



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PROGRAMA DE MAESTRÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

**EVALUACIÓN DE LA BANANA ECUATORIANA DE ACUERDO CON
ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE SEGURIDAD ALIMENTARIA,
PARA GARANTIZAR SU CERTIFICACIÓN Y FORTALEZA
COMPETITIVA**

Por

CAROLA GEOVANNA RESABALA ZAMBRANO

Guayaquil, Ecuador

2004





**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN.**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN E
INVESTIGACIÓN EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE.**

Rectores:

Dr. M.Sc. Carlos Cedeño Navarrete **U.G.**

Dr. Moisés Tagle Galárraga **ESPOL**

Director Posgrado U.G.

Econ. M.Sc. Washington Aguirre

Decanos:

Ing. José Cuenca Vargas **Facultad CCNN – U.G.**

M.Sc. Eduardo Rivadeneira Pazmiño **FIMCP- ESPOL**

Director Maestría

Dr. Wilson Pozo Guerrero

Directora Académico

Dra. Carmen Triviño Gilces

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del contenido de la presente obra en cualquier forma, sea electrónica o mecánica, sin el consentimiento previo del autor.

Ing. Qca. Carola Resabala Zambrano

cresabal@espol.edu.ec

Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible

www.fccnn@ug.edu.ec Telf.: 042494270

Guayaquil.- Ecuador





**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE**

**EVALUACIÓN DE LA BANANA ECUATORIANA DE ACUERDO CON
ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE SEGURIDAD ALIMENTARIA,
PARA GARANTIZAR SU CERTIFICACIÓN Y FORTALEZA COMPETITIVA**

Por

CAROLA RESABALA ZAMBRANO

Esta Tesis fue aceptada en su presente forma por el Comité Consejero y el Consejo Asesor del Programa de Educación e Investigación en Agricultura Tropical Sostenible de la Universidad de Guayaquil, como requisito parcial para optar al grado de:

Magister en Ciencias con énfasis en la Agricultura Tropical Sostenible

COMITÉ CONSEJERO

Mariano Montaña Armijos (Ph.D. Candidate) _____

CONSEJO ASESOR

Carmen Triviño Gilces (Ph.D)

Gilberto Páez Bogarín (Ph.D)

Wilson Pozo Guerrero (Ph.D. Candidate)

**Guayaquil, Ecuador
2004**



DEDICATORIA:

A mis padres José y María por su apoyo a la distancia, de quienes aprendí la responsabilidad al trabajo no importa cuán pequeño o grande sea y la dedicación aun cuando se crea que ya es un poco tarde para esa tarea.

A mi tierno hijo Emilio José quien ha tenido que sacrificar su tiempo infantil para compartirlo con el trabajo de mamá.

A mis hermanos Jorge, Felipe, Susana, Zoila y Alexandra con quienes crecí y para quienes siempre fui el cerebritito de la familia, que este paso en mi vida les incentive a formarse como profesionales ya que nunca es tarde.

AGRADECIMIENTOS

Al avanzar un eslabón mas en el camino del aprendizaje con el desarrollo de una tarea nada fácil como es una tesis de postgrado, y mas aun cuando se la realiza de manera paralela con el trabajo y crianza de un hijo, quisiera aprovechar la ocasión para darle mi agradecimiento primero a Dios por permitirme todos estos días vividos y a todas las personas que me apoyaron durante esta etapa de mi vida.

Al Ing. Mariano Montaña quien ha sido todo un maestro, al acogerme primero como tesista universitaria y luego depositar en mi su confianza brindándome sin egoismo la formación profesional que ahora poseo, permitiéndome realizar la presente tesis bajo su dirección, gracias por su guía y apoyo.

Al Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales de la ESPOL, sus directivos, personal técnico y docentes por su apoyo y facilidades.

Al MsC Bolívar Pasaca, Ing. Fernando Ulloa, Ing. Carlos Rolando, y a todo el personal de bananeras seleccionadas por su confianza y facilidades.

A la coordinación de la Maestría Tropical Sostenible muy bien dirigida por el Dr. Wilson Pozo que de manera personalizada nos ha impulsado a concluir la tarea iniciada y para quien nosotros representamos el fruto de un gran sueño ahora hecho realidad.

A la Sra Nancy de Montaña, quien desde fuera de este mundo de libros, investigaciones y laboratorio siempre me ha alentado con sus sabios consejos.

Un agradecimiento especial a mi padre, que teniendo que trabajar desde niño ha sido un ejemplo de dedicación y honestidad, a mi querida madre que con su sabiduría innata y dedicación se ha mantenido a la distancia tan cerca de mi acompañando con amor a través de una llamada telefónica. Pero sobretodo gracias a mi pequeñito Emilio José que siempre me alentó en mis ratos de cansancio con un "Te quiero mucho mami".

Gracias a todos, gracias.

BIOGRAFÍA

Nacida en Guayaquil el 26 de junio de 1966, sus padres son el señor José Adolfo Resabala Mantilla y la señora María Gladys Zambrano Ganchozo originarios de la provincia de Manabí. Es la tercera de seis hermanos: Jorge David, Felipe Arnoldo, Dalia Susana, Zoila María y María Alexandra. Procrea un hijo: Emilio José

Sus estudios primarios los realiza en la escuela adventista Gabriela Mistral, sus estudios secundarios en el Colegio Nacional Guayaquil, recibiendo en ambas etapas menciones de honor, medallas y diplomas por sus excelentes calificaciones.

Ingresa a la Universidad de Guayaquil en 1985, dejando sus estudios en 1989 por motivo de viaje a EEUU, de donde regresa para culminar sus estudios y obtener el título de Ingeniera Química en 1996, haciéndose acreedora al Premio Contenta por su trabajo de tesis de pre-grado. Durante su estadía en EEUU obtiene el certificado de ESL (English as a Second Language) en el Suffolk Community College de Nueva York.

Ingresa en 1995 a la Escuela Superior Politécnica para realizar su tesis de pre-grado, logrando vincularse desde esa fecha hasta la actualidad a tan prestigiosa universidad. Durante este tiempo ha desempeñado funciones de tesista, investigadora asistente, investigadora principal y docente del Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales de la ESPOL, logrando adquirir experiencia en áreas de analítica instrumental y de consultoría en temáticas ambientales, de producción, petrolíferas, acuicultura entre otras.

Su experiencia en la analítica de compuestos considerados tóxicos le ha permitido participar en talleres internacionales sobre Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances en Brasil, Chile, Paraguay y Argentina.

Desde la plataforma universitaria ha participado en proyectos de investigación financiados por FUNDACYT-BID (Banco Internacional de Desarrollo), GEF (Global Environment Facility) de Naciones Unidas, PROMSA y CEDEGE.

CONTENIDO

TEMA	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. El Problema	1
1.2. Justificación	1
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Especificos	3
1.4. Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. La agricultura en el Ecuador y sus perspectivas	4
2.2. Características del sector bananero ecuatoriano	4
2.2.1. Generalidades	4
2.2.2. Proceso de producción y cosecha del banano de exportación	5
2.2.2.1. Producción	5
2.2.2.2. Cosecha y Embarque	6
2.2.3. Situación Productiva por regiones y niveles tecnológicos	8
2.2.4. Las exportaciones del Ecuador en el mercado Internacional	11
2.2.5. Plagas y enfermedades de banano y el uso de pesticidas	12
2.3. Seguridad Alimentaria	17
2.3.1. Pesticidas Prohibidos-CODEX, EPA, FAO	18
2.3.2. Estándares de Seguridad: Límites Máximos de Residuos de Pesticidas Permitidos en Banano (<i>Codex Alimentarius</i>)	21
2.4. Sistemas de producción con garantía de calidad de productos	22
2.4.1. Buenas Practicas agrícolas	23
2.4.2. Producción integrada	23
2.4.3. HACCP-Sistemas de análisis de peligros y puntos críticos de control	24
2.4.4. Producción ecológica u orgánica	24
2.4.5. Ventajas de la implementación de sistemas de calidad Agro-productivos	26
2.5. Certificación de producto	26
2.6. Tecnologías de apoyo y laboratorios acreditados	27
2.6.1. Cromatografía de gases	28

2.6.2. Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)	29
2.7. Pesticidas: Desarrollo, residuos, y aspectos analíticos	31
2.7.1. Desarrollo de los medios de protección de cultivo durante este siglo	31
2.7.2. Necesidad actual del uso de pesticidas e inconvenientes	31
2.7.3. Los residuos de pesticidas y su problemática analítica	32
2.8. Norma ISO 17025 de acreditación de laboratorio	33
	34
3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. Localización	34
3.2. Materiales	35
3.2.1. Equipo de Logística	35
3.2.2. Equipos de laboratorio	35
3.2.3. Reactivos	36
3.3. Metodología	36
3.3.1. Diseño de muestreo y determinación del tamaño de muestra	37
3.3.2. Selección aleatoria de haciendas y recopilación de información	37
3.3.3. Factores y criterios aplicados por el informante clave	38
3.3.4. Planificación y Muestreo de fruta en cada unidad muestral	40
3.4. Análisis de laboratorio de las muestra	41
3.4.1. Tecnología de análisis	41
3.4.2. Métodos de análisis	42
3.4.3. Preparación de muestra	42
3.4.4. Validación del método de análisis	43
3.4.5. Inyecciones y cuantificación	45
3.5. Análisis Estadístico	45
3.5.1. Diseño experimental	45
3.5.2. Modelo matemático de Chi Cuadrado	46
3.6. Diagnostico de seguridad alimentaria	46
	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Resultados de Validación de método de análisis	47
4.1.1. Selección de métodos de análisis	47
4.1.2. Identificación de pesticidas y condiciones cromatográficas	48
4.1.3. Linealidad y curvas de calibración	50

4.1.4. Porcentaje de recuperación	51
4.1.5. Repetibilidad y Reproducibilidad	52
4.1.6. Límites de detección y límite de cuantificación	53
4.2. Valoración de los datos de la investigación de campo de los Residuos de pesticidas determinados en las bananas muestreadas	54
4.2.1. Diseño y aplicación de muestreo	54
4.2.2. Tamaño o número de muestra y sus características	55
4.2.3. Preparación de muestra	55
4.2.4. Resultados de análisis de haciendas muestreadas	55
4.2.5. Valoración de resultados aplicando el Modelo de Chi Cuadrado	56
4.2.6. Comparación de los resultados con respecto a Estándares Internacionales	58
4.2.7. Evaluación de Pesticidas detectados	58
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1. Conclusiones	60
5.2. Recomendaciones	61
6. BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	64

EVALUACIÓN DE LA BANANA ECUATORIANA DE ACUERDO CON ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE SEGURIDAD ALIMENTARIA, PARA GARANTIZAR SU CERTIFICACIÓN Y FORTALEZA COMPETITIVA

RESUMEN

Para evaluar la banana ecuatoriana a jerarquía de estándares internacionales de calidad, dígase Buenas Prácticas Agrícolas, Codex Alimentarius o EUREPGAP, se requiere de verificaciones de residuos de pesticidas en la fruta. En este trabajo se implementó y aplicó una metodología de análisis de multiresiduos con el fin de evaluar 5 pesticidas utilizados en el banano, cuyos ingredientes activos corresponden a Terbufos, Clorotalonil, Clorpirifos, Imazalil y Propiconazole. Se muestrearon las 3 principales provincias exportadoras de banana del país (El Oro, Guayas y Los Ríos), un diseño de muestreo que relacionó área de producción y número de productores. El escogimiento de las haciendas de estudio se produjo de forma completamente al azar, recurriendo a un Marco Lista de Informantes Clave, que permitió investigar las zonas más representativas del sistema agrícola bananero.

La información producida fue evaluada aplicando un diseño experimental No paramétrico de Chi Cuadrado, resultando que no existe relación entre productos analizados y localidades muestreadas, es decir que independientemente de los productos y localidades, los resultados revelan que la metodología de muestreo y análisis químico utilizados, fueron consistentes y precisos. Esta alta precisión se debe a la calidad de la información, equipo y metodología de análisis. De manera general la fruta puede calificarse como "**Libre de Residuos de Pesticidas**" con respecto a los estándares del *Codex Alimentarius* utilizados por FAO. En tal sentido, la comercialización de la banana ecuatoriana puede sacar ventaja competitiva de este atributo y enfocarse hacia los nuevos requerimientos del mercado global, que trascendiendo Calidad, Disponibilidad y Precios, se atrincheró en parámetros de inocuidad y seguridad alimentaria. Además, el sector bananero puede contar con la facilidad analítica local para enfrentar con provecho estos retos.

Palabras Clave: Banana (fruta), Banano (cultivo), Seguridad alimentaria, Producción Integrada, Mercados, Certificación, Residuos de Pesticidas, Laboratorios acreditados, Competitividad.

EVALUATION OF THE ECUADORIAN BANANA IN AGREEMENT WITH INTERNATIONAL STANDARDS OF FOOD SECURITY, TO GUARANTEE ITS CERTIFICATION AND COMPETITIVE.

SUMMARY

In order to evaluate the Ecuadorian banana in agreement of international standards of quality, like Good Agriculture Practice, *Codex Alimentarius* or EUREPGAP, is required of the verifications of pesticides residues in the fruit. In this work was validated a methodology of analysis of multiresidues for 5 pesticides used in the banana production (Terbufos, Clorotalonil, Clorpirifos, Imazalil and Propiconazole). The provinces studied were Guayas, Los Rios, and El Oro using a sampling design between area of production and number of producers. The farmer were chosen to azar way based in Marco List from important Informants, which hat allowed to investigate the most representative zones from banano production system.

The produced information was evaluated applying a Non-Parametric experimental design Chi Square, which shows that don't exist relation between products (pesticides) and localities (provinces), that mean that independently of products and localities, the results reveal that the methodology of sampling and chemical analyses were consistent and with high precision. This high precision must to be for the quality of the information, equipment and methodology of analysis. As general the fruit can be described like "*Pesticides Residue Free*" with respect to the standards of the *Codex Alimentarius* used by FAO. In such sense, the commercialization of the Ecuadorian banana can remove competitive advantage from this attribute and to focus to the new requirements of the global market, that extending Quality, Availability and Prices, and now based in parameters of food security. In addition, the banana producers can have the local analytical facility to show their benefit from all these challenges.

Key words: Banana (fruit), Banana production (crop), food Security, Integrated Production, Markets, Certification, Pesticides Residues, Laboratories Accredited, Competitiveness.

LISTA DE CUADROS

CUADRO	Pág.
Cuadro 1. Banano: Distribución provincial y superficie	9
Cuadro 2. Situación tecnológica por provincias exportadoras	10
Cuadro 3. Numero de UPA´s por tamaño y superficie plantada	10
Cuadro 4. Superficie productiva y rendimiento exportable	11
Cuadro 5. Exportaciones de banano entre 1990 y 2003	12
Cuadro 6. Plaga, malezas y enfermedades de banano	13
Cuadro 7. Pesticidas usados en banano	16
Cuadro 8. Volumen de importaciones de pesticidas al Ecuador	17
Cuadro 9. Lista de pesticidas prohibidos y de uso restringido en EEUU (PIC Prior Informed Consent)	19
Cuadro 10. Lista de pesticidas restringidos (Restricted Use Products- RUP)	21
Cuadro 11. Limites máximos de residuos (LMR) permitidos en banano	22
Cuadro 12. Diseño de Muestreo Estratificado	37
Cuadro 13. Factores y Características de Haciendas	38
Cuadro 14. Alcance del Trabajo del Laboratorio de cromatografía	42
Cuadro 15. Condiciones cromatográficas establecidas	49
Cuadro 16. Tiempo Estimado de Retención de Pesticidas Estudiados	50
Cuadro 17. Índice de linealidad (R^2), Coeficiente de Regresión entre Área y concentración y desviación de la linealidad	51
Cuadro 18. Porcentaje estimado de recuperación de pesticidas en Muestras de banana	52
Cuadro 19. Repetibilidad estimada en muestra fortificadas	52
Cuadro 20. Reproducibilidad estimada en patrones	53
Cuadro 21. Limite estimado de detección y Cuantificación	53
Cuadro 22. Resultados de análisis de residuos de pesticidas en muestra De banana	56
Cuadro 23. Tabla de Contingencia y prueba de hipótesis de por medio De Chi Cuadrado (χ^2) basado en numero de no detectado	57

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
Figura 1. Bananera en producción	7
Figura 2. Picado y calificación	7
Figura 3. Desleche de banano	7
Figura 4. Etiquetado y Fumigación	7
Figura 5. Pesado	8
Figura 6. Aspirada y embarque	8
Figura 7. Sello de Certificación de Producto	27
Figura 8. Cromatógrafo de gases	29
Figura 9. Cromatógrafo de líquidos	30
Figura 10. Laboratorio de Cromatografía ICQA-ESPOL	35
Figura 11. Sitios de muestreo	41
Figura 12. Preparación de muestras	43
Figura 13. Configuración del equipo utilizado	49
Figura 14. Cromatograma con mezcla de patrones de Pesticidas	49
Figura 15. Pesticidas Detectados por Provincias	59
Figura 16. Pesticidas más encontrados	59

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El Problema

La agricultura en el Ecuador ha dejado de ser de subsistencia y se ha convertido en un sector fundamental, capaz de aumentar los ingresos de exportación, generar empleo e incidir en la economía nacional. En este escenario destaca el banano, que gracias a las condiciones naturales favorables para su producción y a su consecuente elevada calidad, ha llegado a ocupar el segundo rubro de importancia económica para el país, después del petróleo.

La actividad agrícola en general del país incluyendo el cultivo del banano se ha orientado tradicionalmente hacia la producción antes que al mercado. Tal orientación ha generado graves problemas, con el resultado del aumento de la oferta de productos y, consecuentemente, la reducción de los precios, de la rentabilidad y de la oportunidad de nuevos ingresos, lo que ha provocado fuertes y recurrentes problemas económicos al sector.

A todo esto se suman los requerimientos actuales de los mercados que trascienden la calidad, disponibilidad y precios, e involucran otros parámetros como seguridad alimentaria y buena prácticas agrícolas, tornándose estos requerimientos en barreras no arancelarias para la comercialización de la fruta.

Está el sector bananero preparado para demostrar científicamente que su fruta cumple con todos los requisitos señalados?. Pueden estos requisitos convertirse en una ventaja competitiva dadas las condiciones particulares de producción que tiene el ecosistema tropical ecuatoriano?.

1.2. Justificación

En este último decenio surge un nuevo paradigma en materia de desarrollo económico de los países, cuya característica fundamental es realzar el papel de los mercados con la iniciativa privada, y reducir y reorientar el papel del Estado en la economía.

Ante los requerimientos actuales del mercado, es un hecho que existe la necesidad de implementar PRODUCCIÓN INTEGRADA en los sistemas agrícola bananeros y demostrar en cualquier momento que se han tomado todas las medidas dentro de lo razonable y se han hecho todas las diligencias de manera oportuna, para asegurar la salud del consumidor, es decir que se cumple con la seguridad alimentaria.

El cumplimiento de las normas de Buenas Prácticas Agrícolas, requerimientos FDA, programas HACCP, o exigencias derivadas de las negociaciones del Tratado de Libre Comercio (TLC), implican la adopción por parte de las empresas exportadoras y sus productores, de una serie de cambios tecnológicos y metodológicos relacionados con la manera de producir y procesar productos agrícolas. Conceptos y procesos como diseño y captura de registros de campo, capacitación de personal, implementación de señalética, análisis de laboratorio, entre otros, son necesarios.

La seguridad alimentaria de los productos frutícolas de acuerdo con las normas antes mencionadas, se garantiza con análisis en laboratorios debidamente equipados y personal técnico altamente calificado y con competencia técnica. La evaluación de la banana ecuatoriana de acuerdo a estándares de seguridad alimentaria en este caso, comprende entre otros la determinación de residuos de pesticidas en la fruta, lo cual demanda el uso de complejas técnicas analíticas como son las técnicas cromatográficas.

Por tanto, en este trabajo se pretende implementar metodologías analíticas para residuos de pesticidas en el banano, establecer la calidad de la fruta en lo que respecta a seguridad alimentaria, y evaluar la situación actual de cumplimiento de las bananeras a las exigencias de los estándares internacionales de residualidad. Se pretende además desarrollar la información necesaria para implementar a futuro un sistema de certificación que incentive las buenas prácticas agrícolas en el país.

El sector bananero, de esta manera, puede contar con tecnologías de apoyo local, de elevado valor, para demostrar científicamente las bondades de su producto, y conseguir ventajas competitivas en los mercados globales.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Contribuir a la seguridad alimentaria exigida por normas internacionales de calidad, permitiendo al sector bananero mayor competitividad en los mercados globales.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer un diseño de muestreo confiable, con el objeto de evaluar al sector bananero exportador considerando las distintas categorías de productores: pequeños, medianos y grandes.
- Implementar una metodología para el análisis de residuos de pesticidas críticos seleccionados (terbufos, chlorotalonil, chlorpyrifos, imazalil, propiconazole), mediante el sistema analítico GC-ECD y protocolos de acuerdo a norma ISO/IEC 17025.
- Evaluar los resultados de residualidad, con respecto a los límites permisibles establecidos por el Codex Alimentarius.
- Determinar la calidad de la fruta clasificada como "Libre de Residuos de Pesticidas".

1.4. Hipótesis

¿La calidad de la banana ecuatoriana bajo conceptos de seguridad alimentaria se puede garantizar por medio de monitoreo especializado y técnicas confiables de análisis de residuos?

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La agricultura en el Ecuador y sus perspectivas

El sector agrícola es una parte vital de la economía del Ecuador. Este emplea cerca del 40 % de la mano de obra, genera alrededor del 50 % de las divisas del país y produce una amplia variedad de productos para el consumo directo y el procesamiento industrial. La variedad del clima y la topografía dotan al país con las condiciones para producir casi cualquier producto agrícola del mundo, desde tropicales hasta aquellos típicos de áreas templadas (Whitaker, 1996).

Las políticas y mercados domésticos e internacionales conjuntamente con la herencia cultural de la nación, afectan las actividades del sector tan fuertemente como el clima y su topografía. La creciente liberalización de la economía de la nación durante los años ochenta y noventa, conjuntamente con una amplia gama de cambios que ocurrieron internacionalmente, han servido para remodelar las actividades agrícolas, silvícola y pesca en el Ecuador (Whitaker, 1996).

Este autor también manifiesta que el sector agrícola del Ecuador puede ser caracterizado de diversas formas: por su división geográfica; por división de clases de productos; por su orientación de mercado; y por su tecnología. Son los sectores de la Costa, los de mayor exportación y los más modernos en lo que respecta a tecnología.

2.2. Características del sector bananero ecuatoriano

2.2.1 Generalidades

La actividad bananera en Ecuador se inició a finales de los años 40 convirtiéndose desde esa época en un importante eje de la economía ecuatoriana en forma directa mediante la generación de divisas, empleo e ingresos, y en forma indirecta favoreciendo el crecimiento de otras actividades tanto productivas como de servicios. Conforme se ha desarrollado esta actividad, se ha generado participación e iniciativas y promoviendo flujos de capital nacional en la producción y

comercialización, lo que representa una característica propia de nuestro país. En la actualidad el 100 % de la producción de banano en el Ecuador es generada por ecuatorianos y el 70 % de la comercialización la realizan compañías nacionales (SICA 1, 2004).

En el plano de las exportaciones, el banano comparte con el petróleo los primeros puestos en generación de divisas para el país. Entre 1990 y 1997 la contribución de las exportaciones de banano en relación a las exportaciones totales fue de un 21 % en promedio. En 1998 el banano adquiere un peso importante en las exportaciones del Ecuador al desplazar al petróleo como primer generador de divisas, a pesar de las dificultades producidas por el Fenómeno de El Niño; en este año las exportaciones bananeras representaron el 26 % de las exportaciones totales frente al petróleo que fue del 19 %.

La producción de banano contribuye con el 3 % del PIB total, esto es unos 593 millones de dólares y con el 16 % del PIB agrícola. Por el lado del empleo beneficia tanto directa como indirectamente a 383 000 familias ecuatorianas; si cada familia mantiene un promedio de 5 miembros, la población beneficiada representa el 12 % de la población ecuatoriana ó 1 915 045 personas (SICA 1, 2004).

Como se puede apreciar la actividad bananera tiene un peso muy importante en la economía del Ecuador sin tomar en cuenta los efectos hacia otros sectores, al revisar la matriz de insumo-producto un conjunto de actividades como el transporte, las industrias de papel y cartón, la construcción y el propio gobierno se benefician de los ingresos generados por el sector. Según información del Banco Central el 34 % de los ingresos del sub-sector banano es absorbido por los otros sectores, es decir por cada dólar producido se benefician en 34 centavos de dólar otras actividades.

2.2.2. Proceso de producción y cosecha de banano de exportación

2.2.2.1. Producción

Nombre Científico:

Triplóide de *Musa acuminata* (AAA).

Variedades más comunes en Ecuador:

Cavendish, Gros Michel, Valery.

Época de siembra:

Con las lluvias de enero y febrero y si se dispone de buen riego en cualquier época del año.

Población por hectárea:

1 200 a 1 700 plantas con su respectivo hijo.

Lluvia/Riego:

Entre 1 500 y 2 000 mm bien distribuidas a través del año. Si esto no ocurre es conveniente aplicar riegos complementarios.

Fertilización:

Los elementos más deficientes en los suelos de plantaciones de banano en el país son el nitrógeno y el potasio, por lo tanto dependiendo del grado de fertilidad del suelo serán las dosis de nitrógeno, fósforo y potasio. Los requerimientos de micro nutrientes pueden ser abastecidos a través de la fertilización foliar, ayudada con un estimulador de crecimiento.

Rendimiento:

El promedio para Ecuador fluctúa en 2 000 cajas/ha/año.

2.2.2.2. Cosecha y embarque

La cosecha, post cosecha y embarque se desarrollan en las etapas principales tal como se presentan a continuación en las Figuras 1 al 6.



Figura 1. Bananera en Producción



Figura 2. Picado y calificación



Figura 3. Desleche de banano



Figura 4. Etiquetado y fumigación



Figura 5. Pesado



Figura 6. Aspirada y embarque

2.2.3. Situación productiva por regiones y niveles tecnológicos

El sector bananero en los últimos años ha experimentado importantes cambios en su estructura productiva, a inicios de los años 90 la producción se caracterizó antes que por mejoramiento productivo, por crecimiento de las áreas de cultivo. Los cambios en la comercialización mundial, los problemas de mercado en Europa y la cada vez mayor lucha de competitividad librada en los mercados mundiales, ha influido en los cambios internos, introduciendo mejoras tecnológicas y transformando el mapa productivo del sector.

