tercer recuento		
	Cultivares	Promedio de Nematicidas		Cultivares	Promedio de Nematicidas	Cultivares	Promedio de Nematicidas		
	5204	Dwarf		5204	Dwarf	5204	Dwarf		
Testigo	4 a**	10 ab	7 A***	3 bcd	2 abcd	2 A	10 bc	6 abc	8 A
Aldicarb	4 a	14 b	9 A	2 abcd	2 abcd	2 A	6 abc	8 abc	7 A
Etoprop	7 ab	8 ab	7 A	1 a	2 abcd	2 A	5 abc	6 abc	5 A
Fensulfotion	8 ab	10 ab	9 A	4 cd	1 ab	2 A	11 c	4 ab	7 A
Fenamifos	9 ab	13 ab	11 A	4 cd	2 abcd	3 A	7 abc	3 a	5 A
Carbofuran	12 ab	15 b	13 A	2 abc	2 abc	2 A	2 a	4 ab	3 A
Promedio de cultivares	7 a****	12 a		2 a	2 a		6 a	5 a	

\* Primer recuento hecho inmediatamente antes del trasplante. El segundo y tercer recuento fueron hechos 44 y 116 días después del trasplante, respectivamente.

\*\* Promedio de cinco repeticiones. Promedios en ambas columnas, para cada recuento, seguidos por una misma letra, no difieren significativamente entre sí (Duncan,  $P = 0.05$ ).

\*\*\* Promedio de diez observaciones. Promedio en una misma columna, seguidos por una misma letra mayúscula, no difieren entre sí (Duncan,  $P = 0.05$ ).

\*\*\*\* Promedio de treinta observaciones. Promedios seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan,  $P = 0.05$ ).

un mayor rendimiento de los cultivos. En nuestro caso el producto que dio resultados más consistentes fue el aldicarb, ya que causó un leve incremento del rendimiento del cultivar '5204' y uno apreciable del 'Dwarf', mientras que los otros dos productos, si bien produjeron rendimientos de mayor cuantía en el 'Dwarf' tuvieron rendimientos inferiores al testigo respectivo en el '5204'. Por otra parte, y a pesar de que las diferencias no fueron estadísticamente significativas, el etoprop y el fenamifos produjeron rendimientos en el cultivar '5204' apreciablemente menores que el testigo, lo que sugiere que ambos productos causaron un efecto tóxico en este cultivar.

A comparar el rendimiento de los dos cultivares se encontró que el '5204' produjo más que el 'Dwarf', a pesar de que el valor del índice de nódulos radicales fue mayor en el primero que en el segundo. Dado que este índice, se supone, refleja la severidad del ataque de los nematodos formadores de nódulos, debería haberse obtenido resultados inversos. Sin embargo, y de acuerdo con el criterio utilizado actualmente (2), se puede decir que el cultivar '5204' fue más

susceptible que el 'Dwarf' al ataque de *M. incognita* pero que a su vez fue más tolerante que éste. Esta última aseveración concuerda con lo manifestado por Tyler (8), según lo cual el apio es un cultivo productivo pese a ser afectado por *M. incognita*. La diferencia en rendimiento entre ambos cultivares podría también no deberse al ataque de los nematodos al menos en parte, y podría ser atribuido entonces a las otras diferencias genéticas que tienen estos dos cultivares.

En cuanto a la apariencia de las plantas se encontró que el cultivar '5204' tuvo un valor promedio de este índice significativamente mayor que el del 'Dwarf', debido probablemente a su porte más alto y vigoroso; también podría ser que este cultivar fuera menos susceptible al ataque de patógenos foliares y que esto se tradujera en menor área foliar necrosada y por ende en una menor apariencia.

En todo caso parece conveniente mejorar el sistema de evaluación de la apariencia, ya que esto podría constituirse en un nuevo criterio de selección del cul-

Cuadro 3. Valores promedio del índice de nódulos radicales causados por *Meloidogyne incognita* en la evaluación del efecto de cinco nematicidas en dos cultivares de apio.

Nematicidas	Índice de nódulos radicales*			
	Cultivares		Promedio de Nematicidas	
	5204	Dwarf		
Carbofuran	2.52 bcd**	1.82 a	2.17 A***	
Aldicarb	2.30 ab	1.93 a	2.11 A	
Fenamifos	2.95 cd	2.35 abc	2.65 AB	
Fensulfotion	3.87 f	2.60 bcd	3.24 CD	
Etoprop	3.08 de	2.90 cde	2.99 BC	
Testigo	4.03 f	3.47 ef	3.75 D	
Promedio de Variedades	3.12 d****	2.51 a		

\* Índice de nódulos basados en una escala donde 1 = 0, 2 = 1-25%, 3 = 26-50%, 4 = 51-75%, 5 = 76-100% de raíces con agallas.

\*\* Promedio de cinco repeticiones. Promedios en ambas columnas, seguidos por una misma letra, son estadísticamente iguales de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P:0.05).

\*\*\* Promedio de diez observaciones. Promedios en esta columna, seguidos por una misma letra, son estadísticamente iguales de acuerdo con resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P:0.05).

\*\*\*\* Promedio de treinta observaciones. Promedios seguidos por una misma letra no difieren entre sí significativamente, de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P:0.05).

tuar a sembrar, con el fin de producir plantas con un mayor valor comercial.

En lo concerniente a la altura parece ser que esta variable no es afectada por la aplicación de nematicidas, al menos bajo las condiciones en que se realizó la prueba, por lo que aparentemente no sería necesario evaluarla en posteriores ensayos.

Los valores promedio del índice de nódulos radicales indicaron que como ya ha sido mencionado anteriormente, el cultivar '5204' fue más susceptible que el 'Dwarf' al ataque de *M. incognita*, aunque ello no implica que este último sea más tolerante sino por el contrario, tal y como lo sugieren los resultados del rendimiento, es menos tolerante que el '5204'. Los nematicidas carbofuran, aldicarb y fenamifos fueron los que, en promedio, redujeron en mayor grado el valor del índice de nódulos radicales, lo que sugiere

que estos productos fueron los más eficaces en el combate de *M. incognita*; esto se reflejó en el rendimiento, ya que los citados productos fueron los que lo aumentaron en mayor grado, en especial en el cultivar 'Dwarf'.

En cuanto a la población de larvas de *M. incognita* en el suelo, el carbofuran fue el producto que la redujo en forma más acentuada que los otros nematicidas aunque en realidad las diferencias con éstos no fueron de gran magnitud. En general, la densidad poblacional previo a la aplicación de los nematicidas se redujo al momento del segundo recuento, 44 días después del trasplante, y luego aumentó levemente al momento de la cosecha. Resultados similares a estos han sido obtenidos recientemente en Costa Rica (3, 5, 6), y han sido atribuidos en los recuentos hechos a mitad de período del crecimiento de las plantas a la invasión de larvas a las raíces así como a la acción de los nematicidas aplicados, y en los recuentos al momento de la cosecha al período relativamente prolongado que los cultivos han estado en el campo y que permite que las poblaciones permanentes en los suelos tratados, o en mayor grado en los suelos no tratados, se reproduzcan. En nuestro caso parece que estas mismas explicaciones son también aplicables a los resultados obtenidos en los recuentos. También es posible que otros factores, como la posible presencia de organismos predadores o un exceso de agua en el suelo y la consiguiente falta de oxígeno debido al riego diario que se aplicó a la plantación, pudieran ser responsables en parte de estos resultados.

En todo caso es obvio que la aplicación de los productos químicos no eliminó totalmente los nematodos del suelo, y que algunos de éstos escaparon a su acción e invadieron las raíces, con lo que su combate o eliminación se dificultó.

Un comportamiento casi idéntico al de las larvas de *M. incognita* en el suelo fue exhibido por los nematodos de vida libre por lo que pareciera que los mismos factores que afectaron a *M. incognita* los afectaron a ellos de igual manera.

Finalmente, y con base en los resultados obtenidos en esta investigación, parece que se hace necesario estudiar y definir la susceptibilidad comparativa y la tolerancia de diversos cultivares de apio ante el ataque de *M. incognita*, así como la densidad crítica de esta especie en este cultivo, y el posible efecto tóxico de algunos productos químicos en ciertos cultivares. Toda esta información servirá en un futuro cercano para orientar con mejor criterio y base científica el combate de este nematodo en el cultivo de apio.



Cuadro 4. Densidades poblacionales de nematodos de vida libre en la evaluación del efecto de cinco nematicidas en dos cultivares de apio.

Nematicidas	Nematodos/100 cc de suelo							
	Primer recuento		Segundo recuento		Tercer recuento		Cultivares	Promedio de Nematicidas
	Cultivares	Promedio de Nematicidas	Cultivares	Promedio de Nematicidas	Cultivares	Promedio de Nematicidas		
5204	Dwarf	5204	Dwarf	5204	Dwarf			
Testigo	3 a**	6 a	4A***	4 abc	4 A	17 c	13 abc	15 A
Aldicarb	5 a	4 a	5 A	5 bc	2 a	3 A	13abc	9 abc
Etoprop	5 a	5 a	5 A	2 ab	6 c	4 A	6ab	7 abc
Fensulfotion	19 a	5 a	12 A	6 c	3 abc	5 A	14 bc	9 abc
Fenamifos	6 a	7 a	6 A	4 abc	5 bc	5 A	ñ0abc	6 ab
Carbofuran	11 a	5 a	8 A	5 bc	4 abc	4 A	5a	8 abc
Promedio de cultivares	7 a****	5 a	4 a	4 a		10a	10 a	

\* Primer recuento hecho inmediatamente antes del trasplante. El segundo y tercer recuento fueron hechos 44 y 116 días después del trasplante, respectivamente.

\*\* Promedio de cinco repeticiones. Promedios en ambas columnas, para cada recuento, seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.05).

\*\*\* Promedio de diez observaciones. Promedio en una misma columna, seguidos por una misma letra mayúscula no difieren entre sí (Duncan, P = 0.05).

\*\*\*\* Promedio de treinta observaciones. Promedios seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.05).

### Resumen

Se evaluó el efecto de los nematicidas aldicarb, carbofuran, etoprop, fenamifos y fensulfotion, en dosis de 4, 5, 7, 5 y 5 kg ia/ha, respectivamente, sobre el rendimiento y otras características del apio, cv. '5204' y 'Dwarf', en un suelo aluvial infestado con una densidad inicial baja de *Meloidogyne incognita* en el Valle de Ujarrás, Costa Rica. El aldicarb, el fenamifos y el carbofuran incrementaron significativamente el rendimiento del 'Dwarf' en comparación con el testigo. No hubo efectos significativos de los productos sobre la altura y la apariencia de las plantas de ambos cultivares, pero éstos sí redujeron significativamente el índice de nódulos radicales causados por *M. incognita*, excepto el fensulfotion en el '5204' y el etoprop en 'Dwarf'. El índice de nódulos radicales fue significativamente mayor en el cultivar '5204' que en el 'Dwarf'. Las densidades poblacionales de los nematodos de vida libre y larvas de *M. incognita* fueron bajas en el suelo 44 días después del trasplante, y aumentaron levemente al momento de la cosecha, pero sin alcanzar las densidades presentes antes de la aplicación de los nematicidas.

