



# DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE DISIPACIÓN DE FITOSANITARIOS POSTCOSECHA PARA PLÁTANO



PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA I + D + i



MAC 2014-2020 Cooperación Territorial



Fondo Europeo de Desarrollo Regional



EUROPEAN UNION

# DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE DISIPACIÓN DE FITOSANITARIOS POSTCOSECHA PARA PLÁTANO

## I. INTRODUCCIÓN

Entre las patologías de origen fúngico más importantes que afectan al plátano en Canarias destacan el mal de Panamá o marchitez por *Fusarium*, que ataca gravemente a la planta en la etapa de cultivo, y la pudrición de la corona o *crown rot*, que daña principalmente el tejido de la corona de los frutos en la etapa de postcosecha.

Para evitar pérdidas económicas, los plátanos suelen recibir, antes del empaque, un tratamiento fungicida con el fin de evitar la pudrición de corona durante la cadena de comercialización. Además, deben ser transportados a temperaturas de 12-13°C, para retardar la maduración de la fruta e impedir la germinación de las esporas fúngicas y el crecimiento de los hongos patógenos, y así reducir la incidencia y severidad de la enfermedad.

Los tratamientos rutinarios y sistemáticos con fungicidas siguen siendo en la actualidad los métodos más eficaces para el control de la pudrición de corona. Esta estrategia se puso en marcha a finales de los años 60, cuando se descubrieron los primeros fungicidas sistémicos derivados de los benzimidazoles, entre los que se encontraba el **tiabendazol**. Esta clase de fungicidas actúan inhibiendo la síntesis de la tubulina, proteína esencial que forma parte de la estructura celular del hongo. Posteriormente, en los años 90, se introdujeron otros fungicidas del grupo de los imidazoles, inhibidores de la biosíntesis del ergosterol, como el **imazalil**, sustancias que actúan también sobre un componente fundamental de la membrana celular de los hongos.

En Canarias, a diferencia de otras regiones productoras de plátano que cuentan con un mayor número de materias activas frente al *crown rot*, hasta el año pasado solo se disponía de dos fungicidas autorizados, los ya citados **tiabendazol**, en el grupo de los benzimidazoles, y el **imazalil**, dentro del grupo de los imidazoles. Pero en la práctica se empleaba casi exclusivamente el **imazalil**, ya que el **tiabendazol** presenta mayores problemas para su mezcla con el agua.

Por tanto, la materia activa de referencia en el control de pudrición de corona ha sido durante más de 15 años el **imazalil**. Sin embargo, el Reglamento 2019/1582 de la Comisión de 25 de septiembre de 2019 estableció la reducción de los límites máximos de residuos (LMR) para esta materia activa a 0,01 ppm (límite de cuantificación analítica) a partir del 16 de abril de 2020, lo que en la práctica ha imposibilitado su uso.

Tras las restricciones impuestas al **imazalil**, y al no ser posible garantizar niveles de residuos inferiores o iguales a 0,01 ppm en los plátanos tratados con esta sustancia activa, ha sido necesario manejar otras materias ya autorizadas para el tratamiento postcosecha del cultivo -el **tiabendazol**-, o solicitar nuevas autorizaciones -el **azoxistrobin** y el **miclobutanil**-.

La sustancia activa **miclobutanil** forma parte también de los fungicidas inhibidores del ergosterol, como el **imazalil**, pero pertenece a un grupo químico diferente, el de los triazoles. Sin embargo, el **azoxistrobin** está incluido en la familia de las estrobilurinas, que es uno de los grupos más recientes de fungicidas. Las estrobilurinas son compuestos relacionados con un metabolito secundario del hongo *Strobilurus tenacellus*, y actúan inhibiendo la respiración celular en un punto determinado (complejo del citocromo bc<sub>1</sub>).

Los productos comerciales con registro fitosanitario para las sustancias activas indicadas son, respectivamente Tecto 500 SC y Textar 60T para el **tiabendazol**, Ortiva PC para el **azoxistrobin**, y Systhane 25 para el **miclobutanil**. Por estas razones, se hace necesario determinar las curvas de disipación o degradación de estas sustancias activas en los productos comerciales actualmente registrados.

## 2. OBJETIVOS

Determinar las curvas de disipación de las sustancias activas **azoxistrobin**, **miclobutanil** y **tiabendazol** en aplicaciones postcosecha en plátano.

## 3. MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo por técnicos del Departamento de Calidad de la O.P.P. COPLACA y del Departamento Técnico de ASPROCAN en el empaquetado de plátanos de la Sociedad Cooperativa Agrícola Tilena, durante el mes de junio del 2020, con la colaboración del Laboratorio de Postcosecha y Tecnología de los Alimentos del ICIA (Instituto Canario de Investigaciones Agrarias), en la fase de diseño y asesoramiento, y del Laboratorio de Residuos Fitosanitarios de Canarias del ITC (Instituto Tecnológico de Canarias) en la realización de los análisis de residuos, entidades ambas pertenecientes al Gobierno de Canarias.



Los racimos escogidos para el estudio, procedentes de un único agricultor y mismo sitio de producción, se sometieron al proceso habitual en el empaquetado. Se seleccionaron las manos centrales (5-6 manos por piña), por ser las más homogéneas en tamaño y forma dentro del racimo (Figura 1).

Estas manos, una vez extraídas del racimo, recibieron el procedimiento usual de limpieza con agua recirculada, aplicada mediante duchas a presión (Figura 2).

Figura 1. Selección de racimos y manos para el estudio.



Figura 2. Lavado de manos.

### 3.2. APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se evaluaron 4 productos fitosanitarios comerciales de síntesis química con acción fungicida, y un testigo o control, consistente en manos tratadas únicamente con agua del tanque de lavado (Tabla 1).