El recuento más actualizado de la distribución de la superficie cultivada de banano en el país se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Banano: Distribución provincial y superficie

PROVINCIAS	UPAS	SUPERFICIE (ha)
Azuay	1,442	1,379
Bolívar	2,425	3,576
Cañar	741	5,562
Carchi	110	116
Cotopaxi	733	5,561
Chimborazo	232	582
Imbabura	68	103
Loja	4,258	1,663
Pichincha	1,821	3,212
El Oro	3,887	43,352
Esmeraldas	2,596	7,611
Guayas	2,125	44,646
Los Ríos	1,104	50,419
Manabí	2,977	5,778
Morona Santiago	1,545	1,480
Napo	138	132
Pastaza	93	80
Zamora Chinchipe	1,112	804
Sucumbíos	535	687
Orellana	264	480
Galápagos	113	139
Zonas no asignadas	244	2,891

Fuente: SICA 2, 2004

En 1990 las plantaciones no tecnificadas constituían el 64 % del total de la superficie cultivada, situación que cambia considerablemente para 1997, año en el cual el 71 % de la superficie está cubierta por plantaciones tecnificadas.

Según información del ex Programa Nacional del Banano (PNB), la producción bananera se concentra en un 92 % en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos. En forma individual corresponde 33.4 %, 30.3 %, y el 28.3 % de producción respectivamente.

En cuanto a niveles de tecnificación la situación difiere en las diferentes provincias. Los Ríos representa la provincia de mayor tecnificación en su estructura productiva, así el 90 % de las plantaciones son tecnificadas. Por su parte la provincia de El Oro registra un alto número de plantaciones semi-tecnificadas y no tecnificadas representando ambas el 41 % del total de plantaciones de esa provincia, tal como se indica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Situación tecnológica por provincia exportadora

NIVEL	GUAYAS	%	LOS RIOS	%	EL ORO	%	TOTAL	%
TECNIFICADO	28,448.3	73	32,250.9	90	25,397.4	60	86,096.6	80
SEMI-TECN	5,932.5	15	3,228.5	9	10,009.3	24	9,071.0	9
NO-TECNIF	4,475.3	12	524.0	1	7,098.7	17	12,098.0	11
TOTAL	38,856.1	100	36,003.4	100	42,505.4	100	107,265.6	100

Fuente: SICA 3, 2004

En cuanto a rendimiento por hectárea según información del PNB entre 1993 y 1997 se registran situaciones diferentes, en Los Ríos pasó de 1 725 cajas/ha en 1993 a 2 050 cajas/ha en 1997, en Guayas pasó de 1 705 cajas a 1 800 cajas, mientras que en El Oro existe un ligero desmejoramiento al disminuir de 1 785 cajas/ha en 1993 a 1 750 cajas/ha en 1997 (SICA 3, 2004)

El sector bananero ecuatoriano tiene una particularidad específica, la mayor concentración de la producción se da entre pequeños y medianos productores. De aproximadamente 6 000 productores, 3 825 constituyen pequeños productores con plantaciones de 1 a 30 ha (Cuadro 3), de las cuales, una buena proporción constituyen plantaciones calificadas como no tecnificadas.

Cuadro 3. Numero de UPA's por tamaño y superficie plantada

RANGO	< 1	DE 1	De 2	De 3	De 5	10 a	De 20	De 50	De	Mas	Total
		a < 2	a < 3	a < 5	a < 10	< 20	a < 50	a < 100	100 a	de 200	
UPA's	1,157	1,332	1,518	2,223	4,474	5,096	6,863	3,771	1,537	649	28,619
Area (ha)	270	781	1,422	3,145	9,475	16,458	32,569	32,143	32,052	52,016	180,331

Fuente: SICA 3, 2004

La superficie productiva y las exportaciones de país en los últimos 15 años se pueden apreciar en el Cuadro 4. El rendimiento anual se establece en alrededor de 27 t/ha.

Cuadro 4. Superficie productiva y rendimiento exportable

Año	Superficie (ha)	Exportación (Mt)	Rendimiento Exportable Anual (t/ha)
1991	99,118	2,654,336	26.78
1992	134,504	2,511,131	18.67
1993	119,425	2,632,756	22.05
1994	124,417	3,307,624	26.58
1995	125,603	3,736,533	29.75
1996	127,140	3,842,442	30.22
1997	127,126	4,456,275	35.05
1998	138,230	3,848,059	27.83
1999	138,230	3,865,042	27.96
2000	143,961	3,947,002	27.42

Fuente: SICA 4, 2004

En un mercado cada vez más competitivo, en el cual la permanencia en el negocio ya no depende sólo de los precios bajos, los mejoramientos tecnológicos se convierten en elementos determinantes para su sustentabilidad y más cuando se observan cambios en las exigencias de los consumidores, no sólo de calidad del producto, dígase tamaño y sabor, sino también en requerimientos de seguridad alimentaria o protección a la salud humana, lo cual también transforma los componentes de los paquetes tecnológicos.

2.2.4. Las exportaciones de Ecuador en el mercado internacional

Ecuador se constituye en el país líder en las exportaciones de banano en el mundo, ha logrado un nivel de participación del 33 % del total mundial. Sin embargo su estructura de comercio mantiene características diferentes a la de los principales países competidores como son Costa Rica, Colombia y Panamá.

Desde 1992 las exportaciones de banano registran un crecimiento constante llegando en 1997 a un volumen récord de 4 456 168 toneladas (t), generando ingresos por más de mil millones de dólares (Cuadro 5). Pero esta ventaja tiene sus demeritos, principalmente en relación con la estructura del comercio que en un porcentaje superior al 60 % se destina a mercados cuyos niveles de consumo per cápita de la fruta son bajos.

Cuadro 5. Datos de Exportación, tasa de crecimiento y participación del Ecuador en el mercado internacional.

Año	Exportaciones FOB (Millones US\$)	Tasa de Crecimiento anual (%)	Participación (%)
1990	471		17,3
1991	720	53	25,2
1992	683	- 5	22,0
1993	568	-17	18,5
1994	708	25	18,4
1995	857	21	19,6
1996	973	14	20,0
1997	1327	36	25,2
1998	1070	-19	25
1999	974	-11	21
2000	821	-14	18
2001	864	5	19
2002	969	12	19
2003	835	-14	19

Fuente: SICA 5, 2004

De acuerdo a información de 1997 los mercados de Estados Unidos y la Unión Europea representan para Colombia y Costa Rica un 78 % y 94 % respectivamente, mientras que para Ecuador es de 38 %.

2.2.5. Plagas y enfermedades de banano y el uso de pesticidas

El banano es atacado por diversas plagas, malezas y enfermedades que provocan elevadas pérdidas económicas, tal como se detalla en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Insectos, nematodos, enfermedades y malezas del Banano

INSECTOS		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	SINTOMATOLOGÍA Y CONTROL
Coleoptero	<i>Colaspis submetalica</i> Coleóptera	Adultos dañan los dedos del racimo, son masticadores del fruto. Son bajos los daños que ocasiona este insecto
Besano tornillo	<i>Castniomera humboldti</i>	Mariposas ovipositan cerca de la planta, casi a nivel de suelo, al desarrollarse ocasionan galerías en el pseudotallo. Causan una disminución en el tamaño y peso de los racimos. Las plantas atacadas se vuelven cloróticas y luego se mueren. Se observa perforaciones a intervalos y con un exudado característico.
Wenturita	<i>Sibine spp.</i> Lepidóptera	Larvas se alimenta de las hojas. Las poblaciones son bajas y no requieren control.
Picado negro	<i>Cosmopolites sordidus</i> coleóptera	Los adultos depositan los huevos cerca de la base del pseudotallo. Las larvas de color blanco cremoso barrenan el mismo, causan debilitamiento y posterior caída de la planta. El uso de trampas reduce notablemente la incidencia de este insecto
Wegón de racimo	<i>Pentalonia nigronervosa</i> Homóptera	Chupador de los racimos. Causan daño en estados de ninfa y adultos
Wos de las flores	<i>Frankliniella parvula</i> Thysanoptera	Raspador y chupador de flores. Causan daño en estados de ninfa y adultos
Nematodo Wamenador	<i>Radopholus similis</i>	Sobre el sistema radicular el nematodo ataca al meristemo apical, produciendo lesiones rojizas de 10 cm de longitud, que luego se toman negras. Este daño estimula la formación de raíces secundarias cortas que serán colonizadas por el nematodo. Luego se producen pudriciones, por lo tanto estas raíces no soportan el peso de la planta ni del racimo volcándose al suelo. El sistema foliar presenta clorosis, pseudotallos raquíticos, racimos pequeños.
		Combate: es difícil y consiste en prevenir la contaminación a zonas nuevas de cultivo mediante selección de colinos; desinfección o inmersión en agua caliente(50° C) por 10 minutos o en una suspensión de Oxamil 0,01%, en plantaciones

		establecidas fertilizar con N, P, K, Ca, Mg e incorporación de materias orgánicas. Con poblaciones nematológicas superiores a 1000 especímenes /100 g de raíces, aplicar nematicidas como carbofuran, etoprop, terbufos, oxamil o fenanifos en dosis de 3 g de ia/planta hija.
ENFERMEDADES:		
Mal de Panamá	<i>Fusarium oxysporum</i>	Los síntomas iniciales se evidencian en las hojas interiores, las que se presentan descoloradas, marchitas y con amarillamiento que avanza desde los bordes hacia la nervadura central. Los pecíolos se encorvan y toman parduzco, y finalmente la hoja muere. El rizoma que llega a pudrirse emite un olor característico. El tronco puede presentar grietas longitudinales en las vainas foliares, a nivel del suelo. Por lo común, las raíces se ennegrecen y pudren. Cuando se abren los pseudotallos enfermos, se aprecia que sus haces vasculares son de color amarillo, rojizo, o púrpura. Los frutos maduran irregularmente y muy rápido, se deforman y la pulpa se vuelve esponjosa y amarga.
Moko del banano y plátano.	<i>Pseudomonas solanacearum</i> raza 2	Focos infecciosos en cuarentena. En los colinos pequeños sus hojas se marchitan a partir de la central hacia fuera. En las plantas adultas las hojas muestran una ligera flacidez de origen indefinido, sobre todo en las horas de mayor calor, cuando la enfermedad es transmitida por insectos la infección se presenta en el racimo y su escapo floral en cuyo caso, las bracteadas se marchitan y los frutos muestran un amarillamiento prematuro para luego pudrirse y momificarse. En el tejido interno tanto de los comos como de los frutos y raquis del racimo, se presentan pequeñas lesiones en los haces vasculares de colores amarillo a café oscuro.
Putridión del fruto	<i>Glomerella cingulata</i>	
Punta de cigarro	<i>Steachylidium theobroma</i>	Necrosis en la punta de los plátanos que se asemeja a la ceniza de un puro.
Sigatoka amarilla	<i>Mycosphaerella musicola</i>	Inicialmente se presentan pequeñas manchas foliares de color amarillo pálido, las cuales crecen y se transforman en manchas café-

		oscuras de tamaño variable. La parte central de estas manchas eventualmente se seca y se torna ligeramente gris, bordeada por un halo amarillento, cuando estas manchas se unen, cubren gran parte del rea foliar, dándole un aspecto de quemado.
Sigatoka negra	<i>Mycosphaerella fijiensis</i>	A partir de la tercera hoja mas joven abierta, se observan en el envés pequeñas manchas de color café, (pizcas). Después, estas pizcas se agrandan y forman pequeñas rayas paralelas a las nervaduras (estrias), visibles también en el haz. Las estrias continúan alargándose hasta llegar a medir desde 0,5 hasta 2cm, cambiando su coloración a café oscuro o negro. A continuación, estas estrias se agrandan y forman manchas elípticas, las mismas que se unen y conforman una mancha irregular de color negro. En casos severos, las hojas enfermas se secan y mueren.
Virosis	Virus del mosaico del pepino CMV	Las plantas afectadas se debilitan y de acuerdo a la severidad de ataque se empequeñecen. Las hojas presentan una clorosis intervenla visible a trasluz a manera de un rayado clorótico o manchas amarillas. Las hojas de coloración normal pueden tener las nervaduras secundarias excesivamente engrosadas con un aspecto acanalado. Comúnmente se presentan necrosis foliares a lo largo de las nervaduras secundarias.
Rayado (virosis)	Virus del rayado del banano BSV	En las nervaduras secundarias se presentan líneas entrecortadas de color amarillo. Posteriormente, el tejido afectado se toma de color café y muere.
MALEZAS		
HOJA ANGOSTA		
Guardarocio	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Eliminar las malezas con machete durante los 3 a 4 primeros meses del cultivo. En plantas bien establecidas se pueden aplicar herbicidas de acción general a base de glifosato o glufosinato (sistémicos para malezas gramíneas que rebrotan) o paraquat (de contacto para malezas que no rebrotan) o productos con modo de acción equivalentes. Complementar
Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i>	
Paja gris	<i>Leptochloa spp.</i>	
Caminadora	<i>Rottboellia exaltata</i>	
Gramalote	<i>Paspalum fasciculatum</i>	
Paja brava	<i>Paspalum paniculatum</i>	
Hojueta	<i>Paspalum conjugatum</i>	
Saboya	<i>Panicum maximun</i>	
Siempre viva	<i>Conmelina spp.</i>	
Cortaderas	<i>Cyperus spp.</i>	

HOJA ANCHA		el control químico con labores mecánicas o manuales para controlar malezas que aparezcan en forma localizada.
Bledo	<i>Amaranthus spp.</i>	
Lechosas	<i>Euphorbia spp.</i>	
Betillas	<i>Ipomoea spp.</i>	
Achochilla	<i>Momordica charantia</i>	
Lechuga	<i>Talinum paniculatum</i>	
Pega-pega	<i>Desmodium tortuosum</i>	
Terbatana	<i>Synedrella nodiflora</i>	
Garrapatilla	<i>Peperomia pellucida</i>	
Hierba papagayo	<i>Blechnum pyramidatum</i>	

Fuente: Edifarm, 2000

Para el control de estas plagas se ha recurrido a diferentes pesticidas, que se clasifican principalmente en Fungicidas, Herbicidas, Insecticidas, Nematicidas y otros, cuyos principios activos específicos se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Pesticidas usados en banano

Categoría	Pesticida
Fungicidas (13)	Axosistrobina
	Benomyl
	Bitematol
	Clorotalonil
	Hexaconazole
	Imazalil
	Mancozeb
	Methyltiofanato
	Propiconazole
	Sulphur
	Tebuconazole
	Tiabendazol
	Tridemorph
Difenoconazole	
Herbicidas (7)	Ammonium glufosinate
	Butacloro
	Diquat
	Diuron
	Glifosato
	Paraquat
Insecticidas (7)	Alphamethrin
	B. thurigiensis
	Carbaryl
	Diazinon
	Dimetoato
	Triclorfon
	Triozofos

Nematicidas (6)	Cadusafos Carbofuran Ethoprop Fenamiphos Oxamyl Terbufos
Otros (12)	Acido etano dioico, sulfano doble de Al y amonio Alcohol polivinil icononifenol, siliconas Aрил/alquil/poliglicol/eter Nonylphenoethylene oxide condensate Polimero de acido maleico Polyoxyethilénicos Tensoactivo anionico de alquilarilsulfonato Trichloroacetoniirio Triton Xyleno, nonylfenoletoxylato, alcohol isopropilico

Fuente: UAP, 2000

Las importaciones de pesticidas en general que se han efectuado en los últimos 5 años se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Volumen de importaciones de pesticidas al Ecuador

Pesticidas/Año	V-2000 (t)	V-2001 (t)	V-2002 (t)	V-2003 (t)	V-2004 (t)
Fungicidas	11,959	11,946	6,263	5,135	757
Herbicidas	7,634	7,565	6,519	8,445	1,753
Insecticidas/Nematicidas	3,298	3,644	4,168	4,164	959
Total	22,891	23,155	16,950	17,744	3,469

Fuente: SICA 6, 2004

2.3 Seguridad Alimentaria

El concepto de seguridad alimentaria propuesto por la FAO y difundido a través de la Conferencia Internacional sobre Nutrición (FAO 1, 1992), se refiere al acceso de toda la población, en todo momento, a alimentos inocuos y nutritivos, que permitan mantener una vida sana, activa y plenamente productiva.

Los alimentos son la fuente principal de exposición a agentes patógenos, tanto químicos como biológicos (virus, parásitos y bacterias), a los cuales nadie es

immune, ni en los países en desarrollo ni en los desarrollados. Los alimentos contaminados con niveles inadmisibles de agentes patógenos y contaminantes químicos o con otras características peligrosas, conllevan riesgos sustanciales para la salud de los consumidores y representan grandes cargas económicas para las diversas comunidades y naciones. Los consumidores tienen el derecho a ser provistos de alimentos inocuos, que no atenten contra su salud o su esperanza de vida. Lo anterior significa que deben ser protegidos contra aquellos alimentos y procesos de producción peligrosos para la salud y/o la vida.

Sin embargo, existen preocupaciones legítimas sobre el nivel de pesticidas o aditivos en los alimentos, las exigencias higiénicas durante su producción y preparación así como la calidad de la información de la cual disponen los ciudadanos respecto de lo que consumen (www.consumidoresint.cl).

El estudio de seguridad alimentaria en el caso de banano comprende principalmente la determinación de residuos de pesticidas, con lo cual se cubre lo que generalmente más preocupación produce. Para conducir en este tema es necesario conocer los plaguicidas de uso permitido o de otra manera, los prohibidos.

2.3.1. Pesticidas Prohibidos – CODEX, EPA, FAO

Del registro por primera vez y el re-registro periódico de los componentes activos y pesticidas se obtienen dos listas: Una lista de pesticidas de uso prohibido y/o de restricción severa (PIC Prior Informed Consent) y una lista de pesticidas de uso restringido (RUP-Restricted Use Product) (EPA 1, 2004).

Estas listas indican que Estados Unidos ejerce una regulación y control mucho más rigurosa que Japón, Unión Europea y la OMC. Alrededor de 30 nuevos ingredientes activos al año fueron registrados entre 94 y 97, y las 2/3 de estos fueron calificados como "más seguros" ante riesgos para el medio ambiente y la salud. Esta situación se refleja en los Cuadro 9 y 10.

Quadro 9. Lista de pesticidas prohibidos y de uso restringido en EEUU (PIC Prior Informed Consent).

No	Pesticida	UN PIC List	Banned	Severely Restricted	SHPF
1	aldrin	x	x	no	no
2	arsenic trioxide	no	no	x	no
3	asbestos all forms (Interim)	x	x	no	no
4	benzene hexachloride[BHC]	x	x	no	no
5	binapacryl (Interim)	no	x	no	no
6	2,3,4,5-Bis(2-butylene)tetrahydro-2-furaldehyde [Repellent-11]	no	x	no	no
7	bromoxynil butyrate	no	x	no	no
8	cadmium compounds	no	x	no	no
9	calcium arsenate	no	x	no	no
10	captafol	x	x	no	no
11	carbofuran (granular only)	no	no	x	no
12	carbon tetrachloride	no	x	no	no
13	chloranil	no	x	no	no
14	chlordane	x	x	no	no
15	chlordecone (kepone)	no	x	no	no
16	chlordimeform	x	x	no	no
17	chlorobenzilate	x	x	no	no
18	chloromethoxypropylmercuric acetate [CPMA]	no	x	no	no
19	copper arsenate	no	x	no	no
20	daminozide/alar	no	no	x	no
21	DBCP	no	x	no	no
22	DDT	x	x	no	no
23	dieldrin	x	x	no	no
24	dinoseb and salts	x	x	no	no
25	Di(phenylmercury)dodeceny/succinate [PMDS]	no	x	no	no
26	DNOC (Interim)	x	x	no	no
27	1,2-dibromoethane ethylene dibromide - EDB)	x	x	no	no
28	ethylene dichloride (EDC) (Interim)	no	x	no	no
29	ethylene oxide (ETO) (Interim) agricultural uses only	no	no	x	no
30	endrin	no	x	no	no
31	EPN	no	x	no	no

32	ethyl hexyleneglycol [6-12]	no	x	no	no
33	fluoroacetamide	x	x	no	no
34	heptachlor	x	no	x	no
35	hexachlorobenzene [HCB]	x	x	no	no
36	lead arsenate	no	x	no	no
37	leptophos	no	x	no	no
38	lindane	x	no	x	no
39	mercury compounds (mercurous chloride and mercuric chloride)	x	x	no	no
40	methamidophos	x	no	no	x
41	methyl parathion	x	no	no	x
42	mevinphos	no	x	no	no
43	mirex	no	x	no	no
44	monocrotophos	x	x	no	no
45	nitrofen (TOK)	no	x	no	no
46	OMPA (octamethylpyrophosphoramidate)	no	x	no	no
47	parathion (ethyl)	x	no	no	x
48	pentachlorophenol	x	no	x	no
49	phenylmercury acetate [PMA]	no	x	no	no
50	phenylmercuric oleate [PMO]	no	x	no	x
51	phosphamidon	x	no	no	no
52	potassium 2,4,5-trichlorophenate [2,4,5-TCP]	no	x	no	no
53	pyriminil [Vacor]	no	x	no	no
54	safrole	no	x	no	no
55	silvex	no	x	no	no
56	sodium arsenate	no	no	x	no
57	sodium arsenite	no	x	no	no
58	TDE	no	x	no	no
59	Terpene polychlorinates [Strobane]	no	x	no	no
60	thallium sulfate	no	x	no	no
61	toxaphene (chlorinated camphene) (Interim)	x	x	no	no
62	tributyltin compounds	no	no	x	no
63	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid [2,4,5-T]	x	x	no	no
64	vinyl chloride	no	x	no	no

Fuente: EPA 2, 2004

Cuadro 10. Lista de pesticidas restringidos (Restricted Use Products -RUP)

No.	Restricted Use Products -RUP
1	Chloropicrin
2	Atrazine
3	Fipronal
4	Metolachlor
5	Chloropyrifos
6	Permethrin
7	Atrazine
8	Biphenthrin
9	Oxydemeton
10	Disulfoton
11	Ethion
12	Ethoprop
13	Phorate

Fuente: EPA 3, 2004

2.3.2 Estándares de Seguridad, Límites Máximos de Residuos Permitidos en banano (*CODEX ALIMENTARIUS*)

Los estándares de seguridad o límites máximos de residuos permitidos (LMR) que ha establecido el *Codex Alimentarius* se muestran en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Límites Máximos de Residuos (LMR) Permitidos en banano

Pesticida	LMR – Codex (mg/kg)
Eterfanol	0.5
Cladusafos	0.01
Carbaryl	5
Carbendazin	1
Carbofuran	0.1
Dorotalonil	0.2
Deltametrina	0.05
Dimetoato	1
Diisocarbamatos	2
Etoprop	0.02
Fenamifos	0.1
Febuconazole	0.05
Imazalil	2
Oxamyl	0.2
Propiconazole	0.1
Tebuconazole	0.05
Terbufos	0.05
Triabendazole	5

Fuente: FAO 2, 2004

2.4. Sistemas de producción con garantía de calidad de productos

La obtención de productos de calidad con el mínimo de contenido en residuos químicos es un imperativo en nuestra época para tener presencia competitiva en los mercados.

La agricultura intensiva está siendo reconvertida a métodos y tecnología de menor impacto ambiental y más amigable con el medio. Las producciones orgánicas e integradas ofrecen mayores garantías para obtener productos de mejor calidad alimentaria.

Los mercados internacionales y los consumidores son cada vez más exigentes. Se estima que la demanda de los productos de estas características se incrementa en un futuro próximo y quizás, con el tiempo, las cosechas obtenidas de forma tradicional no encuentren un lugar en el mercado externo y también local.

Por otra parte, complica aún más la situación de las diversas normativas que existen; se espera que en un futuro se establezca la homogeneidad de las mismas, lo que facilitaría adoptar patrones comunes y alcanzar mayor apertura comercial.

2.4.1. Buenas prácticas agrícolas

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) promueven la conservación y promoción del medio ambiente con producciones rentables y de calidad aceptable, manteniendo, además, la seguridad alimentaria requerida para un producto de consumo humano. Esto se logra mediante un manejo adecuado en todas las fases de la producción, desde la selección del terreno, la siembra, el desarrollo del cultivo, la cosecha, el empaque y el transporte hasta la venta al consumidor final.

Las BPA constituyen un sistema preventivo que considera los principios y prácticas más apropiadas en la producción de productos frescos, comprendiendo medidas dirigidas a minimizar los riesgos de contaminación de los alimentos. Tiene altos rendimientos económicos, poniendo énfasis en el manejo integrado de plagas y enfermedades, conservando los recursos naturales y el medio ambiente, minimizando los riesgos para la salud humana.

En la actualidad existen varios sistemas reconocidos mundialmente para la aplicación de BPA. La mayoría de ellos proviene de exigencias que generan asociaciones de comercializadores de productos frescos, donde el protocolo de mayor reconocimiento corresponde a Euro-Retail Produce Working Group (EUREP-GAP); y donde también se encuentra el protocolo de United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). Estos protocolos abarcan todas las etapas de la producción agrícola e intentan prevenir las contaminaciones químicas, físicas y biológicas (www.mercanet.cnp.go.cr, 2004).

2.4.2. Producción integrada

La FAO define a la Producción Integrada (PI) como "El sistema de protección contra los enemigos de los cultivos que teniendo en cuenta la dinámica de las poblaciones de las especies consideradas, utilizando todos los medios y técnicas apropiadas, de forma tan compatible como sea posible, con el fin de mantener las poblaciones de

las plagas a un nivel suficientemente bajo, para que las pérdidas ocasionadas sean económicamente tolerables". Presentan ventajas como la reducción de los costos de explotación, concretamente en el uso de fitosanitarios, también la reducción de residuos químicos que se vierten al medio, con el consiguiente aumento de la calidad de los productos ya que apenas existen residuos en éstos, y el respeto del equilibrio biológico del sistema agrícola (www.fertiberia.com, 2004).

Según la Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) la PI es "el sistema de producción sostenible de alimentos de alta calidad, mediante métodos respetuosos con el medio ambiente y manteniendo los ingresos de la explotación". Sus objetivos incluyen:

- Conservación de recursos (edafológicos, hidráulicos, genéticos);
- Uso racional de insumos (energéticos, fitosanitarios, fertilizantes);
- Gestión adecuada de residuos, tanto sólidos como líquidos;
- Conservación y mejora del medio ambiente (paisajes, ecosistema, seguridad e higiene de la población rural, etc. (www.geocities.com, 2004).

2.4.3. HACCP - Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control

El Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) es un enfoque sistemático para identificar peligros y estimar los riesgos que pueden afectar la seguridad de un alimento, a fin de establecer las medidas para controlarlos. Por tratarse de un sistema que pone énfasis en la prevención de los riesgos para la salud de las personas derivados de la falta de seguridad de los alimentos, el enfoque está dirigido a controlar esos riesgos en los diferentes estadios de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo (FAO 3, 2004).

2.4.4. Producción ecológica u orgánica

La agricultura ecológica u orgánica se define como una metodología de producción agraria que se propone respetar el entorno y producir alimentos sanos y en cantidad suficiente. Utiliza como modelo a la naturaleza, extrayendo información de ella aunándolo con los conocimientos técnicos y científicos actuales

(www.geocities.com, 2004).

Sus objetivos principales se plantean cumplir mediante técnicas y productos que:

- Estén integrados en el agrosistema, de forma que no produzcan impactos ambientales;
- Potencien la fertilidad natural de los suelos y la productividad del agrosistema, garantizando la continuidad de la producción agraria de la zona;
- No incorporen a los alimentos sustancias o residuos que resulten perjudiciales para la salud o mermen su capacidad alimenticia;
- Respeten los ciclos naturales de los cultivos y aporten a los animales unas condiciones de vida adecuadas.