### Literatura citada

1. CAVENESS, F. E. y JENSEN, H. J. Modification of the centrifugal-flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 22(1):87-89. 1955.
2. COOK, R. Nature and inheritance of nematode resistance in cereals. *Journal of Nematology* 6(4):165-179. 1974.
3. INCER, A. y LOPEZ, R. Evaluación de prácticas selectas para el combate integrado de *Meloidogyne incognita* en apio. *Nematropica* 9(2):140-146. 1979.
4. LOPEZ, R. y AZOFEIFA, J. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados con hortalizas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 5(1):(en prensa). 1981.

5. MATTEY, J. y LOPEZ, R. Evaluación de nematocidas y de métodos de aplicación en el combate de nematodos fitoparásitos y en la producción y calidad de la lechuga. *Turrialba* 28(1):15-18. 1978.
6. PERLAZA, F., LOPEZ, R. y VARGAS, E. Combate químico de *Meloidogyne* spp. y *Alternaria* sp. en zanahoria (*Daucus carota* L.). *Turrialba* 29(4):263-267. 1979.
7. SASSER, J. N. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. In Lamberti, F. y Taylor, C. E., eds. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Systematics, Biology and control. New York, Academic Press, 1979. pp. 359-374.
8. TYLER, J. The root-knot nematode. University of California. Circular No. 330. 1930. 34 p.
9. WILSON, J. D. Crop rotation and the control of root-knot on muck grown vegetables. *Phytopathology* 52(1):3(Abstr.). 1962.

## Reseña de libros

GILLIES, M. T. ed. Potable Water from Wastewater Park Ridge, N. J. Noyes Data Corporation. 1981. 305 p. (Pollution Technology Review No. 76).

Se trata de un nuevo libro que la Noyes Data Corporation publica con el número 76, dentro de la Serie sobre Revisión de la Tecnología de la Polución. El texto, que se desarrolla en 431 páginas, se divide en nueve secciones o capítulos, con 23 ilustraciones y 73 tablas. En esta forma, se presenta un resumen actualizado del tema central, que se relaciona con el reciclaje o tratamiento de las aguas servidas para su reutilización en los sistemas municipales de agua potable. El libro se deriva de documentos recientes, publicados entre 1977 y 1979 por varias unidades de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, la Universidad del Estado de Missouri, la Fundación Nacional para la Ciencia y la Oficina de Investigaciones y Tecnología del Agua del Departamento del Interior de ese mismo país.

En el Capítulo I, que es de carácter introductorio, se plantea el problema de la relativa escasez del agua en relación con el crecimiento de la población y el desarrollo de las industrias, y se señala la necesidad de reciclar este elemento vital, advirtiendo los prejuicios del público para utilizar como agua potable, con fines domésticos, aguas previamente servidas y contaminadas. En ese capítulo, se hace una justificación sobre la necesaria participación del gobierno en los programas dirigidos hacia el uso de aguas recicladas.

El Capítulo II, se refiere al uso indirecto de las aguas servidas. Con base en la descripción de diferentes casos, se explican varios procedimientos desarrollados para el efecto. Se citan, entre otros, procedimientos de alimentación de embalses, abastecidos con aguas recuperadas y la introducción de aguas tratadas en acuíferos subterráneos.

El Capítulo III, describe varios sistemas pequeños para la purificación de aguas servidas. Los diferentes sistemas que han sido diseñados o que están en etapas de experimentación y perfeccionamiento, incluyen procesos de digestión, filtración, absorción, desmineralización, oxidación con ozono, aplicación de ondas de sonido, uso de luz ultravioleta, hipoclorinación y procedimientos mejorados de coagulación.

El Capítulo IV, hace referencia a los progresos alcanzados en varios países del mundo, en relación con la reutilización de las aguas servidas. En ese Capítulo, se describe en forma resumida, varios de los proyectos realizados por diferentes países de la OTAN, dentro del plan de trabajo acordado por el Comité de Retos de la Sociedad Moderna, en el cual participan los Estados Unidos, Francia, el Reino Unido de Inglaterra, Holanda, Suecia, España y Alemania. También se hace en este capítulo, una reseña de trabajos realizados en África del Sur, y se presenta un brevísimo resumen de un trabajo demostrativo, llevado a cabo en Singapur.

El Capítulo V presenta en forma bastante explícita, el estudio de tres casos de programas emprendidos por tres importantes entidades industriales de los Estados Unidos, con el propósito de rescatar y purificar aguas servidas, a fin de utilizarlas nuevamente para el abastecimiento doméstico. Esos programas se refieren a las ciudades de Dallas en Texas, Denver en Colorado y Washington, D. C.

El Capítulo VI, explica las técnicas ya conocidas y utilizadas para el tratamiento de aguas servidas e indica los diferentes procesos aplicables, haciendo referencia a técnicas y procesos específicos para la eliminación de los diferentes agentes de contaminación. Se describen fórmulas de tratamiento para los componentes orgánicos; el uso de la membrana compuesta de osmosis invertida; el empleo del ozono; el tratamiento de los desagues ácidos de las minas, y el tratamiento por degradación reductiva de los hidrocarburos clorinados.

El Capítulo VII, trata sobre los métodos de análisis para la determinación cualitativa y cuantitativa de los diferentes agentes contaminantes del agua. Incluye el análisis de los contaminantes biológicos, los microelementos minerales, trazas de compuestos orgánicos, y titulación de compuestos volátiles.

El Capítulo VIII, contiene un estudio de los diferentes contaminantes que pueden afectar a las aguas servidas, consideradas para su reutilización en los servicios domésticos municipales. Aquí se estudian los diferentes insumos que pueden contaminar el agua, los cuales aparecen clasificados en cuatro grandes categorías: elementos minerales, plaguicidas, compuestos orgánicos sintéticos, y organismos biológicos. Con el estudio de estos diferentes agentes contaminantes, se plantean también los distintos métodos conocidos para su eliminación total o para su reducción a niveles permisibles. Este capítulo concluye con una extensa bibliografía, que incluye 716 títulos.

Finalmente, el Capítulo IX, se refiere a los efectos nocivos que los diferentes contaminantes pueden producir sobre la salud humana. En esta forma, se estudian los diferentes elementos minerales, los agentes biológicos, los compuestos orgánicos sintéticos y los plaguicidas.

ENRIQUE BLAIR  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA  
SAN JOSE, COSTA RICA

## Abstract

*A foliage pathogen, Dothistroma septosporum, has been isolated from Pinus caribaea var. hondurensis, a species which has adapted well to Costa Rica environmental conditions and is an important element of the national reforestation effort.*

*A description of the disease and the pathogen are given, including the role of environmental conditions in the epidemiology of the disease.*

*Periodic evaluations of the severity of the disease over a ten-month period are made, estimating the percentage of foliage with symptoms in four 25-tree plots in an affected plantation near Turrialba.*

*The results of identifications of the pathogen by the Commonwealth Mycological Institute in foliage of P. canariensis, P. caribaea var. caribaea, P. caribaea var. hondurensis, P. elliottii, P. muricata, P. oocarpa, P. patula, P. pinaster, P. radiata, and P. taeda from other parts of Costa Rica are given.*

*The growth of affected trees in the evaluated plantation and the role of frequent fog and cool weather are discussed. It is observed that severely affected plantations of P. caribaea are above the normal altitudinal range of the species, possibly predisposing them to the disease. The susceptibility of different pine species is mentioned, suggesting that P. oocarpa may provide an alternative to the more susceptible P. caribaea in areas of high risk of Dothistroma.*

*It is concluded that the disease must be considered in selecting sites and species for the planting of pines in Costa Rica. Research on more exact limits for the safe planting of P. caribaea, and on efficient methods of chemical control of the disease is recommended.*

## Introducción

**E**l establecimiento de plantaciones forestales es una política propuesta por el Gobierno actual de Costa Rica y apoyada por la Ley de Reforestación del año 1977 para ayudar en el abastecimiento

nacional de madera y de sus derivados y así aliviar la presión sobre el bosque natural restante del país. Ensayos de especies forestales realizados en el CATIE en Turrialba, Costa Rica, han mostrado que *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf, se adapta bien a las condiciones ambientales del área (1, 10, 11). No obstante, recientemente se ha aislado del follaje de *P. caribaea* recolectado cerca de Turrialba un patógeno del follaje de los pinos, *Dothistroma septosporum* (Dorog.) Morelet. El hecho de que árboles de *P. caribaea* y otras especies susceptibles a la enfermedad, tales como *P. radiata* y *P. halepensis* sembrados hace 10 años o más, han crecido bien en lugares donde las mismas especies ya están severamente afectadas por la enfermedad sugiere que *Dothistroma*

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 30 de julio de 1981. El trabajo presentado en este artículo se realizó durante el servicio del Ing. Ford con el Cuerpo de Paz de los EEUU asignado al Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE.

\* Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro de Investigación Forestal

se haya introducido recientemente a Costa Rica. La presencia de la enfermedad podría afectar el éxito de plantaciones de pinos en el país.

### La enfermedad

Se ha condensado la siguiente descripción de Gibson (4): *Dothistroma septosporum* (sinónimo *Dothistroma pini* Hulbary) es la forma imperfecta del hongo ascomicete *Scirrhia pini* Funk & Parker. La enfermedad afecta casi exclusivamente al follaje del género *Pinus* aunque se han reportado ataques en *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco y en *Larix decidua* Mill. en Norteamérica. Solamente se ataca el follaje. Agujas infectadas se mueren invariablemente; la esporulación del hongo sigue pronto la muerte. Los estromas formados por la esporulación contienen masas de conidios. Los estromas emergen por la epidermis muerta, hinchándose al absorber agua y se rompen, liberando las masas de conidios que se dispersan por gotas de agua. Las ascosporas se producen en manera similar por ascostromas, pero no se conoce la importancia de ellas en la extensión de la enfermedad.

Los conidios parecen ser más importantes en la dispersión del hongo que las ascosporas; la lluvia ligera o llovizna favorece la dispersión máxima (6). La infección comienza con la germinación de conidios sobre el follaje mojado del árbol. Los conidios germinan entre 8°C y 25°C con una temperatura óptima de 18°C (7).

Los primeros síntomas de la enfermedad son anillos rojizo-pardos o amarillos en agujas individuales, seguidos por la muerte de la aguja. La infección comienza en las agujas más viejas por la parte baja del tallo y por la base de las ramas, y se extiende hacia arriba y hacia fuera. Árboles severamente afectados parecen rojos con su follaje muerto suspendido de las ramas. Eventualmente ellos pierden sus agujas, que deja al árbol sólo con el follaje más joven y no afectado por los extremos de las ramas (Véase Figura 1).

El daño a los árboles debido a la enfermedad es típico de defoliación, caracterizándose por pérdidas de altura y de crecimiento diamétrico. Árboles severamente afectados pueden morir debido a esta defoliación y a la pérdida de la habilidad de competir con otra vegetación, insectos o enfermedades.

### Observaciones cerca de Turrialba

Se observaron primero síntomas que se consideraban ser debido al ataque ligero de *Dothistroma*

en marzo de 1978, durante la medición de las parcelas de ensayos de proveniencia de *Pinus caribaea* sembradas en 1973, pero éstos no se estudiaron (Dyson, 2). Ataques más serios de árboles sembrados en mayo de 1978 se notaron en julio de 1979, y se enviaron especímenes al Commonwealth Mycological Institute of the Commonwealth Agriculture Bureaux para identificarse. El patógeno sospechado, *Dothistroma*, se confirmó.