NOMBRE COMERCIAL	MATERIA ACTIVA	DOSIS DE USO	FORMULADO	GRUPO QUÍMICO	MODO DE ACCIÓN
Ortiva PC	Azoxistrobin 25%	0,12% (1,2 cc/l)	Suspensión concentrada	Metoxi-acrilatos (FRAC 11, C3)	Inhibición de la respiración mitocondrial
Systhane 25	Miclobutanil 2,5%	0,3% (3 cc/l)	Emulsión aceite en agua	Triazoles (FRAC 3, G1)	Inhibición de la síntesis de esterol en las membranas
Tecto 500 SC	Tiabendazol 50%	0,09% (0,9 cc/l)	Suspensión concentrada	Benzimidazoles (FRAC 1, B1)	Inhibición de proteínas motoras y del citoesqueleto
Textar 60T	Tiabendazol 60%	0,075% (0,75 cc/l)	Suspensión concentrada	Benzimidazoles (FRAC 1, B1)	Inhibición de proteínas motoras y del citoesqueleto
Control	-	-	-	-	-

Tabla 1. Productos fitosanitarios utilizados en el estudio.



Figura 3. Palés de plátanos tratados en cámara de conservación.

La aplicación de los tratamientos se realizó por inmersión de las manos de plátanos, durante 30 segundos, en cubas que contenían 20 litros del caldo fungicida, preparado con la dosis correspondiente a cada producto. Las manos del tratamiento control sólo fueron lavadas con el mismo agua de lavado que el resto de los plátanos del estudio.

Después de la aplicación de cada uno de los tratamientos, las manos tratadas se introdujeron en cajas debidamente etiquetadas en las que se indicaba el producto utilizado y el número de repetición. Las cajas se colocaron en palés y se almacenaron en cámara de conservación-maduración, para simular las condiciones de transporte (Figura 3).

### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio se realizó con un único factor experimental, el tipo de tratamiento, utilizándose en todos los casos bolsas de polietileno de baja densidad perforado para acondicionar la fruta una vez tratada con los productos fitosanitarios, o sin tratar en el caso del control. Se tomó como unidad experimental la caja, que estuvo confeccionada con 5 manos (Figura 4).

Se prepararon en total 17 cajas, 4 por cada uno de los 4 tratamientos fitosanitarios y una caja correspondiente al control. 2 cajas por cada tratamiento sirvieron para obtener la curva de disipación en un ciclo denominado corto, y otras 2 por tratamiento para obtener la curva de disipación en un ciclo denominado largo.



Figura 4. Caja de plátanos con 5 manos (unidad experimental).

### 3.3.1. SIMULACIÓN DEL PROCESO DE TRANSPORTE, MADURACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VENTA

Para determinar las curvas de disipación se establecieron dos ciclos de diferente duración, uno corto y otro largo, con la finalidad de simular los tiempos transcurridos desde la aplicación del fungicida en el empaquetado a los plátanos, hasta la puesta en venta de los mismos en los mercados de destino, correspondiendo el ciclo corto a la distribución en el mercado nacional, y el ciclo largo a la distribución en un posible mercado europeo, más lejano.

#### **CICLO CORTO: simulación del proceso que experimentan los plátanos destinados a la comercialización en mercados nacionales (16 días)**

##### **1. Simulación de la etapa de transporte (5 días):**

- a. Descenso desde temperatura ambiente (21 °C) a temperatura de 15 °C y humedad relativa (HR) en el interior de la bolsa entre 90-95% (1 día)
- b. Mantenimiento de temperatura ideal de transporte (12 °C) y HR > 95% (4 días)

##### **2. Etapa de Maduración (3 días):**

- a. Aumento de la temperatura hasta 18 °C en pulpa y HR > 95% previo a la incorporación de etileno (1,5 días)
- b. Incorporación de etileno (300 ppm), a partir de Azethyl 3,9% p/p de riqueza de etileno y mantenimiento del gas en las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa, según protocolo de maduración (1,5 días).
- c. Extracción del gas etileno tras 36 horas de contacto con la fruta.

### 3. Etapa de conservación posterior a maduración (5 días):

- a. Mantenimiento de la fruta a temperatura de 20 °C y HR >95% en el interior de la bolsa (1 día).
- b. Descenso posterior de temperatura hasta 12 °C y HR>95% con la finalidad de obtener gradualmente la madurez y coloración correspondiente al punto de consumo: color 5-6 según escala (4 días).

### 4. Simulación de las condiciones ambientales en punto de venta (3 días)

- a. Aumento gradual de la temperatura hasta 24 °C y HR>95% para llegar al grado 7 en la escala de coloración (3 días) (Figuras 5 y 6).



Figura 5. Plátanos en color 7 según escala.

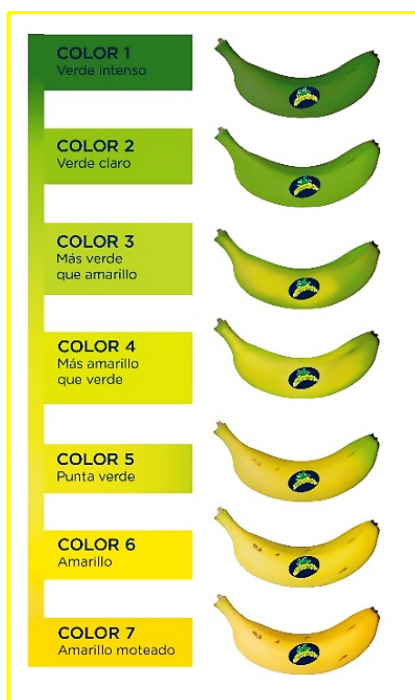


Figura 6. Escala de maduración de plátanos.

