

UN ENSAYO PERMANENTE DE MONOCULTIVOS. I. MONOCULTIVO DE TRIGO¹

Maximiliano Martínez²
Elías Letelier A.²

INTRODUCCION

El monocultivo, especialmente de maíz y arroz, es corriente en diversas regiones del mundo. Esta práctica tiene la ventaja de permitir un alto grado de especialización en el cultivo respectivo por parte de los agricultores y de los profesionales que actúan en la región respectiva. Sin embargo, en la mayor parte de las especies cultivadas anuales el monocultivo produce una baja considerable de los rendimientos.

Esto ha sido comprobado en trigo (Cooke, Huet y Bayeldieu, 1976), maíz (Welch, 1976), papas (Laloux *et al*, 1976) centeno (Welte y Timermann, 1976), etc. Los efectos del monocultivo no son acumulativos, estabilizándose los rendimientos a cierto nivel de equilibrio (Cooke, 1976) (Johnston y Mattingly, 1976). Los experimentos de rotaciones combinadas con fertilizantes han permitido llegar a la conclusión de que los beneficios de la rotación cultural deben atribuirse especialmente al control que ellas ejercen sobre las enfermedades y parásitos transmitidas por las plantas a través del suelo (Johnston y Mattingly, 1976) (Cooke, 1976) (Huet y Boyeldieu, 1976). Por otra parte, la esterilización parcial del suelo sobre un terreno en monocultivo permite recuperar los rendimientos normales (Huet y Boyeldieu, 1976). Los beneficios de la esterilización parcial del suelo parecen deberse a varias causas; las principales serían el gran flujo de amonio que esta práctica produce, la estimulación de la multiplicación de hongos antagonistas de hongos patógenos (Russell, 1973) y, obviamente, la eliminación o disminución de dichos patógenos, nematodos y otros parásitos.

El ensayo que se presenta aquí comenzó en la temporada 1963-1964 y tuvo por objetivo estudiar la posibilidad práctica de la implantación de varios monocultivos en la región central de Chile; estos monocultivos fueron los siguientes; trigo, maíz, papas y porotos³. Cada monocultivo es probado a 4 niveles de fertilización NPK. A los pocos años de monocultivo, los rendimientos de todos ellos habían bajado notoriamente, en vista de lo cual se decidió esterilizar parcialmente todos los años el suelo de una de las repeticiones del ensayo, práctica que ha continuado hasta la actualidad. En esta primera parte se presentan los resultados obtenidos en el monocultivo de trigo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo es de carácter permanente; se inició en 1963. En un comienzo el ensayo pretendía solamente evaluar el efecto de 4 niveles de fertilización NPK sobre el monocultivo del trigo. Constaba de 5 bloques (A, B, C, D, E) en cada uno de los cuales estaban representados los 4 tratamientos de fertilización. En la quinta temporada de ensayo (1967/1968) se estimó conveniente desinfectar anualmente con bromuro de metilo el bloque A, manteniéndose sin desinfectar los bloques B, C, D y E. Esto se ha seguido efectuando todos los años en esta forma, con las siguientes excepciones:

En 1965/66 y 1966/67, el bloque E se destinó a observaciones y pruebas especiales. En estos años dicho bloque no forma parte de los promedios indicados en el Cuadro 1.

En 1970/71 se desinfectaron los bloques A y B. El dato del Cuadro 1 es el promedio de ambos.

En 1971/72 no se desinfectó el bloque A. El bloque B se desinfectó con formalina en vez de bromuro; este es el dato para "desinfectado" que se consigna en el Cuadro 1. El bloque A no se tomó en cuenta en ese año.

En 1972/73 se desinfectaron con bromuro los blo-

¹ Recepción originales: 10 de octubre de 1980.

² Ings. Agrs., Programa Ecología y Manejo, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

³ De estos cultivos, el maíz es el más frecuentemente utilizado en monocultivos en algunas regiones del mundo. En la región central de Chile también se utiliza esta práctica, pero es más bien excepcional.

ques A y B; el dato del Cuadro 1 es el promedio de ambos.