Se establecieron cuatro parcelas en la plantación de 1.1 ha cerca del Río Chiz aproximadamente ocho km hacia el Oeste de Turrialba a 1 200 m.s.n.m. (9°54'N latitud, 83°44'0 longitud). La precipitación anual del sitio es 4200 mm y el promedio anual de la temperatura es 19.5°C (Instituto Meteorológico Nacional, Juan Viñas). Al principio, las parcelas tenían 25 árboles cada una (5 x 5), y se distribuían por toda la plantación para reflejar toda la variación ambiental del rodal (Figura 2).

Se evaluó la cantidad del follaje afectado, según el sistema de Ivory (8) que emplea los valores presentados en el Cuadro 1.

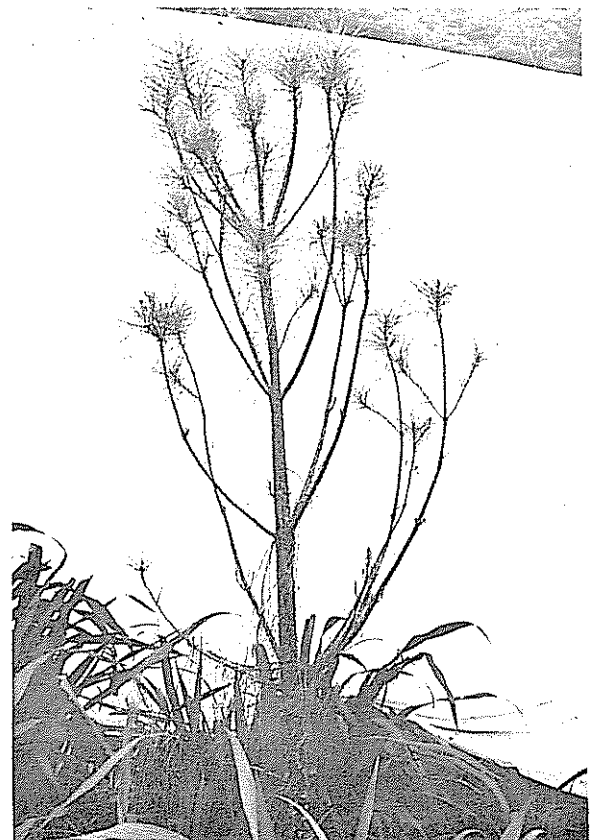
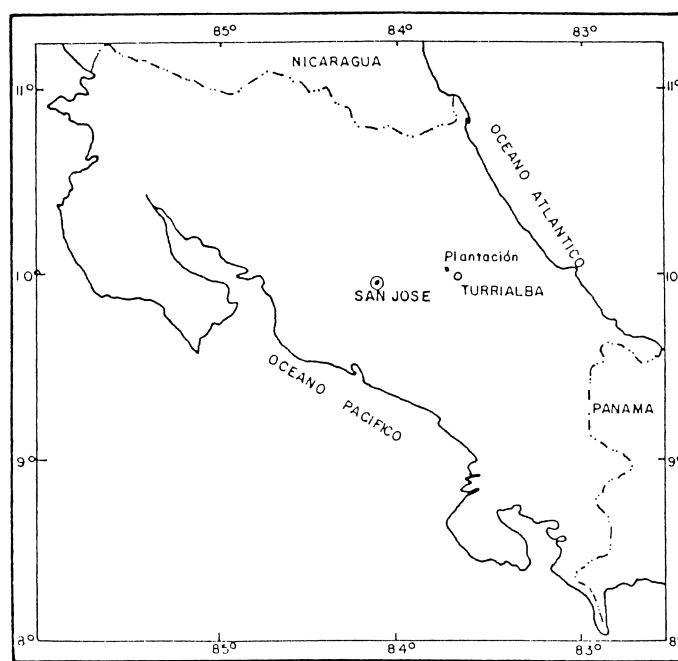


Fig 1 *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, de un año y medio de edad, parcialmente defoliado por *Dothistroma*. Nótese la falta de agujas en el tallo y las partes próximas de las ramas.



MAPA DE COSTA RICA

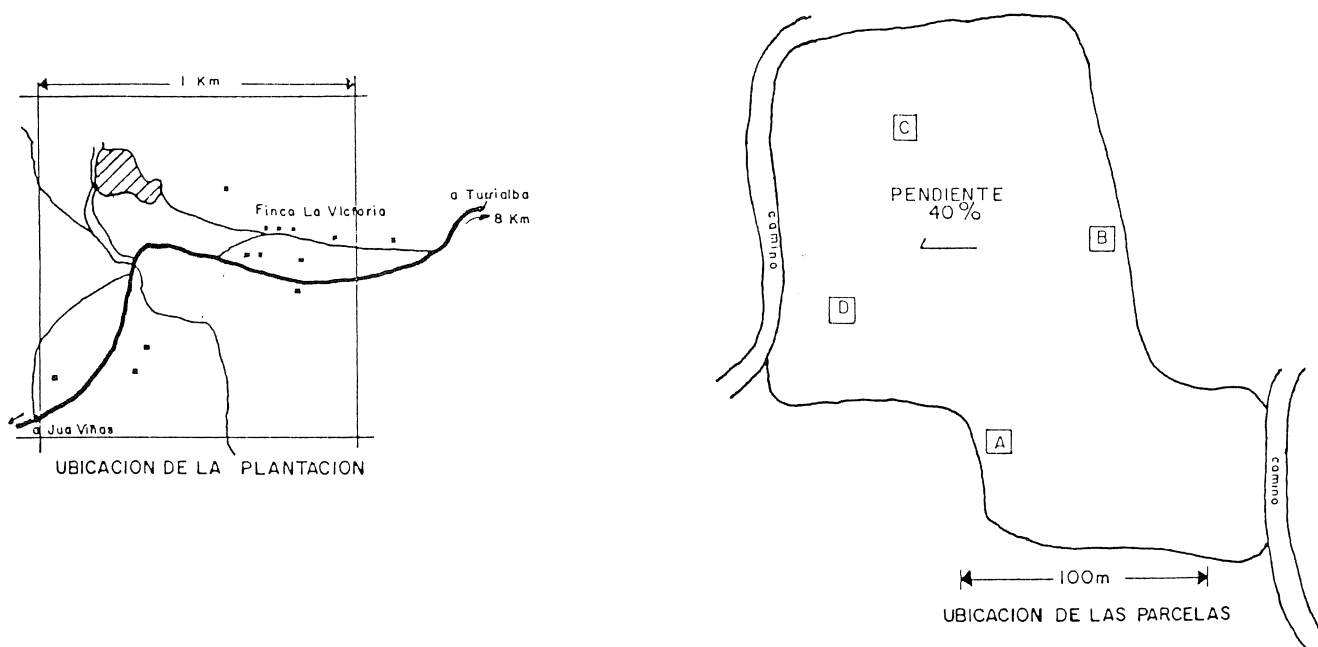


Fig. 2 Ubicación de la plantación y de las parcelas estudiadas.

Se evaluó la enfermedad al buscar síntomas (anillos rojizo-pardos o amarillos, agujas muertas, agujas caídas) en cada árbol. Es fácil confundir los primeros síntomas de *Dothistroma*, o sea, los anillos colorados, con daño debido a la perforación de insectos chupadores, tales como *Macunolla ventralis* (Homoptera: Cicadellidae) y *Hansenia pulverulenta* (Homoptera:

Flatidae) que se ven frecuentemente en plantaciones de *P. caribaea* en el área de Turrialba (3). Este ataque de chupadores deja anillos de tejido muerto en las agujas, pero no muestra los signos de la enfermedad, o sea, los estromas, en la epidermis de las agujas. Para los árboles severamente afectados que habían perdido muchas agujas, se evaluó el follaje perdido como fo-

Cuadro 1. Evaluación de síntomas de *Dothistroma* según Ivory (8).

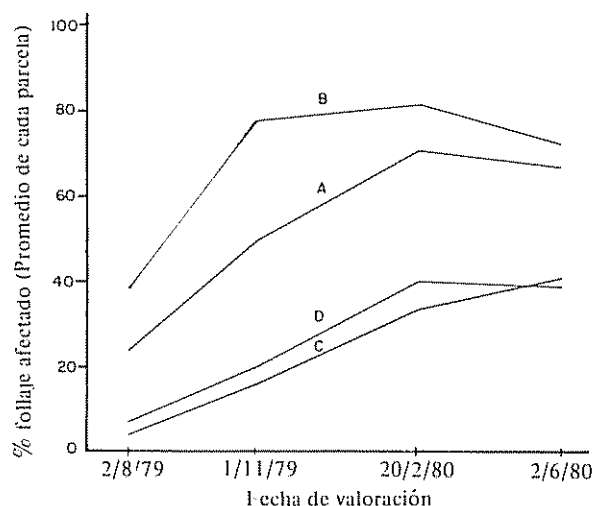
Clase de evaluación	Cantidad de follaje que muestra síntomas
0	No se ven síntomas
1	0 - 5%
2	6 - 25%
3	26 - 50%
4	51 - 75%
5	76 - 100%

llaje afectado, empleando como referencia al *P. caribaea* sano de la misma edad para estimar la cantidad de follaje perdido debido a la enfermedad.

El Cuadro 2 y la Figura 3 muestran los resultados de las cuatro parcelas desde el 2 de agosto de 1979 hasta el 2 de junio de 1980. Se habían perdido las cintas que indicaba la parcela D al evaluarla el 2 de junio de 1980; pues se evaluaron 25 árboles en una área aproximada. Se calculó el porcentaje de follaje afectado usando el centro del rango de porcentaje afectado de cada unidad (0-5) del sistema de Ivory (7) (2.5, 15.5, 38, 63 y 88 para los rangos respectivos 0-5, 6-25, 26-50, 51-75 y 76-100).

Cuadro 2. Evaluación periódica de la severidad de *Dothistroma*.

Parcela	Fecha	No. de árboles en clase según Ivory							% Follaje
		0	1	2	3	4	5	Promedio	
A	2/8/79	0	8	9	4	3	1	2.2	23.5
	1/11/79	0	2	6	3	7	6	3.4	49.2
	20/2/80	0	0	2	3	5	14	4.3	70.5
	2/6/80	0	0	1	5	5	13	4.3	66.0
B	2/8/79	0	1	4	2	10	8	3.8	37.8
	1/11/79	0	0	0	2	7	16	4.6	77.0
	20/2/80	0	0	0	0	7	18	4.7	81.0
	2/6/80	0	0	1	2	5	16	4.5	71.9
C	2/8/79	0	22	3	0	0	0	1.1	4.1
	1/11/79	0	4	18	3	0	0	2.0	16.0
	20/2/80	0	2	11	6	4	2	2.7	33.3
	2/6/80	0	0	8	10	4	3	3.1	40.8
D	2/8/79	0	15	8	0	0	0	1.3	7.0
	1/11/79	0	1	17	5	0	0	2.2	19.8
	20/2/80	0	0	6	10	7	0	3.0	39.7
	2/6/80	0	0	7	12	5	1	3.0	38.7

Fig 3 Desarrollo de *Dothistroma* en cuatro parcelas cerca de Turrialba.

