

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE MALEZAS**

COMUNICACION TECNICA N° 4

**RESIDUOS DE HERBICIDAS EN LA ROTACION SOYA-ARROZ-MAIZ EN LA ZO
NA DE QUEVEDO**

**Ricardo Muñoz Valverde
Fausto Venegas Rojas**

QUEVEDO

1982

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	1
1. INTRODUCCION	2
2. MATERIALES Y METODOS	5
3. RESULTADOS	7
4. DISCUSION Y CONCLUSIONES	8
<i>Abstract</i>	12
5. LITERATURA CITADA	13

RESIDUOS DE HERBICIDAS EN LA ROTACION SOYA-ARROZ-MAIZ EN LA
ZONA DE QUEVEDO

Ricardo Muñoz Valverde*

Fausto Venegas Rojas**

RESUMEN: Con el propósito de conocer los efectos tóxicos causados por la acción residual de los herbicidas y costos estimativos en la rotación soya-arroz-maíz fue realizado este trabajo en la Estación Experimental Tropical "Pichilingue". Para el efecto, en el mismo terreno que en la época seca de 1976 se aplicó herbicidas selectivos en soya; en invierno de 1977 se sembró en rotación arroz-maíz, empleando un arreglo de parcelas divididas dentro de un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones.

Considerando como parcelas principales los herbicidas y como subtratamientos los cultivos citados. De los tratamientos estudiados alaclor aplicado en preemergencia en soya, no dejó residuos tóxicos para arroz y maíz sembrados en rotación, de igual manera los residuos de RH-2915, linuron y metribuzina no afectaron los rendimientos de los cultivos posteriores. En cambio aplicaciones pre-emergentes en soya de cloramben trifluralina y, especialmente diuron y cyanazina, originaron efectos residuales tóxicos en arroz, mientras que el maíz toleró dichos residuos. El mayor beneficio neto se obtuvo con el uso de linuron en soya para rotar con arroz-maíz.

* Ing. Agr. Asistente Dpto. Control de Malezas - E.E.T. Pichilingue.

** Ing. Agr. Ms. Sc. Jefe Dpto. Control de Malezas - E.E.T. Pichilingue.

1. INTRODUCCION

Con la finalidad de aprovechar extensas áreas marginadas de banano, la mayoría de los agricultores de la zona de Quevedo las están empleando en rotaciones de cultivos como soya-maíz y arroz-soya, cultivando maíz o arroz en el período de lluvias, para iniciar luego en los meses de Mayo a Junio el cultivo de soya, aprovechando la humedad remanente del suelo.

Una de las principales preocupaciones de los agricultores interesados en dichas rotaciones, es la presencia de malezas que van a competir con los cultivos principalmente en los períodos de desarrollo, lo que influirá posteriormente en la calidad y rendimiento de las cosechas.

La eliminación de malezas por medios mecánicos, a mas de ser difícil en cultivos como arroz y soya, ocasiona elevados costos de producción debido a que obliga al empleo de un mayor número de jornales. El uso de herbicidas capaces de eliminar selectivamente las malezas, ha permitido a los agricultores de la zona ir generalizando su empleo, pero haciéndolo en una forma indiscriminada.

Considerando que la residualidad de los herbicidas, depende del tipo de suelo, época de aplicación, dosis, condiciones de susceptibilidad del cultivo (10); el uso indis-criminado determinaría efectos tóxicos que podrían presentarse en las rotaciones a causa de los residuos que quedan en el suelo.

Sulzberger, Pulver y Castro (9), aseguran que en rotaciones de cultivos, aplicaciones de herbicidas en condiciones como incorporación profunda, sobredosis, lluvia excesi

va; pueden causar toxicidad al cultivo inicial, ineficacia en el control de malezas y riesgo de residuos tóxicos para el cultivo posterior. Entre los que se mencionan se encuentran dinitroanilidas, metribuzina, alaclor y cloramben, aplicados en pre-emergencia en soya y maíz.

Investigaciones de Koren (5), determinaron que cuando se aplica trifluralina, ésta es absorbida por los coloides del suelo, dependiendo el grado de absorción, de la clase y calidad de los coloides. Hoolist y Foy (4), informan -- que la materia orgánica es mas activa en reducir la residualidad de trifluralina que la de motmorillonita y kaolinita.

