



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



**caribbean  
food  
crops society**

**19**

**Nineteen  
Annual Meeting  
August 1983**

**PUERTO RICO**

Vol. XIX

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN CULTIVOS TROPICALES

Rafael Montalvo Zapata<sup>1/</sup>

RESUMEN

Investigadores del Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, establecieron pruebas de campo para evaluar la efectividad de nuevos plaguicidas y proveer muestras de cultivos para análisis de residuos de plaguicidas. De dichas pruebas experimentales se tomaron muestras al azar de cultivos tales como caña de azúcar, yautía, ñame, yuca, gandules y acerolas para determinar los niveles de residuos de varios plaguicidas. El Laboratorio de Plaguicidas de la Estación Experimental Agrícola, el Laboratorio Regional del Proyecto IR-4 en Gainesville, Florida, y otros colaboraron en la determinación de residuos de los plaguicidas Acephate, Paraquat, Ametryn, Benomyl y Permethrin en los cultivos mencionados. La determinación de residuos comprendió las fases de extracción, limpieza y detección por métodos espectrofotométricos y cromatografía de gases. Los datos de efectividad y de residuos se utilizan para la obtención de la tolerancia y etiqueta de dichos plaguicidas en los cultivos tropicales.

---

<sup>1/</sup> Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, U.P.R. Recinto de Mayaguez, Mayaguez, P.R.

## INTRODUCCION

Los plaguicidas, sean de origen natural o sintético, son compuestos efectivos en el combate de enfermedades y plagas de cultivos agrícolas comestibles, pastos, ornamentales y bosques. Las estadísticas estatales para el período de 1980-81 indican la importación de 17.60 millones de libras de plaguicidas con un valor de 23.35 millones de dólares (3,11).

Se estima que alrededor de 8-10 años y una inversión de 20-25 millones de dólares son necesarios para la obtención de la primera tolerancia y permiso de uso de un plaguicida. Por consiguiente, en primera instancia las compañías manufactureras de plaguicidas dirigen sus esfuerzos hacia la búsqueda de tolerancias y registros en aquellos cultivos de mayor potencial de mercadeo (12). Entre ellos deben mencionarse el maíz, la habichuela soya, el algodón, el tabaco y otros.

En Puerto Rico, con la ayuda del Proyecto Regional IR-4 del Departamento Federal de Agricultura y la industria de plaguicidas local y del exterior se ha establecido un programa de investigación con el objetivo de lograr el registro de plaguicidas en cultivos tropicales de importancia económica local. En los últimos 5 años, el Departamento de Protección de Cultivos con la colaboración de otros departamentos integrados de la Estación Experimental Agrícola y programas del Departamento de Agricultura de Puerto Rico ha realizado numerosos experimentos de campo para la evaluación científica de plaguicidas potencialmente efectivos contra las enfermedades y plagas más severas y causantes de pérdidas económicas severas. Este trabajo está dirigido a discutir los resultados de las determinaciones de residuos de plaguicidas en muestras de varios cultivos tropicales al momento de la cosecha.

## MATERIALES Y METODOS

La experimentación de campo para la evaluación de plaguicidas y toma de muestras a someterse a análisis de residuos se estableció en predios de caña de azúcar de la Corporación Azucarera de Puerto Rico, en parcelas experimentales de ñame, yuca, yautía y gandules en los Centros de Investigación y Desarrollo de Corozal, Isabela y Lajas y de acerolas en la finca de la Nutri-Lite Products en Naguabo. En cada experimento se utilizó un diseño experimental científico, los tratamientos testigo, dosis baja (1X) y dosis alta (2X) fueron repetidos cuatro veces. Desde el momento de siembra hasta la cosecha se utilizaron las prácticas agronómicas recomendadas por la Estación Experimental Agrícola.

Para cada experimento se siguió un protocolo de investigación sugerido por el Proyecto Regional IR-4 con el asesoramiento de la división de desarrollo e investigación de la compañía del plaguicida de interés. Este protocolo cubre las fases de diseño experimental, tamaño de parcelas, tratamientos, dosis, frecuencia, método de aplicación y recopilación de datos de eficacia y fitotoxicidad. El protocolo también incluye guías para la toma y manejo de muestras para residuos, el almacenaje, el transporte al exterior y el método analítico para la determinación de residuos de plaguicidas.