#### Observaciones en otras partes de Costa Rica

El 3 de marzo de 1980 se visitaron los ensayos de pinos de 15 años de edad en la cuenca del Río Reventado del Volcán Irazú, aproximadamente 25 km hacia el oeste de Turrialba a 2650 m.s.n.m. (9°58'N. latitud, 83°52'O longitud) para buscar síntomas de *Dothistroma*. Algunas de las especies en Río Reventado son *Pinus canariensis*, *P. halepensis*, *P. muricata*, *P. patula*, *P. pinaster*, *P. radiata* y *P. taeda*.

Se presentan datos dasométricos de 10 árboles del centro de las parcelas y observaciones del follaje afectado por *Dothistroma* en el Cuadro 3. Los datos son de 10 árboles medidos por Dyson el 22 de setiembre de 1979.

Se enviaron especímenes de estos árboles al Commonwealth Mycological Institute para confirmar la enfermedad.

Se ven síntomas parecidos a *Dothistroma* en casi todo el *P. caribaea* en otras partes de Costa Rica. En algunos casos se piensa que estos síntomas son debido a ataques de insectos; en otros casos, que son debido a otros patógenos de pinos. Sin embargo, se ha confirmado *Dothistroma* en otras áreas frescas y nebulosas de Costa Rica. Se presentan los resultados de identificaciones de especímenes mandados a CMI en el Cuadro 4.

### Discusión

Se estudiaron primero los síntomas de la enfermedad en el área de la parcela B en la plantación de *P. caribaea* var. *hondurensis* cerca del Río Chiz. Como muestra la Figura 3, las parcelas A y B son afectadas más severamente que las parcelas C y D, aunque todas las parcelas empeoraron en el transcurso de la evaluación. La tasa de incremento de la infección aminoró desde febrero hasta junio de 1980, período que incluye los meses más secos del año, marzo y abril. Las

parcelas A, B y C tenían promedios de follaje afectado más bajos en junio que en febrero de 1980. Se observó en la evaluación de las parcelas de junio de 1980 que, con excepción de los árboles más afectados (más de 75% defoliados), los brotes laterales y terminales se habían alargado y habían producido nuevas agujas, que redujeron el porcentaje del follaje total afectado. No obstante, árboles con más de 50% de su follaje afectado en febrero, crecieron poco hasta junio y estaban siendo dominados por árboles más sanos. Es probable que se morirán algunos de los árboles de la plantación debido a la enfermedad.

El área afectada se envuelve en niebla por las tardes y noches de casi todo el año, posiblemente favoreciendo la dispersión y germinación de los conidios. También hay plantaciones de pino cercanas que son afectadas, una de ellas con exposición hacia los vientos prevalentes, o sea, hacia el Este. Esta plantación de barlovento es igualmente afectada que la plantación evaluada, y es más afectada en las partes más altas de la ladera que en las partes bajas, un fenómeno observado también en la plantación evaluada, y probablemente debido a que hay condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de la enfermedad en las partes altas de las plantaciones que en las partes bajas.

Parece probable que se deba evitar la siembra de *P. caribaea* en áreas con niebla frecuente y con promedios de temperatura bajo de 20°C. Sitios dentro de la extensión altitudinal normal de *P. caribaea* (0-1000 m.s.n.m. y raramente arriba de los 800 m (9)), probablemente no presentarían un riesgo serio de la enfermedad. Los síntomas severos de Río Chiz parecen resultar de una siembra fuera del ámbito idóneo de la especie.

Ivory (8) observó 41 especies y variedades de *Pinus* en Kenya. Se encontró *P. caribaea* muy susceptible a *Dothistroma*. Al contrario, *P. oocarpa* se encontró muy resistente a la enfermedad, mostrando síntomas pero poco afectado. Todavía no se ha confirmado *Dothistroma* en follaje de *P. oocarpa* en Costa Rica, pues esta especie puede usarse como sustituto para *P. caribaea* en aquellas áreas que presenten un riesgo serio de *Dothistroma*.

### Conclusión

*Dothistroma septosporum* existe en Costa Rica y debe considerarse al contemplar la siembra de pinos. Áreas frescas y nebulosas (riesgo alto) no deben plantarse con la especie susceptible *P. caribaea*. Especies resistentes de pino pueden permitir la siembra en

Cuadro 3. Dato dasométrico y grado del ataque de *Dothistroma* en Río Reventado.

ESPECIE	$\bar{d}$ (cm)	OBSERVACIONES
<i>P. canariensis</i>	15.6	Extremos de las agujas rojizas y apariencia copetuda.
<i>P. halepensis</i>		Solo hay agujas a los extremos de las ramas y la copa.
<i>P. muricata</i>		Agujas solo en copetes a los extremos de las ramas y la copa.
<i>P. patula</i>	19.2	Pocos síntomas.
<i>P. pinaster</i>	13.3	Descoloración y apariencia copetuda.
<i>P. radiata</i>	23.2	Copas parecen sanas.
<i>P. taeda</i>		Apariencia copetuda.



Cuadro 4. Resultados de las identificaciones del CMI.

Especie	Edad años	Ubicación	Latitud N	Longitud °	Elevación m.s.n.m.	Comentarios
<i>P. canariensis</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se sospecha <i>Dothistroma</i> pero no se confirma
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	1.5	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	460	Lesiones similares a <i>Dothistroma</i> pero no se confirma
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	2	Volcán de Buenos Aires	9° 11'	83° 28'	400	Bandas rojas asociadas con fisuras <i>Asochyta</i> sp. confirmada
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	12	Florencia Norte, CATIE	9° 53'	83° 40'	700	No se confirma <i>Dothistroma</i> pero posible
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	1	La Suiza	9° 52'	83° 36'	1150	No hay <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	1.2	ITCO/MAG vivero Cañas	10° 25'	85° 05'	85	Parece <i>Dothistroma</i> pero probablemente insectos
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	2	Río Chiz Juan Viñas	9° 54'	83° 44'	1240	Se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	2	Volcán de Buenos Aires	9° 11'	83° 28'	400	Probablemente insectos
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	2.5	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	460	Bandas rojas, pero no se aísla <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	3-4	San Isidro de El General	9° 22'	83° 42'	700	Daño probablemente debido a insectos
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	4	Palmar Norte	8° 57'	83° 28'	16	Posiblemente insectos; no se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	5	Nuevo Arenal, Tifarán	10° 28'	84° 51'	520	Bandas rojas ligeras, pero no se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	8	San Ramón	10° 04'	84° 30'	1140	Se confirman <i>Dothistroma</i> y <i>Cercoseptoria</i> ( <i>pini-densiflorae</i> )
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	15	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	440	No hay <i>Dothistroma</i>
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	15	Finca Cecilia San Isidro de El General	9° 15'	83° 32'	500	Daño probablemente debido a insectos
<i>P. elliottii</i>	16	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	440	Se aisló <i>Cercoseptoria</i> (prob. <i>pini-densiflorae</i> )
<i>P. halepensis</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. muricata</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se confirma <i>Dothistroma</i> después de aislamiento
<i>P. oocarpa</i>	1	Finca Thiele, La Suiza	9° 52'	83° 36'	1150	No se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. oocarpa</i>	1	Finca Sánchez La Suiza	9° 51'	83° 35'	900	No se observa <i>Dothistroma</i>

Cuadro 4. Resultados de las identificaciones del CMI.

Especie	Edad años	Ubicación	Latitud N	Longitud °	Elevación m.s.n.m.	Comentarios
<i>P. oocarpa</i>	2	Volcán de Buenos Aires	9° 11'	83° 28'	400	Se aisló nueva especie de <i>Coniochaeta</i>
<i>P. oocarpa</i>	2.5	La Garita de Alajuela	9° 56'	84° 21'	460	Bandas rojas pero no se observa <i>Dothistroma</i>
<i>P. oocarpa</i>	2.5	San Isidro de El General	9° 22'	83° 42'	700	Se aisló <i>Asochyta</i> sp.
<i>P. oocarpa</i>	4	EC Ganadería, Atenas	9° 57'	84° 22'	400	No se observa <i>Dothistroma</i>
<i>P. patula</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	No se observa <i>Dothistroma</i>
<i>P. pinaster</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se confirma <i>Dothistroma</i>
<i>P. radiata</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Se observa conidia, pero no se aísla <i>Dothistroma</i>
<i>P. taeda</i>	16	Prusia Volcán Irazú	9° 58'	83° 52'	2650	Bandas rojas, pero no se confirma <i>Dothistroma</i>

áreas de riesgo serio, pero se necesitan estudios adicionales para identificarlas y confirmar la hipótesis.

Debe llevarse a cabo una investigación para determinar con más exactitud los límites para la siembra de la especie susceptible, *P. caribaea*. Además, se debe probar la eficacia y la viabilidad económica del control de la enfermedad con fungicidas. Aunque Gibson (5) encontró posible el control de *Dothistroma* en *P. radiata* en escala menor en el este de Africa, su control en escala mayor por aplicación aérea no era posible. El control de *Dothistroma* en *P. radiata* en Nueva Zelandia se hace comúnmente por la aplicación aérea de fungicidas (5). Deben realizarse ensayos de métodos de control de *Dothistroma* en *P. caribaea* bajo condiciones costarricenses.

### Resumen

Un patógeno foliar, *Dothistroma septosporum* ha sido aislado del *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, especie que se ha adaptado bien a las condiciones ambientales de Costa Rica y que es un elemento importante en los esfuerzos de reforestación nacional.

En el presente artículo se describe a la enfermedad y al patógeno, incluyendo el papel que juegan

las condiciones ambientales en la epidemiología de la enfermedad.

Se realizan evaluaciones periódicas de la severidad de la enfermedad sobre un período de 10 meses, en que se estima el por ciento del follaje con los síntomas de la enfermedad, empleando para ello cuatro lotes de 25 árboles cada uno, en una plantación afectada cercana a Turrialba.

Se observó que otras plantaciones de *P. caribaea* severamente afectadas, se encuentran situadas por arriba de los límites normales de altitud para esta especie de pino, lo cual posiblemente las predispone a la enfermedad.

Se concluyó que el riesgo de la enfermedad debe ser tomado en consideración al seleccionar áreas y especies para la plantación de pinos en Costa Rica, y se recomienda realizar investigaciones específicas para fijar los límites precisos para establecer tales plantaciones, así como determinar métodos eficientes para el control químico de la enfermedad.

### Bibliografía

1. COMBE, J. y GEWALD, N., editores. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica 1979 378 p.

2. DYSON, W. G. En el expediente Patología Forestal, archivo del Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1980.
3. FORD, L. B. A survey of pests in forest plantations in Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Informe Técnico No. 7. 1980. 53 p.
4. GIBSON, I. A. S. *Dothistroma* blight of *Pinus radiata*. Annual Review of Phytopathology 10:51-72. 1972.
5. GIBSON, I. A. S. Impact and control of *Dothistroma* blight of pines. European J. of For. Pathology 4:89-100. 1974.
6. GIBSON, I. A. S. CHRISTENSEN, P. S. y MUNGA, F. M. First observations in Kenya of a foliage disease of pines caused by *Dothistroma pini* Hulbary. Comm. For. Rev. 43(1): 31-48. 1964.
7. IVORY, M. H. Spore germination and growth in culture of *Dothistroma pini* var. *keniensis*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 50(4):563-572. 1967.
8. IVORY, M. H. Reaction of pines in Kenya to attack by *Dothistroma pini* var. *keniensis*. E. African Agr. For. J. 33(3):236-244. 1968.
9. LAMB, A. F. A. *Pinus caribaea* Vol. 1. Fast growing timber trees of the lowland tropics No. 6. Oxford, England, Dept. of Forestry, CFI, University of Oxford. 1973, pp. 10-20.
10. REYNA, N. Análisis del incremento de madera y estudio de la mancha azul en *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. UCR—CATIE. 1978. 128 p.
11. SALAZAR, R. Rendimiento del *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. a los 8 años de edad en el Cantón de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, Centro Agrícola Cantonal de Turrialba. 1976. 33 p.