Esta metodología recupera la cultura agrícola campesina y su sabiduría popular. La agricultura ecológica debe complementar los conocimientos tradicionales, dándoles una explicación científica y mejorándolas en su fundamento y aplicación cuando sea necesario (www.geocities.com, 2004).

La metodología práctica usada en la producción ecológica se basa fundamentalmente en:

- Aumentar la diversidad de los cultivos;
- Usar de cubiertas vegetales para la conservación del suelo;
- Integrar ganadería y agricultura;
- Buscar la autosuficiencia;
- Usar productos naturales en los manejos de cultivo.

La normativa básica de la producción orgánica se establece en el REGLAMENTO (CEE) N°2092/91 DEL CONSEJO EUROPEO de 24 de junio de 1991, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Esta normativa se ha visto modificada en múltiples ocasiones desde entonces para añadir normativas sobre ganadería, relaciones con terceros países y aditivos autorizados.

En el aspecto administrativo la producción ecológica debe estar controlada para asegurar que el productor se ha ajustado correctamente a las normas vigentes. Solo los productores inscritos en el registro vigente pueden emplear el término "ecológico" en sus productos. Durante la vigencia del contrato un técnico realiza seguimiento para comprobar que el operador sigue las instrucciones y técnicas establecidas en la normativa.

2.4.5. Ventajas de la implementación de sistemas de calidad agro productivos

- Acceso a otros mercados, básicamente externos;
- Ofrecer un producto diferenciado (speciality) y no un producto genérico (commodity), apuntando a un nicho de mercado específico, y con posibilidad de obtener un precio diferencial por su producto;
- Proveer un mayor control del proceso mediante el sistema de trazabilidad implementado;
- Llegar al mercado con un producto obtenido bajo procesos controlados, con escasa utilización de agroquímicos y de bajo impacto ambiental, aspectos cada vez más tenidos en cuenta;
- Garantía de seguridad alimentaria;
- Garantía de calidad, mediante el uso de Sello.

2.5. Certificación de producto

La certificación de productos es un proceso por el cual una tercera parte independiente asegura, por escrito, que un producto cumple con los requisitos especificados, los cuales pueden estar contenidos en normas, especificaciones técnicas, reglamentos u otros documentos normativos.

La certificación sirve al productor para diferenciar su producto de sus similares. Es una gestión voluntaria del productor que va más allá de la ley, la cual exige que el producto sea inocuo. De este punto de vista, la certificación visible para los consumidores a través de un Sello de calidad, es una herramienta de comercialización. En fin, la certificación aparece como una respuesta moderna a la complejidad del manejo de la antigua relación oferta/demanda (Pons, 2001).

Los principios fundamentales de la certificación incluyen:

- Independiente: Deber ser otorgado por una entidad neutral e independiente, sin intereses creados en el producto que esta siendo certificado;
- Verificable: Todo lo que se pretenda verificar debe ser científicamente verificable. Si algo se presume que no pueda ser verificado usando métodos científicos de evaluación no debe ser certificado;
- Completo: Debe ser un proceso completo, con controles apropiados y balances que garanticen la exactitud de los resultados.



Figura 7. Sello de Certificación de Producto

2.3. Tecnologías de apoyo

La CROMATOGRAFIA es actualmente el método analítico más utilizado en la determinación de pesticidas. Los pesticidas son sustancias ampliamente aplicadas en el sector agrícola del Ecuador, tal como se ha indicado aquí.

Cromatografía es un método físico de separación, conocido desde hace mucho tiempo, en el que los componentes a desglosar se distribuyen entre dos fases, una de las cuales constituye un lecho estacionario de gran desarrollo superficial, denominada fase estacionaria y la otra es un fluido que pasa a través o a lo largo del lecho estacionario, denominada fase móvil (Keulemans, 1959).

En primer lugar se considera a esta técnica como un método de separación, cuestión que es importante nunca perder de vista. La separación se puede aplicar al análisis químico, detectando cualitativa y cuantitativamente los componentes, una vez separados. La fase móvil es un fluido que, generalmente, se usa como portador de la mezcla, y posteriormente a la separación puede o no realizar la misma función con los componentes separados. La fase estacionaria puede ser un sólido, o un líquido dispuesto sobre un sólido, que actúe como soporte, de gran desarrollo superficial, que ejerza fuerzas de atracción diferentes sobre los distintos componentes de la mezcla a resolver (Storch de Gracia, 1975).

De acuerdo al tipo de fase móvil, la cromatografía se clasifica en: gaseosa, cuando la fase móvil es un gas inerte, y líquida cuando la fase móvil es un líquido.

4.2.1. Cromatografía en fase gaseosa

En 1954 se introdujo en el mercado el primer cromatógrafo de gases comercial. Rápidamente fue aceptado como un instrumento importante para el análisis químico tanto en investigación como en la industria. Con igual rapidez se han ideado y desarrollado perfeccionamientos, accesorios, complementos y variantes, que no han cesado de aparecer (Storch de Gracia, 1975).

Un cromatógrafo de gases (Figura 8), dispone de los siguientes elementos esenciales (Storch de Gracia, 1975):

- Fuente de gas portador (Fase móvil N_2 , He, H)
- Sistemas de inyección (Split- Splitless)
- Columnas cromatográficas (Empacadas o capilares)
- Detectores (ECD-FPD-NPD)
- Cromatograma (Software)
- Integrador.



Figura 8. Cromatógrafo de Gases

Son prácticamente innumerables las aplicaciones que encuentra la cromatografía de gases en el ámbito de la investigación dentro del campo de la Bioquímica y la Química orgánica, para la separación de muchas especies, contribuyendo notablemente al desarrollo de dichas materias. En el campo industrial, industrias como las de pinturas, alcoholes, refrescos, pesticidas, alimentos, bebidas, perfumería, etc., hacen uso de la técnica en sus controles de calidad y de procesos (Borch de Gracia, 1975).

2.6.2. Cromatografía en fase líquida (HPLC)

El método clásico de cromatografía líquida en columna se desarrolla en un tubo de vidrio de 50-500 cm de longitud y 10-50 mm de diámetro, rellena con la fase estacionaria, constituida por partículas sólidas de 150-200 μm de diámetro, bien sea como fase estacionaria o como soporte sólido de una fase líquida (Cortijo y Arrabal, 1993).

La fase móvil desciende a lo largo de la columna, por gravedad, con una velocidad de flujo del orden de décimas de mm/min, por lo que la separación requiere mucho tiempo. Con el tamaño de partícula indicado anteriormente, un incremento de la velocidad de paso de la fase móvil, lleva consigo un aumento en la altura del plato teórico y por tanto una disminución en la eficacia de separación (Cortijo y Arrabal, 1993).

La eficacia de separación aumenta de manera muy importante disminuyendo el tamaño de partícula hasta 10 μm . Sin embargo, para este tipo de empaque es necesario utilizar un sistema de bombeo a alta presión para conseguir un flujo de fase móvil razonable. De esta manera se llegó, a principios de los años setenta, a la "cromatografía líquida, en columna de alta eficacia o de alta presión" que precisa de un equipo mucho más complejo (Cortijo y Arrabal, 1993).

Los componentes básicos de un sistema HPLC (Figura 9) son: una bomba que permita el flujo de la fase móvil, un inyector para introducir la muestra en el sistema, la columna que contiene la fase estacionaria y un detector para determinar la separación y proporcionar los datos necesarios para la evaluación cualitativa y cuantitativa de los resultados. El campo de aplicación de la Cromatografía Líquida o HPLC, cubre las siguientes áreas; Agroquímica y Bioquímica; Química analítica; Ecología; Ingeniería Química y Química Inorgánica (Cortijo y Arrabal, 1993).

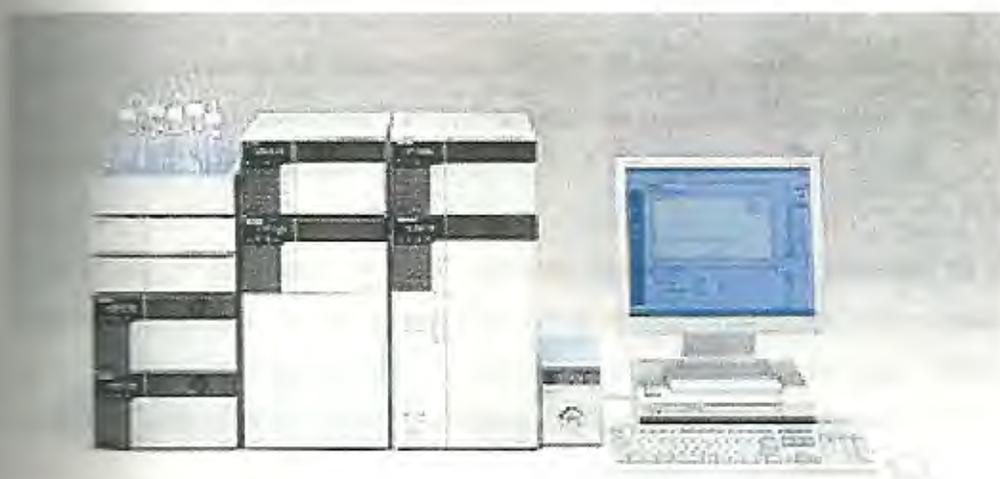


Figura 9. Cromatógrafo de líquidos

2.1. Pesticidas: Desarrollo, residuos y aspectos analíticos

Desde que el hombre comenzó a practicar la agricultura con el fin de abastecerse de alimentos, tuvo que enfrentarse con el problema del ataque de plagas, que disminuían sus cosechas o las arruinaba totalmente (Dierksmeier, 2001).

2.1.1. Desarrollo de los medios de protección de cultivos durante este siglo.

Las bases científicas para el desarrollo posterior de los pesticidas se establecieron durante el siglo pasado. En efecto, aunque todas las ciencias alcanzaron un gran desarrollo, la química tuvo una posición favorable ya que los resultados de la investigación en esa rama se aplicaban con rapidez relativa en la práctica. Así, a comienzos de nuestro siglo, la industria química producía una diversidad de sales, bases, y ácidos para distintos fines y a precios moderados. La síntesis orgánica y el análisis químico se hallaban sobre sus bases sólidas (Dierksmeier, 2001).

El primer insecticida orgánico sintético iniciador de la era actual en la protección de cultivos y la lucha contra vectores fue el DDT. Este compuesto se había sintetizado en 1874, pero no fue hasta 1939 en que se patentó y comenzó su uso como insecticida en Suiza (Mellamby, 1976).

El éxito sin precedentes del DDT generó una investigación intensa de nuevas estructuras activas, dando origen a otros pesticidas entre ellos insecticidas organofosforados, insecticidas carbámicos, funguicidas, herbicidas, nematocidas, acaricidas, raticidas y demás pesticidas de importancia económica (Dierksmeier, 2001).

2.1.2. Necesidad actual del uso de pesticidas e inconvenientes

El paso de la agricultura de extensiva a intensiva, así como los monocultivos han implicado un desarrollo de las plagas causado por la ruptura del equilibrio biológico natural, de tal manera que en la actualidad, resulta muy difícil concebir una agricultura productiva de altos rendimientos sin el uso de los plaguicidas orgánicos sintéticos (Dierksmeier, 2001).

La utilización de los pesticidas aporta en la actualidad beneficios y ventajas al hombre que los sitúa como auxiliares poderosos para mantener el desarrollo alcanzado y contribuir a su incremento (Dierksmeier, 2001). Sin embargo, la utilización indiscriminada y el uso incorrecto de estos compuestos ha conllevado a problemas ambientales y de salud que han causado preocupación en la humanidad al punto de restringir y hasta prohibir algunos de ellos por su persistencia y toxicidad.

Desde esta situación, en la actualidad se exige que se realicen investigaciones completas de los pesticidas que se desarrollan antes de su uso y se promueve la utilización de pesticidas que mas ventajas aporten con el mínimo de riesgo a la salud y al ambiente, promoviendo además sistemas de producción integrada donde se utilice al máximo los recursos naturales disponibles para el hombre en la lucha de plagas, enfermedades y malezas (FAO 4, 1994).

17.3. Los residuos de pesticidas y su problemática analítica

Se entiende por residuo de pesticidas a la concentración de este, presente en plantas, animales, suelo, agua y alimentos en un momento dado (Norma Cubana, 1984). Con frecuencia en un mismo alimento puede haber varios residuos de distintos pesticidas e inclusive de sus metabolitos.

Para la determinación analítica de los pesticidas se requiere identificar y cuantificar compuestos de naturaleza orgánicos sintéticos en su gran mayoría en niveles muy bajos como microgramo kilogramo ($\mu\text{g}/\text{Kg}$), para lo cual se utiliza procesos de extracción, aislamiento, purificación y cuantificación por algún método sensible y selectivo preferentemente. Por la complejidad de las estructuras moleculares que tienen los pesticidas y la composición adicional de las matrices en donde se los estudia, se hace imposible la utilización de un método universal de análisis de pesticidas. A todo esto se suma la carencia de personal técnico capacitado adecuadamente para la tarea, pues la formación analítica de los egresados de las universidades no incluye de manera particular la determinación de trazas de pesticidas (Dierksmeier, 2001).

2.8. Norma ISO 17025 de Acreditación de Laboratorio

En el 2001, en el país se implementa un Sistema de Calidad como instrumento de desarrollo de las exportaciones, creándose el Sistema Ecuatoriano de Metrología, Normalización y Certificación (MNAC), adscrito al Ministerio de Industria, Comercio y Pesca (MICIP), para que, entre otros fines, interrelacione el sector productivo y la sociedad en conjunto para el desarrollo del concepto de Calidad de un bien en todas sus fases de procesamiento. Esta aplicación conceptual resulta imprescindible para aprovechar de una manera más eficiente las oportunidades comerciales del país a nivel mundial (Carchi, 2003).

En tal sentido el MNAC inicia un programa de implementación de la norma ISO/IEC 17025 en los laboratorios de análisis. La implementación de esta norma, permite al laboratorio acreditarse con competencia técnica en las tareas que desempeña, consiguiendo el reconocimiento a nivel internacional de los resultados obtenidos. La norma ISO/IEC 17025 se basa en requisitos de organización y técnicos que los laboratorios tienen que cumplir. Lo que se acredita es la competencia técnica para realizar una metodología de análisis. Comprende metrología, patrones y materiales de referencia certificados con trazabilidad, pruebas inter laboratorios, calibración de equipos y personal capacitado para sus funciones, entre otros.

En el país existen escasos laboratorio que realizan análisis de residuos de pesticidas y de estos solo uno está en proceso de acreditación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización

Esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Cromatografía del Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales (ICQA) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), ubicado en el km. 30.5 vía perimetral, Campus Gustavo Galindo en Guayaquil, Ecuador.

Este laboratorio ha desarrollado desde hace más de 20 años aplicaciones de cromatografía de gases (GC) y recientemente de cromatografía líquida (HPLC) dirigidas a los campos de Medio ambiente, Salud humana, Agricultura y Desarrollo de productos. Para cumplir estas actividades se dispone de un espacio físico de 100 m², adecuada infraestructura eléctrica (110V y 220V polarizada), gases, energía, reactivos, sistemas de comunicación y cómputo, internet, información y personal técnico capacitado. Además, se han establecido convenios de cooperación y vínculos internacionales, incluyendo principalmente con la Universidad Jaime I de Castellón (España), Instituto de Acuicultura de Torre La Sal (España), Fisheries Research Station (Bélgica), Universidad de Rhode Island (USA), Universidad de Southwestern Louisiana (USA) y Universidad de Campeche (México).

El grupo técnico que opera en el laboratorio es multidisciplinario y está constituido por ingenieros químicos, químicos, biólogos, asesores locales en agronomía y una doctora Ph. D. en química analítica recientemente incorporada.

El laboratorio (Figura 10) ha establecido una plataforma analítica de residuos de pesticidas en diferentes matrices, lo que ha servido como línea base para este trabajo y actualmente se encuentra en proceso de implementación de la norma ISO 17025 de competencia técnica.



Figura 10. Laboratorio de Cromatografía ICQA-ESPOL

Para la realización de este estudio se tomo la fruta banana, cuyo material de análisis es la pulpa, la cual se ha obtenido del área de estudio que comprende las tres provincias productoras de banano de exportación que son El Oro, Guayas y Los Ríos, que abarcan más de 130.000 ha sembradas.

3.2. Materiales

3.2.1. Equipos de Logística

Computadoras

Línea internet

Equipos de comunicación

Equipo de muestreo

Equipo de conservación de muestras

Transporte

3.2.2. Equipos de Laboratorio

Cromatógrafo de Gases Shimadzu 14A

Detección de Captura Electrónica (ECD) y de Ionización de Llama (FID)

Sistema de inyección split/splitless especial para análisis de trazas

Columnas capilares (no polares, polaridad intermedia y polares)

Sistema de manejo de datos Peak Simple SRI
Cromatógrafo de líquidos o HPLC
Sistema de detección UV-VIS con arreglo de diodos (DAD)
Bomba cuaternaria y Desgasificador
Sistema de manejo de datos Chromquest para información tridimensional
Computadoras e impresoras
Balanza analítica con Calibración INEN
Micro Balanza con Calibración INEN
Microscopio
Estufa
Rotavaporador
Bomba de vacío
Desmembrador homogenizador TEKMAR
Baño de ultrasonido BRANSON 1510
Sistema de extracción en fase sólida (SPE)
Sistema de concentración con nitrógeno
Material de vidrio pirex grado A
Cajas inertes de alta pureza
Consumibles (Jeringas, viales, septum, férulas, membranas)

3.2.3. Reactivos

Acetona
Acetato de Etilo
Dibromometano
Gas de Petróleo
Hexano
Metanol
Sulfato de sodio anhidro

3.3. Metodología

Las fases metodológicas principales para la realización del trabajo incluyeron:
delimitación del área de estudio (El Oro, Guayas y Los Ríos), muestreo,

determinación de residuos de pesticidas en la fruta, comparación de resultados con estándares internacionales y manejo estadístico.

3.3.1 Diseño de muestreo y determinación del tamaño de muestra

El diseño de muestreo aplicado consistió en uno estratificado con tamaño de muestra proporcional a los estratos (Páez, 2004). En este sentido se tomó en cuenta el área sembrada de cada provincia y el número de productores. Por considerar las áreas muy representativas y los sistemas de producción relativamente homogéneos, además de los recursos, se estableció el tamaño total de muestra en 16 haciendas distribuidas proporcionalmente en las tres provincias, como se detalla en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Diseño de Muestreo Estratificado

Estratos	Productores N _j	Extensión A _j	Ponderación N _j A _j	$F = \frac{N_j A_j}{\sum N_j A_j}$	Fración Muestreal	No. de muestras
El Oro	3887	43352	16	16/31	0.5	8
Buayas	2125	44646	9	9/31	0.3	5
Los Rios	1104	50419	6	6/31	0.2	3
Total	7116	138417	31	1.00	1.00	16

3.3.2 Selección aleatoria de haciendas y recopilación de información

Se trató de establecer un "Marco Lista" de productores o dueños de haciendas y obtener aleatoriamente las muestras indicadas, para ello en primer lugar se contó con personas vinculadas al área bananera, Cámara de agricultura, CORPEI, asociaciones de bananeros. De este ambiente se estructuró la lista de productores para la selección aleatoria de las haciendas de trabajo.

En prevención de que el "Marco Lista" no estuviera disponible ni actualizado, se contó alternativamente por un "Marco de Informantes Claves" (Páez, 2004). Este marco facilitó la selección de la muestra por medio de personas vinculadas al sector que proporcionaron datos sobre las fincas y lugares representativos dentro de cada estrato. Los factores que se tomaron en cuenta como parte del marco

muestreal constituido por informantes claves y las características de las haciendas seleccionadas se detallan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Factores y características de haciendas

Informante	Clave como Marco Muestreal	Provincia	Provincia		
			El Oro	Guayas	Los Ríos
H12	Asociado	Pequeño			
		Mediano	X X	X	
		Grande		X	X
	Independiente	Pequeño			
		Mediano	X		
		Grande	X		
H13	Asociado	Pequeño			
		Mediano	X	X	
		Grande			
	Independiente	Pequeño	X X	X	X
		Mediano	X	X	
		Grande			X
TOTAL Haciendas seleccionadas			8	5	3

3.3.3. Factores y Criterios aplicados por el informante clave

Es importante resaltar que este nuevo concepto de marco muestreal garantiza la aleatoriedad, ya que el investigador no influyó en la determinación de la selección sino el informante clave quien definió la muestra considerando los diferentes factores de variabilidad y representatividad que se describen a continuación.

a) Humedad Relativa

H12: Hay mayor incidencia de Sigatoka negra y por ende más fumigaciones aéreas antifungicidas (Mayores a 15 aplicaciones al año).

H13: Hay mayor incidencia de Sigatoka negra y por ende más fumigaciones aéreas antifungicidas Menores a 15 aplicaciones al año).

b) Condiciones de propietario

Asociados: Entregan la fruta a uno de los tres grupos grandes de exportadores, los cuales en ocasiones son dueños de esas haciendas (Dole, Grupo Noboa y Grupo Wang).

Independientes: Entregan la fruta a diversas exportadoras (Del Monte, Le fruti, Agria, JFC-Rusa).

3. Tamaño de Hacienda

Pequeña: De 1 a 30 ha

Mediana: De 31 a 90 ha

Grande: Más de 90 ha

Combinando humedad, asociación y tamaño se obtiene matemáticamente, mediante análisis factorial, 12 diferentes tipos de haciendas (Productores) que representan estadísticamente a todas las haciendas bananeras del país. Los atributos de estas haciendas son:

1. Hacienda de zona de alta humedad, asociada pequeña
2. Hacienda de zona de alta humedad, asociada mediana
3. Hacienda de zona de alta humedad, asociada grande
4. Hacienda de zona de alta humedad, independiente pequeña
5. Hacienda de zona de alta humedad, independiente mediana
6. Hacienda de zona de alta humedad, independiente grande
7. Hacienda de zona de baja humedad, asociada pequeña
8. Hacienda de zona de baja humedad, asociada mediana
9. Hacienda de zona de baja humedad, independiente grande
10. Hacienda de zona de baja humedad, independiente pequeña
11. Hacienda de zona de baja humedad, independiente mediana
12. Hacienda de zona de baja humedad, independiente grande

La información de las haciendas dadas por informantes clave, sirvió de marco muestral para la selección de las muestras y aplicación de un formulario diseñado expresamente para recopilar información específica de las haciendas seleccionadas (Anexo A. Formulario Bananeros).

En este formulario o cuestionario se incluyen datos de identificación, tamaño, ubicación de las haciendas, pesticidas usados, dosis de aplicación, método de aplicación, última fecha de aplicación y fuentes de agua, entre otros.

3.3.4. Planificación y Muestreo de fruta en cada unidad muestral

Se establece un protocolo para el muestreo de frutas y basado en ello, se recolecta la banana. La toma de muestra se realiza en la empacadora de cada una de las haciendas seleccionadas, después del último tratamiento en las piscinas de la empacadora y lista para ser empacada y subsiguiente embarque. Se escoge al azar diferentes clusters de frutas, que luego se combinan para constituir una muestra compuesta. De esta forma se procedió en todas las unidades muestrales de las haciendas.

En la provincia del Guayas se desarrolló el trabajo principal de encuestación por 2 días. Las haciendas estuvieron ubicadas en el perímetro rural de la ciudad de Milagro y en la vía al Triunfo.

En la provincia de Los Ríos, se procedió de la misma forma para lo cual se destinaron 2 días. Unas haciendas están ubicadas en Playas de Vices y otras en San Juan.

En la provincia de El Oro, con mayor número de haciendas y ubicadas más distantes, se procedió de idéntico modo, para lo cual se destinaron 3 días. El área comprende vía Camilo Ponce Enríquez-Machala y vía El Guabo-Pasaje. Las provincias bananeras se localizan en la Figura 11.



Figura 11. Sitios de muestreo

2.4. Análisis de Laboratorio de las muestras

2.4.1. Tecnología de análisis

La técnica específica para análisis de residuos de pesticidas es cromatografía de gases, que incluye columnas capilares para la separación de los principios activos, detectores con capacidad selectiva de detección, como es el detector de captura electrónica (ECD) para niveles de trazas.

La cromatografía se reconoce como un método de alta precisión para separar, cuantificar e identificar componentes de una mezcla. Se emplea extensamente en análisis de derivados de petróleo, aceites esenciales, perfumes, saborizantes, alimentos, sustancias de origen biológico, ácidos grasos, pesticidas, entre otros.

No existe un procedimiento universal para la determinación de plaguicidas, por ello se deben aplicar procedimientos analíticos específicos para cada grupo o familia química y por tipo de muestra.

1.4.2. Método de análisis

El método de análisis referencial seleccionado para este trabajo, corresponde a uno desarrollado en la Universidad Jaume I de Castellón-España en una tesis doctoral (Dolora, 2004), bajo la dirección del Dr. Félix Hernández. A pesar que este método cubre un grupo de 4 fungicidas (Bitertanol, Carbendazina, Thiabendazole, o Fenilfenol), en este trabajo de tesis se lo adaptó para 5 pesticidas usados en las diferentes etapas del control fitosanitario del banano, dejando de incluir los 4 fungicidas señalados anteriormente por falta de patrones. De tal manera que la metodología implementada y validada comprende el alcance del Cuadro 14.

Cuadro 14. Alcance del trabajo del laboratorio de cromatografía

Tecnología	Grupo Químico	Usos
GC-ECD		
Dinotolonil	Organoclorado	Fungicida
Dinopirifos	Organofosforados	Insecticida
Imazalil	Triazol	Fungicida
Propiconazole	Triazol	Fungicida
Terbufos	Organofosforado	Nematicida

1.4.3. Preparación de muestras

El método utilizado es de multi-residuos, es decir que bajo la misma preparación se extrae todo el grupo de estos compuestos (Morell, 1998).

Muestras de Banano

Se pesa aproximadamente 10 g de pulpa o una mezcla de pulpa y cáscara, luego se agrega 20 ml de acetona, más 40 ml de una mezcla de diclorometano: éter de petróleo 1:1 y finalmente acetato de etilo. En cada adición se agita con politron o mezclador por 3 minutos (Figura 12). Se filtra y se recoge en matraces de 100 ml, se enrasa hasta completar volumen con acetato de etilo. De los 100 ml se toma

una alícuota de 5 ml con una pipeta volumétrica en tubos graduados, se concentra con nitrógeno hasta 0.5 ml y se completa con hexano. Luego se purifica en una columna de florisil eluyendo con 7 ml de una mezcla de Hexano:Acetona 1:1.