**CICLO LARGO: simulación del proceso que podrían experimentar los plátanos destinados a la comercialización en un hipotético mercado europeo (22 días)**

- 1. Simulación de la etapa de transporte (12 días):**
  - a. Descenso desde temperatura ambiente (21 °C) a temperatura de 15 °C y una HR en el interior de la bolsa entre 90-95% (1 día).
  - b. Mantenimiento de temperatura ideal de transporte (12 °C) y HR>95% (11 días).
- 2. Etapa de Maduración (3 días):**
  - a. Aumento de la temperatura hasta conseguir 18 °C en pulpa y HR>95% previo a la incorporación de etileno (1,5 días).
  - b. Incorporación de etileno y mantenimiento del gas en las condiciones ambientales indicadas, según protocolo de maduración. Se produjo un pico puntual de temperatura hasta los 25 °C de algunas horas de duración, que fue corregido, no afectando a la evolución posterior de la fruta madurada (1,5 días).
  - c. Extracción del gas etileno tras 36 horas de contacto con los plátanos.
- 3. Etapa de conservación posterior a maduración (5 días):**
  - a. Mantenimiento de la fruta a temperatura de 20 °C y HR 95% en el interior de la bolsa (1 día).
  - b. Descenso posterior de temperatura hasta 12 °C y HR>95% con la finalidad de obtener gradualmente la madurez y coloración correspondiente al punto de consumo (color 5-6 según escala) (4 días).
- 4. Simulación de las condiciones ambientales en punto de venta (2 días)**
  - a. Aumento gradual de la temperatura hasta 20 °C y HR>95% para llegar al grado 7 en la escala de color. Se consideró el último día reducir la temperatura durante 12 horas a 12 °C con la finalidad de mantener los plátanos en estado 7 hasta tomar las muestras destinadas al análisis de residuos (2 días).

Todos los procesos indicados (simulación del transporte, maduración y conservación posterior) se realizaron en las cámaras de maduración-conservación de plátanos y otras frutas de la Sociedad Cooperativa Agrícola Tilena, ubicadas en San Miguel, isla de Tenerife.

Para cada ciclo descrito, los datos de temperatura y humedad relativa quedaron recogidos cada hora mediante registradores HOBO ProV2 (Figura 7).

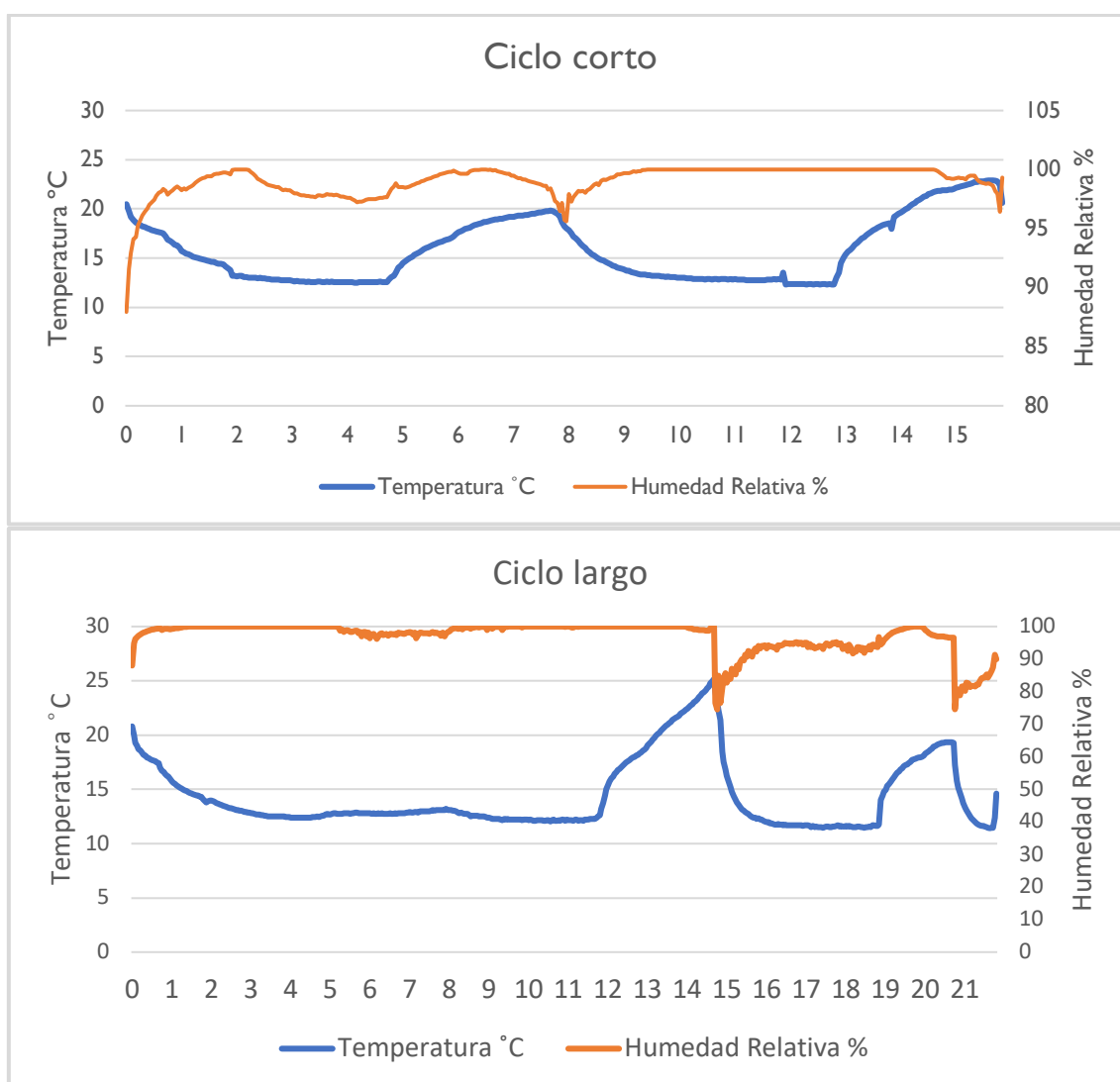


Figura 7. Registros de temperatura y humedad relativa en los ciclos corto y largo.

