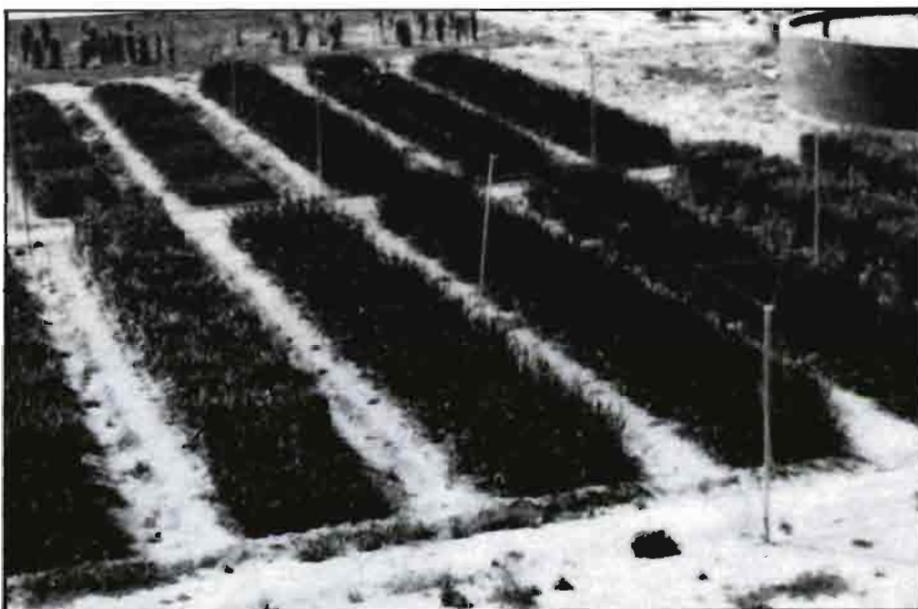


«**L**as diferentes especies vegetales difieren en cuanto a la facilidad de absorción del bromo y también en el grado de tolerancia al mismo.»

Efectos de la utilización del Bromuro de Metilo en agricultura



Parcelas de trigo de los Campos Experimentales de la Universidad de Barcelona.

Introducción

El bromuro de metilo es un pesticida de uso muy generalizado. Si bien en un principio se aplicaba como nematocida, actualmente se utiliza como biocida general, a menudo como desinfectante del suelo previo cultivo.

Para muchas plantas resulta muy tóxico si sus raíces están expuestas directamente al compuesto. También se ha observado que disminuye la capacidad germinativa de algunas semillas, por lo cual a menudo se utiliza en el almacenado de éstas.

El bromuro de metilo es tóxico también para el hombre, producién-

dole, a concentraciones bajas, trastornos psíquicos. La máxima concentración aceptada en el aire es de 20 ppm.

Aplicación del Bromuro de Metilo

El bromuro de metilo se aplica al suelo en forma gaseosa por inyección, a una profundidad de 10 a 15 cm. Para aumentar la penetración del gas e impedir su evaporación inmediata, es preciso cubrir el suelo con una lona de plástico (polietileno) durante dos días. Debido a la toxicidad del gas, la persona que realiza la aplicación debe protegerse con una máscara de gas para evitar la inhalación del producto. Normalmente, el

bromuro de metilo se mezcla con un 2% de cloropicrina, un lacrimante, como agente de alarma.

La dosis empleada varía bastante, desde 220 kg/ha hasta 900 kg/ha, en función de la cantidad y variedad de malas hierbas y patógenos a eliminar. Una dosis media frecuente es de 500 kg/ha.

Después del tratamiento conviene hacer un lavado con unos 200 l/m² de agua al objeto de eliminar los residuos de bromo excedente.

Debido a la distinta capacidad de retención del bromo según la calidad del suelo, se recomienda realizar el tratamiento como mínimo de 7 a 10 días antes del cultivo en suelos normales y hasta 2 meses antes en suelos muy ricos en materia orgánica.

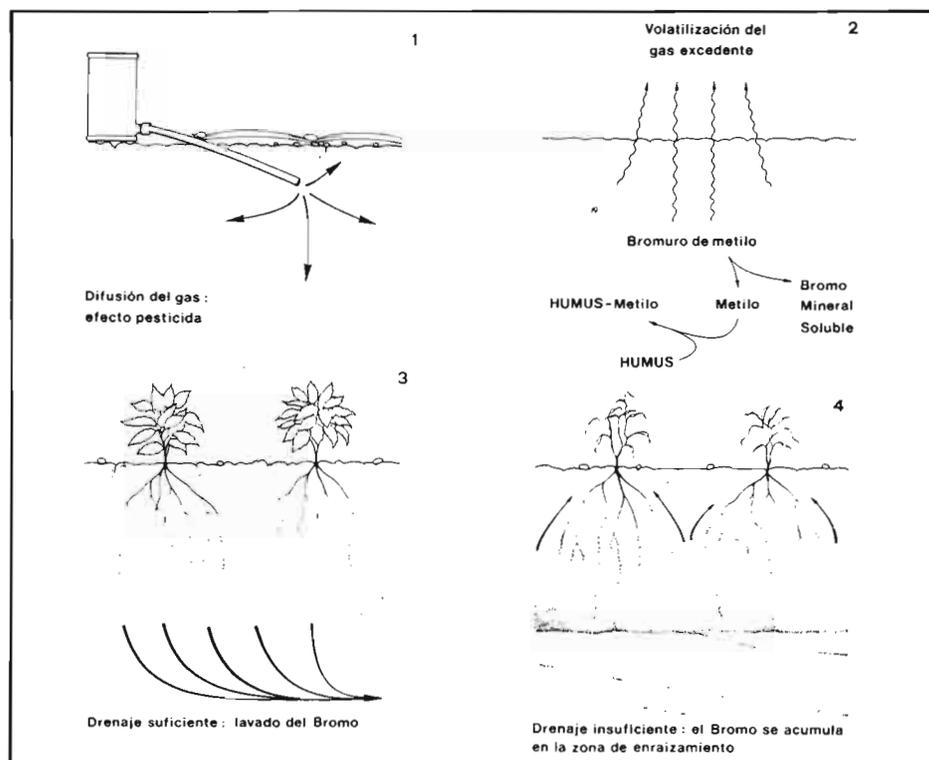
Evolución del Bromuro de Metilo en el suelo (Figura 1)

El gas aplicado se difunde más rápidamente cuando el suelo está seco, la temperatura es elevada, cuanto mayor sea la macroporosidad (suelos arenosos) y cuanto más tiempo se deje la cubierta de plástico en superficie. En éste periodo es cuando el bromuro de metilo realiza su efecto pesticida general. Cabe destacar, por lo tanto, que también se elimina la microflora del suelo, portadora de agentes beneficiosos como las bacterias nitrificantes, así como las lombrices y otros elementos de la fauna.

Una vez retirada la cubierta de plástico, el bromuro de metilo que se

«**D**espués de los tratamientos conviene hacer un lavado con unos 200 l/m de agua al objeto de eliminar los residuos de bromo.»»

por: PONS R., SALA A.,
VALLEJO V.R. y FRANSI A.
Departament de Fisiologia Vegetal.
Facultat de Biologia
de Barcelona.



Aplicación del Bromuro de Metilo y vías que puede seguir una vez llega al suelo.

mantiene en forma gaseosa en el suelo se difunde a la atmósfera libre. Sin embargo, una parte del bromuro aplicado ha sido mineralizada a través de la materia orgánica del suelo y es susceptible de ser absorbida posteriormente por las plantas y producir toxicidad. Este residuo que permanece en el suelo es del orden del 20% del total de bromuro aplicado en suelos de textura francoarenosa. El porcentaje de mineralización del bromuro de metilo disminuye por efecto de cloruros y nitratos debido a fenómenos de competencia.

La mineralización del bromuro de metilo está catalizada por la materia orgánica. Por ello, tenemos la siguiente secuencia de retención de bromo en orden decreciente:
TURBA ARCILLA ARENA.

