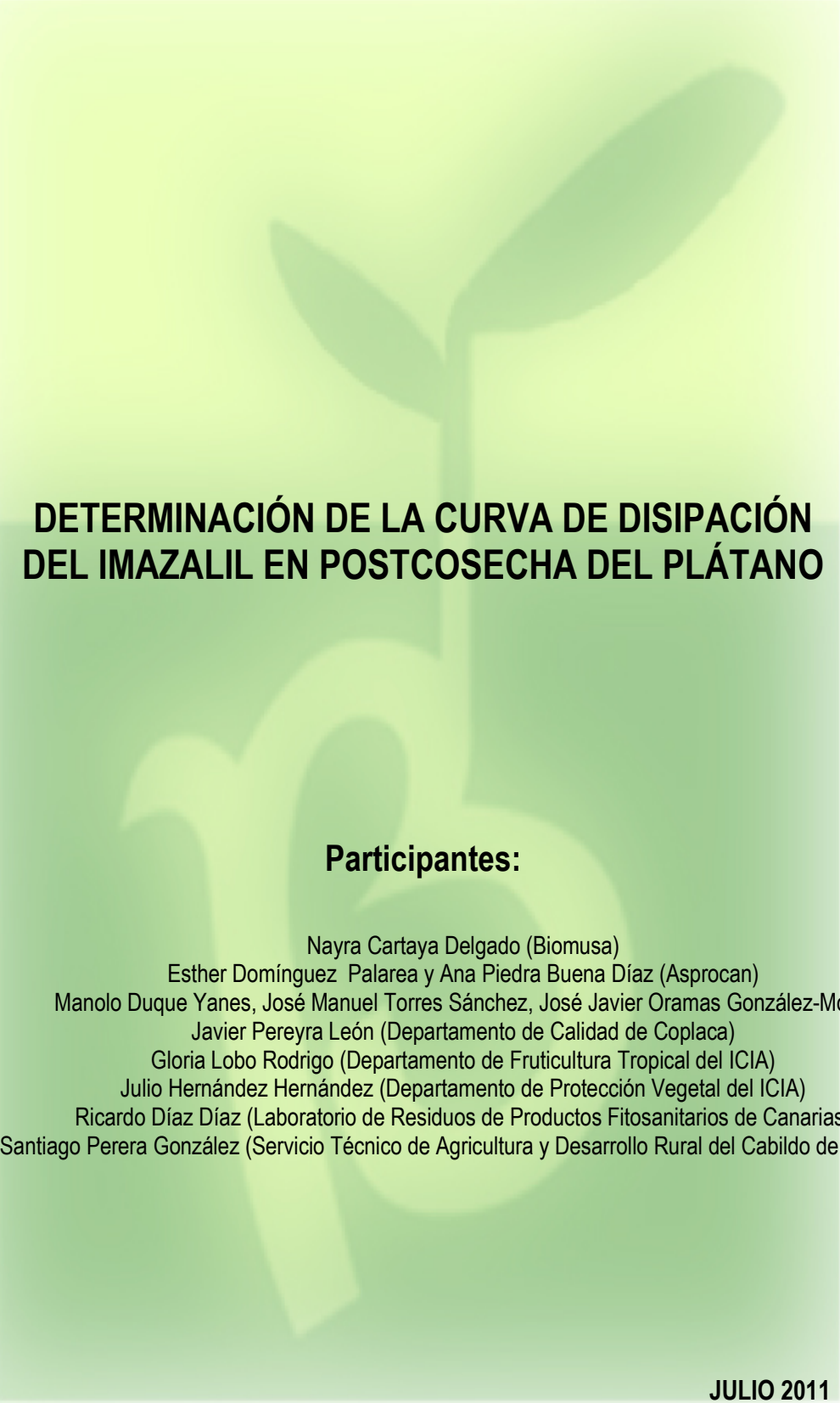




DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE DISIPACIÓN DEL IMAZALIL EN POSTCOSECHA DEL PLÁTANO

Participantes:

Nayra Cartaya Delgado (Biomusa)
Esther Domínguez Palarea y Ana Piedra Buena Díaz (Asprocan)
Manolo Duque Yanes, José Manuel Torres Sánchez, José Javier Oramas González-Moro,
Javier Pereyra León (Departamento de Calidad de Coplaca)
Gloria Lobo Rodrigo (Departamento de Fruticultura Tropical del ICIA)
Julio Hernández Hernández (Departamento de Protección Vegetal del ICIA)
Ricardo Díaz Díaz (Laboratorio de Residuos de Productos Fitosanitarios de Canarias)
Santiago Perera González (Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife)