RECUPERACION DE LARVAS DE *Meloidogyne incognita* DE TRES SUELOS TROPICALES  
POR MODIFICACIONES DE LAS TECNICAS DEL EMBUDO DE BAERMANN MODIFICADO  
Y CENTRIFUGACION-FLOTACION<sup>1</sup> \*

---

MELVYN ALVARADO S.\*\*  
ROGER LOPEZ CH.\*\*

Abstract

*The comparative efficiency of the centrifugation-flotation (CF) and modified Baermann Funnel (MBF) techniques, as well as some modifications, for the extraction of Meloidogyne incognita larvae from three soil types commonly found in Costa Rica (Ustult, Ustropept and Distropept) was evaluated. Modifications evaluated with both techniques were sample volume (50, 100 or 150 cc), number of sample washings (1, 2 or 3), soil suspension time before each washing (20, 40 or 60 sec) and sieve arrangement (A: one 100 and two 325 mesh sieves; B: one 50 and two 325 mesh sieves, and C: one 100 and 325 mesh sieves). Centrifugation time (3, 4 or 5 min. at 3000 rpm) and specific gravity of the sugar solution (1.12, 1.15 or 1.18) were also evaluated with the CF technique.*

*Significantly more larvae were extracted with 100 cc soil samples in the Ustropept and Ustult soils with the MBF method.*

*Significantly higher numbers of larvae were also recovered from the Ustropept soil with three sample washings whereas higher numbers were obtained from Ustult and Distropept soils with 20 and 60 sec of soil suspension before each washing, respectively, with the CF technique; one sample washing also yielded higher numbers of larvae in the Distropept soil. The B sieve arrangement and the 1.12 specific gravity sugar solution recovered higher larvae densities from the Ustropept and Distropept soils, respectively. Significantly more larvae were recovered from the three soil types with the CF than with the MBF technique.*

Introducción

**E**n Costa Rica la importancia económica de los nematodos del género *Meloidogyne* Goeldi no difiere sustancialmente de la señalada recientemente (9) para otras áreas tropicales del mundo.

Tampoco existe discrepancia con este informe en el sentido de que *M. incognita* (Kofoid y White) Chitwood es la especie predominante del género.

Por otra parte, es sabido que a menudo se presenta una relación estrecha entre la densidad inicial del inóculo de esta especie y la cuantía del daño causado en numerosos cultivos (4, 5, 7), lo que otorga gran importancia a la cuantificación precisa de la densidad poblacional de esta especie, previo o la siembra de cultivos intolerantes a su ataque.

Dada la carencia de información local, se planteó la necesidad de realizar la presente investigación, en que se evaluó la influencia de algunas variantes sobre la eficacia de los métodos del Embudo de Baermann

---

<sup>1</sup> Recibido para su publicación el 14 de julio de 1981.

\* Parte de una tesis de grado presentada por el primer autor ante la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

\*\* Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica

modificado y Centrifugación-flotación para la extracción de larvas de *M. incognita* de tres tipos de suelo comúnmente encontrados en nuestro país (A. Alvarado, Comunicación personal, 1980).

### Materiales y métodos

Se colectó muestras de suelos Ustropept (en Santa Ana), Ustult (en Quebrada Honda de Pérez Zeledón) y Distropept (en Repunta de Pérez Zeledón), en la provincia de San José, cultivados con tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), maíz (*Zea mays* L.) y tabaco burley (*Nicotiana tabacum* L.), respectivamente, e infestados todos con *M. incognita*. Algunas características físicas y químicas de estos suelos se presentan en el Cuadro 1.

Una vez en el laboratorio, se homogeneizó y cuarteó el grupo de muestras para su utilización en el estudio.

Se comparó la eficacia de las técnicas de extracción de Centrifugación-flotación en solución azucarada (CF) descrita por Caveness y Jensen (6) y del Embudo de Baermann modificado por Christie y Perry (EBM), de acuerdo a la descripción dada por Thorne (10).

En ambos métodos se evaluó el efecto del volumen de la muestra (50, 100 ó 150 cc), del número de lavados de la muestra (1, 2 ó 3), del tiempo de suspensión

del suelo en el agua antes de su paso a través de las cribas (20, 40 ó 60 seg) y del arreglo de las cribas (A: una de 50 y dos de 325 mesh; B: una de 100 y dos de 325 mesh; C: una de 100 y una de 325 mesh). Además, en la técnica CF se evaluó el tiempo de centrifugación (3, 4 ó 5 min. a 3000 rpm) y la gravedad específica de la solución azucarada (1.12, 1.15 ó 1.18) sobre la extracción de larvas de *M. incognita* de cada uno de los suelos utilizados.

La eficacia de ambas técnicas en la recuperación de larvas fue comparada al evaluar el volumen de la muestra; para esto se utilizó un diseño de parcelas divididas con cinco repeticiones donde las parcelas grandes fueron los métodos de extracción y las parcelas pequeñas el volumen de la muestra.

Con las otras variantes sólo se comparó independientemente para cada método de extracción el efecto de cada una; en este caso se usó un diseño irrestrictamente al azar en el que cada tratamiento fue repetido cinco veces.

En cada una de las evaluaciones hechas, y para homogeneizar el criterio a seguir, conforme se fue evaluando el efecto de cada variante se incorporó en la evaluación de la siguiente aquel tratamiento que diera la mayor recuperación, ya fuera estadísticamente significativa o no su diferencia con los otros tratamientos, y así sucesivamente.

Todos los datos obtenidos fueron transformados sistemáticamente en  $(X + 1/2)^{1/2}$  para su correspondiente análisis estadístico.

Cuadro 1. Algunas características físicas y químicas de los tres tipos de suelos tropicales con que se evaluó la eficacia de dos métodos y algunas variantes para la extracción de larvas de *Meloidogyne incognita*.

	Tipo de suelo			
	Ustropept	Ustult	Distropept	
Nombre textural	Franco-arcilloso	Franco-arcilloso	Franco-arcilloso	
Arena (%)	35.1	38.1	38.4	
Arcilla (%)	32.1	24.1	48.7	
Limo (%)	32.8	37.8	12.9	
Materia orgánica (%)	42.2	6.2	1.9	
pH	H <sub>2</sub> O	6.4	5.3	5.9
	KCl	5.6	4.9	5.1

### Resultados

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 2. Con referencia al volumen de la muestra se encontró que con el método EBM se extrajo significativamente más larvas con muestras de 100 que con muestras de 50 cc en el suelo Ustropept. Hubo un efecto cuadrático del volumen de la muestra sobre la extracción, definido por la ecuación  $\hat{Y} = 11.1 + 1.57 X - 3.55 X^2$ .

En el suelo Ustult se recuperaron significativamente más larvas con muestras de 100 cc que con 150 cc.

En cuanto al número de lavados de la muestra, en el caso del método EBM se recuperó significativamente más larvas con tres que con uno solo en el suelo Ustropept. Con el método CF se recuperó significativamente más larvas con un solo lavado en los

suelos Ustult y Distropept. En ambos casos hubo un efecto lineal descendente del número de lavados sobre la recuperación de las larvas, definido por las ecuaciones  $\hat{Y} = 10.85 - 3.79 X$  y  $\hat{Y} = 14.86 - 12.31 X$  para el suelo Ustult y el Distropept, respectivamente.

Por otra parte, con el método EBM se extrajeron significativamente más larvas con 20 seg de suspensión en el suelo Ustult, mientras que en el Distropept se recuperaron significativamente más larvas con 60 que con 20 seg de suspensión. En el primer caso hubo

Cuadro 2. Efecto de algunas variantes de las técnicas de extracción Centrifugación-flotación y Embudo de Baermann modificado sobre el número promedio de larvas de *M. incognita* extraídas de tres suelos tropicales.

Tipo de suelo	Técnica de extracción					
	Embudo Baermann modificado			Centrifugación-flotación		
	Ustropept	Ustult	Distropept	Ustropept	Ustult	Distropept
<b>Volumen de muestra</b>						
(cc)						
50	102 b*	64 ab	294 a	196 a	123 a	334 a
100	157 a	72 a	236 a	168 a	124 a	386 a
150	114 ab	44 b	295 a	163 a	87 a	274 a
<b>Número de lavados</b>						
1	194 b	67 a	203 a	640 a	138 a	493 a
2	234 a	62 a	142 a	727 a	111 ab	373 b
3	241 a	55 a	105 a	655 a	105 b	399 b
<b>Tiempo de suspensión</b>						
(seg)						
20	299 a	43 a	129 b	270 a	108 a	272 a
40	357 a	34 b	179 ab	241 a	93 a	285 a
60	419 a	32 b	206 a	284 a	66 b	345 a
<b>Arreglo de cribas**</b>						
A	364 a	29 a	141 a	326 b	84 a	211 a
B	524 a	39 a	129 a	1434 a	89 a	242 a
C	505 a	31 a	127 a	1301 ab	76 a	260 a
<b>Tiempo de centrifugación</b>						
(min.)						
3	—	—	—	979 a	72 a	241 a
4	—	—	—	1105 a	72 a	206 a
5	—	—	—	995 a	63 a	231 a
<b>Gravedad específica</b>						
Solución azucarada						
1.12	—	—	—	958 a	38 a	262 a
1.15	—	—	—	1292 a	40 a	182 b
1.18	—	—	—	1188 a	46 a	274 a

\* Promedio de cinco repeticiones. Promedios de una misma variable en una misma columna, seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan,  $P = 0.05$ ). Densidades promedio expresadas/100 cc de suelo.

\*\* A: 50-325-325 mesh; B: 100-325-325 mesh; C: 100-325 mesh

un efecto lineal descendente del tiempo de suspensión sobre la extracción de larvas, según la ecuación  $\hat{Y} = 5.99 - 2.19 X$ , en contraste con el caso del suelo Distropept, en que el efecto lineal fue ascendente, según la ecuación  $\hat{Y} = 12.96 + 9.22 X$ . Con la técnica CF se recuperó significativamente más larvas con 20 que con 60 seg en el suelo Ustult, encontrándose en este caso un efecto lineal descendente según la ecuación  $\hat{Y} = 9.38 - 5.77 X$ .

En lo concerniente al arreglo de las cribas, se recuperó significativamente más larvas con el arreglo B que con el A en el suelo Ustropept al utilizar la técnica CF.

Finalmente, con el método CF se encontró que en el suelo Distropept se recuperó significativamente más larvas con soluciones azucaradas de 1.12 y 1.18 de gravedad específica que con la de 1.15. Hubo un efecto cuadrático de la gravedad específica sobre la extracción, según la ecuación  $\hat{Y} = 15.41 - 0.88 X + 4.83 X^2$ .

Al comparar ambos métodos de extracción que en los tres tipos de suelo se recuperó mayores densidades de larvas con el CF que con el EBM, aunque sólo en los suelos Ustropept y Ustult las diferencias fueron estadísticamente significativas.