Las dosis de fertilización aplicadas anualmente fueron las siguientes, en Kg/ha.:

Fertilización	Temporadas 1963/64 hasta 1967/68 inclusives			1968/69 y siguientes		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	—	—	—	—	—	—
1	25	50	25	32	20	10
2	50	100	50	64	40	20
3	100	200	100	128	80	40

Los nutrientes se aplicaron en forma de nitrato de sodio, superfosfato triple y sulfato de potasio.

1969/70 hasta 1973/74 inclusive
1974/1975
1975/1976
1976/77 hasta 1978/79 inclusive
1979/1980

Huelquén
Toquifén
Quilafén
Aurifén
SNA-1

Las variedades empleadas en los diversos años fueron las siguientes:

1963/1964
1964/1965
1965/1966 y 1966/1967
1967/1968
1968/1969

Orofén 60
Platifén
Rulofén
Centrifén
M2

El suelo en el que se efectuaron los ensayos corresponden a la serie "Santiago", formada sobre depósitos aluviales del río Maipo. Su textura en el horizonte superficial (0–20 cm.) es franco-arcillo-arenosa, y franco-arcillosa de 20–40 cm. El pH de este

CUADRO 1. MONOCULTIVO DE TRIGO. RENDIMIENTOS qq/ha.																		
Suelo natural																		
Ferti- lización	63-64	64-65	65-66	66-67	67-68	68-69	69-70	70-71	71-72	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	
0	17,34	3,46	4,01	6,96	14,48	15,26	15,86	16,59	21,35	18,14	10,40	10,67	8,38	23,69	17,55	14,07	19,21	
1	17,83	5,65	5,64	9,92	22,27	19,76	22,79	26,25	23,70	23,85	14,78	18,64	8,99	36,87	25,58	23,69	35,41	
2	23,23	8,86	5,22	12,34	27,09	23,64	25,94	35,90	29,40	27,34	18,46	26,35	11,63	42,13	30,37	34,45	46,25	
3	27,90	10,94	8,31	14,68	29,30	28,90	24,61	48,19	32,25	31,20	31,33	37,55	10,82	44,11	34,30	43,64	54,01	
Suelo desinfestado																		
Ferti- lización	67-68	68-69	69-70	70-71	71-72	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80					
0	28,22	38,93	33,00	40,06	31,50	25,74	17,54	10,00	16,78	26,66	26,17	26,08	25,20					
1	35,56	39,91	45,29	53,33	34,65	29,74	23,25	24,79	28,70	40,83	38,29	38,04	41,25					
2	40,66	46,66	47,11	61,35	37,95	35,99	34,58	36,25	32,76	49,37	42,55	43,47	48,75					
3	49,87	56,24	49,03	59,68	44,00	39,49	42,83	50,20	41,97	36,04	46,80	51,95	58,95					
PROMEDIOS RENDIMIENTOS DESDE 1967/68 HASTA 1979/80																		
Fertilización	Suelo natural			Suelo desinfestado														
0	15,81			26,72														
1	23,27			36,03														
2	29,15			42,39														
3	34,63			46,95														

suelo es 8, lo que se debe a la influencia del riego con aguas calcáreas.

Las parcelas son de 2 x 5 m., apretiladas para impedir el escurrimiento del suelo por erosión o labores. El ensayo se efectúa en condiciones de riego. El riego se hace con sifones que llevan el agua directamente a la parcela.

RESULTADOS Y DISCUSION:

Los resultados promedios de las 4 repeticiones no desinfestadas y de la repetición desinfestada se presentan en el Cuadro 1 y en las Figuras 1 y 2. En el Cuadro 1 puede apreciarse que el rendimiento bajó en el nivel de fertilización alta de 27,9 qq/ha. a 10,9 en el 2º año de monocultivo, manteniéndose esta situación durante los 2 años siguientes. En el primer año de su aplicación, la desinfestación con bromuro de metilo produjo un aumento espectacular de los rendi-

mientos en todos los niveles de fertilización; los altos rendimientos del tratamiento desinfestado con fertilización alta se mantienen hasta la actualidad.