Luego de la cosecha y toma de muestras, éstas se pusieron en un congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Muestras congeladas en hielo seco y en envases adecuados para el envío por transportación aérea se enviaron a los laboratorios del Proyecto IR-4 en Gainesville, Florida, el laboratorio satélite del Departamento de Agricultura Federal en Savannah, Georgia y el laboratorio de residuos de la Chevron Chemical Company en Richmond, California.

El análisis de las muestras de residuos comprendió las etapas de procesamiento, enriquecimiento, extracción, limpieza de los extractos y detección y determinación por el método analítico recomendado (4). En el Cuadro 1 se indica el cultivo, la formulación evaluada, nombre común del ingrediente activo y método de análisis de residuos. Información relativa a equipo analítico, columna y otros parámetros se ofrece en el Cuadro 2.

Para el análisis de las muestras se prepararon muestras enriquecidas con estándares del ingrediente activo. En algunos casos hubo que hacer análisis del ingrediente activo, de los isómeros y los metabolitos principales (Cuadro 3).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 4 se presentan los porcentajes de recuperación para los ingredientes activos y metabolitos en los cultivos sometidos a experimentación. En general, la recuperación del ingrediente activo, tanto en muestras enriquecidas como para almacenamiento, fue superior al 80 por ciento. Además, en aquellos casos aplicables, los porcentajes de recuperación tanto para los isómeros así como para los metabolitos fueron aceptables.

Los niveles de residuos del herbicida Paraquat, usado como aplicación post-emergente directa a las malezas, las muestras de acerolas, gandules y ñames se presentan en el Cuadro 5. No se encontraron residuos de este herbicida de contacto en las frutas de acerola, ni en el follaje, vaina completa o vacía y grano verde del gandul y en tubérculos del ñame.

En el Cuadro 6 se citan los niveles del herbicida Ametryn en muestras de ñame, yautía y yuca de parcelas experimentales tratadas con dosis variables de Evik 80 PH. Independientemente del tubérculo, los niveles del Ametryn y sus dos productos de desalquilación doble fueron menores a 0.08 p.p.m. mientras que los residuos de desalquilación doble fueron menores a 0.17 p.p.m. Los niveles de residuos de los dos metabolitos, MBC y 2-AB de Benomyl en muestras de ñames (Cuadro 7) son menores a 25 partes por billón y están muy lejanos a la tolerancia de 0.2 p.p.m. aprobada para otros tubérculos y raíces.

Los análisis de residuos para el insecticida sistémico Acephate aplicado foliarmente a la caña de azúcar se detallan en el Cuadro 8. El Acephate se metaboliza al metamidophos, pero los niveles de residuos de ambos, independiente del tejido, fueron muy bajos (2). Por consiguiente, no fue necesario el analizar el guarapo, el bagazo, la miel y la azúcar cristalina en los tres experimentos de campo realizados.

Los niveles de residuos del insecticida Permethrin se detallan en el último Cuadro 9. Se observa la presencia de ambos isómeros cis y trans del Permethrin. Sin embargo, la concentración del ingrediente activo es menor en el grano verde comestible y aumenta progresivamente en la vaina y en el follaje.

Los resultados del análisis de residuos de plaguicidas en los cultivos tropicales discutidos fueron y han de utilizarse para la obtención de tolerancia y permiso de uso en Puerto Rico. Las compañías de plaguicidas utilizan el conjunto de datos de las pruebas experimentales locales para acciones similares en otros países del Caribe y Centro América donde los mismos cultivos pueden estar afectados por plagas y enfermedades parecidas.

Sería conveniente y útil el coordinar pruebas experimentales en la Región del Caribe para desarrollar aquellos datos requeridos para la obtención y permiso de uso de plaguicidas en la Agencia Federal de Protección Ambiental. Es muy escasa la información técnica disponible sobre residuos, metabolismo y comportamiento de plaguicidas en cultivos tropicales al compararse con aquella de cosechas en climas templados (6-10).

### RECONOCIMIENTO

Al autor reconoce la participación activa en la investigación de campo de los siguientes investigadores: Dr. Luis Almodóvar Vega, Sr. Nelson Semidey, Sr. Jaime González Ibáñez, Dr. Lii-Chyuan Liu, Dr. Carlos Cruz, Sr. Edwin Abreu y la Dra. Julia Mignucci. Además, el análisis de residuos es fruto del esfuerzo de las siguientes personas: Dres. P. Bardalaye, Pesticide Research Laboratory, University of Florida, Gainesville y Richard A. Simonaitis, Stores Products Insect Research and Development Laboratory, Savannah, Georgia y también el Pesticide Research Laboratory - Chevron Chemical Company, Richmond, California.

### LITERATURA CITADA

1. Ashton, F. M. y Crafts, A. S., 1973. Mode of Action of Herbicides. John Wiley & Sons.
2. Eto, Morifusa, 1976. Organophosphorus Pesticides: Organic and Biological Chemistry. CRC PRESS, INC.
3. Díaz Rosa, Edwin, 1982. Trabajo Técnico no Publicado.
4. IR-4 Project. 1982. IR-4 Laboratory Chemical Residue Analysis Guide.
5. IR-4 Project. 1983. A National Agricultural Program: Clearances for Chemicals and Biologics for Minor or Special Uses.
6. Montalvo-Zapata, R., 1974. Determination of residues of Mocap, Dasanit, Di-syston and Furadan in green plantains. Proc. P.R. Society of Agricultural Sciences, April 1974.
7. \_\_\_\_\_, 1978. Behavior of oxamyl in an ultisol. Nematropica 8 (2): 17-18.
8. \_\_\_\_\_, 1979. Studies of oxamyl behavior in plant tissue discs submerged in aqueous solution. Proc. SOPCA Annual Meeting. October 19.
9. Singh, N. D., 1975. Effect of oxamyl application on eelworm penetration into roots of tomato, lettuce and pigeon pea. Trop. Agric. 52:369:373.

10. Thompson, A. K. T., Been, B. O., and Perkins, C., 1977.  
Fungicidal treatment of stored yams. Trop. Agric.  
54(2): 179-198.
11. Planning Board of Commonwealth of Puerto Rico, 1981  
External Trade Statistics.
12. United States Department of Agriculture, 1982.  
Agricultural Statistics.

CUADRO 1

Cultivo, Formulación, Ingrediente Activo y Método Para Determinación de Residuos

| Cultivo             | Formulación    | Ingrediente Activo | Método de Residuos                    |
|---------------------|----------------|--------------------|---------------------------------------|
| Name, Yautía y Yuca | Evik 80 PH     | Ametryn            | C.L.G.-Detector Fotométrico           |
| Caña de Azúcar      | Orthene 75S PS | Acephate           | C.L.G.-Detector Fotométrico           |
| Gandules            | Ambush 2 EC    | Permethrin         | G.L.G-Detector <sup>63</sup> Ni       |
| Acerolas, Gandules  | Gramaxone CL   | Paraquat           | Espectrofotométrico                   |
| Name                | Benlate 50     | Benomyl            | C.L.A.P.-Detector espectrofotométrico |

CUADRO 2

Información Sobre Equipo, Columna y Otros Parámetros en el Análisis de Residuos

| Plaguicida | Equipo                 | Columna  | Temperatura (°C) |     |     | Gases (ml/min.) |     |                | N <sub>2</sub> |
|------------|------------------------|--|------------------|-----|-----|-----------------|-----|----------------|----------------|
|            |                        |  | I                | H   | D   | H <sub>2</sub>  | Air | O <sub>2</sub> |                |
| Ametryn    | HP 5730                | 5% DEGS-PS en<br>100/120 mesh<br>Supelcoport               | 200              | 200 | 200 | 125             | 100 | 25             | 40             |
| Acephate   | HP 5730                | 1% Reoplex<br>400 en 100/<br>120 Gas Chrom<br>Q            | 200              | 170 | 200 | 200             | 30  | 15             | 60             |
| Permethrin | HP 5750-<br>Ni 63      | 5% OV-225 en<br>60/80 mesh<br>Gass Chrom Q                 | 295              | 245 | 285 | -               | -   | -              | 30             |
| Paraquat   | Espectro-<br>fotómetro | -  | -                | -   | -   | -               | -   | -              | -              |
| Benomyl    | HP 1084-<br>C.L.       | Zipax SCX<br>con 0.025 M<br>TMAN/AC<br>(base movi-<br>ble) | -                | 60  | -   | -               | -   | -              | -              |

CUADRO 3

Ingredientes Activos y Metabolitos Principales  
Sometidos a Análisis

| Ingrediente Activo | Otros Metabolitos |                    |          |
|--------------------|-------------------|--------------------|----------|
| Ametryn            | GS-11354          | GS-11355           | GS-26831 |
| Benomyl            | M B C             | 2-AB               |          |
| Permethrin         | Isomero<br>(CIS)  | Isomero<br>(TRANS) |          |
| Acephate           | Metamidophos      |                    |          |

CUADRO 4

Cultivos, Ingrediente Activo y Porcentaje de Recuperación

| Cultivo        | Ingrediente Activo | Concentración ppm | Porcentaje de Recuperación |
|----------------|--------------------|-------------------|----------------------------|
| Acerolas       | Paraquat           | 0.05              | 93                         |
| Gandules       | Paraquat           | 0.05              | 80 (Grano)                 |
|                | Paraquat           | 0.05              | 71 (vaina)                 |
|                | Paraquat           | 0.05              | 73 (Follaje)               |
| Ñames          | Benomyl            | 0.1 (MBC)         | 87                         |
|                |                    | 0.1 (2-AB)        | 42                         |
| Yautía         | Ametryn            | 0.2               | 81                         |
|                |                    | 0.2 (GS-11354)    | 80                         |
| Caña de Azúcar | Acephate           | 0.1               | 85 (Hoja)                  |
|                | Acephate           | 0.1               | 77 (Tallo)                 |

CUADRO 5

Niveles de Residuos de Paraquat en Gandules, Names y Acerolas

| Cultivo  | Tratamiento<br>Gramoxone CL<br>lb/A | Número de<br>Aplicaciones | Días entre<br>última apli-<br>cación y<br>cosecha | Residuos<br>ppm |
|----------|-------------------------------------|---------------------------|---|-----------------|
| Acerolas | 0.5                                 | 6                         | 200   | 0.00            |
|          | 1.0                                 | 6                         | 200   | 0.00            |
| Gandules | 0.5                                 | 1                         | 67  | 0.00            |
|          | 1.0                                 | 1                         | 67  | 0.00            |
|          | 2.0                                 |                           |   | 0.00            |
| Names    | 0.5                                 | 2                         |   | 0.00            |
|          | 1.0                                 | 2                         |   | 0.00            |

CUADRO 6

Niveles de Residuos de Ametryn y su Metabolito  
en Tubérculos Tropicales

| Tubérculo | Tratamiento<br>Evik 80 PH<br>lb/A | Días después<br>Ultimo Tra-<br>tamiento | Residuos (p.p.m.) |          |
|-----------|-----------------------------------|---|-------------------|----------|
|           |                                   |   | Ametryn           | GS-26831 |
| Ñame      | 2.0                               | 260                                     | 0.08              | 0.017    |
|           | 4.0                               | 260                                     |                   |          |
| Yautía    | 2.0                               | 294                                     | 0.08              | 0.017    |
|           | 4.0                               | 294                                     | 0.08              | 0.017    |
| Yuca      | 2.0                               | 377                                     | 0.07              | 0.07     |
|           | 4.0                               | 377                                     | 0.07              | 0.07     |

CUADRO 7

Niveles de Residuos de Benomyl  
y su Metabolito en Names

| Tratamiento<br>Benlate<br>lb. a. i./A | Residuos (p.p.m.) de |       |
|---------------------------------------|----------------------|-------|
|                                       | MBC                  | 2-AB  |
| 0                                     | 0                    | 0     |
| 1.0                                   | 0.025                | 0.025 |

CUADRO 8

Niveles de Residuos de Acephate en Caña de Azúcar

| Tratamiento<br>Orthene 75S<br>lbs. a.i./A | Número de<br>Aplicaciones | Días después<br>último<br>Tratamiento | Residuos (p.p.m.) |       |         |       |
|---|---------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------|---------|-------|
|   |                           |                                       | Acephate          |       | Monitor |       |
|   |                           |                                       | Hoja              | Tallo | Hoja    | Tallo |
| 0   | -                         | -                                     | 0.05              | 0.05  | 0.025   | 0.025 |
| 2   | 2                         | 90                                    | 0.05              | 0.05  | 0.025   | 0.025 |

CUADRO 9

Niveles de Residuos de Permethrin en Gandules

| Tratamiento<br>Ambush 2EC<br>lb. i.a./A | Residuos(p.p.m.) de Isomero |       |         |       |       |         |
|---|-----------------------------|-------|---------|-------|-------|---------|
|   | CIS                         |       |         | TRANS |       |         |
|   | Grano                       | Vaina | Follaje | Grano | Vaina | Follaje |
| 0                                       | 0.043                       | 0.040 | 0.21    | 0.043 | 0.040 | 0.20    |
| 0.2                                     | 0.043                       | 1.09  | 8.08    | 0.043 | 1.31  | 11.96   |
| 0.4                                     | 0.045                       | 2.63  | 21.67   | 0.045 | 2.98  | 30.09   |