Figura 12. Preparación de muestras

3.4.4. Validación del método de análisis

La validación es la confirmación sistemática de que un método de análisis es funcional a las condiciones del laboratorio y sensibilidades requeridas, para este caso se llevan a cabo varios protocolos que incluyen:

Linealidad

Es el trabajo con patrones. Los patrones utilizados son patrones certificados de marca Dr. Ehrenstorfer y Supelco. Se prepararon soluciones madre de un rango entre 180 y 500 ppm (partes por millón) de concentración en Acetona. Luego se prepararon disoluciones individuales y en mezcla hasta un rango de 1 ppm aproximadamente. Estos patrones fueron ensayados hasta conseguir una buena separación y resolución de picos, consiguiendo las condiciones óptimas de operación del equipo. Una vez identificados los pesticidas seleccionados se prepararon e inyectaron soluciones de 50, 100, 500 y 1000 ppb (partes por billón) de una mezcla de estos compuestos (Anexo 3.3. Cromatogramas a, b, c, d) y con estos datos se obtuvieron las curvas de calibración. Las curvas de calibración permiten evaluar la linealidad de la respuesta del equipo y establecer el rango de trabajo donde el equipo funciona de manera óptima. Se acepta índices de linealidad (R^2) por encima de 0.98 (Zamora, 2004).

Ensayos de especificidad

Mediante este ensayo se evalúa la calidad de los reactivos, el efecto matriz de la muestra y el sistema cromatográfico en si. Como parte de los ensayos de especificidad se preparó un blanco de reactivo que consiste en la aplicación del procedimiento completo de análisis pero sin muestra. Un blanco de muestra, para lo cual se utiliza muestras de banano en las que no se haya aplicado ningún pesticida.

Adicionalmente se practicó un blanco de equipo, el mismo que consiste en realizar una corrida en el equipo con las condiciones de operación pero sin la inyección de muestra.

Las inyecciones de estos extractos permiten evaluar la señal del ruido, columna, inyector, detector, gas portador, posibles fugas, posibles compuestos de interferencia, etc.

Para efectos de cuantificación cualquier señal generada en todos estos casos debe restarse de la señal de la muestra. Esta secuencia de inyección se realizó cada 4 muestras.

Porcentaje de recuperación

Para determinar el porcentaje de recuperación se añade un mix de patrones en concentraciones conocidas a muestras reales, proceso que se denomina fortificación de muestras. Luego se aplica la metodología completa de análisis y se evalúa el resultado con respecto a la concentración del patrón que se estima encontrar en el extracto de muestra fortificada, estableciéndose en qué porcentaje se recupera. El porcentaje de recuperación aceptado se encuentra en el rango de 70 a 110 (Zamora, 2004).

Para este caso se fortificó a 2 niveles: 0.25 mg/kg y 2.5 mg/kg equivalente a 10 veces mas concentrada. Esto representa el nivel de fortificación.

Repetibilidad y Reproducibilidad

Se trabaja tanto con patrones como con muestras fortificadas en replicas de n=3. Para repetibilidad se inyectan en un mismo día y para reproducibilidad se inyectan en diferentes días.

Límite de Detección y Límite de Cuantificación

Para determinar el límite de detección se utiliza un patrón de la menor concentración visible en el equipo, para este caso se escogió de 25 ppb. Para el límite de cuantificación del método se trabaja con muestras fortificadas considerando el factor de dilución de la muestra y en donde su señal visible sea 3 veces más de la señal/ruido del equipo (Zamora, 2004).

3.4.5. Inyecciones y cuantificación

Una vez validado el método se procedió a la preparación de las 16 muestras de muestra recolectadas hasta obtener los extractos que son inyectados en el equipo. Con los datos de área obtenidos se realizó la cuantificación utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Mg/Kg de Pesticida} = \frac{(\text{Área muestra})(\text{Concentración del patrón})(\text{Factor de dilución})}{(\text{Área patrón})(\text{Peso de muestra})}$$

3.5. Análisis Estadístico

3.5.1. Diseño Experimental

El tamaño de muestra determinado fue de 16 haciendas, distribuidas proporcionalmente de acuerdo a los factores de ponderación, número de productores y áreas entre las 3 provincias: El Oro (8), Guayas (5) y Los Ríos (3). Los pesticidas evaluados fueron 5 (Terbufos, Clorotalonil, Clorpirifos, Imazalil, Propiconazole). La selección de la muestra de hacienda se llevó a cabo por medio de un "Marco de Informantes Clave" y al azar.

Para evaluar los resultados de los análisis de residuos de pesticidas en las 3 provincias, con tamaño de muestras diferentes por estratos se utilizó la prueba de Chi Cuadrado (Mendehall, 1975), que es un método no paramétrico que trabaja con variables discretas y continuas y se usa para interacciones.

1.5.2. Modelo matemático de Chi Cuadrado

Para el análisis de Chi Cuadrado se utilizó una tabla de contingencia con los datos observados de la lectura de los residuos de pesticidas inferiores a 0.05 considerados "No Detectado" entre productos (Pesticidas) y localidades (Provincias exportadoras).

Se prueba la siguiente hipótesis de independencia:

H_0 = No existe relación entre productos y localidades

H_a = Si existe relación entre productos y localidades.

Donde:

$$\chi^2_{\text{calculado}} = \frac{\sum (\text{Obv} - \text{Esp})^2}{\text{Esp}}$$

El cual se compara con el χ^2 de tabla para determinar si se acepta o se rechaza la hipótesis nula.

2.6. Diagnóstico de seguridad alimentaria

Para la evaluación de las muestras con respecto a seguridad alimentaria se comparó los resultados obtenidos con los valores establecidos en el *Codex Alimentarius* como Límites Máximos de Residuos de Pesticidas Permitidos (LMR's) en banana (Fao 2, 2004). Si los resultados de la muestra no superan estos LMR's, la fruta queda calificada como "*Banana libre de Residuos de Pesticidas*".

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología utilizada combinó tanto trabajo de campo como de laboratorio. En el trabajo de campo se estableció y aplicó un diseño de muestreo y en el trabajo de laboratorio se implementó una metodología de análisis químico para la determinación de pesticidas seleccionados utilizados en el cultivo del banano. Los resultados de las muestras seleccionadas fueron evaluadas utilizando un diseño estadístico no paramétrico y comparándolos con estándares de *Codex alimentarius* (límites máximos de residuos permitidos). En base a las consideraciones mencionadas, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1. Establecimiento de un diseño de muestreo confiable para evaluar a productores bananeros según su categoría de explotación.

El diseño de muestreo establecido consistió en uno estratificado con tamaño de muestra proporcional a los estratos (Páez, 2004). Cada estrato correspondió a una provincia exportadora, en donde se determinó la fracción muestral en base a datos de área sembrada y número de productores asentados en cada provincia, quedando establecido de la siguiente manera en el Cuadro 15:

Cuadro 15. Diseño de muestreo estratificado

Estados	Productores N_j	Extensión A_j	Ponderación N_j/A_j	$F=N_j/A_j$ $\sum N_j/A_j$	Fracción Muestral	No. de muestras
El Oro	3887	43352	16	16/31	0.5	8
Guayas	2125	44646	9	9/31	0.3	5
Zamora	1104	50419	6	6/31	0.2	3
TOTAL	7116	138417	31	1.00	1.00	16

Por otra parte la selección de haciendas se efectuó recurriendo al "Marco muestral con informantes claves" (Páez, 2004). Este nuevo concepto dentro del diseño de muestreo garantiza la aleatoriedad, ya que este informante orienta sobre el área pero no decide sobre la muestra de acuerdo a consideraciones de variabilidad y representabilidad. El tamaño de muestra establecido fue de 16 haciendas, de las cuales 7 correspondieron a haciendas con mayor incidencia de Sigatoka negra y

en donde mayor número de fumigaciones al año (mayor a 15) y las 9 restantes correspondieron a haciendas con menor incidencia de Sigatoka negra menos fumigaciones por año (menor a 15).

De manera adicional, las haciendas muestreadas fueron encuestadas para su caracterización con la aplicación de un instrumento o formulario donde se recogió información relativa a: Identificación y ubicación, características del sistema productivo (Área sembrada, número de lotes, fuente de agua de riego, tipo de fertilización, número de fumigaciones al año) y un detalle de los agroquímicos utilizados en sus controles fitosanitarios (Anexo H. Formularios de Bananeros Encuestados).

4.2. Implementación de metodología para análisis de residuos de pesticidas mediante sistema GC-ECD con protocolos ISO 17025.

Para implementar una metodología de análisis se recurrió a la validación del método referencial. Esta validación consistió en desarrollar una serie de confirmaciones sistemáticas para demostrar que el método analítico es adecuado para determinar los compuestos de interés a las condiciones propias del laboratorio y sensibilidades requeridas. Estas confirmaciones tienen criterios de aceptación de la norma ISO/IEC 17025 y fueron las siguientes:

4.2.1. Selección del método de análisis y alcance

La técnica específica para análisis de residuos de pesticidas es cromatografía, en este caso se utilizó cromatografía en fase gaseosa. El método referencial escogido es un método multiresiduos desarrollado por la Universidad Jaume I de Castellón-España para evaluar otros fungicidas (Bitertanol, thiabendazole, carbendazina y o-metconazol) (Zamora, 2004). Sin embargo en este trabajo se ha implementado un método que permite evaluar a cinco pesticidas que cumplen diferente acción en el tratamiento fitosanitario del cultivo del banano, quedando establecido el siguiente alcance:

Cuadro 16. Alcance de método seleccionado

Pesticidas	Grupo Químico	Usos
Terbufos	Organofosforado	Nematicida
Dorotalonil	Organoclorado	Fungicida
Dorpirifos	Organofosforados	Insecticida
Imazalil	Triazol	Fungicida
Propiconazole	Triazol	Fungicida

4.2.2. Condiciones cromatográficas e Identificación de pesticidas

Las condiciones cromatográficas fueron determinadas mediante inyecciones utilizando patrones certificados de cada pesticida de estudio, quedan establecidas las siguientes condiciones cromatográficas para identificarlos en una sola corrida, las cuales se presentan en el Cuadro 16 y en la Figura 13 se presenta la configuración del equipo utilizado.

Cuadro 17. Condiciones cromatográficas establecidas

Sistema	Descripción
Equipo:	Cromatógrafo de gases Shimadzu GC 14A
Detector:	Captura de electrones (ECD) a 300 °C
inyector:	Split/Splitless 1:50 a 260 °C
Columna:	Capilar SPB 5 (No polar)
Temperatura de horno:	Doble rampa desde 120°C hasta 270°C

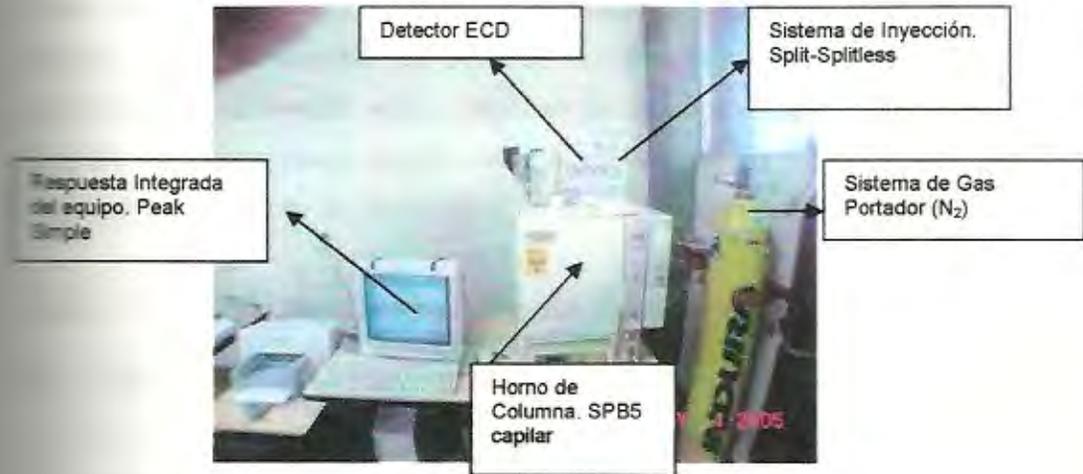


Figura 13. Configuración del equipo utilizado

La identificación de estos pesticidas se logró en base al tiempo de retención, es decir, el tiempo en que los compuestos eluyen de la columna cromatográfica. Este tiempo va a depender de la compatibilidad de cada compuesto con la fase estacionaria de la columna, obteniéndose el siguiente perfil cromatográfico o cromatograma de la mezcla de patrones (Figura 14). Como se aprecia en esta figura, cada pesticida presenta un pico, excepto el Propiconazole que está constituido por dos picos de isómeros.

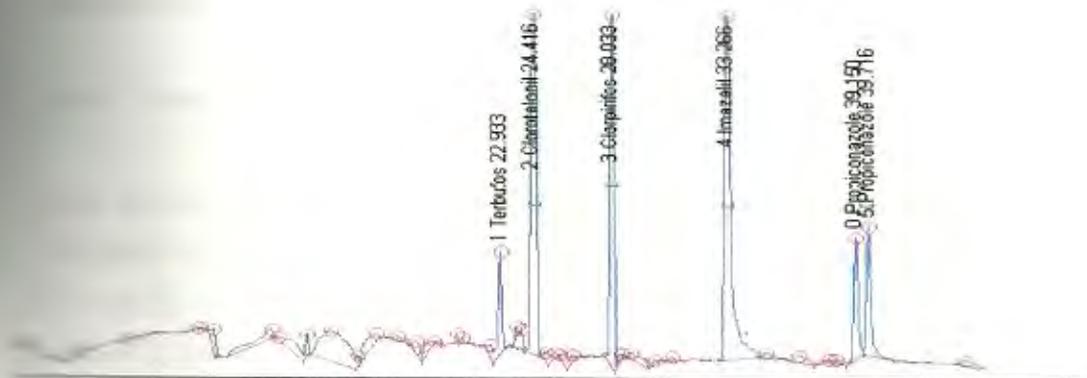


Figura 14. Perfil cromatográfico de mezcla de patrones de Pesticidas

Como se indicó anteriormente cada compuesto eluye de la columna a distintos tiempos, estos se denominan tiempos de retención (TR). Se evaluaron las condiciones de operación y la variabilidad del tiempos de retención (Anexo B1, B2, B3 y B4 Cromatogramas de patrones), obteniéndose los datos de TR, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación (CV) que se indican en el Cuadro 17.

Cuadro 18. Tiempo Estimado de Retención de Pesticidas Estudiados

Pico Pesticida	TR1	TR2	TR3	TR4	Area prom	Desviación Estándar	CV (%)
1 Terbufos	22.93	22.92	22.90	22.88	22.91	0.02	0.08
2 Clorotalonil	24.42	24.40	24.35	24.33	24.37	0.03	0.14
3 Clorpirifos	28,03	28.02	27.98	27.95	28.00	0.03	0.11
4 Imazalil	33.27	33.22	33.23	33.18	33.22	0.03	0.09
5 Propiconazole	39.15	39.12	39.07	39.03	39.09	0.04	0.12
Propiconazole	39.72	39.68	39.62	39.58	39.65	0.05	0.13

Como se puede apreciar, la variabilidad del tiempo de retención no es significativa, siempre y cuando no se altere ninguna condición de operación del equipo. Esto garantiza la confiabilidad de identificación de los cinco pesticidas de estudio en el equipo. En otras palabras, en cromatografía, tiempo de retención equivale a identificación.

4.2.3. Linealidad y curvas de calibración

Para estimar el coeficiente de linealidad o coeficiente de determinación de la respuesta cromatográfica se estudiaron diferentes intervalos de concentración, incluyendo como mínimo 4 puntos en la curva de calibración. Se determinaron los índices de linealidad (R^2) o coeficientes de determinación para cada compuesto, tal como se detalla en el Cuadro 18. Todos estos índices estuvieron por encima de 0.98, siendo este un valor altamente aceptado, como lo indica la prueba de linealidad $((R^2-0.98)/R^2 \times 100)$. La tercera columna del Cuadro 18 explica la tasa de incremento o expansión del área por unidad de concentración. De esta manera se confirma la respuesta lineal del equipo para cada uno de los compuestos. Además

En el anexo C1, C2, C3 y C4 se ilustran las curvas de calibración obtenida para cada compuesto con sus respectivas ecuaciones, que se pueden utilizar en la cuantificación.

Cuadro 19. Índice de linealidad (R^2), Coeficiente de Regresión entre área y concentración y desviación de la linealidad

Compuestos	Rango de conc. (ug/L o ppb)	Tasa de Incremento da/dc	R^2	Desviación ($R^2-0.98)/R^2 \times 100$
Carbendazim	50 - 1000	2.29	0.9922	1.23
Carbendazimil	50 - 1000	17.86	0.9905	1.06
Carbendazim	50 - 1000	11.49	0.9905	1.66
Carbendazim	50 - 1000	23.17	0.9825	0.25
Carbendazimazole	50 - 1000	8.64	0.9997	1.97

4.4. Porcentaje de recuperación

Esta prueba constituye una de las más importantes, ya que se trabaja con muestras del producto bajo estudio, en este caso banana, añadiendo a propósito en pequeñas cantidades de patrones de los pesticidas seleccionados en concentraciones bajas y cercanas a lo que se espera encontrar, es decir a nivel de trazas (Anexo D). Este proceso permite evaluar principalmente: el comportamiento de cada compuesto en la matriz de trabajo; la etapa de extracción con respecto a calidad y cantidades apropiadas de solvente; la etapa de purificación con respecto al tipo y cantidad del solvente de elución. Los valores de área de pico registrados por el método para cada compuesto (Anexo D1, D2, y D3. Cromatogramas de muestras fortificadas), son comparados con los valores de área del patrón utilizado (Anexo E. Cromatograma del patrón utilizado en prueba de recuperación). Luego se estima el porcentaje en que se recupera después de la metodología de análisis. Los valores obtenidos van de 70 al 110% (Zamora, 2004). Las recuperaciones estimadas para cinco pesticidas se presentan en el Cuadro 19.

Al promediar las áreas de pico tanto de las muestras fortificadas como del patrón utilizado se evidencia que están bastantes similares, lo que nos confirma una recuperación promedio de un 99.78%.

Cuadro 20. Porcentaje estimado de recuperación de pesticidas en muestras de banana

Pico	Pesticida	Banana 1	Banana 2	Banana 3	Prom.	Patrón	R (%)
1	Terbufos	2,594.10	2,063.55	2,465.45	2,374.41	2,956.25	80
2	Clorotalonil	18,656.14	15,587.69	26,989.81	20,411.21	21,072.28	97
3	Clorpirifos	13,930.47	11,535.93	13,606.48	13,024.29	14,329.13	91
4	Imazalil	20,688.29	26,238.94	25,976.54	24,301.26	27,620.30	88
5	Propiconazole	10,853.07	15,303.19	12,308.98	12,821.78	9,949.39	128
	Promedio	11,120.37	11,788.23	13,557.88	12,155.49	12,754.56	99.78

4.2.5. Repetibilidad y Reproducibilidad

Estas características se obtienen de inyecciones realizadas el mismo día (Repetibilidad) y en diferentes días (Reproducibilidad) (Zamora, 2004). Por medio de un análisis estadístico de los datos obtenidos de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) se mide la exactitud y precisión intermedia respectivamente. La desviación estándar y el coeficiente de variación, son dos parámetros muy indicativos de la variabilidad absoluta y relativa. Como valor de referencia del coeficiente de variación se considera que no debe ser mayor de un 15 % (Zamora, 2004).

Para evaluar Repetibilidad se trabajaron 3 muestras fortificadas a 0.250 mg/kg, estas fueron trabajadas e inyectadas el mismo día (Anexos F1, F2, F3. Cromatogramas de muestras fortificadas inyectadas el mismo día). Para evaluar reproducibilidad se trabajó con soluciones de patrones inyectadas en 3 diferentes días la concentración evaluada fue de 0.500 ppm (Anexo G1, G2 y G3. Cromatogramas de patrón de 0.500 ppm inyectado en diferentes días). Los valores obtenidos se detallan respectivamente en los Cuadro 20 y 21.

Cuadro 21. Repetibilidad estimada en muestras fortificadas

Pico	Pesticida	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Promedio	Desv.St	CV (%)
1	Terbufos	2,594.23	2063.55	2465.45	2,374.41	226.01	9.52
2	Clorotalonil	18,656.14	15587.69	16989.81	17,077.88	1254.24	7.34
3	Clorpirifos	13,930.47	11535.93	13606.48	13,024.29	1060.71	8.14
4	Imazalil	20,688.29	26238.94	25976.54	24,301.26	2557.00	10.52
5	Propiconazole	10,853.07	15303.28	12308.98	12,821.78	1873.97	14.62
	Promedio	13,344.44	14145.88	16269.45	14,586.59	2107.04	13.28

Cuadro 22. Reproducibilidad estimada en patrones

Pico Pesticida	Día 1	Día 2	Día 3	Promedio	Desv.St	CV (%)
1 Terbufos	57.25	121.64	119.14	99.34	36.5	36.7
2 Clorotalonil	1,644.02	1,748.49	1,849.88	1,747.46	102.9	5.9
3 Clorpirifos	645.22	772.54	850.98	756.25	103.8	13.7
4 Imazalil	484.45	530.49	594.38	536.44	55.2	10.3
5 Propiconazole	378.52	351.39	451.07	393.66	51.5	13.1

Como se aprecia en el Cuadro anterior, el terbufos supera el porcentaje de coeficiente de variación aceptado (15%) para la prueba de reproducibilidad.

2.6. Límite de detección y límite de cuantificación

Para determinar el límite de detección se utiliza el patrón de menor concentración visible en el equipo, que sea 3 veces mayor a la señal/ruido (Zamora, 2004). El límite de cuantificación, por otro lado, es la menor concentración visible al equipo que se pueda cuantificar, es decir, unas 10 veces más que el límite de detección (Zamora, 2004), y utilizando los valores de peso de muestra y volumen de solvente de extracción utilizado. Para la determinación de estas características se evaluaron los patrones inyectados desde 50 a 1000 ppb. La concentración más baja fue 50 ppb y en base a ella se estimó el límite de detección y cuantificación. Los resultados se muestran en el Cuadro 22.

Cuadro 23. Límite Estimado de detección (LD) y Cuantificación (LC)

Pesticida	LD (ppm)	LC (mg/kg)
Terbufos	0.050	0.10
Clorotalonil	0.025	0.05
Clorpirifos	0.025	0.05
Imazalil	0.025	0.05
Propiconazole	0.025	0.05

En este caso el límite de cuantificación (LC), se encuentra por debajo de los Límites de Residuos Máximos Permitidos (Fao 2, 2004), en la mayoría de los compuestos, exceptuando el Terbufos cuyo LMRs es de 0.05 mg/kg. Esto se debe a que el detector utilizado es más selectivo para compuestos organoclorados y el Terbufos

es un organofosforado, es decir la sensibilidad del sistema de detección para a este compuesto no es tan baja.

4.2 Evaluación de residualidad de pesticidas utilizados en banano según límites permisibles establecidos por el *Codex Alimentarius*.

Los extractos obtenidos de la preparación de muestra fueron inyectados en el cromatógrafo bajo las condiciones de operación determinada, haciendo inyecciones de medias de patrones para confirmación de tiempos de retención (Anexo I. Cromatogramas de muestras). Los resultados de las frutas correspondientes a las 15 haciendas muestreadas se presentan en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Resultados de análisis de residuos de pesticidas en muestras de banana

Código-Lab	Terbufos (mg/kg) LMR= 0.05	Clorotalonil (mg/kg) LMR= 0.2	Clorpirifos (mg/kg) LMR= 0.05	Imazalil (mg/kg) LMR= 2	Propiconazole Fumigaciones (mg/kg) LMR= 0.1	
W01-EO-1	nd	nd	nd	nd	nd	A
W02-EO-2	nd	nd	nd	nd	nd	A
W03-EO-3	nd	nd	nd	nd	nd	A
W04-EO-4	nd	0.07	nd	nd	nd	A
W05-EO-5	nd	nd	nd	nd	nd	B
W06-EO-6	nd	nd	nd	nd	nd	B
W07-EO-7	nd	nd	nd	nd	nd	B
W08-EO-8	nd	nd	nd	nd	0.13	B
W09-GU-9	nd	nd	nd	0.09	nd	A
W10-GU-10	nd	nd	nd	nd	nd	A
W11-GU-11	nd	nd	nd	nd	nd	A
W12-GU-12	nd	0.05	nd	0.05	nd	B
W13-GU-13	nd	nd	nd	nd	nd	B
W14-LR-14	nd	nd	nd	0.12	0.12	B
W15-LR-15	nd	nd	nd	nd	0.10	B
W16-LR-16	nd	nd	nd	nd	nd	A

nd: No detectado, inferiores a los límites de cuantificación estimados (0.05 mg/kg).

A= Alta incidencia de Sigatoka negra

B= Baja incidencia de Sigatoka negra

De las 16 muestras analizadas, 10 exhiben el resultado no detectado, esto significa que están por debajo del límite de cuantificación del método (0.050 mg/kg). De los 5 pesticidas evaluados, se reporta presencia de Clorotalonil (fungicida), Imazalil (fungicida Post Cosecha) y Propiconazole (fungicida). Los valores determinados para el caso de Clorotalonil e Imazalil, están por debajo de los Límites Máximos de Residuos Permitidos (LMRs) establecidos por el Codex Alimentarius, y para el caso de Propiconazole, presentan valores similares al LMRs (FAO 2, 2004). Las muestras que reportan residuos de los pesticidas estudiados fueron 6, esto equivale al 37.5 %.

Determinación de la calidad de la banana

Para evaluar los resultados de las muestras se utilizó el diseño estadístico de Chi Cuadrado (Mendehall, 1975). Este es un diseño No Paramétrico que trabaja con variables discretas y continuas, se usa para interacciones. A continuación se presenta en el Cuadro 24, la tabla de contingencia con los datos observados y esperados de la lectura de los residuos inferiores a 0.05 denominado no detectado.

Cuadro 25. Tabla de Contingencia y prueba de hipótesis de independencia por medio de Chi Cuadrado (X^2) basado en número de no detectado

Comunidades	Producto					Total
	Terbufos	Clorotalonil	Clorpirifos	Imazalil	Propiconazole	
	1	2	3	4	5	
San Juan	8(8.44)	7(7.38)	8(8.44)	8(6.86)	7(6.86)	38
San Carlos	5(4.88)	4(4.22)	5(4.88)	3(3.97)	5(3.97)	22
San Marcos	3(2.66)	3(2.33)	3(2.66)	2(2.16)	1(2.16)	12
Total	16	14	16	13	13	72

El Chi Cuadrado calculado (X^2) resultó de 1.92, y el Chi Cuadrado de la tabla (X^2) a 5 grados de libertad y tabulado al 5% de probabilidad resultó de 15.50. El Chi Cuadrado (X^2) calculado es menor que el Chi Cuadrado (X^2) de la Tabla, por tanto se acepta la Hipótesis nula de que no existe relación entre productos analizados y comunidades muestreadas, es decir que independientemente de los productos y comunidades, los resultados revelan que la metodología de muestreo y análisis estadístico utilizados, fueron consistentes y precisos. Esta alta precisión se debe a la

calidad de la información, equipo y metodología de análisis.

De manera general se podría calificar a 13 muestras como “Libre de Residuos de Pesticidas” (Terbufos, Clorotalonil, Clorpirifos, Imazalil y Propiconazole) y las otras 3 se les recomendaría un remuestreo y reensayo para confirmación de valores. Por otro lado, de acuerdo a los resultados obtenidos, el número de pesticidas detectados en cada provincia es casi homogéneo (El Oro=2; Guayas=3; Los Rios=3) tal como se muestra en la figura 15. De estos pesticidas detectados, los compuestos que mas se repiten son el Clorotalonil y el Imazalil, tal como se aprecia en la Figura 16.