Por su parte el tratamiento de alta fertilización sin desinfestar comienza a subir sus rendimientos desde el 5º año de monocultivo; esta tendencia se mantiene hasta la actualidad. En efecto, en el último año que se presenta, la diferencia entre los tratamientos desinfestados y no desinfestados al nivel de fertilización alta ha sido solamente de 5 qq/ha., siendo ambos rendimientos muy buenos.

El tratamiento no desinfestado sin fertilizar también ha tendido a aumentar sus rendimientos, pero en forma moderada.

En cuanto al tratamiento desinfestado y sin fertilizar, su tendencia ha sido a disminuir notoriamente sus rendimientos.

Para todos los tratamientos existe una baja de rendimientos entre los años 1972 y 1975.

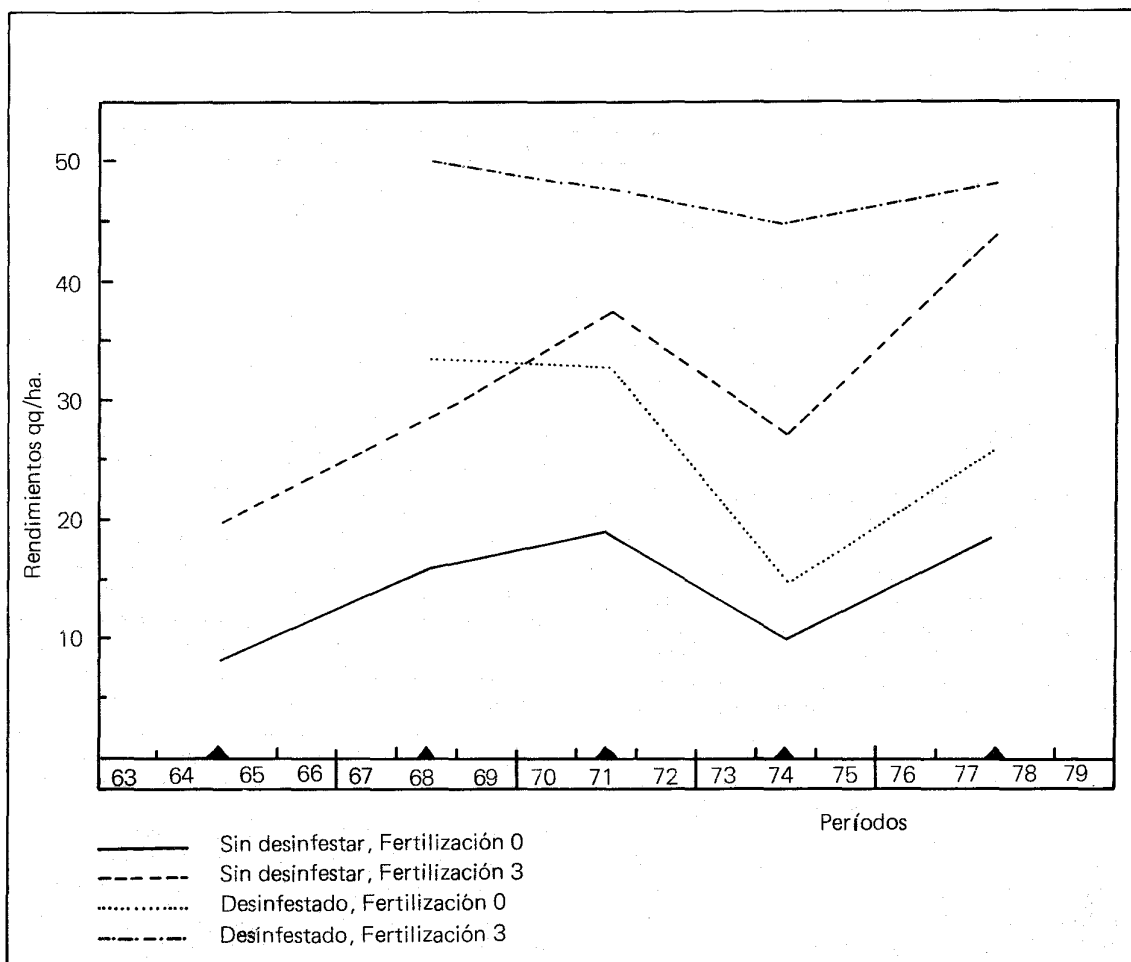


FIGURA 1. Rendimientos del monocultivo de trigo. Promedios por períodos.