Bucholts (2), sostiene que el tipo de suelo no tiene mayor influencia sobre los residuos de atrazina y que los daños son limitados cuando después de las aplicaciones -- ocurren fuertes lluvias y temperaturas altas. Además menciona que ciertos herbicidas preemergentes son de poca solubilidad en agua, gran poder de fijación en los coloides y sus residuos permanecen en el suelo durante tres o cuatro meses.

Moffat y Watkins (6), aseguran que aplicaciones post-emergentes tienen influencia en la disminución de los efectos residuales, por la cantidad reducida que llega al suelo, debido a la intercepción de la aspersion por el follaje y a la absorción del producto químico que cae al suelo por el sistema radicular de las especies tolerantes.

Robbins, Grafts y Raynor (8), sostienen que los microorganismos del suelo descomponen lentamente los dinitrocompuestos que llegan a ellos, no dejando residuos tóxicos. A su vez Agundis (1) indica que la acción de los microorga

nismos del suelo sobre los herbicidas es probablemente el mecanismo de descomposición de mayor importancia, debido a que los alimentos y la energía que requieren para su crecimiento son obtenidos de compuestos orgánicos, cumpliendo muchos herbicidas este fin, especialmente cuando los microorganismos carecen de otras fuentes.

Según Primo (7), la descomposición herbicida tiene influencia directa en su formulación; tal es el caso de la sal trietanolamina de 2,4-D que se descompone más rápidamente que su éster isopropílico. Además, sugiere que en suelos en que se aplica por primera vez herbicidas hormonales la degradación por microorganismos es muy lenta, debido a la no adaptación inicial de la flora microbiana; en cambio en aplicaciones posteriores la descomposición es rápida.

Por otro lado, Agundis (1), manifiesta que a pesar de existir evidencias positivas de que las plantas descomponen la mayoría de los herbicidas, la magnitud e importancia de este mecanismo no ha sido aún precisado con claridad. Señala que, probablemente la contribución de las plantas a la eliminación de herbicidas del suelo está sujeta a la intimidad con que distintos procesos actúan sobre un determinado producto.

Estudios en Colombia (3), mostraron que las enzimas arylacylamidasa en arroz e hidroxamato cíclico en maíz, descomponen las moléculas de los herbicidas propanil y atrazina, respectivamente, produciendo compuestos inocuos. Además reportan que en algunas plantas de hoja ancha, herbicidas de carácter selectivo se transforman metabólicamente en sustancia letal.

Con estos antecedentes se planificó el presente estudio con los siguientes objetivos:

- Conocer si existen efectos tóxicos de residuos de herbicidas en la rotación soya-arroz-maíz.
- Determinar el o los tratamientos mas promisorios en selectividad residual a los cultivos.
- Realizar el análisis económico de la rotación.

2. MATERIALES Y METODOS.

La presente investigación se realizó durante las épocas seca y lluviosa de 1976-77.

En Junio de 1976 se inició el estudio con el cultivo de soya, variedad INIAP-Júpiter en un suelo preparado con una labor de arada y dos pases de rastra, empleando 10 tratamientos dispuestos en un diseño experimental de bloques al azar, con 3 repeticiones, incluyendo un testigo que recibió una deshierba manual.

Los tratamientos herbicidas constan en el Cuadro 1. En parcelas de 4.8 m de ancho y 6.0 m de largo se aplicó los herbicidas, utilizando una bomba accionada a gas calibrada a presión constante de 30 lb/pulg².

Para determinar la acción residual de los herbicidas aplicados en soya, una vez cosechado este cultivo, sin preparar el suelo, se procedió en Enero de 1977 a la siembra de arroz variedad INIAP-6 y maíz variedad Pichilingue-504 empleándose un diseño estadístico de "parcelas divididas", considerando como parcelas principales los tratamientos herbicidas y como subtratamientos los cultivos citados anteriormente.

CUADRO 1. TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN SOYA PARA ROTAR CON ARROZ-
MAIZ. PICHILINGUE 1976 - 77.