### Discusión

Los resultados obtenidos en cuanto al efecto del volumen de la muestra sobre la recuperación de las larvas (Cuadro 2) no coincidieron con los obtenidos en estudios similares con otros nematodos (1, 2). No se encontró una explicación satisfactoria para tal comportamiento.

En lo concerniente al número de lavados de la muestra y al tiempo de suspensión, los resultados fueron muy irregulares, lo que impidió relacionarlos con las características físicas del suelo u otros factores no cuantificados, dificultándose también el encontrar una explicación lógica a tal comportamiento.

En relación al arreglo de cribas, y con la técnica CF, se observó que la cantidad de residuos de suelo recogidos en las cribas fue menor. Pareciera que en este caso es también aplicable la explicación de que posiblemente al recoger una menor cantidad de residuos en los tubos de centrifuga sea más fácil mezclar la arcilla compacta en el fondo del tubo y resuspender los nematodos en la solución azucarada después de la primera centrifugación, lo que pondría a un mayor número de larvas en contacto con la solución (1, 11).

Con respecto a la gravedad específica de la solución azucarada, no se encontró una explicación satisfactoria para su efecto sobre la extracción de las larvas en el suelo Distropept, al reducirse su recuperación con una solución de 1.15 de gravedad específica en comparación con las de 1.12 y 1.18.

Al comparar entre sí las dos técnicas de extracción de nematodos que se evaluaron, se encontró que la técnica CF fue la más eficaz de las dos en la extracción de larvas en los tres tipos de suelos evaluados. Varios autores (1, 2, 3, 8) han obtenido resultados similares a los obtenidos en esta investigación en estudios con otros nematodos, al comparar la eficacia de las técnicas CF y EBM. Este último procedimiento para la extracción de nematodos depende de su movilidad y ésta, a su vez, puede estar influida por factores tales como la temperatura, falta de oxígeno en el embudo, obstrucción de las aberturas del filtro de tela del cilindro, etc. Todas estas variables pueden disminuir la densidad de nematodos recuperados de una muestra de suelo. En cuanto a la técnica CF, el principio básico en que se apoya es la gravedad específica de los nematodos, que permite separarlos de partículas más densas mediante su flotación en una solución azucarada. En este caso los nematodos pueden ser recuperados aún cuando estén inactivos, lo que probablemente explique, al menos parcialmente, la mayor recuperación obtenida por este método.

En vista de que no hubo una tendencia definida en cuanto a la recuperación de larvas para cada una de las variables evaluadas, podría interpretarse este hecho como una necesidad de hacer un estudio con más tipos de suelo, variables y más repeticiones con el objeto de detectar si existe una tendencia definida o se mantiene el comportamiento exhibido en esta investigación; en cualquier caso, posiblemente se podría llegar a obtener conclusiones más satisfactorias con respecto al efecto de estas variables sobre la extracción de larvas de esta importantísima especie de nematodo fitoparásito.

### Resumen

Se evaluó la eficacia de las técnicas Centrifugación-flotación y Embudo de Baermann modificado, así como variantes de las mismas, para la extracción de larvas de *Meloidogyne incognita* en tres tipos de suelo comúnmente encontrados en Costa Rica (Ustult, Ustropept y Distropept). Con ambos métodos de extracción se evaluó la influencia del volumen de la muestra (50, 100 ó 150 cc), del número de lavados de la muestra (1, 2 ó 3), del tiempo de suspensión del

suelo en el agua antes de su paso a través de las cribas (20, 40 ó 60 seg) y del arreglo de las cribas (A: una de 100 y dos de 325 mesh; B: una de 50 y dos de 325 mesh; C: una de 100 y una de 325 mesh). En la técnica CF además se evaluó el tiempo de centrifugación (3, 4 ó 5 min. a 3000 rpm) y la gravedad específica de la solución azucarada (1.12, 1.15 ó 1.18).

Con la técnica EBM se extrajo significativamente más larvas al utilizar muestras de 100 cc en los suelos Ustropept y Ustult. En el Ustropept se recuperó densidades significativamente mayores al lavar las muestras tres veces, mientras que en lo concerniente al tiempo de suspensión se encontró que 20 y 60 seg permitieron extraer densidades significativamente mayores en el Ustult y el Distropept, respectivamente. Con el método CF se encontró que los tratamientos de un solo lavado y 20 seg de suspensión permitieron recuperar densidades significativamente mayores en el suelo Ustult; un solo lavado también permitió recuperar más larvas en el suelo Distropept. La utilización de un arreglo B de cribas y de una solución azucarada con 1.12 de gravedad específica permitió recuperar densidades significativamente mayores de larvas en los suelos Ustropept y Distropept, respectivamente. Se encontró que en los tres suelos se recuperó más larvas con la técnica CF que con el EBM.

#### Literatura citada

- ALVARADO, M. y LOPEZ, R. Extracción de nematodos fitoparásitos asociados al arroz, cv. C. R. 1113, mediante modificaciones de las técnicas de Centrifugación-flotación-flotación y Embudo de Baermann modificado. *Agronomía Costarricense* 5(1): (en prensa). 1981.
- ALVARADO, M. y LOPEZ, R. Extracción de algunos nematodos fitoparásitos mediante modificaciones de las técnicas de Centrifugación-flotación y Embudo de Baermann modificado. *Agronomía Costarricense* 6(1): (en prensa). 1982.
- AYALA, A., ROMAN, J. y TARJAN, A. C. Comparison of four methods for isolating nematodes from soil samples. *The Journal of Agricultural of the University of Puerto Rico*. 57(4):219-225. 1963.
- BARKER, K. R. y OLTHOF, T. H. Relationships between nematode population densities and crop responses. *Annual Review of Phytopathology* 14:327-353. 1976.
- BARKER, K. R. *et al.* Interrelationships of *Meloidogyne* species with flue-cured tobacco. *Journal of Nematology* 13(1):67-79. 1981.
- CAVENESS, F. E. y JENSEN, H. J. Modification of the centrifugal flotation for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. *Proceeding of the Helminthological Society of Washington* 22(1):87-89. 1955.
- FERRIS, H. y FEIGEN, L. A. Determination of economic threshold levels of *Meloidogyne incognita* for Southern California crops. *Journal of Nematology* 9(4):267 (Abstr). 1977.
- HARRIS, R. H. G. y BRAITHWAITE, J. M. C. Evaluation of methods for separating nematodes from soil. *Proceedings of the South African Sugar Technologists Association* 50:23-28. 1976.
- SASSER, J. N. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. In Lamberti, F. y Taylor, C. E., eds. *Root-Knot nematodes (Meloidogyne species) Systematics, biology and control*. New York, Academic Press Inc. 1979 pp. 317-329.
- THORNE, G. *Principles of nematology*. New York, Mc Graw Hill Inc., 1961. 553 p.
- WILLARD, J. R. y PETROVICH, N. S. A direct centrifugal-flotation method for extraction of nematodes from clay soils. *Plant Disease Reporter* 56(9):808-810. 1972.



*Viene de la página 42*

**El kelvin.** Corresponde a  $1/273.16$  de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (su símbolo es K).

**La candela.** Es la intensidad luminosa —en dirección perpendicular y con una superficie igual a  $1/600\,000$  de metro cuadrado— de un cuerpo negro, a la temperatura de solidificación del platino a una presión de  $101\,325$  newton por metro cuadrado.

**La mole.** Es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en  $0.012$  kilogramos de carbono  $^{12}$ .

**El radián.** Es la medida de un plano cuyo vértice coincide con el centro de un círculo y cuya abertura es igual a la longitud de su radio subtendido como arco.

**El steradián.** Es la medida de un ángulo sólido con su vértice al centro de una esfera y que abarca sobre su superficie el área de un cuadrado cuyos lados tienen la longitud del radio.

Dirección de Información Pública  
y Comunicaciones  
IICA

---

\* Tomado y adaptado de: Francisco Campos y Asociados, S.A. — Berlín No. 321, México 21, D.F.

# COMUNICACIONES

## Yield reduction in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) infected with cowpea severe mosaic virus in Costa Rica.

**Sumario.** El virus del mosaico severo del frijol de costa (cowpea severe mosaic virus) provoca pérdidas importantes en la producción de este cultivo en Costa Rica. Mediciones realizadas en Turrialba, Costa Rica, para determinar el efecto de la infección viral en la producción de grano mostraron reducciones del 84.8%, 82.1% y 55.6% cuando dicha infección ocurrió antes, durante y después de la floración, respectivamente.

Cowpea severe mosaic virus (CPSMV) is the most common disease on cowpea in Costa Rica (2, 5). Incidences of up to 90% have been reported by González *et al.* (2) in commercial fields. CPSMV is transmitted by several species of beetles in this country (4). The high population and diversity of the beetle vectors and the presence of wild hosts for the virus (4, 5) make it a potential threat for commercial cowpea production in Costa Rica. In Venezuela Debrot and Benítez (1) reported yield reduction of 33.4%.

The present study was conducted to measure the relative grain yield loss on cowpea caused by CPSMV in Costa Rica.

### Materials and methods

Cowpeas cv. V-5 Moh were planted in an area of approximately 700 m<sup>2</sup> in the experimental field of CATIE located in Turrialba. They were infected naturally with CPSMV by the beetles vectors.

The cowpea life cycle was divided arbitrarily in 3 stages: preflowering, flowering and postflowering. The plants in the field were checked for CPSMV symptoms every four days. Plants showing symptoms were labeled and tested for CPSMV by serology. Two

hundred plants infected during the preflowering stage, 200 during the flowering stage and 200 during the postflowering stage were harvested. In addition, the yield of 200 healthy plants was assessed as a control. All plants were harvested when pods of healthy plants were mature. The number of pods per plant, the weight of seeds per plant and reduction in yield due to viral infection were recorded.

### Results and discussion

Cowpea plants infected during the preflowering stage showed severe mosaic, abscision and malformation of leaves, stem necrosis, abortion of flowers and delayed pod maturity. Plants infected during the flowering stage showed similar symptoms but less severe. Plants infected during the postflowering stage showed only a mild mosaic. The results of the yield reductions are shown in Table I.

When cowpea was infected at earlier stages of its life cycle the yield reductions were higher. Abnormalities caused by the virus in the plant as dwarfing, leaf abscision, mosaic, flower abortion and delayed pod maturity were probably the main factor involved in such reduction. The effect in pod maturity was important. Most pods from plants infected at early stages of life cycle did not mature when pods of healthy plants did. These pods were not harvested which consequently affected production. The lower yield reduction obtained when infection occurred at postflowering is probably due to a reduced severity of the disease.

The reductions in yield found in our studies are extremely high. Several factors are involved in the yield reductions caused by a disease. The cowpea cultivar is one of these factors. As V-Moh is highly susceptible to CPSMV, it is possible that decreases in production using other cultivars may be different.

Table 1. Yield reduction in cowpea infected with cowpea severe mosaic virus.

Stage of infection	Yield components <sup>a</sup>		
	Average number of pods/plant	Average weight of grains/pod (gr)	Grain Yield reduction (%)
Preflowering	1.54	1.42	89.80
Flowering	3.72	2.48	82.21
Postflowering	8.19	6.19	55.60
Healthy	16.27	13.94	0.00

<sup>a</sup> From a total of 200 plants harvested at each stage of infection.