El bromo residual es muy soluble y es fácilmente absorbido por la planta. Conviene eliminarlo por lavado para lo cual es necesario un drenaje libre y la aplicación de agua suficiente. Para esta eliminación se aconseja el riego posterior a la aplicación.

Efecto del Bromo residual en el suelo sobre el crecimiento y desarrollo de la planta.

Existen numerosos datos en la bibliografía especializada que ponen de manifiesto la existencia de una acumulación de bromo en partes vegetativas y reproductoras de las plantas cultivadas, tras la fumigación con bromuro de metilo u otros compuestos bromados. La cantidad de bromo que se encuentra en el suelo influye directamente sobre su

contenido en las plantas que se cultivan en dichos suelos. Se constata repetidamente, y en distintos cultivos, que la absorción del bromo es muy activa en las primeras fases del crecimiento de las plantas, provocando concentraciones altas de bromo. A medida que la planta se desarrolla, la concentración desciende debido principalmente a que disminuye la velocidad de su absorción y se diluye al aumentar el peso de la planta. De acuerdo con esta dinámica de absorción, la planta concentra a lo largo de su desarrollo y hasta la recolección final, ciertas cantidades de bromo que merecen especial atención ya que pueden tener consecuencias variables según los niveles alcanzados. A concentraciones fisiológicas (bajas), se ha descrito que el bromo en las plantas puede ejercer efectos positivos como estimular la germinación en los granos de polen, incrementar el contenido de aminoácidos en maíz y cebada, etc. A concentraciones elevadas, puede tener los siguientes efectos:

- Alterar el propio crecimiento y desarrollo de la planta según su grado de sensibilidad al mismo (menor floración, síntomas visuales de toxicidad, etc...)
- Afectar la absorción de algunos de los nutrientes minerales esenciales, bien de forma positiva o negativa. Así, se ha descrito un incremento en la disponibilidad y absorción del fosfato, competencia con la absorción de nitratos, etc...
- Pasar al consumidor el bromo acumulado en las plantas comestibles,

con las posibles alteraciones de la salud.

d) Modificar la calidad de los productos comercializables (niveles de azúcar, vitamina C en frutos de tomate, etc...)

Las diferentes especies vegetales difieren en cuanto a la facilidad de absorción del bromo y también en el grado de tolerancia al mismo. Se reconocen como plantas sensibles, entre otras, las siguientes: algodón, ajo, cacahuete, cebolla, cítricos, clavel, col, algunas variedades de crisantemo, espinaca, guisante, judía, melón, nabo, patata, pensamiento, pimiento, remolacha, salvia y viola.

Hay que destacar especialmente el caso del clavel, entre las plantas sensibles. Su sensibilidad a la acumulación de bromo es extrema, presentándose síntomas de toxicidad (daños en las hojas, retrasos del crecimiento, menor floración, etc...) a partir de concentraciones de 5 mg. por kg. de suelo y 500 mg. por kg. de materia vegetal seca.

Los daños aparecen entre las cuatro y las seis semanas después de la plantación en un suelo fumigado con bromuro de metilo. Los síntomas son: marchitez de las hojas inferiores, seguido de clorosis y necrosis (quemadas). Estos síntomas pueden llegar a afectar a las zonas de crecimiento de las plantas, provocando su muerte.

Otro caso extremo pero en sentido contrario, es el de la lechuga. Esta acumula bromo hasta valores no usuales, a medida que se incrementan las dosis de aplicación de bromuro de metilo u otras sales que contenga bromo, hasta alcanzarse valores en el suelo de 5000 mg/g. sin que la planta manifieste ningún tipo de sintomatología.

Los síntomas visuales ponen de manifiesto la sensibilidad de las plantas a la acumulación de bromo y su intoxicación, presentándose, en general, procesos de marchitamiento precoz, coloraciones púrpuras en las partes vegetativas (principalmen-

te en las hojas) acompañadas muchas veces de áreas quemadas. Tales síntomas nos indican la existencia de un exceso de bromo en el suelo y en la planta que pueden tener consecuencias «graves» para el cultivo.