JULIO 2011

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- OBJETIVO

3.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.- LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

3.2.- APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO POSTCOSECHA

3.3.- SIMULACIÓN DEL PROCESO DE TRANSPORTE, MADURACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VENTA

3.4.- TOMAS DE MUESTRAS, ENVÍO AL LABORATORIO y MÉTODO DE ANÁLISIS

4.- RESULTADOS

5.- CONCLUSIONES

6.- AGRADECIMIENTOS

7.- BIBLIOGRAFÍA

DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE DISIPACIÓN DEL IMAZALIL EN POSTCOSECHA DEL PLÁTANO

1.- INTRODUCCIÓN

La principal enfermedad de postcosecha en plátano es la conocida como pudrición de corona o *crown rot*. Dicha enfermedad se inicia con un reblandecimiento de los tejidos superficiales en los restos del raquis y en la corona o cojinete que adquiere un color marrón oscuro o negro. El daño puede avanzar hasta afectar a los pedicelos e incluso a los dedos individuales en los casos más graves (Alvindhia *et al*, 2000). En el corte de la superficie de la corona se desarrolla un fieltro o capa micelial de color blanquecino, grisáceo o rosa. El micelio y la pudrición estropean la apariencia fresca y limpia de la maduración de la fruta (Duque *et al*, 2004). En casos severos la pudrición penetra profundamente en los dedos, que pueden llegar a desprenderse de la corona y alcanzar la pulpa, perdiéndose la totalidad del fruto (Muirhead y Jones, 2000).

Esta enfermedad se diferencia del resto de las enfermedades de postcosecha en que su agente causal está constituido por un conjunto o complejo de especies fúngicas catalogadas “de herida o debilidad”, con una escasa capacidad parasitaria ya que por sí mismas son incapaces de producir una enfermedad. Para iniciar el ataque necesitan la vía de entrada que representan las heridas y daños de la piel de los frutos y de la corona de las manos, así como condiciones ambientales propicias para su desarrollo. Generalmente son especies fúngicas que forman parte de la microflora del cultivo. Estas especies varían sensiblemente por la influencia zonal y estacional, siendo las más comunes en Canarias: *Acremonium* sp., *Alternaria alternata*, *Cladosporium* spp., *Colletotrichum* sp., *C. musae*, *Fusarium* spp., *F. moniliforme*, *F. moniliforme* var. *subglutinans*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. roseum*, *Geotrichum* sp., *Gliocladium* sp., *Nigrospora* sp., *Nigrospora oryzae*, *Penicillium* spp., *Stemphylium* sp., *V. theobromae* (Hernández *et al*, 1984; Anónimo, 1994; Perera *et al*, 2004).



Foto 1.- Manilla afectada gravemente por pudrición de corona.



Foto 2.- Detalle de corona con pudrición de corona (*crown rot*)

El control de la podredumbre de corona ha de iniciarse desde el campo con la aplicación de buenas prácticas sanitarias, que van desde la eliminación de las fuentes de inóculo hasta el manejo cuidadoso durante la cosecha de la fruta, evitando daños por golpes, roces, etc. Las medidas de control también pasan por mantener desinfectados y libre de restos de fruta las áreas de manipulación y empaquetado, así como cuidar la limpieza de los equipos de trabajo (FAO, 2006). Sin embargo, y a pesar de estas medidas preventivas, en la mayoría de los casos es necesario actuar de forma directa sobre esta enfermedad. Para ello se suele recurrir a la utilización de fungicidas químicos, aunque en los últimos años existe una línea de investigación sobre la utilización de medidas alternativas al uso de productos de síntesis para el control de esta enfermedad, que incluye la utilización de extractos vegetales, atmósferas modificadas y controladas, irradiación, choque térmico y control biológico.

En la actualidad existen dos materias activas autorizadas para su uso en postcosecha en plátano: imazalil y thiabendazol. Imazalil es el que se utiliza mayoritariamente en los empaquetados de Canarias. La dosis recomendada en la etiqueta para este producto es de 0,5-0,6%, pero en general, las dosis empleadas en los empaquetados están por debajo de estas dosis. A pesar de esto, no se han detectado graves problemas de pudrición de corona en Península (Departamentos de Calidad de Coplaca, Agriten y Cupalma, comunicación personal).