### 3.5. MUESTREO

Para obtener muestras lo más representativas posibles se tomaron 10 dedos, uno de cada una de las 5 manos de las dos cajas que se prepararon con el mismo tratamiento, y para cada uno de los ciclos. La cronología del muestreo fue la siguiente:

#### MUESTREO EN EL CICLO CORTO

- **A los 0 días (T0)**
  - Testigo sin tratar.
  - Muestras justo después de los tratamientos.
- **A los 2 días (T2)**
- **A los 5 días (T5)** → fin de la fase de simulación de transporte.
- **A los 8 días (T8)** → fin del ciclo de maduración.
- **A los 12 días (T12)**
- **A los 14 días (T14)** (por separado piel y pulpa).
- **A los 16 días (T16)** (por separado piel y pulpa).

## MUESTREO EN EL CICLO LARGO:

- **A los 0 días (T0)**
  - Testigo sin tratar.
  - Muestra después del tratamiento.
- **A los 2 días (T2)**
- **A los 5 días (T5)** → fin de la fase de simulación de transporte.
- **A los 8 días (T8)** → fin del ciclo de maduración.
- **A los 12 días (T12)**
- **A los 15 días (T15)**
- **A los 19 días (T19)** (por separado piel y pulpa).
- **A los 22 días (T22)** (por separado piel y pulpa).

Las muestras recogidas se embolsaron, etiquetaron y conservaron en congelador a -20 °C, en las propias instalaciones de la Sociedad Cooperativa Tilena (Figura 8).



Figura 8. Muestras recogidas y conservación en congelador.

Finalizado el estudio, las muestras se enviaron al Laboratorio de Residuos de Productos Fitosanitarios de Canarias perteneciente al ITC, situado en la isla de Gran Canaria, integrando todas las muestras un mismo lote o serie analítica. Posteriormente, se terminaron de descongelar las muestras, se trituraron y homogeneizaron y se procedió a continuación a la extracción de residuos y su determinación analítica.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de residuos para las distintas sustancias activas (expresados en mg de sustancia activa fungicida / kg de plátano), respecto de los días transcurridos tras la aplicación del tratamiento (momento del muestreo) se recogen en las siguientes gráficas.

Los datos representados incluyen el ajuste a una cinética de desaparición de primer orden (exponencial decreciente):

$$y = y_0^{\exp(kt)} \rightarrow y = y_0 * e^{-Kt}$$

- **y**: concentración de residuo en el tiempo t después del tratamiento.
- **y<sub>0</sub>**: concentración inicial de residuo justo después del tratamiento.
- **K**: constante de disipación.
- **t**: tiempo transcurrido después del tratamiento (días).

### Azoxistrobin (Ortiva PC): ciclo corto

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las muestras tratadas con el producto fitosanitario Ortiva PC (sustancia activa **azoxistrobin**) correspondientes a un ciclo corto (Figura 9).

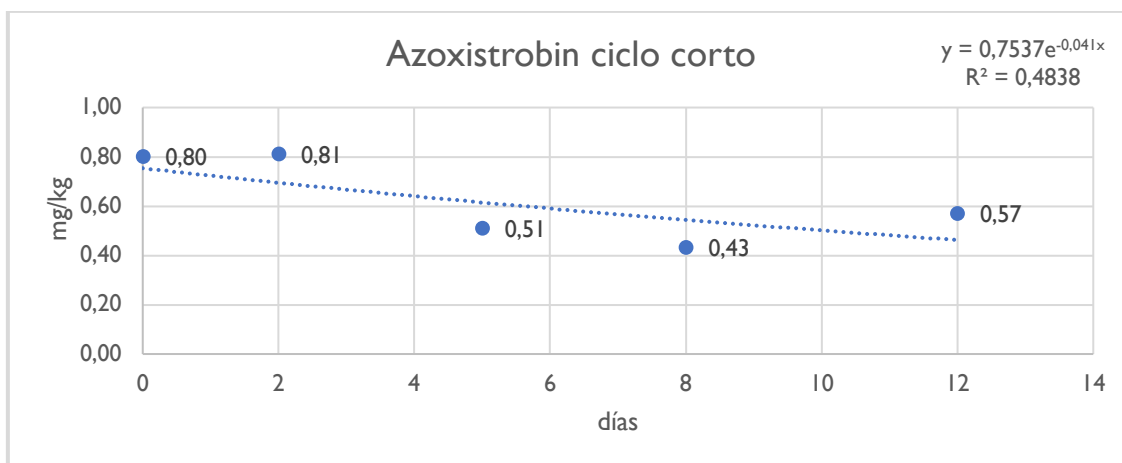


Figura 9. Curva de disipación del azoxistrobin (Ortiva PC) ciclo corto.

Tras la aplicación del producto ( $t=0$ ) los niveles de residuos analizados suponen un 40% del LMR establecido en la UE para esta sustancia activa (2 mg/kg), mientras que a los 12 días la reducción es del 29% respecto al valor inicial, estimándose un DT50 de 16,9 días.

### Azoxistrobin (Ortiva PC): ciclo largo

La Figura 10 muestra los resultados obtenidos para las muestras tratadas con Ortiva PC correspondientes a un ciclo largo.