Since the experiment was carried out in the field, many variables and complex interactions could be involved but our observations represent a natural situation in Tropical regions in Central America.

#### Summary

Cowpea severe mosaic virus causes significant yield reduction of this crop in Costa Rica. Measurements taken in Turrialba, Costa Rica for determining the effect of viral infection on grain production revealed reductions of 84.8%, 82.1% and 55.6% when infection occurred before, during and after flowering, respectively.

#### Acknowledgement

This research was supported by grants from the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) and the Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica. R. Gámez is a research fellow of CONICIT. We are grateful to Drs. J. P. Fulton and H. S. Scott for their comments and suggestions on the project and manuscript.

R. A. VALVERDE\*  
R. MORENO\*\*  
R. GAMEZ\*

\* Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular y Escuela de Fitotecnia. Universidad de Costa Rica. Present address of senior author: Department of Plant Pathology, University of Arkansas, Fayetteville, Arkansas, USA.

\*\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

#### References

1. DEBROT, E. C. and BENITEZ DE ROJAS, C. E. El virus del mosaico del frijol *Vigna sinensis* Endl. (Cowpea mosaic virus) en Venezuela. *Agronomía Tropical* 17(1):3-16. 1967.
2. GONZALEZ, C., GAMEZ, R. y MORENO, R. Identidad, incidencia y distribución del virus del frijol de costa (*Vigna sinensis*) en Costa Rica. In Resúmenes, Reunión Anual, División del Caribe, Sociedad Americana de Fitopatología. CIAT, Cali, Colombia. 4-6 dic. 1975. 45 p.
3. JAGER, de C. P. Cowpea severe mosaic virus. CMI/AAB. Descriptions of Plant Viruses No. 209, 5 p. 1979.
4. VALVERDE, R. A., MORENO, R. and GAMEZ, R. Beetle vectors of cowpea mosaic virus in Costa Rica. *Turrialba* 28(1):90-91. 1978.
5. VALVERDE, R. A., MORENO, R. and GAMEZ, R. Incidence and some ecological aspects of cowpea severe mosaic virus in two crops systems in Costa Rica. *Turrialba* Vol. 32(1): 29-32. 1982.

## Métodos de aplicación del hongo *Beauveria* sp. para el control de la pulga saltona de la papa *Epitrix* sp.<sup>1</sup>

**Abstract.** Effective control of "hopping flea" *Epitrix* sp. was obtained with powder of spores of *Beauveria* sp. This treatment significantly reduced "hopping flea" populations

*Beauveria* sp. was dusted onto "hopping flea" adults, eggs and larvae in the laboratory of the Instituto Nacional de Investigación in Palian, Peru. The method of application of spores in suspension significantly reduced the eggs in larval populations. Similarly, suspension of spores directly on the soil reduced only the eggs.

Actualmente la "pulguilla saltona de la papa" *Epitrix* sp. está ocasionando graves pérdidas en el cultivo de la papa en la Sierra Central del Perú, razón por la cual se consideró conveniente buscar un método de contrarrestar el ataque de esta plaga, utilizando medidas de combate naturales, tales como la utilización de un agente microbiano, no dañino al medio ambiente: al hombre, animales y plantas. *Beauveria* sp. ha sido evaluado como patógeno de innumerables insectos plagas (1, 2, 3, 4, 5, 6) y otros. En este experimento se probó que el método de aplicación del hongo *Beauveria* sp. es eficaz para eliminar al insecto en el estado adulto, huevo y larvas.

### Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo de la Educación - Palián - Perú. El diseño empleado fue completamente al azar con tres repeticiones. Se cultivó el hongo en Agar papa glucosado y Agar Avena glucosado a 25°C por tres meses. Se recolectaron adultos de *Epitrix* sp. de cultivos de patata (en el follaje) y fueron criados en tubos de lámpara con la finalidad de tener huevos y de éstos larvitas para realizar el ensayo. Una vez realizada la cosecha de esporas se aplicaron en espolvoreo a adultos, huevos y larvas de la pulguilla saltona, en número de 20 por repetición. Del mismo modo se hizo con el método de suspensión de esporas, el que se refería a vaciar las esporas del hongo en agua estéril y realizar la aspersión; y el último método similar al segundo, con la diferencia de realizar la aspersión directamente a la tierra.

## Resultados y discusión

El análisis de variancia se hizo utilizando el método de los coeficientes ortogonales. Los datos originales fueron transformados a  $\sqrt{x + 0.5}$ . Se hicieron evaluaciones a los 4 y 6 días de inoculados con los tres métodos de aplicación del hongo.

Cuadro I. Análisis de variancia de la separación ortogonal de la mortalidad de adultos.

Fuente de variación	S.C.	G.L.	C.M.	Fc.	sig.	Datos orig. nro
Espolvor. vs suspens.	6.91	1		418.0	**	60 vs 20
Espolv. vs suspens. tierra	14.0	1		847.1	**	60 vs 5
Susp. vs suspens. tierra	1.2	1		75.0	**	20 vs 5
Error Exp.	0.26	16	0.016			

Se puede observar que el método de espolvoreo produjo el mayor número de adultos muertos frente al método de suspensión, lo que indica que cuando se aplican las esporas a manera de talco sobre el insecto es un método eficaz para causar la mortalidad de la pulguilla, debido a que el polvo de esporas actúa como un bio-insecticida.

El método de suspensión de esporas en las 2 fechas de evaluación 4 y 6 días solamente causó la mortalidad de 20 adultos (total de 3 repeticiones); esto indica que el hongo está atravesando la cutícula e invadiendo áreas internas del insecto y al transcurrir los días la infección se hace evidente. El método suspensión directamente a la tierra causó una mortalidad inferior a los demás tratamientos, debido a que no se aplicó el hongo directamente al insecto.

El método de aplicación espolvoreo superó estadísticamente a los 2 métodos de aplicación, corroborando los resultados anteriores. Entre el método de aplicación suspensión de esporas al huevo y suspensión de esporas a la tierra no se encontró diferencia significativa, indicando que ambos tratamientos son estadísticamente diferentes entre sí. Se puede observar en el Cuadro 2 que ambos tratamientos causaron un número similar de huevos muertos de *Epitrix* en las 3 fechas de evaluación (6, 9 y 11 días) de efectuada la inoculación. El método de suspensión directamente a la tierra en el estado huevo

1 Coleóptera Crysomelidae.

resultó eficaz en controlar, ya que este estado permanece en la tierra, lugar donde la hembra realiza el depósito de huevos.

Cuadro 2. Análisis de variancia de la separación ortogonal en huevos.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc.	Sig.	Datos orig. nro
Espolv vs suspens	1.77	1	43.39	43.39	**	60 vs 40
Espolv vs suspens tierra	1.53	1		37.40	**	60 vs 44
Susp. tierra						
Susp. insec.	0.009	1		0.22	ns	44 vs 40
Error Exp.	0.99	24	0.041			

El método de espolvoreo de esporas en larvas nuevamente resultó un método eficaz de control de la plaga superando significativamente a los demás tratamientos.

Cuadro 3. Análisis de variancia de la separación ortogonal de la mortalidad de larvas de la pulgilla saltona.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc.	Sig.	Datos de orig. nro
Espolv vs suspens	1.38	1		17.01	**	60 vs 37
Espolv vs susp tierra	7.96	1		97.79	**	60 vs 13
Suspens vs Suspens. tierra	2.70	1		33.20	**	37 vs 13
Error Exp.	1.304	16	0.081			

El método de suspensión de esporas a los 3 y 4 días de inoculados con el hongo *Beauveria* sp. causó la muerte de 13 larvitas, lo que indica que esta mortalidad prosigue a medida que transcurren los días y se debe a que la infección continúa cada vez más y más hasta producir la muerte de la larva.

### Conclusiones

1. El método de aplicación espolvoreo del hongo en adultos, huevos y larvas de *Epitrix* resultó eficaz como medida de control en el laboratorio.

2. La suspensión de esporas directamente a la tierra resultó un método eficaz de control de huevecillos de *Epitrix*, causando más del 50 por ciento de huevos muertos.
3. La suspensión de esporas directamente al insecto también resultó eficaz para matar al insecto después de las fechas en evaluación.

30 de junio de 1981

JUANA JULIA ROJAS CLEMENTE\*

\* Ing Agrónomo. Ex alumna de la Universidad Nacional del Centro, del Perú

### Literatura citada

1. CHATERJI-SARUP y MENON. *B. bassiana* Vuill. parásito in *Derispea mayae*. Published Indian Phytopatologie Science 26(1):71-73. 1973.
2. HAMALLE, R. J. y BELL, B. Three fungi tested for control of the curculio *Chalcodermus aeneus*. Journal Inver. Pathology 15:47. 1970.
3. INGA, R. Susceptibilidad de la broca de Café *H. hampei* a la *B. bassiana* tratadas con radiación gam. Tesis ONCP. 1975.
4. MULLER-KLOGER. Experiment *B. bassiana* for infecting *S. l meatus* in soil. The Review Application Plant Pathology, 50:382. 1971.
5. NEEL, W. y SIKOROWSKI, P. Pecan weevil. Susceptibility to fungus. Pecan Quartely 6:14-15. 1972.
6. ROBERT, P. y FERRON, P. Virulence of entomopathology fungi F. I. for the adults of *A. obtectus* (Coleop. Bruchidae) Journal Invert. Pathology 25(3):379-388. 1975.

## Efecto de la ingestión de las toxinas producidas por el hongo *Beauveria* sp. sobre la mortalidad de adultos y larvas de la pulga saltona *Epitrix* sp.<sup>1\*</sup>.

**Abstract.** *Beauveria* sp. was evaluated in the laboratory of Instituto Nacional de Investigación -Palián-Perú as pathogen of adults and larvae of "hopping flea" *Epitrix* sp. In a randomized design with three replications, sixty adults were distributed in glass dishes and thirty larvae in petridishes. The first group received the toxins on the feeding, joined with leaves of potato; the second group received the toxins on the feeding joined with roots of potato.

Mortality in adults took place by the fourth day, while the larvae were killed by the second day. These treatments are significantly more effective than infecting the insects with tegument.

La pulga saltona de la papa *Epitrix* sp. está considerada actualmente como plaga principal en el cultivo de la papa, por sus daños tanto en el follaje como en las raíces, por lo que en un programa de control microbiológico se debe tener en cuenta la efectividad de un microorganismo, la que se manifiesta en la habilidad y la capacidad de invadir al insecto huésped. Las toxinas secretadas por el micelio invasor y la acción de los enzimas son atributos que se reflejan en su capacidad propia. Tedders *et al.*, (3) afirman que los métodos de control biológico son satisfactorios para suprimir poblaciones de insectos. El Ministerio de Agricultura (2) informa que la "pulguilla saltona de la papa" *Epitrix* sp. es una de las principales plagas que atacan al cultivo de la papa en la Sierra Central del Perú.

El objetivo del presente trabajo fue:

- a) Determinar el efecto de las toxinas que excreta el hongo *Beauveria* sp. en larvas y adultos de la pulguilla de la papa *Epitrix* sp.

### Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en los Laboratorios de la Unidad de Ciencias, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo de la Educación (Palián), Perú.