La acumulación en la planta no es uniforme, sino que varía en sus distintos órganos, estando relacionada con la intensidad de transpiración del órgano. Así, en general, las hojas acumulan más bromo que los tallos, los frutos y las raíces. Dentro de las hojas, son las más viejas y las más expuestas a la transpiración (por ejemplo, las hojas más externas de la lechuga y las hojas bandera del trigo) las que concentran mayor cantidad.

Aún cuando los síntomas de toxicidad hayan empezado a manifestarse, el daño puede ser subsanado mediante la aplicación de riego y fertilización con nitratos. Parece ser que la adición de nitratos, así como de cloruros, disminuye los efectos tóxicos, debido a que estos elemen-

CONFIENOS SUS INSTALACIONES DE RIEGO Y FERTIRRIGACION

RIEGOS A.

SUMINISTROS AGRICOLAS

REUS
Arrabal de San Pedro, 25
telfs. (977) 30 32 68
34 15 23
Almacen 31 90 22

VILLARREAL
Avenida 55 División 70, bajos 3
telf. (964) 52 46 06

tos compiten con el bromo en la absorción.

Los valores de bromo absorbidos y tolerados por las plantas ornamentales varían según la especie y variedad. En la tabla siguiente se dan algunos de estos valores máximos tolerados (en mg/kg de vegetal):

Hojas inferiores:

Narcissus pseudo-narcissus 5015
Iris hollandica hybrida 5832
Mathiola incana 3111

Hojas superiores:

Tulipa 5650
Iris hollandica hybrida 2106
Gladiolus hybrida 8293
Antirrhinum majus 3120
Mathiola incana 2227

En la tabla 1 se detallan los márgenes de acumulación de bromo (según la dosis y tratamientos aplicados) en distintas plantas, así como en sus distintos órganos. A simple vista se observa que la acumulación es generalmente inferior en las partes comestibles (tubérculos, rizomas, frutos, etc.) aunque en muchos

casos los niveles observados son superiores a los niveles máximos que se toleran según las normativas de algunos países e instituciones internacionales. Así, en la República Federal Alemana, se admiten 0 mg/kg de lechuga fresca, 30 mg/kg en otros vegetales y 20 mg/kg para fresas. El Comité en Residuos Pesticidas (FAO/WHO, 1970) establece los límites de 20-30 mg/kg para los frutos secos y 30-250 mg/kg para los secos. El USDA Summary of Registered Agricultural Pesticide Chemical Uses (1969) recomienda unos límites parecidos a los de la FAO e incluye además valores máximos aceptados de 50 mg/kg de peso fresco para los guisantes, la col, el pepino y los tomates.

En definitiva, puesto que el bromo es un elemento fácilmente acumulado por algunas plantas, éstas pueden ser una vía de transporte hacia el hombre a través de su consumo directo o bien de otros productos. En unos estudios realizados en

Japón, se observó que en zonas naturalmente ricas en bromo (zonas volcánicas), se producía su acumulación en plantas forrajeras, explicándose la presencia de bromo en la leche de las vacas asociadas a los pastos de dichas zonas.

Estudio del efecto del Bromuro de Metilo en trigo

En los Campos Experimentales de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona se ha empleado regularmente durante los últimos años el bromuro de metilo como pesticida de amplio espectro. En el estudio sobre el trigo realizado por el Departamento de Fisiología Vegetal en dichos Campos Experimentales, en el marco de un proyecto de la O.C.D.E., se detectaron coloraciones púrpura en las hojas del trigo, atribuibles a toxicidad por exceso de bromuro. Esta observación nos indujo a realizar un estudio detallado de la concentración de bromuro en el

HOLLAND AGRO IMPORT S.A.