En trabajos anteriores de evaluación de la eficacia del imazalil sobre los hongos causantes de la pudrición de corona del plátano, Perera *et al* (2004) estudió el efecto de la aplicación de Deccoil S 7,5 (imazalil 7,5%) *in vitro* a dosis de 0,25%. Esta dosis se ajustó a las indicaciones del distribuidor comercial del producto, que aseguraba que con ella se alcanzaban buenos resultados. Los datos obtenidos muestran que para las especies *V. theobromae*, *Acremonium* spp., *Fusarium oxysporum*, *F. proliferatum*, *Gliocladium* sp. y *Penicillium* spp. se obtuvo una reducción del 100% en el diámetro de las colonias. En el caso de *Geotrichum* spp. y *Colletotrichum musae* la reducción fue del 64,0% y 90,2% respectivamente.

Por su parte, Dorta *et al* (2010) evaluaron la eficacia *in vitro* de Fruitgard-IS-7,5 (imazalil 7,5%) a dosis de 0,2 y 0,3%, obteniendo una reducción del 100% del diámetro de colonia en ambas dosis para *Cladosporium* sp., *Phoma* sp., *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum*, y *Penicillium* sp. En este mismo trabajo se realizó una prueba sobre fruta y en empaquetado simulando transporte, conservación y puesta en venta, empleando una dosis de 0,2% de imazalil 7,5% obteniendo un porcentaje de cojinete ocupado por micelio de un 11% y con diferencias muy significativas con el tratamiento control (sin aplicación de fungicida).

Las curvas de disipación son representaciones gráficas de la evolución de las cantidades de residuos de un vegetal en función del tiempo. Su interés radica en que permiten determinar, en unas condiciones ambientales, el tiempo necesario para que el valor del residuo sea inferior al límite máximo de residuos (LMR) permitido por la legislación. De esta forma, se puede calcular el tiempo de espera o plazo de seguridad que debe transcurrir entre el tratamiento y la recolección.

La proporción en que el residuo va disminuyendo sobre la planta depende de varios factores como el tipo de planta, forma de aplicación, volatilización y solubilización y degradación química.

2.- OBJETIVO

Determinar la curva de disipación del imazalil en aplicaciones postcosecha en plátano.

3.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.- LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

Este trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del empaquetado perteneciente a la Cooperativa Agrícola de Norte de Tenerife (FAST) situada en Las Arenas, en el término municipal de La Orotava, entre los días 30/03/2011 y 15/04/2011. Esta prueba se realizó paralelamente a un ensayo de evaluación de productos naturales para el control de la pudrición de corona (*crown rot*) en plátano (http://www.agrocabildo.org/publicaciones_detalle.asp?id=393).

3.2.- APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO POSTCOSECHA

La aplicación de los tratamientos fungicidas en postcosecha en la mayoría de los empaquetados en Canarias se realiza por técnicas de ducha o cascada, aunque en los últimos años existe la tendencia hacia sistemas de

aplicación mediante pulverización (Departamento de Calidad de Coplaca, comunicación personal). Sin embargo, por motivos de organización y operatividad de este ensayo, la aplicación del tratamiento se efectuó mediante inmersión.

Los frutos seleccionados para este estudio procedían de racimos con un mismo grado de llenado procedente de una misma finca del Norte de Tenerife, con condiciones de cultivo similares (variedad Pequeña Enana, cultivo al aire libre y riego por goteo). Los racimos seleccionados para el ensayo sufrieron las manipulaciones habituales del procesado de la fruta a la llegada al empaquetado: tras la descarga de la fruta, ésta se colocó en el cable-carril, se separaron las manillas del raquis y se pulverizó con agua potable recién ozonificada. A continuación sufrió un intenso lavado mediante chorros con agua recirculada.



Foto 3.- Fruta en cable carril y desmanillado.



Foto 4.- Fruta sometida a intenso lavado mediante chorros de agua.

Tras este proceso y una vez seca la fruta, se seleccionaron 12 manos, que se sumergieron durante 30 segundos en cubas conteniendo 30 litros del caldo fungicida. El producto comercial empleado fue Fruitgard-IS-7,5 cuya composición es Imazalil (sulfato) 7,5% P/V (75 gr/l), con número de registro fitosanitario 24.335.



Foto 5.- Envase del producto comercial.