Tratamientos	DOSIS		Epoca de aplicación
	Kg i.a./ha	Kg P.C./ha	
Alaclor	1.50	3.0	Pre ^{2/}
Linuron	0.75	1.5	"
Cloramben	2.50	10.0	"
Metribuzina	0.70	1.0	"
Prometrina	0.75	1.5	"
RH-2915	0.50	2.5	"
Diuron	1.26	1.5	"
Cyanazina	2.00	4.0	"
Trifluralina	2.00	4.0	P.S.I. ^{3/}

pestigo ^{1/}

- =====
- 1/ Deshierba con machete de acuerdo a la incidencia de malezas.
- 2/ Tratamientos pre-emergentes inmediatamente después de la siembra.
- 3/ Tratamiento pre-siembra incorporado.

Para el efecto, en el área de la parcela cultivada con soya se sembró 11 hileras de arroz y 4 de maíz; previo a la siembra de estos cultivos se aplicó gramoxone en dosis de 2.0 lt/ha. para eliminar las malezas presentes. Posteriormente ambos cultivos fueron deshierbados manualmente con machete y, se realizaron controles fitosanitarios.

Los análisis estadísticos respectivos y las diferencias -- entre tratamientos se determinó mediante la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de probabilidades.

Datos tomados

1. Índice de daño causado por los residuos, a los 7, 15 y 21 días después de germinados los cultivos; utilizando la escala aprobada en el Segundo Congreso Latinoamericano de Malezas (Colombia, 1972) de 0 = ningún daño y 10 = muerte de plantas.
2. Datos de producción de parcela útil expresados en kg/ha y ajustados los pesos al 14% de humedad del grano, despreciándose una hilera borde para maíz y soya, y dos hileras para arroz.
- 3.- Evaluación económica en base a la producción obtenida en cada tratamiento de los herbicidas empleados.

3. RESULTADOS

El herbicida alaclor aplicado en soya, no dejó residuos tóxicos para arroz y maíz sembrado en rotación. Seleccionabilidad residual se obtuvo también con aplicaciones en soya de linuron, RH-2915 y metribuzina.

Por otro lado, aplicaciones preemergentes en soya de cloramben, trifluralina, prometrina y, especialmente, diuron y cyanazina originaron efectos residuales tóxicos en arroz, reduciendo sus rendimientos (Cuadro 2) no así en -- maíz que mostró tolerancia a dichos residuos.

Análisis económicos

El uso de linuron en preemergencia en soya para rotar con arroz y maíz, originó el mayor beneficio neto (Cuadro 3).

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Alaclor, aplicado en soya resultó ser un herbicida de preemergencia completa tal como lo indica Bucholts (2), resultando sus residuos de corta permanencia en suelos de tipo franco como son los de Pichilingue, que al parecer favorecen una rápida descomposición del producto, concordando con Robbins, Craft y Raynor (8) y Williams, Ross y Bauman (10), por lo que no se encontró daño en los cultivos de rotación.

En soya al aplicar diuron en época seca, sus residuos se activaron con la humedad del período lluvioso, época en que se sembró arroz y maíz en rotación, ajustándose a lo señalado por Williams, Ross y Bauman (10). Tal consecuencia, unida posiblemente a la dosis empleada (1.25 kg i.a./ha) y lenta descomposición química o microbiana bajo condiciones de suelos secos, determinó la persistencia de sus residuos en el suelo, esto concuerda con lo que indican varios autores (1,7,8), afectando los rendimientos del arroz, cultivo sensible en que se manifestó fuerte clorosis por inhibición del proceso fotosintético, efecto propio del --

CUADRO 2. PROMEDIO^{1/} DE TOXICIDAD DE RESIDUOS DE HERBICIDAS Y PRODUCCION DE ARROZ Y MAIZ. PICHILINGUE, EPOCA LLUVIOSA 1977.

Tratamientos*	Indice de daño ^{2/}		Producción Kg/ha ^{3/}	
	Arroz	Maíz	Arroz	Maíz
Alaclor	0.0	0.0	1.666 ab	7.222
Linuron	0.6	0.3	1.250 bcd	7.129
Cloramben	1.0	1.0	1.111 cd	6.851
Metribuzina	1.0	0.8	1.666 ab	7.037
Prometrina	0.3	1.3	1.111 cd	6.666
RH-2915	0.3	1.3	1.944 a	6.574
Diuron	5.0	0.0	833 d	7.051
Cyanazina	1.3	1.5	972 d	6.925
Trifluralina	3.0	1.0	1.111 cd	7.407
Testigo			1.527 abc	6.944
Duncan			5 %	N.S.
C.V. %			20	7.5

1/ Promedio de 3 repeticiones.

2/ Promedio de 3 evaluaciones (7, 15 y 21 días después de germinado)

3/ Peso del grano ajustado al 14% de humedad.

* Aplicados en soya época seca 1976.

CUADRO 2. PROMEDIO^{1/} DE TOXICIDAD DE RESIDUOS DE HERBICIDAS Y PRODUCCION DE ARROZ Y MAIZ. PICHILINGUE, EPOCA LLUVIOSA 1977.

Tratamientos*	Indice de daño ^{2/}		Producción Kg/ha ^{3/}	
	Arroz	Maíz	Arroz	Maíz
Alaclor	0.0	0.0	1.666 ab	7.222
Linuron	0.6	0.3	1.250 bcd	7.129
Cloramben	1.0	1.0	1.111 cd	6.851
Metribuzina	1.0	0.8	1.666 ab	7.037
Prometrina	0.3	1.3	1.111 cd	6.666
RH-2915	0.3	1.3	1.944 a	6.574
Diuron	5.0	0.0	833 d	7.051
Cyanazina	1.3	1.5	972 d	6.925
Trifluralina	3.0	1.0	1.111 cd	7.407
Testigo			1.527 abc	6.944
Duncan			5 %	N.S.
C.V. %			20	7.5

1/ Promedio de 3 repeticiones.

2/ Promedio de 3 evaluaciones (7, 15 y 21 días después de germinado)

3/ Peso del grano ajustado al 14% de humedad.

* Aplicados en soya época seca 1976.

CUADRO 3. ANALISIS ECONOMICO DE LA ROTACION SOYA-ARROZ-MAIZ.
PICHILINGUE, EPOCA SECA Y LLUVIOSA 1976 - 1977.

Tratamientos		Beneficio Neto Parcial	Costos Variables
Testigo	1 A	24.444	2.620
	2 M	43.305	4.200
Alaclor	3	24.146	1.170
	4	43.454	1.170
Metribuzina	5	24.332	1.400
	6	42.985	1.400
Prometrina	7	22.276	1.209
	8	41.758	1.209
Linuron	9	25.806*	1.117*
	10	46.401*	1.117*
Cloramben	11	20.077	3.020
	12	40.219	3.820
RH-2915	13	24.075	1.200
	14	40.004	1.200
Diuron	15	23.473	2.065
	16	44.695	2.065
Cyanazina	17	24.177	1.710
	18	45.119	1.710
Trifluralina	19	21.690	1.472
	20	43.826	1.472

* = Tratamientos dominantes.

A = Arroz.

M = Maíz.

grupo de herbicidas de las ureas sustituidas. En cambio, en maíz no se observó ningún efecto tóxico, lo cual se atribuye al producto selectividad fisiológica frente a este cultivo, pues tal como lo mencionan varios autores (1, 3, 6), existen evidencias de que en ciertas plantas ocurren procesos bioquímicos que descomponen los herbicidas.

Por otro lado, la dosis empleada (2.0 Kg i.a./ha) de trifluralina en soya, incorporada antes de la siembra, reveló su gran poder residual, confirmando lo expuesto por Koren (5). Esto influenciado además por fallas en la incorporación o en el cultivo de rotación tal como lo mencionan varios autores (1,4,9); determinó que posiblemente sus residuos ocasionaron fuertes daños en arroz con mermas en sus rendimientos, no así en maíz en que el daño inicial fue menor sin repercutir en la producción

A su vez Cyanazina dejó residuos tóxicos que afectaron los rendimientos, especialmente en arroz, revelándose en consecuencia como herbicida de prolongada persistencia, estimándose como causa de ésto la lenta degradación que existe en suelos francos. Así mismo parece que los residuos de linuron y metribuzina son descompuestos por procesos metabólicos en plantas de arroz y maíz, especialmente el RH-2915 proporcionó la mejor producción en arroz.

En base a los resultados del análisis económico en esta rotación el tratamiento linuron aplicado en preemergencia a la soya resultó el mejor económicamente, pues sus menores costos variables (S/.1.107/ha), permitieron mayor rentabilidad con ingreso neto de S/.25.806 al rotar soya-arroz y S/.46.401 al rotar soya-maíz.

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

- En arroz y maíz residuos de alaclor (1.5 Kg i.a./ha), Linuron (0.75 Kg i.a./ha), RH-2915 (0.5 Kg i.a./ha) y metribuzina (0.5 Kg i.a./ha) no tienen influencia ~~negativa~~ sobre los rendimientos.
- En arroz residuos de diuron (1.25 Kg i.a./ha), cyanazina (2.0 Kg i.a./ha), trifluralina (2.0 Kg i.a./ha) originan trastornos metabólicos progresivos que afectan los rendimientos. En maíz ocasionaron inicialmente un ligero efecto tóxico sin alterar la producción.
- En rotaciones como soya, arroz-maíz, el empleo de linuron (0.75 Kg i.a./ha) en soya, determinó el mayor beneficio -- económico con menos costos variables.

ABSTRACT: This work determined the toxic effects of some herbicides and costs of rotational crops at the Pichilingue Experimental Station. With this purpose selected herbicides were applied on soybeans during the dry season of 1976 and during the wet season of 1977 rice and corn were seeded as rotational crops -- using split plot desing with three repli cations. Alaclor applied in preemergen ce on soybeans did not leave toxic effects to rice and corn seeded in rotation. In the same manner RH-2915 linuron and me tribuzin were not detrimental to the crop's yield. Preemergence applications of chloramben and trifluralin, and espe cially diuron and cyanazine on soybeans injure rice in rotation on soybeans injure rice in rotation while corn was not damaged. Linuron is recommended for ap plication on soybeans to rotate with corn or rice to obtain the best net profit with least changeable cost.

5. LITERATURA CITADA

1. AGUNDIS, D. ¿Qué sucede con los herbicidas en el suelo?. *Agricultura Técnica en México* 3(11):407-413. 1975.
2. BUCHOLTS, K. P. Factors influencing oat injury from triazine residues in soil. *Weed Science* 13(14):362. 1965.
3. CONTROL DE Malezas en Colombia. *Temas de orientación Agropecuaria (Colombia)* No. 84-85: 31-39. 1975.
4. HOOLIST, R. L. and FOY, C.L. Trifluralina interaction with soil constituents. *Weed Science* 19(1):16-17. 1971.
5. KOREN, E. Leaching of trifluralin and orizalin in soil with three surfactants. *Weed Science* 20(3):230-232. 1972.
6. MOFFAT, R. y WATKINS, I. Factores que influyen en la desaparición del tordon en el suelo. *Bioquemia* No. 16: 10, 14. 1968.
7. PRIMO, E. *Herbicidas y fitoreguladores*. Madrid, Aguilar, 1958. 241 p.
8. ROBBINS, W., CRAFT, A. y RAYNOR, R. *Destrucción de malas hierbas*. Traducción de la 2a. ed. inglesa por José Luis de la Loma. México, U.T.H.E.A. 1955. pp. 180-181.
9. SULZBERGER, E., PULVER, E. y CASTRO, T. Guía fotográfica sobre toxicidad de herbicidas en soya y maíz. *In Seminario de Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal (COMALFI)*, Enero 27-28 de 1975. Reuniones, Bogotá, COMALFI, 1975. pp. 42-44.
10. WILLIAMS, J., ROSS, A. y BAUMAN, T. Daños atribuidos a herbicidas. Las apariencias pueden engañar. *Bioquemia* No. 22:20-23. 1973.

:gsc.

PRODUCCION:
BIBLIOTECA DE LA EETP
Casilla N° 24 Quevedo-Ecuador
Mayo, 1982
Comunicación Técnica N° 04
Editor: Ing. Carlos Navas C.
Impresión: INIAP/EETP