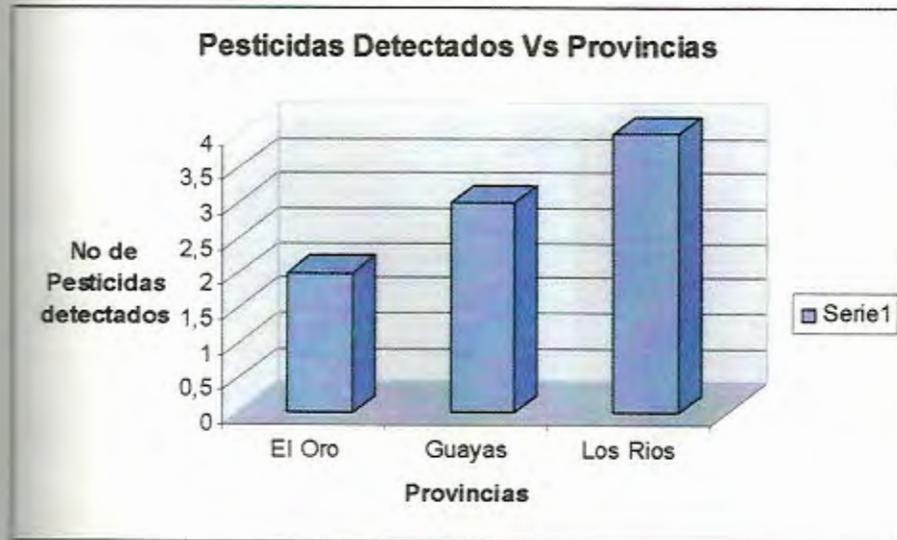


Figura 15. Pesticidas Vs Provincias

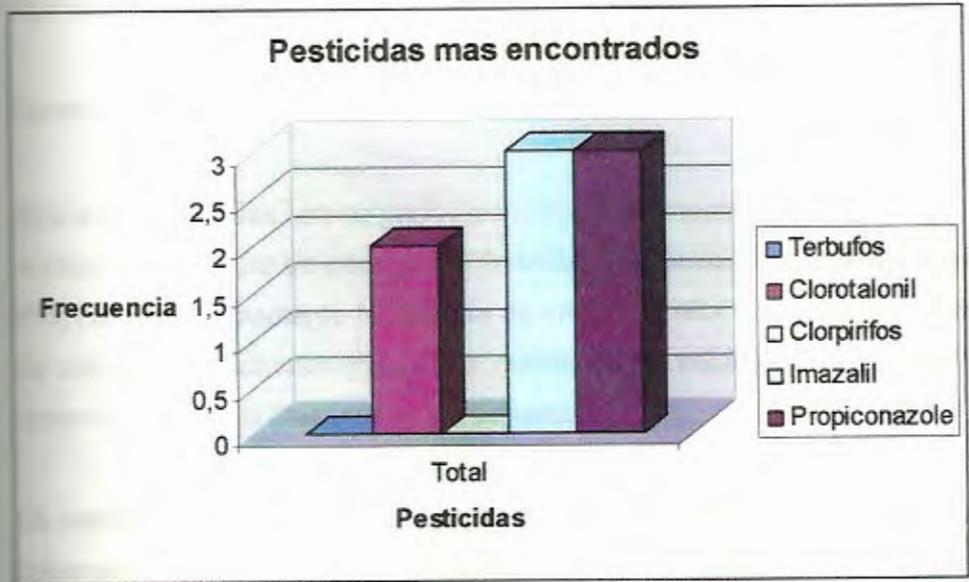


Figura 16. Pesticidas más encontrados

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Este trabajo de tesis, en su parte operativa, implementa y valida un método de análisis de residuos de pesticidas (Terbufos, Clorotalonil, Clorpirifos, Imazalil y Propiconazole), mediante tecnología de cromatografía de gases con detección de captura de electrones (GC-ECD), cubriendo los eslabones más críticos de la cadena del manejo fitosanitario del banano.

Se instituye en este tipo de trabajos el concepto nuevo de "Marco Lista con informante Clave" en el diseño del muestreo, permitiendo un apropiado muestreo estratificado y aleatorio.

Para evaluar la hipótesis del estudio se utiliza un diseño estadístico No Paramétrico de Chi cuadrado, que permite trabajar con las interacciones de producto (pesticidas) y localidades (provincias).

La hipótesis de este estudio que estipula que se puede garantizar la calidad de la banana ecuatoriana mediante monitoreos especializados y técnicas confiables de análisis de residuos que permitan su certificación y competitividad, queda aceptada en base de los resultados de laboratorio y su evaluación estadística.

La capacidad técnica y científica institucional y regional desprendida de la operación del Laboratorio de Cromatografía de la ESPOL (Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales) bajo criterios de la NORMA ISO 17025 y dirigida al establecimiento de sistemas de certificación del sector bananero ecuatoriano, queda fortalecida y activada.

El programa de Maestría en Agricultura Tropical Sostenible que ejecutan la Universidad de Guayaquil y ESPOL, a través de esta tesis ha transmitido un específico impulso al cultivo y producción del banano, en la perspectiva de que se sostenga.

6.2 Recomendaciones

- Es importante que se desarrollen otros trabajos que desarrollen nuevos muestreos y ensayos de laboratorio circunscritos a las muestras que dieron valores similares a los Límites de Residuos Permitidos (LMRs). De esta forma se añadirán nuevas y necesarias fortalezas al proceso de certificación de la banana ecuatoriana.
- De acuerdo a los recursos y necesidades se recomienda ampliar el rango de análisis a más pesticidas utilizados en el cultivo de banano.
- Es imperioso articular todo el esfuerzo posible para fortalecer la capacidad científica y tecnológica local, que permita minimizar las actuales barreras no arancelarias y promover el desarrollo del sector bananero del país.

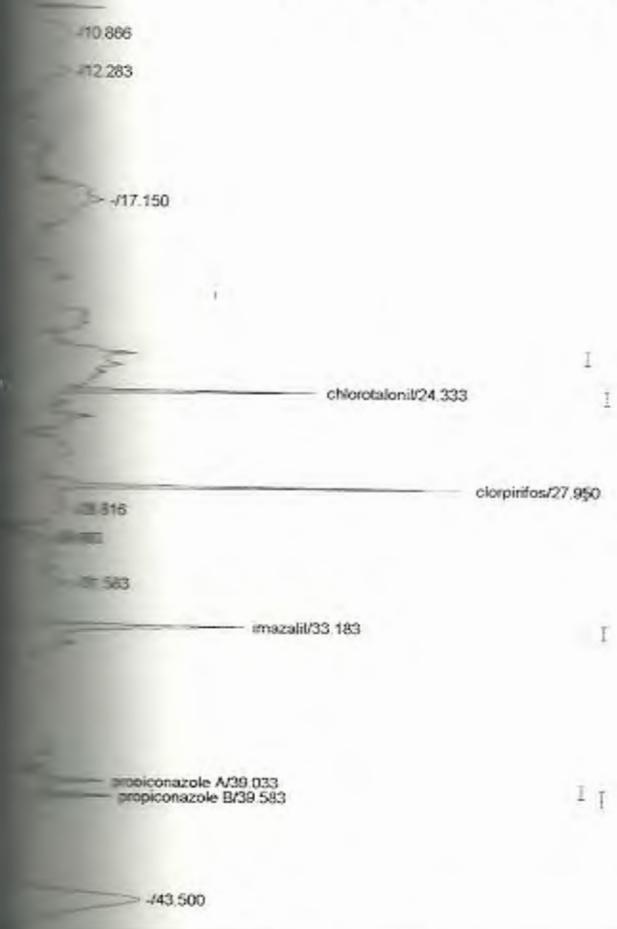
BIBLIOGRAFIA

- ARCHI, J. 2003. Acreditación de Laboratorios, Revista del Colegio Regional de Ingenieros Químicos del Litoral, Diciembre 2003, pp 7.
- CORTIJO, M. ; ARRABAL, C. 1993. Análisis Instrumental. Escuela técnica superior de Ingenieros de Montes, Madrid. pp. 10-23.
- DEKSMIEIER, G. 2001. Plaguicidas: Residuos, efectos y presencia en el medio. Instituto Cubano del libro. Editorial Científico técnica. Habana, Cuba.
- EFARM. 2000. Vademecum agrícola. Sexta Edición. Imprenta Noción. Quito-Ecuador.
- EPA 1. Tolerance reassessment and registration. 2004. www.epa.org
- EPA 2. Regulating pesticides. pic- Nominated Pesticides List. 30 de abril de 2004. <http://www.epa.gov/oppfod01/international/piclist.htm>
- EPA 3. Regulating pesticides. Restricted Use Products (RUP) Report. Six Month Summary List. June 2003. <http://www.epa.gov/opprd001/rup/rup6mols.htm>
- FAO 1. 1992. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Seguridad Alimentaria. Roma. p.19
- FAO 2. 2004. Límites de residuos permitido *codex alimentarius*. www.faostat.fao.org/faostat/pestdes .
- FAO 3. 2004. Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación. www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y1579S/y1579s03.htm.
- FAO 4. 1994. Panel of Experts on integrated pest control in agriculture. UNEP. Rome, Italy
- FERTIBERIA. 2002. Agricultura y medio ambiente. El sistema de Producción Integrada. Navarro Maria Amparo. www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/medioambiente/agricultura_medioambiente.html.
- GEOCITIES. 2004. Agro análisis: implantación de sistemas de calidad. Que es la Producción Integrada y Que es la Producción Orgánica, www.geocities.com/frutal2001/pagina6.htm.
- HELMANS, A. 1959. Gas Chromatography, 2ª ed., Reinhold, New York. Pp. 1.
- MELAMBY, K. 1976. Pesticides, the Environment and the balance of nature. En Pesticides and human welfare. Ed D.L Jun and J.G.R. Stevens, Ofgord University Press.
- MENDENHALL W. 1975. Introduction to probability and statistics, Chi-Square test, Fourth Ed. University of Florida.

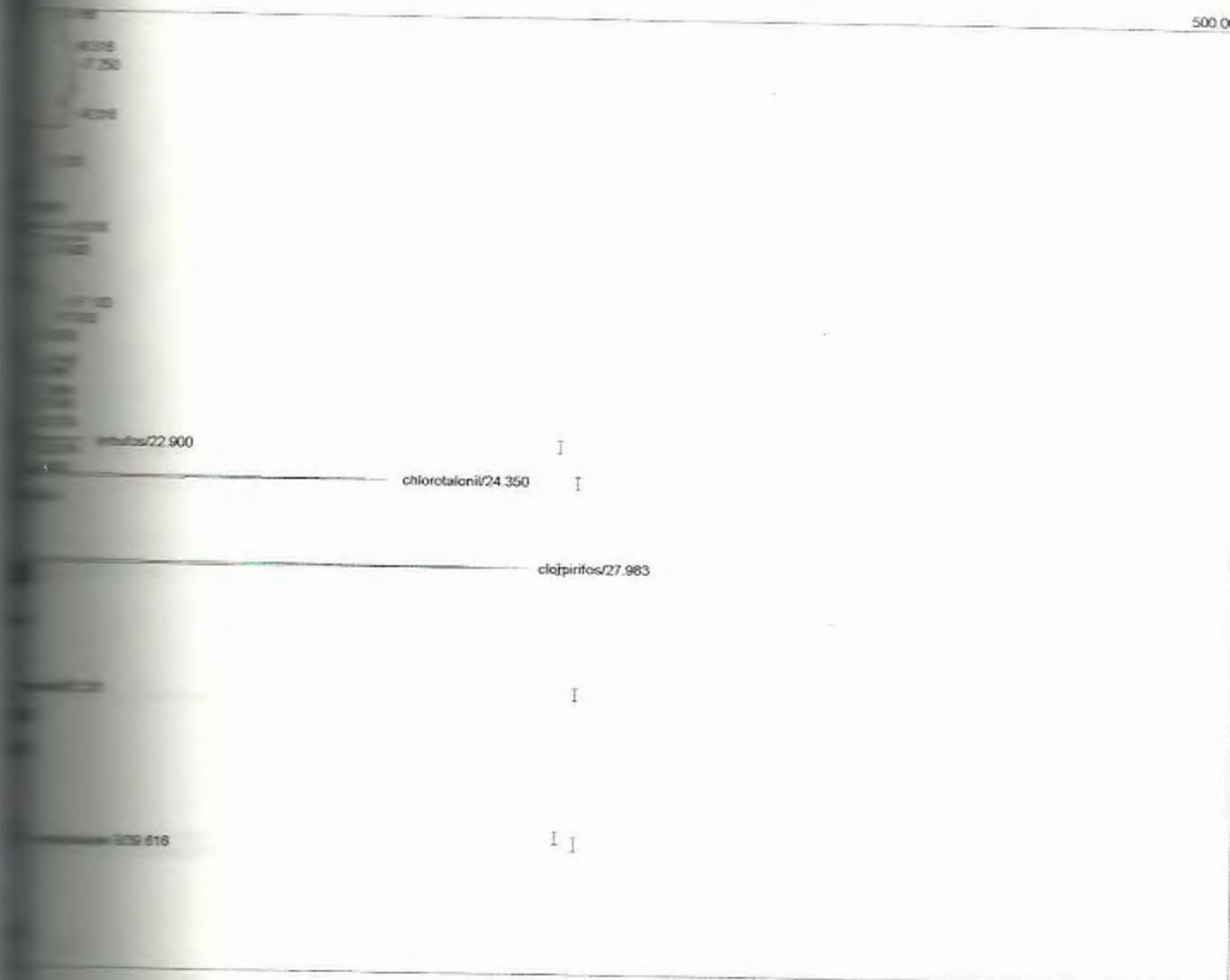
- MERCANET. 2004. Buenas prácticas agrícolas- normas y certificación. Hugo Villalobos Espinoza. www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Normas
- MORELL, I. 1998. Métodos de Resíduos simple para el análisis de plaguicidas en producción agrarios. Plaguicidas. Aspectos ambientales, analíticos y toxicológicos. Pp 137-148.
- NORMA CUBANA. 1984. Sanidad Vegetal. Términos, definiciones y símbolos.
- ONS, J C. 2001. Certificación. 2004. www.ecocert.com
- PAEZ, G. 2004. Comunicación personal, Maestría en Agricultura Tropical Sostenible, Guayaquil.
- SICA 1. 2004. El sector bananero ecuatoriano una vision integral. El rol del sector bananero en la economia. www.sica.gov.ec/cadenas/banano/docs/informe2.html.
- SICA 2. 2000. Datos censo nacional agropecuario año 2000. www.sica.gov.ec/cadenas/banano/docs/datos_censo_nacional3.htm.
- SICA 3. El sector bananero ecuatoriano una vision integral. Situación productiva por regiones y niveles tecnológicos. 2004. www.sica.gov.ec/cadenas/banano/docs/informe2.html
- SICA 4. Superficie productiva y rendimiento exportable. Actualizada en 17/01/2001. www.sica.gov.ec/cadenas/banano/docs/produccion.htm
- SICA 5. Exportaciones, tasa de crecimiento y participaciones de las exportaciones agrícolas 2003. <http://www.sica.gov.ec/agro/macro/ex-agrop.htm>
- SICA 6. Comportamiento del comercio exterior agropecuario y agroindustrial. Exportaciones e Importaciones periodo 2000-2004. http://www.sica.gov.ec/comext/docs/comportamiento_del_cex.htm
- TORCH DE GRACIA, J. 1975. Fundamentos de la Cromatografía de Gases. Editorial Alhambra S.A, Madrid. pp. 1-2.
- www.consumidoresint.cl. Seguridad alimentaria, 2004
- WHTAKER, M. 1996. Evaluación de las Reformas a las Políticas Agrícolas en el Ecuador. Instituto de Estrategias Agropecuarias IDEA, UTA. pp. 53-54
- WFP. 2000. Base de datos de importaciones de agroquímicos.
- ZAMORA, T. 2004. Determinación de residuos de fungicidas en productos vegetales mediante técnicas cromatográficas avanzadas. Tesis Doctoral, Universidad Jaime I, Castellón, España.

ANEXOS

ANEXO B1, B2, B3, B4. CROMATOGRAMAS DE PATRONES

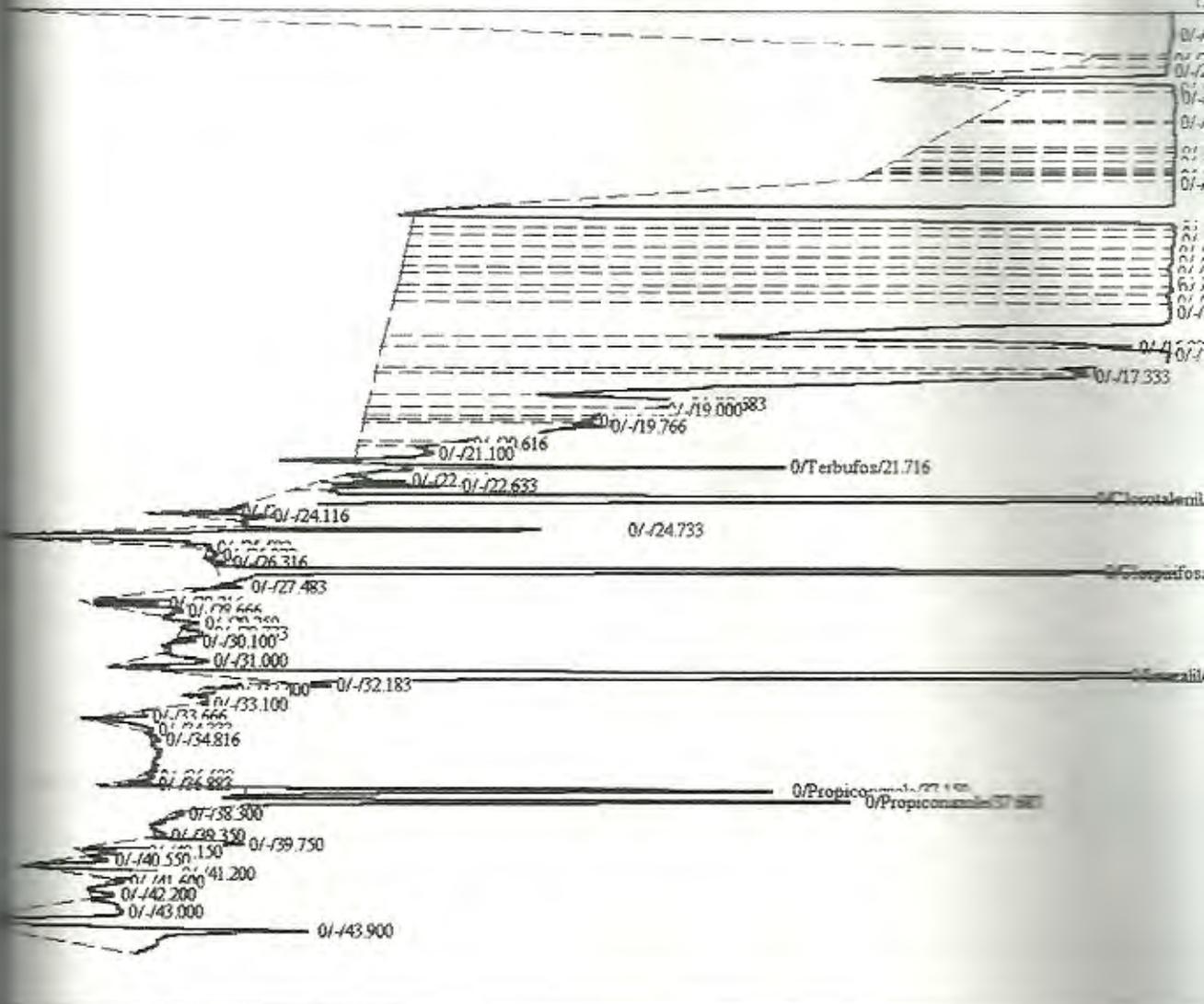


Time	Height	External	Units
10.866	40.363	0.0000	
12.283	64.570	0.0000	
17.150	31.877	0.0000	
24.333	12.909	0.0000	
27.950	14.272	0.0000	
33.183			
39.033			
39.583			
43.500			

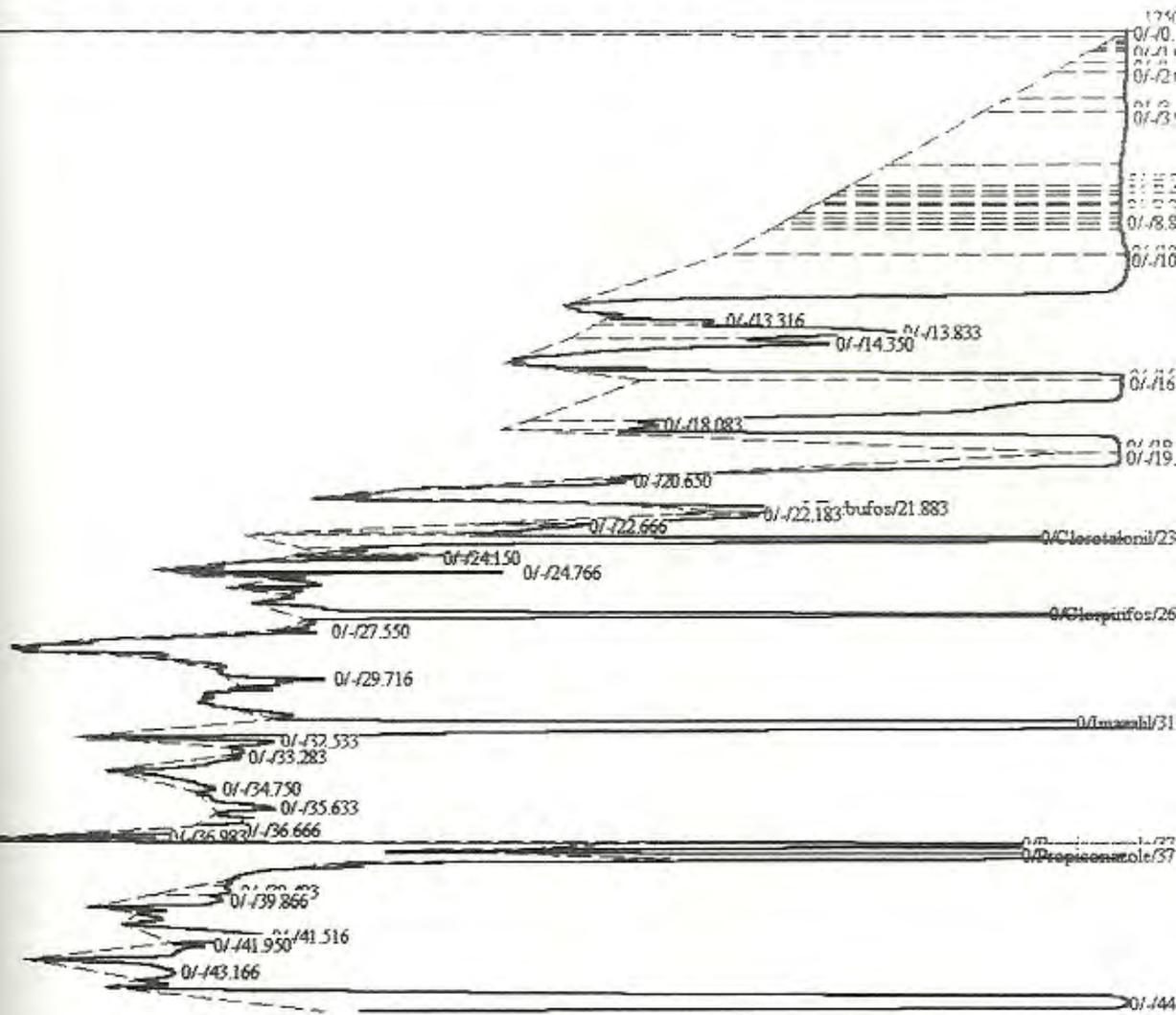


Peak	Height	External Units
22.900	78.371	0.0000
24.350	199.440	0.0000
27.983	256.478	0.0000
33.816	46.648	0.0000
33.816	50.884	0.0000
46.648		0.0000

ANEXO D1, D2, D3. CROMATOGRAMAS DE MUESTRAS FORTIFICADAS

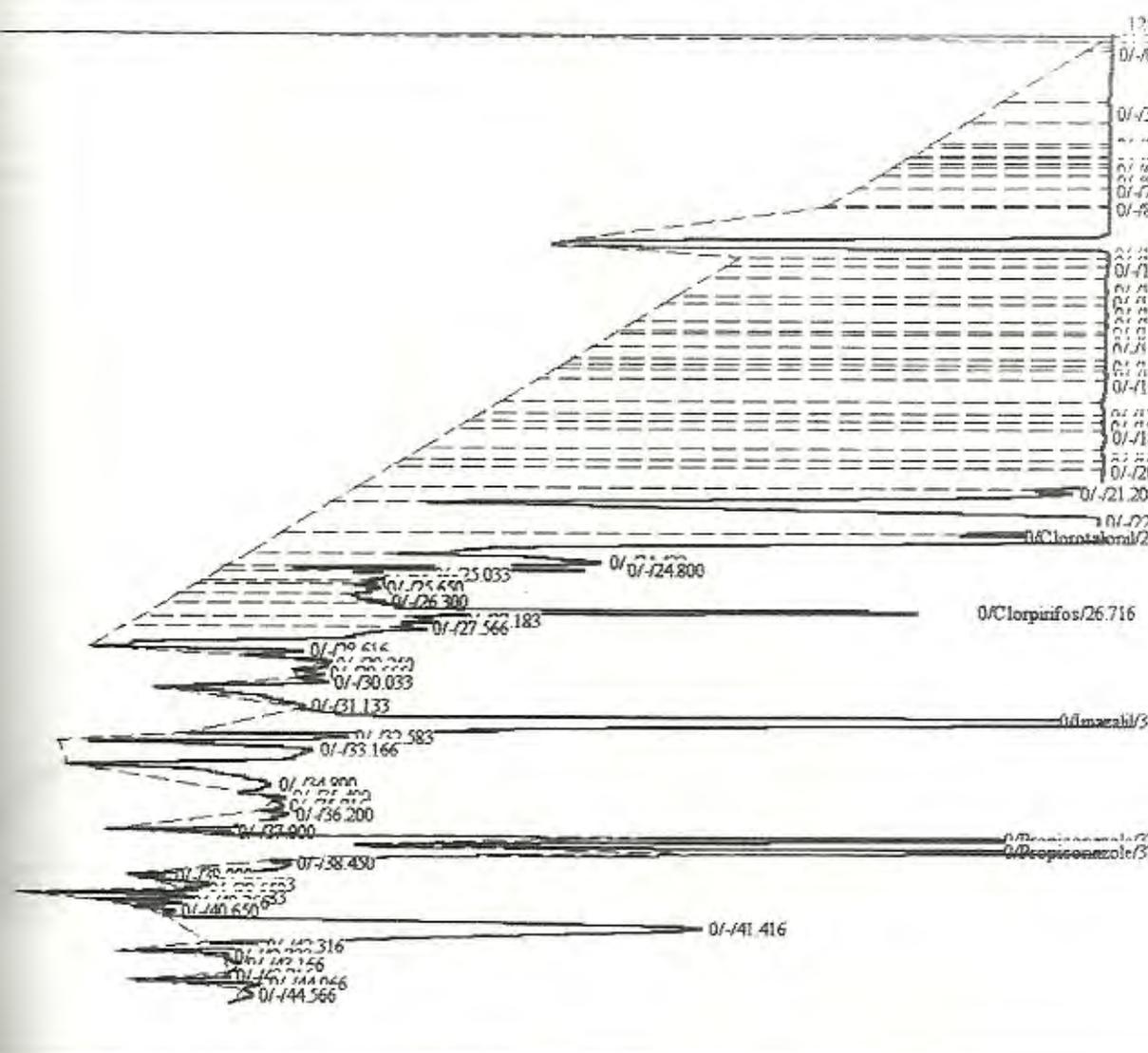


Retention	Area
21.716	2594.1090
23.166	18656.1480
26.650	13930.4780
31.616	20688.2960
37.150	5081.9770
37.683	5771.1045
	66722.1125