En dicho registro, y en el apartado de usos autorizados, además de frutos cítricos, manzanas, melones y peras, se citan los plátanos, donde se indica que para "Plaga/Efecto: Pudrición de la corona" la dosis es de 0,5-0,6%, con plazo de seguridad: NP (No procede). En el apartado de condiciones fitoterapéuticas, subapartado "Generales" de este mismo registro se indica: "Aplicar el producto directamente sobre la fruta, mediante ducha (sistema "drencher") durante 25-30 segundos, en el momento de la recepción, previamente a la entrada en la cámara de conservación."

En el subapartado “Específicos”, y referido a plátanos, se señala: “Eficaz contra *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Verticillium*”. Por su parte, la clasificación toxicológica indica: “Irritante. Peligroso para el medio ambiente.”

La dosis empleada para la determinación de la curva de disipación fue la mínima indicada en la etiqueta (0,5% que equivale a 500 cc/hl). Una vez aplicado el tratamiento fungicida, las manos se dejaron secar y se introdujeron en dos cajas de cartón (6 manos por caja) siguiendo el patrón de empaque habitual para la exportación a Península.

3.3.- SIMULACIÓN DEL PROCESO DE TRANSPORTE, MADURACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VENTA

Se realizó una simulación del proceso de transporte, maduración, conservación y puesta en venta, con una duración de 16 días, aunque en la práctica esta duración es variable ya que está sujeta a leyes de mercado, estado de la fruta, época del año, etc.

La simulación constó de las siguientes fases:

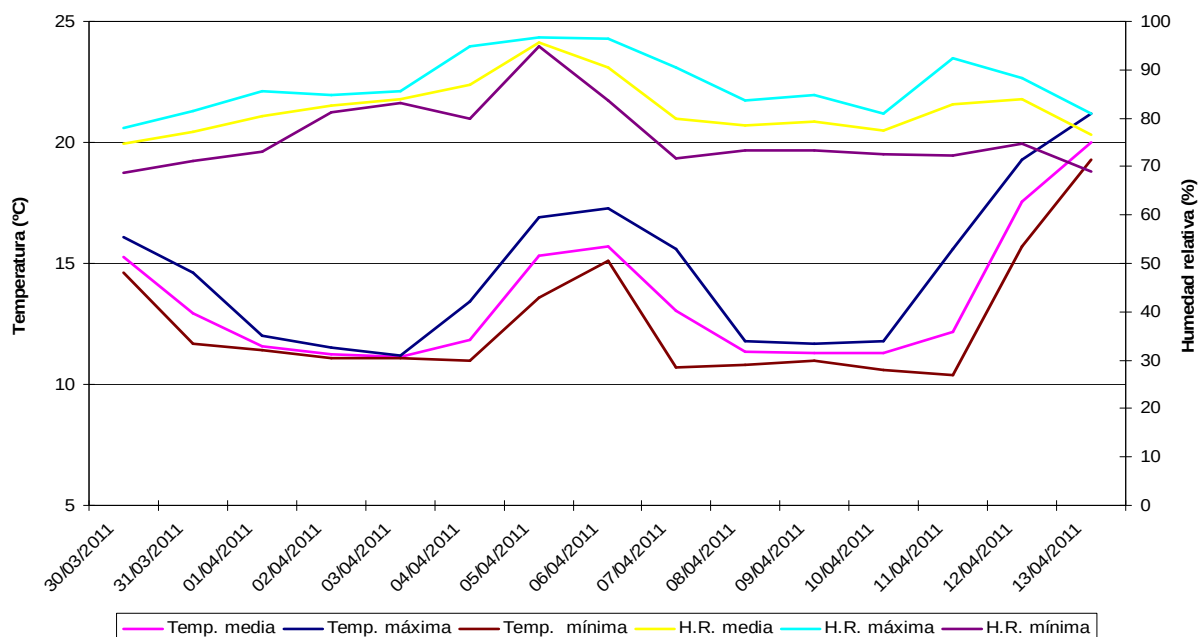
- 1º) Simulación del transporte marítimo y terrestre: 5 días a 12-14°C con HR > 90%.
- 2º) Simulación de maduración: 3 días.
 - Primer día: 18°-20°C con HR > 90%.
 - Segundo día: incorporación de Azethil a 18°-20°C con HR > 90%.
 - Tercer día: conservación de frutos maduros a 14°-16°C con HR > 90%.
- 3º) Simulación de conservación: 4 días a 11°-12°C con HR > 80%.
- 4º) Simulación puesta en venta: 4 días a temperatura y HR ambiente.