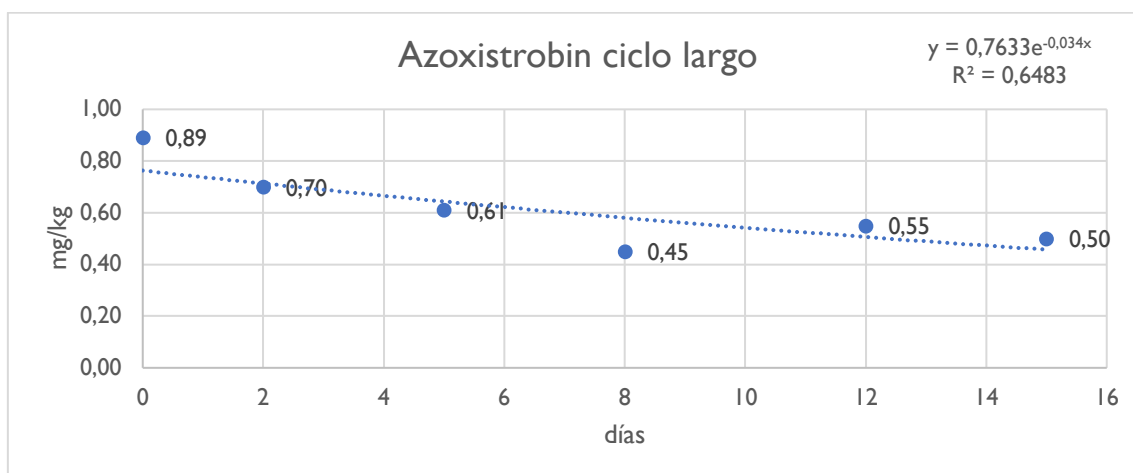


Figura 10. Curva de disipación del azoxistrobin (Ortiva PC) ciclo largo.

Tras la aplicación del producto ( $t=0$ ) los niveles de residuos analizados suponen un 45% del LMR establecido para esta sustancia activa, mientras que a los 15 días la reducción es de un 44% respecto al valor inicial, estimándose un DT50 de 20,4 días.

### Miclobutanil (Systhane 25): ciclo corto

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las muestras tratadas con el producto fitosanitario Systhane 25 (sustancia activa **miclobutanil**) correspondientes a un ciclo corto (Figura 11).

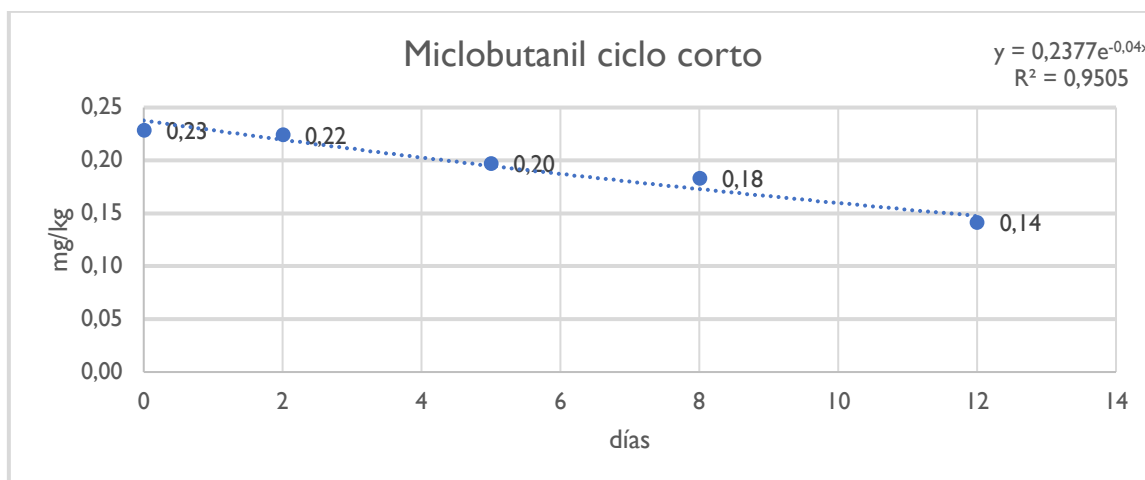


Figura 11. Curva de disipación del miclobutanil (Systhane 25) ciclo corto.

Tras la aplicación del producto ( $t=0$ ) los niveles de residuos analizados suponen un 11% del LMR establecido en la UE para esta sustancia activa (2 mg/kg), mientras que a los 12 días la reducción es del 38% respecto al valor inicial, estimándose un DT50 de 17,3 días.

### Miclobutanil (Systhane 25): ciclo largo

La figura 12 muestra los resultados obtenidos para las muestras tratadas con Systhane 25 correspondientes a un ciclo largo.

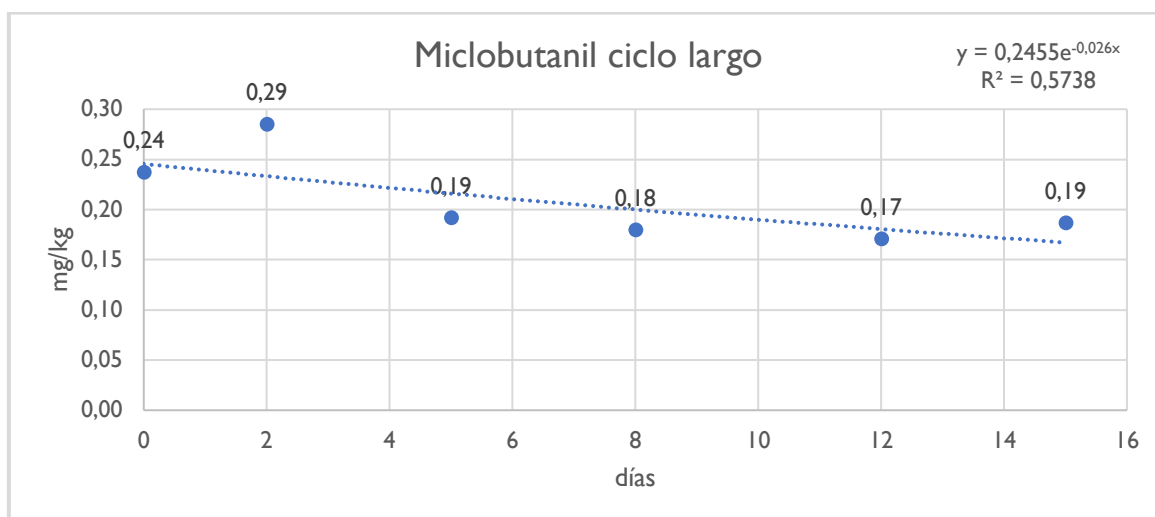


Figura 12. Curva de disipación del miclobutanil (Systhane 25) ciclo largo.

Tras la aplicación del producto ( $t=0$ ) los niveles de residuos analizados suponen un 12% del LMR establecido para esta sustancia activa, mientras que a los 15 días la reducción es del 21% respecto al valor inicial, estimándose un DT50 de 26,7 días.

### Tiabendazol (Tecto 500 SC): ciclo corto

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las muestras tratadas con el producto fitosanitario Tecto 50 SC (sustancia activa **tiabendazol**) correspondientes a un ciclo corto (Figura 13).

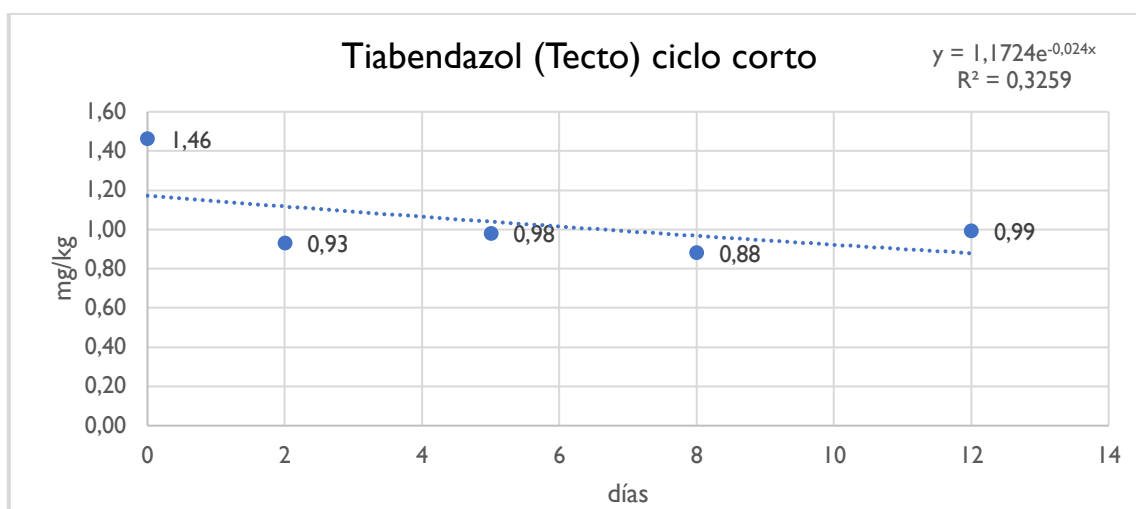


Figura 13. Curva de disipación del tiabendazol (Tecto 50SC) ciclo corto.

Tras la aplicación del producto ( $t=0$ ) los niveles de residuos analizados suponen un 24% del LMR establecido en la UE para esta sustancia activa (6 mg/kg), mientras que a los 12 días la reducción es del 32% respecto al valor inicial, estimándose un DT50 de 20,4 días.

### Tiabendazol (Tecto 500 SC): ciclo largo

La figura 14 muestra los resultados obtenidos para las muestras tratadas con Tecto 50 SC correspondientes a un ciclo largo.

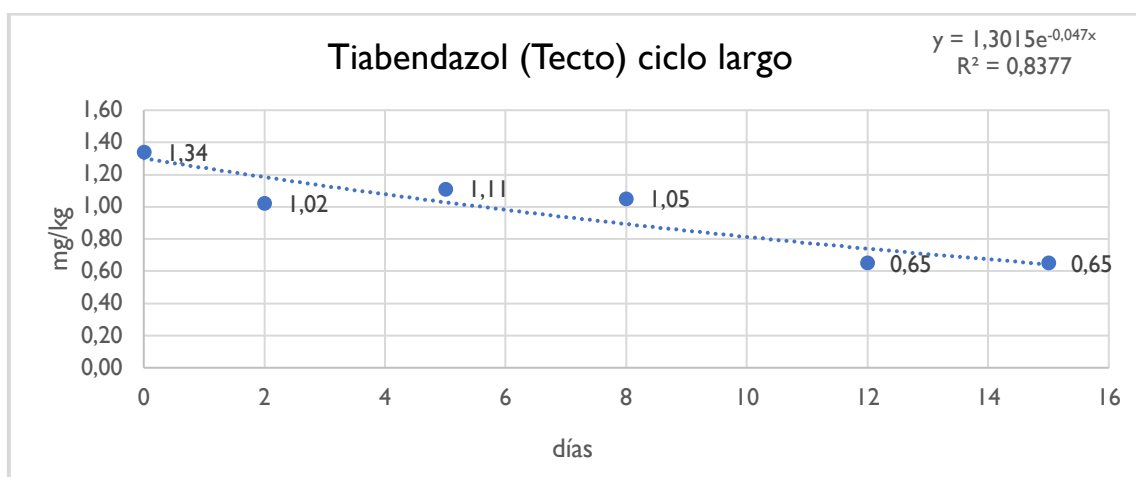


Figura 14. Curva de disipación del tiabendazol (Tecto 50SC) ciclo largo.

Tras la aplicación del producto ( $t=0$ ) los niveles de residuos analizados suponen un 22% del LMR establecido para esta sustancia activa, mientras que a los 15 días la reducción es del 51% respecto al valor inicial, estimándose un DT50 de 14,7 días.

### Tiabendazol (Textar 60T): ciclo corto

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las muestras tratadas con el producto fitosanitario Textar 60T (sustancia activa **tiabendazol**) correspondientes a un ciclo corto (Figura 15).

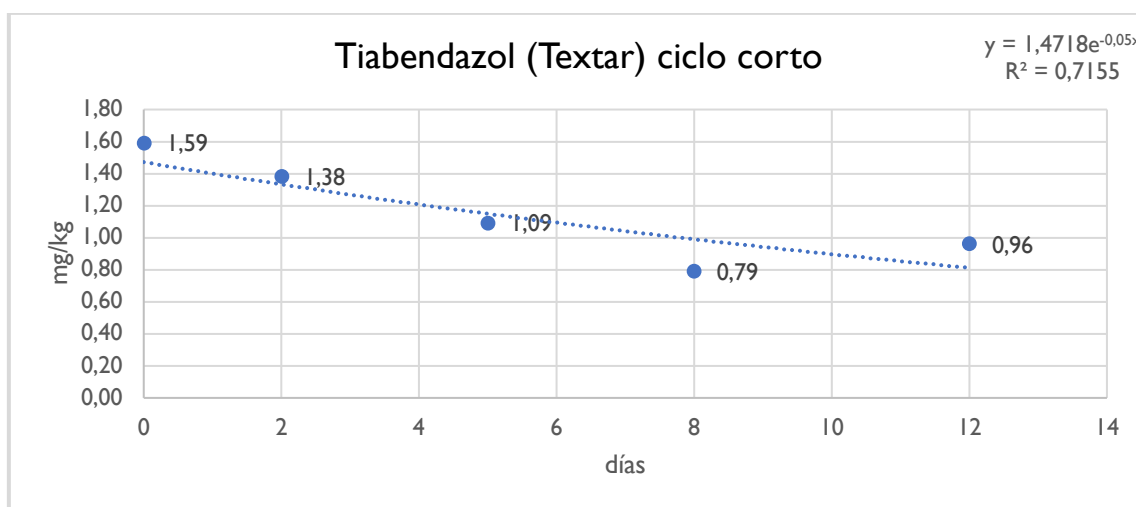


Figura 15. Curva de disipación del tiabendazol (Textar 60T) ciclo corto.

Tras la aplicación del producto ( $t=0$ ) los niveles de residuos analizados suponen un 27% del LMR establecido en la UE para esta sustancia activa (6 mg/kg), mientras que a los 12 días la reducción es del 40% respecto al valor inicial, estimándose un DT50 de 13,9 días.

### Tiabendazol (Textar 60T): ciclo largo

La figura 16 muestra los resultados obtenidos para las muestras tratadas con Textar 60T correspondientes a un ciclo largo.

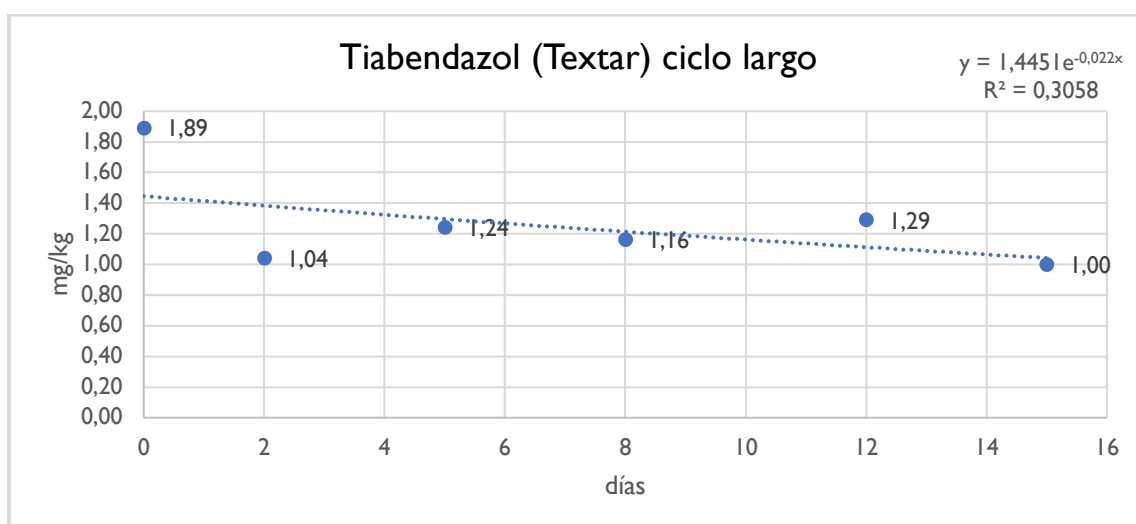


Figura 16. Curva de disipación del tiabendazol (Textar 60T) ciclo largo.

Tras la aplicación del producto ( $t=0$ ) los niveles de residuos analizados suponen un 32% del LMR establecido para esta sustancia activa, mientras que a los 15 días la reducción es del 47% respecto al valor inicial, estimándose un DT50 de 31,5 días.

## Distribución de los residuos de sustancia activa fungicida en plátano maduro

A continuación, se muestran en la Tabla 2 los resultados del análisis de residuos en las muestras de fruta madura, correspondientes a los días 14 y 16 después de los tratamientos en el ciclo corto, y a los días 19 y 22 tras los tratamientos en el ciclo largo. Se incluye una columna con la dosis letal 50 aguda para ratas en mg/kg de peso (DL50) para las distintas sustancias activas como referencia para valorar la toxicidad de éstas.

Los análisis se realizaron tanto en la piel como en la pulpa de los plátanos, una vez alcanzado el punto de consumo, con el fin de determinar si la sustancia activa era capaz de llegar a la pulpa a través de la piel, y en qué proporción. El **residuo en piel** se expresa como **mg de fungicida por kg de piel**, mientras que el **residuo en pulpa** como **mg de fungicida por kg de pulpa**. Por esta razón, las concentraciones de residuos en piel a 14, 16, 19 ó 22 días son superiores a las obtenidas al analizar el plátano completo (piel + pulpa) para determinar las curvas de disipación, dado que, obviamente, el peso de la piel (o la pulpa) por separado son inferiores al peso total del fruto. No obstante, para calcular los porcentajes del residuo en cada parte del fruto es necesario volver a referenciar esos valores al peso total del plátano.

Sustancia activa (producto comercial)	Tiempo tras tratamiento	Residuo en PIEL (mg/kg)	Residuo en PULPA (mg/kg)	% en PIEL	% en PULPA	DL50
Azoxistrobin (Ortiva PC)	ciclo corto (14 días)	1,27	0,006	99,3	0,7	> 5.000
Azoxistrobin (Ortiva PC)	ciclo corto (16 días)	1,51	0,008	99,1	0,9	> 5.000
Azoxistrobin (Ortiva PC)	ciclo largo (19 días)	1,63	0,01	98,9	1,1	> 5.000
Azoxistrobin (Ortiva PC)	ciclo largo (22 días)	1,52	0,01	99	1	> 5.000
Miclobutanil (Systhane 25)	ciclo corto (14 días)	0,37	0,04	85,9	14,1	> 1.800
Miclobutanil (Systhane 25)	ciclo corto (16 días)	0,43	0,06	82,8	17,2	> 1.800
Miclobutanil (Systhane 25)	ciclo largo (19 días)	0,37	0,05	83,9	16,1	> 1.800
Miclobutanil (Systhane 25)	ciclo largo (22 días)	0,41	0,05	83,9	16,1	> 1.800
Tiabendazol (Tecto 500 SC)	ciclo corto (14 días)	2,48	0,13	92,9	7,1	> 2.080
Tiabendazol (Tecto 500 SC)	ciclo corto (16 días)	2,99	0,14	93	7	> 2.080
Tiabendazol (Tecto 500 SC)	ciclo largo (19 días)	2,44	0,11	93,5	6,5	> 2.080
Tiabendazol (Tecto 500 SC)	ciclo largo (22 días)	2,72	0,11	93,9	6,1	> 2.080
Tiabendazol (Textar 60T)	ciclo corto (14 días)	4,27	0,16	95	5	> 2.080
Tiabendazol (Textar 60T)	ciclo corto (16 días)	3,16	0,17	92,3	7,7	> 2.080
Tiabendazol (Textar 60T)	ciclo largo (19 días)	3,39	0,15	93,8	6,2	> 2.080
Tiabendazol (Textar 60T)	ciclo largo (22 días)	3,94	0,16	93,8	6,2	> 2.080

Tabla 2. Concentración de azoxistrobin, miclobutanil y tiabendazol en piel y pulpa en punto de consumo.

## 5. CONCLUSIONES

En la aplicación realizada con el producto comercial Ortiva PC, cuya sustancia activa es **azoxistrobin**, el 99% del residuo se mantuvo en la piel del plátano después de 22 días del tratamiento, pasando el 1% restante a la pulpa. Los análisis de la fruta en punto de consumo reflejaron un residuo máximo del 45% del LMR justo después de aplicar el tratamiento (0,89 ppm), y un residuo máximo del 29% del LMR (0,57 ppm) a los 12 días de la aplicación (ciclo corto).

En el tratamiento realizado con el producto comercial Systhane 25, cuya sustancia activa es **miclobutanil**, el 84% del residuo se mantuvo en la piel después de 22 días tras el tratamiento, y un 16% pasó a la pulpa. Los análisis de la fruta en punto de consumo indicaron un residuo máximo del 12% del LMR (0,24 ppm) justo después de la aplicación del producto, y un residuo máximo aproximado del 10% del LMR a los 15 días de la aplicación (ciclo largo).

En la aplicación realizada con Tecto 500 SC cuya sustancia activa es **tiabendazol 50%**, casi el 94% del residuo permaneció en la piel después de 22 días, y algo más de un 6% en la pulpa, presentando un residuo máximo del 24% del LMR (1,46 ppm) justo después de aplicar el tratamiento y un residuo máximo del 17% del LMR (0,99 ppm) 12 días después de la aplicación, en el punto de consumo.

En el tratamiento efectuado con Textar 60T cuya sustancia activa es **tiabendazol 60%**, casi el 94% del residuo permaneció en la piel después de 22 días, y algo más de un 6% en la pulpa, presentando un residuo máximo del 32% del LMR (1,89 ppm) justo después de aplicar el tratamiento y un residuo máximo del 17% del LMR (1 ppm) 15 días después de la aplicación, en el punto de consumo.

Es de destacar que ninguno de los productos fitosanitarios estudiados presentó residuos de la sustancia activa superiores al LMR oficial establecido por la UE ni siquiera justo después de su aplicación ( $t=0$ ), pudiendo considerarse los plátanos tratados aptos para su consumo.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Queremos destacar y agradecer la ayuda y colaboración que todo el personal de la Sociedad Cooperativa Agrícola Tilena nos prestó durante el desarrollo de este estudio.

## 7. AUTORES

**María Gloria Lobo Rodrigo.** Responsable del Laboratorio de Postcosecha y Tecnología de los Alimentos del ICIA.

**Manuel Duque Yanes.** Técnico del departamento de Calidad de COPLACA O.P.P.

**Fco. Javier Fernández Rojas.** Técnico del departamento de Calidad de COPLACA O.P.P.

**Ricardo Díaz Díaz.** Jefe del área de Análisis Ambiental del ITC.

**María Esther Domínguez Palarea.** Responsable del Departamento técnico de ASPROCAN.



Versión 2.0

Se autoriza a su reproducción mencionando a sus autores.

*La realización de este trabajo ha sido posible gracias al proyecto MAC2/1.1B/310 FRUTTMAC cofinanciado por el FEDER en el marco del Programa INTERREG V-A MAC 2014-2020.*