El diseño empleado fue completamente al azar con tres repeticiones. El cultivo empleado para extraer la toxina del hongo fue el medio líquido

papa glucosado. Esta toxina se extrajo centrifugando el cultivo de esporas por 10 minutos; el sobrenadante que quedó se pasó por papel filtro, luego se sumergió las hojas de papa durante 10 minutos y se le suministró diariamente como alimento a las pulguillas que habían sido colocadas en vasos de ensayo. Para las larvas se suministró raicillas de papa que habían sido sumergidas en la toxina del hongo. La evaluación de la mortalidad se hizo en dos fechas. Se hizo un tratamiento sin hongo y un tratamiento a través del tegumento. Para comparar las medias de tratamiento se utilizó la Prueba de Duncan al 5%. Se utilizaron 20 adultos de *Epitrix* sp. y 10 larvas por repetición. Los adultos fueron recolectados de campos donde se encontraba el cultivo de la patata y fueron llevados al laboratorio y se procedió a la cría del insecto utilizando tubos de lámpara cuya boca inferior se encontraba cubierta con gasa doblada dos veces y sujetada con ligas; la boca superior también cubierta con tela de tocuyo y sujetada con ligas; en el interior del tubo se colocó hojas de papa como alimento del insecto y 30 insectos. Luego estos tubos fueron ubicados en cristalizadores, los que contenían tierra esterilizada y humedecida en agua estéril. El fin de la cría fue obtener huevos una vez efectuada la postura y así conseguir larvas de la pulga saltona de la patata.

### Resultados y discusión

El análisis de variancia se hizo con el diseño completamente al azar. Los datos originales fueron transformados a  $\sqrt{x + 0.5}$  y se usó la prueba de Duncan al 5%.

#### Mortalidad de adultos de la pulga saltona de la patata *Epitrix* sp., a los 4 y a los 6 días

Según la prueba de Duncan al 5%, la mortalidad de adultos a los 4 días causada por la ingestión de la toxina supera significativamente a la mortalidad de adultos sin hongo y al ocasionado por la infección a través del tegumento, siendo éstos dos tratamientos no significativos diferentes. Se nota asimismo que la ingestión produce el mayor número de insectos adultos muertos a los 4 días, debido a que la toxina segregada por el hongo *Beauveria* sp. invade al insecto y ocasiona disturbios y parálisis en él, logrando matarlo rápidamente. El insecto se comporta inactivo y pierde los reflejos musculares. La infección a través del tegumento produce el menor número de insectos muertos a los 4 días, debido a que el hongo logra atravesar la cutícula del insecto y a partir de este día el hongo empieza a invadir los tejidos, hemo-linfa, sistema nervioso. Cuadro 1.

<sup>1</sup> Coleóptera Crysomelidae

\* Resumen de trabajo de Investigación. Ing. Agrónomo. Ex alumna de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Cuadro 1. Mortalidad de adultos a los 4 días.

Clave	Tratamiento	Mortalidad orig. transf. nro. $\bar{X}$ nro.		Duncan 5%
TOX	Ingestión de la toxina	13.0	3.66	a
SH	Sin hongo	0.6	1.05	b
II	A través del tegumento	0.6	0.998	c

A. L. S. (D) 5% = 0.75

La mortalidad de adultos a los 6 días, causada por la ingestión de la toxina, superó al tratamiento sin hongo, no así a la mortalidad de adultos a través del tegumento. Con la ingestión de la toxina, la mortalidad de 20 adultos llega a los 6 días, lo que no ocurre con el tratamiento infección a través del tegumento, donde la mortalidad de los 20 adultos se produce después de los 6 días.

Cuadro 2. Mortalidad a los 6 días.

Clave	Tratamiento en adultos	Mortalidad orig. transf. nro. $\bar{X}$ nro.		Duncan 5%
TOX	Ingestión de la toxina	7.00	2.72	a
II	Infección a través del tegumento	6.33	2.60	a
SH	Sin hongo	0.00	0.99	b

A. L. S. (D) 5% = 0.82

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

#### Mortalidad de larvas de la pulga saltona de la papa *Epitrix* sp. a los 2 y 4 días

La prueba de Duncan al 5% logra determinar que la mortalidad de larvas ocasionada por la ingestión de la toxina supera significativamente a la mortalidad de larvas que han sido infectadas a través del tegumento y a la mortalidad de larvas sin hongo. A los 2 días después del ensayo se produce el mayor número de larvas muertas que a los 4 días. Las larvas muertas por la ingestión de la toxina presentan

hinchamiento del cuerpo, ennegrecimiento y pérdida de peso. La infección a través del tegumento en larvas se produce a los 4 días, debido a que el hongo logra atravesar el cuerpo de la larva, donde comienza a crecer y a desarrollarse e invade la constitución interna llegando a causar la muerte de las larvas.

Cuadro 3. Mortalidad a los 2 días.

Clave	Tratamiento en larvas	Mortalidad de larvas: 2 días orig. transf. nro. $\bar{X}$ nro.		Duncan 5%
TOX	Ingestión de la toxina	8.0	2.91	a
II	Infección a través del tegumento	0.0	0.70	b
SH	Sin hongo	0.0	0.7071	b

A. L. S. (D) 5% = 0.206

Cuadro 4.

Clave	Tratamiento	Mortalidad de larvas: 4 días orig. transf. nro. $\bar{X}$ nro.		Duncan 5%
II	Infección tegumento	6.33	2.603	a
TOX	Ingestión toxina	2.00	1.55	b
SH	Sin hongo	0.66	1.052	b

A. L. S. (D) 5% = 0.62

#### Conclusiones

1. La ingestión de la toxina segregada por el micelio del hongo *Beauveria* sp., produce en los adultos de la pulguilla de la papa *Epitrix* sp. falta de apetito, inactividad y parálisis del insecto. En larvas ocasiona ennegrecimiento, hinchamiento y pérdida de peso.
2. A los 4 días de ingerida la toxina, se produce mayor número de adultos muertos que a los 6 días.
3. A los 2 días de ingerida la toxina, se produce mayor número de larvas muertas que a los 4 días.

4. La mortalidad de larvitas infectadas a través del tegumento empieza a los 4 días, prosiguiendo en los días consecutivos.

30 de julio de 1981

JUANA JULIA ROJAS CLEMENTE\*

\* Ing. Agrónomo. Ex alumna de la Universidad Nacional del Centro, del Perú

#### Literatura citada

1. MADELIN, M. F. Fungal parasites of insects. Annual Review Entomology 11:423-448. 1966.
2. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Boletín Informativo. 1976.
3. TEDDERS, W. L. WEAVER, D. J. y WEHUNT, E. J. Pecan weevil: suppression of larvae with the fungi *Metarrhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* and the Nematode *Neoplectana dutcki*. Journal of Economic Entomology 66(3):723-725. 1973.

#### A new technique for detached leaf culture of *Hemileia vastatrix* B. et Br.

**Resumen.** Se ha puesto en uso un plato de petri-modificado, al cuál se decidió designar como "Aparato SV", para estudiar *in vitro* el proceso de infección de la roya del café y el cual evitó los cruzamientos entre patógenos y redujo el costo de los trabajos

Detached leaf disc method is followed to screen coffee plants for rust resistance (1). There are certain drawbacks in this method though effective and dependable to a good extent. The blotting paper used to line the petri-plates dries up quickly during summer months and needs frequent watering. During monsoon and winter it creates excessive humidity and causes serious problems in maintaining rust cultures. Frequent opening of the petri-plates introduces contamination by other pathogens leading to the premature rotting of coffee leaf discs in spite

of the sterilizing of petri-plates and the use of blotting papers before inoculations.

To overcome these drawbacks an improvised petri-plate was introduced and trial screening undertaken. The bottom petri-plate was modified to have a raised platform encircled by a 10 mm wide canal (Figure 1). The bottom petri-plate was not lined with blotting paper as in the earlier technique (1), instead, the canal was filled with sterile water to the level of the platform and the leaf discs were placed directly on the platform (Figure 2). This provided the suitable micro-climate needed for the disc to remain in healthy conditions for the period of incubation and full disease manifestation.

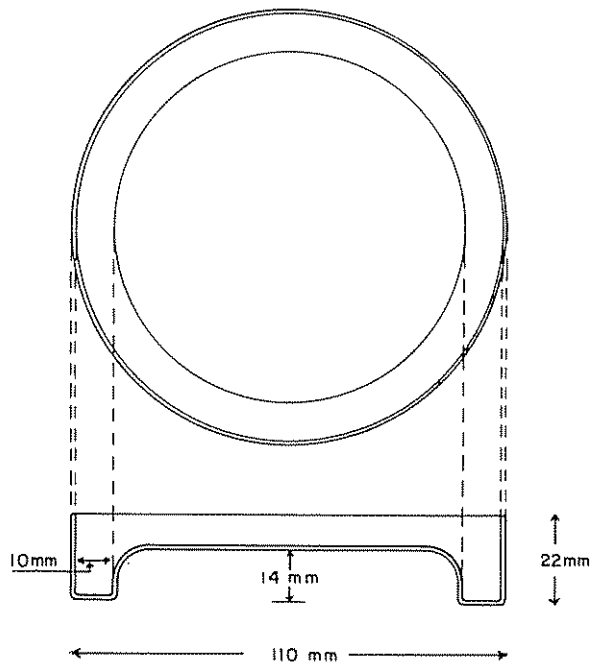


Fig. 1 Line drawing of the improvised petri-plate

Elimination of the blotting paper has helped in saving the cost, which is Rs.500/- (\$50) a ream. Frequent removal of the top petri-plate for watering was much reduced or avoided, since the water filled in the canal and remained for a longer time, thereby preventing contamination. The leaf discs kept in these modified petri-plates have remained in suitable conditions for rust infection studies *in vitro* for more than six months, which was more than ample to study rust infection *in vitro*.



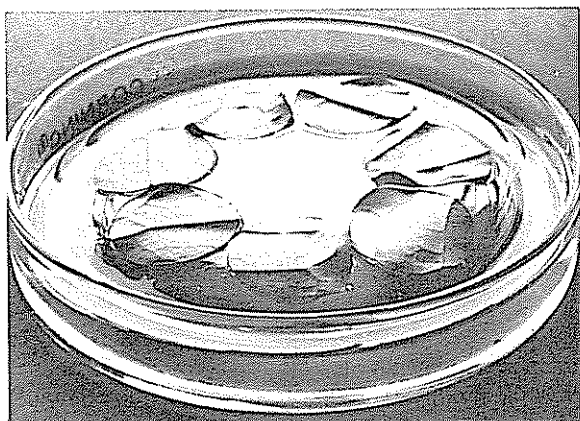


Fig. 2 Photograph showing water canal and leaf discs

The authors wish to name the apparatus as "SV apparatus" after Shri S. Vishveshwara, the Director of Research of this Institute.

### Summary

A modified petri-plate "SV apparatus" has been put to use to study coffee rust infection *in vitro*, in which cross infection was avoided and cost reduced.

M. S. SREENIVASAN\*  
M. RAMACHANDRAN\*

---

\* Central Coffee Research Institute, Coffee Research Station 577 117 Chikmagalur District Karnataka, INDIA.

### Reference

1. NARASIMHASWAMY, R. L., NAMBIAR, K. K. N., and SREENISAVAN, M. S. Report on work of testing races of leaf disease fungus on coffee selections at Coffee Research Station. *Indian coffee* 25(9):333-336. 1961.