Esta etapa del ensayo se realizó en las cámaras que se utilizan para la maduración y conservación de la fruta para venta local, ubicadas en el empaquetado perteneciente a la Cooperativa del Norte de Tenerife (FAST).



Foto 6.- Vista general de las cámaras de maduración y conservación.

Para el control de temperatura y humedad durante todo el proceso de simulación y puesta en venta se colocó un registrador (marca SCORT illog) que tomó datos de estos parámetros cada 30 minutos. Los valores registrados se presentan en la Gráfica 1.



Gráfica 1.- Temperatura y humedad relativa media, máxima y mínima diaria durante la realización del ensayo.

3.4.- TOMAS DE MUESTRAS, ENVÍO AL LABORATORIO y MÉTODO DE ANÁLISIS

Para obtener una muestra lo más representativa posible de las manos tratadas se tomaron 12 dedos (uno de cada mano) en cada uno de los momentos de muestreo.

- A los 0 días:

- Testigo sin tratar antes del tratamiento (T0)
- Muestra escurrida después del tratamiento por inmersión (T1)

- A los 5 días después de la aplicación (dda): momento que correspondería al final del periodo de transporte y maduración (T2)

- A los 8 dda: correspondiente al final del período de maduración (T3)

- A los 12 dda: coincidiendo con el final del período de conservación (T4)

- A los 16 dda: transcurridos 4 días del inicio de condiciones de puesta en venta (T5)

Tras ser recogidas, Las muestras se embolsaron, etiquetaron y conservaron en congelador a -20°C. Finalizado el ensayo, se enviaron al Laboratorio de Residuos de Productos Fitosanitarios de Canarias situado en la isla de Gran Canaria, donde se realizaron los correspondientes análisis de residuos, estudiando todas las muestras en un mismo lote o serie analítica. A su llegada al laboratorio de análisis, se procedió a terminar de descongelar las muestras, triturarlas y homogeneizarlas, procediendo a continuación a la extracción de residuos y su determinación analítica. La extracción de residuos se realizó aplicando el método Quechers (www.quechers.com) con acetonitrilo como extractante, y la determinación analítica se efectuó mediante cromatografía líquida con detector de espectrometría de masas triple cuadrupolo (LC/MS/MS).

4.- RESULTADOS

Los resultados de los análisis de residuos en los distintos tiempos de muestreo se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.- Resultados de los análisis de residuos en los distintos tiempos de muestreo.

Muestra	Tiempo (días)	Conc (mg/kg)
T0	0	0
T1	0	2,52
T2	5	2,32
T3	8	2,11
T4	12	2,13
T5	16	1,76

Los resultados muestran que el nivel de residuos durante los 12 días siguientes a la aplicación del fungicida supera el límite máximo de residuos (LMR) establecido para Imazalil en plátano, que es de **2,00 mg/kg**. Recién a partir de las dos semanas después del tratamiento la concentración de esta sustancia activa se encuentra por debajo del LMR.

Los datos de la tabla anterior se representan en la gráfica 1, donde se incluye el ajuste a una cinética de desaparición de primer orden (exponencial decreciente): $y = y_0 \cdot \exp(-k \cdot t)$

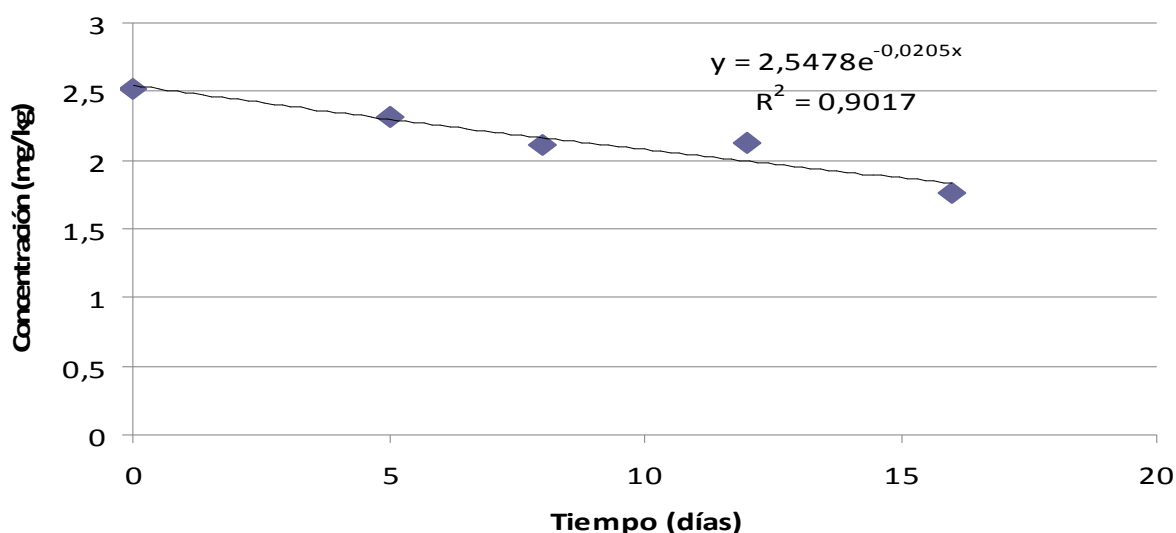
Donde:

y: concentración de residuo al tiempo t después del tratamiento.

y_0 : concentración inicial justo después del tratamiento.

k: constante de disipación.

t: tiempo después del tratamiento (días)



Gráfica 1.- Curva de disipación del imazalil.

La gráfica permite observar una considerable persistencia del imazalil, cuya vida media en el plátano, tras realizar un ajuste a una curva exponencial decreciente de primer orden, se estima en 33 días. Esto se traduce en que el tiempo necesario para que el residuo se reduzca a la mitad, es decir, que se disipe un 50% de residuo es de 1 mes.

5.- CONCLUSIONES

1.- En las condiciones de realización de este ensayo, los valores de concentración de imazalil (mg/kg) obtenidos a los 0, 5, 8 y 12 días después de la aplicación (dda) superan el límite máximo de residuos (LMR) establecido para imazalil en plátano (2 mg/kg). Solo el valor obtenido a los 16 dda, momento óptimo de consumo, se encuentra por debajo de dicho límite (1,76 mg/kg).

2.- En base a la curva de disipación se calcula un tiempo esperado de 33 días para que la concentración de imazalil descienda hasta el 50% de su valor inicial.

3.- En base a los valores obtenidos en este trabajo, y a los resultados de evaluaciones de eficacia del imazalil en postcosecha en plátano (Perera *et al*, 2004; Dorta *et al*, 2010), se considera que la utilización de dosis de 0,2-0,3% de productos comerciales cuya composición es imazalil 7,5% produce, en condiciones normales de transporte y conservación, una aceptable eficacia en el control de pudrición de corona y disminuye el riesgo de superar los LMR de esta materia activa para el plátano.

4.- Se considera necesaria la determinación de curvas de disipaciones del imazalil con las dosis habituales de uso en los empaquetados y con distintos métodos de aplicación (inmersión, ducha y pulverización).

6.- AGRADECIMIENTOS

A la Cooperativa Fast del Norte de Tenerife por ofrecernos sus instalaciones y colaboración para la realización de este ensayo y a los Departamentos de Calidad de Coplaca, Agriten y Cupalma por la información suministrada.

7.- BIBLIOGRAFIA

Alvindia, D. G., Kobayashi, T., Natsuaki, K.T. y Tanda, D. (2004). Inhibitory influence of inorganic salts on banana postharvest pathogens and preliminary application to control crown rot. *Journal of General Plant Pathology* 70 (1): 61-65.

Anónimo (1994). Postcosecha del plátano. Pp. 69. Ed. COPLACA. Tenerife.

Dorta, E., Marrero, A., Lobo, G. Hernández, J. (2010) Evaluación de cuatro extractos de plantas, una sal inorgánica y un fungicida para el control de la podredumbre de corona del plátano. Trabajo fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna.

Duque, M., Torres, J.M., Oramas, J.J. y Fernández, J. (2004) Pudrición de corona en el plátano canario. pp. 41. Ed. Coplaca, Tenerife.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2006). Banano. Banano Estadística 2005. www.fao.org.

Hernández, J., Sala, L., Gallo L. (1984a). Crown rot del plátano. I. Patogenicidad de cepas y resistencia a productos. En "Resúmenes III. Congreso de Fitopatología", Tenerife.

Muirhead, I.F. y Jones, D.R. (2000). Diseases of banana, abaca and enset. En “Postharvest disease” (D.R. Jones, ed.), pp. 190-206. CABI Publishing, U.K.

Perera, S., Marrero, A., Hernández, J. (2004). Evaluación de la eficacia de seis fungicidas sobre la pudrición de corona del plátano. Trabajo fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna.