



RESIDUALIDAD Y DISIPACIÓN DEL FUNGICIDA MANEB EN DOS SUELOS AGRÍCOLAS DE PANAMÁ.

Jaime Espinosa González¹; Vidalma García T.²

RESUMEN

En un experimento conducido de agosto de 1993 a diciembre de 1994 bajo condiciones naturales en Tocumen se evaluó la residualidad del fungicida maneb en suelos de dos localidades de la República de Panamá. Los suelos colectados en los subcentros experimentales del IDIAP en El Coco, Coclé y Cerro Punta, Chiriquí, fueron tamizados y acondicionados bajo condiciones ambientales de un área aledaña al Laboratorio en Tocumen. Cincuenta y cuatro cilindros de un kilo de suelo cada uno fueron tratados en un diseño experimental de parcelas divididas y nueve tratamientos con maneb C-14 adicionados a Maneb 80 PM en una concentración de 642 µg/kg y una actividad total de 214.1 Kilo Becquerelios (KBq) (actividad específica de 214.1 Bq/g de suelo). Muestras en triplicado fueron colectadas a los 0, 1, 20, 52, 84, 173, 299, 360 y 487 días postratamiento. Los análisis de residuos se efectuaron mediante técnicas radiométricas. Los resultados revelaron una rápida disipación del maneb de ambos suelos, siendo la velocidad de disipación mayor en los suelos de Cerro Punta que en suelos de El Coco. La vida media fue del orden de 20 días. La disipación ocurrió principalmente en la época de la estación lluviosa. Transcurrido un año de la aplicación del maneb los residuos fueron poco significativos y representaron de 11-13% de la cantidad originalmente agregada. Se trata de residuos ligados. La aplicación de maneb en la dosis recomendada y en baja frecuencia no reveló significado de riesgo residual para los suelos. No se observó lixiviación significativa de los residuos hacia las capas inferiores de los suelos.

RESIDUALITY AND DISSIPATION OF THE FUNGICIDE MANEB FROM TWO PANAMANIAN AGRICULTURAL SOILS

Residue levels of maneb in two panamanian soils under outdoor conditions were monitored from august 1993 to december 1994. Soils sampled at IDIAP's experimental subcenters in El Coco and Cerro Punta, Republic of Panama, were air dried and sieved prior to conditioning under a local environment near the laboratory at Tocumen. Hard-PVC cylinders (54) containing 1 kg soil each were treated with maneb C-14 labelled and Maneb 80 WP in an experimental design of divided parcels with nine blocks and three replicates. The maneb concentration in soil was 642 µg/kg, soil and the total activity applied to each soil was 214.1 KBq. Samples in triplicate were collected at days 0, 1, 20, 52, 84, 173, 299, 360 and 487 days after treatment. Results of the radiometric analysis revealed a rapid dissipation for maneb from both soils, dissipation was more rapid in the soil from Cerro Punta. The half-life was in the range of 20 days. Dissipation occurred mainly during rainy season. After a year of the application maneb residues in soil were 11-13% of the original added amount and have low significance. Residues at this time are non-extractable (bound) residues. It is concluded that the application of maneb in recommended dosage and at a low frequency has no residual risk for the soil under local conditions. Leaching of residues to lower soil layers was not observed.

1 Ph.D., Toxicología, Investigador. IDIAP. CIAOR.

2 Técnica de Laboratorio. IDIAP. CIAOR.



INTRODUCCIÓN

Los agricultores emplean fungicidas para proteger sus cultivos de enfermedades fúngicas. Dentro del grupo de los agrofungicidas, el maneb, de la familia de los etilenobis-ditiocarbamatos (EBDCs), es uno de los más ampliamente usados en cultivo de tomate, pimentón, papa y arroz. Según datos estadísticos, en 1990 se usaron en el país 71,376 kg de este tipo de fungicidas (Garcés, 1994).

Los EBDCs se descomponen relativamente rápido en los suelos formando etilentiourea (ETU) y etilenurea (EU); la descomposición se hace más efectiva en presencia de humedad y de altas temperaturas (Rhodes, 1977).

En suelos biológicamente activos, los metabolitos primarios se descomponen seguidamente por oxidación formando bióxido de carbono (mineralización). Los posibles efectos y el comportamiento ambiental de los EBDCs están estrechamente vinculados a la cantidad de ETU presente en la fórmula comercial y a las tasas o velocidades de descomposición antes y durante el uso en el campo (Musumeci, 1989).

No se tiene información de residuos de estos fungicidas en los suelos donde se aplican según las prácticas lo-

cales de los productores de zonas importantes como los de tierras altas de Chiriquí, dedicados al cultivo de vegetales y de las tierras bajas de Coclé, cultivadas con arroz, razón por la cual se planteó este estudio con el objetivo principal de evaluar la residualidad y las velocidades de disipación de maneb en los suelos de estas zonas agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Acondicionamiento de los Suelos

Los suelos empleados en el estudio fueron obtenidos de la capa superficial (0-10 cm) de los subcentros experimentales del IDIAP en El Coco/Coclé y Cerro Punta/Chiriquí. En el laboratorio, estos suelos fueron tamizados a un tamaño de 300-2,000 micras. De cada suelo, secado al aire, se agregó un kilogramo a cada uno de los 54 cilindros de PVC (grosor: 5 mm; diámetro: 20 cm; altura: 15 cm) dispuestos verticalmente en el suelo, en un área alejada al laboratorio en las instalaciones del MIDA, Río Tapia, Tocumen. Los suelos en estos cilindros fueron acondicionados durante dos semanas bajo las condiciones ambientales prevalecientes del área durante el mes de julio de 1993.



Preparación de la mezcla de maneb y tratamiento

Se pesaron 32 mg de Maneb 80 PM comercial, conteniendo 25.6 mg de ingrediente activo maneb. Esta cantidad del fungicida fue mezclada con 6.5 mg de maneb C-14 en 100 ml de agua destilada, y homogenizada con ultrasonido por cinco minutos.

La actividad de la mezcla de trabajo fue determinada siete veces, empleando 100 µl del homogenizado mezclados con 10 ml de Instagel y contando nueve veces en un cintilómetro líquido Packard Tricarb 1000 por un minuto. La actividad media de la mezcla fue de 10,704 Bq/0.1 ml. La actividad total de maneb C-14 aplicada a cada cilindro con suelo fue de 214.1 KBq/kg. Ello se hizo aplicando 1 ml del homogenizado con una pipeta sobre la superficie del suelo de cada cilindro (IAEA, 1988).

La dosis de maneb fue correspondiente a la que aplica normalmente el productor y la concentración inicial de maneb en el suelo fue de 642 µg/kg. El experimento se inició el 7 de agosto de 1993 y se extendió hasta diciembre de 1994.

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas con nueve tratamientos y tres réplicas.

MUESTREOS

Se colectaron muestras en triplicado de cada suelo a los 0, 1, 20, 52, 84, 173, 299, 360 y 487 días postratamiento. Los cilindros de PVC conteniendo los suelos fueron levantados y cortados en la parte central de manera transversal separando los perfiles en dos secciones (superior e inferior). Las plantas predominantes (gramíneas) fueron separadas. Las tres réplicas con sus dos secciones conformaron seis muestras analíticas las que fueron identificadas y secadas en el laboratorio al aire y oscuridad por dos días.

De cada una de las muestras analíticas se procedió a pesar 5.0 g en triplicado para determinar el contenido de humedad en un horno a 110 °C por 24 horas. También se pesaron cinco muestras de 1.0 g para la determinación de residuos totales C-14, mediante combustión a bióxido de carbono y su lectura cintilométrica, y de tres porciones de 25 g cada una para realizar extracciones de los residuos con disolventes orgánicos.

Las muestras analíticas fueron mantenidas a -20 °C hasta el momento de su procesamiento. Los residuos totales se determinaron empleando un homo "Harvey Biological Oxidizer OX-600" colectando el ¹⁴CO₂ en 10 ml de



"cocktail" para atrapar bióxido de carbono; el conteo de la actividad se efectuó en un cintilómetro líquido Packard Tricab 1000 (Lsc) normalizado y empleando estándares correspondientes. Las muestras fueron medidas tres veces por un periodo de dos minutos.

Las extracciones de los residuos se hicieron en caliente con metanol empleando extractores Soxhlet (10 ciclos) así como en frío, bajo ultrasonido con agua, con acetato de etilo y con EDTA al 5%. Los residuos no extraíbles o ligados al suelo fueron medidos por combustión de 1 g del residuo de la extracción.

Los resultados están expresados en forma de valores medios y representan datos de nueve mediciones, corregidos por humedad, así como por la eficiencia

de combustión y del contador. La desviación estándar intraréplica fue de $\pm 2\%$ e interréplica de $\pm 10\%$. La eficiencia de combustión fue de 97%. El análisis estadístico de los datos consistió en la determinación de diferencias entre medias de los tratamientos y de los suelos o parcelas. El valor del límite de confianza fue de 0.9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos evaluados difieren en cuanto a contenido de materia orgánica y de arcilla. El pH es ligeramente más bajo en el suelo de El Coco (Cuadro 1). Los suelos de estos subcentros experimentales han sido clasificados previamente por investigadores del IDIAP (Jaramillo, 1991).

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS SUELOS EVALUADOS.

CARACTERÍSTICAS	CERRO PUNTA/CHIRIQUÍ	EL COCO/COCLÉ
Arena (%)	71.8	68.1
Limo (%)	21.7	15.7
Arcilla (%)	5.6	16.2
Textura	franco arenosa	franco arenosa arcillosa
pH	6.1	5.5
Materia Orgánica (%)	7.1	1.9

Resultados del Laboratorio de Suelos. IDIAP/Divisa.



La concentración de maneb al inicio en cada suelo fue de 642 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y ésta decreció rápidamente durante el curso inicial del experimento. Es decir, durante el cuatrimestre final de la época lluviosa (agosto-diciembre, 1993), el maneb se disipó, en su mayoría, del suelo de Cerro Punta y en la mitad del suelo de El Coco.

La disipación del maneb a los 30, 60 y 91 días postratamiento fue de 62.6, 70.6, 82.5 y 43.9, 56.8 y 51.9% para los suelos de Cerro Punta y El Coco, respectivamente. Se observa que la velocidad de disipación de maneb fue mayor en los suelos de Cerro Punta. Esta situación fue observada anteriormente con otros plaguicidas (Espinosa-González, 1994).

En la fase siguiente, los suelos quedaron expuestos a las condiciones de la estación seca (diciembre 1993-abril 1994) con precipitaciones bajas y esporádicas durante el mes de marzo.

A los ocho meses del inicio del experimento (abril 1994), la disipación de maneb fue de 80.1 - 88.9% en el suelo de Cerro Punta y de 57.3 - 74.4% en el suelo de El Coco. Comparando los residuos del mes de abril con los obtenidos en la estación lluviosa (30-9-93) se puede identificar que, para ambos suelos, en la estación seca no hubo

incremento significativo en la disipación de maneb. Esto se explica porque los suelos en esa época están secos y la actividad microbiana es muy baja, o está en un estado de latencia. La disipación fue medida a los 306 días, es decir, en la época lluviosa nuevamente. El suelo de Cerro Punta reveló una ligera disipación para esta fecha con el 88.9% del maneb agregado inicialmente, correspondiente a un incremento del 8.8%.

El incremento en la disipación del suelo de El Coco fue mayor (18.3%) con una disipación desde el inicio de 74.4%. Al año de haber aplicado maneb, en ambos suelos se había disipado prácticamente la mayor parte de este fungicida, en el suelo de Cerro Punta con 89.6% y El Coco con 86.4%. Los residuos remanentes en ambos suelos a esta fecha fueron del orden del 11-13% y no variaron posteriormente de manera significativa. De los análisis de las extracciones de residuos con disolventes, tanto en caliente como en frío, se logró identificar que se trata de restos no extraíbles de manera convencional, "residuos ligados", cuya identidad no es bien conocida (IAEA, 1984).

Los residuos de maneb son poco móviles y permanecen prácticamente en la capa superior del suelo. Los residuos en la capa inferior de los suelos (5-10 cm) fueron bajos, de 1.5% y menos de lo



agregado inicialmente (Cuadro 2 y 3). Los resultados son congruentes con lo reportado, presentándose variaciones, que se explican por las condiciones experimentales y el tipo de suelo empleado en los experimentos (IAEA, 1989).

Los residuos de maneb en los suelos durante los diferentes momentos del ensayo varían, especialmente en la capa superior de oxidación del suelo (Figura 1)

CUADRO 2. RESIDUALIDAD Y TASAS DE DISIPACIÓN DEL FUNGICIDA MANEB EN SUELO DE CERRO PUNTA, 1994.

FECHA	DPT ¹	RESIDUOS TOTALES DE MANEB				RESIDUALIDAD ²		DISIPACIÓN %
		0 - 5 cm		5 - 10 cm		0 - 10 cm		
		µg/kg	%	µg/kg	%	µg/kg	%	
7-8-93	0	642	100.0	0	0.0	642	100.0	0.0
8-8-93	1	515	80.2	1	0.2	511	79.6	20.4
27-8-93	20	238	37.1	8	1.3	246	38.4	61.6
29-9-93	53	180	28.1	9	1.5	189	29.4	70.6
30-9-93	84	105	16.4	7	1.1	112	17.5	82.5
27-1-94	173	128	19.9	7	1.1	135	21.0	80.1
2-6-94	299	66	10.3	5	0.8	71	11.1	88.9
6-8-94	360	62	9.7	5	0.8	67	10.4	89.6
2-12-94	487	57	8.9	9	1.5	68	10.6	89.4

¹ DPT: DÍAS POSTRATAMIENTO

² Medias de mediciones en triplicado de tres réplicas por tratamiento.

CUADRO 3. RESIDUALIDAD Y TASAS DE DISIPACIÓN DE MANEB EN SUELO DE EL COCO/COCLÉ, 1994.

FECHA	DPT ¹	RESIDUOS TOTALES DE MANEB				RESIDUALIDAD ²		DISIPACIÓN %
		0 - 5 cm		5 - 10 cm		0 - 10 cm		
		µg/kg	%	µg/kg	%	µg/kg	%	
7-8-93	0	642	100.0	0	0.0	642	100.0	0.0
8-8-93	1	619	96.4	7	1.1	626	97.5	2.5
27-8-93	20	352	54.8	8	1.3	360	56.1	43.9
29-9-93	53	273	42.5	9	0.8	277	43.2	56.8
30-9-93	84	304	47.4	7	0.8	309	48.1	51.9
27-1-94	173	274	42.7	8	1.3	282	43.9	56.1
2-6-94	299	157	24.5	7	1.1	164	25.6	74.4
6-8-94	360	83	12.9	4	0.6	87	13.6	86.4
2-12-94	487	67	10.4	5	0.8	72	11.2	88.8

¹ DPT: DÍAS POSTRATAMIENTO

² Medias de mediciones en triplicado de tres réplicas por tratamiento.

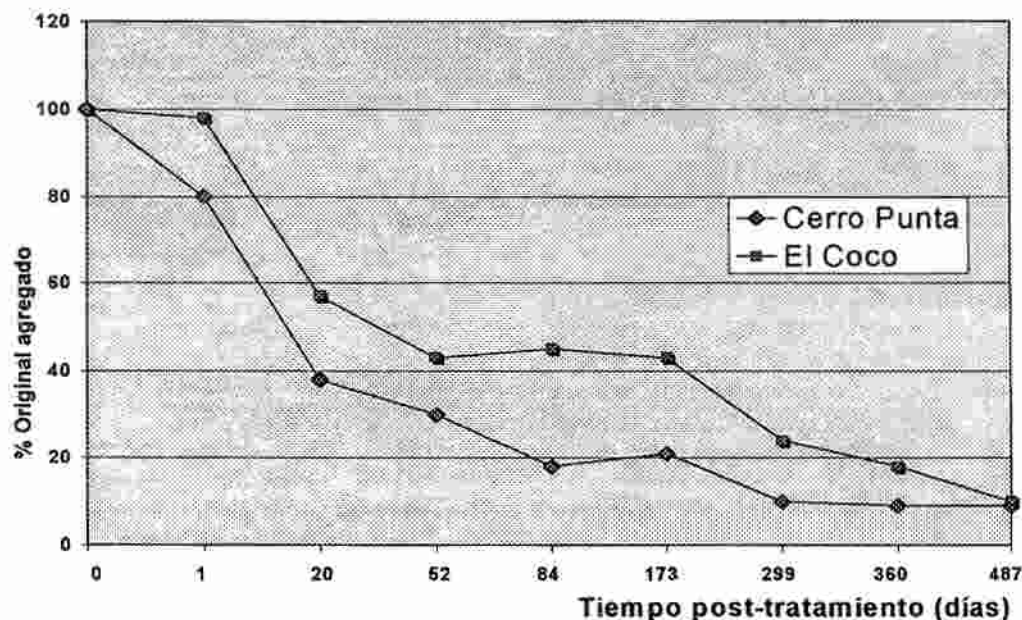


FIGURA 1. RESIDUALIDAD DE MANEB C-14 EN SUELOS A TRAVÉS DEL TIEMPO (PROFUNDIDAD DE 0 - 10 cm).

CONCLUSIONES

- La vida media del maneb fue menor a 20 días en suelo de Cerro Punta y de 20-84 días en suelo de El Coco.
- El maneb se disipa relativamente rápido en el suelo de Cerro Punta y a una mayor velocidad que en el suelo de El Coco.
- Pasado un año de la aplicación de maneb en ambos suelos, los residuos son de bajo significado.
- No se observó residuos significativos en la capa inferior del suelo.



BIBLIOGRAFÍA

ESPINOSA-GONZÁLEZ, J.; GARCÍA, V.; CEBALLOS, J. 1994. Dissipation of ^{14}C -p,p'- DDT in two Panamanian soils. *J. Environmental Science Health* 29. pp. 97-102.

GARCÉS, H. 1994. Mercado de plaguicidas en la república de Panamá y constatación de formulaciones de pesticidas de uso en arroz. *Institut fur Tropen technologie. Heft 11, Noeln.* p. 34.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). 1984. Radiotracer studies of Bound pesticide residues in soil, plants and food. 187 p.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. IAEA -TECDPC-306 Vienna. 187 p.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). 1988. Isotope techniques for studying the fate of persistent pesticides in the Tropics. IAEA - TECDOC - 476, Vienna. pp.123-125.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). 1989. Radiotracer studies of fungicide residues in Food Plants. IAEA-TECDOC-554 Vienna. 142 p.

JARAMILLO, S. E. 1991. Pedones de campo y estaciones experimentales del IDIAP. *Boletín Técnico* 1: 38. IDIAP. pp. 28-49.

MUSUMECI, M. R.; BARROS OSTIZ, S. DE; BONANHO, T; SILVA, M. C. D.; FLORES RUEGG, E. 1989. Radiotracer studies on maneb and Ethylenthiourea in Tomato Fruits and soils. IAEA. TECDOC-554 Radiotracer studies of Fungicide residues in Food plants. Vienna. pp. 7-15.

RHODES, R.C. 1977. Studies with manganese ^{14}C -ehtylenebis (dithiocarbamate) ^{14}C -maneb fungicides ^{14}C -ETU in plants, soil and water. *J. Agr. Food Chem.* 25: 528-533.