H. A. I. S. A.

TELEX 94478 H AIS-E
TELEF. 93-7988409
N.I.F.A. A-08.941.718

SANT CUGAT, 163
MATARÓ
(BARCELONA)

DISTRIBUCION EXCLUSIVA PARA ESPAÑA DE LAS FIRMAS HOLANDEASAS



BULBOS



ESQUEJES DE CLAVEL



CRISANTEMOS CON RAIZ

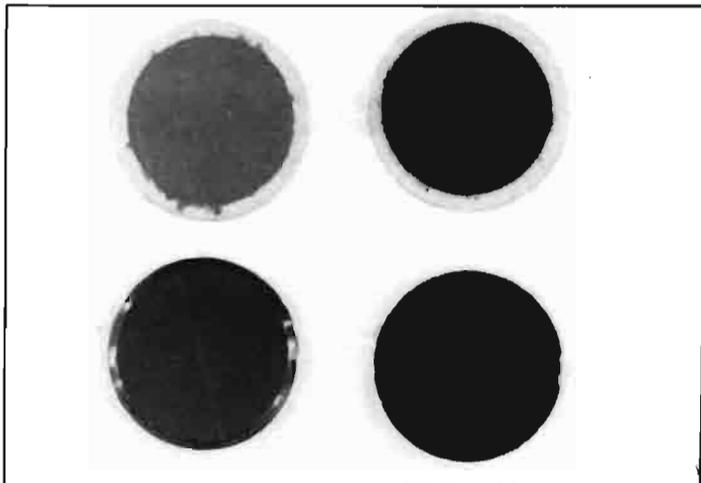
SERVICIO REGULAR DIRECTO DESDE HOLANDA 1ª SEMANA CADA MES

RED DE AGENTES

NOMBRE	TELEFONO	ZONA
COMERCIAL PROCAMPO - Vicente Quiroga ORENSE - Galerías Roma	988-23 75 03	GALICIA
JOAQUIN RIBAS CAMPS - Ribas - Fitosanitaris - Msta. 47 MATARÓ (BNA)	93-796 10 89	CATALUÑA-VALENCIA
VICENTE GOMILA GRAU - Comercial Agroquímica Balear - Rosario, 77 SA. POBLA (MALLORCA)	971-54 02 77	ISLAS BALEARES
MANUEL DELGADO MARQUEZ - Viñen de la Consolación, 12-1. LOS PALACIOS (SEVILLA)	954 86 66 51	CORDOBA-SEVILLA CADIZ
GONZALO DEL RIO CRIADO - Mercado de la flor, Parada 150 - VILASSAR DE MAR	93-798 46 71 93 798 84 09	CATALUÑA RESTO ZONAS

Tabla 1. Acumulación de bromo en distintas plantas y órganos según la dosis y tratamiento aplicados. (Niveles de bromo en ppm de materia fresca).

Planta	Organo o parte de la planta	Niveles de bromo	Tratamiento o dosis aplicada de BrCH ₃
Zanahoria	hojas	18.6-3640	distintos tratamientos
	raíces	9.5-496	
Tomate	hojas	142	50 g/m ² distintos tratamientos
	frutos	7	
Espinaca	hojas	39.7-3542	94 g/m ²
Lechuga	hojas internas	280-820	
	hojas externas	730-3000	
Coliflor	parte comestible	8	50 g/m ² distintos tratamientos
	hojas	96	
Apio	hojas	181-1360	distintos tratamientos
	raíces	8-268	
Cebolla	bulbos	43-82	distintos tratamientos
Fresa	hojas	3-372	distintos tratamientos
	frutos	0.2-1.4	
Clavel	hojas superiores	60-2100	24 g/m ² (con tra.pós.) distintos tratamientos
	hojas inferiores	500-3900	
Patata	tubérculo	31-168	distintos tratamientos



Comprimidos de suelo y planta a partir de los que se analizan los bromuros.

suelo y la planta, su evolución a lo largo del periodo de cultivo y sus posibles efectos tóxicos.

Plantamiento de la experiencia:

Cultivo de trigo de primavera, variedad Kolibrí, sembrada en parcelas tratadas con bromuro de metilo (dosis de 900 kg/ha con riego posterior de 100 l/m² y parcelas no tratadas como testigo. El suelo es muy profundo, con textura francoarenosa, contenido en carbonato cálcico de 6-7%, materia orgánica de 3% hasta 50 cm. de profundidad donde se localiza una suela de cultivo.

Los análisis de contenido en bromo de suelos y plantas se han realizado por Fluorescencia de rayos X (fig. 3) en el Instituto Jaime Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Resultados

Evolución del bromuro en el suelo:

En la figura 4 se observa claramente que la humedad del suelo y concentración de bromuros coinciden con la distribución de la materia orgánica y la presencia de la suela de cultivo. Dado que el agua es el vehículo de la eliminación de bromo, la discontinuidad de humedad en relación a la suela señala la interrupción de la circulación de agua y la consiguiente dificultad en la evacuación del bromo más allá de la zona de enraizamiento del cultivo.

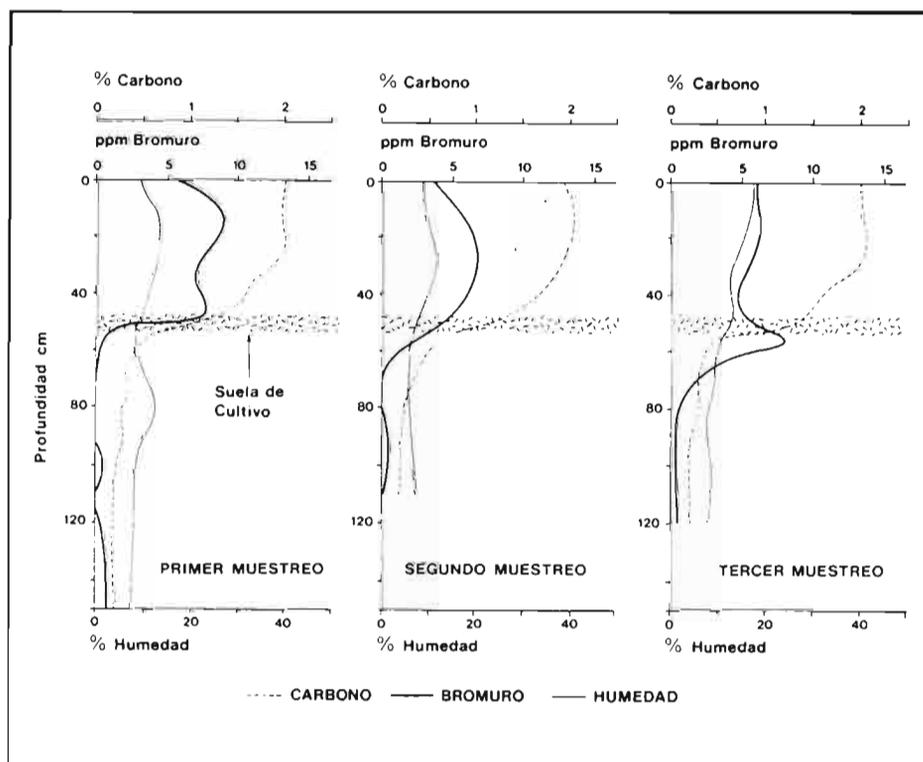
Comparando la distribución de bromuros con respecto a la profundidad del suelo en los tres periodos de muestreo (fig. 4), se observa que no varía prácticamente el contenido total de bromuros sino que únicamente se produce una redistribución de los mismos en profundidad, desplazándose unos 10 cm. la concentración máxima. La cantidad total de bromo en el suelo en el periodo estudiado

supone un 8% del aplicado en forma de bromuro de metilo.

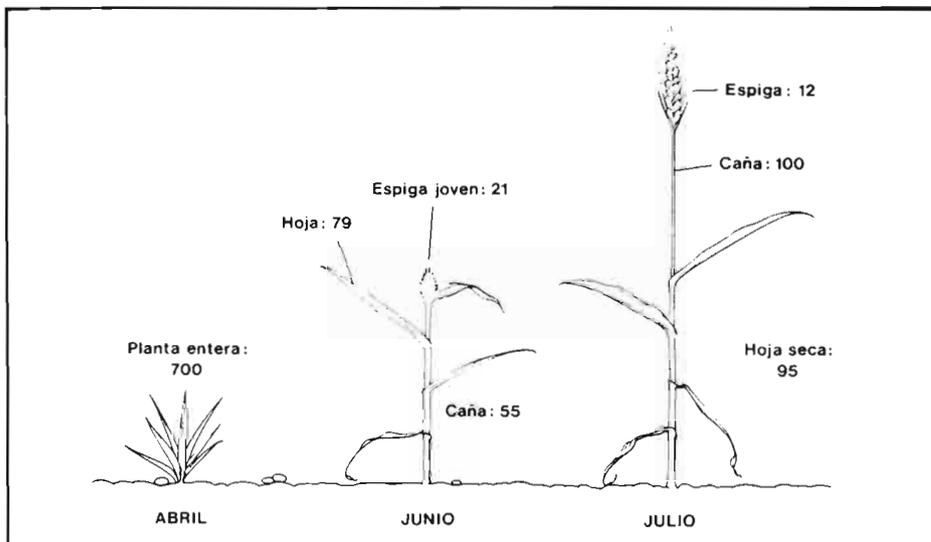
La conclusión que cabe extraer es que para un clima de tipo mediterráneo, con una fuerte evapotranspiración, y un suelo con drenaje dificultado a 50 cm. de profundidad, la aplicación de riegos de lavado de 100 l/m² resulta insuficiente para la eliminación de bromuros por debajo de niveles tolerables.

Acumulación y redistribución del bromo en el trigo:

En la figura 5 se resumen los valores de contenido de bromo en tres fases de crecimiento del trigo en el primer año del estudio. Las máximas concentraciones se obtuvieron en la fase del ahijado. En las etapas siguientes del desarrollo se produce un descenso de la concentración por efecto de dilución al descender la tasa de absorción e incrementar el peso de la planta. En la cosecha final los valores máximos se dan en cañas y hojas. En estas últimas el bromo se concentró más en las más viejas al estar sometidas a un tiempo de transpiración más largo. Hay que resaltar que la espiga acumuló poco bromo, especialmente el grano.



Distribución y evolución del bromuro, carbono y humedad en el suelo en los tres primeros muestreos realizados en Abril, Junio y Agosto, respectivamente.



Concentración de bromo en distintas partes de la planta de trigo a lo largo del ciclo vegetativo.

Efecto de la acumulación de bromo sobre la absorción de nutrientes minerales:

En la campaña 82/83, se realizó un estudio comparativo entre el trigo de un campo control y uno tratado

con bromuro de metilo. Se pretendía determinar el efecto de la acumulación de bromo en suelos y plantas, sobre la absorción de nutrientes esenciales como P, S, Cl, K y Mg. En los resultados obtenidos no se mani-

festaron diferencias significativas de concentración de dichos elementos en el trigo de un y otro campo. En cuanto a la producción, tampoco se observaron diferencias sustanciales entre los dos tratamientos.

Por lo tanto podemos concluir que a pesar de la acumulación de bromo en el trigo tras la fumigación con bromuro de metilo, este no altera de forma acusada los niveles de nutrientes y por tanto no se modifica la tasa de producción. Estos datos indican que el trigo es una planta poco sensible al bromuro.

Bibliografía

- 1 - Hoffman G.H. and Malkomes H.P. 1.979. The fate of fumigants. In Soil Disinfection 291-326. Muller ed. New York.
- 2 - Maw G.A. and Kempton R.J. 1973. Methyl bromide as a soil fumigant. Soils and fertilizers. Vol 36 n° 2 407-886.
- 3 - Pons Sayols, R. 1984. Estudi de la dinàmica dels bromurs al sòl. Tesi de Llicenciatura. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

selecta

**Esquejes
de
clavel**

Solicite Catálogo

Selecta Italia Sud
di Winfried Bock & C. S.A.S.
Via dei Bufalotti, 16 Podere 820

I 04010 Borgo Bainsizza
Latina - Tel. 0773-452080 - Telex: 680064



HORTIMAR, S.A
Apartado Correos, 75
VILASSAR DE MAR (Barcelona)
☎ 93 759 24 50
Telex 94475 HOMR - e
FAX (93) 759 50 12