Retention	Area
21.883	2063.5510
23.216	15587.6975
26.700	11535.9300
31.700	26238.9400
37.300	6500.0900
37.816	8803.1910
	70729.3995

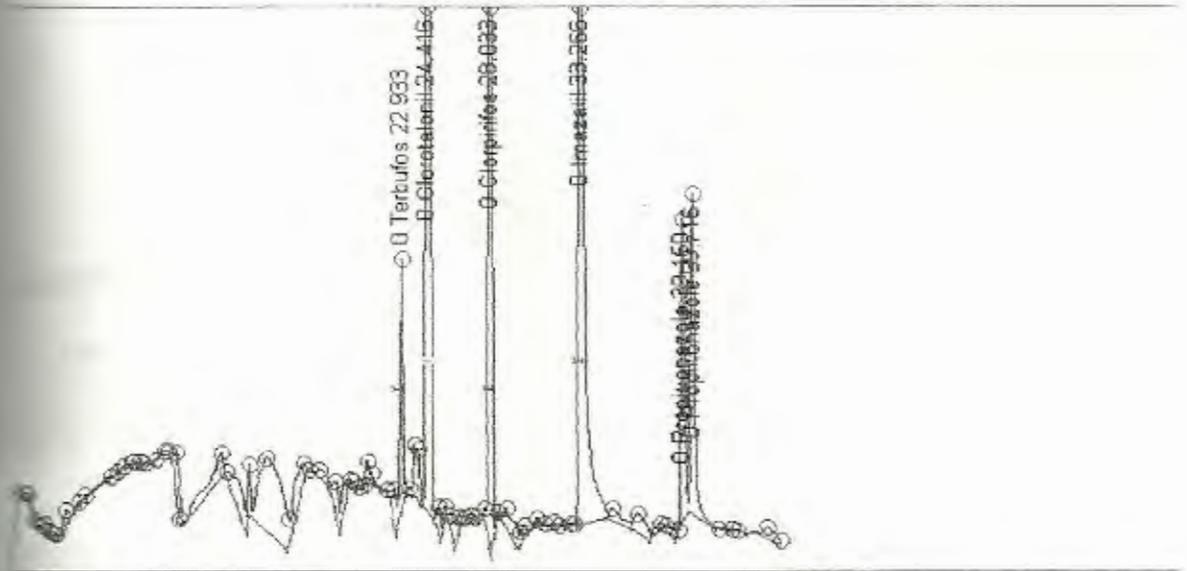
Cromatografía-ESPOL
 Isis Carola
 11/11/2004 15:30:00
 Pesticidas en Banano
 Certifica 0.5 ppm-2C



Retention	Area
23.233	26989.8145
26.716	13606.4850
31.700	25976.5460
37.283	5827.3200
37.800	6481.6680
	78881.8335

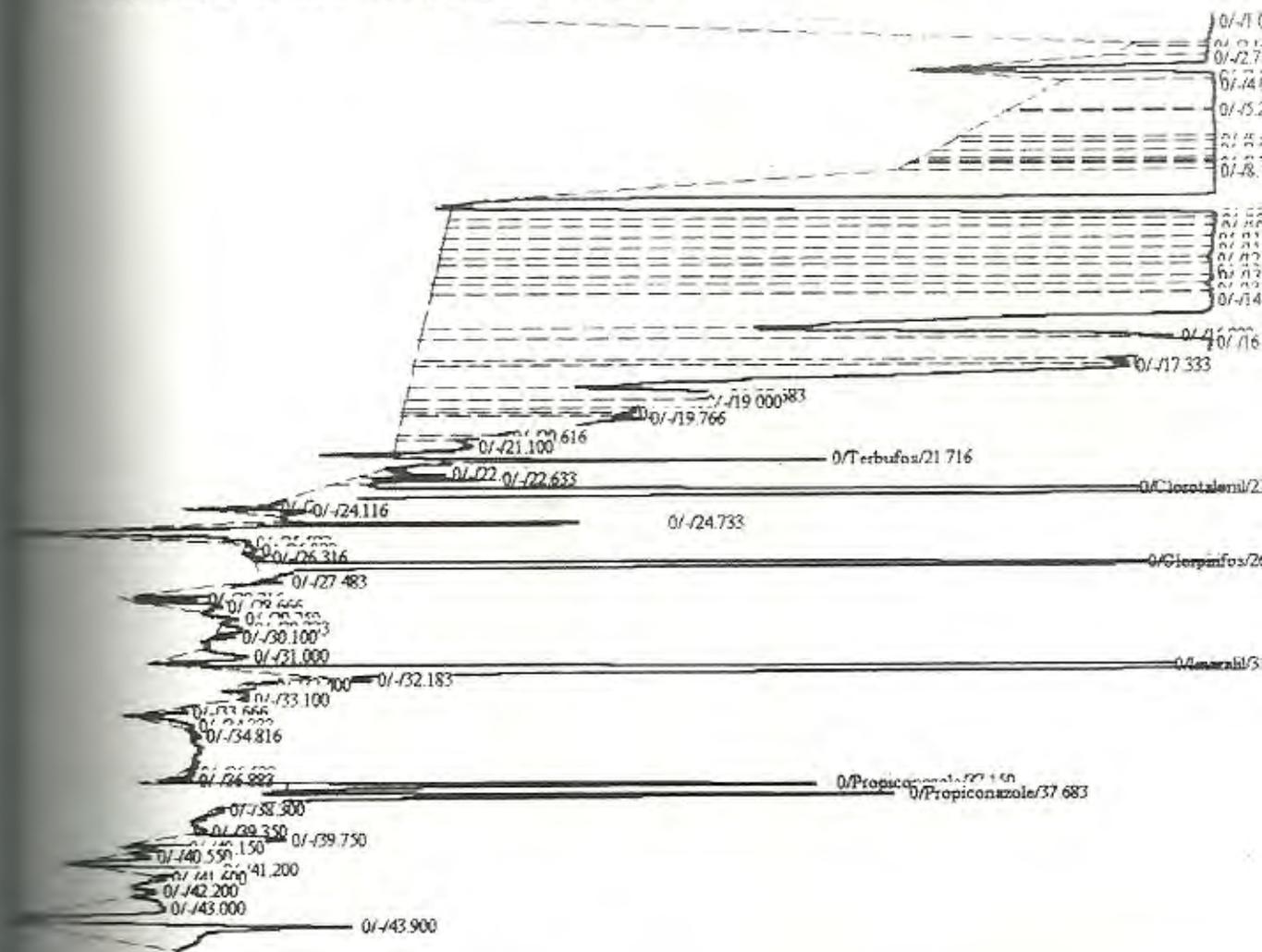
ANEXO E. CROMATOGRAMA DE PATRON DE PRUEBA DE RECUPERACION

Lab Name: Cromatografia-ESPOL
 Client: Tesis Carola
 Analysis Date: 11/11/ 2004
 Method: Pesticidas en Banano
 Simple: Mix Pesti Banano



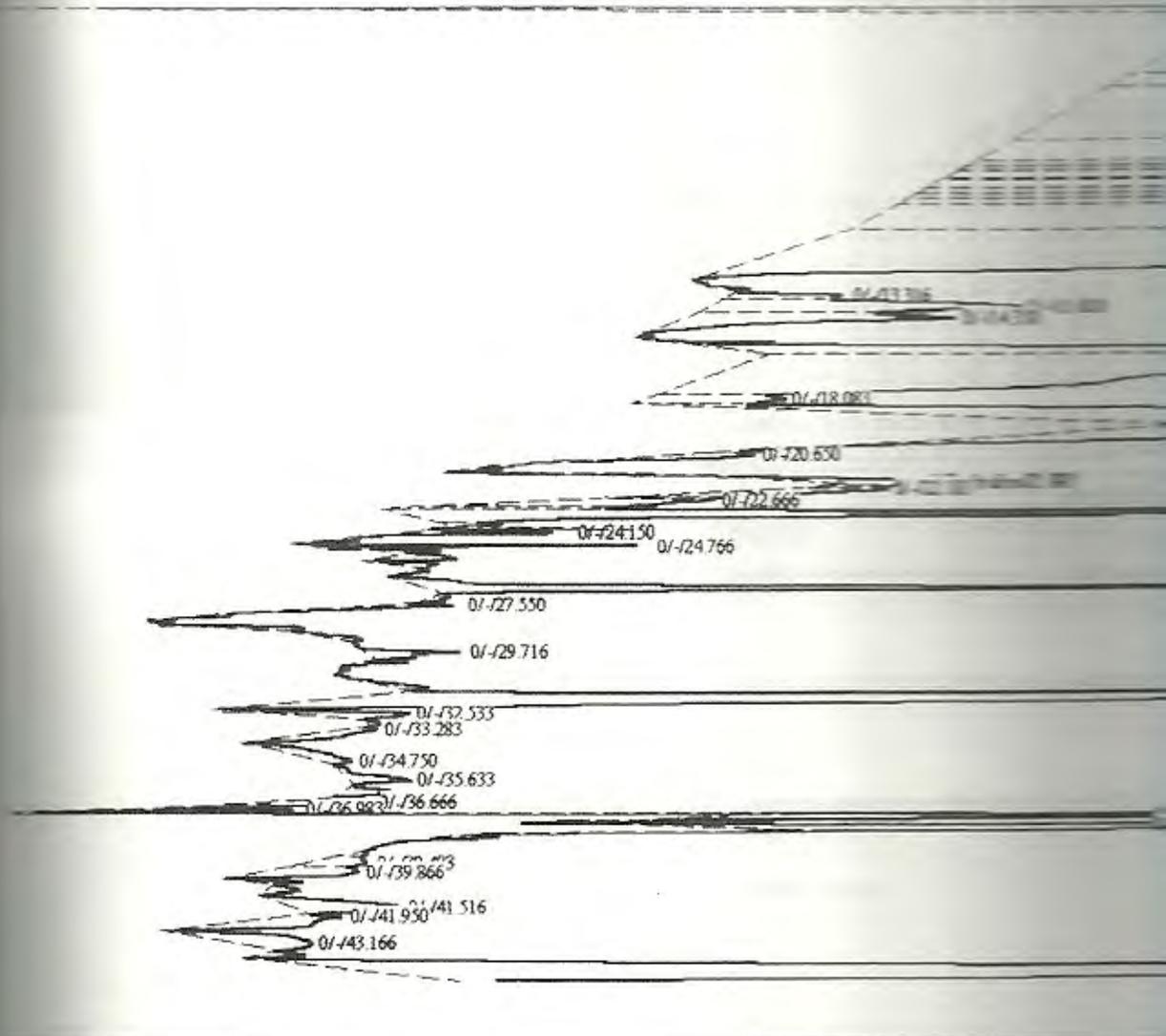
Component	Retention	Area
Terbufos	22.933	2956.25
Clorotalonil	24.416	21072.28
Clorpirifos	28.033	14329.13
Imazalil	33.266	27620.30
Propiconazole	39.150	4929.56
Propiconazole	39.716	5619.83

**ANEXO F1, F2, F3. CROMATOGRAMAS DE MUESTRAS FORTIFICADAS
 INYECTADAS EL MISMO DIS. REPETIBILIDAD**

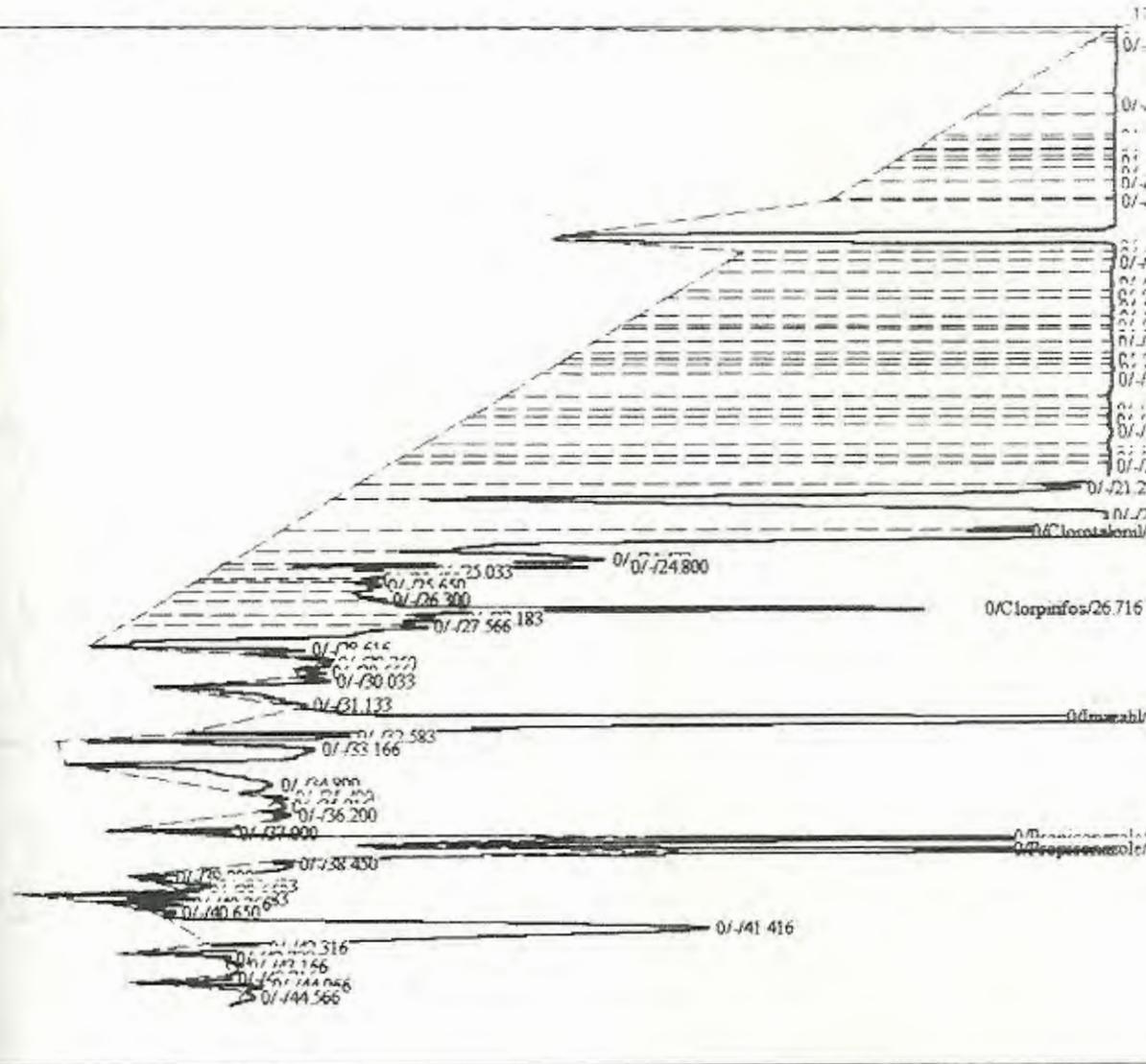


Retention	Area
21.716	2594.1090
23.166	18656.1480
26.650	13930.4780
31.616	20688.2960
37.150	5081.9770
37.683	5771.1045
	66722.1125

Source: Cromatografía-ESPOL
 Test: Tesis Carola
 Date: 11/11/2004 14:15:40
 Method: Pesticidas en Banano
 Sample: Fortifica 0.5 ppm-2B

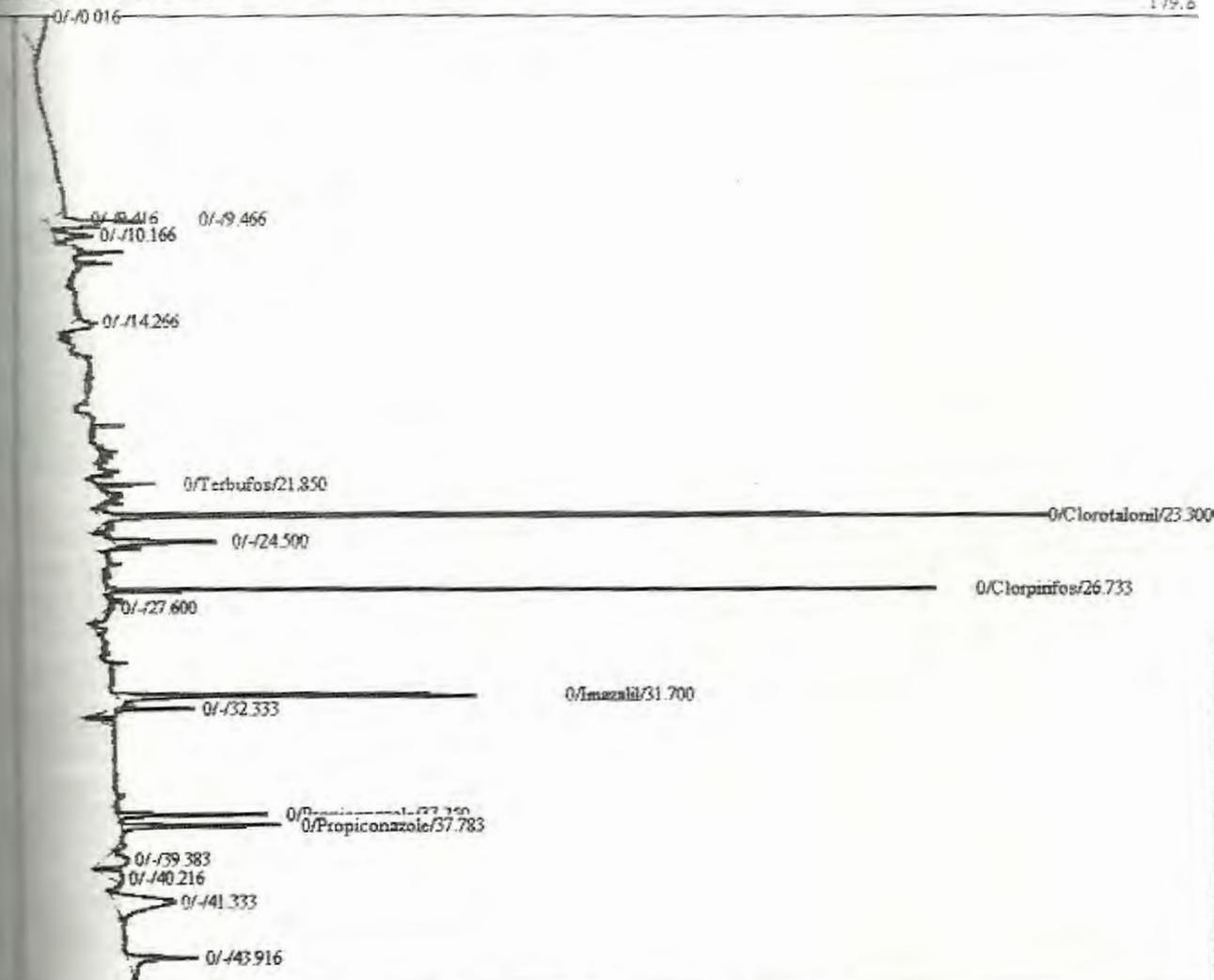


Retention	Area
21.883	2063.5510
23.216	15587.6975
26.700	11535.9300
31.700	26238.9400
37.300	6500.0900
37.816	8803.1910
	70729.3995

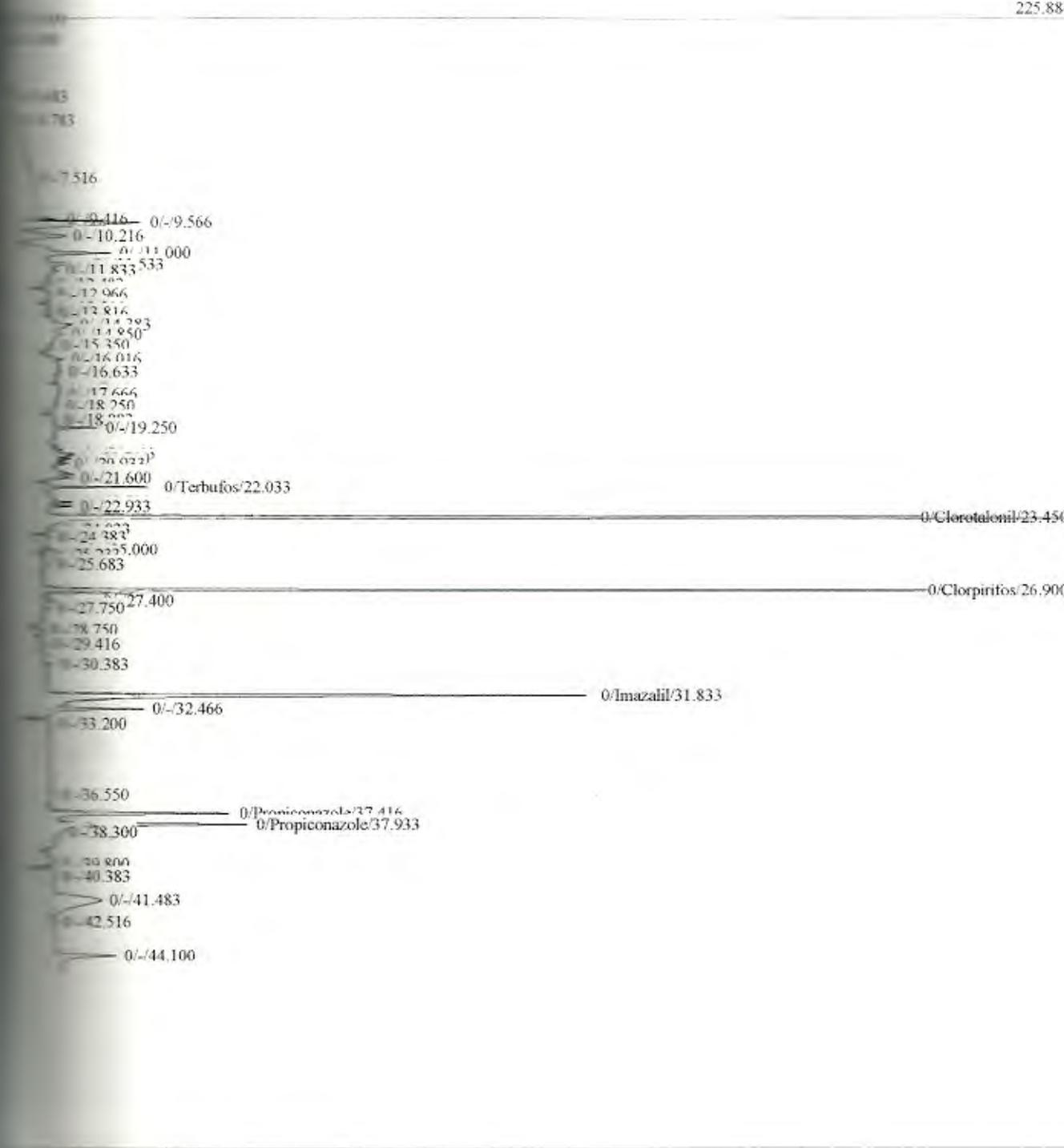


Retention	Area
23.233	26989.8145
26.716	13606.4850
31.700	25976.5460
37.283	5827.3200
37.800	6481.6680
	78881.8335

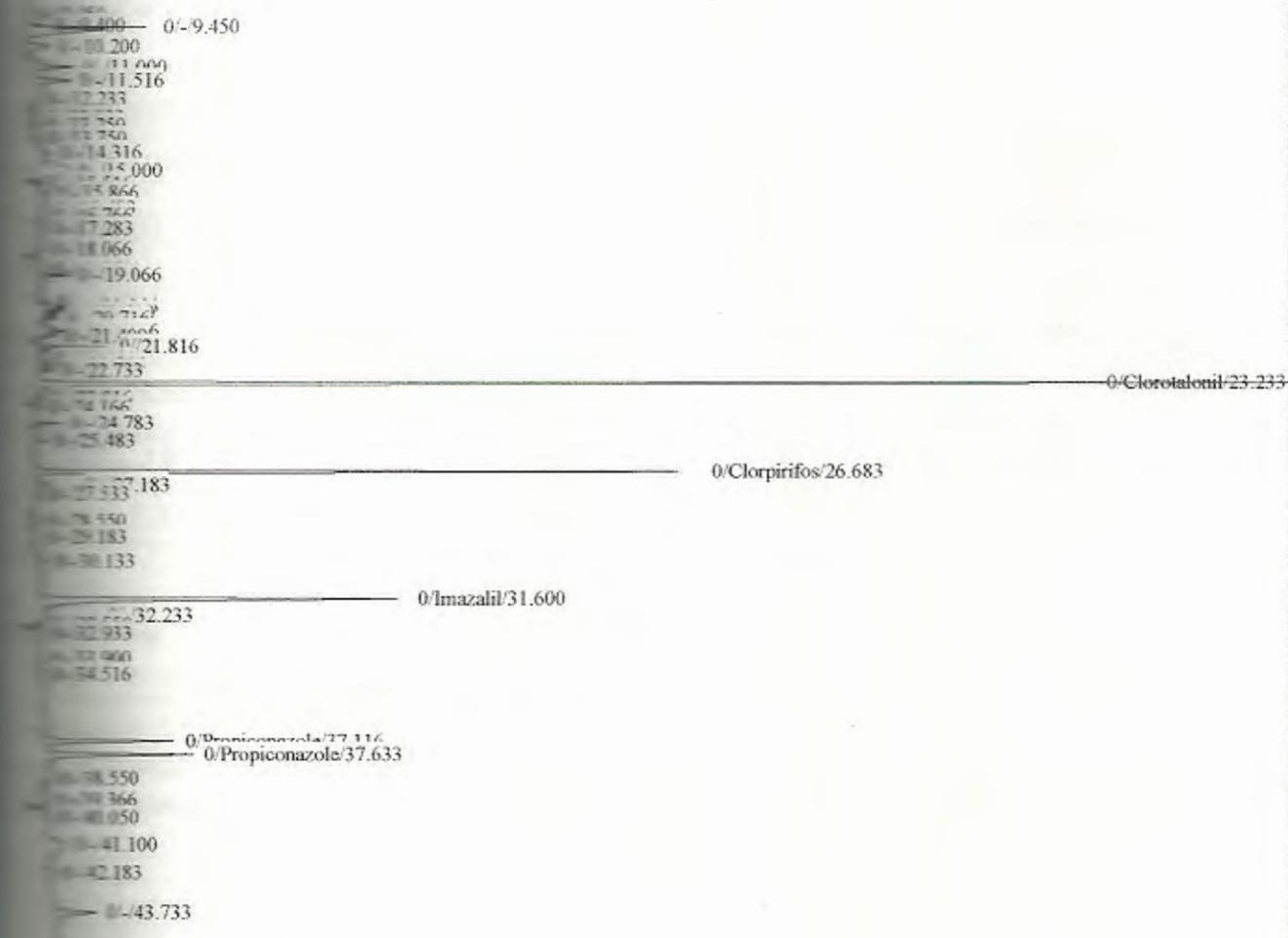
ANEXO G1, G2, G3. CROMATOGRAMAS DE PATRON INYECTADOS EN DIFERENTES DIAS. REPRODUCIBILIDAD



Retention	Area
21.850	57.2500
23.300	1644.0280
26.733	645.2260
31.700	484.4510
37.250	177.3840
37.783	201.1490
	3209.4880



Retention	Area
11.033	121.6460
23.450	1748.4940
26.900	772.5480
31.833	530.4920
37.416	164.8020
37.933	186.5900
	3524.5720



Retention	Area
21.816	119.1460
22.233	1849.8830
26.683	850.9820
31.600	694.3840
37.116	253.6020
37.633	297.4740
	4065.4710

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
MAESTRIA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE**

FORMULARIOS DE BANANEROS LLENADOS

GRACIAS POR SU COLABORACION
Teléfono 042-269566; 042-240145; 099604735
Email: espol@espol.edu.ec (Ing. Carola Resabala)

ESTADÍSTICA DE CULTIVO DE BANANO

Este formulario será utilizada en análisis estadístico en una tesis para obtención del grado de Maestría, por lo tanto la información recopilada es confidencial y solo será utilizada para el fin detallado.

USO INTERNO
N° ENCUESTA
Hoja

A E O M 09
/ /
Llenar con letra imprenta y clara

FORMULARIO DE IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR

Hacienda o Razón Social: ASOCIADO
VIA SARA CARLOTA CARMEN RIVERA
Provincia: EL ORO Fono: 098620532
E-mail: BARZALLO
Fecha: 05-10-04

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Superficie de Hacienda? 75,78 ha | Área Banano 1995 75,78 | Área Banano 2000 75,78 | Área de Banano 2004 75,78
Edad de lote 11 años | Rendimiento 2350 cajas/ha/año
Mineral | Organica | Ambas
Sistema de riego de Balsa | 5. Precipitaciones de área de Balsa | 6. No de Fumigaciones aéreas/a 16 Aplicaciones al año

Ver sección C de este formulario

REGISTRO DE PRODUCTOS UTILIZADOS EN CONTROLES FITOSANITARIOS Y POST COSECHA

Producto	Ingrediente Activo	Método de Aplicación	Dosis (Lts/ha) o No Aplicación	Área de aplicación	Plaga o Deficiencia a controlar	Fecha de última aplicación
		Estrobilurina		1	Sigatoka	08-01-04
		Propiconazole		2		21-01-04
		Propiconazole		3		05-02-04
		Propiconazole		4		22-02-04
		Propiconazole		5		08-03-04
		Propiconazole		6		28-03-04
		Propiconazole		7		16-04-04
		Propiconazole		8		12-04-04
		Propiconazole		9		26-06-04
	Benlate	Thiabendazole		10		19-08-04
		Thiabendazole		11		15-09-04
		Thiabendazole		12		02-10-04

INFORMACIÓN ADICIONAL

REALIZA Controles adicionales

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
MAESTRIA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE**

AGRADECER POR SU COLABORACION
Teléfono 042-269566; 042-240145; 099604735
Email: resabala@espol.edu.ec (Ing. Carola Resabala)

ENCUESTA DE CULTIVO DE BANANO

Este formulario será utilizada en análisis estadístico en una tesis para obtención del grado de Master, por lo tanto la información recopilada es confidencial y solo será utilizada para el fin detallado.

USO INTERNO
N° ENCUESTA

A E O M 13

Hoja

/

Llenar con letra imprenta y clara

REGION DE IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR

Nombre de Hacienda o Razón Social

GUAYAQUIL INDEPENDIENTE

VIA PASADIZO GUABO KM 13

Provincia

EL ORO

Fono

2912187

Nombre del Encuestado

Email:

Mengucosa,

JULIO TUSA

Apellido del Encuestado

Fecha

ADMINISTRADOR - -

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Superficie de Hacienda? 24	Area Banano 1995	Area Banano 2000	Area de Banano 2004
-----------------------------------	------------------	------------------	---------------------

Edad de lote 6	Edad de lote 25 años	Rendimiento 36
-----------------------	-----------------------------	-----------------------

Mineral	Organica	<input checked="" type="checkbox"/> Ambas
---------	----------	---

Tipos de riego COMES	5. Precipitaciones de area	6. No de Fumigaciones aereas/a 14 Aplicaciones 2003
-----------------------------	----------------------------	--

Indicar la asociación C de este formulario

LISTA DE PRODUCTOS UTILIZADOS EN CONTROLES FITOSANITARIOS Y POST COSECHA

Ingrediente Activo	Método de Aplicación	Dosis (Lts/ha)	Area de aplicación	Plaga o Deficiencia a controlar	Fecha de ultima aplicación
PROPICONAZOL					23-01
PROPICONAZOL					14-02
PROPICONAZOL					03-03
PROPICONAZOL					24-03
TRIDENORF					21-04
TRIDENORF					20-05
PROPICONAZOL					21-06
PROPICONAZOL					22-07
PROPICONAZOL					16-08

INDICAR INFORMACIÓN ADICIONAL

¿REALIZA Controles adicionales

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
MAESTRIA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE**

AGRADECIMIENTOS POR SU COLABORACION
Teléfono: 042-269566; 042-240145; 099604735
Correo electrónico: resabal@espol.edu.ec (Ing. Carola Resabala)

ENCUESTA DE CULTIVO DE BANANO

Esta encuesta será utilizada en análisis estadístico en una tesis para obtención de grado de Master, por lo tanto la información recopilada es confidencial y solamente para el fin detallado.

USO INTERNO
N° ENCUESTA
Hoja

/
 Llenar con letra imprenta y clara

SECCION DE IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR

Nombre de la Hacienda o Razón Social:
 Dirección:
 Provincia:
 Fono:
 Encuestado:
 Email:
 Fecha: - -

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Área Total de Hacienda?	107	Área Banano 1995	Área Banano 2000	Área de Banano 2004
Edad de lote	32	Edad de lote	Rendimiento	
Fertilización	Si	Mineral <input checked="" type="checkbox"/>	Organica <input type="checkbox"/>	Ambas <input type="checkbox"/>
Disponibilidad de agua de riego	No profundo	5. Precipitaciones de área	6. No de Fumigaciones aéreas/a	17 Aplicaciones

Ver en la sección C de este formulario

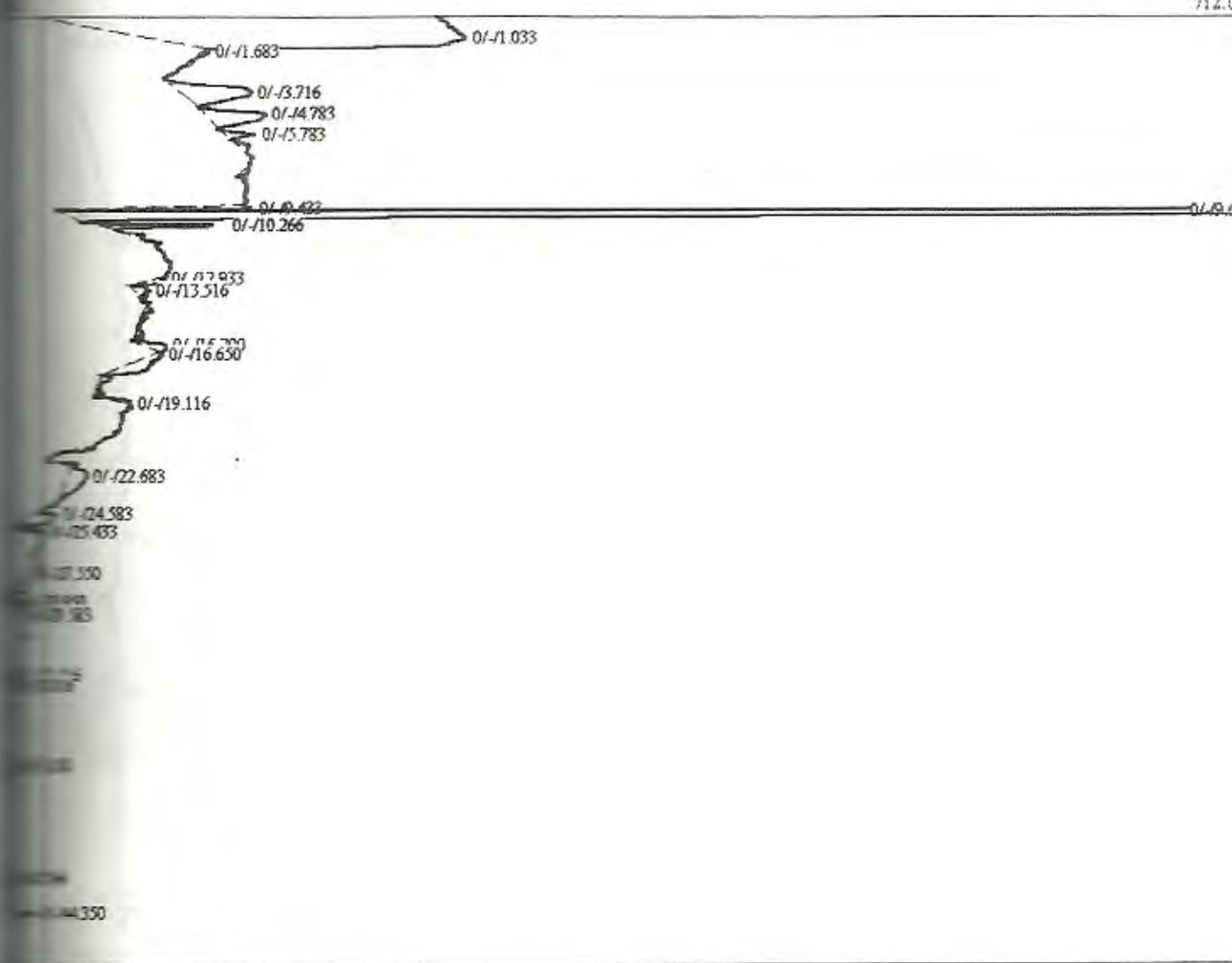
CATÁLOGO DE PRODUCTOS UTILIZADOS EN CONTROLES FITOSANITARIOS Y POST COSECHA

Comercial	Ingrediente Activo	Método de Aplicación	Dosis (Lts/ha)	Área de aplicación	Plaga o Deficiencia a controlar	Fecha de última aplicación
	Propiconazole					
	Propiconazole					
	Propiconazole					
	SALEXIN					

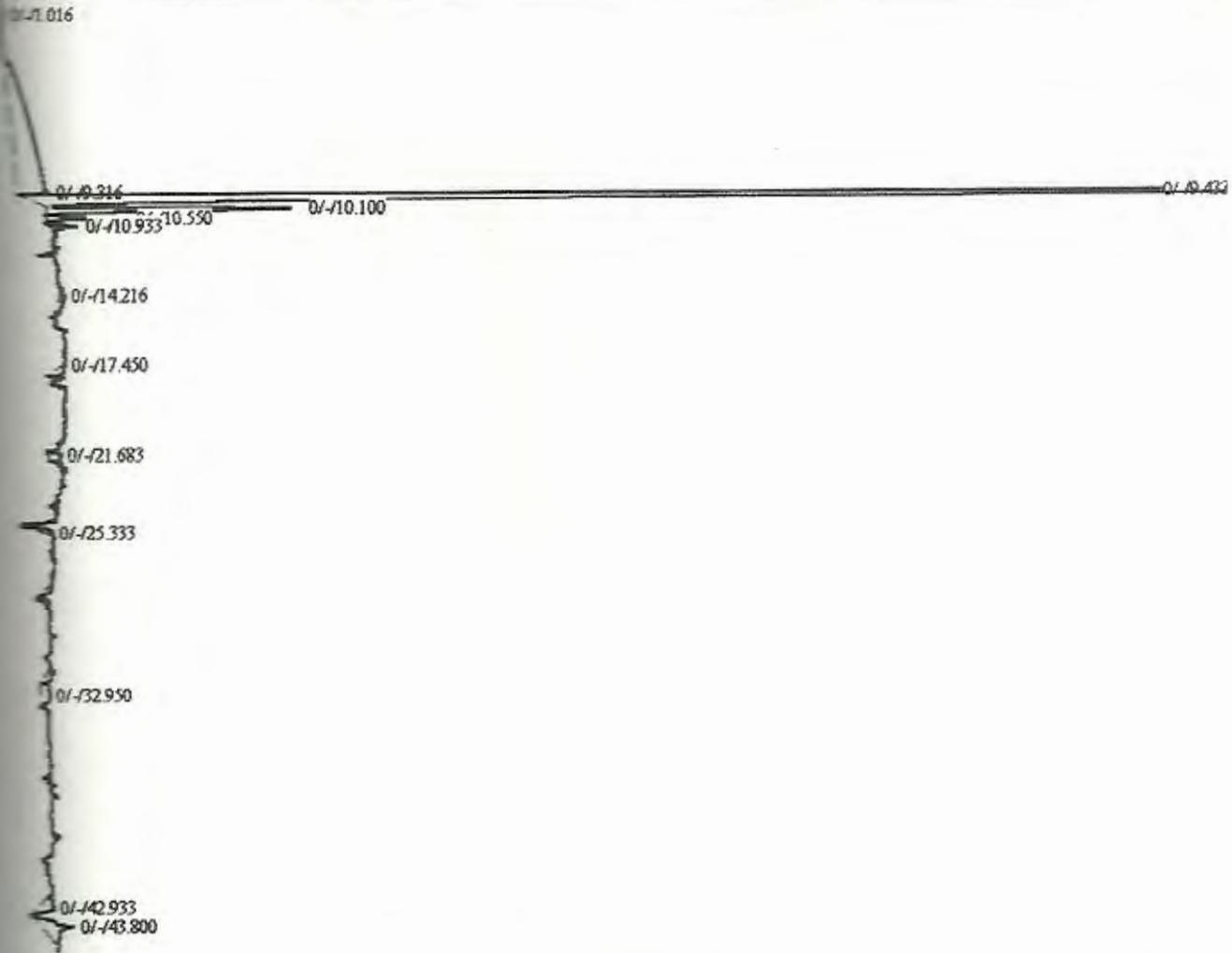
INFORMACIÓN ADICIONAL

¿REALIZA Controles adicionales?

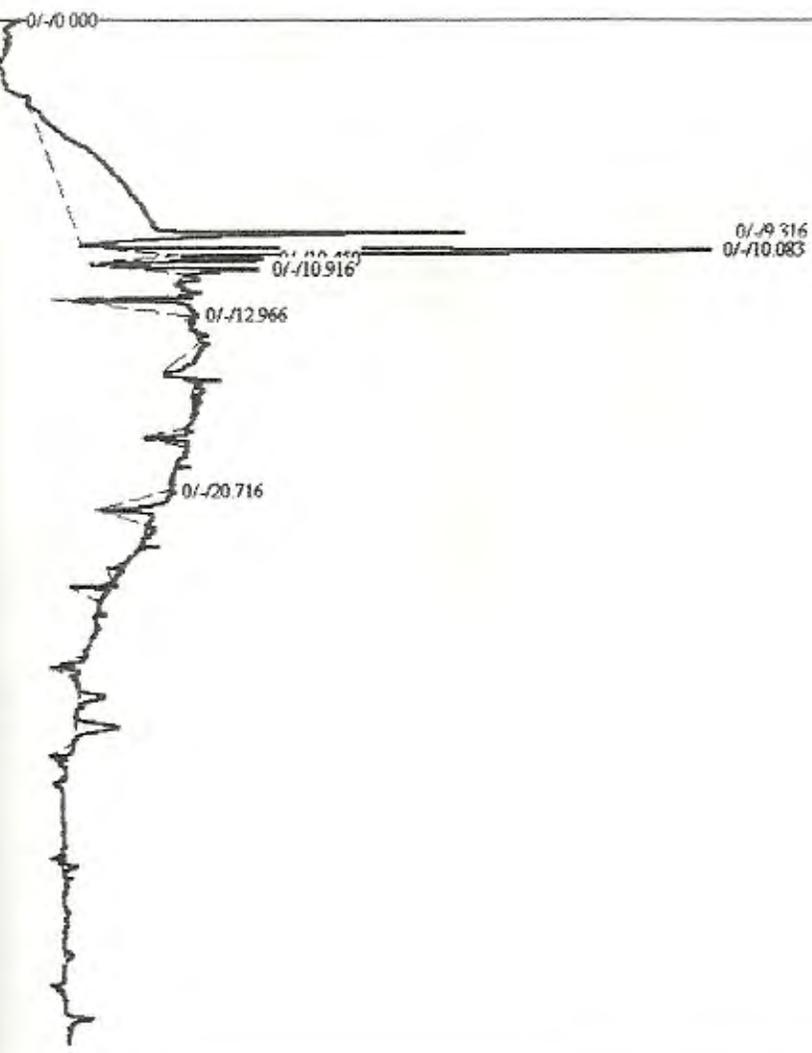
ANEXO I. CROMATOGRAMAS DE MUESTRAS DE BANANA



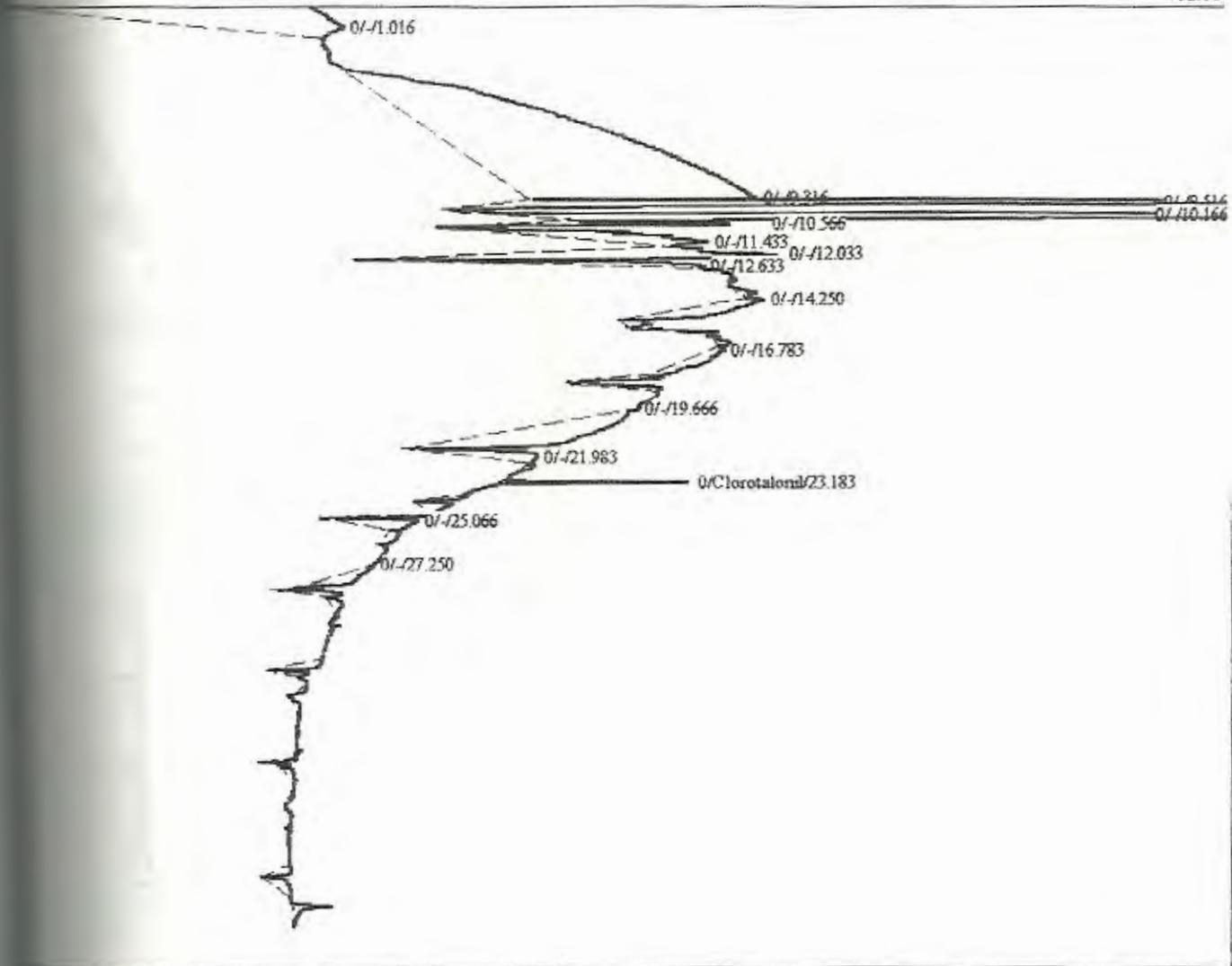
Retention	Area
	0.0000



Retention	Area
	0.0000



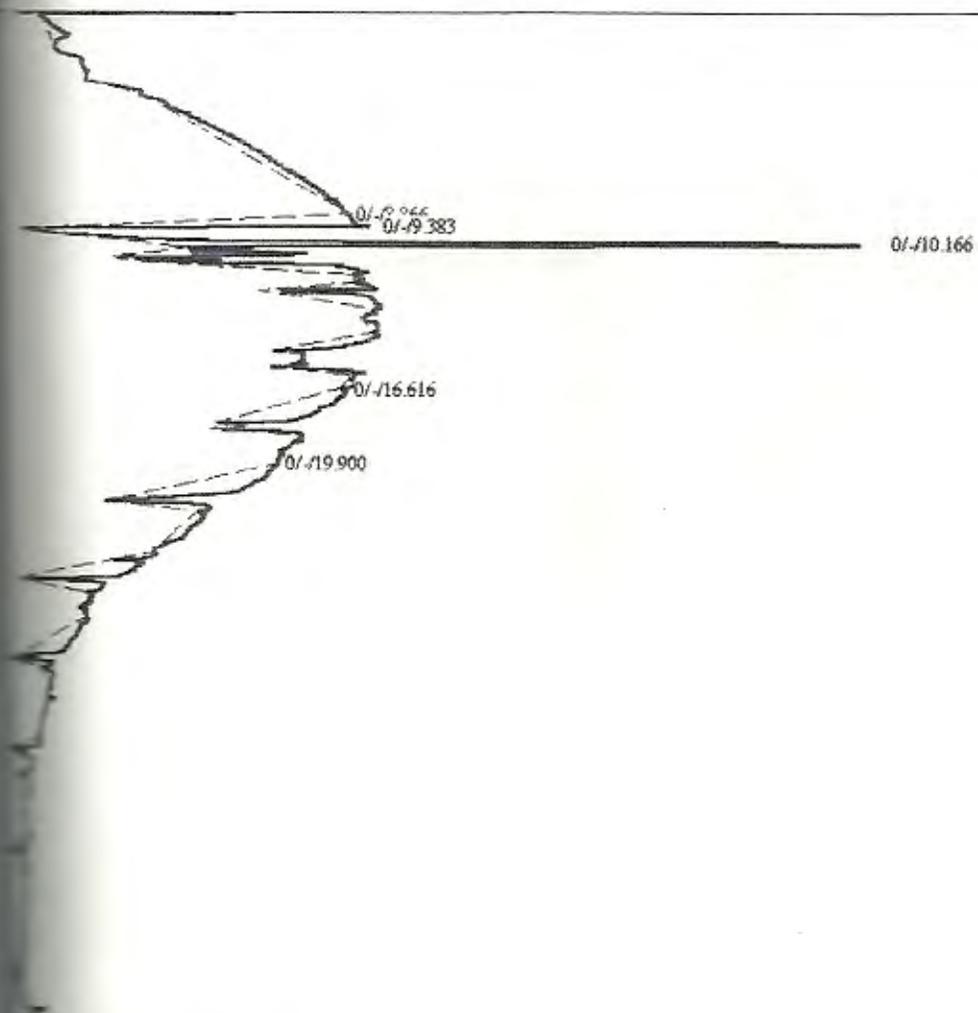
Retention	Area
	0.0000



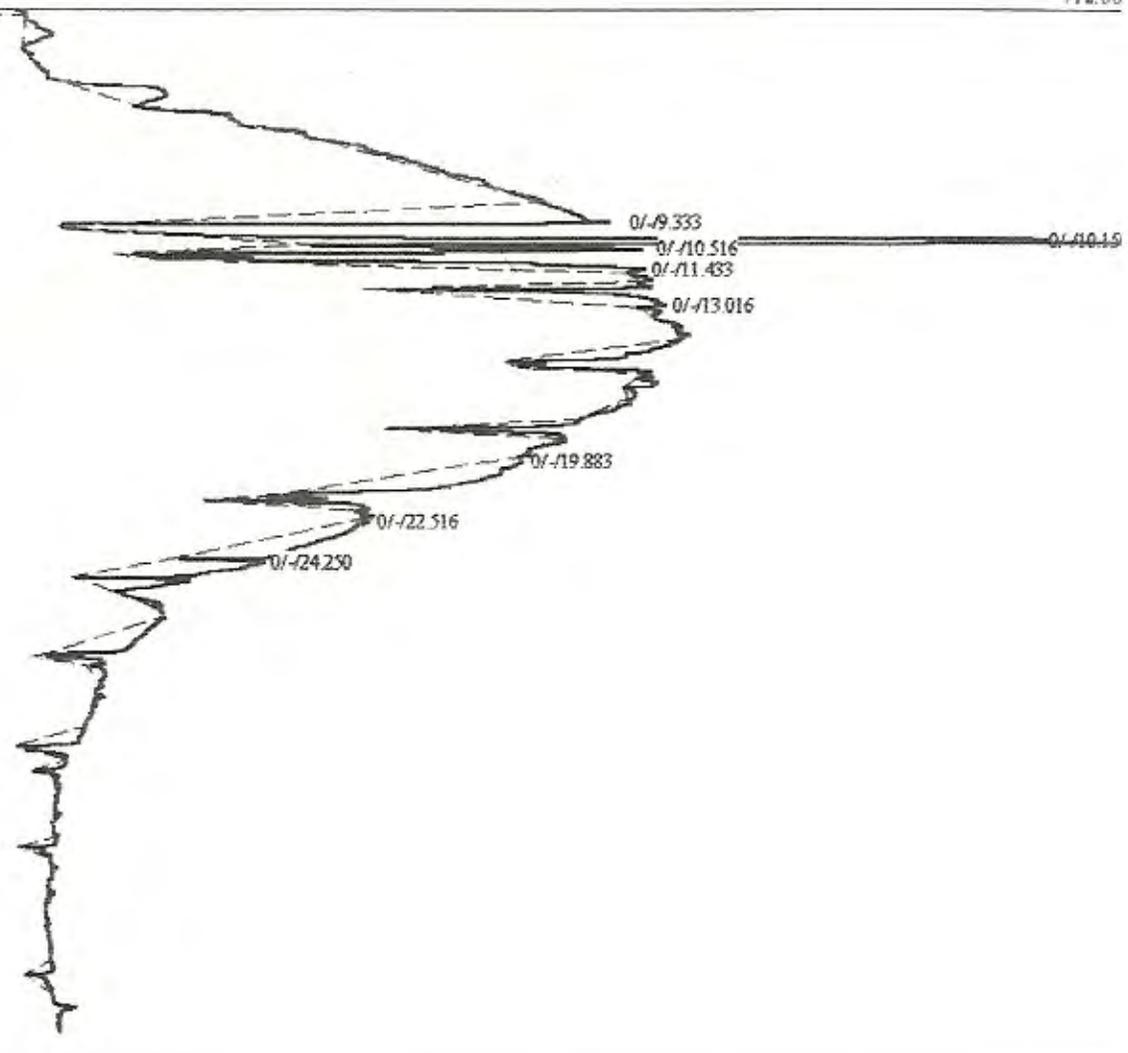
Retention	Area
23.183	629.4740
	629.4740



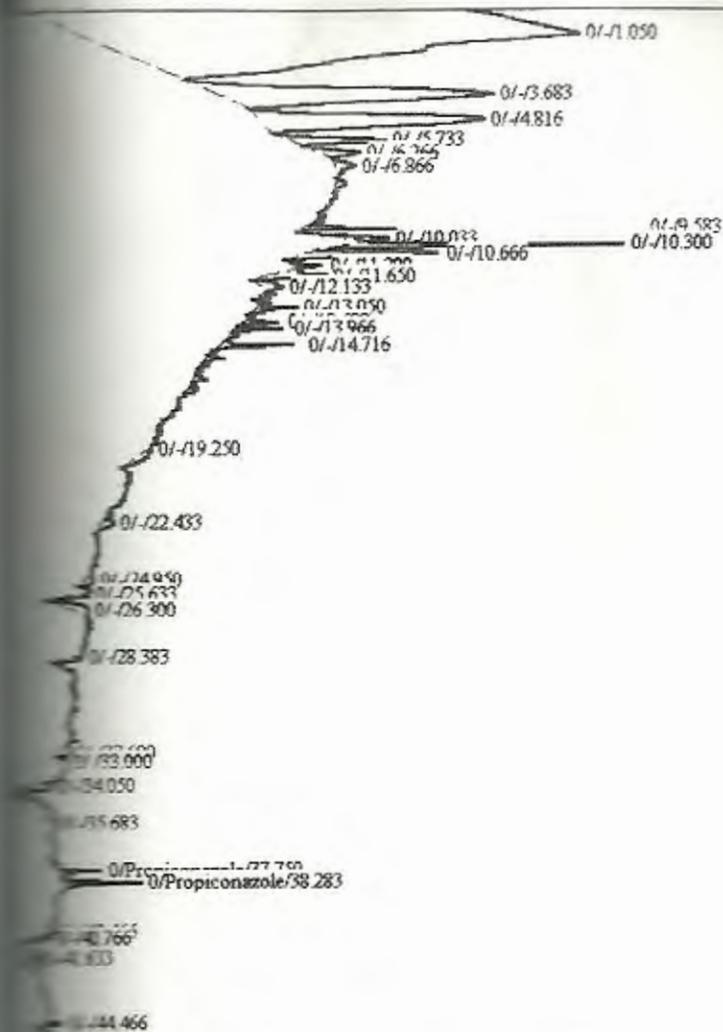
Retention	Area
	0.0000



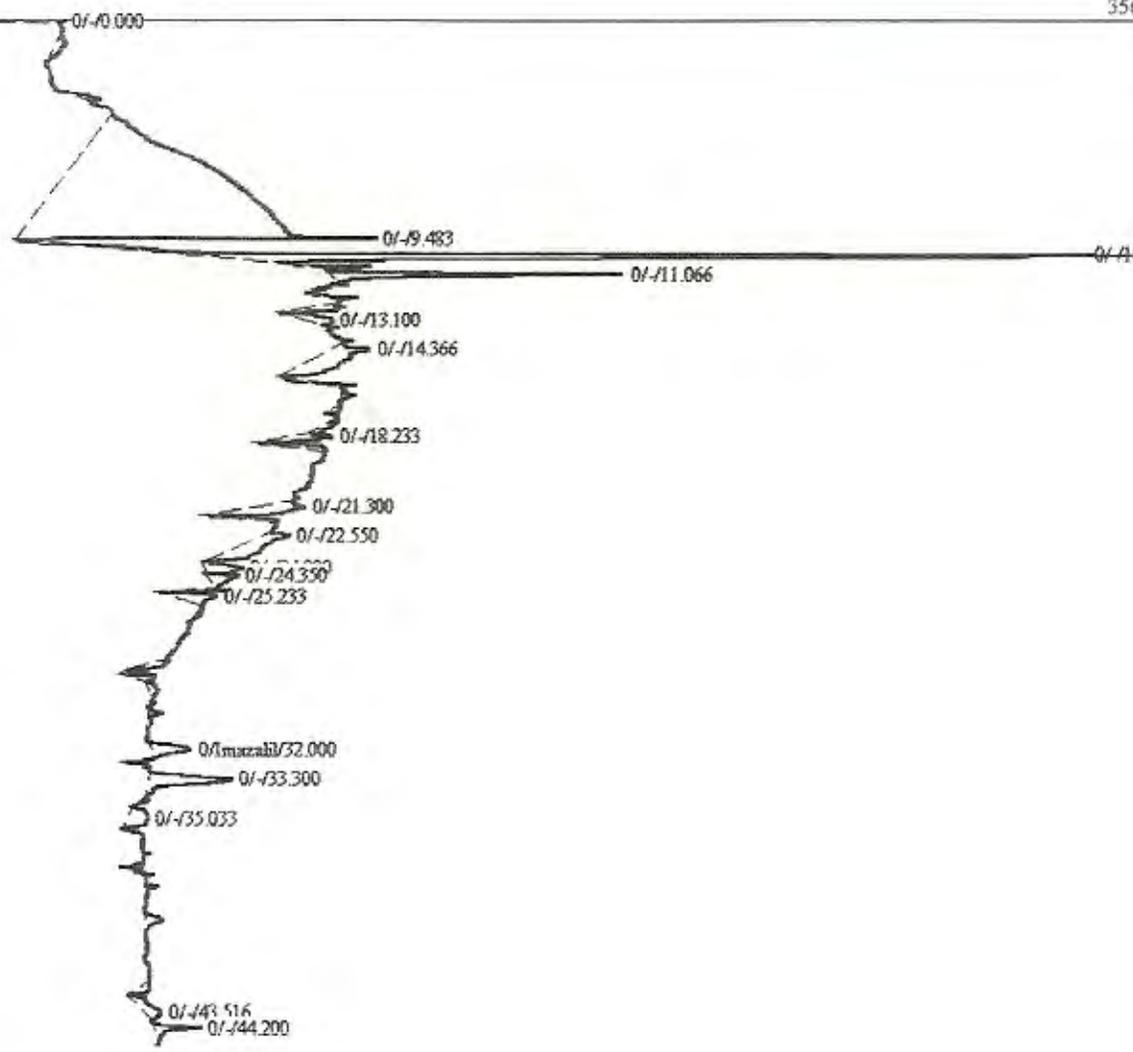
Retention	Area
	0.0000



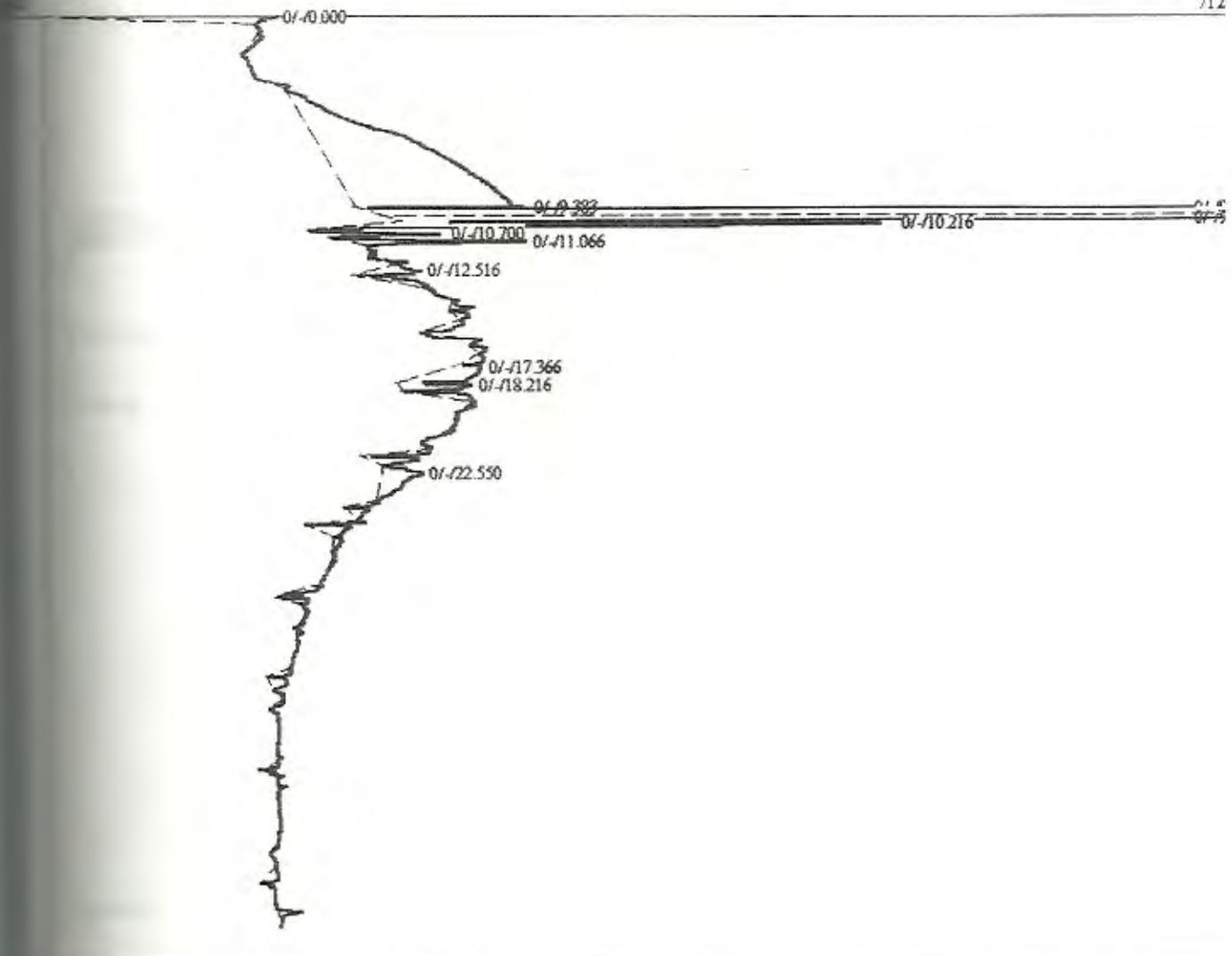
Retention	Area
	0.0000



Retention	Area
37.750	219.4560
38.283	462.2430
	681.6990



Retention	Area
32.000	231.9630
	231.9630



Retention	Area
	0.0000

07-10.000

71

07-10.283
07-11.116

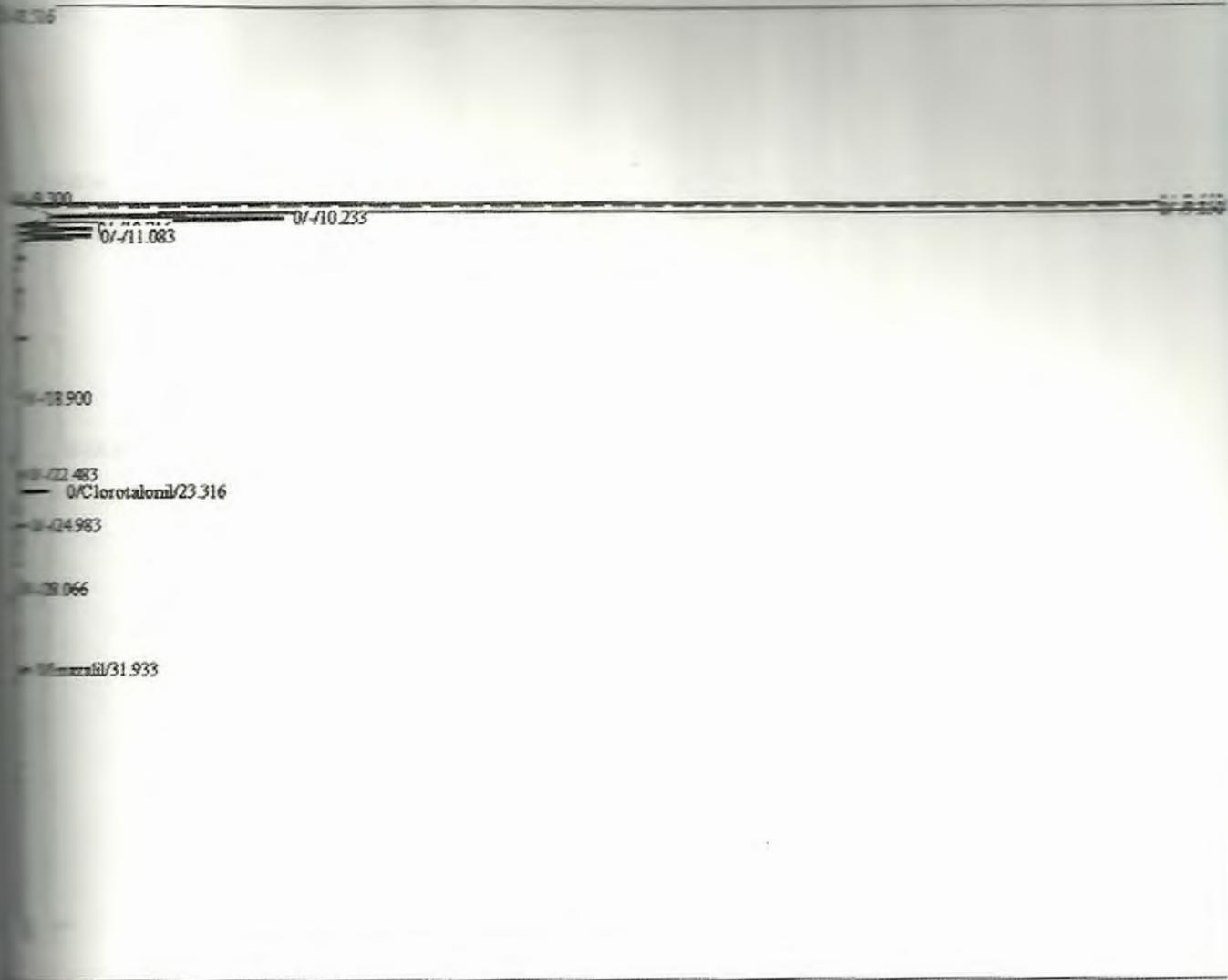
07-1

07-15.566

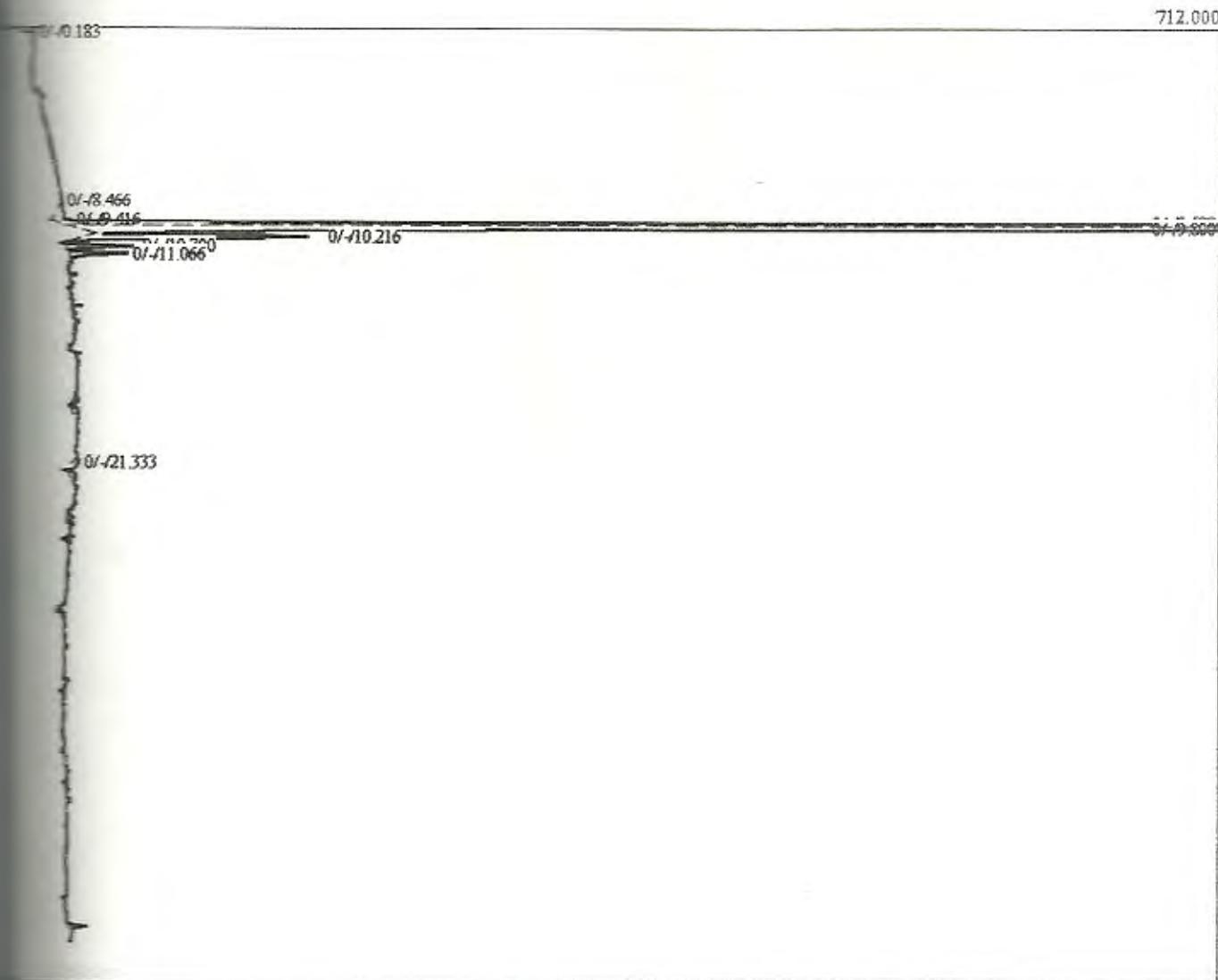
07-19.166

07-44.033

Retention	Area
	0.0000



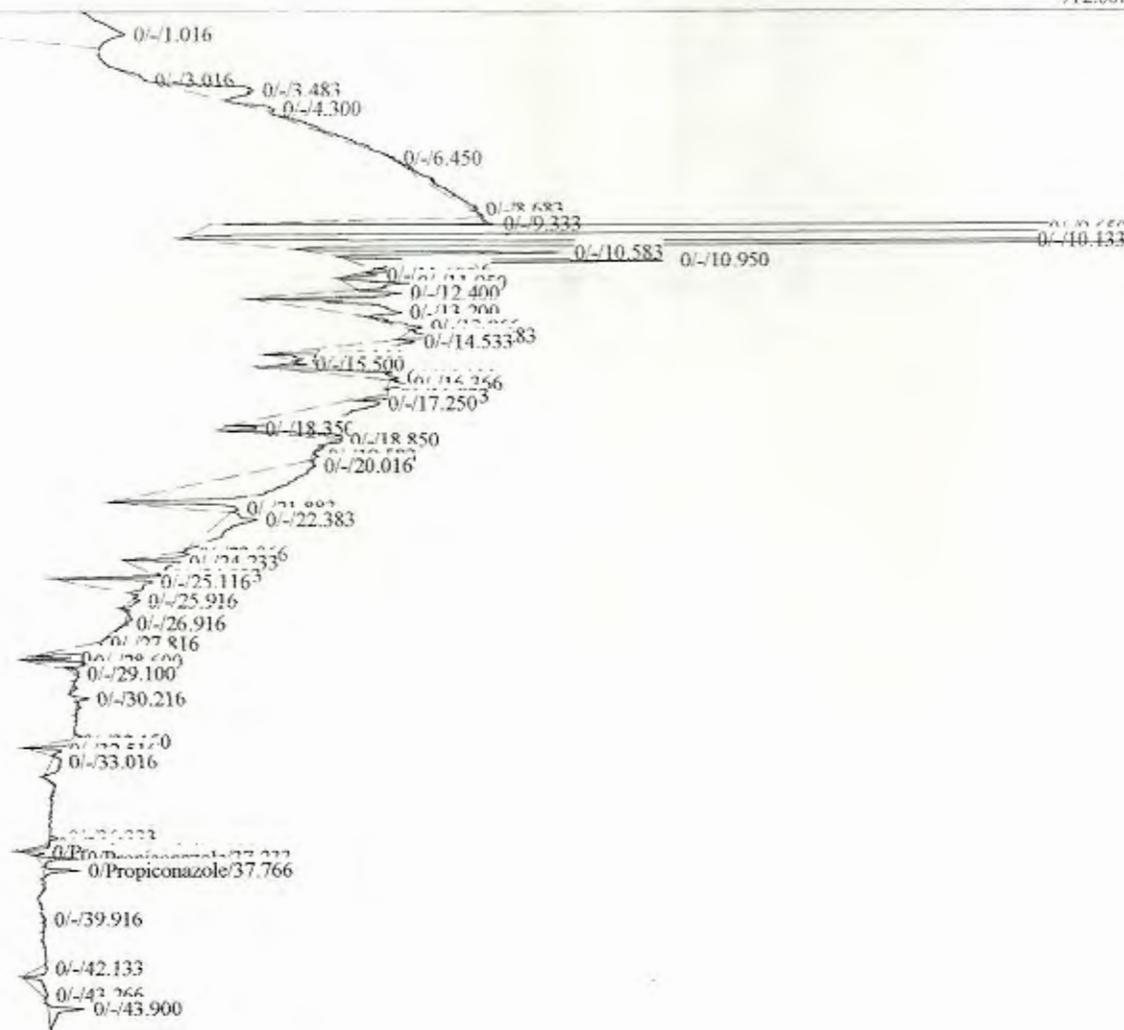
Retention	Area
23.316	140.3400
31.933	99.2380
	239.5780



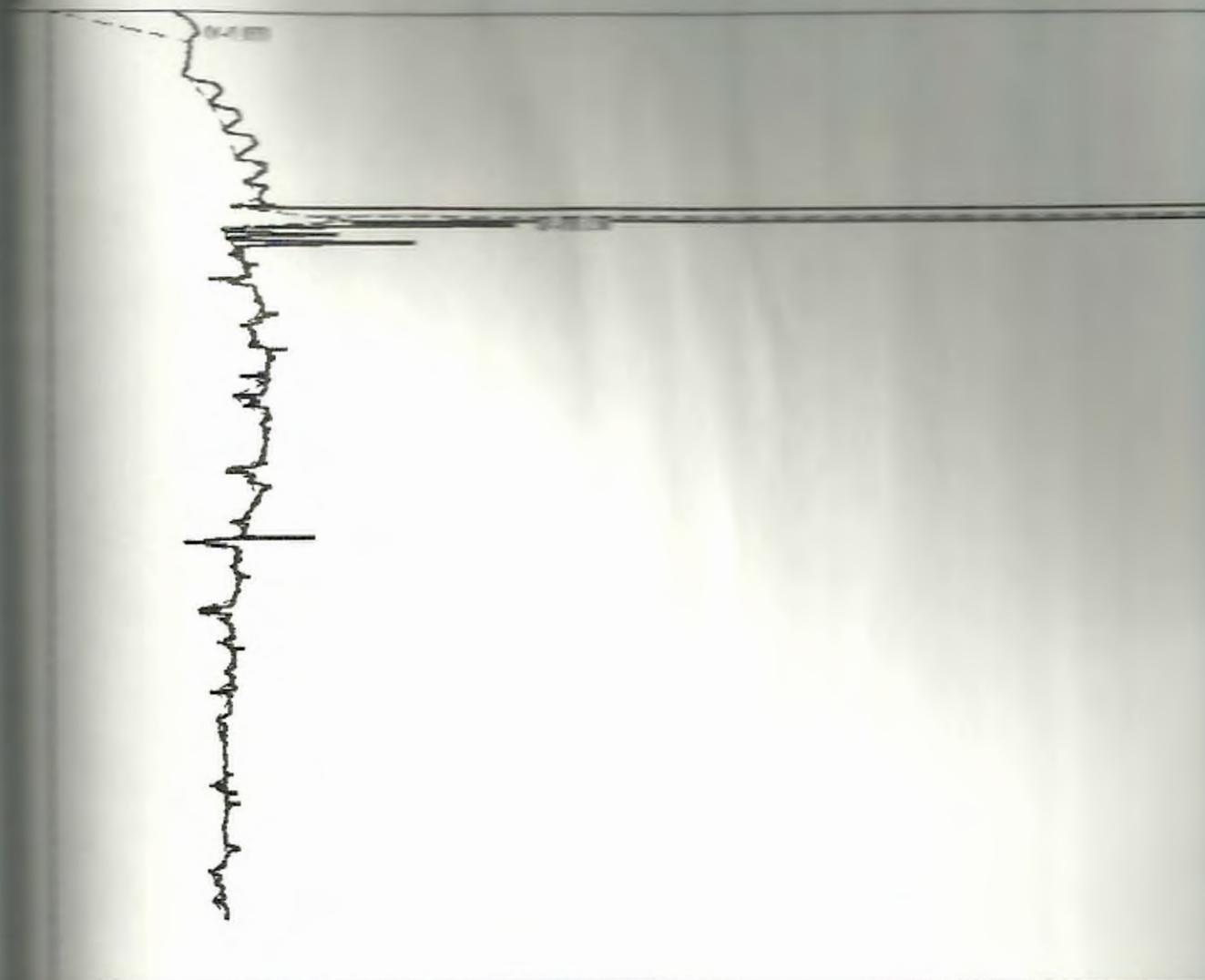
Retention	Area
	0.0000



Retention	Area
31.383	323.9280
37.283	270.8800
37.800	193.7140
	788.5220



Retention	Area
36.983	60.1000
37.233	193.6740
37.766	171.0380
	424.8120



Retention	Area
	0.0000