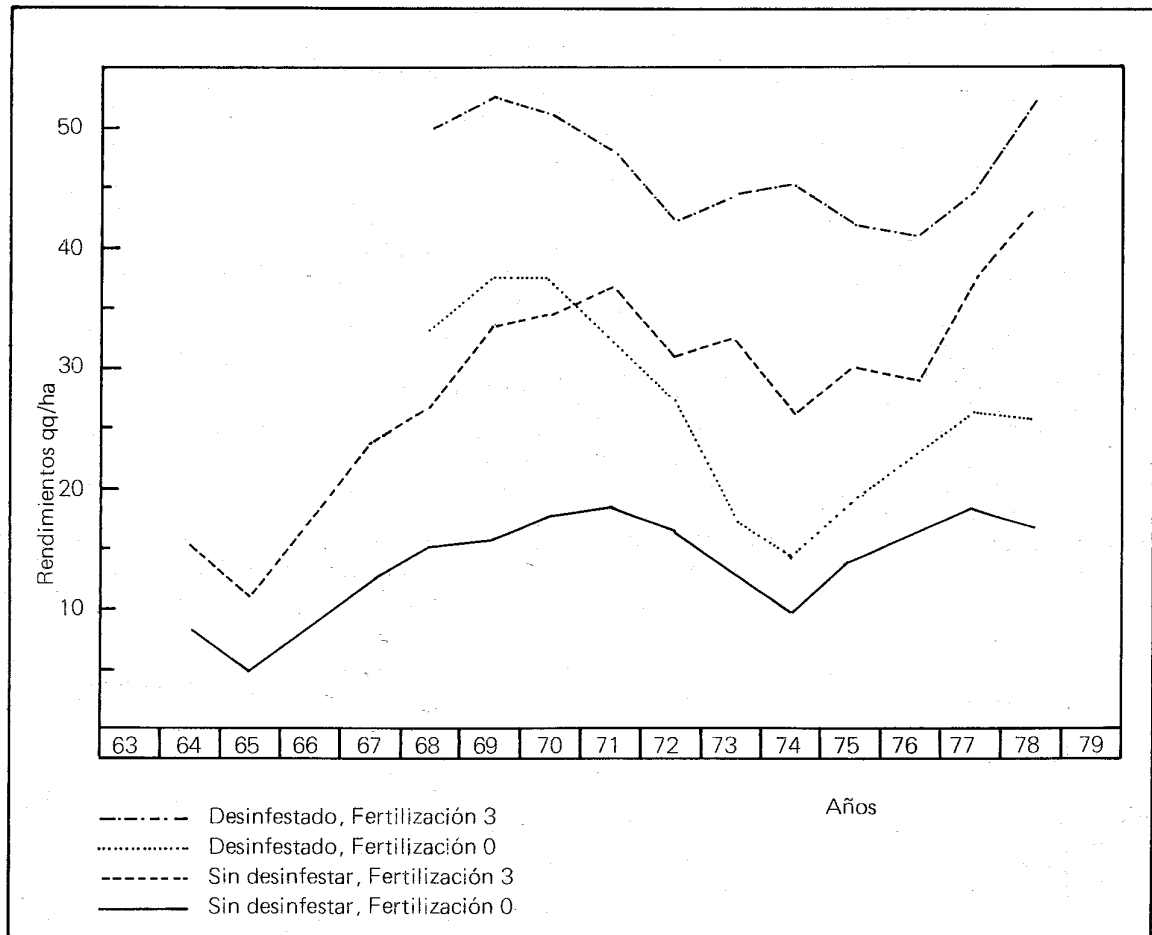


FIGURA 2. Rendimientos del monocultivo de trigo. Promedios móviles tri-anales.

CONCLUSIONES

Los resultados expuestos podrían interpretarse en la siguiente forma:

Desde que los tratamientos no desinfestados reciben una dosis anual bastante elevada de nitrógeno (128 Kg.N/ha.), es poco probable que el efecto favorable de la desinfestación del suelo con bromuro de metilo pueda atribuirse al efecto movilizador del nitrógeno que generalmente acompaña a la esterilización parcial del suelo.

La baja de rendimientos en los 4 primeros años de monocultivo puede atribuirse a la proliferación de enfermedades y parásitos radiculares. La posterior recuperación de los rendimientos en los tratamientos sin desinfestar serían la expresión de la acción de los antagonistas de dichas enfermedades y parásitos (Gerragh, 1968), los cuales han empezado a hacerse numéricamente más importantes, hasta alcanzar un equilibrio con las primeras alrededor del año 1971.

El gran efecto de la aplicación de bromuro de metilo en presencia de fertilización se debería, obviamente, al control de parásitos y enfermedades radiculares.

La tendencia a descender del rendimiento del tratamiento desinfestado sin fertilizar, se debe seguramente al agotamiento de las reservas nutritivas del suelo ocasionado por los rendimientos relativamente elevados que tuvo este tratamiento en los primeros años de su establecimiento. En ambos tratamientos sin fertilizar (desinfestado y sin desinfestar), el limitante principal de la productividad tiende a ser el nivel de nutrientes y es probable que, en el límite, ambos tratamientos alcancen rendimientos muy parecidos.

La baja de rendimiento que presentan todos los tratamientos entre 1972 y 1975 coincide con una tendencia regional en el mismo sentido, causada en parte importante por ataque de pulgones y de virosis (BYDV). Los rendimientos medios del trigo en la Región Metropolitana fueron los siguientes desde 1970 a 1977:

1970/1971	23,4 qq/ha.
1971/1972	22,6 "
1972/1973	13,5 "
1973/1974	15,1 "
1974/1975	18,1 "
1975/1976	16,1 "
1976/1977	24,7 "
1977/1978	23,3 "

En cuanto a qué enfermedades y/o parásitos fueron los que afectaron al trigo en monocultivo y que fueron, a su vez, controlados por la desinfestación, ello está siendo investigado por fitopatólogos y nematólogos del INIA. Caglevic (1980)¹ ha encontrado en muestras del suelo no desinfestado, poblaciones moderadas de *Fusarium graminearum* y algún ataque de *Helminthosporium sativum* y *Pescornia* sp.

Martínez y Cortázar (1980), opinan que la diferencia

de rendimiento en las parcelas no desinfestadas debe atribuirse a patógenos que no producen una disminución del tamaño del grano, lo que haría poco probable que dicha diferencia fuera causada por los hongos citados anteriormente. Por su parte Guíñez (1979, 1980), ha encontrado poblaciones abundantes de nematodos predadores del trigo en el suelo de las parcelas no desinfestadas.

En lo que se refiere al objetivo práctico del ensayo, cual es la posibilidad de practicar el monocultivo de trigo en la zona central de Chile, puede decirse que ello sería difícil ya que el agricultor tendría que soportar algunos años de rendimientos bajos, aunque emplee dosis normales de fertilizantes. La otra alternativa sería utilizar un nemacida o un fungicida comercial, lo que debería estudiarse experimental y económicamente.

RESUMEN

Se presentan los resultados de un ensayo permanente de monocultivo de trigo que empezó en la temporada 1963/1964. Sobre el monocultivo se prueban 4 dosis de fertilización, una de las cuales es cero fertilización. Desde la temporada 1967/1968, una de las repeticiones del ensayo se desinfestó anualmente con bromuro de metilo.

Los resultados indican:

- Un primer efecto depresivo del monocultivo (sin desinfestar), que dura 4 años.

— Una posterior recuperación paulatina de los rendimientos del monocultivo (sin desinfestar) hasta alcanzar niveles de rendimiento bastante altos en los últimos años, siempre que es acompañado de fertilización.

— Un gran efecto positivo de la desinfestación del suelo sobre los rendimientos, los cuales se mantienen altos en los tratamientos fertilizados.

— Un descenso continuo de los rendimientos del tratamiento desinfestado sin fertilizar. Se proponen explicaciones a estos resultados.

SUMMARY

A PERMANENT TRIAL ON MONOCULTURES. I. MONOCULTURE OF WHEAT

Results of a permanent trial on monoculture with wheat, initiated in 1963/1964, are presented. Four rates of fertilization are being tested with the monoculture, one of them being zero fertilization. Since 1967/1968, one of the replications is being desinfested annually with methyl bromide.

The results indicate:

- An initial depressive effect of monoculture, lasting 4 years.
- A subsequent gradual recovery of the yields of the

monoculture (not desinfested) up to rather good yields in the last years, provided that fertilization is applied.

— A large positive effect on yields of soil desinfestation; these yields continue at a high level, provided that fertilization is applied.

— A continuous fall of yields in the treatment desinfested but not fertilized.

Explanations for these results are proposed.

¹Comunicación personal.

LITERATURA CITADA

- COOKE, G. W. 1976. Long term fertilizer experiments in England: the significance of their results for agricultural science and for practical farming. *Ann. agron.* 27(5-6): 503-536.
- GERLAGH, M. 1968. Introduction of *Ophiobolus graminis* into new polders and its decline. Center for agricultural publishing and documentation, Wageningen, Holand.
- GUIÑEZ, A. 1979. Informativo Técnico 1978/1979, Est. Exp. La Platina, Santiago, Chile.
- _____ 1980. Informativo Técnico 1979/1980, Est. Exp. La Platina, Santiago, Chile.
- HUET, PH. et BAYELDIEU, J. 1976. Comportment varietal et conduite du blé tendre en monoculture de longue durée. *Ann. Agron.* 27(5-6): 969-981.
- JOHNSTON, A. E. et MATTINGLY, E. G. 1976. Experiments on the continuous growth of arable crops at Rothamsted and Woburn experimental stations: effects of treatments on crops yields and soil analysis and recent modifications in purpose and design. *Ann. Agron.* 27(5-6): 927-956.
- LALOUX, R. *et al.* 1976. Etude de la fertilization minerale sur des parcelles ou monocultures et rotations culturales ce sent succedé. *Ann. Agron.* 27(5-6): 839-854.
- MARTINEZ, M. y CORTAZAR, R. 1980. Efecto de la desinfección del terreno con bromuro de metilo en el ensayo de monocultivo de trigo en la Estación Experimental La Platina en 1977. *Agric. Téc.* 40(1): 47-48.
- RUSSELL, E. W. 1973. Soil conditions and plant growth. Longman, Londres. Págs. 238-240.
- WELCH, L. F. 1976. The morrow plots-hundred years of research. *Ann. Agron.* 27(5-6): 881-890.
- WELTE, E. et TIMERMANN, F. 1976. Fertilité du sol et bilan de l'azote dans l'essay permanent de fumure "Ewiger Roggerbau" (culture continue de seigle) a Halle-Saale. *Ann. Agron.* 27(5-6): 721-742.