

Primeras Jornadas de Transferencia I+D+i para una producción sostenible del plátano en las RUPs



Primeras Jornadas de Transferencia I+D+i para una producción sostenible del plátano en las RUPs

Socios de BIOMUSA:



www.biomusa.net



PROGRAMA
MAC 2007 - 2013
Cooperación Transnacional



BIOMUSA

EDITA

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias ICIA. Valle Guerra, La Laguna

COORDINACIÓN EDITORIAL

Juan Cabrera Cabrera

RECOPIACIÓN

Jesús María Cabrera Romero

MAQUETACIÓN E IMPRESIÓN

Gráficas Sabater

DEPÓSITO LEGAL TF-1214/2011

ISBN 978-84-606-5403-2

Primeras Jornadas de Transferencia I+D+i para una producción sostenible del plátano en las RUPs

Tenerife, Islas Canarias. España
18, 19 y 20 de octubre de 2010



Gobierno de Canarias
Instituto Canario
de Investigaciones Agrarias



Índice

RELACIÓN DE PONENCIAS DE LAS <i>PRIMERAS JORNADAS DE TRANSFERENCIA DE I+D+i PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DEL PLÁTANO EN LAS RUPS</i>	7
--	---

PRESENTACIÓN	9
--------------------	---

ARTÍCULOS RECOGIDOS EN ESTA PUBLICACIÓN



Situação actual da banana na Região Autónoma dos Açores Menezes, F. S. y Carvalho, M. C.	11
---	----



Situación actual de la producción y mercado mundial del plátano con especial referencia a las producciones subtropicales Víctor Galán Saúco	13
---	----



Los microorganismos benéficos del suelo como biodindicadores de fertilidad M ^a del Carmen Jaizme Vega y Ana Sue Rodríguez Romero	21
---	----



Aprovechamiento del subproducto de la platanera en la alimentación animal Sergio Álvarez	29
--	----



Produção de banana em Modo de Produção Biológico na Região Autónoma da Madeira Alcino da Silva e José Guerreiro	39
---	----



Debilidades y fortalezas del cultivo ecológico de la platanera en Canarias Carlos Nogueroles	45
--	----



Industrialización del plátano: una oportunidad para aumentar el valor añadido del cultivo y para el aprovechamiento de residuos
Mónica González y M. Gloria Lobo 49



Maduración artificial: Una herramienta clave en la vida comercial del plátano
M. Gloria Lobo, Antonio Marrero y Mónica González 61



Ensaio de testagem de diferentes atractivos na captura de caracóis, lesmas (Molusca: Pulmonata) e gorgulho (Coleoptera: Dryophthoridae), nos bananais da Ilha Terceira, Açores Lopes; D. J. Horta; Cabrera, R.; Azevedo, J.; Pimentel, R. M. S.; Santos, A.; Ventura, L. F. M. B.; Filipe, M.; Ornelas, M. L. & Mexia, A. M. M. 71



Trampeo masivo del picudo de la platanera y relación de daños en el cultivo
Luis Miguel González de Chaves Martín, Aurelio Carnero Hernández, Ángeles Padilla Cubas 81



Control biológico de la Lagarta de la Platanera, Chrysodeixis Chalcites (Esper, 1789), en Canarias
Modesto del Pino, Aurelio Carnero, Estrella Hernández 95



Tratamientos alternativos a la utilización de fungicidas sintéticos para el control de la podredumbre de corona del plátano
Mónica González, Antonio Marrero, Julio Hernández y M. Gloria Lobo 99

CONCLUSIONES DE LAS JORNADAS 113

AGRADECIMIENTOS 113

Relación de ponencias de las *Primeras Jornadas de Transferencia de I+D+i para una producción sostenible del plátano en las RUPs*

Presentación del proyecto BIOMUSA (MAC) *Juan Cabrera Cabrera (ICIA).*

Presentación del proyecto "Plan Banane Durable" (Martinica y Guadalupe) *Sébastien Zanoletti (UGPBAN)/ (CIRAD).*

PRIMERA SESIÓN

El cultivo de la platanera en las RUPs

"Situação actual na produção de banana na Região Autónoma da Madeira", *Luis N. Ribeiro y Alexandra Mª Antunes Azevedo (DRADR).*

"Situação actual na produção de banana na Região Autónoma da Azores", *Fernando Sieuve De Menezes (FRUTER).*

"Situación actual de la producción en Canarias". *(ASPROCAN)*

SEGUNDA SESIÓN

Mercados. Interés social, económico y medioambiental de la producción de plátanos en las RUPs

"Situación actual de la producción y mercado mundial del plátano con especial referencia a las producciones subtropicales" *Víctor Galán Saúco. ICIA.*

"Organización comercial en Martinica y Guadalupe". *Remy Pigou (UGPBAN)*

"Comercialização da banana da Madeira". *Luís N. Ribeiro (DRADR)*

"Interés en la diferenciación del plátano en los mercados, IGP" *Aguasanta Navarrete García (ICCA)*

TERCERA SESIÓN

Manejo sostenible de la industria platanera en las RUPs.

"Los microorganismos como bioindicadores de la calidad y salud del suelo. Proyectos en marcha". *M.C. Jaizme-Vega (ICIA) y A. S. Rodríguez Romero (INCA)*

"Hongos endófitos en platanera" *Raimundo Cabrera Pérez (ULL)*

"Experiencia de compostaje de baja dedicación (CBD) con restos de empaquetado de plátanos". *Tomas Alcoverro Pedrola. (ICIA)*

"Aprovechamiento de subproductos de la platanera para la alimentación animal". *Sergio Álvarez (ICIA)*

"Dinamización institucional y social para el suministro de materia orgánica de origen local". *Alexis Sicilia (ORGANIX)*

"Cultivo de banana em Modo de Produção Biológico na Região Autónoma da Madeira". *José Guerreiro. (DRADR)*

"Oportunidades y debilidades del cultivo ecológico de la platanera en Canarias", *Carlos Nogueroles Andreu (Proyectos Agroecológicos SL)*

"Industrialización del plátano: una oportunidad para aumentar el valor añadido del cultivo y para el aprovechamiento de residuos" *Mónica González González y M. Gloria Lobo Rodrigo (ICIA)*

"Maduración artificial: Una herramienta clave en la vida comercial del plátano" *Gloria Lobo, Antonio Marrero, Mónica González. (ICIA)*

"Comercialización de productos alternativos para la fertilización y la protección de los cultivos". *Michel Guillon (IBMA)*

CUARTA SESIÓN

Control de plagas y enfermedades. Reducción del uso de pesticidas de síntesis y métodos alternativos de control.

“Control de picudo con trampas de feromonas: experiencias en Canarias”. Raimundo Cabrera Pérez, ULL

“Ensaio de testagem de diferentes atractivos na captura de caracóis e gorgulho-da-bananeira nos bananais da Ilha Terceira, Açores.” David João Horta Lopes (UA)

“Controlo do gorgulho da bananeira(Cosmopolites sordidus) en Madeira” Bruno Silveira (DRADR).

“Origen y distribución del picudo en Canarias” Aurelio Carnero y Angeles Padilla (ICIA)

“Trampeo masivo y relación de daños del picudo” Aurelio Carnero y Angeles Padilla (ICIA).

“Uso de entomopatógenos para control de picudo en Canarias” Aurelio Carnero y Angeles Padilla (ICIA)

“Ensayos sobre picudo en fase de ejecución en el proyecto Biomusa”. Aurelio Carnero y Angeles Padilla (ICIA)

“Experiencias en el desarrollo de un programa de control biológico de plagas de platanera”. Estrella Hernández y Aurelio Carnero (ICIA)

“Control biológico clásico de las moscas blancas espirales Aleurodicus dispersus Russell y Aleurodicus floccissimus Martin et al. (Hemiptera: Aleyrodidae)”, Estrella Hernández y Aurelio Carnero (ICIA)

“Búsqueda de enemigos naturales de la cochinilla algodonosa Dysmicoccus grassii Leonardi (Hemiptera: pseudococcidae)” Estrella Hernández y Aurelio Carnero (ICIA)

“Control biológico de la lagarta de la platanera Chrysodeixis chalcites Esper (Lepidoptera: Noctuidae).” Modesto del Pino (ICIA)

“Tratamientos alternativos a la utilización de fungicidas en la postcosecha del plátano”, Mónica González, Antonio Marrero, Julio Hernández¹ y M. Gloria Lobo (ICIA)

QUINTA SESIÓN

Legislación Comunitaria, Nacional y Regional.

“Nueva reglamentación que afecta a la autorización de productos fitosanitarios” Maria Concepción Pastor García (MARM)

“Política de Condicionalidad y BPAs”. Agustín Perez Buenafuente y M^a Beatriz Díaz Hernández (Gestión del Medio Rural y Punto de Información Europea EUROPE DIRECT de Canarias).

“Producciones certificadas: Protocolos de calidad y seguridad alimentaria” Francisco Monteagut González (AGROCOLOR)

“Producción Integrada y ecológica”. Carmelo Alexis Sanchez Caballero, (ICCA)

Presentación

El cultivo de la platanera en los archipiélagos de las RUPs-MAC, supone un activo económico, medioambiental y social de máxima importancia para el **desarrollo sostenible** de estas regiones, donde los procesos urbanísticos y el turismo compiten por los limitados recursos naturales de estas islas, como el suelo y el agua.

Los productores de plátanos europeos, los cuales desarrollan una importante labor como **gestores del medio ambiente**, deben adaptar sus sistemas de producción de cara a poder cumplir con las nuevas normativas de la CE en este campo. Ello implica un esfuerzo en **proyectos de I+D+i** entre el sector y los centros de investigación que posibiliten la innovación y una inmediata transferencia de resultados. Asimismo es necesario incrementar la **cooperación entre las distintas regiones** productoras de plátanos, para facilitar el desarrollo de dichos proyectos, contribuyendo a que los productores estén en condiciones de poder ofrecer una **fruta de alta calidad** - producida bajo estándares ambientales y sociales europeos- y con una máxima **trazabilidad**.

El ICIA, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias y la Asociación de Productores de Plátanos de Canarias, ASPROCAN, conscientes de esta realidad, junto a investigadores de la Universidad de Azores, Universidad de La Laguna y la Dirección Regional de Agricultura y Desarrollo Rural de Madeira, presentan el proyecto BIOMUSA a la primera convocatoria del Programa de Cooperación Transnacional **MAC 2007-1013 Madeira-Açores- Canarias**. Dicho programa tiene entre sus objetivos:

- Promover y facilitar los procesos de transferencia tecnológica y científica entre los centros de investigación de las regiones participantes.
- Mejorar la situación competitiva del tejido socioeconómico de las regiones mediante la puesta en marcha de proyectos innovadores de base tecnológica.

En mayo del 2009 es aprobado el proyecto de Cooperación Transnacional: "Transferencia de I+D+i para el desarrollo sostenible del cultivo del plátano en las RUPs MAC". BIOMUSA. MAC/I/C054, el cual tiene entre sus principales objetivos:

- **Contribución al mantenimiento del paisaje y la biodiversidad** de las RUPs, con una actividad agraria respetuosa con el medio ambiente, económica y socialmente sostenible
- **Valorización económica y medioambiental de las explotaciones plataneras**, que permita mantener y desarrollar este sector de gran importancia económica y social, resaltando el valor añadido que dichas explotaciones suponen para estas regiones
- **Apoyo a la implantación de sistemas de producción sostenible** del plátano en las RUPs-MAC (Producción Integrada, Producción Ecológica,...), y a las líneas de trabajo, **proyectos I+D+i**, que contribuyan a cumplir este objetivo
- **Incentivar las producciones certificadas de banano** en las RUPs, ofreciendo a los consumidores de la UE un producto de **alta calidad** y con una trazabilidad garantizada.

Para alcanzar dichos objetivos se plantean distintas actividades encuadradas dentro de:

- BIOMUSA-NET

Plataforma de Cooperación e intercambio Tecnológico abierta a todos los agentes implicados en el proyecto (Investigación, Administración y Productores de las distintas regiones). Organizando y facilitando la creación de grupos de trabajo y el encuentro entre estos

- BIOMUSA- I+D+i

Apoyo a la ejecución y elaboración de proyectos I+D+i, que contribuyan a los objetivos del proyecto, así como a la difusión de sus resultados.

- BIOMUSA-DEMO

Red de Explotaciones Demostrativas, estratégicamente situadas donde se podrán llevar a cabo proyectos de I+D+i en cultivo sostenible. Siendo a su vez esta explotaciones puntos importantes de transferencia tecnológica.

- BIOMUSA-Web

Portal en Internet para la **difusión de los Sistemas de Producción Sostenible de Platanera** (Integrada, Ecológica,...), así como de todo aquello que contribuya a su desarrollo e implantación en las MAC-RUPs.

- BIOMUSA-DIV

Actividades y Jornadas orientadas a la de Divulgación del Proyecto, Objetivos y Resultados.

Una vez puesto en marcha el proyecto y creados distintos grupos de trabajo encargados de ejecutar las actividades programadas, se propuso la celebración de las "Primeras Jornadas de transferencia de I+D+i para una producción sostenible del plátano en las RUPs". Jornadas dirigidas a: productores, técnicos, investigadores y a todas aquellas personas interesadas en el desarrollo sostenible de este importante sector de la agricultura de las distintas regiones involucradas en este proyecto. Dichas Jornadas han supuesto un magnífico foro para el intercambio de ideas y conocimientos.

Este libro recoge parte de las ponencias presentadas, estando disponibles la mayor parte de las presentaciones efectuadas a lo largo de las Jornadas en la página Web del proyecto **www.biomusa.net**.

Juan Cabrera Cabrera
Director del Departamento de Fruticultura Tropical
Técnico Responsable BIOMUSA
Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. ICIA

Situação actual da banana na Região Autónoma dos Açores

Menezes, F. S.¹; Carvalho, M. C.¹;

¹ Associação de Produtores de Frutas, de Produtos Hortícolas e Florícolas da Ilha Terceira - Fruter, Canada Nova, 32, Santa Luzia, Angra do Heroísmo, Açores, TI. (351) 295215075, Fax (351) 295214516, e-mail: frutercoop@mail.telepac.pt

O Arquipélago dos Açores, parte emersa da dorsal média do Atlântico, uma enorme cordilheira submarina na zona de contacto das placas americana, eurasiática e africana, situa-se no nordeste do Oceano Atlântico entre os 36° e os 43° de latitude Norte e os 25° e os 31° de longitude Oeste. O clima dos Açores sofre a influência marítima, com temperaturas amenas que variam desde os 16°C no Inverno aos 26°C no Verão. As temperaturas do mar sofrem influências da Corrente do Golfo, sendo também elas amenas e entre os 14°C e os 22°C em média. O ar é húmido com humidade relativa média de cerca de 75%.

A cultura da bananeira está um pouco difundida pelas nove ilhas dos Açores, sendo nas ilhas de S. Miguel e Terceira onde existe com maior expressão.

No ano de 2006, a área de produção desta cultura era de 374 hectares, com uma produção de 6123 toneladas (Fonte: S.R.E.A, 2006).

A Frutercoop, Cooperativa de Hortofruticultores da Ilha Terceira, possui uma área de 50 hectares, e estima que a área total de produção da Ilha Terceira rondará os 75 a 80 hectares de produção.

A cultura da bananeira no arquipélago dos Açores é feita ao ar livre, com parcelas de pequena dimensão (média de 1000 m² por parcela), e abrigadas do vento com cortinas de abrigo naturais. A cultura no geral é feita sem rega, existindo alguns pomares com rega a título experimental.

Predomina a cultivar do Sub-grupo *Cavendish - Pequena Anã*. Pontualmente tem-se recorrido à importação de clones, como sejam a *Brier* e *Ricassa*.

As pragas mais frequentes dos pomares são o gorgulho da bananeira (*Cosmopolitus sordidus*), trips (*trips sp.*), lesmas e caracóis; estes últimos têm causado muitos estragos nos cachos, principalmente nas épocas de humidades elevadas, perdendo assim o seu valor comercial. A doença mais frequente é o charuto (*Verticillium theobromae*).

A nível da produção, apenas se faz referência aos dados da FRUTERCOOP, Cooperativa de Hortofruticultores da Ilha Terceira, reconhecida como Organização de Produtores de banana desde o ano de 1995, que são os únicos dados disponíveis.

A cultura da bananeira por ser de ar livre, é muito condicionada pelo estado de tempo, e por essa razão a produção ao longo dos anos tem sofrido alterações devido essencialmente a questões climáticas adversas, como seja a temperatura (frio) e vento.

Na área de produção da Frutercoop, cerca de 50 hectares, em 2009 atingiu-se uma produção de 469 toneladas e em 2008 este valor foi de 606 toneladas. A nível de produtividade, tem-se conseguido produtividades de 21,8 toneladas/hectare (ano de 2008) e 17,1 toneladas/hectare (ano de 2009).

Em anos de intempéries, essencialmente ventos fortes, a Frutercoop recorre à importação de banana; em anos de condições climáticas favoráveis à cultura, recorre à exportação para o Continente Português.

A nível de comercialização, toda a produção visa o abastecimento do mercado regional, não só para a Ilha Terceira, mas também para as restantes ilhas dos Açores.

Situación actual de la producción y mercado mundial del plátano con especial referencia a las producciones subtropicales

Víctor Galán Saúco

Departamento de Fruticultura Tropical. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA)

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es describir la producción y mercado mundial del plátano (*Musa spp*) - en inglés banana - con especial referencia a la situación de los productores subtropicales y sus perspectivas de desarrollo. Los datos numéricos aportados se basan principalmente en las estadísticas de FAO (www.fao.org) para el año 2007, año más reciente en que resulta posible obtener datos globales para los distintos apartados de este trabajo, aunque se complementan con datos posteriores cuando éstos están disponibles y son pertinentes para la comprensión del mismo. La discusión y conclusiones de este trabajo tienen también en cuenta los últimos estudios de mercado sobre estos temas (Anon., 2009 a y b; Anon., 2010a; Loeillet 2010 a y b) y, en particular, el primer capítulo del recién publicado libro "Bananas and Plantains" (Robinson y Galán Saúco, 2010).

PRODUCCIÓN MUNDIAL

De acuerdo con los recientes datos de FAO 129 países producen plátanos de postre y más del 95% de ellos son plátanos cavendish (*Musa acuminata* Colla AAA). Ha habido un continuo aumento de la producción mundial que se ha prácticamente doblado en los últimos 16 años (cuadro 1), alcanzando una producción de 93.390×10^3 t en el año 2008.

El plátano se produce en todos los continentes en una franja de latitud comprendida entre los 30° N y S del Ecuador. Asia, con un 56,74 %, seguido por América, son los principales continentes productores, luego África, Europa y finalmente Oceanía (cuadro 2). La demanda de los mercados internacionales puede cubrirse fácilmente dado el carácter de producción no estacional de esta especie y el elevado número de países productores

Trece países copan del orden del 75 -80 % de la producción mundial, sin que ello haya variado sustancialmente en los últimos 15 años (cuadro 3). La India, con $23,8 \times 10^6$ t es el principal país productor seguido a distancia por China, Filipinas, Brasil, Ecuador e Indonesia. Es importante destacar que de estos grandes productores solo Filipinas y Ecuador exportan cantidades importantes de su producción probablemente debido al elevado consumo interno de países como Brasil, (exportaciones inferiores al 3% de la producción) Indonesia, China (exportaciones inferiores al 1%) y/o a deficiencias en la cadena comercializadora.

Es importante señalar que la producción mundial aún puede aumentar con la nuevas plantaciones que se realizan en India, Filipinas y países ACP en África, lo que puede verse compensado por la expansión de la sigatoka negra o por la creciente incidencia de ataques de *Fusarium oxysporum* (mal de Panamá) en las plantaciones de Cavendish. Por otra parte debe señalarse que los rendimientos de muchos países productores son muy inferiores a los potencialmente obtenibles para esta especie por lo que es de esperar que con la mejora de la tecnología de cultivo aumente también la producción mundial de esta especie. También merece destacarse el importante aumento de las producciones certificadas con diversas normas de beneficios sociales o ambientales y, en particular, de la producción orgánica, si bien esta representa aún una escasa participación (<1%) en el mercado mundial.

COMERCIO INTERNACIONAL

Los países productores de plátanos son clasificados a efectos de comercio internacional en 4 grandes grupos: el área dólar, los países ACP, los productores europeos y otros países productores. En este trabajo se ha añadido una quinta categoría, la de productores subtropicales que incluye la totalidad de los productores

Europeos con excepción de Francia, y diversos países del grupo de otros productores. Los principales países exportadores de plátanos pueden verse en el cuadro 4. Debe destacarse que el área dólar produce algo más de un 25% del total mundial (cuadro 5) y en ella se encuentran 6 de los 13 primeros países exportadores del mundo (cuadro 3), mientras que los productores subtropicales solo producen del orden del 2% de dicho total. El principal destino de la exportación de los países del área dólar lo constituyen los mercados norteamericanos (USA y Canadá), la Unión Europea (UE) y Japón. Los países ACP envían sus plátanos mayoritariamente a la UE, aunque parte de la exportación del Caribe se destina al mercado norteamericano. Los productores europeos exportan sus plátanos a la UE, Francia en el caso de Guadalupe y Martinica, o Portugal y España en el caso de las producciones de Canarias y Madeira. El resto de los productores europeos y también el resto de los productores subtropicales comercializan sus plátanos en los mercados locales o regionales cercanos. En cuanto a los restantes países, solo Filipinas exporta parte de su producción a los mercados cercanos y particularmente a Japón.

Las cifras de consumo per cápita para el año 2009 de los distintos mercados varían entre las 10,2 de la UE (10,4 en el caso de España), 9,8 y 9,7 en Japón y USA respectivamente y 6,0 en el caso de Rusia, uno de los mercados emergentes del plátano.

Los países del área dólar

Salvo los casos de Brasil y México, que consumen la mayor parte de su producción en los mercados locales, estos países presentan cifras de exportación superiores al 80% y cercanas al 100% en el caso de Costa Rica (cuadro 6). En todos ellos está presente la Sigatoka negra, lo que obliga a frecuentes fumigaciones con pesticidas para su control. Se examinan a continuación la situación de los principales países exportadores.

Ecuador es el 1^{er} exportador mundial y sus exportaciones, al igual que sus plantaciones, continúan en constante auge. Las explotaciones son relativamente pequeñas (10-50 ha) y sus productores están relativamente poco organizados realizándose las exportaciones a USA y UE a través de grandes productores y/o multinacionales. Entre los temas pendientes para este país destacan la mejora de los rendimientos, la mejora de sus terminales marítimos y especialmente la mejora de las condiciones de sus trabajadores.

En Costa Rica predominan las grandes plantaciones, bien multinacionales (80%) tales como Cocal (Chiquita), Dole (Del Monte) y Dole o privadas. Es el país con mayor productividad y también aquel con mayores regulaciones medioambientales y con mejores salarios en Latinoamérica. Pese a sus elevados costes de producción se espera un moderado aumento de las exportaciones en los próximos años. Su fruta se envía mayormente a mercados selectos capaces de pagar un alto precio por un producto de calidad, pero también tiene una notable presencia en el mercado del reino Unido donde 3 de cada 10 plátanos consumidos son de esta procedencia.

Colombia ha mantenido estables sus exportaciones desde 1992 y por ser zona de conflicto tiene un futuro incierto. La superficie plantada en Guatemala se ha mantenido estable a lo largo de los últimos 50 años con un constante aumento de sus exportaciones que se dirigen fundamentalmente a USA de quien son el principal abastecedor.

Los países ACP

El término ACP hace referencia a los 48 países de África, Caribe y Pacífico que son o bien antiguas colonias de países de la UE o firmantes de la Convención de Lomé en 1975 y/o posteriores tratados con la UE. Originalmente solo 12 países eran considerados a efectos de exportación como 'Tradicionales ACP', nominalmente, Santa Lucía, San Vicente y Las Granadinas, Jamaica, Belice, Surinam, Dominica, Grenada, Costa de Marfil, Camerún, Somalia, Cabo Verde y Madagascar. Los tres últimos cesaron sus exportaciones de plátanos a la UE desde 1990, mientras que la República Dominicana obtuvo el estatus de país ACP en 1990 y Ghana ha comenzado a exportar plátanos a Europa.

A grandes rasgos puede afirmarse que los países ACP del área del Caribe destinan gran parte de su producción a la exportación (cuadro 7), que es menor en los países africanos, si bien con la creciente liberalización del mercado europeo es previsible un notable aumento de las exportaciones de estos últimos. Examinando más concretamente algunos países de estas dos zonas procede señalar lo siguiente:

En el caso del Caribe, la República Dominicana es el principal exportador de plátano orgánico y también en lo referente al comercio justo ('fair trade'). Prácticamente la totalidad de sus plantaciones son certificadas con diversas normas que aseguran su calidad y excelentes condiciones medioambientales y salariales. Sus

plantaciones se realizan en áreas de escasa pluviometría para disminuir riesgos de plagas y enfermedades y facilitar su control, siendo muy reducido el uso de pesticidas. La reciente detección de Sigatoka negra representa un serio problema para el futuro que ya ha originado una disminución de la producción orgánica que llegó al 50% en 2008. Tanto en Jamaica como en las Islas del Viento la producción está en manos de pequeños productores (<1ha) con muy bajos rendimientos (<10t/ha), si bien se han producido notables avances en los últimos años en cuanto a aumento del rendimiento y certificación de la producción. El Caribe está, además, expuesto a continuos desastres meteorológicos tales como huracanes, terremotos y, tras la creciente liberalización total del mercado europeo su futuro es incierto.

En el caso de los países africanos, la exportación a Europa está en manos de multinacionales que además son importantes productores en Camerún. Por contraste, en Costa de Marfil la producción se encuentra en manos de 65 productores con un total de 5.500ha. Recientemente las multinacionales comienzan a tener presencia activa en países como Ghana, Mozambique y Angola y su importancia podría, probablemente incrementarse tras la reciente supresión de los contingentes de exportación asignados a estos países y creciente liberalización del mercado en la UE.

Los Productores europeos

Cinco países producen plátanos en Europa, prácticamente todos en islas europeas, y con cerca del 100% de la producción en las llamadas Regiones Ultraperiféricas (RUPs) de la Unión Europea. Destaca la producción de España, toda ella en las Islas Canarias con del orden de 350-400 x10³ t, seguida por Francia en sus Departamentos de Ultramar (Guadalupe y Martinica) y a mayor distancia por Portugal, con casi el 100% de su producción en Madeira. Grecia y Chipre apenas son productores testimoniales de esta fruta que destinan a su mercado local (cuadro 8).

Todos los productores europeos, salvo las Antillas francesas se encuentran en zona subtropical por lo que los trataremos posteriormente, ciñéndonos aquí a comentar solo el caso de Martinica y Guadalupe. Al igual que en el resto del área del Caribe estas islas están expuestas a huracanes y otros desastres meteorológicos. Las explotaciones son de tamaño medio (10-50 ha) con rendimientos aceptables (≈35 t/ha) y exportan su fruta al mercado francés donde llevan años compitiendo con producciones de otras procedencias con problemas similares a los que se comentarán posteriormente para los productores subtropicales europeos. Están realizando notables esfuerzos por obtener un producto diferenciado a través de un proyecto conocido como la 'banana durable' persiguiendo fuertemente la reducción de pesticidas incluso a nivel 0 y han conseguido reducir el uso de los mismos en un 75% en los últimos 10 años. Sin embargo la reciente aparición de la Sigatoka negra en 2010 (hasta entonces solo había incidencia de Sigatoka amarilla) pone en grave riesgo la consecución de este objetivo. El programa persigue además adecuar tanto las prácticas culturales, como las de empaquetado, transporte y maduración para garantizar la mínima emisión de carbono posible, dando además a conocer al consumidor estos esfuerzos para conseguir la mayor calidad (Anon., 2010b).

Otros Productores

De los restantes países productores, excluyendo los situados en zonas subtropicales que trataremos por separado, solo Filipinas exporta una parte apreciable de su producción en torno al 25% (cuadro 9). La mayoría de las producciones en Filipinas son de tipo familiar con bajos rendimientos (≈10 t/ha) aunque hay importantes explotaciones con alta tecnología y rendimientos mayores de 40 t/ha que se dedican a la exportación, operación que está en manos de multinacionales que envían plátanos a Japón, China, Corea, Taiwan e incluso a países árabes en el Oriente Medio.

Los Productores subtropicales

Al menos 14 países producen plátanos en zonas subtropicales (cuadro 10). Con la excepción de España (Canarias) y Portugal (Madeira) las producciones de estos países se destinan al mercado local. Las exportaciones canarias y de Madeira se destinan mayormente al mercado peninsular (España y Portugal), aunque una pequeña parte de las exportaciones canarias se haya dirigido estos últimos años a diversos países de la UE, concretamente a Inglaterra, Alemania y Bélgica. En general puede decirse que el resultado de estos envíos es bueno, salvo que los precios obtenidos son más bajos de lo deseable para hacer estos envíos atractivos. Examinaremos a continuación, a grandes rasgos, las características del mercado de la UE y del mercado peninsular.

El futuro del mercado europeo se presenta incierto. El consumo de plátanos en la UE en 2007 fue de 5.231 x10³ t, lo que supone un 21% más que en 2002. Aunque el consumo subió en 2008 (5.441 x10³ t),

éste se vio reducido del orden del 6% en 2009, lo que supone unas cifras de consumo per cápita entre 10 y 11kg (10,6/10,9/10,2 para 2007/2008/2009), siendo las perspectivas que se mantenga estable en 2010. De hecho, solo el mercado francés aumentó en 2009 un 6%, pero se espera un descenso del 8% en 2010, con los restantes mercados a la baja. Debe destacarse que en el año 2009, pese al mantenimiento de los precios de importación y la menor producción mundial, consecuencia de los huracanes acaecidos dicho año, los precios al minorista se han visto reducidos. La preocupación por el futuro del mercado europeo en 2010 tras la posible recuperación de los niveles de producción mundial ha llevado a que los productores ecuatorianos hayan realizado por primera vez en su historia contratos a precio fijo en Europa y hayan incrementado sus exportaciones al mercado USA, aunque en este último mercado también se note una tendencia a la baja con una disminución del consumo per cápita que llegó a ser de 13,6 kg en 1999 bajando a 9,7 kg en 2009. La competitividad en este mercado se está viendo además notablemente incrementada tras la completa desregularización de los países ACP particularmente por los envíos procedentes de países africanos.

Pese a la "fidelización" de los consumidores por el plátano canario, fruto de los muchos años de consumo de estos plátanos, con un mercado en exclusiva hasta 1993 y protegidos desde entonces por una OCM europea que ha ido perdiendo sus ventajas (contingentes, cuotas, sistema de partenariado, etc.) hasta la reciente implantación de un régimen exclusivamente arancelario, el mercado peninsular experimenta también serios problemas de competitividad. Aunque a lo largo de los años 2000-2009 el mercado ha aumentado notablemente (388— 471 x10³ t) la importancia relativa del plátano canario ha disminuido (87— 68 %), pese a que se han realizado retiradas estratégicas de plátanos (picas) para mantener los precios en península. Las posibles razones de esta pérdida de posición son principalmente económicas basadas en los diferentes precios del Plátano de Canarias frente a las llamadas bananas. De hecho en 2009 costaba lo mismo importar 2kg de plátanos dólar que 1kg de plátanos de Canarias, habiéndose además superado la barrera psicológica de 2 euros/kg para el precio al minorista del Plátano de Canarias frente a 1,3-1,5 euros/kg para la banana. A ello se suma la firma de acuerdos bilaterales con países de Latinoamérica que rebajan aún más el arancel de importación. Este arancel en la actualidad es de 148 euros/t, pero descenderá a 143 euros/t a partir del 01/01/2011 para seguir su imparable descreste hasta alcanzar los 75 euros/t, ya aprobados para 2020.

EL FUTURO DE LAS PRODUCCIONES SUBTROPICALES DE EXPORTACIÓN

Nos referiremos específicamente al plátano de Canarias, que se produce en un área estimada de 9.500 ha y 400.000 t de las que alrededor del 90% se exporta al mercado peninsular, aunque las conclusiones sean también aplicables a las producciones de Madeira.

El plátano de Canarias tiene como factores positivos:

- Una elevada productividad.
- La escasez de plagas y enfermedades con relación a las producciones tropicales estando libres de Sigatoka y del nematodo *Radopholus similis*, y con escasa incidencia de mal de panamá, aunque no desgraciadamente libres del Picudo (*Cosmopolites sordidus*).
- Las buenas condiciones salariales y sociales de los trabajadores de plátanos
- Su proximidad a los mercados.

Su más importante factor negativo es el alto coste de producción motivado por la pequeña dimensión de sus parcelas y de las propias explotaciones - de las del orden de 8.500 explotaciones plataneras canarias existentes, en torno al 80% son inferiores a 1 ha, y más del 90% no superan las 2 ha, siendo aun más pequeñas las fincas de las islas menores como La Palma y La Gomera donde alrededor de un 75% presentan una superficie inferior a ½ ha - y también por el elevado coste del agua y de la mano de obra

Durante los años transcurridos desde la aprobación de la OCM en 1993 hasta la actualidad los agricultores canarios han ido haciendo frente con notable esfuerzo al importante reto de garantizar la sostenibilidad del cultivo del plátano, esencial para la economía agrícola y también para la turística, pilares básicos del desarrollo económico del Archipiélago. En este ámbito se encuentran los esfuerzos tendentes tanto a la reducción de costes como al aumento de la productividad entre los que cabe destacar:

- La implantación y optimización de modernos sistemas de riego
- La optimización de técnicas de cultivo, entre otras utilización de plantas in Vitro, marcos de plantación adecuados a cada variedad, sistemas de cultivo a un solo ciclo
- El cultivo en invernadero

- La introducción y selección de nuevos cultivares adaptables a los diversos sistemas de cultivo, incluyendo el estudio de plátanos de cocinar.
- La búsqueda de métodos de lucha biológica que permitan minimizar el uso de pesticidas, por otra parte cada vez más limitados por la legislación europea.

Igualmente los productores canarios han acometido una serie de campañas de publicidad para transformar los defectos de apariencia del plátano canario (pequeñas motitas negras, menor tamaño) en una clara ventaja competitiva hasta el punto que, gracias a estas campañas las motitas se convirtieron para el consumidor español en un signo de distinción entre el plátano (de Canarias) y la banana (de la zona dólar) que identifica a esta fruta "manchada" como un producto de mejor sabor.

Estas campañas, que siguen realizándose, resaltando aspectos nutricionales, han tenido un notable éxito, ganando una serie de premios internacionales y permitiendo la "fidelización" del consumidor español a los plátanos de Canarias pese a los citados precios superiores a las bananas.

A lo largo de estos años se ha realizado también un notable esfuerzo para la mejora de la calidad, tanto en campo como en el proceso de empaquetado y medios de transporte, que continúa sin cesar y se han incorporado distintas certificaciones tales como GLOBALGAP, AENOR, COPLACA NATUR (Galán Saúco y Cabrera Cabrera, 2006) y prácticamente la totalidad del plátano de Canarias se encuentra ya certificado como Producción Integrada Canaria. Incluso se está tramitando una indicación geográfica protegida (IPG) para el plátano de Canarias.

También se ha acometido importantes mejoras en la comercialización por medio de la afiliación de los agricultores a Organizaciones de Productores (OPPS), algunas de las cuales han abierto nuevas naves de maduración en península de las que se benefician tanto el plátano como otras frutas y también se han creado empresas de comercialización y distribución de frutas incluso con participación de los agricultores en los beneficios de estas empresas, como es el caso de Eurobanan.

Un paso más a destacar en esta fase de transformación de la economía platanera canaria lo constituye el hecho de que las OPPS se encuentran agrupadas a escala regional en la Asociación de Organizaciones de Productores de Plátanos (ASPROCAN) que tiene como objetivos específicos a desarrollar los siguientes:

- La interlocución ante las administraciones públicas competentes en la materia: Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias, Administración Central, Comisión Europea.
- La unificación de los esfuerzos comerciales en los principales mercados destinatarios de la producción canaria.

y que, al igual que la APEB (Asociación Europea de Productores de Plátanos), creada para la defensa de los intereses de los productores europeos de plátanos, mantiene una constante lucha por defender los intereses plataneros de Canarias. Es precisamente en gran parte en base al esfuerzo conjunto de estas instituciones que se ha conseguido una ficha financiera de 280 x 10⁶ euros (141 x 10⁶ euros para Canarias) a repartir entre los productores de las RUPS a través de los programas POSEI destinados a mantener la competitividad del plátano de Canarias y está en vías de conseguirse una cifra adicional de 30 x 10⁶ euros. También se ha conseguido la aprobación de ayudas al transporte del plátano desde Canarias a la península, aprobadas en el Congreso de los Diputados para 2011. Lamentablemente, esta ayuda no se contempla en el borrador de Presupuestos para 2011, por estar condicionadas a la consideración de que las condiciones de mercado derivadas del proceso de liberalización del mercado trajeran consigo graves perjuicios para el plátano canario, algo que, según el Gobierno aún no está suficientemente probado.

Pese a todas estas medidas el plátano de Canarias está perdiendo fuerza en el mercado peninsular y es de temer que con la crisis económica y el impacto de la liberalización del mercado este retroceso pueda aun continuar. En un reciente estudio del CIRAD (Loeillet 2010 a) refiriéndose al plátano canario y a su posición en el mercado se permitía decir, recordando al película de James Bond (Only diamonds are forever!) que solo los diamantes durarían siempre y que sería difícil evitar que el jardín de las Hespérides (Canarias) se convierta en el Paraíso perdido para el plátano. Ciertamente que el futuro no es sencillo y solo una unión total del sector público y privado podrá salvaguardar al plátano, pero para ello es de vital importancia mantener una línea de actuación que abarque al menos los siguientes aspectos:

- Aumento de las señas de identidad del plátano canario con especial énfasis en el aumento de la calidad resaltando la imagen del plátano canario como un producto con las máximas garantías sociales y respetuoso con el medio ambiente, por su proximidad a los mercados europeos que no sólo le permiten conseguir mejor sabor y frescura, sino también beneficiarse del las recientes

preocupaciones de los consumidores y gobiernos europeos por el tema de la huella del carbono ('carbon footprint' o 'food miles') o de los movimientos de consumo de productos locales ('eat local')

- Consecución de la subvención al transporte, algo que pese a la difícil situación económica del momento es totalmente irrenunciable.

- Aumento de las exportaciones a mercados europeos, sobre todo a la búsqueda de mercados selectos o mercados gourmets que puedan pagar un mayor precio por un producto de gran calidad como el plátano canario, para lo cual sería altamente deseable que estas exportaciones sean hechas de forma selectiva con un producto de gran calidad y uniformidad.

- Mantener una demanda permanente de aumento de la ayuda compensatoria que entre en vigor a medida que las sucesivas bajadas de arancel así lo exijan.

Solo a través de este esfuerzo conjunto, que sin duda sabrá impulsar el sector platanero, podrá conseguirse que no solo los diamantes sino también el plátano canario se mantenga para siempre como la actividad vital que representa para la Sociedad Canaria.

BIBLIOGRAFÍA

Anon., 2009a. Banana Special 2009. International Fruit World . 32 pp.

Loeillet, D. 2010a. Close-up.Banana. FRuiTROP 177:17-58.

Anon., 2010b. Plan Banana Durable. Bilan carbone: la banana de Guadeloupe & Martinique, 1er filière de production de bananes à se mobiliser. FRuiTROP 171: 4

Anon., 2009b. Direct from the markets. Banana FRuiTROP 171: 5-6

Loeillet, D. 2010 b. The latest on...Bananas in Europe-2009 price review.What a pity!. FRuiTROP 174:19-27

Anon., 2010a. . Direct from the markets. Banana. FRuiTROP 174: 5-7.

Galán Saúco, V. yCabrera Cabrera, J. (2006). El cultivo del plátano (Banano, *Musa acuminata* Colla AAA, subgrupo Cavendish) en las Islas Canarias Reuniao International ACORBAT 17, Joinville, SC, Brasil.. **Bananicultura**. Um negócio sustentável: anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA (Soprano, E., Tcacenco, F. A. , Lichtemberg, L. A. and Silva,M,C, Eds.): 289-301

Reefer Trend. 27/09/2010. Black Sigatoka spreads to FWI. Accesed 28/09/2010.

Robinson, J. C. and Galán Saúco, V. 2010. Bananas and Plantains. 2nd ed. CAB International. Wallingford. Oxfordshire.

Cuadro 1. Evolución de la producción mundial de plátanos.

Año	Producción (x 10 ³ t)
1992	49.630
2006	79.980
2007	89.413
2008	93.390

Cuadro 2. Distribución de la producción mundial de plátanos por continentes en 2007.

Continente	Producción (x 10 ³ t)	%
Asia	50.734	56,74
África	12.025	13,45
América	25.050	28,02
Centroamérica	7.295	8,16
Caribe	1.820	2,04
Sudamérica	15.925	17,81
Oceanía	1.211	1,35
Europa	392	0,42
Mundo	93.013	

Cuadro 3. Principales países productores en 2007 (x10³ t).

India	23.823
China	8.038
Filipinas	7.484
Brasil	7.098
Ecuador	6.002
Indonesia	5.454
Tanzania	3.500
Costa Rica	2.350
México	1.965
Tailandia	1.930
Colombia	1.820
Burundi	1.600
Guatemala	1.569

Cuadro 4. Principales países exportadores en 2007 (x10³ t).

Ecuador	5.175
Costa Rica	2.272
Filipinas	1.793
Colombia	1.640
Honduras	1.566
Guatemala	1.409
Panamá	437
Canarias	367
Costa de Marfil	291
Camerún	225

Cuadro 5. Distribución de la producción mundial de plátanos por zonas de producción en 2007.

Continente	Producción (x 10 ³ t)	%
Área dólar	23.009	25,73
Países ACP	2.477	2,77
Productores EU	681	0,76
Países subtropicales (*)	1.783	1,99
Otros países	61.851	69,17
Mundo	89.413	

(*) Incluye el 25% de la producción de Egipto y Australia.

Cuadro 6. Producción y Exportación de plátanos: Área dólar (2007).

PAÍS	Producción (x 10 ³ t)	Exportación (x 10 ³ t)	Export./Prod. (%)
Brasil	7.098	194	2,73
Ecuador	6.002	5.175	86,22
Costa Rica	2.350	2.272	96,68
México	1.965	42	2,13
Colombia	1.820	1.640	90,11
Guatemala	1.569	1.409	89,80
Honduras	690	566	82,03

Cuadro 7. Producción y Exportación de plátanos: Países ACP (2007).

PAÍS	Producción (x 10 ³ t)	Exportación (x 10 ³ t)	Export/ Prod. (%)
Camerún	820	225	27,44
República Dominicana	496	204	41,42
Costa de Marfil	360	291	80,83
Madagascar	325	59	18,15
Jamaica	125	32	25,60
Surinam	71	45	63,36
Belize	60	61	92,42

Cuadro 8. . Producción de plátanos: Productores europeos (2007).

PAÍS	Producción (x 10 ³ t)
España	358
Francia	340
Portugal	30
Chipre	7
Grecia	4

Cuadro 9. Producción y Exportación de plátanos: Otros países productores (2007).

PAÍS	Producción (x 10 ³ t)	Exportación (x 10 ³ t)	Export/ Prod. (%)
India	23.823	11	0,05
China	8.038	39	0,49
Filipinas	7.484	1.393	23,96
Indonesia	5.454	17	0,31
Tailandia	1.930	20	1,04
Vietnam	1.355	30	2,20
Bangladesh	1.005	-	-
Papúa Nueva Guinea	940	-	-

Cuadro 10. Producción y Exportación de plátanos: Países subtropicales (2007).

PAÍS	Producción (x 10 ³ t)	Exportación (x 10 ³ t)	Export/ Prod. (%)
España	358	320 (i)	91,43 (i)
Sudáfrica	346	¿	¿
Marruecos	202	¿	¿
Turquía	189	-	-
Israel	131	-	-

Otros: Portugal, Líbano, Chipre, Grecia, Turquía, Argentina, Líbano Jordania, Irán, Japón y partes de Australia y Egipto.

Los microorganismos benéficos del suelo como biodindicadores de fertilidad

M^a del Carmen Jaizme Vega y Ana Sue Rodríguez Romero

INTRODUCCIÓN

Desde las últimas décadas del pasado siglo, la producción agrícola mundial ha experimentado una gran evolución con un incremento en los rendimientos gracias a la aplicación de fertilizantes minerales y productos químicos. Este sistema, asimilable a una *agroindustria* basada en continuos y elevados rendimientos en la producción, ha requerido de dosis masivas de diversos tipos de insumos. El coste ambiental derivado se resume, entre otros, en acumulaciones de nitratos, nitritos, pesticidas y otras sustancias perjudiciales en los suelos y acuíferos. El suelo es un ecosistema rico y diverso habitado por gran cantidad de seres vivos de diferente tamaño, cuya actividad redundante en la salud y fertilidad del mismo. Entre las consecuencias negativas de estos manejos agrícolas están los efectos adversos sobre los habitantes del suelo y los procesos biológicos que condicionan la fertilidad del mismo.

Las comunidades microbianas del suelo son imprescindibles para el mantenimiento del balance biológico del mismo y una pieza clave en la sostenibilidad de cualquier ecosistema natural o agrícola (Kennedy y Smith, 1995). Bajo la perspectiva de una agricultura sostenible, el suelo deja de ser un soporte inerte sobre el que crecen los cultivos, para convertirse en un elemento activo del sistema. El suelo está compuesto por factores físicos, químicos y biológicos interrelacionados entre sí y con una clara repercusión en el desarrollo de las plantas. Al contrario que en los *sistemas agroindustriales*, en donde se alimenta a los cultivos a través del suelo, mediante la aplicación de agroquímicos, los sistemas de producción sostenible inciden en *nutrir a la vida edáfica* para que ésta, a su vez, dé sustento a la planta. Para ello, es imprescindible un conocimiento profundo de los mecanismos que rigen los sistemas microbiológicos del suelo.

En la actualidad, el concepto de "calidad del suelo" se relaciona directamente con la productividad, la salud y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Desde el punto de vista agronómico la "calidad del suelo" es expresado como "fertilidad" y define la capacidad de un suelo para soportar sostenidamente plantas sanas y productivas. Las interacciones de las propiedades físicas, químicas, biológicas y climáticas del sistema son las que identifican la fertilidad de los suelos. Entre estos factores, son quizás los componentes biológicos, los últimos que se han tomado en cuenta en investigación y producción de cultivos, a pesar de su papel clave no sólo en la fertilidad del suelo, sino en la estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas naturales (Trasar *et al.*, 2000). Las partículas minerales y orgánicas del suelo se asocian para formar agregados, constituyendo un entramado que alberga la fase gaseosa o atmósfera del suelo y a la fase líquida o solución acuosa del suelo. El hábitat resultante es muy favorable para los microorganismos del suelo que se acomodan tanto en el exterior como en el interior de los agregados, y se asocian a las raíces de las plantas creando una zona en torno al sistema radical de gran actividad conocida como "rizosfera". Dentro del suelo, la rizosfera es una zona con características propias, como resultado de la excreción permanente de compuestos carbonados (azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos, etc...), por parte de las raíces. Este fenómeno natural, denominado como "rizodeposición" es el responsable de una intensa actividad microbiana en el área cercana a la raíz.

A pesar de la gran diversidad de tipos de microorganismos que co-habitan en la zona rizosférica (bacterias, hongos, algas, protozoos, nematodos, virus, etc...) la mayoría de los estudios están dirigidos a las bacterias y a los hongos. Estos microorganismos se relacionan de manera bien saprofítica o simbiótica con las plantas ocasionándoles en muchos casos beneficios y en otros enfermedades (Barea *et al.*, 2002). Algunos microbios establecen con la planta las llamadas simbiosis mutualistas (dos organismos íntimamente asociados que se benefician mutuamente). Dos de los tipos de microorganismos incluidos en este grupo son: *a)* hongos formadores de micorrizas arbusculares (hongos MA) y *b)* bacterias promotoras del crecimiento vegetal (conocidas como PGPB por sus siglas en inglés).

HONGOS FORMADORES DE MICORRIZAS ARBUSCULARES

La mayoría de las plantas que cubren la tierra, tienen la corteza de sus raíces colonizadas por un hongo del suelo que establece con ellas una simbiosis mutualística conocida como "**micorriza**". En este tipo de asociación, ambas partes (hongo y planta) son altamente interdependientes y se benefician mutuamente. El hospedador, *la planta*, recibe nutrientes minerales del suelo captados a través del micelio de su huésped, *el hongo*. Por su parte, este último obtiene compuestos carbonados producto de la fotosíntesis de la planta. Una vez establecida la colonización de la raíz, el hongo desarrolla hacia el exterior un micelio extramatricial y tridimensional que explora un determinado volumen de suelo en torno al sistema radical y mediante el cual, el hongo optimiza la adquisición de agua y nutrientes de las raíces y establece conexiones con los restantes microorganismos de la rizosfera.

Los **hongos formadores de micorrizas** ocupan una posición privilegiada y estratégica en la rizosfera, interactuando con otros microorganismos en beneficio de la planta. Las principales consecuencias de esta co-habitación están relacionadas con una optimización en el ciclado de nutrientes, en la producción hormonal, en la capacidad defensiva de la planta y finalmente una mejora de la calidad del suelo. Sobre esto último, se sabe que las hifas externas son capaces de producir una glicoproteína no soluble en agua, "la glomalina", que contribuye, como si se tratara de un pegamento natural, a mantener unidos los agregados del suelo (Wright y Upadhyaya, 1998). Diversos estudios demuestran que esta proteína, excretada exclusivamente por las hifas de los hongos micorrícicos, está implicada en la estabilidad estructural de los suelos (Wright *et al.*, 1999).

El desarrollo de la simbiosis comienza cuando una hifa del hongo surge de una espora o de un trozo de raíz colonizada reconociendo las señales de una planta hospedadora (figura 1). A partir del contacto de la hifa con la superficie de la raíz, el hongo se diferencia formando un "apresorio" que entra y se desarrolla en el interior de la raíz. Una vez dentro, coloniza inter- e intra-celularmente las células de la corteza radical, dividiéndose en el interior celular de manera dicotómica y formando una estructura arborescente conocida como *arbúsculo*. Estos *arbúsculos* cuyas paredes son muy finas, están especializados en el intercambio de nutrientes y señales entre la planta y el hongo. El hongo acumula sustancias de reserva en las vesículas. Una vez colonizada la raíz se desarrolla un micelio externo en la zona alrededor de la misma, avanzando grandes distancias, más allá de los pelos radicales.

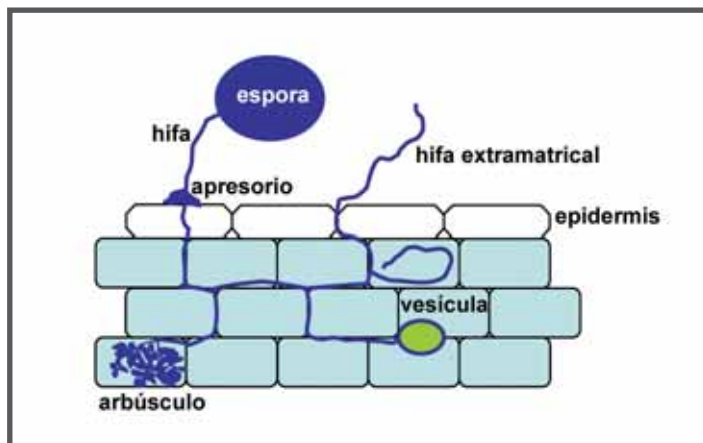


Figura 1. Formación de la simbiosis micorrícica

BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL

Una gran diversidad de bacterias con efecto beneficioso para la planta habitan en el entorno próximo a las raíces. Entre ellas, se encuentran las denominadas como "**bacterias promotoras del crecimiento vegetal**" (PGPB). El concepto de PGPB se define en base a tres características (cita revisión actual):

- 1) su capacidad para la colonización radical
- 2) sobrevivir y multiplicarse en microhábitats asociados a la superficie radical en competencia con la microbiota nativa, al menos con tiempo para expresar su actividad promotora del crecimiento y
- 3) capacidad para promover dicho desarrollo.

Se atribuye a las PGPB muchos procesos importantes de los ecosistemas, como control biológico de patógenos de plantas, ciclos de nutrientes y establecimiento de semillas. Estas bacterias se multiplican como respuesta a los exudados de la raíz, ricos en nutrientes como carbohidratos y aminoácidos (Kloepper *et al.*, 1991). Pueden adherirse a la superficie radical y colonizan finalmente todo el sistema radical en desarrollo (Kloepper *et al.*, 1991). Los mecanismos por los cuales son capaces de colonizar las raíces no han sido aún del todo dilucidados, aunque parece evidente la influencia de factores tanto bióticos como abióticos (Benizri *et al.*, 2001). Algunos autores apuntan como posibles mecanismos aspectos como unas tasas de crecimiento y reproducción elevadas, movilidad (de Weger *et al.*, 1987) o fenómenos de quimiotaxia (desplazamientos inducidos por sustancias químicas), para los exudados radicales (Scher *et al.*, 1985). Debido a esto, se convierten en competidores microbianos eficientes en el entorno radical, pudiendo desplazar a microorganismos patógenos colonizadores de la raíz (Kloepper *et al.*, 1991). La colonización radical por parte de la bacteria y su consecuente efecto en el crecimiento, puede ocurrir durante el estadio de semilla y también en fases posteriores. En algunos casos las cepas bacterianas, además instalarse en la superficie de la raíz, son capaces de colonizar el interior de la misma como organismos endófitos.

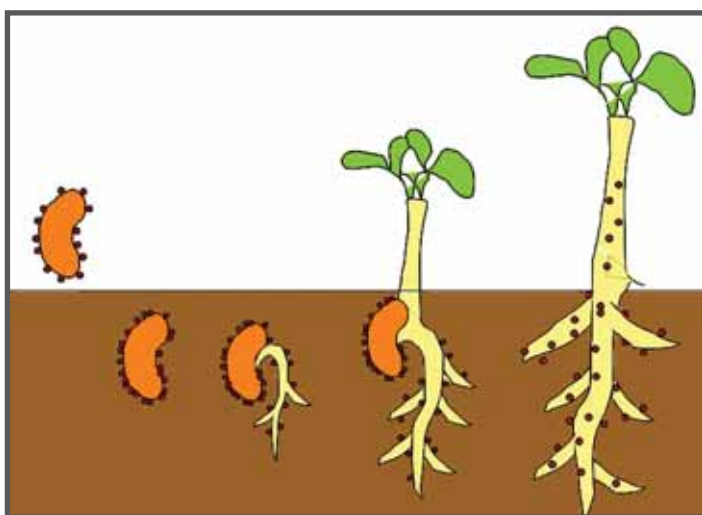


Figura 2. Evolución del proceso de colonización por bacterias promotoras del crecimiento vegetal.

Las primeras referencias sobre PGPB de las que se tiene constancia mencionan diferentes y variadas especies vegetales de uso agrícola como (Yang *et al.*, 2009), incluyéndose cepas de algunos géneros frecuentes en el suelo como *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bradyrhizobium*, *Bacillus* o *Pseudomonas*. Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal intervienen en la nutrición y desarrollo de las plantas, en la mineralización y solubilización de nutrientes y en el control de patógenos de raíz (Yang *et al.*, 2009).

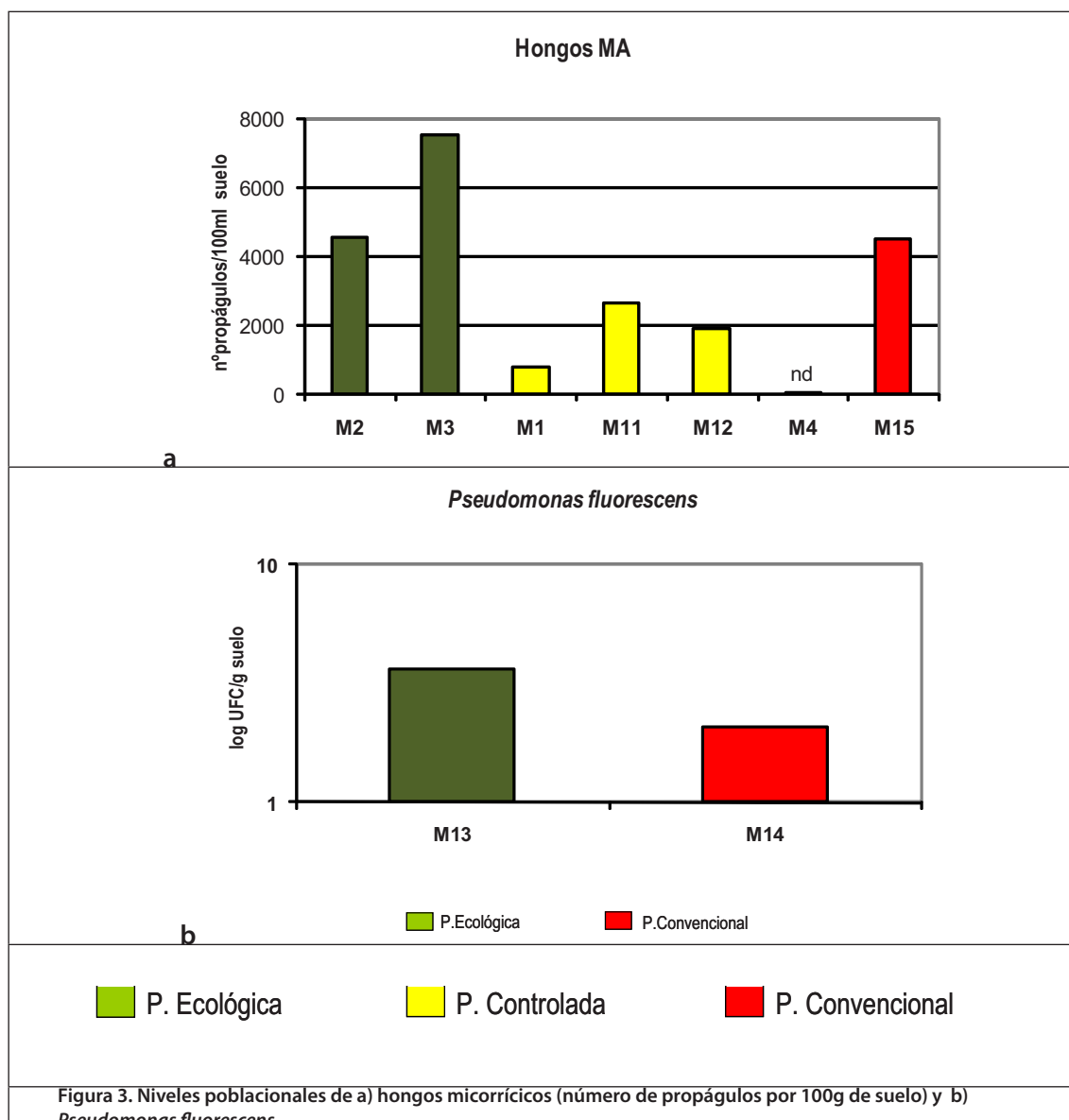
ESTUDIOS REALIZADOS EN PLATANERA

Existen pocos estudios sobre bioindicadores en suelos canarios. Los escasos trabajos realizados hasta la fecha se han llevado a cabo en el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) y han estado centrados en el análisis de hongos micorrícicos y bacterias promotoras del crecimiento vegetal, en suelos procedentes de diferentes especies: viña, palmera canaria y platanera.

En el caso de la viña, se compararon suelos con diferentes sistemas de producción (ecológica y convencional) y los valores registrados reflejaron una correlación positiva entre los niveles de materia orgánica y el potencial micorrícico del suelo, existiendo un efecto significativo del tipo de manejo en la cantidad de pro-

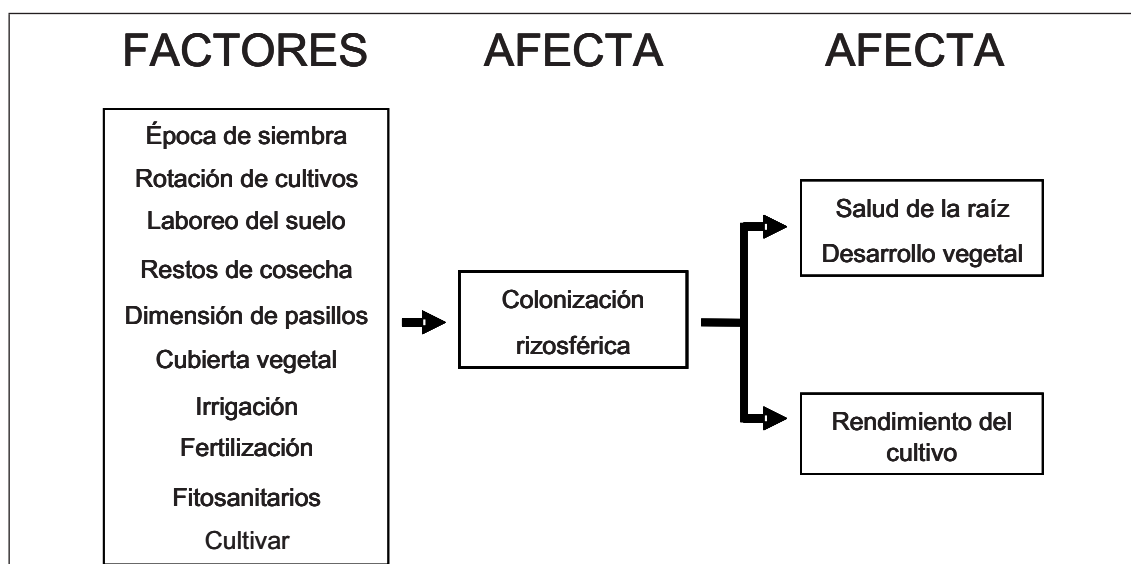
págulos (hifas y trozos de raíces micorrizadas) y esporas de hongos MA (Díaz González, 2010). Los muestreos llevados cabo en palmerales nativos exhibieron resultados significativos sobre influencia de los niveles de fósforo en el potencial micorrícico del suelo: los mayores contenidos en fósforo estaban asociados a bajos niveles de propágulos y/o esporas (Díaz González, 2010).

En el único estudio realizado en suelos de platanera (Hernández Afonso, 2008), a pesar de que el muestreo se reveló incompleto en el momento de proceder el análisis de los datos, los valores registrados indican un efecto del sistema de cultivo sobre los bioindicadores utilizados: hongos MA y PGPB. Dicho trabajo, se propuso como aproximación preliminar y puesta a punto de la metodología, ante la ausencia de referencias previas en el tema. En las muestras procedentes de Tenerife, se observó como los suelos bajo producción ecológica presentaban un potencial micorrícico mayor que las de producción convencional y un mayor contenido en poblaciones de *P. fluorescens* (Figura 3),



RECOMENDACIONES QUE FAVORECEN EL BUEN ESTADO DE LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO

La complejidad de los sistemas edáficos, mencionada con anterioridad en este documento, evidencia que la aplicación práctica de los hongos MA y las PGPB debe ser considerar numerosos factores. A pesar de ello, existen una serie de prácticas consideradas como recomendables para el buen estado de las poblaciones microbianas. En términos generales, cualquier práctica o sistema de manejo que implique la nutrición y saneamiento del suelo son favorables para el buen estado de los microorganismos del suelo.



Tratamos a continuación, con mayor detalle algunos de los elementos con mayor influencia sobre los microorganismos del suelo.

Laboreo del suelo

El efecto del laboreo sobre la microbiota rizosférica parece más evidente para los hongos MA que para las PGPB. Los propágulos micorrícicos, esporas y raíces micorrizadas, están asociadas dentro del entramado de hifas. El laboreo del suelo interrumpe dicha red, pudiendo disminuir la colonización de las raíces, el número de esporas, la riqueza de especies y la longitud del micelio extramatricial (Boddington y Dodd, 2000). Las perturbaciones causadas en el suelo, pueden además afectar negativamente a las concentraciones edáficas de glomalina, glicoproteína secretada por las hifas micorrícicas, que contribuye a la formación de agregados del suelo (Wright *et al.*, 1999).

Biodiversidad y cubierta vegetal

Puesto que las poblaciones de hongos MA y PGPB viven en simbiosis con las raíces, parece evidente que toda práctica que favorezca la presencia de una cubierta y garantice una cierta biodiversidad vegetal actuará en beneficio de la microbiota del suelo. En este sentido, las siembras de especies micotróficas aseguran un nivel poblacional de hongos MA en el suelo, recomendable para otros cultivos que se siembren posteriormente (Karasawa *et al.*, 2002). El uso de leguminosas dentro de las rotaciones es un clásico ejemplo para la estimulación de bacterias del género *Rhizobium* lo que redundará en un aumento de la fertilización nitrogenada del suelo (Lupwayi *et al.*, 2004).

Materia orgánica

Los aportes de materia orgánica al suelo en cualquiera de sus formas (estiércol, compost, restos de cosecha, abonos verdes...) tienen un efecto positivo sobre la microbiología del suelo. Los microorganismos necesitan material del que alimentarse y eso es lo que encuentran en la materia orgánica. Sin embargo, debe tenerse en cuenta el tipo de materia aplicada. Normalmente se distingue entre materia orgánica fresca o seca. La primera fácilmente asimilable por los organismos del suelo tiene una relación C/N relativamente

baja (estiércol, restos verdes o compost fresco) y favorece la activación microbiana a corto plazo. La segunda de degradación lenta, es rica en compuestos carbonados complejos como la lignina y su relación C/N es alta (paja, restos leñosos o compost maduro) y mantiene la estabilidad del suelo y de las poblaciones microbianas a largo plazo. La aplicación de una u otra, dependerá de las necesidades de nuestro suelo.

Fertilización química

La aplicación de fertilizantes químicos solubles puede afectar a los microorganismos rizosféricos. El exceso de fertilización en cultivos intensivos no resulta beneficioso para el desarrollo de las micorrizas. Uno de los elementos clave es el contenido en fósforo y su efecto en la micorrización. A mayor contenido en fósforo soluble en el suelo, menor es la tasa de micorrización radical (Plenchette, 2000). El efecto de los fertilizantes solubles en las cepas PGPB ha recibido sin embargo, menor atención en la literatura. No obstante, en algunos trabajos se ha constatado el efecto negativo de los agroquímicos en el equilibrio microbiológico de los suelos (Sturz *et al.*, 2004).

Fitosanitarios

Los productos fitosanitarios (en especial los fungicidas), pueden dañar a los hongos micorrícicos. La aplicación de este tipo de productos reduce la colonización micorrícica y la actividad fúngica (Abd-Alla *et al.*, 2000; Santos *et al.*, 2006). Así por ejemplo algunos fungicidas como el benomilo pueden inhibir la actividad de la fosfatasa alcalina, del micelio extramatricial (Kjoller y Rosendahl, 2000). La aplicación de pesticidas puede además afectar a otras poblaciones microbianas, aunque los pocos datos referidos a las PGPB muestran efectos variables. Así por ejemplo, el uso de determinados productos incrementa las poblaciones de *Bacillus* al tiempo que reduce los niveles de *Pseudomonas* (Das *et al.*, 2003).

Mejora vegetal

Los programas de mejora vegetal (elemento clave para la obtención de variedades con mayores rendimientos) no suelen considerar el potencial micorrícico de las especies vegetales (Plenchette *et al.*, 2005). La dependencia micorrícica varía no solamente en función del cultivo, sino también entre cultivares (Plenchette *et al.*, 2005). Así por ejemplo, alguna de las modernas variedades de trigo muestra una dependencia menor que las tradicionales (Hetrick *et al.*, 1992). Por ello, los programas de mejora deberían reorientarse incluyendo el potencial micorrícico de las nuevas variedades. Estudios más recientes han demostrado que la diversidad bacteriana del suelo puede también verse afectada por el cultivar (Germida y Siciliano, 2001).

REFERENCIAS

- Abd-Alla MH, Omar SA, Karanxha S (2000) The impact of pesticides on arbuscular mycorrhizal and nitrogen-fixing symbioses in legumes. *Applied Soil Ecology* . 14: 191-200.
- Barea JM, Azcón R, Azcón-Aguilar C (2002) Mycorrhizosphere interactions to improve plant fitness and soil quality. *Anton Van Leeuwenhoek*, 81: 343-351
- Benizri E, Baudoin E y Guckert A (2001) Root colonization by inoculated plant growthpromoting rhizobacteria. *Biocontrol Science and Technology*. 11: 557-574.
- Boddington CL, Dodd JC (2000) The effect of agricultural practices on the development of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi. I. Field studies in an Indonesian ultisol. *Plant and Soil*. 218: 137-144.
- Das AC, Chakravarty A, Sukul P, Mukherjee D (2001) Influence and persistence of phorate and carbofuran insecticides on microorganisms in rice field. *Chemosphere*. 53: 1033-1037.
- Díaz González D (2010) Estudio sobre las micorrizas como bioindicadores de calidad de los suelos de viña en la comarca de Vilaflor (Tenerife). Trabajo del Certificado Estatal de formador en Agricultura Ecológica (SEAE / Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural).
- Germida JJ, Siciliano SD (2001) Taxonomic diversity of bacteria associated with the roots of modern, recent and ancient wheat cultivars. *Biology and Fertility of Soils*. 33: 410-415.
- Hernández Afonso MA (2008) Aproximación a la fertilidad en el cultivo de la platanera a través de parámetros microbiológicos del suelo. Trabajo Fin de Carrera (Ingeniero Técnico Agrícola) ETSIA, ULL.

- Karasawa T, Arihara J, Kasahara Y (2004) Effects of previous crops on arbuscular mycorrhizal formation and growth of maize under various soil moisture conditions. *Soil Science and Plant Nutrition*. 46: 53-60
- Kennedy AC y Smith KL (1995) Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soil. *Plant and Soil*. 170:75-86.
- Kjoller R, Rosendahl S (2000) Effects of fungicides on arbuscular mycorrhizal fungi: differential responses in alkaline phosphatase activity of external and internal hyphae. *Biology and Fertility of Soils* . 31: 361-365
- Kloepper JW, Zablotowicz RM, Tipping B y Lifshitz R (1991) Plant growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers. En: *The Rhizosphere and Plant Growth*. DL Keister y PB Cregan (Eds.). Kluwer academic Publ. Dordrecht. pp. 315-326.
- Lupwayi NZ, Clayton GW, O'Donovan JT, Harker KN, Turkington TK, Rice WA (2004) Soil microbiological properties during decomposition of crop residues under conventional and zero tillage. *Canadian Journal of Soil Science*. 84: 411-419.
- Plenchette C (2000) Receptiveness of some tropical soils from banana fields in Martinique to the arbuscular fungus *Glomus intraradices*. *Applied Soil Ecology*, 15: 253-260.
- Plenchette C, Clermont-Dauphin C, Meynard JM, Fortin JA (2005) Managing arbuscular mycorrhizal fungi in cropping systems. *Canadian Journal of Plant Science*, 85: 31-40.
- Santos JB, Jakelaitis A, Silva AA, Costa MD, Manabe A, Silva MCS (2006) Action of two herbicides on the microbial activity of soil cultivated with common bean (*Phaseolus vulgaris*) in conventional-till and no-till systems. *Weed Research*. 46: 284-289.
- Scher FM, Kloepper JW, Singleton CA (1985) Chemotaxis of fluorescent *Pseudomonas* spp. to soybean seed exudates in vitro and in soil. *Canadian Journal of Microbiology*, 78: 287-296.
- Sturz AV, Ryan DAJ, Coffin AD, Matheson BG, Arsenault WJ, Kimpinski J, Christie BR (2004) Stimulating disease suppression in soils: sulphate fertilizers can increase biodiversity and antibiosis ability of root zone bacteria against *Streptomyces scabies*. *Soil Biology and Biochemistry*. 36: 343-352.
- Trasar MC, Leirós MC, Gil F (2000) Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): specific parameters. *Soil Biology & Biochemistry*, 32: 747-755.
- De Weger LA, van der Vlugt CIM, Wijfjes AHM, Bakker PAHM, Schippers B y Lugtenberg B (1987) Flagella of a plant growth stimulating *Pseudomonas fluorescens* strain are required for colonization of potato roots. *Journal of Bacteriology*. 169: 2769-2773.
- Wright SP, Upadhyaya A (1998) A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 198: 97-107.
- Wright SF, Starr JL, Paltineanu IC (1999) Changes in aggregate stability and concentration of glomalin during tillage management transition. *Soil Science Society of America Journal*. 63: 1825-1829.
- Yang, J., Kloepper, JW., Ryu, CM (2009). Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trands in Plnat Science*, 14: 1-4.

Aprovechamiento del subproducto de la platanera en la alimentación animal

Sergio Álvarez

Unidad de Producción Animal, Pastos y Forrajes. ICIA

El Archipiélago Canario presenta una acusada dependencia del exterior relacionado con la alimentación del ganado, siendo uno de los graves estrangulamientos del sector ganadero. En los últimos tiempos este problema se ha agravado sobremanera al haberse producido un importante encarecimiento tanto de los concentrados como de las materias fibrosas que forman parte de la dieta. Este hecho trae consigo que los ganaderos se vean notablemente perjudicados, observando cómo se reducen sus márgenes de beneficios, lo que puede desembocar en el cierre de explotaciones ganaderas y el consiguiente abandono de zonas rurales. Una buena alternativa para alimentar el ganado de manera más económica es la producción de ensilaje de buena calidad usando subproductos de cultivos intensivos o utilizando subproductos de la industria alimentaria.

El empleo de subproductos agroindustriales en la alimentación animal, más concretamente la de caprino, permite incrementar las disponibilidades forrajeras, reducir los costes y minimizar el problema de contaminación ambiental que provoca su acumulación.

En Canarias, los subproductos de la platanera se han utilizado tradicionalmente en la alimentación de los rumiantes, complementando el aporte fibroso de la ración y permitiendo abaratar los costes alimenticios del ganado (Elejabeitia, 1997).

La importancia de los subproductos de la platanera como aporte forrajero para la ganadería canaria se pone de manifiesto al considerar que la superficie dedicada al cultivo del plátano es de unas 9.112 ha (Estadística Agraria de Canarias, 2008), lo que anualmente significa una producción de más de 371.000 toneladas de plátanos. Los subproductos de la platanera consisten en los residuos de la cosecha (rolo y hojas) y de la clasificación y empaquetado (racimo y plátanos de desecho) y se suelen usar en fresco.

El 10% del peso de la piña de plátano (40-50 kg) se puede considerar subproducto de desecho en el proceso de empaquetado, acondicionamiento y clasificación del plátano antes de su comercialización. De estos 5 kg, aproximadamente 3 corresponderían con el racimo y 2 con el plátano de desecho. Por lo tanto, la producción de subproductos del empaquetado de plátanos es de unos 37 millones de kilogramos de materia fresca.

Aunque también son de gran interés forrajero las hojas y el pseudotallo, las prácticas de cultivo actuales los convierten en no aprovechables para la alimentación del ganado, ya que los agricultores una vez obtenido el fruto cortan toda la parte aérea de la planta y la incorporan al terreno como abono orgánico; de esta manera hacen un uso directo del subproducto y evitan complicados manejos posteriores que dificultarían las labores de cultivo. Además este uso está también condicionado por las restricciones existentes en el movimiento de material vegetal de platanera con el fin de evitar la diseminación de determinadas plagas como el picudo.

Es importante destacar la utilización de estos subproductos en la alimentación de ovejas de pelo asociadas a fincas de platanera en producción integrada.

El interés de estos subproductos deriva de la escasez de cultivos forrajeros en el Archipiélago; en efecto en Canarias se importan anualmente más de 10.000 toneladas solamente de paja de cereal para ser utilizada como substrato fibroso en la alimentación animal. A este dato habría que sumar la importación del resto de materias fibrosas y concentradas.

VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CULTIVO DE PLATANERA

Los subproductos de la platanera se caracterizan por un bajo contenido en materia seca, siendo particularmente bajo (5-10%) en el pseudotrunko y racimo y algo más elevado en las hojas y plátanos de deshecho, donde puede llegar hasta el 20% (Pieltain et al., 1999). La composición química de los plátanos de deshecho es similar a la de los concentrados energéticos; el contenido en cenizas, proteína y fibra es bajo, mientras que el contenido en carbohidratos no estructurales es muy alto (75-80%). El tipo de carbohidratos depende del estado de madurez del plátano; en efecto, mientras que en el fruto verde el almidón representa el 70-90% (Batabunde, 1992), en el fruto maduro representa solamente el 50-65% (Geoffroy, 1983), estando el resto constituido por azúcares solubles.

Algunos autores (Pieltain, 1996; Pieltain et al., 1998) han estudiado los subproductos de la industria del plátano (pulpa y piel); la pulpa tiene un alto contenido en materia seca (alrededor del 75%), pocas cenizas (menos del 5%), poca proteína (un 5%) y menos de un 1.5% de fibra bruta, mientras que la piel contiene menos del 20% de materia seca, un alto contenido en cenizas (casi el 25%), un contenido medio de proteína bruta (10%) y un alto contenido en fibra bruta (más del 25%).

La digestibilidad in vivo de los subproductos del empaquetado de plátanos ha sido señalada por Geoffroy (1985) en ganado caprino. La digestibilidad de la materia seca (DMS) del plátano de destrío (66.4) se puede considerar similar a la de las hojas pero inferior a la del pseudotrunko, siendo la DMO considerablemente alta tanto en plátano (85%) como en piel (79.8%) y sobre todo en pulpa (94.8%). Por su parte la DPB se sitúa por encima del 55% y la DFB por encima del 70% en plátano y piel y algo más baja en pulpa (58.9%).

Además, se puede considerar al plátano de deshecho como un subproducto muy energético, ya que su valor es superior al de los cereales con valores entre 1.10-1.20 UFL kg/MS (Geoffroy, 1985, Pieltain, 1996). El racimo no es tan energético, aportando menos de 0.75 UFL/kg MS (Pieltain, 1996).

La ingestión de plátanos de deshecho ha sido situada en 56.5 g de MS/kg $P^{0.75}$ cuando la inclusión de plátanos era un 20% de la materia total de la ración (Chenost et al., 1977). En estudios posteriores, (Pieltain, 1996), determinó como ingestión máxima de materia seca de plátano en 59.3 g MS/kg $P^{0.75}$, esto supone para cabras de raza majorera con un peso medio de 50 kg, una ingestión media máxima de 1.2 kg de MS, equivalentes a 1.40 UFL, lo que cubriría, teóricamente, las necesidades energéticas de mantenimiento y la producción de casi 2 litros de leche. Sin embargo, la ingestión voluntaria máxima de racimo se situó únicamente en 15 g MS/kg $P^{0.75}$.

El plátano de destrío es un alimento muy apreciado por el ganado vacuno, y en menor proporción por el ganado caprino y ovino. El plátano, que tiene un alto contenido en almidón y azúcares, presenta un valor energético superior al de los cereales (maíz, cebada). En determinados experimentos, en los que se ha llegado a sustituir hasta un 65-80% del concentrado de la dieta por plátanos, no se vieron afectadas ni la ingestión ni la producción de leche, tanto en vacas como en cabras (Geoffroy, 1977). Debido al bajo contenido en proteína de los plátanos, cuando éstos se complementan en las raciones con alimentos proteicos se produce una mejora notable en los rendimientos (Esnaola y Ríos, 1990).

La composición del plátano, alta en carbohidratos y baja en proteínas facilita la preparación del ensilado a partir del fruto verde o relativamente maduro (Geoffroy, 1985); además, las fermentaciones que ocurren durante el ensilado aumentan su contenido proteico, mejorando así mismo su ingestión (Meyers y Chung, 1977), conformando un producto alimenticio de mayor calidad que si fuera suministrado en fresco.

A modo de síntesis podemos decir que el subproducto del empaquetado de plátanos está compuesto principalmente por las frutas rechazadas (verdes y maduras) y el racimo o tolete, en general constituyen una buena fuente de energía para los rumiantes. Son muy palatables y apetecibles en vacas, pudiendo llegar a consumir grandes cantidades, mientras que en pequeños rumiantes en general y sobre todo en cabras en particular debido a su característico comportamiento alimenticio estas cantidades deben ser más moderadas. Su contenido en fibra y proteína es bajo como también el contenido en minerales, por lo que deben ser complementados en la explotación con forraje fresco o henificado para prevenir problemas en el rumen, y con un suplemento de proteína y minerales. Para ensilar se debe triturar el rechazo consiguiendo una mezcla homogénea y mezclarlo con uno o varios alimentos ricos en proteína (Chedly y Lee, 2001).

UTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

En las últimas décadas se viene utilizando de manera importante y efectiva el uso de subproductos agroindustriales en la nutrición animal con el fin de reducir los costes derivados de la alimentación que pueden llegar a suponer más del 70% de los costes totales de explotación y por otro lado permite reciclar los residuos producidos por industrias agroalimentarias o por cultivos intensivos. Los subproductos de origen agrario o industrial se pueden englobar en los denominados recursos alimenticios alternativos, cuyos efectos pueden ser observados en términos de aptitud tecnológica y de coagulación de la leche, los cuales se encuentran notablemente influenciadas por la composición de la grasa y la proteína y el contenido de células somáticas (Vasta et al., 2007). Además la inclusión de subproductos en la dieta puede favorecer la aparición de componentes beneficiosos para la salud humana y activadores del aroma en la leche y el queso.

Entre los productos agroindustriales más estudiados para la alimentación de rumiantes se encuentran aquellos derivados de la industria del aceite de oliva, que han sido más utilizados en parámetros de crecimiento y en hembras secas (Cannas y Dattilo, 1991) que en rumiantes lactantes. Aún así se encuentran experiencias realizadas únicamente en ovejas por Cabiddu et al. (2004) o en ovejas y cabras por Hadjipanayiotou (1999) donde se analiza la producción lechera y la composición de la leche, mientras las propiedades nutricionales han sido objeto de estudios diversos principalmente en ovejas (Chiofalo et al., 2004). En otras experiencias se ha constatado que la utilización de tortas de aceituna, que se conservan ensiladas de manera adecuada, pueden incrementar el contenido de ácidos grasos monoinsaturados a la par que disminuyen la proporción de ácidos grasos saturados en leche (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007).

Otro subproducto derivado de la industria alimentaria que ha sido probado con éxito para alimentación de rumiantes en lactación ha sido la pulpa de cítricos que puede ser utilizada en fresco, en seco y ensilada principalmente, aunque permite muchas otras variantes del subproducto (Leiva et al., 2000; Solomon et al., 2000). Ha sido probada para sustitución de hasta 300g /kg de materia seca de concentrados sin verse afectada la producción lechera de ovejas. Así mismo han sido estudiados ensilados de naranja y limón con resultados diversos, en el primer caso disminuía la producción lechera y la proteína aumentando el contenido graso (Volanis et al., 2004) mientras el segundo favorecía la producción, no modificando la grasa, la fracción nitrogenada o las propiedades de coagulación. En experiencias posteriores (Volanis et al., 2006) han determinado como positiva la inclusión de pulpa de cítricos ensilados en las dietas de ovejas lecheras, particularmente cuando esta leche es destinada a la industria quesera.

La industria de procesado de la soja y del lino proporciona subproductos interesantes a la hora de sustituir alimentos convencionales. Así las cáscaras de habas de soja (350 g/d) que son muy palatables y ricas en fibra digestible y pectinas unido a destilado de cereales (150 g/d) pueden sustituir piensos concentrados (500g/d) en ovejas aumentando la producción y el contenido graso de la leche. Mientras que al reemplazar maíz y harina de cebada se han determinado variaciones en el perfil de ácidos grasos, disminuyendo el contenido de C4-C12 y aumentando el de ácido esteárico y oleico (Nudda et al., 2004). Por otro lado tanto la torta de semilla de lino como el aceite de lino han sido utilizados de manera efectiva como suplemento nutricional en ganado caprino (Nudda et al., 2006).

Otros subproductos que han sido menos estudiados son el ensilado del orujo de tomate, derivado del procesado de la pasta de tomate (Di Francia et al., 2004) y el suero de lechería, subproducto de la elaboración quesera de gran poder contaminante.

En la cuenca del Mediterráneo se han ensilado exitosamente grandes cantidades de subproductos agroindustriales y residuos de cosecha como pulpa de citrus, orujo de uva, pulpa de tomate, torta de aceitunas, salvado de trigo y otros en diversas formas, como ingredientes únicos o en diferentes mezclas. Hoy día estas técnicas de ensilaje son usadas de forma muy generalizada por los ganaderos y han comenzado a reemplazar algunos alimentos tradicionales incluyendo el uso de concentrados importados (Kayouli et al., 1993; Hadjipanayiotou, 1994).

En muchos países tropicales y subtropicales existe una gran variedad de subproductos, de residuos de cosecha, de procesamiento de alimentos y de subproductos de molinería, que son ensilados y aprovechados como suplemento forrajero para la alimentación de rumiantes. Los más usuales son tubérculos y raíces, frutas y subproductos de agroindustrias (Chedly y Lee, 2001). De cultivos agrarios se utilizan los subproduc-

tos del banano, tanto el rechazo en empaquetado como las hojas y pseudotroncos procedentes del propio cultivo, multitud de raíces como la yuca, el taro, las batatas y el ñame y la pulpa fresca de frutas tropicales (mango, papaya, piña, citrus).

Procedente de agroindustrias son utilizados el bagazo de cervecería, los subproductos de pescado (deshechos de plantas procesadoras de pescado), la camada de aves (proveniente de granjas avícolas industriales), la pulpa de tomate (residuo industrial, mezcla de hollejo y semillas, de plantas procesadoras), la torta de prensado de aceitunas (utilizados con éxito en Túnez desde hace más de una década, Kayouli et al., 1993) y por último el escobajo de uva, que al ensilarse ya sea solo o mezclado con subproductos de alta calidad como el salvado de trigo, la camada de aves o la pulpa de tomate, mejora su fermentación y almacenamiento, obteniéndose un ensilaje bien conservado y apetecible.

Por otra parte, en determinadas regiones del sureste peninsular (principalmente Murcia y Almería) se genera una enorme cantidad de subproductos vegetales de invernadero (tomate, pimiento, judía, alcachofa, brócoli, etc.). El proceso de ensilaje se ha conformado como uno de los métodos más eficaces para garantizar la correcta conservación del valor nutritivo de estos residuos con alto contenido en humedad (Meneses et al., 2001; Barroso et al., 2006)

PROYECTOS DESARROLLADOS POR EL ICIA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL SUBPRODUCTO DE LA PLATANERA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Actualmente en el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias se está desarrollando el **Proyecto RTA2008-00108** del Plan Nacional de Recursos y Tecnologías Agrarias titulado *"Aprovechamiento del ensilado de subproductos agroindustriales en Canarias para la alimentación del ganado caprino y su efecto en la calidad de la leche y el queso"* cuya finalización está prevista para finales del 2011.

El objetivo general del proyecto es valorar la idoneidad de los residuos de los empaquetados de plátanos y los subproductos de cervecería y harineras, para la elaboración de forrajes ensilados adecuados para la alimentación del ganado caprino. Se propone el uso de metodología que no implique técnicas complicadas y costosas y con un mínimo consumo de energía evaluando el efecto de las dietas confeccionadas con estos subproductos en la cantidad y calidad de la leche y los quesos. Mediante la reutilización de subproductos agrarios muy abundantes en las islas se abordan dos problemas importantes: la posibilidad de disminuir el coste económico de la alimentación en la cabaña ganadera canaria, que actualmente se abastece de productos caros e importados, y paralelamente la reducción del impacto de los residuos agroindustriales minimizando el daño ambiental y rentabilizando la utilización de dichos subproductos. Finalmente se llevará a cabo una estimación de la relación calidad/coste de los diferentes ensilados así como del coste de producción de los diferentes quesos basándonos en las dietas suministradas, lo que nos desvelará la rentabilidad final de los productos utilizados.

En Canarias ya se han realizado algunas experiencias con determinados subproductos tanto ensilados como desecados, tales como los residuos de las empaquetadoras de plátanos y los derivados de las tomateras (Chinea et al., 1998 y 1999) donde se abordaba la composición químico-bromatológica y su aceptabilidad e ingestión por cabritos en crecimiento. Así mismo por parte del área de Nutrición de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria se acometió un proyecto financiado por el Gobierno Autónomo para la "Evaluación de subproductos agroindustriales canarios con destino a la alimentación animal" cuyos principales resultados se recogen en los siguientes trabajos (Pieltain, 1996; Pieltain et al., 1998; Pieltain et al., 1999). En ellos se aborda el valor nutritivo de los subproductos, sin ensilar, de la platanera.

En ninguno de los trabajos realizados en Canarias con subproductos agroindustriales para la alimentación de rumiantes, se aborda en profundidad la calidad de ensilado de estos residuos. Así mismo, no se ha desarrollado todavía ningún estudio que determine la influencia de los mismos en la producción y calidad de leche y quesos.

La explotación de ganado caprino lechero para producción de quesos de calidad es uno de los pocos subsectores que ha progresado de manera importante, y mantiene buenas perspectivas, en los últimos años dentro del sector agrario canario, por lo que los productores requieren la seguridad de un acceso relativamente económico a una buena alimentación para sus animales.

Aunque la alimentación a base de subproductos es una práctica que lleva utilizándose desde hace mucho tiempo, son pocos los trabajos que abordan el efecto real que tienen las dietas confeccionadas con estos productos ensilados, no solamente en la producción lechera (cantidad y calidad) sino sobre todo, y como trabajo relativamente novedoso, en las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de los quesos elaborados a partir de esa leche.

En este proyecto se pretende primeramente conocer cómo se comporta el subproducto del empaquetado de plátano en el ensilado (mediante la utilización de microensilados experimentales) dependiendo de la proporción y estado de maduración de fruto y racimo, siendo también primordial saber qué tipo de complementos y aditivos deben añadirse para una correcta fermentación.

Una vez que se conozcan las características del ensilado de plátano es necesario trasladar la experiencia a campo para determinar a nivel explotación la viabilidad, estabilidad y comportamiento en el tiempo de este tipo de silos, haciendo posible la transferencia de resultados reales a los ganaderos.

Para finalizar se elaborarán dietas experimentales con inclusión de diferentes porcentajes de ensilado que serán suministradas al ganado caprino durante la lactación. De esta manera se evaluará la cantidad y calidad de leche producida así como las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los quesos elaborados con las diferentes dietas. Estas pruebas nos permitirán saber cual es el nivel de inclusión óptimo del ensilado en la dieta y cual es su influencia en la producción de leche y quesos. Por último, pero no menos importante, se pretende realizar estudios económicos que nos indiquen la rentabilidad que implica el uso de este subproducto.

Actualmente se ha desarrollado la parte de estudio específico del ensilado, estando en vías de realización la de alimentación de los animales.

La ensilabilidad de un producto se define habitualmente como su aptitud para ser ensilado, en función de sus valores de materia seca, azúcares solubles, capacidad tampón y nitratos. De diversos empaquetados de plátano de Tenerife se tomaron 5 combinaciones representativas del subproducto (100% plátano verde (PV), 100% racimo (R), 30% PV-70% R, 50% PV-50% R y 100% plátano maduro (PM)) y se efectuaron las siguientes mediciones previas, después de picado y homogeneizado el producto: pH, materia seca, azúcares solubles, capacidad tampón, nitritos y nitratos. Así mismo se determinó el coeficiente de fermentabilidad.

A partir de los resultados de ensilabilidad obtenidos se seleccionaron tres combinaciones (100% PV, 50% PV-50% R, 50% PV-50% R + aditivos) con el fin de evaluar la calidad y estabilidad en el tiempo del ensilado de plátano utilizando microensilados a nivel experimental. Los aditivos utilizados en la tercera combinación fueron melaza y pulpa de remolacha. El modelo de microsilo utilizado en este experimento se basó en el definido por Martínez (2003).

Se evaluó la ensilabilidad y calidad nutritiva y fermentativa del silo de platanera en tres periodos de tiempo diferentes: 45 días (45d), 3 meses (3m), 6 meses (6m).

Transcurrido el período de fermentación considerado, se procedió a la apertura de los microensilados experimentales. El proceso de fermentación se evaluó determinando los metabolitos finales de la fermentación en jugos de ensilado por cromatografía de alta resolución (HPLC) realizadas en el laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA (Asturias): pH, N soluble y N amoniacal, azúcares solubles residuales, ácido láctico, ácidos grasos volátiles totales, ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico. Además se evaluó la calidad nutritiva del forraje ensilado, previa liofilización de la muestra, mediante las siguientes determinaciones llevadas a cabo en el Laboratorio de Valoración Nutritiva del ICIA: Materia seca, materia orgánica, cenizas, proteína bruta, FAD, FND y LAD.

Como resultados parciales podemos indicar los siguientes:

La calidad fermentativa de un ensilado obedece a dos factores: la naturaleza del material de partida y el correcto desarrollo de la técnica empleada. La ensilabilidad depende fundamentalmente del contenido en MS, carbohidratos solubles, resistencia a la acidificación o capacidad tampón y contenido en nitratos.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de ensilabilidad del subproducto del empaquetado de plátanos a partir de las cinco combinaciones diferentes de plátano verde (PV), racimo (R) y plátano maduro (PM). La muestra que presentó mejores características iniciales fue la E con un alto contenido en azúcares y un bajo contenido en nitratos y pH. Además los valores de MS y capacidad tampón son superiores a los niveles mínimos requeridos para una correcta fermentación.

Tabla 1. Ensilabilidad del subproducto del empaquetado de plátanos

	MS (%)	Azúcares solubles (%)	pH	CT	Nitritos	Nitratos	CF
A (100% PV)	21,36	17,27	5,37	258	no	<10	26,9
B (100% R)	7,63	11,29	6,12	645	no	<25	9,1
C (30% PV/70% R)	11,43	8,59	6,16	385	no	<25	13,3
D (50% PV/50% R)	15,86	9,58	6,12	279	no	<25	18,8
E (100% PM)	21,27	50,50	5,01	320	no	<10	34,7

CT: capacidad tampón; CF: coeficiente de fermentabilidad

A pesar de la buena calidad de partida de esta combinación, no se estimó adecuada su utilización posterior para las pruebas de estabilidad debido a la escasez de este subproducto en el empaquetado y a su complejo manejo debido a su alta fermentabilidad y rápida putrefacción.

Características aceptables presentaron las combinaciones A y D, con valores mejores en todos los parámetros para la primera de ellas. Las combinaciones que se comportaron de peor manera resultaron ser la B y C con valores bajos de MS, azúcares solubles y coeficiente de fermentabilidad y valores excesivamente altos de pH inicial y capacidad tampón.

A partir de los resultados obtenidos se decidió utilizar como combinaciones para estudiar la calidad y estabilidad en el tiempo la A, D y D + aditivos. Esta última combinación estaba compuesta por 50% PV/50% R más melaza y pulpa de remolacha para mejorar el contenido de materia seca y de carbohidratos solubles de partida lo que a su vez implicaba una mejora añadida del coeficiente de fermentabilidad.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de los indicadores de calidad fermentativa y su conservabilidad y estabilidad en el tiempo. Como era de esperar la combinación que presentó mejores resultados fue la PV/R+ad. con valores de nitrógeno soluble y amoniacal inferiores al 50% y al 10% respectivamente lo que denota una adecuada degradación de la proteína en el proceso de ensilado. Así mismo las altas cantidades de ácido láctico presentes en estas muestras indican una óptima transformación de los azúcares contribuyendo a la reducción del pH y a la estabilidad del ensilado. Por último la ausencia de ácido butírico y un contenido bajo de ácidos grasos volátiles caracterizan este ensilado como de calidad excelente y con una alta estabilidad en el tiempo ya que se mantienen valores similares hasta los seis meses de duración.

Tabla 2. Calidad fermentativa y estabilidad en el tiempo del ensilado de platanera

Comb.	Tiempo	N-sol (%Ntot)	N-NH3 (%Ntot)	Az Solubles	Ac. Láctico	Ac. Acético	Ac. Propión.	Ac. Butírico	Ac. volátiles
PV	45d	37,02 ±4,92	19,13 ±3,91	0,10 ±0,14	0,81 ±0,98	2,37 ±0,81	0,33 ±0,17	1,36 ±0,83	4,06 ±1,81
	3m	36,35 ±1,21	20,83 ±1,54	1,05 ±1,12	1,37 ±1,52	3,55 ±0,38	0,34 ±0,01	2,21 ±0,63	6,10 ±1,00
	6m	39,56 ±0,19	25,61 ±0,07	0,24 ±0,13	0,10 ±0,01	3,80 ±0,04	0,52 ±0,01	2,44 ±0,16	6,76 ±0,19
PV/R	45d	17,0 ±42,25	7,26 ±0,60	0,16 ±0,04	1,25 ±0,37	1,59 ±0,31	0,76 ±0,63	1,22 ±0,41	3,58 ±0,23
	3m	17,27 ±1,12	11,04 ±0,17	0,15 ±0,02	0,33 ±0,47	1,85 ±0,10	0,34 ±0,10	1,89 ±0,09	4,08 ±0,12
	6m	20,75 ±0,32	9,76 ±0,03	0	0,73 ±0,01	2,24 ±0,03	0,44 ±0,01	1,20 ±0,05	3,89 ±0,09
PV/R + ad.	45d	43,94 ±2,47	6,75 ±0,34	2,71 ±0,74	6,75 ±0,21	1,48 ±0,05	0	0	1,48 ±0,05
	3m	45,24 ±1,95	6,90 ±0,20	1,96 ±0,12	6,45 ±0,22	1,68 ±0,03	0	0	1,68 ±0,03
	6m	45,91 ±4,17	5,95 ±0,98	2,90 ±0,70	6,39 ±0,38	1,87 ±0,01	0	0	1,87 ±0,01

Las otras dos combinaciones (PV y PV/R) presentan porcentajes excesivamente altos de N amoniacal, ácidos grasos volátiles y sobre todo ácido butírico lo que les confiere una calidad de mediocre a mala en función de los parámetros de fermentación analizados (Martínez y col. 1999). Por el contrario su estabilidad en el tiempo es aceptable ya que los valores se mantienen relativamente constantes en el proceso de conservación.

El subproducto de platanera ensilado presentó en las tres combinaciones estudiadas un moderado contenido en materia seca (Tabla 3) y un bajo contenido proteico, resultando notablemente inferiores ambos valores en la combinación PV/R. El contenido en materia orgánica (93%-94%) y cenizas (6%-7%) puede considerarse aceptable y similar al de otros ensilados a base de subproductos agroindustriales en la combinación PV siendo notablemente menor en las otras dos combinaciones. El contenido de las diferentes fracciones fibrosas es también bajo aunque superior en aquellas muestras que incluyen plátano verde y racimo conjuntamente.

Tabla 3. Composición fisicoquímica del ensilado de platanera a lo largo del tiempo en función de las distintas combinaciones estudiadas.

	Tiempo	pH	MS	MO	Cenizas	Proteína	FND	FAD	LAD
PV	45d	5,27	30,05	92,95	7,05	5,14	11,41	8,52	3,38
		±0,08 ^a	±0,61 ^{ab}	±1,66	±1,65	±0,01	±5,18 ^a	±3,08 ^a	±1,87
	3m	4,87	31,05	93,46	6,54	5,42	10,53	7,88	3,25
		±0,31 ^b	±1,12 ^a	±0,61	±0,61	±0,15	±0,49 ^a	±0,40 ^a	±0,40
	6m	4,97	28,08	94,13	5,87	5,04	8,15	6,69	3,05
		±0,02 ^b	±0,59 ^b	±0,01	±0,01	±0,13	±1,07 ^b	±0,42 ^b	±0,16
PV/R	45d	5,15	19,82	87,36	12,64	4,81	21,39	14,61	3,81
		±0,04	±4,09	±2,66 ^a	±2,66 ^a	±0,30	±5,44 ^a	±4,14 ^b	±1,62
	3m	5,24	20,71	88,04	11,96	4,47	18,78	13,67	4,16
		±0,29	±1,15	±3,13 ^a	±3,13 ^a	±0,41	±0,53 ^{ab}	±3,13 ^{ab}	±1,92
	6m	5,14	20,19	91,80	8,20	4,29	13,42	11,78	2,47
		±0,01	±0,86	±0,19 ^b	±0,19 ^b	±0,14	±2,58 ^b	±1,84 ^a	±0,47
PV/R + ad.	45d	3,99	26,57	85,48	14,52	6,21	16,32	11,83	2,23
		±0,04	±1,38	±0,18	±0,18	±0,11	±1,96	±1,47 ^a	±0,28
	3m	3,98	26,76	84,87	15,13	6,27	15,89	11,67	3,00
		±0,02	±0,15	±0,09	±0,09	±0,03	±0,23	±0,36 ^a	±0,30
	6m	3,96	27,97	84,75	15,25	6,56	17,17	13,80	2,69
		±0,03	±1,15	±0,18	±0,18	±0,22	±0,43	±0,57 ^b	±0,25

Letras distintas para la misma columna indican diferencias significativas a,b=p<0.05

Cuando analizamos la evolución en el tiempo de los distintos parámetros de la composición química, constatamos que la combinación PV/R es la que mayor variación presenta, contabilizando hasta cuatro parámetros donde existen diferencias significativas (p<0,05). Las fracciones de la fibra, y en concreto la FAD, son las que mayor variabilidad presentan, reduciendo por lo general sus valores a medida que transcurre el tiempo de conservación del ensilado.

Como conclusión preliminar podemos apuntar que el subproducto del empaquetado de plátanos presenta buenas cualidades para ensilar siempre y cuando se le añadan aditivos que mejoren la materia seca y los azúcares solubles iniciales. Su moderado valor nutritivo, de escasa variabilidad en el tiempo, permite una inclusión limitada en dietas de rumiantes. Estos resultados se complementarán con los obtenidos en ensayos de palatabilidad y en los estudios llevados a cabo para determinar el efecto de su utilización en la cantidad y calidad de la leche y los quesos.

Por otro lado también se participa dentro del **Proyecto INTERREG MAC/1/C054 BIOMUSA** *Transferencia de I+D+i para el desarrollo sostenible del cultivo del plátano en las RUPs MAC (2009-2012* cuyo jefe de filas es el ICIA. Este es un proyecto multidisciplinar que engloba numerosas áreas de actuación: *Manejo, Protección de cultivo, Riego, Postcosecha* y también tiene un apartado destinado a los *subproductos de la platanera para alimentación animal*. Se tiene previsto profundizar en determinados aspectos relacionados con

su aprovechamiento entre los que se encuentra el estudio de residuos fitosanitarios y como podrían afectar el consumo y utilización por parte del ganado. Esta actividad se realizará mediante colaboración con el Departamento de Química Analítica de la Universidad de La Laguna.

BIBLIOGRAFÍA

- Barroso, F.G., Martínez, T.F., Megías, M.D., Madrid, M.J., Hernández, F. 2006. Conservación y valoración de la pulpa de tomate ensilada para alimentación animal. Actas de las XXXI Jornadas Científicas de la SEOC, Zamora. 48-50.
- Batabunde, G.M. 1992. Availability of banana and plantain products for animal feeding. *FAO Animal Production and health* 95, 251-276.
- Cabiddu, A., Canu, M., Decandia, M., Molle, G., Pompel, R., 2004. The intake and performance of dairy ewes fed with different levels of olive cake silage in late pregnancy and suckling periods. In: Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Morand-Fehr, P. (Eds.), *Nutrition and Feeding Strategies of Sheep and Goats under Harsh Climates*. CIHEAM-IAMZ, Options Méditerranéennes: Serie A, Zaragoza, pp. 197–201.
- Cannas, A., Dattilo, M., 1991. Fibrous agroindustrial by-products: characteristics and improvement. In: Galletti, G.C. (Ed.), *Production and Utilization of Lignocellulosics*. Elsevier Applied Science, London, pp. 427–441.
- Chedly, K.; Lee, S. 2001. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. (Ed) L. 't Mannelje. *Estudio FAO Producción y Protección Vegetal* 161, 87-97.
- Chenost, M., Geoffroy, F., Bousquet, P., Candau, M. 1977. Possibilities of using bananas for the feeding of ruminants in humid tropical regions. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 61:4.
- China, E., Martín, P., Afonso, C., Hita, P., Hernández, E., Vera, A. 1998. Tratamiento de los residuos de las estaciones empaquetadoras de plátanos de Canarias para la alimentación animal. Valor nutritivo. Actas del V Congreso Internacional de Química de la Asociación Nacional de Químicos de España (ANQUE) "Residuos sólidos, líquidos y gaseosos: su mejor destino (III)", Vol II. Tenerife, 43-52.
- China, E., Martín, P., Afonso, C., Vera, A. 1999. Estudio preliminar de la utilización de los residuos de la tomatina en la alimentación del ganado caprino en Tenerife. Actas de las XXIV Jornadas Científicas de la SEOC, Soria. 223-226.
- Chiofalo, B., Liotta, L., Zumbo, A., Chiofalo, V., 2004. Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition. *Small Rum. Res.* 55, 169–176.
- Di Francia, A., De Rosa, G., Masucci, F., Romano, R., Grasso, F., 2004. Effetto dell'impiego alimentare del residuo industriale del passato di pomodoro sulle prestazioni produttive di pecore di razza Comisana. In: Proc. 16th Natl. Congr. SIPAOC, Siena, Italy, p. 271.
- Elejabeitia, N. 1997. La alimentación de las cabras. Hojas divulgativas del Servicio de Agricultura del Cabildo Insular de Tenerife. 26 pp.
- Esnaola, M.A., Ríos, C. 1990. Leaves of "poro" (*Erythrina poeppigiana*) as a protein supplement for lactating goats. *Livestock Research for Rural Development* 2, 24-33.
- Estadística Agraria de Canarias. 2005. Gobierno de Canarias.
- Geoffroy, F. 1977. Banana waste in the nutrition of dairy goats in the humid tropics. *Nouvelles Agronomiques des Antilles et de la Guyane* 3, 291-302.
- Geoffroy, F. 1983. Utilisation de rations complètes à base de banane avec ou sans apport mélasse par les chèvres laitières. *Revue Elevage et Médecine Vétérinaire de Pays Tropicaux* 2, 215-218.

- Geoffroy, F. 1985. Utilisation de la banane par les ruminants I. Composition et valeur nutritive de la banane fraîche ou ensilée: revue. *Revue Elevage et Médecine Vétérinaire de Pays Tropicaux* 38, 76-85.
- Hadjipanayiotou, M. 1994. Voluntary intake and performance of ruminant animals offered poultry litter olive cake silage. *Livest. Res. Rural Dev.*, 6 :10.
- Hadjipanayiotou, M., 1999. Feeding ensiled crude olive cake to lactating Chios ewes, Damascus goats and Friesian cows. *Livest. Prod. Sci.* 59, 61–66.
- Kayouli, C., Demeyer, D., Accacha, M. 1993. Evaluation of poultry litter and olive cakes as an alternative feed for ruminant production in Tunisia .p.420-440, in: *Proc. Intl. Conf. on Increasing Livestock Production through Utilisation of Local Resources*. Beijing China, 18-22 October 1993.
- Leiva, E., Hall, M.B., Van Horn, H.H., 2000. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci.* 83, 2866–2875.
- Martínez, A. 2003. Ensilabilidad de especies praterenses en Asturias y su interacción con el uso de aditivos. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo.
- Martínez, A.; De la Roza, B; Fernández, O. 1999. Nuevas Técnicas para determinar la calidad de los ensilados. *Pastos y Forrajes. Tecnología Agroalimentaria*. CIATA. 48
- Meneses, M., Andarade, H., Megías, M., Hernández, F., Madrid, J. 2001. Evaluación de la degradabilidad de dos subproductos agroindustriales ensilados, brócoli (*Brassica oleracea*, var. *Itálica*) y alcachofa (*Cynara scolymus*), empleando técnicas "in vitro". *Actas de las XXVI Jornadas Científicas de la SEOC*, Sevilla.
- Meyers, S.P., Chung, S.L. 1987 Bioprotein from banana wastes. *Abstracts of the Annual Meeting of the American Society of Microbiology*, 77:254.
- Molina-Alcaide, E., Yáñez-Ruiz, D.R. 2007. Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review, *Amim. Feed. Sci. Technol.*, doi:10.1016/j.anifeeds.2007.09.021.
- Nudda, A., Fancellu, S., Porcu, F., Boe, F., Cannas, A., 2004. Responses of milk fat composition to dietary non-fiber carbohydrates in Sarda dairy sheep. *J. Dairy Sci.* 87 (Suppl. 1), 310 (Abstr.).
- Nudda, A., Battacone, G., Usai, M.G., Fancellu, S., Pulina, G., 2006. Supplementation with extruded linseed cake affects concentrations of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in goat milk. *J. Dairy Sci.* 89, 277–282.
- Pieltain, M.C. 1996. Valor nutritivo para el caprino de subproductos de la platanera. Tesis Doctoral. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. 111 pp.
- Pieltain, M.C., Castañón, J.I.R., Ventura M.R., Flores M.P. 1998. The nutritive value of banana (*Musa acuminata*) fruits for ruminant. *Animal Feed Science and Technology*, 73: 187-191
- Pieltain, M.C., Castañón, J.I.R., Ventura M.R., Flores M.P. 1999. The nutritive value of banana (*Musa acuminata*) by-products for ruminant. *Animal Science*, 69: 213-216
- Solomon, R., Chase, L.E., Ben-Ghedalia, D., Bauman, D.E., 2000. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 1322–1329.
- Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., Priolo, A. 2007. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants, *Amim. Feed. Sci. Technol.*, doi:10.1016/j.anifeeds.2007.09.020.
- Volanis, M., Zoiopoulos, P., Tzerakis, K., 2004. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. *Small Rum. Res.* 53, 15–21.
- Volanis M., Zoiopoulos P., Panagou E., Tzerakis C. 2006. Utilization of an ensiled citrus pulp mixture in the feeding of lactating dairy ewes. *Small Ruminant Research* 64, 190–195.

Produção de banana em Modo de Produção Biológico na Região Autónoma da Madeira

Alcino da Silva e José Guerreiro

A ilha da Madeira tem uma área de 750 Km² e nela habitam 250.000 pessoas. Anualmente é visitada, em média, por 800.000 turistas.

Tem uma posição geográfica privilegiada. Devido à sua localização no Oceano Atlântico e à direcção predominante dos ventos, a contaminação dos grandes continentes é mínima.

Cerca de 16% (15.000 ha) do seu território é ocupado por floresta Laurissilva, um ecossistema em perfeito equilíbrio, com ar puro, água em abundância e um solo fértil e firme.

A sua área agrícola é de 5.646 ha, 640 ha são ocupados pela cultura da bananeira e destes, 7 ha são em Modo de produção Biológico.

1. CONVERSÃO DE UM BANANAL AO MODO DE PRODUÇÃO BIOLÓGICO

A primeira etapa do processo de conversão de um bananal ao modo de produção biológico consiste na implementação de um conjunto de técnicas culturais e da utilização de factores de produção alternativos aos utilizados tradicionalmente. Em todo este processo, as alterações mais significativas verificam-se ao nível da fertilização e no controlo de pragas. Por outro lado, algumas das técnicas culturais utilizadas tradicionalmente na produção convencional, das quais se destaca o toturamento e a limpeza do cacho e da planta, permanecem no modo de produção biológico.

O período de conversão nesta cultura tem a duração de três anos. A partir do início do 2º Ano de produção os frutos podem ser comercializados com a designação de “Produto em Conversão para a Agricultura Biológica”. No 4º ano após o início da conversão, a banana pode ser comercializada como produto de agricultura biológica.

2. OPERAÇÕES CULTURAIS

Na conversão de um bananal ao modo de produção biológico toda a estratégia a desenvolver terá de basear-se nas técnicas culturais utilizadas, de modo a prevenir o aparecimento de pragas e doenças. Nas plantações mais recentes, onde o compasso de plantação é adequado (1.600 plantas/ha) e já está instalado um sistema de rega localizada é mais simples implementar o processo de conversão. Nas plantações tradicionais, onde a rega é feita por alagamento e a densidade de plantação é elevada (2.500 a 3.000 plantas/ha), a primeira fase consiste na eliminação de plantas, de forma a promover o arejamento e a entrada de luz no interior da plantação. Numa segunda fase, deverá proceder-se à instalação de sistema de rega localizada que apresenta, entre outras, as seguintes vantagens: reduz a quantidade de mão-de-obra; permite a colocação dos resíduos da cultura na linha de plantação e a instalação de uma cobertura vegetal permanente na entre linha; possibilita um mais fácil fraccionamento da fertilização e não provoca o arrastamento do composto, que ocorre com o sistema de rega por alagamento.

3. CONTROLO DE INFESTANTES

Existem várias estratégias de controlo de infestantes neste modo de produção. Uma das estratégias consiste na distribuição dos resíduos da cultura no solo, formando-se uma cobertura que impede o desenvolvimento das infestantes. A cobertura total do solo também se poderá fazer através do recurso a outros resíduos (bagaço ou palha de cana de açúcar), desde que estes atinjam 10 a 15 cm de altura. Outra consiste na colocação dos resíduos da cultura ao longo da linha e nas entrelinhas as infestantes poderão ser controladas através de mondas manuais ou sachas

A instalação de uma cobertura vegetal permanente com uma leguminosa (trevo violeta) na entrelinha, nos ensaios até agora realizados, tem-se mostrado como uma solução bastante eficaz no controlo das infestantes. Esta espécie compete com os infestantes dominantes e em simultâneo fertiliza o solo através da fixação do azoto. Logo após a 1ª floração efectua-se o corte do trevo que é colocado ao longo da linha sobre os resíduos da cultura, ajudando a que estes se degradem mais rapidamente. A 2ª floração deverá formar semente de modo a que ocorra a ressementeira natural desta cobertura vegetal.



Fotografia 1- Coberto vegetal com trevo.

3. OUTRAS OPERAÇÕES CULTURAIS

Quanto a outras operações culturais, como a limpeza da planta, a limpeza do cacho, o toturamento, as sachas e regas mantêm-se após a conversão para o modo de produção biológico. De salientar que é extremamente importante a limpeza da planta, de forma a se promover o arejamento, criando condições desfavoráveis ao desenvolvimento das pragas, em especial o tripses.

Na produção convencional utilizam-se mangas em polietileno na cobertura do cacho, que promovem a melhoria da qualidade por via da protecção às agressões físicas das folhas e poeiras. Com base nas experiências efectuadas em modo de produção biológico, esta prática é desaconselhada porque dificulta a observação frequente dos cachos, que é indispensável na estratégia de controlo preventivo utilizada neste modo de produção.

4. FERTILIZAÇÃO

4.1 Incorporação de composto

No modo de produção biológico é indispensável um bom nível de M.O. no solo para permitir uma adequada nutrição das plantas. O aumento do teor de matéria orgânica pode ser conseguido através da incorporação de composto (2 a 3 ton/1000 m²) nos dois primeiros anos.



Foto 2 – Distribuição de composto.

4.2 Outros fertilizantes

Além da incorporação do composto devem ser utilizados outros fertilizantes. A Matéria orgânica líquida (M.O.L.) é um subproduto da fabricação do açúcar, através da utilização da beterraba sacarina, tendo na sua composição uma elevada percentagem de matéria orgânica (57%) bem como potássio (5%), azoto (2,5%) e ainda cálcio, magnésio e enxofre e outros micronutrientes (Fe, Mn, Cu e Zn). Este fertilizante é importante para a cultura pelo facto de ter um bom teor de potássio, nutriente em que a bananeira é exigente.

A fertilização deverá ser complementada em termos de fertilização azotada e matéria orgânica com os fertilizantes Phenix 60% de MO; 6% de N; 8% P; 15% de K) e Dix 10 (42% de MO 10% de N; 3% de P; 3% de K). Estes fertilizantes devem ser incorporados no solo. As quantidades a utilizar de cada um destes fertilizantes deverão ser calculadas com base numa análise de solos.

5. MEIOS DE LUTA

As pragas mais importantes na cultura da bananeira na Região, são tripes (*Thrips exilicornis Hood*) e aranha vermelho (*Tetranychus telarius Koch*) que atacam os frutos alimentando-se da sua epiderme e se o seu controlo não for efectuado atempadamente atinge a totalidade dos frutos provocando-lhe a perda de qualidade. Também são importantes o bicho da bananeira (*Cosmopolites sordidus*) e os nemátodos que atacam a planta debilitando-a, o que se traduz em grandes perdas de produção. Com menor importância, mas necessitando de algum controlo, existem ainda pragas como lagarta (*Opogona sacchari*), caracóis e ratos.

Para controlo das pragas referidas tem de ser dada uma grande importância às medidas preventivas, que nos casos das que atacam os frutos (tripes, aranha e lagarta) passam, sobretudo, por uma adequada densidade de plantação e limpeza da planta (corte de folhas velhas) de forma a promover o arejamento.

No caso do trips, recorre-se à utilização das piretrinas, que é um insecticida natural e a rotenona. Finalmente utilizamos o óleo de pinho, que funciona como aderente, favorecendo a fixação do produto.

Os tratamentos efectuados com a mistura destes dois insecticidas naturais juntamente com óleo de pinho, deverá ser aplicado ao fim do dia e repetido 48 horas após a primeira aplicação. Não se deve aplicar excesso de calda sobre os frutos, para evitar os efeitos da toxicidade.

Mais recentemente tem-se utilizado para o controlo do trips, com bastante eficácia, a substância activa spinosad.

No caso do aranhaço vermelho o seu controlo pode ser efectuado com aplicações de enxofre em pó utilizando um motopolvilhador de dorso, evitando a aplicação excessiva deste pó sobre os frutos.

Ao longo dos últimos três anos, verificamos que o controlo destas pragas está a exigir um menor número de tratamentos, pelo facto da intensidade dos ataques ser menor, ao que julgamos ser consequência do aumento da biodiversidade na plantação.

O controlo de nemátodos tem sido efectuado através do aumento de matéria orgânica, por via da aplicação de composto. O aumento da matéria orgânica no solo origina o aumento dos microorganismos o que favorece o equilíbrio entre nemátodos patogénicos e não patogénicos.

Em relação ao gorgulho da bananeira o seu controlo vem sendo feito através da colocação de "armadilhas", que consiste na colocação (no solo, junto a planta) de pequenos pedaços de pseudo tronco de bananeira com 30 a 50 cm de comprimento cortados ao meio. De 4 em 4 dias deve-se percorrer as armadilhas para recolher e matar os gorgulhos. Mais recentemente o controlo do gorgulho tem vindo a ser feito através da utilização de um difusor de sordidina, denominado comercialmente por difusor Cosmotrak. Este método de controlo consiste na colocação de um difusor, que funciona como atractivo, numa armadilha que percorre a plantação e vai capturando os adultos.

6. PÓS-COLHEITA

6.1 Processamento da banana no Centro de Bananicultura

As operações de pós-colheita na banana incluem a despenca, a selecção e classificação em categorias, a lavagem em água, a desinfecção, a colocação de selos e finalmente o embalamento.

Todas estas operações são comuns à banana convencional e à banana biológica. Para a desinfecção da banana biológica utiliza-se um fungicida e bactericida à base de ácido cítrico, com a denominação comercial Savanet. A dose utilizada é de 25 ml de produto por litro de água, para desinfecção de 5 Kg de banana. A banana deverá permanecer em imersão durante 2 minutos.

Em Novembro de 2002 deu-se início à comercialização da banana no mercado regional e nacional. Para o efeito, o Centro de Bananicultura, após certificação pelo organismo de controlo e certificação, implementou uma pequena unidade de processamento pós-colheita no Lugar de Baixo, onde durante um ano e meio se efectuou o embalamento e a maturação da banana produzida pelos produtores regionais, destinada ao mercado regional e nacional.

Nesta fase de arranque da comercialização, a maturação da banana efectuou-se no Centro de Bananicultura numa câmara de maturação apropriada (59 m³ de capacidade) com controlo de temperatura e humidade e com utilização de gás. Colocam-se as caixas com o produto na câmara à temperatura de 18-20° C e humidade relativa 85-95%, sendo injectado o gás Azetil (5,5% etileno + 94,5% nitrogénio) que vai actuar como activador da maturação. Para a maturação de pequenas quantidades de banana (até 500 kg), injecta-se cerca de 60 L de gás permanecendo a fruta durante 24 horas na câmara, período após o qual se efectua a exaustão do ar e a banana é retirada, ficando em condições de ser consumida cerca de 6 dias depois.

6.2 Processamento da banana na OP

Face ao volume de produção existente e com o objectivo de envolver maior número de operadores na região, em Abril de 2004, após certificação pelo organismo de controlo, foi criada uma linha de embalamento

no armazém da Organização de Produtores (O.P) Coopobama, localizado no sítio da Madalena do Mar. Nesta fase foi fundamental para o êxito deste processo a transferência de todo o conhecimento adquirido pelo Centro de Bananicultura no manuseamento pós-colheita da banana biológica, bem como a formação ministrada aos funcionários da O.P. envolvidos neste processo.

Actualmente o processamento da banana biológica é feito uma vez por semana em linha de embalagem separada, no armazém da GESBA, Empresa de Gestão do Sector da Banana, entretanto criada. A recolha dos frutos nas explorações e a entrega da mesma no armazém é idêntica para os produtores em modo de produção biológico e convencional, podendo ser realizada tanto pelo produtor como pela O.P. nas plantações.

A classificação é feita segundo as normas em vigor para a banana (processo idêntico ao convencional), e é apenas comercializada banana nas categorias Extra e Primeira. Desde a data de início do processamento na Coopobama até Setembro de 2010, comercializaram-se no mercado regional e nacional cerca de 490 toneladas de banana das categorias referidas (Gráfico 1).

A banana processada pela GESBA tem por destino maioritário o mercado continental (Península), sendo expedida por via marítima em contentores frigoríficos em paletes devidamente identificadas. A quantidade destinada ao mercado regional é vendida a uma empresa de distribuição que possui certificação para o modo de produção biológico e que efectua a maturação e a venda do produto aos diversos clientes regionais (pequenas lojas, supermercados e hotéis).

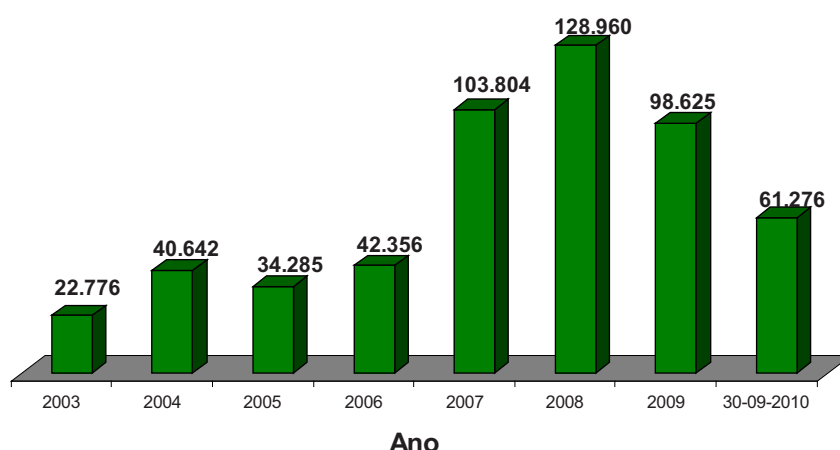


Gráfico 1 – Evolução da comercialização de banana biológica na Região Autónoma da Madeira (2003-2010).

6.3 Preços pagos ao produtor

Os preços praticados pela Gesba para pagamento aos produtores da banana biológica são superiores aos preços praticados para a banana convencional.

Quadro 1 – Preços pagos ao produtor pela Gesba para a banana biológica e convencional.

Categoria	Banana biológica		Bana convencional	
	Período de Verão	Período de Inverno	Período de Verão	Período de Inverno
Extra	1,01 €	1,03 €	0,65 €	0,67 €
Primeira	0,91 €	0,93 €	0,56 €	0,58 €
Segunda	0,610 €	0,630 €	0,456 €	0,476 €

7. PRODUÇÃO DE PLANTAS

Os viveiros do Centro de Bananicultura iniciaram em Abril de 2003 a produção de plantas de bananeira em modo de produção biológico para fornecimento aos agricultores

Utilizam-se as plantas provenientes de cultura *in vitro* das cultivares Grande Anã, Gal, Gruesa, Ricasa e Robusta. Estas plantas são envasadas no substrato biológico, com pH 6,5 e 45% de matéria orgânica. O substrato é obtido através de uma mistura com 50% de turfa e 50% de composto.

Após o envasamento efectua-se uma desinfeção com fungicida e bactericida Savanet, através de uma pulverização da parte aérea e do substrato, na concentração de 5ml/10 litros de água.

Uma semana após o envasamento as plantas são fertilizadas com Solalg, um extracto de algas marinhas, na concentração de 20 ml/10 litros de água, para promover o desenvolvimento do sistema radicular. Utiliza-se ainda os fertilizantes Dueto e M.O.L, este na concentração de 5 litros para 100 m² um mês após o envasamento, quando as plantas tinham 4 folhas.

Durante os dois meses de formação das plantas em viveiro surgem ataques de lagarta, sobretudo nas três primeiras semanas, que são controlados com recurso a insecticidas biológicos à base de *Bacillus thuringiensis*.



Foto 3 – Viveiro de plantas de bananeira em Modo de produção Biológico.

. BIBLIOGRAFIA

- Ferreira *et al.* (1998). Manual de agricultura biológica – Cobertura de Solo. Agrobio, Lisboa, 132 pp.
- Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais (2002). A cultura da bananeira em modo de produção biológico – Folheto informativo para agricultores. Funchal.
- Silva, J.A. (2000) A cultura da bananeira: Modo de produção biológico., Secretaria Regional da Agricultura Florestas e Pescas; Funchal, Revista da 45ª Feira Agro-pecuária, **10**: 21 pp.
- Silva, J.A.& Ribeiro, L.N. (2003) Conversão de um bananal ao modo de produção biológico; O Segredo da Terra N.º 3 Primavera de 2003. Edibio, Edições, Lda. Castelo de Paiva.

Debilidades y fortalezas del cultivo ecológico de la platanera en Canarias

Carlos Nogueroles

Gabinete de Proyectos Agroecológicos SL

UNA BREVE INTRODUCCIÓN

¿DE DÓNDE PROVIENEN?

Los bananos orgánicos o ecológicos frescos para la exportación se producen principalmente en la República Dominicana (para los mercados de la Unión Europea, Norteamérica y Japón), Ecuador, Perú, Colombia, México (únicamente para Norteamérica), Honduras, Israel (especialmente para el consumo interno), Martinitica (solamente para Francia), Filipinas (únicamente para Japón), Las Canarias y Madeira. Adicionalmente, pequeños volúmenes de bananos biodinámicos son cultivados en dos plantaciones, una en República Dominicana y otra en Egipto.

En el 2000, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estimó que los mercados de EEUU y la UE estaría creciendo rápidamente (50 y 80% respectivamente por año) y que para el 2005, con un aumento global anual del 65%, el mercado del banano orgánico crecería hasta un 3% del total del comercio mundial de fruta. Sin embargo, el mercado no ha crecido tan rápidamente como se predijo inicialmente. En 2002, el mercado estaba creciendo en un modesto 15%. En el Reino Unido, las ventas de bananos orgánicos representan más del 5% en el mercado. A principios de los años noventa la producción de la región representaba cerca de 50 000 toneladas, y en 2003-04 alcanzó alrededor de 250 000 toneladas. Aunque no se dispone de cifras recientes para la producción, en base a las exportaciones y a las superficies certificadas se puede estimar que en 2007 se produjo cerca de medio millón de toneladas. Según estimaciones, en 2006 las exportaciones mundiales de bananos orgánicos frescos certificados oscilaron entre 260000 y 270000 toneladas. Las estimaciones provisionales indican que en 2007 superaron las 300 000 toneladas, lo que representa más del 2 por ciento de las exportaciones mundiales de banano para postre

¿DE QUÉ VALOR HABLAMOS?

Perú fue el primer exportador mundial de este producto en el año 2008, con 45.5 millones de dólares, según informe de su Ministerio de Agricultura (Minag). El segundo exportador mundial es República Dominicana que en el 2008 exportó por 42.5 millones de dólares.

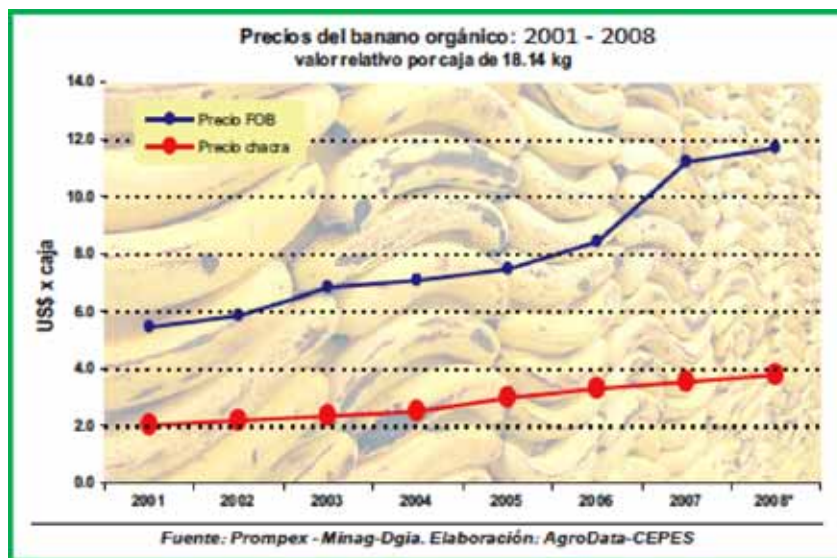
En cuanto a los precios pagados en origen, según información tomada de Fresh Plaza, la diferencia de entre una caja de banano orgánico y una del convencional es de dos dólares. La primera cuesta nueve dólares y la segunda siete dólares.

¿DÓNDE VA?

La Unión Europea se consolidó como el principal destino con un 60 por ciento del total. Otros mercados de gran significación son Estados Unidos con un 31 por ciento, y Japón con el nueve por ciento.

A nivel de los países miembros de la Unión Europea, resalta Países Bajos con el 42 por ciento de participación (19.2 millones de dólares), Bélgica con nueve por ciento (4.2 millones), Alemania con seis por ciento (2.6 millones) y Reino Unido e Irlanda con dos por ciento (un millón).

La estacionalidad para la exportación del banano orgánico es durante todo el año, pero su pico se centra entre los meses de agosto y octubre.



CANARIAS:

Canarias está a la cabeza del mundo en cuanto a rendimientos en el cultivo del plátano, ya que, como consecuencia de sus limitaciones en cuanto a territorio, la productividad se ha llevado cerca del máximo que técnicamente se podía alcanzar, incluso con serias limitaciones en el agua disponible para regadío y sin ser óptimo el clima. La media en Canarias está en torno a 50.000 Kgs./Ha y año, resultado de dividir 400.000 Ton / año entre 8.000 Has, alcanzando algunas explotaciones privilegiadas los 80.000 Kgs./Ha. Incluso en cultivo ecológico, alguno ha llegado a obtener los 65.000 Kgs./Ha. En cualquier otra zona productora del mundo 40.000 Kgs./Ha se consideraría un rendimiento excelente.

No tenemos datos en cuanto a la producción ecológica de plátano de Canarias ni de su valor, sabemos que en nuestra región en 2009 existían 114, 31 ha certificadas como "Platanera y subtropicales" según datos del MARM.

TRES ASPECTOS A CONSIDERAR

- Marco Circunstancial
- Manejo del Cultivo
- Comercio

MARCO CIRCUNSTANCIAL:

DEBILIDADES

- El plátano eco participa de los mismos inconvenientes que el plátano convencional
 - Zona productiva subtropical, ya en el borde de tener factores limitantes para su producción.
 - Insularidad, lejanía de los mercados
 - Insumos caros por escasos (agua) o por que deben de importarse al no tener producción propia (fertilizantes y fitosanitarios)
 - Puesta en producción de nuevas zonas de cultivo eco tanto en África como América que implicará mayor competencia en condiciones desfavorables para Canarias
 - Territorio fragmentado, pequeñas explotaciones difíciles de mecanizar
- Aparte también tiene inconvenientes propios del sistema de cultivo y su reglamentación:
 - Producción pequeña y dispersa con dificultades para su agrupación, para disfrutar de las ventajas de economías de escala.
 - Separación física del resto de producción convencional, tanto en la manipulación como en el transporte que supone una dificultad añadida para los centros de empaquetado.

FORTALEZAS

- Mismas que el plátano convencional:
 - Pertenencia a la UE y disfrute de sus sistemas de protección (ayudas, POSEI, ...)
 - Por cercanía se completa mejor la maduración consiguiendo unas cualidades organolépticas superiores a las de la banana americana.
 - El sector platanero es de los más eficazmente organizados de las islas. Este sistema organizativo debe de incorporar la producción ecológica como una oportunidad para tiempos difíciles.

MANEJO DEL CULTIVO

DEBILIDADES

GENERALES

- Poca información técnica sobre el cultivo, adaptada a nuestras circunstancias edafo-ambientales.
- Separación del cultivo y la ganadería.
- Mala gestión de la MO y por tanto precios altos tanto de estiércoles como de RSU
- Requiere más mano de obra que la convencional
- Alto coste de los insumos biológicos. Aparición de las “chorradas” tecnológicas.
- Escasa mecanización para el manejo de la materia orgánica
- Tampoco se permite el deshijado “químico”

PROTECCION DE CULTIVOS:

- Insuficiente conocimiento de la dinámica de los patógenos en nuestras condiciones
- Poco conocimiento de la relación entre fertilización y patógenos (trofobiosis)
- Inercia de calendarios de tratamiento, costumbre, relación mano de obra, miedo al cambio...
- Problemas con la legislación para el registro y uso de productos naturales
- Deficiencias en las técnicas de aplicación de productos y en la suelta de depredadores o enemigos naturales
- Poca información científica sobre sinergias en los formulados con productos de origen vegetal, y en el uso de ciertos coadyuvantes
- En el manejo de hierbas no se permite el uso de herbicidas aunque sean “naturales” y biodegradables.

FERTILIZACIÓN

- Dificultad para suministrar todo el nitrógeno que la platanera requiere

FORTALEZAS

GENERALES

- Excelente capacidad de adaptación del agricultor ecológico canario al empleo de técnicas adecuadas al cultivo ecológico. Buena iniciativa y curiosidad.

PROTECCIÓN DE CULTIVOS:

- No tenemos patógenos “limitantes” (*Sigatoka*, *Radopholus similis*...)
- Potencial de los productos naturales
- Potencial del control biológico
- Potencial de las técnicas de manejo y cultivo (materia orgánica, setos, biodiversidad...).
- Sector dinámico, con capacidad de reacción.
- Creciente implicación de los actores (ICIA, Universidad, Cabildos, Consejería Agric, Agrupaciones del sector...).

FERTILIZACIÓN

- Posibilidad de incorporar recursos locales para conseguir una buena fertilización.
- Capacidad de producción de biofertilizantes en la finca que dan un resultado más que aceptable, con un coste mínimo.

MERCADO

DEBILIDADES:

- Mercado eco de importación de bananas en parte dominado por los intereses comerciales de distribuidoras que operan desde Alemania, Holanda y Francia.
- Las multinacionales están introduciendo líneas de producción eco que efectivamente serán competencia con Canarias.
- El mercado insular y peninsular presenta una baja demanda del producto

FORTALEZAS

- Proximidad al continente, al mercado de destino. Ahorro económico y ambiental (emisiones)
- Diferenciación eco, distintivos de calidad, mejores cualidades organolépticas.
- Compatibilidad de estas distinciones con la Identificación Geográfica Protegida (IGP) que se está tramitando en la UE.
- Diferenciación en calidad ambiental por el uso de materia orgánica como sumidero de carbono.

NECESIDADES

Investigación:

- Efecto y comportamiento del suelo y de la MO con la aplicación de harinas de roca locales. Posibles combinaciones más adecuadas.
- Dinámica de los nutrientes de origen orgánico en el suelo y en la fisiología de la planta.
- Biofertilizantes: Fermentaciones de distintas MO aeróbicas o anaeróbicas para su aplicación foliar o vía fertirrigación
- Sinergias entre formulados fitosanitarios de origen vegetal.
- Mejora de la post cosecha y la transformación (IV gama, conservas, licores, vinagres, ...)

Comercio

- Promoción plátano eco
- Introducción Mercado Europeo
- Valorizar el sello ecológico frente al resto de certificaciones de calidad, cada vez más exigentes en respeto al medio ambiente.

CONCLUYENDO

- El plátano eco canario, al igual que el plátano convencional, necesita de promoción adecuada y específica.
- El sector debe de estudiar concienzudamente donde se encuentra el nicho de mercado adecuado.
- Toda iniciativa privada debe reflexionar sobre las ventajas de comercializar colectivamente con otros operadores para satisfacer una demanda prolongada.

BIBLIOGRAFÍA:

- Chamorro Roy, Quinto; 2010; *Perfil del Mercado de Exportación de Plátano* Cátedra: Investigación de Mercados - Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Economía. Lima
- FIBL; 2006; *Mercado Europeo de Banano Orgánico y Comercio Justo*. Ecomercados - Secretaría de Estado para Asuntos Económicos de Suiza.
- Triana, Juan Jose, 2010; *El monocultivo del plátano en Canarias. Un modelo agotado*. <http://lacaoletadesamarines.blogspot.com/2010/06/el-monocultivo-del-platano-en-canarias.html>

Industrialización del plátano: una oportunidad para aumentar el valor añadido del cultivo y para el aprovechamiento de residuos

Mónica González y M. Gloria Lobo

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), mgonzal@icia.es

1. INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa acuminata* Colla, *Musa balbisiana* e híbridos) es uno de los cultivos más importantes con una producción mundial, en 2008, de 90.705.922 Tm (FAOSTAT, 2008) y en las Islas Canarias de 371.106 Tm (Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación del Gobierno de Canarias, 2008). El plátano se comercializa fundamentalmente en fresco y, en mucha menor escala, como producto procesado. Sin embargo, la comercialización de la fruta en fresco, como única alternativa de mercado, no está exenta de problemas. En determinadas épocas del año, el mercado se satura y/o el consumo de plátano disminuye debido a la competencia con otras frutas, lo cual ineludiblemente va acompañado de una bajada de los precios. Esta situación, en ocasiones, termina con el desecho de parte de la producción, ya que no existe la posibilidad de desviarla hacia canales alternativos. Por otra parte, durante la comercialización del plátano se producen cantidades importantes de rechazo (alrededor del 20% de la fruta cosechada) consistentes en fruta de categorías inferiores y/o fruta con defectos en la piel. Sin embargo, en relación a sus características sensoriales, esa fruta es de excelente calidad y podría ser industrializada. Además de este rechazo de fruta, hay que tener en cuenta que en el cultivo se produce una gran cantidad de residuos vegetales (pseudotallo, hojas y raquis), ya que de la planta solamente se aprovecha el fruto. Desde el punto de vista económico, la valorización de los residuos del plátano tiene un interés enorme, pero desde el punto de vista medioambiental, es esencial ya que dichos residuos suponen un problema por su elevado contenido en nitrógeno, fósforo y agua que los hace susceptibles de modificación por los microorganismos. La Unión Europea insta a los Estados miembros a elaborar una estrategia para reducir los residuos biodegradables destinados a vertederos, en 2016, en un 65% comparado al nivel de 1995 (Unión Europea, 1999) y a tomar medidas que aseguren que los residuos se someten a operaciones de recuperación (Unión Europea, 2008).

A pesar del importante papel del plátano en la comercialización de frutas a nivel mundial y de su importancia en la dieta, el procesado industrial de esta fruta no ha alcanzado el mismo nivel que el de otras frutas y hortalizas cultivadas fuera de la zona tropical como son el tomate, naranja, manzana y papa, cuya producción, en términos de cantidad, es del mismo orden. Se estima que aproximadamente sólo el 5% de la producción mundial de plátano se procesa (IPGRI, 2006). Además, gran parte de este procesado se realiza artesanalmente a nivel doméstico o local, siendo el producto final, en la mayoría de los casos, utilizado para el autoconsumo familiar. En este sentido, y desde una sociedad desarrollada como la nuestra, en la que los consumidores son cada vez más exigentes, el desarrollo de productos industrializados a partir del plátano ha de ajustarse a las necesidades del consumidor moderno, proporcionando una mayor variedad y conveniencia de usos y un producto de alta calidad. Hay que resaltar que todo el conocimiento existente en el procesado a escala doméstica, artesanal o regional puede ser fuente de inspiración para el desarrollo de producciones industriales. Asimismo, existe mucha bibliografía tecnológica y científica que describe estudios innovadores, a nivel de laboratorio, que aunque todavía no se están explotando a nivel industrial constituyen una base sólida para el desarrollo de productos industriales, a partir del plátano, de calidad. Por lo tanto, se puede considerar que esta fruta tiene un potencial muy importante como producto procesado final o como materia prima para la industria alimentaria y para la no-alimentaria que está siendo totalmente infra-aprovechado, siendo necesario aún un cierto grado de desarrollo de los procesos de transformación a nivel industrial. Sin embargo, esta posibilidad de desarrollo no está exenta de dificultades; en este sentido, hay que resaltar que uno de los principales obstáculos al avance de las industrias procesadoras del plátano es el pelado de la fruta que, en la mayoría de los casos, se hace manualmente. El plátano es una fruta de forma alargada, arqueada, blanda y de dimensiones variables, lo que ha dificultado el desarrollo de peladores automáticos. Sí se han desarrollado técnicas que facilitan el pelado manual del plátano verde (el que más dificultad presenta): i) la fruta se puede hacer pasar por un túnel de congelación (temperaturas entre -0 y -2°C) o ii) se puede dar un tratamiento térmico con vapor o agua caliente a 75-95°C durante 0,50-3 minutos (Robles-Dávila, 2007); con ambas técnicas la piel se suaviza y la fruta se pela con facilidad.

2. PRODUCTOS TRANSFORMADOS A PARTIR DE PLÁTANO VERDE

En la composición del plátano verde sobresale el alto contenido en hidratos de carbono, el bajo contenido en proteínas y el alto rendimiento en harina de la pulpa de la fruta (Aurore et al., 2009). El plátano verde se ha utilizado de forma tradicional en los productos procesados desarrollados a nivel local; sin embargo, también debe considerarse como un recurso muy interesante para la producción de formas más modernas de consumo, en aperitivos y en productos procesados o pre-cocinados.

El plátano verde contiene una cantidad importante de hidratos de carbono no digeribles que tienen importantes propiedades funcionales. De forma general se puede señalar que el almidón resistente¹ constituye un 18% del total del almidón de la harina de plátano verde (Juárez-García et al., 2006); sin embargo, el contenido en almidón resistente es muy variable en función de las variedades. Por ejemplo, en las variedades Kluai Namwa, Kluai Hom, Kluai Khai, Kluai Lebmunang, Kluai Hakmuk, Hluai Hin (Vatanasuchart, 2009) y Nanicao (Dan et al., 2009) se ha descrito un contenido en almidón resistente de entre 52-68%. Este tipo de almidón tiene un contenido calórico bajo con características fisiológicas que le hacen comparable a la fibra dietética (Delcour y Eerlingen, 1996) ya que no se digiere en el intestino delgado pero es fermentado por la flora bacteriana del intestino grueso. Los productos de fermentación pueden tener efectos beneficiosos sobre la salud como son la reducción del índice glicémico e insulinémico, como respuesta al alimento ingerido, con los consiguientes beneficios para el control dietético de la diabetes, regulación de la colesterolemia y efectos protectores frente al cáncer de colon (Eerlingen y Delcour, 1995; Asp et al., 1996). Además del almidón resistente, la harina de plátano verde contiene un 15% de fibra dietética (Juárez-García et al., 2006).

La **harina y el almidón de plátano** (Foto 1) tienen un importante potencial para la preparación de ingredientes ricos en almidón resistente y fibra dietética y productos alimenticios con características químicas y funcionales muy atractivas, diferentes o mejores a las de los almidones convencionales (Langkilde et al., 2002; Pacheco-Delahaye et al., 2004).



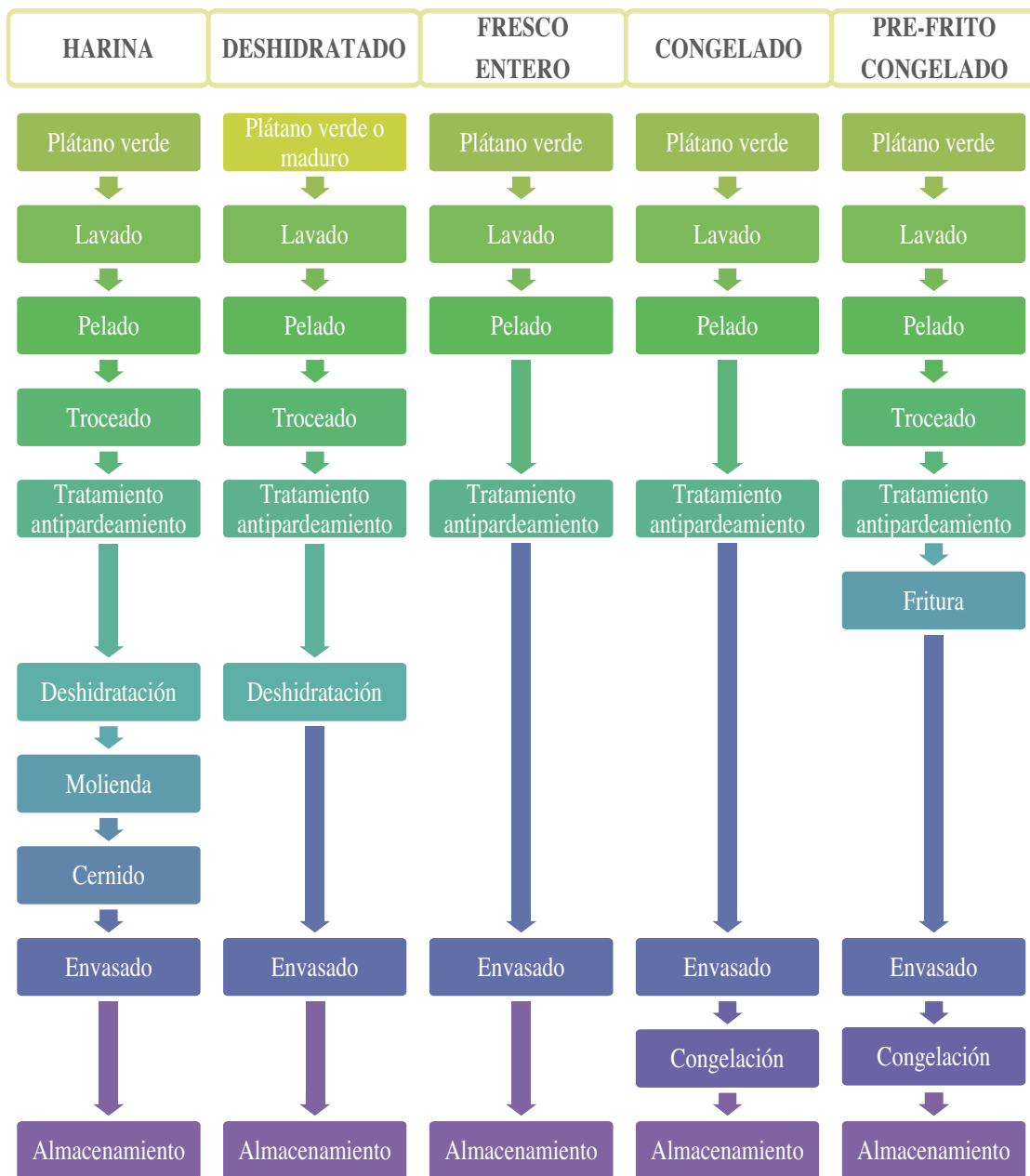
Foto 1. Harina de plátano.

La harina de plátano se ha propuesto como un ingrediente potencial para productos de panadería y repostería conteniendo hidratos de carbono de digestibilidad lenta, sustituyendo a la harina de trigo en ciertas proporciones (Maldonado y Pacheco-Delahaye, 2000; Juárez-García et al., 2006; Fasolini et al., 2007) o para la producción de pasta (Agama-Acevedo et al., 2009; Hernández-Nava et al., 2009; Ovando-Martínez et al., 2009). También es adecuado su uso en aquellos alimentos que requieren ser procesados a alta temperatura, tales como algunos productos cárnicos (salchichas), mermeladas, repostería y productos enlatados.

El proceso de obtención de la harina de plátano se describe en el Esquema 1. El diseño de dicho proceso ha de adaptarse en función del objetivo de aplicación; así, en el caso de que se quiera obtener un producto en el que se deban conservar las características funcionales, deben evaluarse cuidadosamente las condiciones de obtención (temperatura, contacto con el oxígeno, contacto con metales, etc.) y las microbiológicas (Restrepo, 2002; Bello-Pérez et al., 2006; Evelin et al., 2007; Borges et al., 2009). Por ejemplo, el secado en vez de hacerse por etapas en hornos convencionales debería hacerse a bajas temperaturas en

¹ Conjunto del almidón y de los productos de la degradación del almidón que no son absorbidos en el intestino delgado de individuos saludables (Asp y Bjorck, 1992).

deshidratadores continuos en contracorriente para obtener un producto final con excelentes propiedades funcionales (Restrepo, 2002). Otro aspecto que hay que tener en cuenta en la producción de plátano industrializado (tanto de la harina como del resto de productos) es la necesidad de realizar un tratamiento con el fin de evitar la oxidación de la fruta y los cambios posteriores que se pueden producir. Los tratamientos más generalizados son la inmersión del plátano pelado y/o troceado en disoluciones antioxidantes (Noor y Augustin, 1984; Sharma et al., 1997) o la inactivación de las enzimas mediante pasterización o escaldado (Jackson et al., 1996). También, los correctores de acidez (ácidos cítrico, málico y acético) y los quelantes de metales (ácido etilendiamino tetraacético EDTA) inhiben la actividad de la enzima polifenoloxidas, responsable del pardeamiento enzimático (Pan et al., 2008). Los compuestos reductores, como el ácido ascórbico, butil-hidroxianisol (BHA) o butil-hidroxitolueno (BHT), pueden actuar a dos niveles: reduciendo el sustrato inicial de la reacción y directamente sobre la enzima responsable del pardeamiento (Noor y Augustin, 1984; Sharma et al., 1997; Pan et al., 2008). Por ejemplo, en la producción de harinas es muy común el tratamiento de la pulpa de plátano con dióxido de azufre al 1%, aplicado por inmersión durante 5 minutos (CNP, 2010).



Esquema 1. Procesos de industrialización para obtener harina de plátano, plátano deshidratado, plátano fresco entero pelado, plátano congelado y plátano pre-frito congelado.

Algunos estudios centrados en las modificaciones físicas o químicas del almidón, así como en su comportamiento reológico (Juárez-García et al., 2006) señalan que el almidón de plátano verde tiene un alto contenido en amilosa, alta retrogradación (alta sinéresis) y baja estabilidad en los ciclos de refrigeración y congelación. Estas características, lo hacen poco adecuado para el uso directo en productos refrigerados o congelados (Aguirre-Cruz et al., 2008; Aurore et al., 2009). Por lo tanto, si la harina o el almidón de plátano verde van a utilizarse en este tipo de alimentos, el almidón de plátano ha de modificarse químicamente para mejorar sus propiedades. En estos almidones se sustituyen grupos hidroxilo por acetilo, hidroxietilo, hidroxipropilo y fosfato con el fin de incorporar grupos muy hidrófilos que retengan fuertemente el agua y eviten su separación bajo la forma de cristales, aumentando así la estabilidad del alimento a la congelación-descongelación (Restrepo, 2002). Otras modificaciones del almidón de plátano verde que mejoran sus características para la industrialización, consisten en el tratamiento con ácidos; para ello se hace reaccionar una disolución del 40% de almidón con un ácido a 20-55°C durante 2-6 horas. Los ácidos hidrolizan algunos enlaces, sobre todo en las zonas amorfas de los gránulos, permaneciendo las zonas cristalinas relativamente intactas. Estos almidones modificados proporcionan disoluciones de menor viscosidad y geles de menor firmeza. Así, el almidón de plátano fosforilado o hidroxipropilado mejora en su claridad (Aurore et al., 2009).

Además de su utilización como alimento o ingrediente en alimentos, el almidón de plátano verde presenta características interesantes para ser utilizado como **recubrimiento comestible** a base de polisacáridos (Zamudio-Flores et al., 2007). Dichos recubrimientos aumentan la vida útil y la calidad de los alimentos, proporcionando una barrera al oxígeno, ayudando a prevenir los cambios de aroma, sabor, apariencia y las características de textura. Los recubrimientos elaborados con almidón de plátano oxidado con hipoclorito sódico, a distintas concentraciones, presentan mayor blancura (luminosidad superior) que los elaborados con almidón nativo (Zamudio-Flores et al., 2007).

Junto con la producción de harinas, la deshidratación² del plátano es una de las técnicas de transformado más prometedoras (Esquema 1). El plátano deshidratado, además de ser un producto final muy atractivo en sí, se puede usar para la fabricación de barras energéticas, productos lácteos, mezclas con cereales, mermeladas, etc. La eliminación del agua proporciona una excelente protección de la fruta ya que los microorganismos ven limitado su desarrollo, la actividad de las enzimas se minimiza y se ralentiza la mayor parte de las reacciones químicas (Hui et al., 2007). Por lo tanto, mediante esta técnica se puede alargar la vida útil del plátano y tener así acceso a mercados más distantes o diversos. Otra de las ventajas inherentes a la conservación por deshidratación es el incremento del precio de la fruta: se calcula que el precio del plátano deshidratado es tres veces superior al de la fruta fresca (Phoungchandang y Woods, 2000a). Además, el plátano seco pesa menos y ocupa menos volumen, lo que facilita el transporte y almacenamiento.

La técnica tradicional de deshidratación del plátano consiste en la eliminación del agua mediante el secado al sol, cubriendo tanto la parte alta como la baja de las rejillas con una lámina de polietileno (Phoungchandang y Woods, 2000b; Smitabhindu et al., 2008) (Foto 2).

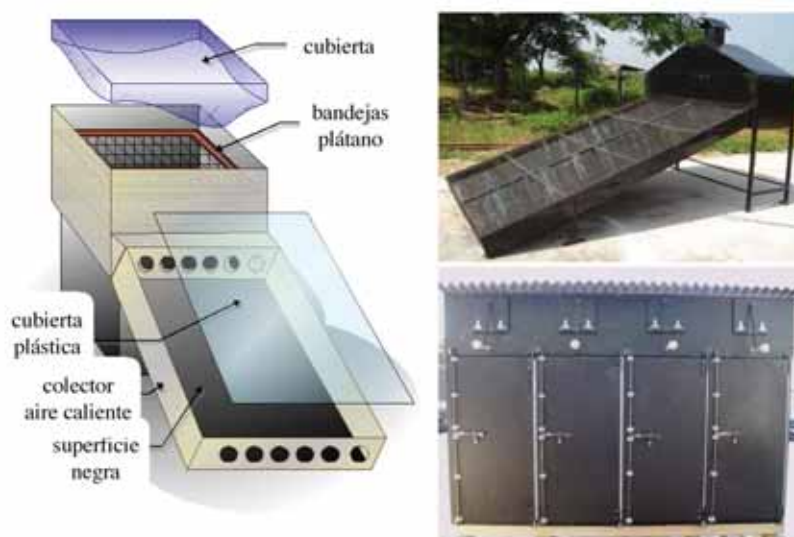


Foto 2. Deshidratador de plátano solar.

² Reducción de una parte importante del agua contenida en la fruta, a menos del 13% de su contenido.

Esta técnica produce el secado del fruto en seis o siete días; sin embargo, la calidad del producto obtenido es baja. La exposición de la fruta a los agentes atmosféricos hace que la temperatura de secado no sea estable y que la evaporación del agua no sea uniforme debido a los cambios en la transferencia de calor y de movimiento de aire (Hui et al., 2007). Además, este procedimiento tradicional se realiza en condiciones que favorecen la proliferación de insectos, así como cualquier otra contaminación ambiental (polvo, polen, suciedad, etc.).

Las técnicas más adecuadas, para la obtención de plátano deshidratado de calidad, son con aire caliente o mediante liofilización, en recintos interiores donde las condiciones se controlan de forma más eficaz (Foto 3). En estos casos la eliminación de agua puede ser casi completa y se previenen al máximo los cambios en la fruta, a fin de lograr, durante la reconstitución, productos lo más parecidos a la fruta de origen (Hui et al., 2007).



Foto 3. Deshidratador de plátano por aire caliente (izquierda) y liofilizador (derecha).

Por lo general la calidad lograda en la deshidratación es proporcional al costo del proceso aplicado (Mui et al., 2002). La deshidratación produce cambios físicos y químicos en el plátano que contribuyen a la calidad final ya que afectan al color, sabor, textura (encogimiento y endurecimiento), velocidad de reconstitución, valor nutritivo y estabilidad en el almacenamiento (Krokida y Maroulis, 2001; Krokida et al., 2001; Hui et al., 2007). Durante el proceso de deshidratación es necesario tener en cuenta distintas variables, entre las que destacan el área expuesta y la temperatura. En general, el deshidratado en *chips* da lugar a un producto de más calidad que el deshidratado del plátano entero o cortado longitudinalmente, ya que el calor penetra mejor y la deshidratación es más rápida (Hui et al., 2007). En cuanto a la temperatura, a mayor diferencia entre la temperatura del medio de transmisión del calor y el alimento mayor es la velocidad de salida del agua. Sin embargo, existe una temperatura máxima a utilizar, durante la deshidratación, para la obtención de un producto de calidad adecuada. Leite et al. (2007) señalaron que, aunque la composición química del plátano no se ve afectada por la temperatura de secado (60 y 70°C), los productos secados a 60°C son mejor aceptados sensorialmente y presentan mejor textura.

De entre todas las técnicas de deshidratación, la liofilización³ es la que produce un producto de mejor calidad. Esta técnica, al no utilizar temperaturas altas tiene ventajas adicionales tan importantes como la conservación del color, aroma, forma y nutrientes; además, la estructura porosa de las células resultantes en el producto final permite reabsorber rápidamente el agua y así garantizar la recuperación de las propiedades de la fruta al añadirle el volumen de agua que en un principio tenía (Pan et al., 2008).

El **plátano verde fresco entero**, pelado, al que se le ha inactivado la actividad de las enzimas relacionadas con el pardeamiento y envasado al vacío es también una propuesta de industrialización del plátano interesante (Restrepo, 2002) (Esquema 1). Asimismo, con el objeto de aumentar la vida útil, el plátano se puede congelar después del envasado al vacío para su posterior utilización en otros productos procesados como **plátano congelado** (Esquema 1). Otra alternativa, es la fritura de trozos de plátano verde, de 2-3 cm de grosor, y su congelación posterior, para obtener **productos pre-fritos congelados** (Esquema 1).

3 Deshidratación del alimento por sublimación al vacío, en la que la fruta se congela y el agua queda retenida como hielo; el hielo bajo condiciones de alto vacío se transforma en vapor sin pasar por un estado líquido.

3. PRODUCTOS TRANSFORMADOS A PARTIR DE PLÁTANO MADURO

La pulpa del plátano maduro contiene cantidades importantes de hidratos de carbono (20%), minerales, especialmente potasio y magnesio, y fibra (9%) (Aurore et al., 2009). Es un excelente alimento para deportistas, debido a su alto contenido en azúcar y fácil digestión, y a que su contenido en potasio y magnesio es interesante desde el punto de vista del control de la contracción muscular. Además de su interesante valor nutritivo, el sabor y aroma son las propiedades más valoradas entre los consumidores en los productos procesados obtenidos a partir del plátano maduro (Aurore et al., 2009). Desde el punto de vista de los circuitos modernos de distribución, los productos más atractivos que se pueden obtener a partir del plátano maduro son los productos deshidratados, enteros o como *chips*, y el puré, con el fin de consumirlos como tal o de usarlos como materia prima para la elaboración de diferentes productos (desayunos que combinan frutos secos y cereales, postres con frutas cocinadas, aperitivos, alimentos para niños, mermeladas, compotas, productos de confitería y repostería, sorbetes y helados, zumos, entre otros). Desde el punto de vista técnico, es necesario tener en cuenta que la fruta ha de ser madurada de forma artificial antes de poder ser procesada, con un control muy estricto del estado de madurez en el que se realiza el procesado con el objeto de mantener constante la calidad del producto final.

En la **deshidratación del plátano maduro** es necesario tener en cuenta todas las consideraciones descritas para el plátano verde (Foto 4). Sin embargo, hay que tener un cuidado especial en el control de las condiciones de deshidratación si se quiere obtener un producto de calidad, debido a la dificultad adicional para el secado del plátano maduro al tener un contenido mayor en azúcares sencillos (alrededor de 20-25°Brix) que el plátano verde. Por ejemplo, el secado de plátano maduro en deshidratadores verticales con flujo de aire de 3 m/s, durante cinco minutos a 70°C, seguido de un tratamiento a alta temperatura durante tiempos cortos (140-150°C durante 12-15 minutos) dan lugar a un producto crujiente de alta calidad (Hofsetz y Lopes, 2005).



Foto 4. Plátano maduro deshidratado, en corte longitudinal y en *chips*.

A modo de ejemplo se puede presentar, en las Islas Canarias, la experiencia de la Asociación Prominsur en la deshidratación de plátano. La fruta pelada, a mano, se deshidrata en un horno con aire a temperatura controlada, con una capacidad de 4.000 kg de plátanos (Prominsur, 2010) y un rendimiento de 1 kg de plátano seco por cada 7 kg de plátano fresco.

Una alternativa muy interesante para añadir valor a esta fruta es la elaboración de **puré o crema de plátano** (Foto 5). El puré se produce a partir de la pulpa de plátano maduro; el proceso de preparación incluye el pelado, machacado de la pulpa del fruto, a la que se le añade ácido cítrico para ajustar el pH y ácido ascórbico para evitar el pardeamiento, desemillado, desaireado y homogenización. Posteriormente, para el envasado aséptico, el puré se esteriliza y se envasa en bolsas asépticas. Si se quiere obtener un producto congelado, el puré se coloca en bandejas y se congela a -18°C. En el caso de la producción de puré concentrado, es necesaria la eliminación de agua hasta alcanzar un puré de alrededor de 30-35°Brix antes del envasado. Guerrero et al. (1994) combinaron distintos factores de conservación (ligera reducción de la actividad de agua por adición de glucosa, control del pH, tratamiento térmico suave, adición de los conservantes bisulfito sódico, sorbato potásico y ácido ascórbico) con el objetivo de mantener la calidad del

puré de plátano durante cuatro meses a 20°C. El uso de 3.000 mg/l de vainillina o de 1.000 mg/l de sorbato potásico inhibió durante al menos dos meses de almacenamiento el desarrollo de la microflora natural del puré de plátano, tanto a 15 como a 25 y 35°C (Castañón et al., 1999).



Foto 5. Distintas presentaciones de puré de plátano: natural (izquierda) y concentrado (centro y derecha).

El **procesado mínimo del plátano** (fruta lista para el consumo en fresco) podría ser una alternativa interesante, de alto valor añadido, para la comercialización de esta fruta. En los últimos años se ha trabajado intensamente en esta técnica de procesado, intentando paliar las dificultades existentes para el procesado de esta fruta, debido a que, después del procesado, se pardea y ablanda rápidamente, lo que limita enormemente su vida útil (Vilas-Boas y Kader, 2006; González-Aguilar et al., 2007; Martins-Melo et al., 2009; Vilas-Boas et al., 2009). González-Aguilar et al. (2007) señalaron que el tratamiento del plátano con N-acetil cisteína 0,05 M retrasa el oscurecimiento de las rodajas de plátano, manteniendo una apariencia general aceptable hasta ocho días después del procesado, cuando la fruta se conserva a 5°C. La inmersión, durante 2 minutos, de las rodajas de plátano (procesado en estado 4 de madurez, piel más amarilla que verde, según la escala de Von Loesecke) en una disolución formada por la mezcla de 1% cloruro cálcico, 1% de ácido ascórbico y 0,5% de cisteína, también previene, de forma efectiva, el pardeamiento y ablandamiento de las rodajas de fruta durante seis días a 5°C (Vilas-Boas y Kader, 2006); además, el tratamiento con concentraciones de cisteína superiores al 0,5% mantienen la calidad sensorial del plátano mínimamente procesado durante siete días a 5°C. Sin embargo, la conservación de la fruta cortada en atmósfera modificada con bajas concentraciones de oxígeno (2-4%) y altas de dióxido de carbono (5-10%) no previene el pardeamiento, ni el ablandamiento de las rodajas de plátano (Vilas-Boas y Kader, 2006).

Hay que señalar que las posibilidades de industrialización del plátano no se limitan a las expuestas en este trabajo; sin embargo, en él se han resaltado aquellas que, por su grado de desarrollo o por su interés debido a que satisfacen nuevas demandas de consumo, presentan mayor interés en nuestra opinión.

4. APROVECHAMIENTO DE LAS PARTES NO COMESTIBLES: RESIDUOS DEL CULTIVO Y DEL PROCESADO DEL PLÁTANO

Además del rechazo de fruta en los empaquetados de fruta y de los residuos vegetales producidos durante el cultivo (pseudotallo, hojas y raquis), las industrias procesadoras del plátano producen cantidades importantes de piel (estimación de alrededor de 1.725.000 Tm anuales; IPGRI, 2006).

Algunos usos para los residuos del plátano incluyen la obtención de biomasa, proteínas, etanol, metano, pectinas y enzimas (Essien et al., 2005; Seyis y Aksoz, 2005; Clarke et al., 2008; Emaga et al., 2008; Vasquez et al., 2008; Kirtane et al., 2009), la alimentación animal (Onwuka et al., 1997; Álvarez et al., 2009) o su utilización como absorbente de metales o pigmentos para la purificación del agua (Annadurai et al., 2002; Kadirvelu et al., 2003). En el ICIA, Álvarez-Ríos y col. están evaluando actualmente la posibilidad de aprovechamiento de los residuos del cultivo del plátano para la alimentación del ganado caprino y su efecto en la calidad de la leche y el queso.

En la última década se ha trabajado intensamente en la posible aplicación de las fibras vegetales naturales para reforzar materiales compuestos,⁴ en la industria de la automoción y de electrodomésticos. Los residuos del plátano están constituidos por fibras lignocelulósicas, con propiedades mecánicas relativamente buenas (fortaleza, peso ligero, alta resistencia a la corrosión, reciclabilidad y biodegradabilidad), por lo que se podrían utilizar en la obtención de materiales compuestos (González-Chí et al., 2002; Gañan et al., 2004; Mukhopadhyay et al., 2008). En este sentido, actualmente se está desarrollando el proyecto de investigación BADANA "*Development of an automated process to extract fibres from the waste of banana food production for exploitation as a sustainable reinforcement in injection and rotomoulded products*", perteneciente al 7º Programa Marco de la Unión Europea coparticipado por la Cooperativa Platanera de Canarias (COPLACA), PYMEs de otros países, distintos centros de investigación y empresas fabricantes de las piezas finales. La fibra de la platanera también se puede utilizar como materia prima para la obtención de celulosa (Cordeiro et al., 2004) o para la fabricación de papel parafinado (Goswami et al., 2008) más fuerte que el obtenido a partir de pulpa de madera.

Además, la piel de plátano contiene una cantidad muy importante de compuestos con actividad antioxidante (Someya et al., 2002). En el ICIA, se han llevado a cabo recientemente una serie de estudios que han demostrado la elevada capacidad antioxidante de la piel de plátano, debido a su alto contenido en compuestos fenólicos y en otros compuestos bioactivos como las catecolaminas y los antocianos (González-Montelongo et al., 2010a; González-Montelongo et al., 2010b). La actividad antimicrobiana de la piel de plátano verde también ha sido sugerida recientemente por Fagbemi et al. (2009).

5. CONCLUSIONES

El procesado industrial del plátano se encuentra escasamente desarrollado. Un mejor uso de esta fruta supondría el desarrollo de distintos estudios de investigación sobre su aptitud a diferentes tipos de procesado. La innovación será posible en las bases de mejorar el conocimiento sobre las distintas variedades, su composición (fundamentalmente desde el punto de vista nutricional), las condiciones de cultivo y sus efectos sobre calidad en distintos estados de edad fisiológica, así como de su aptitud tecnológica.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado gracias al proyecto MAC/I/C054 BIOMUSA (financiado por el FEDER).

BIBLIOGRAFÍA

- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J.J., Osorio-Díaz, P., Rendón-Villalobos, R., Utrilla-Coello, R.G., Angulo, O. y Bello-Pérez, L.A. 2009. Pasta with unripe banana flour: physical, textural and preference study. *Journal of Food Science*, 74 (6), S263-S267.
- Aguirre-Cruz, A., Álvarez-Castillo, A., Yee-Madeira, H. y Bello-Pérez, L.A. 2008. Production of fiber-rich powder by the acid treatment of unripe banana flour. *Journal of Applied Polymer Science*, 109, 382-387.
- Álvarez, S., Fresno, M. y Méndez, P. 2009. Utilización de subproductos de la platanera en la alimentación del ganado caprino. *Agropalca*, 4, 19.
- Annadurai, G., Juang, R.S. y Lee, D.J. 2002. Use of cellulose-based wastes for adsorption of dyes from aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials*, 92 (3), 263-274.
- Asp, N.G. y Bjorck, I. 1992. Resistant starch. *Trends in Food Science & Technology*, 3, 111-114.
- Asp, N.G., Van Amelsvoort, J.M.M. y Hautvast, J.G.A.J. 1996. Nutritional implications of resistant starch. *Nutrition Research Reviews*, 9, 1-31.
- Aurore, G., Parfait, B. y Fehrsmane, L. 2009. Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends in Food Science & Technology*, 20, 78-91.

⁴ Materiales que se forman por la unión de dos materiales, distinguibles físicamente y separables mecánicamente, para conseguir la combinación de propiedades que no es posible obtener en los materiales originales.

- Bello-Pérez, L.A., González-Soto, R.A., Sánchez-Rivero, M.M., Gutiérrez-Meraz, F. y Vargas-Torres, A. 2006. Extrusion of starches from non-conventional sources for resistant starch production. *Agrociencia*, 40, 441-448.
- Borges, A.M., Pereira, J. y Lucena, E.M.P. 2009. Green banana flour characterization. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29 (2), 333-339.
- Castañón, X., Argaiz, A. y López-Malo, A. 1999. Effect of storage temperature on the microbial and color stability of banana puree with addition of vanillin or potassium sorbate. *Food Science and Technology International*, 5 (1), 51-58.
- Clarke, W.P., Radnidge, P., Lai, E., Jensen, P.D. y Hardin, M.T. 2008. Digestion of waste bananas to generate energy in Australia. *Waste Management*, 28 (3), 527-533.
- CNP, Consejo Nacional de Producción del Gobierno de Costa Rica. 2010. Ficha técnica de industrialización de plátano (*Musa spp*). http://www.cnp.go.cr/php_mysql/admin/KTML/uploads/files/boletines/Platano_FTP.pdf. Último acceso agosto 2010.
- Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación del Gobierno de Canarias. 2008. Estadística agraria de Canarias 2008. <http://www.gobcan.es/agricultura/doc/otros/estadistica/resumen/Estadistica-Agraria2008.pdf>. Último acceso septiembre 2010.
- Cordeiro N., Belgacem, M.N., Torres, I.C. y Moura, J.V.V.P. 2004. Chemical composition and pulping of banana pseudo-stem. *Industrial Crops and Products*, 19, 147-154.
- Dan, M.C., Santos, J.F., Lajolo, F.M., Tadini, C.C. y Menezes, E.W. 2009. Carbohydrate characterization and in-vitro fermentation of unripe banana flour. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 55 (1), 598.
- Delcour, J.A. y Eerlingen, R.C. 1996. Analytical implication of the classification of resistant starch as dietary fiber. *Cereal Foods World*, 41, 85-86.
- Eerlingen, R.C. y Delcour, J.A. 1995. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. *Journal of Cereal Science*, 21, 1-8.
- Emaga, T.H., Ronkart, S.N., Robert, C., Wathélet, B. y Paquot, M. 2008. Characterization of pectins extracted from banana peel (*Musa AAA*) under different conditions using an experimental design. *Food Chemistry*, 108 (2), 463-471.
- Essien, J.P., Akpan, E.J. y Essien, E.P. 2005. Studies on mould growth and biomass production using waste banana peel. *Bioresource Technology*, 96 (13), 1451-1456.
- Evelin, M.A., Jacob, J.P. y Vijayanand, D. 2007. Packaging and storage studies on spray dried ripe banana powder under ambient conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 44 (1), 16-21.
- Fagbemi, J.F., Ugoji, E., Adenipekun, T. y Adelowotan, O. 2009. Evaluation of the antimicrobial properties of unripe banana (*Musa sapientum* L.), lemon grass (*Cymbopogon citratus* S.) and turmeric (*Curcuma longa* L.) on pathogens. *African Journal of Biotechnology*, 8 (7), 1176-1182.
- FAOSTAT. 2008. Food and Agriculture Organization of the United Nations statistical database. <http://faostat.fao.org>. Último acceso agosto 2010.
- Fasolini, L.H., Almeida, G.C., Castanho, P.S. y Netto-Oliveira, E.R. 2007. Cookies produced with banana meal: chemical, physical and sensorial evaluation. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27 (3), 524-529.
- Gañan P., Cruz, J., Garbizu, S., Arbelaiz, A. y Mondragón, I. 2004. Stem and bunch banana fibers from cultivation wastes: Effect of treatments on physic-chemical behavior. *Journal of Applied and Polymer Science*, 94 (4), 1489-1495.
- González-Aguilar, G.A., Cruz-Valenzuela, R.C., Ayala-Zavala, F., Robles-Sánchez, M., Ruiz-Cruz, S., Tejedor-Espinosa, W. y Álvarez-Parrilla, E. 2007. Efecto de tratamientos con antioxidantes sobre la vida de anaquel de frutos tropicales mínimamente procesados: cambios fisiológicos y bioquímicos. En: "Procesado mínimo de frutas". Ed. ICIA Instituto Canario de Investigaciones Agrarias; Tenerife, España. pp. 37-54.
- González-Chí, P.I., Vázquez-Rodríguez, G. y Gomez-Cruz, R. 2002. Thermoplastic composites reinforced with banana (*Musa paradisiaca* L) wastes. *International Journal of Polymeric Materials*, 51, 685-694.

- González-Montelongo, R., Lobo, M.G. y González, M. 2010a. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. *Food Chemistry*, 119 (3), 1030-1039.
- González-Montelongo, R., Lobo, M.G. y González, M. 2010b. The effect of extraction temperature, time and number of steps on the antioxidant capacity of methanolic banana peel extracts. *Separation and Purification Technology*, 71 (3), 347-355.
- Goswami, T., Kalita, D. y Rao, P.G. 2008. Greaseproof paper from banana (*Musa paradisiaca* L.) pulp fibre. *Indian Journal of Chemical Technology*, 15, 457-461.
- Guerrero, S., Alzamora, S.M. y Gerschenson, L.N. 1994. Development of a shelf-stable banana puree by combined factors: microbial stability. *Journal of Food Protection*, 57, 902-907.
- Hernández-Nava, R.G., Berrios, J.J., Pan, J., Osorio-Díaz, P. y Bello-Pérez, L.A. 2009. Development and characterization of spaghetti with high resistant starch content supplemented with banana starch. *Food Science and Technology International*, 15 (1), 73-78.
- Hofsetz, K. y Lopes, C.C. 2005. Crispy banana obtained by the combination of a high temperature and short time drying stage and a drying process. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 22 (2), 285-292.
- Hui, Y.H., Clary, C., Faid, M., Fasina, O., Noomhorn, A. y Welte-Chanes, J. 2007. Food drying science and technology: microbiology, chemistry, application. Ed: DEStech Publications, Inc; Pennsylvania, EE.UU.
- IPGRI. 2006. International Plant Genetic Resources Institute. Adding value to bananas: the results of a study and workshop on the contribution of Musa processing businesses to rural development. http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/CFC_adding_value.pdf. Último acceso agosto 2010.
- Jackson, J.C., Bourne, M.C. y Barnard, J. 1996. Optimization of blanching for crispness of banana chips using response surface methodology. *Journal of Food Science*, 61 (1), 165-166.
- Juárez-García, E., Agama-Acevedo, E., Sayago-Ayerdi, S.G., Rodríguez-Ambriz, S.L. y Bello-Pérez, L.A. 2006. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61, 131-137.
- Kadirvelu, K., Kavipriya, M., Karthika, C., Radhika, M., Vennilamani, N. y Pattabhi, S. 2003. Utilization of various agricultural wastes for activated carbon preparation and application for the removal of dyes and metal ions from aqueous solutions. *Bioresource Technology*, 87, 129-132.
- Kirtane, R.D., Suryawanshi, P.C., Patil, M.R., Chaudhari, A.B. y Kothari, R.M. 2009. Optimization of organic loading rate for different fruit wastes during biomethanization. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 68 (3), 252-255.
- Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. y Saravacos, G.D. 2001. The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. *International Journal of Food Science and Technology*, 36 (1), 53-59.
- Krokida, M.K. y Maroulis, Z.B. 2001. Structural properties of dehydrated products during rehydration. *International Journal of Food Science and Technology*, 36 (5), 529-538.
- Langkilde, A.M., Champ, M. y Andersson, H. 2002. Effects of high-resistant starch BF (RS2) on *in-vitro* fermentation and the small-bowel excretion of energy, nutrients, and sterols: an ileostomy study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 75, 104-111.
- Leite, J.B., Mancini, M.C. y Borges, S.V. 2007. Effect of drying temperature on the quality of dried bananas cv. prata and d'água. *LWT-Food Science and Technology*, 40 (2), 319-323.
- Maldonado, R. y Pacheco-Delahaye, E. 2000. Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50 (4), 387-393.
- Martins-Melo, A.A., Vilas-Boas, E.V.B. y Justo, C.F. 2009. Use of chemical additives for postharvest conservation of fresh cut 'Apple' banana. *Ciência e Agrotecnologia*, 33 (1), 228-236.
- Mui, W.W.Y., Durance, T.D. y Scaman, C.H. 2002. Flavor and texture of banana chips dried by combinations of hot air, vacuum, and microwave processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (7), 1883-1889.

- Mukhopadhyay, S., Fangueiro, R., Arpaç, Y. y Şentürk, U. 2008. Banana Fibers - Variability and Fracture Behaviour. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 3 (2), 39-45.
- Noor, N. y Augustin, M.A. 1984. Effectiveness of antioxidants on the stability of banana chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35 (7), 805-812.
- Onwuka, C.F.I., Adetiloye, P.O. y Afolami, C.A. 1997. Use of household wastes and crop residues in small ruminant feeding in Nigeria. *Small Ruminant Research*, 24 (3), 233-237.
- Ovando-Martínez, M., Sáyago-Ayerdi, S., Agama-Acevedo, E., Goñi, I. y Bello-Pérez, L.A. 2009. Unripe banana flour as an ingredient to increase the indigestible carbohydrates of pasta. *Food Chemistry*, 113, 121-126.
- Pacheco-Delahaye, E. Pérez, R. y Schnell, M. 2004. Nutritional and sensory evaluation of powder drinks based on papaya, green plantain and rice bran Glycemic index. *Interciencia*, 29, 46-51.
- Pan, Z.L., Shih, C., McHugh, T.H. y Hirschberg, E. 2008. Study of banana dehydration using sequential infrared radiation heating and freeze-drying. *LWT-Food Science and Technology*, 41 (10), 1944-1951.
- Phoungchandang, S. y Woods, J.L. 2000a. Moisture diffusion and desorption isotherms for banana. *Journal of Food Science*, 65 (4), 651-657.
- Phoungchandang, S. y Woods, J.L. 2000b. Solar drying of bananas: mathematical model, laboratory simulation, and field data compared. *Journal of Food Science*, 65 (6), 990-996.
- Prominsur. 2010. <http://www.prominsur.es/1.html>. Último acceso septiembre 2010.
- Restrepo, D.A. 2002. Alternativas de industrialización del plátano; Una propuesta. *Memorias de la XV Reunión Internacional ACORBAT 2002*, 541-551.
- Robles-Dávila, K. 2007. Harina y derivados del plátano. Ed. Universidad del Valle; Cali, Colombia. pp. 1-34.
- Seyis, I. y Aksoz, N. 2005. Xylanase production from *Trichoderma harzianum* 1073 D3 with alternative carbon and nitrogen sources. *Food Technology and Biotechnology*, 43 (1), 37-40.
- Sharma, G.K., Semwal, A.D., Murthy, M.C.N. y Arya, S.S. 1997. Suitability of antioxidant salts for stabilization of fried snacks. *Food Chemistry*, 60 (1), 19-24.
- Smitabhindu, R., Janjai, S. y Chankong, V. 2008. Optimization of a solar-assisted drying system for drying bananas. *Renewable Energy*, 33 (7), 1523-1531.
- Someya, S., Yoshiki, Y. y Okubo, K. 2002. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). *Food Chemistry*, 79 (3), 351-354.
- Unión Europea. 1999. Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas DOCE*, L182.
- Unión Europea. 2008. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. *Diario Oficial de la Unión Europea DOUE*, L312/3.
- Vasquez, R., Ruesga, L., D'addosio, R., Páez, G. y Marín, M. 2008. Pectin extraction from plantain (*Musa* AAB, sub-group plantain) peel, Harton clone. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25, 318-333.
- Vatanasuchart, N. 2009. Resistant starch contents and the *in-vitro* starch digestibility of different cultivars of banana and their physicochemical properties. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 55 (1), 589.
- Vilas-Boas, E.V.B. y Kader, A.A. 2006. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. *Postharvest, Biology and Technology*, 39, 155-162.
- Vilas-Boas, E.V.B., Fonseca-Reis, C.M. y Martins-Melo, A.A. 2009. Use of chemical mixtures for firmness maintenance of fresh-cut 'Silver' banana. *Ciência e Agrotecnologia*, 33 (1), 237-244.
- Zamudio-Flores, P.B., Bello-Pérez, L.A., Vargas-Torres, A., Hernández-Urbe, J.P. y Romero-Bastida, C.A. 2007. Partial characterization of films prepared with oxidized banana starch. *Agrociencia*, 41, 837-844.

Maduración artificial: Una herramienta clave en la vida comercial del plátano

M. Gloria Lobo¹, Antonio Marrero² y Mónica González¹

¹ Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), globo@icia.es

² Universidad de La Laguna (ULL)

1. FRUTOS NO CLIMATÉRICOS Y CLIMATÉRICOS

Los frutos no climatéricos (fresas, naranjas, limones, uvas, piñas, etc.) han de recolectarse una vez que se hayan desarrollado todas sus características organolépticas y nutricionales ya que los cambios que se producen una vez recolectados son muy leves. La tasa respiratoria (Fig. 1) y producción de etileno no aumenta durante la maduración y presentan muy baja sensibilidad al etileno exógeno (Kader, 1999).

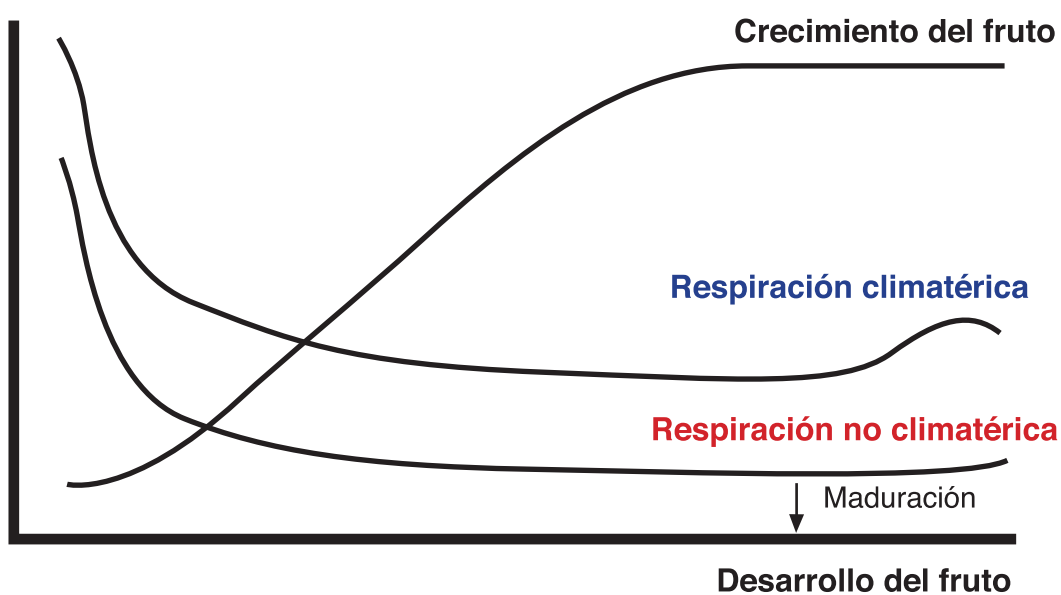


Figura 1. Cambios en la tasa respiratoria durante el desarrollo de los frutos climatéricos y no climatéricos.

Por el contrario los frutos climatéricos (plátano, papaya, manzana, tomate, etc.) son aquellos capaces de seguir madurando después de haber sido recolectados en su madurez fisiológica, alcanzando las características organolépticas y nutricionales demandadas por el consumidor. La determinación del momento oportuno de cosecha de un fruto climatérico es, por tanto, de importancia crucial para asegurar la aparición de las características de calidad en el fruto maduro al final del canal de comercialización. Para determinar el momento oportuno de recolección de los frutos climatéricos se recurre a los siguientes parámetros:

- Tiempo desde la floración
- Acumulación de unidades de calor
- Índice de respiración y concentración de etileno
- Color de la piel
- Coloración de semillas
- Firmeza de la pulpa
- Índice refractométrico (°Brix)
- Reconversión de almidón
- Concentración de ácidos orgánicos
- Aroma

En los frutos climatéricos el comienzo del proceso de maduración se acompaña de un rápido aumento de la velocidad de respiración, llamado climaterio respiratorio o pico climatérico y de la producción de

etileno, principal hormona responsable del proceso de maduración y senescencia. Tras el climaterio (Fig. 1), el proceso de respiración se vuelve más lento y la producción de etileno también disminuye (Kader, 1999). Estos frutos presentan una alta sensibilidad diferencial al etileno, ya que su aplicación exógena adelanta el pico climatérico pero el nivel que alcanza es semejante al de los frutos en los que no se produce la aplicación exógena. Aunque los plátanos son capaces de madurar de forma natural, el tiempo que tardan en alcanzar el punto de consumo así como la heterogeneidad con la que se produce dicha maduración dificulta enormemente la comercialización, por lo que se recurre a la maduración artificial o controlada.

2. CADENA COMERCIAL DEL PLÁTANO CANARIO

Las piñas de plátano se recolectan en verde y, una vez desmanilladas, las manos son lavadas y tratadas bien con un fungicida o con un producto natural que retrasa el desarrollo de microorganismos durante la postcosecha, empaquetándose en cajas que conforman posteriormente los palets. Los palets destinados a mercado nacional o internacional se introducen en camiones refrigerados o reefers (12-13 °C), son transportados por barco y una vez en destino se maduran artificialmente. Los palets destinados a mercado local se mantienen en cámaras de refrigeración a 12-13 °C, antes de ser introducidos en las cámaras de maduración artificial o controlada, si el tratamiento no es inminente, o a temperatura ambiente si el tratamiento se va a producir en un corto espacio de tiempo (horas).

3. MADURACIÓN ARTIFICIAL O CONTROLADA

Consiste en la aplicación exógena de etileno o una sustancia que libera etileno (Etefon, generadores de etileno o carburo cálcico) con el fin de adelantar el proceso de maduración de los plátanos. El carburo cálcico genera acetileno que desencadena la maduración de los frutos, pero también contiene trazas de arsénico y fósforo siendo carcinogénico y tóxico para la salud (New Jersey Department of Health and Senior Services, 2003).

Aunque las multinacionales que comercializan el plátano han realizado muchos estudios para optimizar los mecanismos necesarios para madurarlo, estos resultados no han sido publicados al ser parte de su propiedad intelectual. La optimización de la concentración de etileno, el tiempo de exposición, la temperatura a la que tiene lugar el tratamiento, la concentración de dióxido de carbono y oxígeno, la humedad relativa, así como la temperatura de almacenamiento de los plátanos una vez sometidos a la maduración artificial son claves en la calidad del plátano una vez alcanza su punto de consumo influyendo, por supuesto, en su vida comercial. Además, hay que tener en cuenta que estos parámetros están relacionados unos con otros siendo muy importante conocer su interacción.

a) Concentración de etileno

En el plátano los receptores de etileno son muy sensibles, de manera que muy bajas concentraciones (1 ppm o 1 µl/l) son suficientes para que comience el proceso de maduración (Ranawaka et al., 2000). Es más, dichos autores observaron que el desarrollo de los síntomas de la podredumbre de corona (**crown rot**) eran menores cuando la maduración artificial se realizaba con 1 ppm que con 100 ppm de etileno en condiciones tropicales ambientales (28 °C). Lobo et al. (2003) no observaron diferencias significativas en la calidad de los plátanos en su punto de consumo cuando se expusieron a 5, 50, 500 ó 5.000 ppm de etileno y una temperatura de 15 ó 20 °C. Sin embargo, no existe una única concentración recomendada en el proceso de maduración de los plátanos; 10-100 ppm (Kader, 1999); 100 ppm (Liu, 1976; De Proft et al., 1998; Moradinezhad et al., 2008; Osuna-García et al., 2008; Mahajan et al., 2010); 150 ppm (Siller-Cepeda et al., 2005); 200 ppm (De Martino et al., 2007); 300 ppm (Bagnato et al., 2003); incluso 1.000 ppm (Ahmad et al., 2006a) y que es la habitualmente utilizada por muchos maduradores comerciales). Por tanto, será recomendable utilizar aquella que menor coste económico ocasione a la empresa sin que afecte a la calidad final de los plátanos ni a su comercialización. Es importante no olvidar que el etileno es extremadamente explosivo a concentraciones superiores a las 27.000 ppm.

b) Temperatura de la cámara de aplicación del etileno

En general, a mayor temperatura de aplicación del etileno menor tiempo tarda la fruta en alcanzar el estado de madurez deseado (Fig. 2).

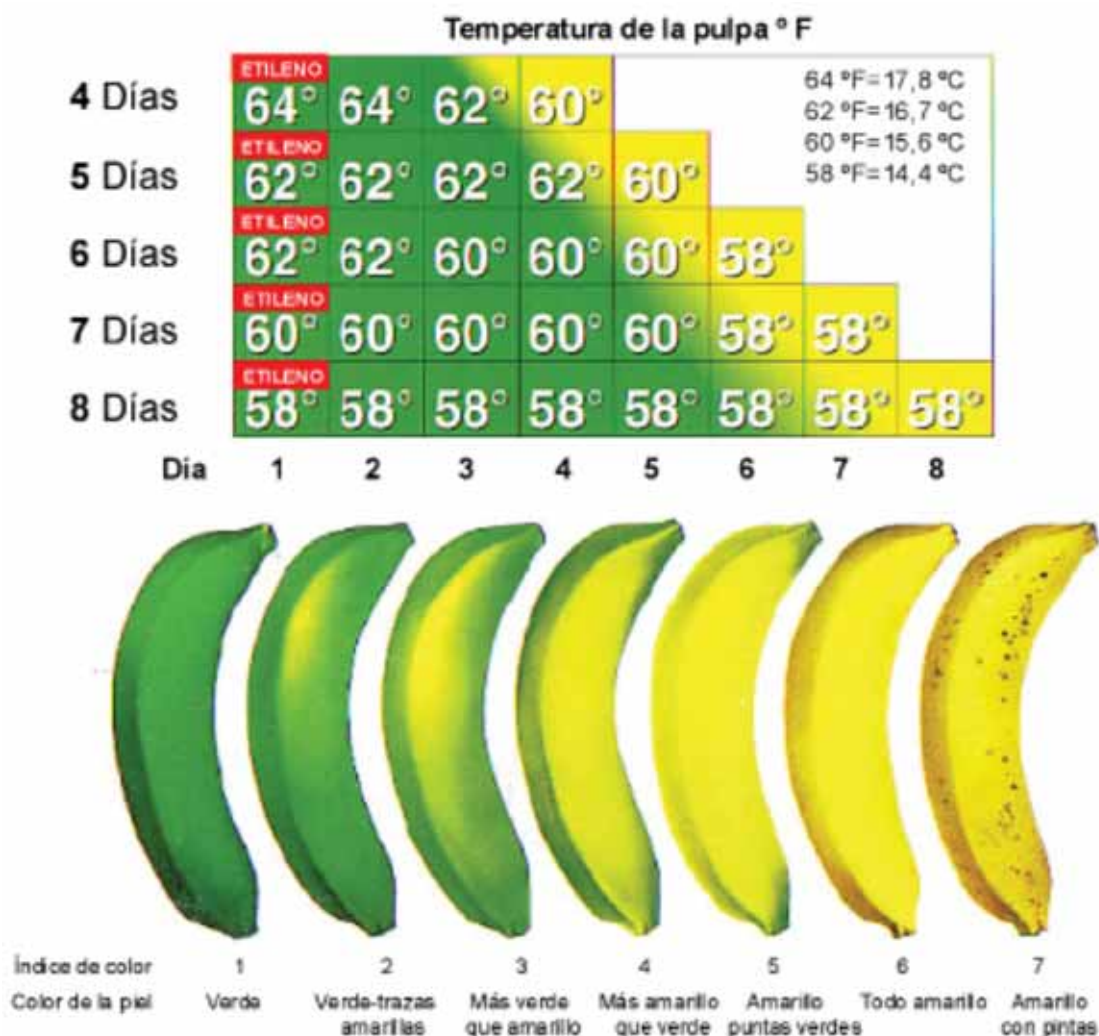


Figura 2. Programas posibles de maduración para obtener el estado de madurez 4.

Sin embargo, es muy importante tener en cuenta que las características finales del producto (firmeza, color, etc.) se pueden ver afectadas si la temperatura de aplicación del etileno no es la apropiada. Así, Ahmad et al. (2006b) observaron que los plátanos tratados a 16 °C, 24 h con 1000 ppm de etileno tardaron 3 días en alcanzar el estado de madurez 3, y 2 días cuando el tratamiento se realizó a 18°C. Sin embargo, los plátanos madurados a 18°C presentaron menos firmeza que los madurados a 16°C cuando alcanzaron su punto de consumo. Según Lobo et al. (2003, 2005), los plátanos madurados 24 h con distintas concentraciones de etileno (5, 50, 500 y 5000 ppm) tardaron 6 ó 7 días en alcanzar el punto de consumo cuando el tratamiento se realizó a 20 ó 15 °C, respectivamente y se almacenaron posteriormente a 20 °C. Asimismo, estos autores indicaron que cuando la temperatura de aplicación del etileno era de 12 °C, el 37,5% de los frutos presentaron irregularidad en la coloración de la piel y mayor firmeza y además no maduraron todos al mismo tiempo. Peacock (1980) y Stover y Simmonds (1987) también observaron una maduración irregular cuando maduraron a temperaturas inferiores a 14 °C. Por otro lado, la exposición al etileno a temperaturas elevadas provocó una maduración inadecuada de los frutos (rápido ablandamiento, pulpa excesivamente madura “cocimiento”, incluso falta de pérdida del color verde de la piel cuando las temperaturas utilizadas fueron muy elevadas 30-40 °C) no pudiendo, por tanto, ser comercializados (Seymour et al., 1987; Smith y

Thompson, 1987; Semple y Thompson, 1988). Además, Semple y Thompson (1988) y Paull (1996) observaron que la caída de los dedos de los racimos o manos en variedades sensibles era mayor cuando aumentaba la temperatura de aplicación del etileno (más de 20 °C).

c) Tiempo de exposición

En la mayoría de estudios realizados el tratamiento con etileno se realiza durante 24 h (Lobo et al., 2003, 2005; Baez-Sanudo et al., 2005; Ahmad et al., 2006a; Mahajan et al., 2010). Sin embargo, se han evaluado tratamientos de menor duración 16 h (Osuna-García et al., 2008) y de mayor duración 48 h (Bagnato et al., 2003; Moradinezhad et al., 2008) en los que los plátanos también alcanzan la calidad comercial deseada. En estos estudios se utilizan distintas concentraciones de etileno siendo la temperatura de aplicación del etileno utilizada entre 15 y 18 °C.

Es muy importante tener en cuenta que existe una clara interacción entre la concentración de etileno, la temperatura de aplicación y el tiempo de exposición. Así a medida que aumenta la temperatura de exposición menor ha de ser el tiempo de exposición y la concentración de etileno (Inaba y Nakamura, 1986).

d) Temperatura de almacenamiento de los plátanos madurados artificialmente

La temperatura a la que se almacenan los plátanos una vez expuestos al etileno exógeno nos permite influir sobre la vida comercial de la fruta (De Proft et al., 1998). Como se observa en la Fig. 2, a medida que disminuye la temperatura aumenta el tiempo hasta alcanzar el estado de madurez 4. Lobo et al. (2005) demostraron que los plátanos tratados con distintas concentraciones de etileno (5, 50, 500 y 5.000 ppm) alcanzaron el punto de consumo entre 6 y 16 días (Tabla 1), en función de la temperatura de aplicación del mismo durante 24 h (12, 15 y 20 °C) y la temperatura de almacenamiento (15 y 20 °C). Exponiendo los plátanos a 15 °C y almacenando a esa misma temperatura lograron alargar la vida comercial en 5 días respecto a los almacenados a 20 °C. Esto permite programar la maduración en función de las demandas del mercado.

Tabla 1. Efecto de la concentración de etileno, la temperatura de exposición al etileno y la temperatura del almacenamiento sobre la vida comercial del plátano (días hasta estado 6).

T _{Almacenamiento}	Concentración Etileno (ppm)	Días hasta punto de consumo (Estado 6)		
		T _{Exposición al etileno}		
		20 °C	15 °C	12 °C
20 °C	5.000	5,3 ± 0,6 a/C*	7 ± 0 a/B	9 ± 0 b/A
	500	6 ± 0 a/B	7 ± 0 a/B	12 ± 2 a/A
	50	6 ± 0 a/B	7 ± 0 a/B	10 ± 1 ab/A
	5	6 ± 0 a/B	7 ± 0 a/B	14 ± 1 a/A
15 °C	5.000	9 ± 0 a/C	12 ± 0 a/B	15 ± 0 b/A
	500	9 ± 0 a/C	12 ± 1 a/B	16 ± 1 ab/A
	50	9 ± 0 a/C	12 ± 1 a/B	16 ± 0 a/A
	5	9 ± 0 a/C	12 ± 1 a/B	14 ± 0 c/A

* Valores en la misma columna y misma T_{almacenamiento} seguidos de letras minúsculas diferentes (abc) son significativamente distintos (según test de Tukey 5%).

Valores en la misma fila y misma T_{almacenamiento} seguidos de letras mayúsculas (ABC) son significativamente distintos (según test de Tukey 5%).

e) Concentración de dióxido de carbono y de oxígeno

La concentración de dióxido de carbono en el interior de la cámara de maduración debe mantenerse a menos del 1% para evitar interferencias con el efecto del etileno. Por tanto, se recomienda realizar una ventilación de la cámara de 20 minutos cada 12 h. Liu et al. (2004) y Larotonda et al. (2008) observaron que la utilización de absorbedores de CO₂ aceleraba el ablandamiento de la pulpa ya que la presencia de CO₂ afecta a la respiración climatérica de los plátanos, retardando la maduración.

f) Humedad relativa de la cámara

Se recomienda que la cámara de maduración mantenga una humedad relativa del 90-95% (Ahmad et al., 2006b, c) para evitar que cuando los plátanos alcancen la mayor actividad metabólica se deshidraten. Ahmad et al. (2006c) indicaron que el uso de una humedad relativa baja (60-65%) durante el proceso de maduración afectó a la calidad final de los plátanos. Haard y Hultin (1969) observaron que la fruta madurada al 80% de humedad relativa no alcanzó el pico climatérico ni desarrolló las características típicas de la fruta madura. No obstante, una vez ha transcurrido el climaterio y tal y como comprobó Saengpook et al., (2007), se recomiendan humedades relativas más bajas (aproximadamente del 70%) para controlar mejor la podredumbre de corona, la caída de dedos, etc.

4. FACTORES A TENER EN CUENTA PARA OBTENER UNA ADECUADA MADURACIÓN

Para que la maduración artificial de los plátanos conduzca a un producto de calidad se ha de tener en cuenta:

a) El cultivar

No todos los cultivares se comportan igual cuando son expuestos a etileno exógeno. Así, Osuna-García et al. (2008) observaron que mientras Grande Naine (AAA) y FHIA-23 (AAAA) maduraron adecuadamente cuando se expusieron 16 h a 100 ppm de etileno, los cultivares Williams (AAA) y FHIA-17 (AAAA) tuvieron una vida útil extremadamente corta. Por tanto, será necesario establecer un proceso óptimo de maduración en función del cultivar y sus condiciones de cultivo.

b) El grado de madurez

El grado de madurez de la fruta también ha de ser lo más homogéneo posible para evitar que tras el tratamiento en las cámaras de maduración salga en distintos estados de madurez. Por tanto, y teniendo en cuenta que los plátanos se transportan en verde, será necesario en determinadas ocasiones (tránsitos más largos, fruta más llena, etc.) recurrir a técnicas que alarguen su vida en verde. Así, la incorporación de absorbedores de etileno en el envasado está dando buenos resultados para evitar modificaciones en los grados de madurez (Chamara et al., 2000; Chauhan et al., 2006a). Entre los absorbedores, el permanganato potásico embebido en un sustrato inerte como sílica gel, alúmina, perlita, vermiculita, etc., y presentados en forma de pequeñas bolsitas que se introducen en los envases (cajas, bolsas, etc.) es el más utilizado. Mustafa et al. (2005) observaron que la médula de coco era un buen absorbedor de etileno, alargándose la vida comercial unos diez días respecto a los plátanos sin tratar. La utilización de bolsas que generan una atmósfera modificada (pasiva) (Jiang et al., 1999; Marrero et al., 2003) o la inyección de gases (atmósfera activa; 3% O₂ y 5% CO₂) también alargó la vida comercial (Chauhan et al., 2006b). Pesis et al. (2001) observaron que el almacenamiento de plátanos orgánicos durante 48 h en una atmósfera con un 2% de oxígeno retrasó el proceso de maduración. El uso de óxido nitroso (N₂O) combinado o no con bajas concentraciones de O₂ aumentó la vida en verde durante el manejo, transporte y almacenamiento (Palomer et al., 2005). Del mismo modo, la aplicación de tratamientos térmicos retrasó la maduración de los frutos además de ser un tratamiento postcosecha alternativo a la utilización de fungicidas en el control de la podredumbre de corona y de otros patógenos (Lopez Cabrera y Marrero Dominguez, 1998; Wall, 2004). El tratamiento con 1-metilciclopropeno (1-MCP) (Jiang et al., 1999; Stanley y Huber, 2004) o con ácido salicílico (Srivastava y Dwivedi, 2000) también retrasaron la maduración y alargaron la vida en verde. Por el contrario, los tratamientos con cloruro cálcico no alargaron la vida en verde (Pesis et al., 2005).

c) Tratamientos para alargar la vida de los plátanos una vez madurados artificialmente

Para alargar la vida comercial de los plátanos una vez expuestos al etileno exógeno se puede recurrir a disminuir la temperatura de almacenamiento o a la aplicación de 1-MCP. Distintos autores han observado un efecto positivo ya que la fruta tarda más en madurar pudiéndose planificar mejor el tratamiento y venta (Bagnato et al., 2003; De Martino et al., 2007; Pinheiro et al., 2007; Moradinezhad et al., 2008). Si dichos plátanos se almacenan posteriormente a temperaturas bajas, se incrementa aún más la vida comercial (Jiang et al., 2004). Además, Pinhero et al. (2007) observaron que el tratamiento es efectivo en distintos estados de madurez de la fruta: verdes, medio maduros e incluso maduros completamente. La eficacia del 1-MCP también depende de la estación en la que se cosechan los plátanos y de la concentración y duración del tratamiento con etileno exógeno (Moradinezhad et al., 2006). Baez-Sanudo et al. (2009) lograron incluso alargar aún más la vida comercial de los plátanos cuando, tras el tratamiento con etileno, se realizó un tratamiento con 1-MCP combinado con un recubrimiento de quitosano.

5. CÁMARA DE MADURACIÓN ARTIFICIAL

La cámara de maduración ha de ser hermética para que la concentración del gas permanezca lo más estable posible durante el tratamiento y así evitar costes debido a la pérdida del mismo.

Debe estar provista de un sistema de gestión para la inyección y control del etileno, para el control de la temperatura y de la humedad relativa, para la gestión de la ventilación, así como para la apertura y cierre de la puerta y el encendido y apagado de la luz. Muchas de ellas ya están provistas de pantallas que indican en cada momento del tratamiento la concentración de etileno dentro de la cámara, la temperatura y la humedad relativa así como el tiempo desde que se inició el proceso.

La Fig. 3 muestra los componentes principales de una cámara de maduración artificial. La puerta ha de ser hermética y amplia para evitar las fugas de los gases y para facilitar el llenado y vaciado. La cámara puede ser de una o más alturas.

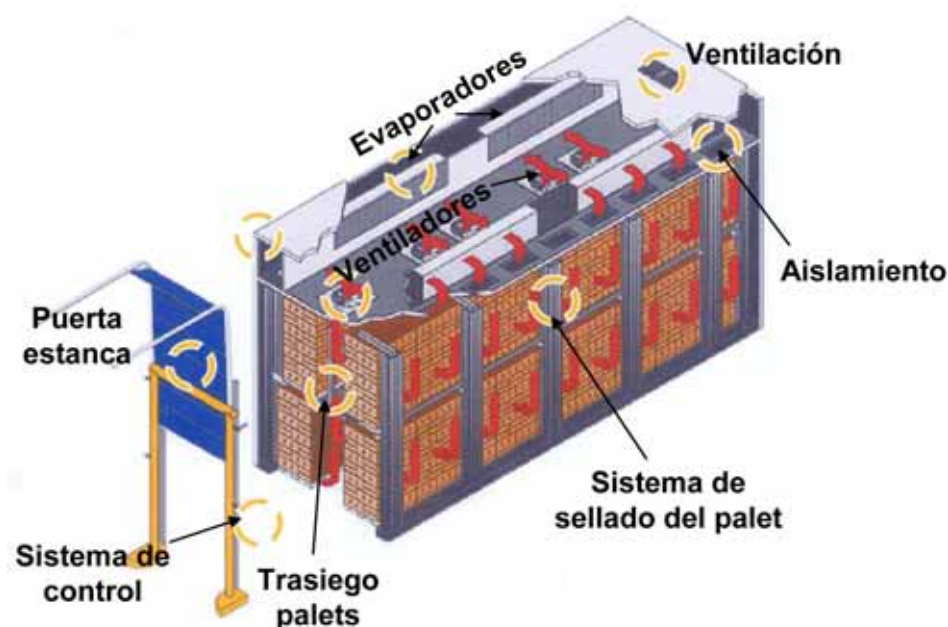


Figura 3. Cámara de maduración (Fuente: <http://www.ripeningrooms.com>).

Para homogeneizar la concentración de los gases en el interior de la misma ha de estar dotada de un sistema de ventiladores, así como de un sistema de ventilación que evite la acumulación de CO_2 . La temperatura en el interior de la cámara es controlada a través de evaporadores (serpentines de enfriamiento) y la humedad relativa mediante humidificadores. Cuando la cámara no se carga totalmente, el sistema de sellado y aislamiento de palets permiten disminuir el tamaño de la cámara, con el consecuente ahorro.

6. CONCLUSIONES

El manejo apropiado del proceso de maduración artificial de los plátanos en el que intervienen numerosos factores (cultivar, grado de madurez, concentración de etileno, temperaturas de aplicación y almacenamiento de la fruta, atmósfera durante el tratamiento y su conservación) se convierte en una herramienta clave a la hora de cubrir las demandas de mercado y cumplir con las exigencias de calidad de los consumidores.

7. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado gracias al proyecto MAC/I/C054 BIOMUSA (financiado por el FEDER).

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, S., Thompson, A.K., Perviez, N.A., Anwar, N. y Ahmad, F. 2006a. Effect of fruit size and temperature on the shelf life and quality of ripe banana fruit. *Journal of Agricultural Research*, 44 (4): 313-324.
- Ahmad, S., Perviez, N.A., Catha, Z.A. y Thompson, A.K. 2006b. Improvement of banana quality in relation to storage humidity, temperature and fruit length. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8 (3): 377-380.
- Ahmad, S., Chatha, Z.A., Nasir, M.A., Aziz A. y Mohson, M. 2006c. Effect of relative humidity on the ripening behaviour and quality of ethylene treated banana fruit. *Journal of Agriculture and Social Science*, 2 (1): 54-57.
- Baez-Sanudo, M., Siller-Cepeda, J., Contreras-Martinez, R., Contreras-Angulo, L., Velez, R. y Muy-Rangel, D. 2005. Peel browning development of bananas treated with SmartFresh® and film coatings stored under low humidity conditions. *Hortscience*, 40 (4): 994.
- Baez-Sanudo, M., Siller-Cepeda, J., Muy-Rangel, D. y Heredia, J.B. 2009. Extending the shelf-life of bananas with 1-methylcyclopropene and a chitosan-based edible coating. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (14): 2343-2349.
- Bagnato, N., Barrett, R., Sedgley, M. y Klieber, A. 2003. The effects on the quality of 'Cavendish' bananas, which have been treated with ethylene, of exposure to 1-methylcyclopropene. *International Journal of Food Science and Technology*, 38 (7): 745-750.
- Chauhan, O.P., Raju, P.S., Dasgupta, D.K. y Bawa, A.S. 2006a. Modified instrumental textural changes in banana (var. Pachbale) during ripening under active and passive modified atmosphere. *International Journal of Food Properties*, 9 (2): 237-253.
- Chauhan, O.P., Raju, P.S., Dasgupta, D.K. y Bawa, A.S. 2006b. Modified atmosphere packaging of banana (cv. 'Pachbale') with ethylene, carbon dioxide and moisture scrubbers and effect on its ripening behaviour. *American Journal of Food Technology*, 1 (2): 179-189.
- Chamara, D., Illeperuma, K. y Galappatty, P.T. 2000. Effect of modified atmosphere and ethylene absorbers on extension of storage life of 'Kolikuttu' banana at ambient temperature. *Fruits*, 55 (6): 381-388.
- De Martino, G., Mencarelli, F. y Golding, J.B. 2007. Preliminary investigation into the uneven ripening of banana (*Musa* sp.) peel. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 35 (2): 193-199.
- De Proft, M.P., Omoaka, P. y Pekke, A.M. 1998. Forced ripening of banana: Evaluation of the after treatment temperature. *Acta Horticulturae*, 490: 555-561.
- Haard, N.F. y Hultin, H.O. 1969. Abnormalities in ripening and mitochondrial succinoxidase resulting from storage of preclimacteric banana fruit at low relative humidity. *Phytochemistry*, 8 (11), 2149-2152.
- New Jersey Department of Health and Senior Services. 2003. Hazardous substance fact sheet: calcium carbide. <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0312.pdf>. Último acceso septiembre 2010.
- Inaba, A. y Nakamura, R. 1986. Effect of exogenous ethylene concentration and fruit temperature on the minimum treatment time necessary to induce ripening in banana fruit. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 55, 348-354.

- Jiang, Y., Joyce, D.C. y Macnish, A.J. 1999. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. *Postharvest Biology and Technology*, 16 (2): 187-193.
- Jiang, W., Zhang, M., He, J. y Zhou, L. 2004. Regulation of 1-MCP-treated banana fruit quality by exogenous ethylene and temperature. *Food Science and Technology International*, 10 (1): 15-20.
- Kader, A.A. 1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae*, 485: 203-208.
- Larotonda, F.D.S., Genena, A.K., Dantela, D., Moreira Soares, H., Laurindo, J.B., Moreira, R.F.P.M. y Salvador Ferreira, S.R.S. 2008. Study of banana (*Musa* AAA Cavendish cv 'Nanica') trigger ripening for small scale process. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51 (5): 1033-1047.
- Liu, F.W. 1976. Correlation between banana storage life and minimum treatment time required for ethylene response. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 101: 63-65.
- Liu, S., Yang, Y., Murayama, H., Taira, S. y Fukushima, T. 2004. Effects of CO₂ on respiratory metabolism in ripening banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 33: 27-34.
- Lobo, M.G., González, M., Peña, A. y Marrero, A. 2003. Incremento de la vida comercial del plátano canario en función de las condiciones de maduración artificial. En: Maduración y post-recolección de frutas y hortalizas. CSIC, Madrid. pp: 373-375.
- Lobo, M.G., González, M., Peña, A. y Marrero, A. 2005. Effects of ethylene exposure temperature on shelf life, composition and quality of artificially ripened bananas (*Musa acuminata* AAA, cv: 'Dwarf Cavendish'). *Food Science and Technology International*, 11 (2): 99-105.
- Lopez Cabrera, J.J. y Marrero Dominguez, A. 1998. Use of hot water dips to control the incidence of banana crown rot. *Acta Horticulturae*, 490: 563-570.
- Mahajan, B.V.C., Kaur, T., Gill, M.I.S., Dhaliwal, H.S., Ghuman, B.S. y Chahil, B.S. 2010. Studies on optimization of ripening techniques for banana. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 47 (3): 315-319.
- Marrero, A., González, M., Báez, O. y Lobo, M.G. 2003. Control of artificial ripening of bananas through atmosphere modification and refrigeration. *Acta Horticulturae*, 600:393-399.
- Moradinezhad, F., Able, A.J., Sedgley, M. y Klieber, A. 2006. Concentration and duration of ethylene treatment influences the response of banana to 1-methylcyclopropene. *Acta Horticulturae*, 712 (2): 747-751.
- Moradinezhad, F., Sedgley, M., Klieber, A. y Able, A.J. 2008. Variability of responses to 1-methylcyclopropene by banana: influence of time of year at harvest and fruit position in the bunch. *Annals of Applied Biology*, 152 (2): 223-234.
- MTX Pressurised Ripening System. <http://www.ripeningrooms.com>. Último acceso septiembre 2010.
- Mustaffa, M.M., Tanuja Priya, B. y Krishnamoorthy, V. 2005. Standardization of carrier material as ethylene absorbent on shelf-life of 'Rasthali' banana. *Journal of Food Science and Technology*, 42 (1): 104-106.
- Osuna-García, J.A., Vazquez-Valdivia, V. y Perez-Barraza, M.H. 2008. Postharvest characterization of banana cultivars for fresh consumption. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 14 (52): 139-145.
- Palomer, X., Roig-Villanova, I., Grima-Calvo, D. y Vendrell, M. 2005. Effects of nitrous oxide (N₂O) treatment on the postharvest ripening of banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 36 (2): 167-175.
- Paull, R.E. 1996. Ethylene, storage and ripening temperatures affect Dwarf Brazilian banana finger drop. *Postharvest Biology and Technology*, 8 (1): 65-74.
- Peacock, P.C. 1980. Banana ripening. Effect of temperature on fruit quality. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 37: 39-45.
- Pesis, E., Copel, A., Ben-Arie, R., Feygenberg, O. y Aharoni, Y. 2001. Low-oxygen treatment for inhibition of decay and ripening in organic bananas. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76 (5): 648-652.
- Pesis, E., Arie, R.B., Feygenberg, O. y Villamizar, F. 2005. Ripening of ethylene-pretreated bananas is retarded using modified atmosphere and vacuum packaging. *HortScience*, 40 (3), p. 726-731.

- Pinheiro, A.C.M., Boas, E.V.D.V., Alves, A.D. y La Selva, M. 2007. Ripening of 'apple' banana submitted to 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29 (1): 1-4.
- Ranawaka, R.A.K., Wijeratnam, R.S.W. y Hewage, S.K. 2000. Ethylene regulated ripening under tropical conditions and the development of crown rot in banana. *Acta Horticulturae*, 516: 139-144.
- Saengpook, Ch., Ketsa S. y Van Doorn, W.G. 2007. Effects of relative humidity on banana fruit drop. *Postharvest Biology and Technology*, 45 (1): 151-154.
- Semple, A.J. y Thompson, A.K. 1988. Influence of the ripening environment on the development of finger drop in bananas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 46: 139-146.
- Seymour, G.B., Thompson, A.K. y John, P. 1987. Inhibition of degreening in the peel of bananas ripened at tropical temperatures. *Annals of Applied Biology*, 110: 145-151.
- Siller-Cepeda, J., Baez-Sanudo, M., Contreras-Martinez, R., Contreras-Angulo, L., Velez, R. y Muy-Rangel, D. 2005. SmartFresh™ in combination with film coatings reduces sugar spots and extends "yellow life" of bananas. *HortScience*, 40, (4): 1144-1145.
- Smith, N.J.S. y Thompson, A.K. 1987. The effect of temperature, concentration and exposure time to acetylene on initiation of banana ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 40: 43-50.
- Srivastava, M.K. y Dwivedi, U.N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*, 158 (1-2): 87-96.
- Stanley, D. y Huber, D. 2004. Large-scale application of 1-methylcyclopropene results in extended marketable shelf life and persistence of the full-ripe condition of commercially handled banana fruit. *HortScience*, 39, (4): 816-817.
- Stover, R.H. y Simmonds, N.W. 1987. Bananas. 3rd Ed., Longman, Londres. pp: 225-240.
- Wall, M.M. 2004. Ripening behavior and quality of 'Brazilian' bananas following hot water immersion to disinfest surface insects. *Hortscience*, 39 (6): 1349-1353.

Ensaio de testagem de diferentes atractivos na captura de caracóis, lesmas (Molusca: Pulmonata) e gorgulho (Coleoptera: Dryophthoridae), nos bananais da Ilha Terceira, Açores

Lopes, D. J. Horta¹; Cabrera, R.²; Azevedo, J.¹; Pimentel, R. M. S.¹; Santos, A.¹; Ventura, L. F. M. B.¹; Filipe, M.³; Ornelas, M. L.⁴ & Mexia, A. M. M.⁵

¹ Universidade dos Açores, Grupo de Protecção Integrada, Centro de Biotecnologia dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias, 9701-851 Terra Chã, Angra do Heroísmo, Ilha Terceira, Açores, Portugal, e-mail: dlopes@uac.pt

² Universidad de La Laguna, Unidad de Fitopatología, Facultad de Biología. Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, La Laguna 38206, Tenerife, Islas Canarias, Espanha

³ FRUTER, Associação de Produtores de Frutas, de Produtos Hortícolas e Florícolas da Ilha Terceira, Canada Nova 32, Santa Luzia, 9701-851 Angra do Heroísmo, Ilha Terceira, Açores, Portugal

⁴ Divisão de Protecção das Culturas, Serviço de Desenvolvimento Agrário da Terceira, Vinha Brava - 9700-236 Angra do Heroísmo

⁵ Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Protecção de Plantas e Fitoecologia, Tapada da Ajuda, Lisboa, Portugal

RESUMO

Com o Projecto INTERFRUTA II, procurou-se atingir uma melhoria dos conhecimentos sobre diversas culturas entre as quais a bananeira, através de inúmeros trabalhos em que se procurou conhecer e combater os problemas fitossanitários desta cultura com a aplicação dos princípios da Protecção Integrada.

Os principais problemas fitossanitários encontrados na bananeira foram: o gorgulho-da-bananeira, *Cosmopolites sordidus* (Germar) e a traça-da-bananeira, *Opogona sacchari* (Bojer) e os caracóis.

No âmbito de um novo projecto, o BIOMUSA (MAC/1/C054), agora iniciado, pretende-se por um lado encontrar medidas limitativas de combate aos caracóis e, por outro lado conhecer melhor a evolução populacional de uma das principais pragas da bananeira, o gorgulho-da-bananeira (*C. sordidus*). Isso passou pelo estabelecimento uma rede de pontos de monitorização desta praga, nas três zonas de maior produtividade da Ilha Terceira (Angra, Porto Judeu e São Sebastião). Este trabalho englobou ainda a testagem de armadilhas a serem utilizadas na monitorização ou mesmo, em fase posterior, na captura em massa do gorgulho bem como testar diversos tipos de atractivos na limitação populacional dos caracóis e lesmas.

Os dados recolhidos entre Dezembro de 2009 e Outubro de 2010, da monitorização dos adultos de *C. sordidus*, permitiram observar quatro picos populacionais dos adultos nos meses de Janeiro, Abril Junho e Outubro, contrariamente ao observado em anos anteriores. Na captura em massa assistiu-se a uma diminuição para quase metade das populações na parcela-alvo, em apenas oito meses. No ensaio, com o objectivo de testar novos dispositivos que contribuíssem para uma maior eficácia na captura de adultos do gorgulho-da-bananeira, a feromona *sordidine* de longa duração surgiu como a mais eficaz. No ensaio de diferentes iscos na atractividade de lesmas e caracóis, o metaldeído (HOLISMA) foi de todas as substâncias ensaiadas a que se revelou mais eficaz na atracção deste novo problema com que se deparam os produtores de banana terceirenses.

Palavras-chave: caracóis, lesmas, gorgulho-da-bananeira, *C. sordidus*, monitorização, captura em massa.

INTRODUÇÃO

Nos Açores, a produção intensiva da banana representa uma das mais importantes actividades de toda a produção frutícola. Nos últimos anos, mercê da atribuição de ajudas comunitárias à qualidade, assistiu-se a um aumento quer da área, quer da quantidade produzida de bananas na Ilha Terceira.

A área de cultivo de banana atingiu, em 2007, os 95 hectares, de onde resultaram 1 599 toneladas de produção (SREA, 2007). Parte dessa área de produção, cerca de 50 hectares, é explorada por 39 produtores que estão ligados à única Associação de produtores existente na Ilha (FRUTER).

As principais pragas que afectam a cultura da banana na Ilha Terceira são: o gorgulho da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Fig.1), a traça da bananeira *Opogona sacchari* (Bojer) e os tripes. Mais recentemente os caracóis e as lesmas são um dos problemas mais preocupantes para os produtores, pelos

estragos que causam ao nível dos frutos que os desvaloriza comercialmente. As principais doenças das bananeiras são, no caso dos fungos, o mal-do-panamá (*Fusarium oxysporum* Schlenchtend:Fr. f *sp. cubense* (E.F.Sm) W.C.Snyder & Hans) e o charuteiro (*Verticillium theobromae* (Turconi) E. Mason & S.J. Hughes); (Lopes *et al.*, 2009a; 2009b).

O gorgulho-da-bananeira (*C. sordidus*) (Fig.1) é a praga-chave desta cultura, principalmente devido às grandes densidades populacionais encontradas nas parcelas de bananeiras. Esta praga é também importante pelos prejuízos que provoca na fase larvar (Fig. 2) através da construção de galerias, no interior do pseudo-caule e que debilitam a planta, impedindo-a de ter um desenvolvimento normal e podendo diminuir a produção ou mesmo levá-la à morte provocando a sua queda súbita.



Figura 1 – O adulto de gorgulho-da-bananeira (*C. sordidus*).

Figura 2 – A larva do gorgulho-da-bananeira (*C. sordidus*).

O adulto de *C. sordidus* está presente nos pomares de bananeiras principalmente a partir de Maio, registando o seu maior pico populacional geralmente em Junho (Tinoco, 2002; Lopes *et al.*, 2009a; 2009b).

No âmbito de um novo projecto, o BIOMUSA (MAC/1/C054), agora iniciado, pretende-se aprofundar os conhecimentos sobre o gorgulho-da-bananeira, estabelecendo uma rede de pontos de monitorização dos seus adultos. Também se desenvolveram testes de diferentes atractivos quer em relação ao gorgulho, quer em relação aos caracóis e lesmas e no caso do gorgulho implementou-se ainda um ensaio de captura em massa.

MATERIAL E MÉTODOS

No âmbito de um novo projecto, o BIOMUSA (MAC/1/C054), foram desenvolvidos os seguintes trabalhos:

Rede de pontos de monitorização de adultos de *C. sordidus*

Foi estabelecida uma rede de pontos de monitorização dos adultos de *C. sordidus*. Para isso, foram colocadas 24 armadilhas em 12 pomares armadilhas Cosmotrack com feromona de agregação (*sordidine*) (2 por parcela) (Fig. 3), que foram recolhidas quinzenalmente, nas três zonas de maior produção desta cultura: S. Sebastião, Porto Judeu e Angra do Heroísmo.



Figura 3 - Armadilha Cosmotrack com feromona de agregação (*sordidine*) utilizada na monitorização dos adultos de gorgulho-da-bananeira (*C. sordidus*).

Captura em massa de adultos de *C. sordidus*

Foi montado um ensaio de captura em massa de adultos de *C. sordidus*. Para isso, foram colocadas 32 armadilhas Cosmotrack com feromona de agregação em duas parcelas de bananeiras na zona da Memória (Angra) (Fig. 4), a uma distância entre armadilhas de 10 metros. Os adultos capturados foram retirados quinzenalmente e mudada a água com sabão dos recipientes perfurados das armadilhas Cosmotrack.



Figura 4 – Aspecto do ensaio de captura em massa montado para combate das populações adultas do gorgulho-da-bananeira (*C. sordidus*).

Testagem de dois atractivos na captura de adultos de *C. sordidus*

O ensaio decorreu numa parcela de bananeiras em S. Pedro (Angra), numa das zonas de maior produtividade da Ilha Terceira, exposta a Sul (Fig.5).

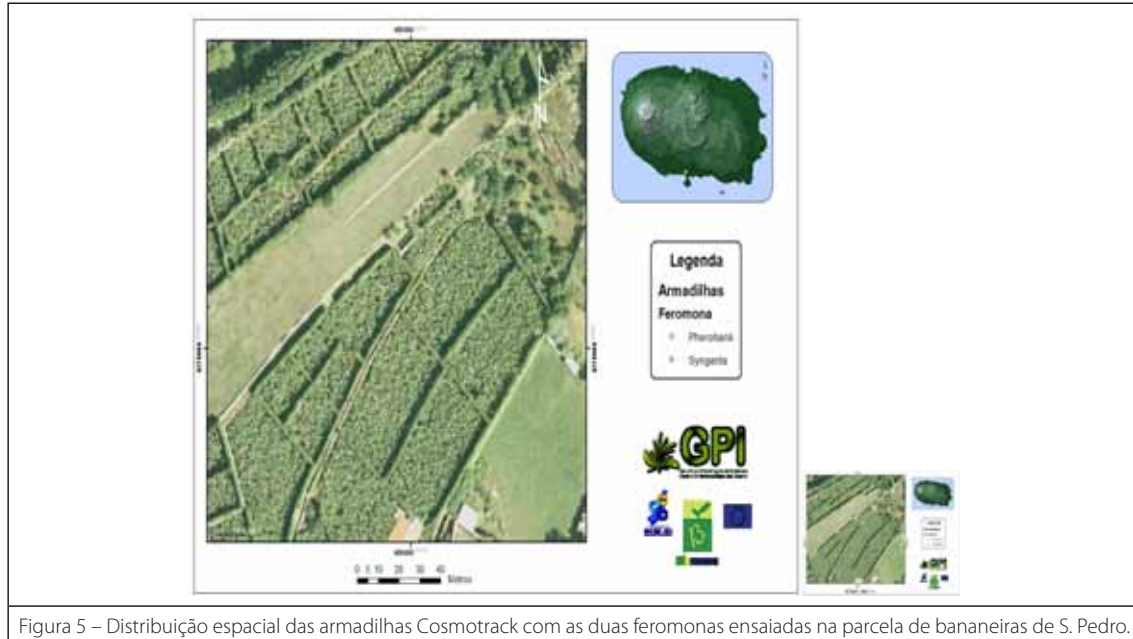


Figura 5 – Distribuição espacial das armadilhas Cosmotrack com as duas feromonas ensaiadas na parcela de bananeiras de S. Pedro.

Neste ensaio de testagem da eficácia utilizou-se uma feromona sexual comercializada pela Syngenta (Fig. 6) e uma feromona de agregação (*sordidine*), de longa duração (seis meses), da Pheromon (Fig. 7) ambas colocadas em armadilhas Cosmotrack. Os conteúdos das armadilhas, de ambas as modalidades ensaiadas, foram recolhidos quinzenalmente.



Figura 6 - Feromona sexual comercializada pela Syngenta usada na monitorização do gorgulho-da-bananeira (*C. sordidus*).



Figura 7 - Feromona de agregação (*sordidine*) da Pheromon usada na monitorização do gorgulho-da-bananeira (*C. sordidus*).

Ensaio de testagem de atractivos na captura de caracóis e lesmas

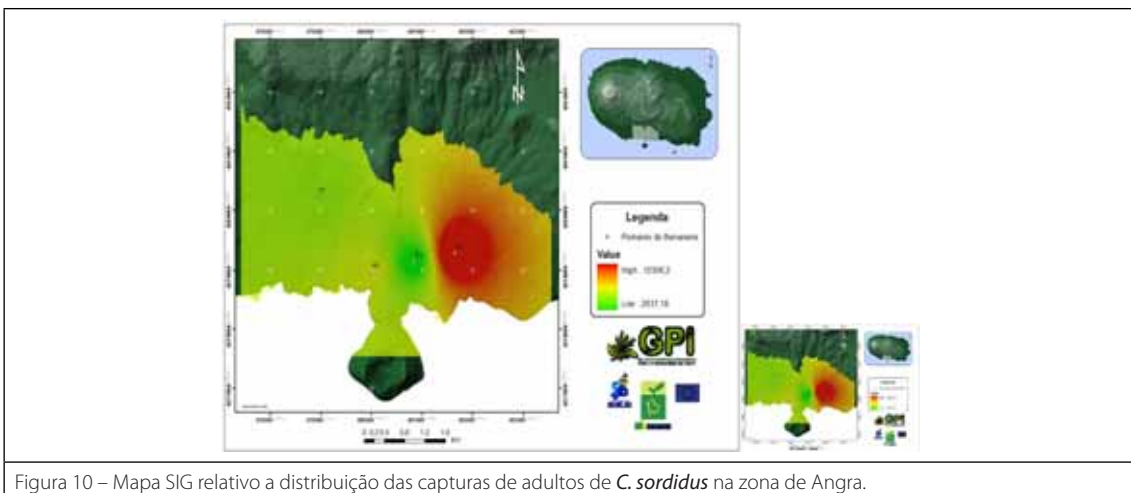
No âmbito do presente estudo, foram implementados dois ensaios de testagem de diferentes atractivos passíveis de utilizar no combate a lesmas e caracóis. Os produtos ensaiados foram: dois iscos comerciais de origem química (metaldeído e metiocarbe); pedaços de banana; e cerveja, tendo por base um ensaio semelhante realizado na Venezuela (Torres & Yanez, 2010). Para isso, inicialmente utilizaram-se caixas plásticas com tampa de rede (Fig. 8). Depois estas foram substituídas por dois pratos de plástico sobrepostos (Fig. 9).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Monitorização de adultos de *C. sordidus*

Os resultados obtidos, nas três zonas de maior produção desta cultura (S. Sebastião, Porto Judeu e Angra do Heroísmo), a partir da rede de pontos de monitorização dos adultos de *C. sordidus*, constituída por 24 armadilhas em 12 pomares, permitiram identificar as parcelas com a maior densidade populacional dos adultos desta praga nas zonas de maior produção de banana na Ilha Terceira (Fig. 10 e 11).



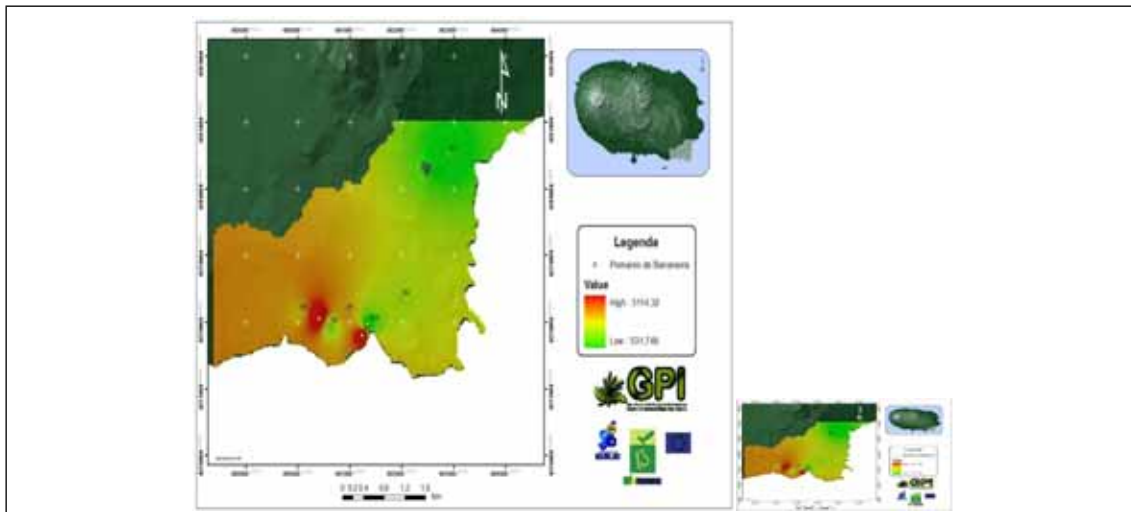


Figura 11 - Mapa SIG relativo a distribuição das capturas de adultos de *C. sordidus* na zona de Porto Judeu e S. Sebastião.

Em relação a flutuação populacional (Fig. 12), os dados recolhidos no âmbito do presente estudo, assente na monitorização dos adultos de *C. sordidus*, que decorreu entre Dezembro de 2009 e Outubro de 2010, permitiu observar quatro picos populacionais dos adultos: Janeiro; Abril; Junho; e Outubro (Fig.12). Contrariando o observado em anos anteriores em que se registaram apenas dois picos, um em Junho e outro em Outubro (Lopes *et al.*, 2009a; 2009b).

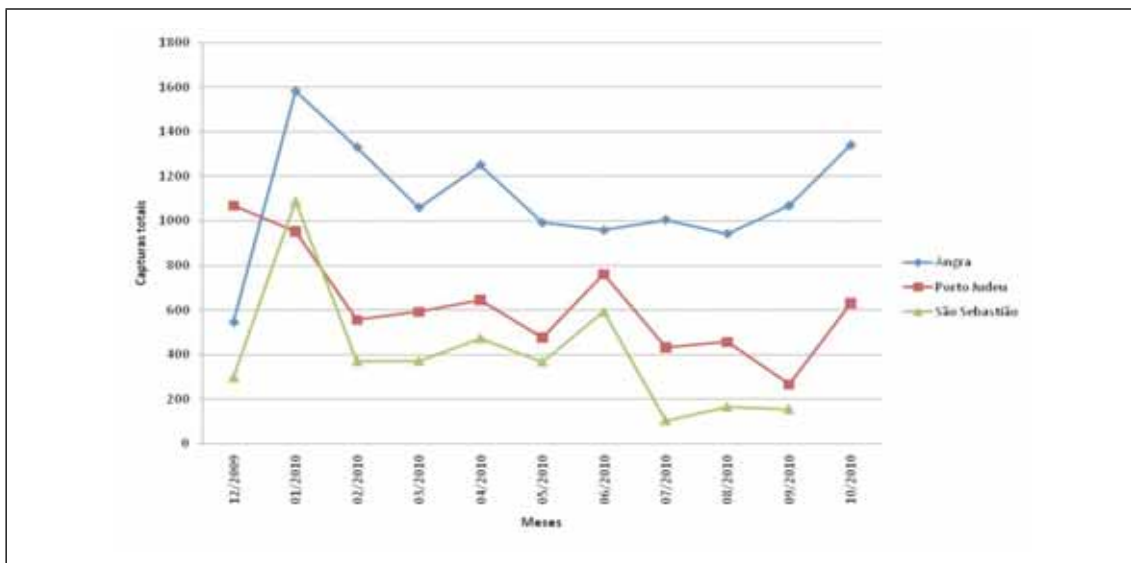


Figura 12 – Evolução temporal das capturas de adultos de *C. sordidus* nas três zonas de bananeiras estudadas na Ilha Terceira (Dezembro de 2009 a Outubro de 2010).

Captura em massa de adultos de *C. sordidus*

Os resultados obtidos a partir do ensaio de captura em massa, tendo por base as capturas registadas nas 32 armadilhas Cosmotrack, com feromona de agregação, instaladas na zona da Memória (Angra), permitiram observar um decréscimo acentuado das populações adultas de *C. sordidus* na parcela onde o ensaio foi instalado, após um pico inicial de Abril em que se atingiu capturas totais da ordem dos 8.392 adultos, no pico populacional de Outubro de 2010 apenas se atingiu um total de 4.579 adultos, ou seja um pouco menos de metade do pico anterior, registando-se menos 3.813 adultos que no pico inicial registado,

isto apenas oito meses após a montagem do ensaio. Neste ensaio de captura em massa observaram-se os mesmos picos (de Abril e Junho) registados nas armadilhas de monitorização. No entanto, na Figura 13 aparece, no mês de Julho, um decréscimo nas capturas que está relacionado com a perda de atractividade dos iscos. Esta mudança originou um novo aumento das capturas traduzido pelo pico populacional em Agosto embora de menor densidade que os anteriores (Fig.13).

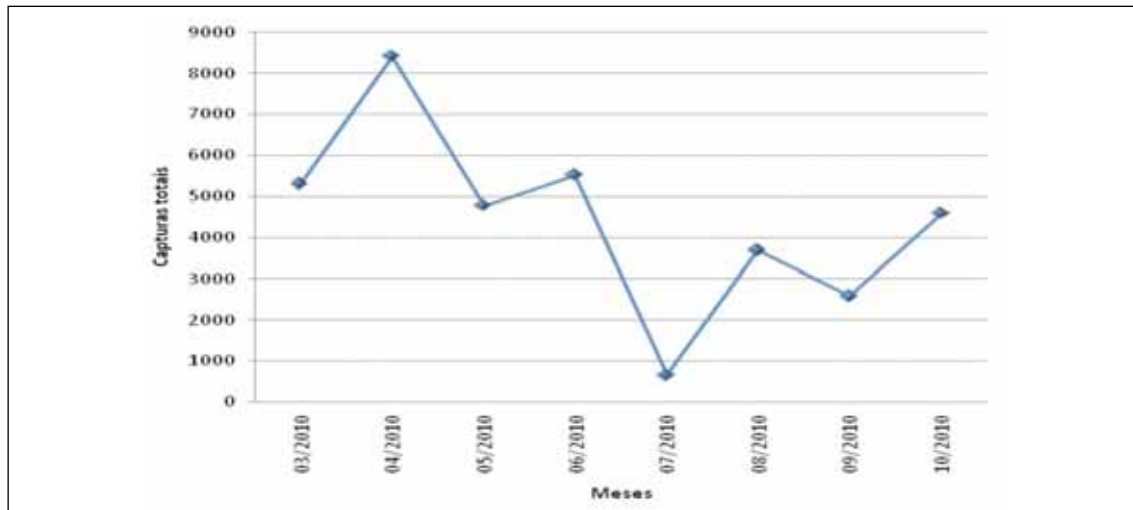


Figura 13 – Evolução temporal das capturas de adultos de *C. sordidus* (de Março a Setembro), no ensaio de captura em massa, na parcela de bananeiras da Memória (Angra).

Testagem de dois atractivos na captura de adultos de *C. sordidus*

Os dados do ensaio de testagem da eficácia da feromona sexual e a de agregação da Pheromon. Com base nos resultados obtidos e traduzidos pela Figura 14, a feromona de agregação revelou-se como a mais eficaz na captura dos adultos, visto ter superado a da Syngenta, tendo-se registado mesmo diferenças significativas entre as duas feromonas ensaiadas (Fig. 14).

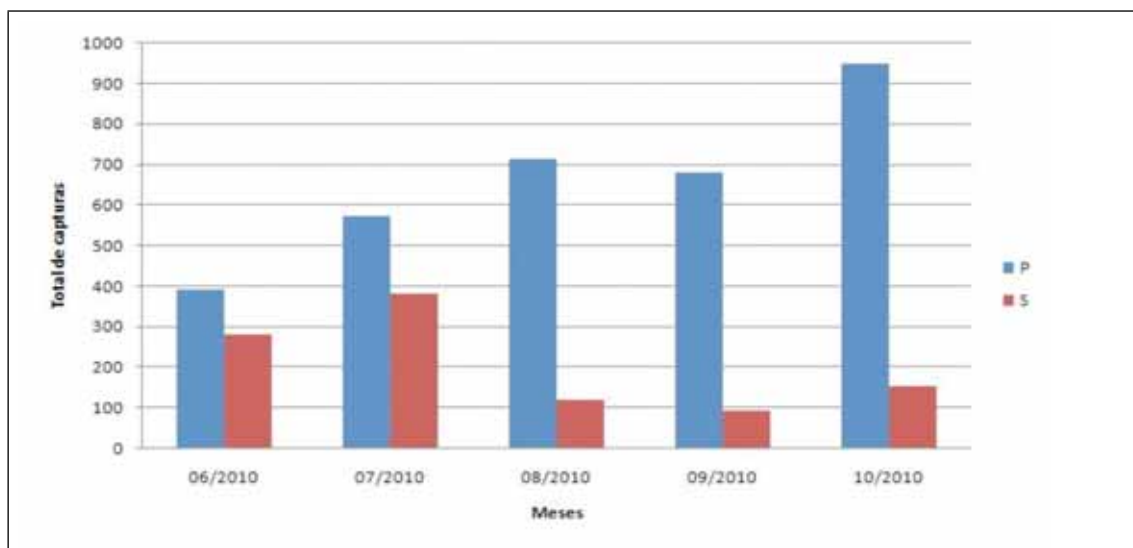


Figura 14 – Evolução das capturas de adultos de *C. sordidus* nas armadilhas com as duas feromonas ensaiadas (P-Pheromon e S-Syngenta).

Ensaio de testagem de atractivos na captura de caracóis e lesmas

Foram realizados dois ensaios de testagem de diferentes atractivos para lesmas e caracóis. No primeiro ensaio em que se utilizaram caixas plásticas com tampa de rede (Fig. 8), a cerveja e o metaldeído (HOLISMA) revelaram-se como os melhores iscos (Fig. 15), embora sem diferenças significativas entre ambos.

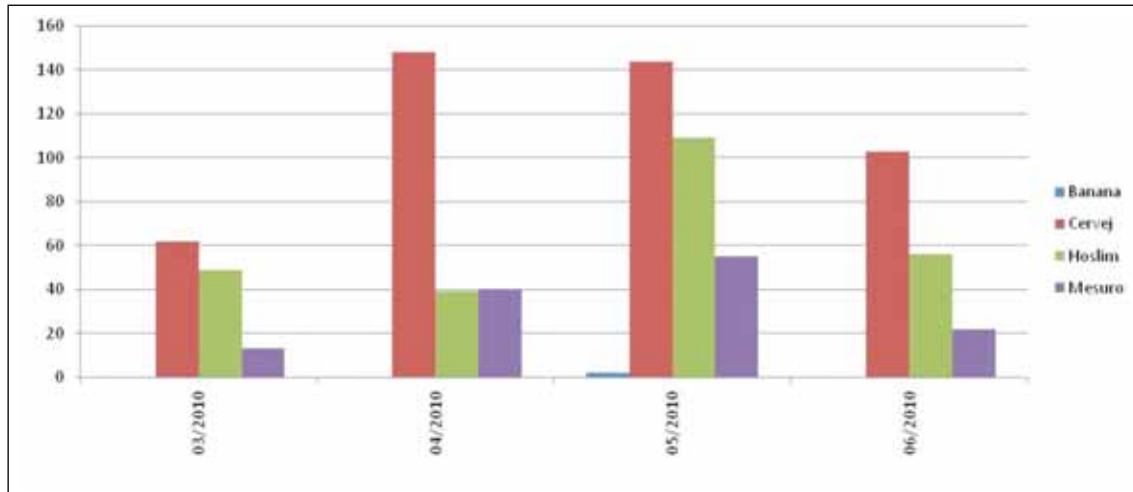


Figura 15 - Evolução das capturas de caracóis e lesmas nas caixas com os diferentes iscos ensaiadas.

No 2º ensaio, em que foram utilizados os pratos sobrepostos (Fig. 9), o isco à base de metaldeído (HOLISMA) revelou-se francamente superior na atracção, quer de caracóis quer de lesmas em relação a todas os outros atractivos ensaiadas (Fig.16).

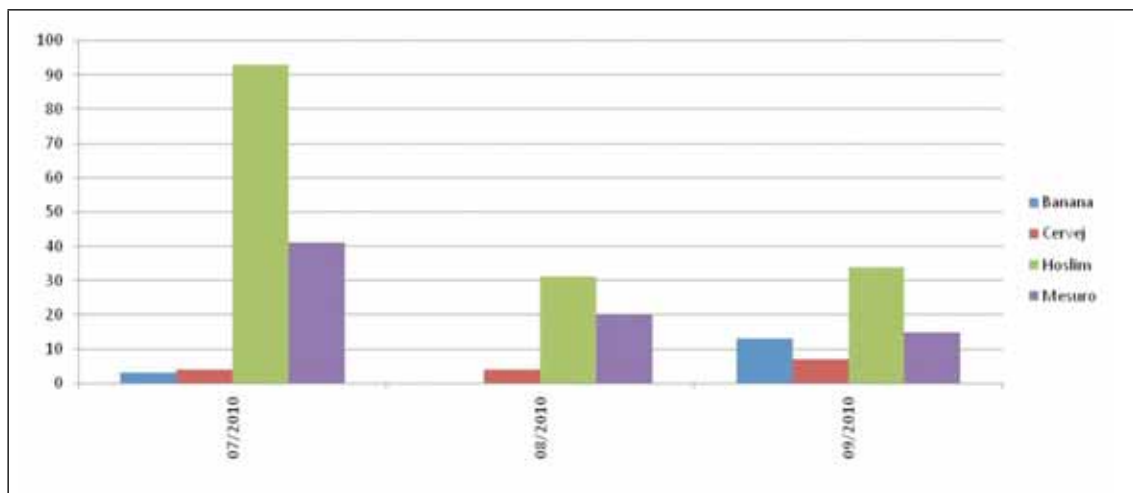


Figura 16 - Evolução das capturas de caracóis e lesmas nas armadilhas de pratos sobrepostos com os diferentes iscos ensaiadas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos diferentes ensaios realizados no âmbito do projecto BIOMUSA (MAC/1/C054), que decorram entre Dezembro de 2009 e Outubro de 2010, no que se refere à monitorização das flutuações populacionais dos adultos de *C. sordidus*, permitiu identificar as parcelas de maior densidade populacional desta praga e observar quatro picos populacionais dos adultos: Janeiro, Abril, Junho e em Outubro.

No ensaio de captura em massa observou-se um decréscimo acentuado das populações adultas de *C. sordidus* na parcela onde o ensaio foi instalado, após um pico inicial de Abril em que se atingiu capturas totais da ordem dos 8.392 adultos, no pico populacional de Outubro de 2010 essa densidade máxima ficou-se pela metade da população inicial (4.579 adultos), apenas oito meses após a instalação do ensaio.

Na comparação entre a eficácia na atracção dos adultos de *C. sordidus* entre a feromona sexual e a de agregação da Pheromon, esta última revelou-se como a mais eficaz na captura dos adultos tendo superado a da Syngenta,

Nos ensaios testagem da eficácia de diferentes iscos na atracção de lesmas e caracóis, problema cada vez mais preocupante para os produtores terceirenses, o isco à base de metaldeído (HOLISMA) revelou-se francamente superior na atracção, quer de caracóis quer de lesmas em relação a todas os outros iscos ensaiadas surgindo, em segundo plano a aplicação de cerveja nos recipientes de atracção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabrera R, Martín Toledo T, Zorman M, Giménez Mariño C. & Lopes, D.J. Horta 2009a. Busqueda de hongos endófitos asociados a la platanera y estudio de su actividad biológica sobre *Cosmopolites sordidus* (G.), Picudo negro de la Platanera. Actas do I Congresso Regional de Fruticultura e Viticultura, Angra do Heroísmo, Açores, Portugal: 118-122.
- Cabrera R, Martín Toledo T, Zorman M, Pimentel R, Giménez Mariño C & Lopes DJ Horta 2009b. Estudio de la actividad biológica de extractos vegetales sobre *Chrysodeixis chalcites* (E.), *Cosmopolites sordidus* (G.) y *Popillia japonica* (N.). Actas do I Congresso Regional de Fruticultura e Viticultura, Angra do Heroísmo, Açores, Portugal: 128-133.
- Figueiredo A.D., Macedo NCF, Lopes D.J. Horta. 2005. Estudo da eficácia de diferentes tipos de armadilhas e atractivos no combate do gorgulho-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar). Actas Portuguesas de Horticultura, V Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, Seminário do Vilar, Porto, **7**: 77-81
- Figueiredo A, Ázera S, Martins JT, Lopes, DJ Horta. 2008. Eficácia de diferentes tipos de armadilhas na captura do gorgulho da bananeira (*Cosmopolites sordidus*) (Coleoptera: Curculionidae). Bol. Mus. Mun. Funchal, **14**: 47-52.
- Figueiredo A, Macedo NCF & Lopes DJ Horta. 2009. Estudo da eficácia de diferentes tipos de armadilhas e atractivos no combate do gorgulho-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar). Actas do Workshop – FRUTICULTURA: Contributo para o seu desenvolvimento, Museu de Angra do Heroísmo, Açores, Portugal: 198-201.
- Lopes DJ Horta, Cabrera Perez R, Borges, PAV, Aguin-Pombo, D, Pereira, AMN, Mumford JD & Mexia AMM 2009a. Folhas Divulgativas. Centro de Biotecnologia dos Açores, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, Açores, Portugal, 177 pp.
- Lopes DJ Horta, Macedo N, Borges P, Pimentel R, Zorman M, Carvalho MCF, Ornelas L, Cabrera RP, Mateus C, Pereira AMN, Mumford JD & Mexia AMM. 2009b. Problemas fitossanitários e fauna auxiliar presentes em bananais da ilha Terceira. Actas do I Congresso Regional de Fruticultura e Viticultura, Ilha Terceira, Açores, Portugal: 233-240.

Martín Toledo T, Zorman M, Pimentel R, Macedo N, Prendes Ayala C, Lopes DJ Horta & Cabrera R. 2009. Estudio para determinar el radio efectivo de alcance del conjunto trampa más feromona sobre *Cosmopolites sordidus* (G.) en Canarias y Azores. Actas do I Congresso Regional de Fruticultura e Viticultura, Angra do Heroísmo, Açores, Portugal: 225-232.

SREA 2007. Os Açores em números. Serviço Regional de Estatística dos Açores, Região Autónoma dos Açores, Açores, Portugal, 64pp.

Tinoco, NMPG 2002. Contributo para o estudo dos principais problemas fitossanitários da bananeira na Ilha Terceira, Relatório final de estágio em Licenciatura em Engenharia Agrícola, Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias, Angra do Heroísmo, Açores, Portugal, 62 pp.

Torres, Angel N. & Yanez, C. 2010. Evaluación de técnicas de control de babosas (Mollusca: Pulmonata) en fresas y hortalizas en zonas altas del estado Táchira, Agronomía. Trop 48(3):291-303.

Trampeo masivo del picudo de la platanera y relación de daños en el cultivo

Luis Miguel González de Chaves Martín, Aurelio Carnero Hernández, Ángeles Padilla Cubas

Dpto. de Protección vegetal

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias

E-mail: acarnero@icia.es; mpadilla@icia.es

INTRODUCCIÓN

Ante la importancia creciente de los daños ocasionados por *Cosmopolites sordidus*, picudo de la platanera, y la preocupación por una más amplia dispersión de este insecto que pueda llegar a infestar nuevas zonas, se pretende contribuir a un mejor conocimiento de la dinámica y comportamiento de la plaga en campo.

El uso de trampas con feromonas, puede ser útil como método de control y por otro lado para hacer evaluaciones de la plaga: dinámica, talla y sexo. El conocimiento del comportamiento de la población de picudo en campo, en diferentes zonas de la isla con diferentes manejos del cultivo, es de interés para el control de la plaga.

La influencia que las condiciones climáticas pueden tener sobre el desarrollo de la plaga, junto con la determinación de la época de mayor movilidad, podría aportar información sobre los momentos más adecuados para aplicar los tratamientos de control sobre la misma, así como un trampeo masivo en fincas donde la población alcanza niveles altos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en cuatro fincas de la isla de Tenerife, dos de las fincas están situadas en el norte de la isla y las otras dos en el sur (Tabla nº 1).

Tabla nº 1: Listado de las fincas evaluadas durante el ensayo y resumen de las características de cada una.

Finca	Municipio	Superficie	Sistema de cultivo	Tipo de riego	Tratamientos químicos
Los Lomos	Los Realejos	1,46 ha	Aire libre	Goteo	No
La Marina	Los Silos	4,93 ha	Aire libre	Goteo	No
Las Olas	Guía de Isora	2,59 ha	Aire libre	Aspersión	Si
Las Rosas	Arona	0,49 ha	Invernadero malla	Aspersión	Si

Las trampas utilizadas en las fincas colaboradoras fueron las de tipo Cosmotrak® (Calliope). En las dos fincas del norte (Los Lomos y La Marina) se emplearon feromonas presentadas en sobres Cosmolure®, mientras que en las dos del sur (Las Olas y Las Rosas) se utilizaron difusores Cosmotrack®.

Se registraron las coordenadas de las trampas colocadas en campo, empleando un GPS de precisión, obteniendo datos de altura sobre el nivel del mar en metros (msnm) y coordenadas UTM. Con las coordenadas X e Y (UTM) y los valores de capturas de picudos en trampas (medias mensuales), se hizo la representación gráfica con el programa informático ArcMap en una serie de mapas de la evolución de la plaga a lo largo del

ensayo por cada fincas. Para cada finca se realizó una representación gráfica con el **ArcGIS 9**, en las que aparecen series de mapas de capturas de picudo por trampa en el tiempo, que permite observar la evolución de la plaga dentro de cada finca durante ensayo.

Por último, se llevó a cabo una valoración de la calidad de las piñas cortadas en el periodo de mayor concentración de corte de cada finca. Se pesaba la piña con una pesa de precisión y se midió la longitud y grosor (calibre) de los dedos centrados de la segunda mano superior y la segunda mano inferior, utilizando para ello una cinta métrica y un calibrador de precisión respectivamente. Se realizó la valoración de calidad de la fruta recogida, de al menos un 5% de la producción de las fincas ensayadas.

La elección de las piñas de plátano a valorar en cada parcela se hizo al azar, siempre procurando no seleccionar las plantas situadas en los bordes y repartirlas lo más uniformemente posible en cada parcela. Se tomó como cantidad mínima en el muestreo, el 5% del total de plantas por parcela en cada una de las fincas.

Con las plantas marcadas y numeradas en campo con cinta y rotulador, se procedía a la determinación del coeficiente de infestación periférico según Vilardebo. Para ello, se realizaron cortes verticales con un machete alrededor de la parte del rizoma de la planta sobresaliente del terreno. El tiempo transcurrido entre el corte de la fruta y la lectura del coeficiente de infestación periférico nunca fue superior a un mes.

RESULTADOS

En la finca Los Lomos (Los Realejos) seguido por la finca Las Rosas (Arona), se dieron los valores más altos de capturas. En la finca La Marina (Los Silos) la cantidad estuvo algo por debajo, mientras que en la finca Las Olas (Guía de Isora) se tuvieron unas capturas medias bastante menores que en el resto (Gráfico nº 1).

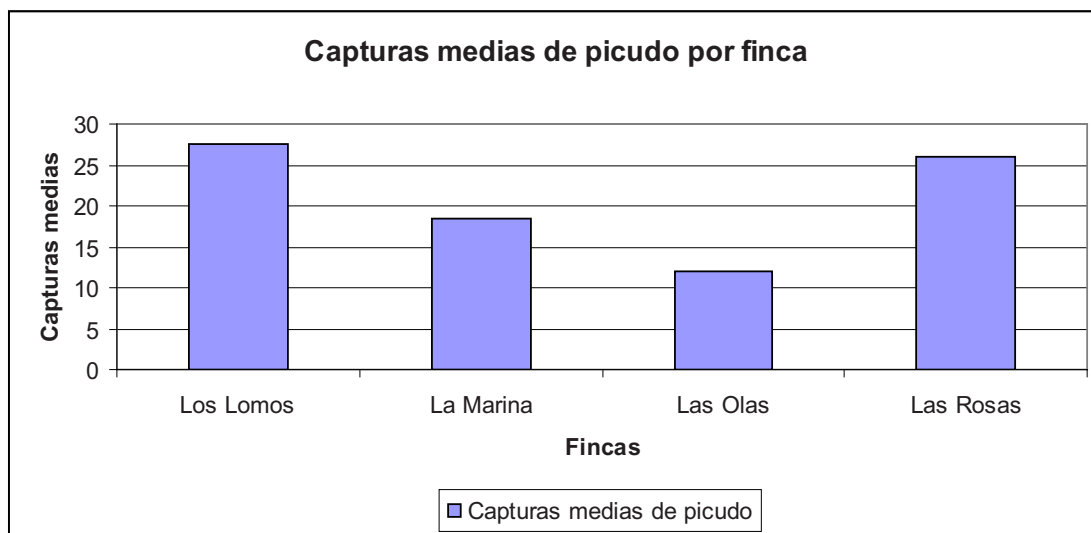


Gráfico nº 1: Capturas medias totales por finca durante el ensayo.

En términos generales, con este ensayo, se apreció que las capturas de picudo aumentaban en los meses de otoño-invierno y disminuían en los meses de primavera-verano. Lo que muestra la relación existente entre la plaga y las condiciones climatológicas de esta región subtropical. Hecho que fue comprobado, independientemente de los niveles de población que presentaba cada una de las fincas (Gráfico nº 2, 3, 4 y 5).

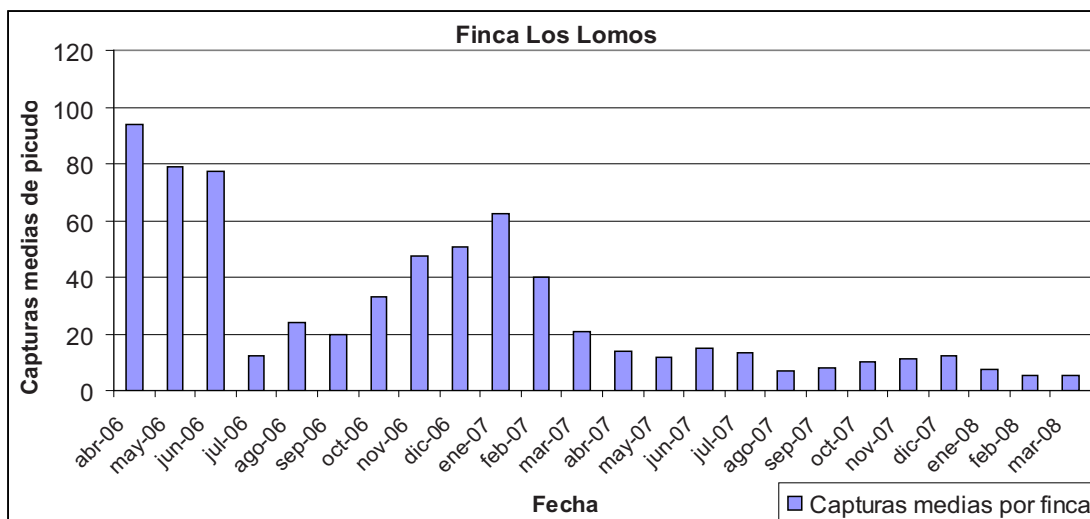


Gráfico nº 2: Capturas medias de picudo en la finca Los Lomos durante los meses de ensayo.

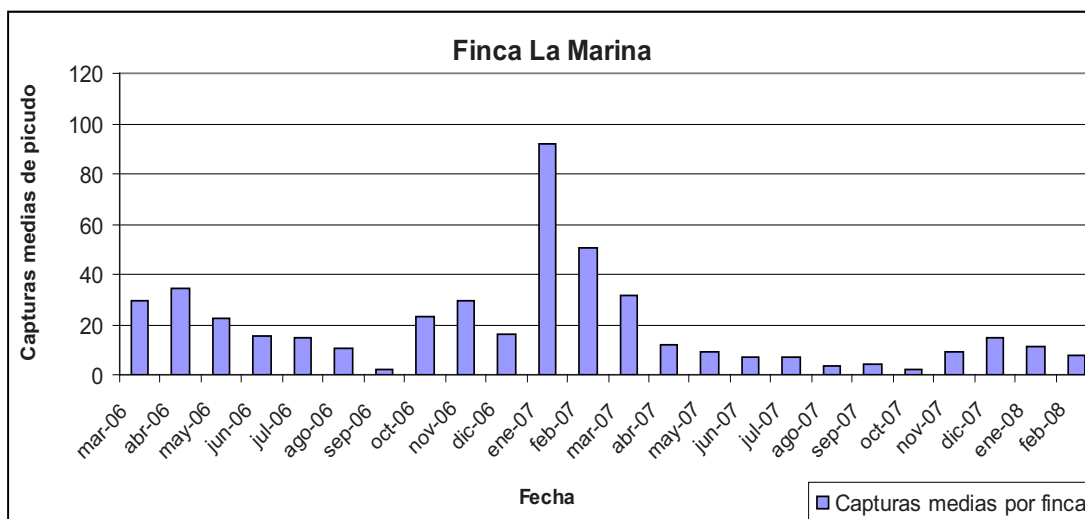


Gráfico nº 3: Capturas medias de picudo en la finca La Marina durante los meses de ensayo.

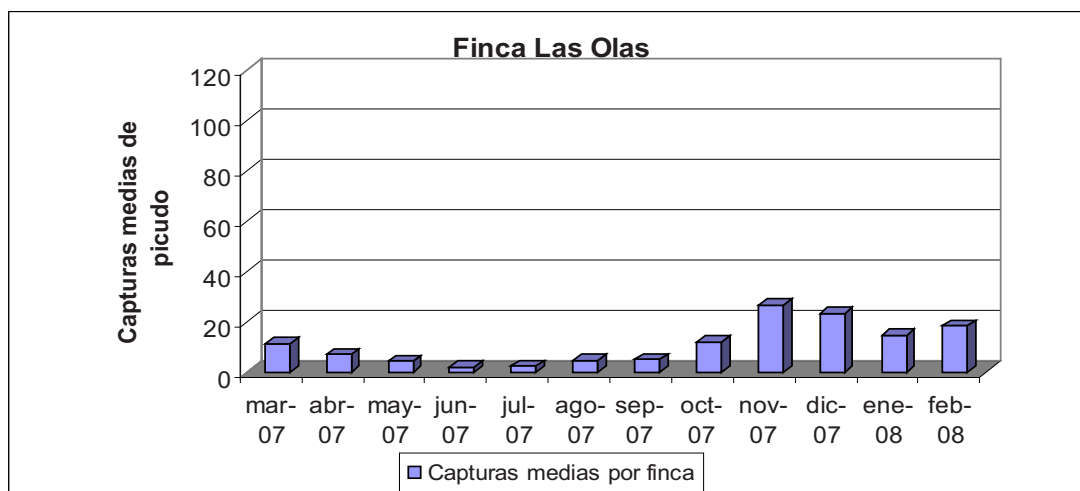


Gráfico nº 4: Capturas medias de picudo en la finca Las Olas durante los meses de ensayo.

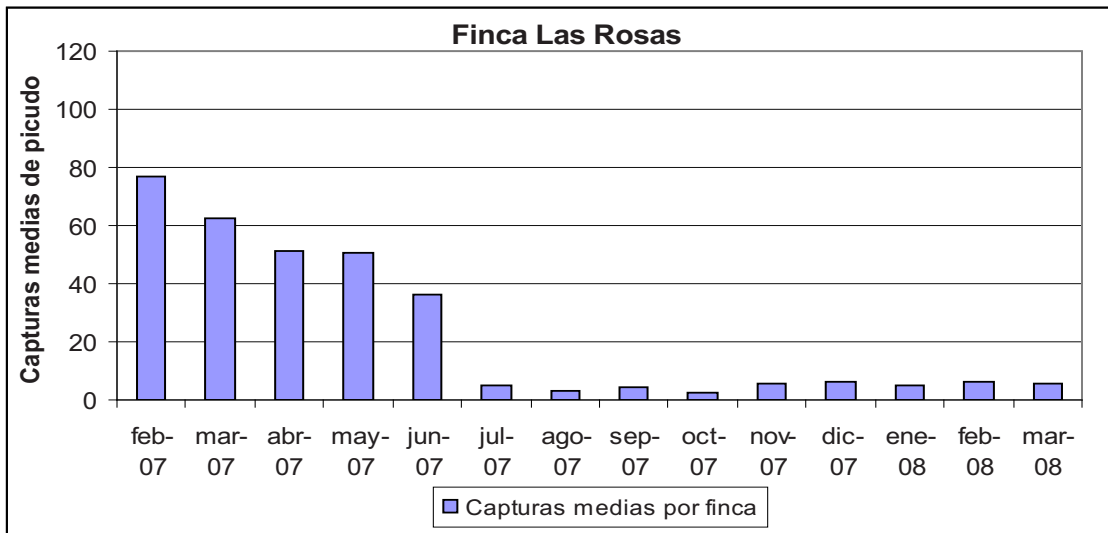
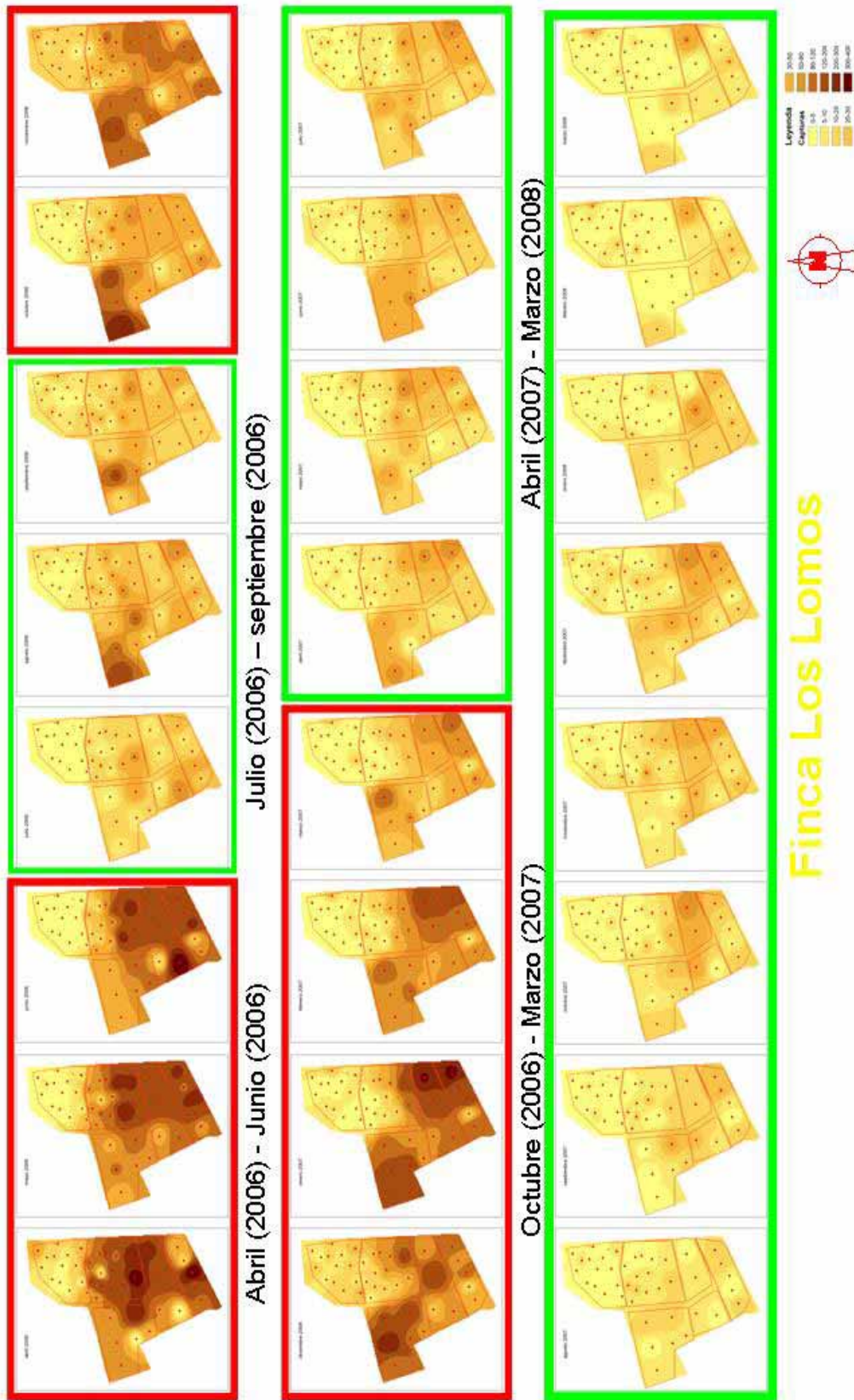


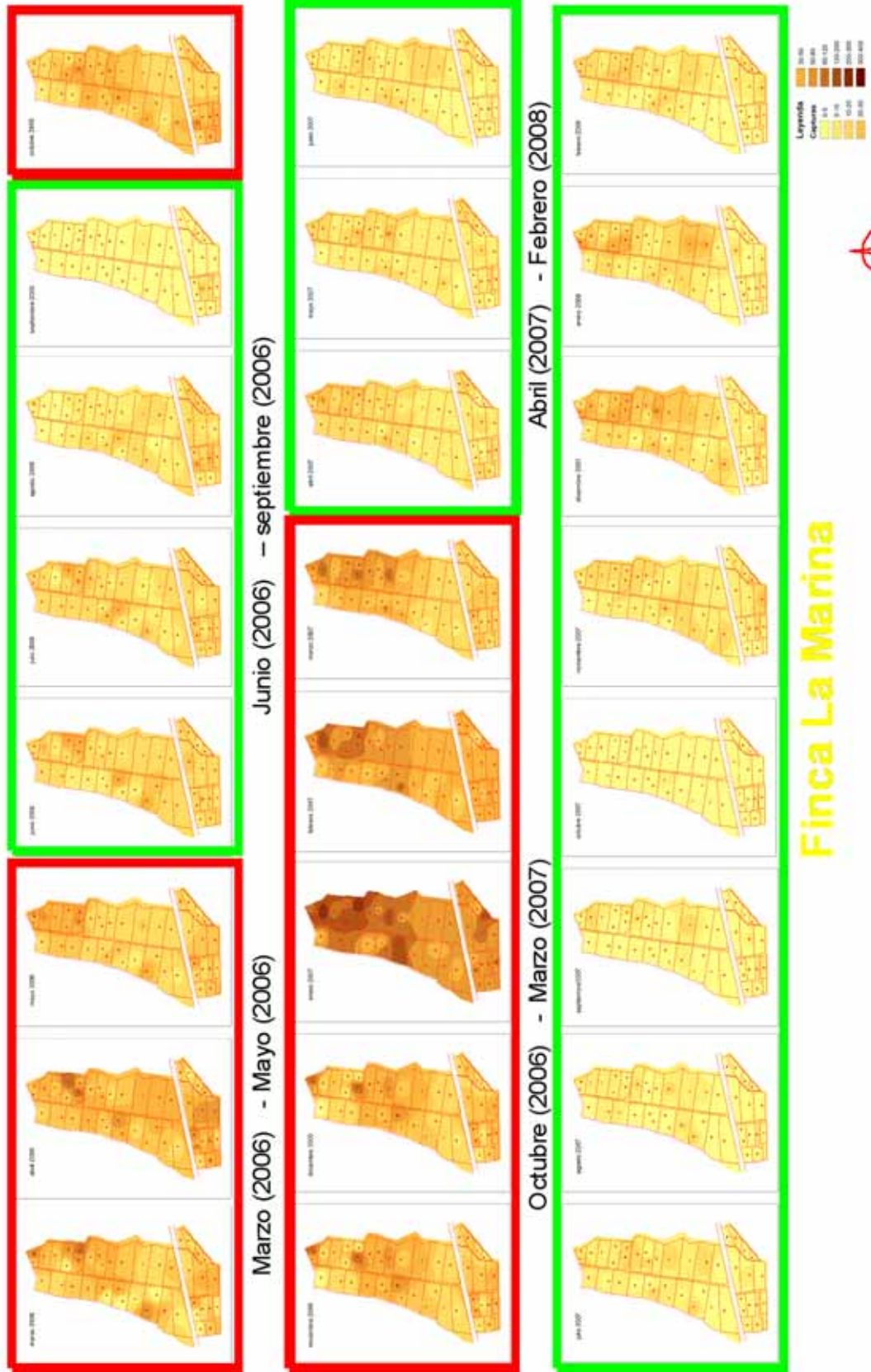
Gráfico nº 5: Capturas medias de picudo en la finca Las Rosas durante los meses de ensayo.

En las figuras 1, 2, 3, y 4 se puede observar la representación cartográfica de la evolución de la población de picudo en cada una de las fincas estudiadas.

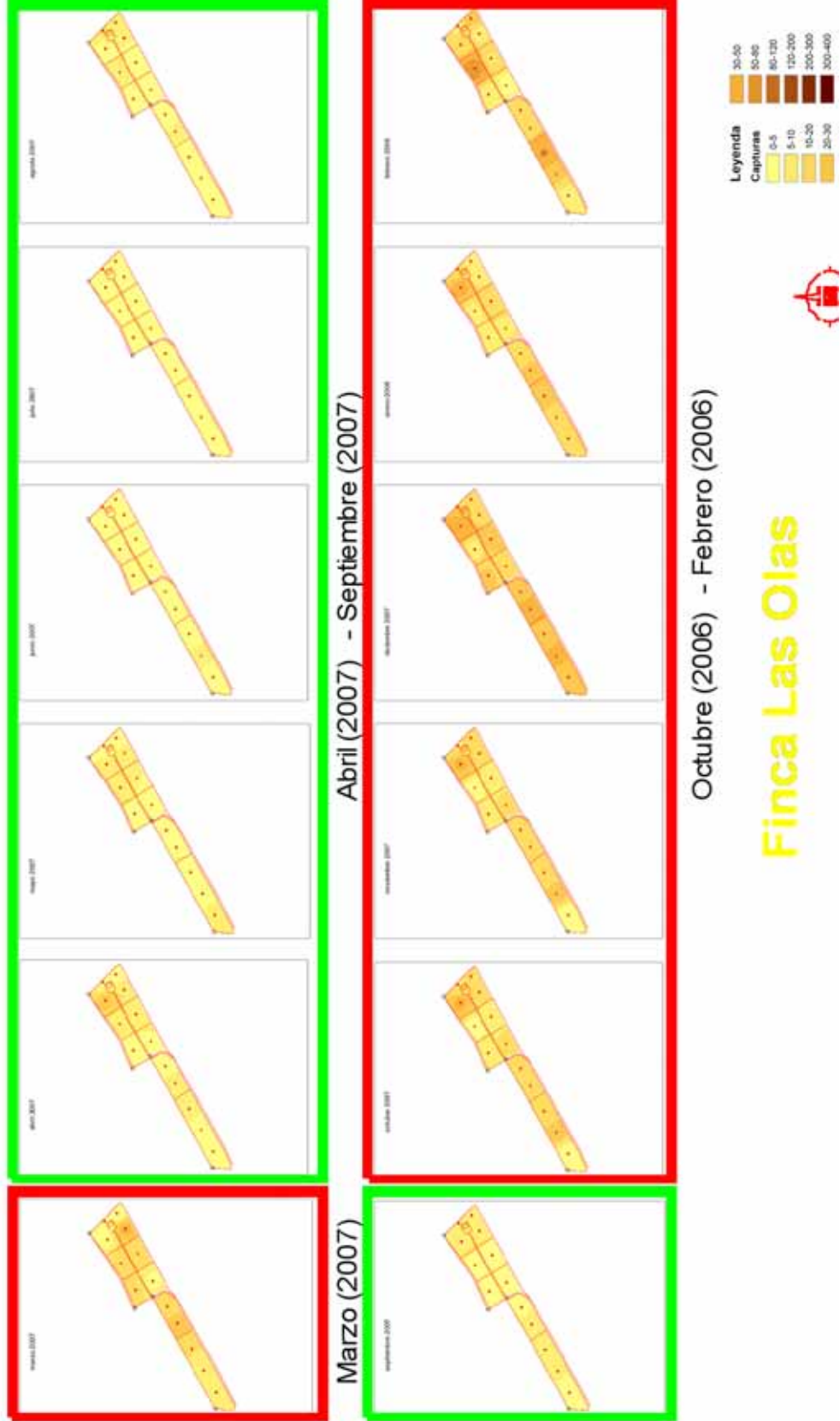
Representación gráfica



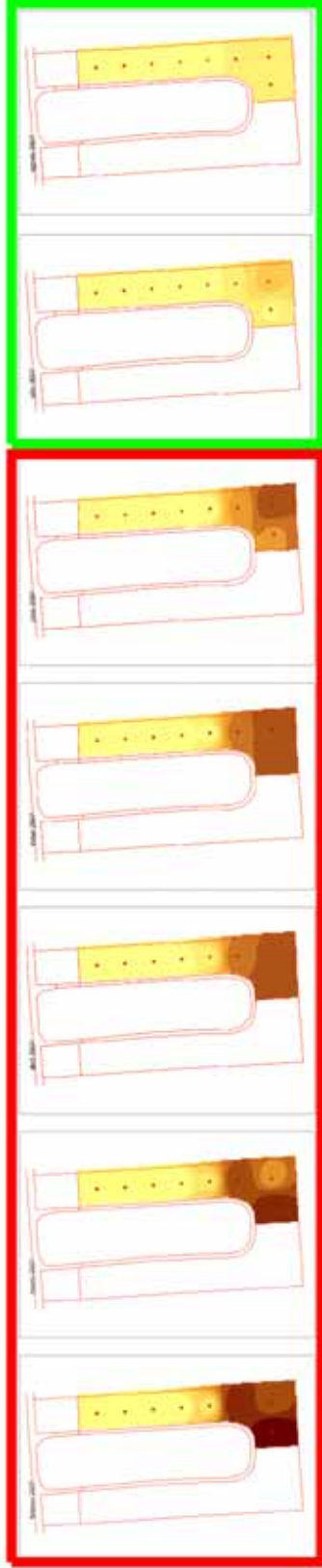
Representación gráfica



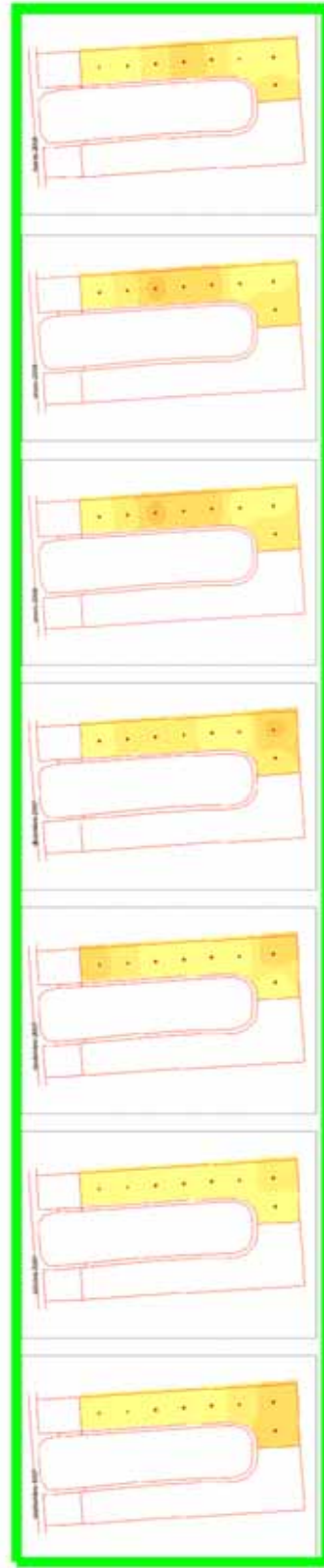
Representación gráfica



Representación gráfica

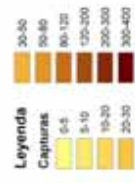


Febrero (2007) – Junio (2007)



Julio (2007) - Marzo (2008)

Finca Las Rosas



Respecto a la valoración de los daños medios producidos en el rizoma, se obtuvo que cuando eran ligeramente inferiores al 5%, como ocurrió en las fincas La Marina y Las Rosas, los pesos de las piñas fueron mayores a 43 kg. Sin embargo, en las fincas Los Lomos y Las Olas, los daños medios registrados estaban en torno al 9%, y se dieron producciones menores, sobretodo en Los Lomos, donde se obtuvo una media de 38,83 kg por piña (Gráfico nº 6).

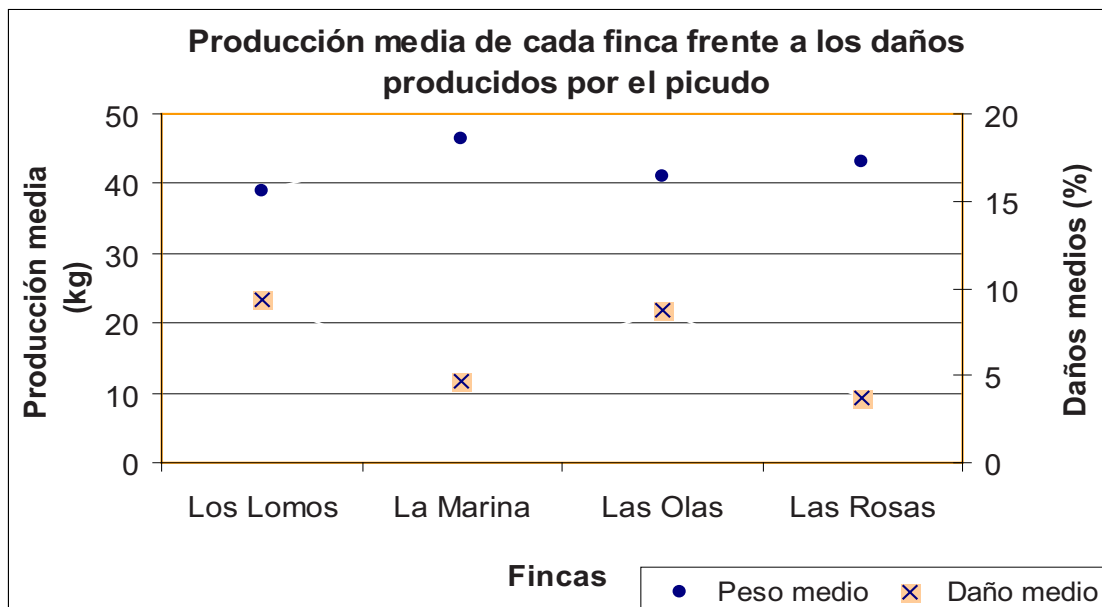


Gráfico nº 6: Producción media de cada finca frente a los daños medios producidos por el picudo en el rizoma de la planta.

Se puede apreciar en la tabla nº 2, donde se agrupan en porcentajes según las categorías de la fruta recogida en cada una de las fincas, que aquellas menos afectadas presentan el 86% de su producción en las categorías Exta G y Extra (Las Olas y La Marina), mientras que las fincas con mayores daños, como son Las Rosas y Los Lomos, solo presentan el 63% y el 76% respectivamente, en dichas categorías (Gráfico nº 7).

Tabla nº 2: Porcentaje de piñas valoradas dentro de cada categoría en cada una de las fincas donde se realizó el estudio.

Fincas	Porcentaje de piñas en cada categoría (%)			
	Extra "G"	Extra	Primera	Sin Categoría
Los Lomos	34,29	42,86	21,43	1,42
La Marina	46,87	40,87	11,17	1,09
Las Olas	53,03	34,18	12,06	0,73
Las Rosas	22,92	41,67	29,17	6,24

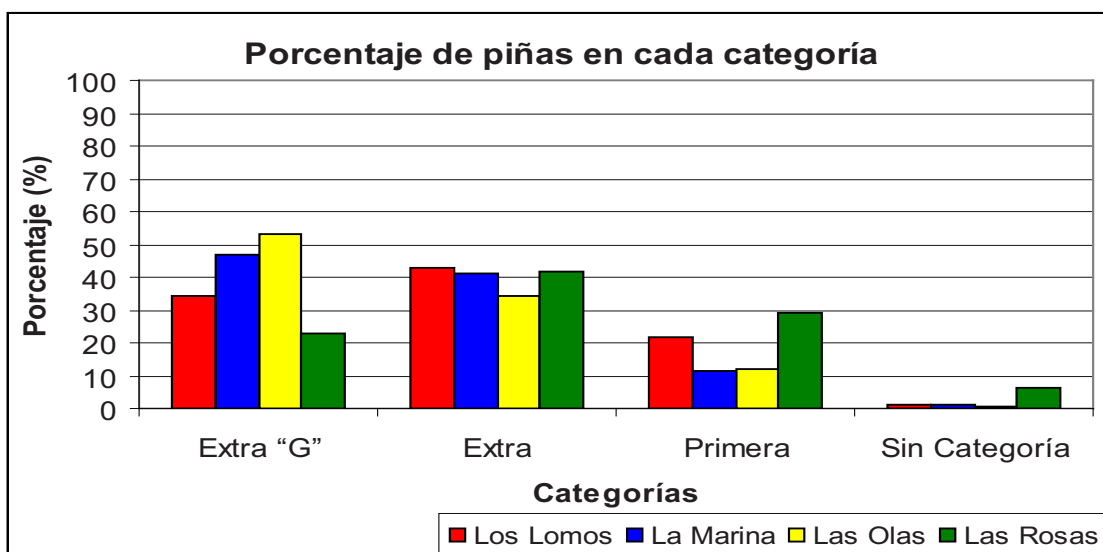


Gráfico nº 7: Porcentaje de piñas valoradas, según las categorías establecidas, en cada una de las fincas.

La categoría donde aparecerían el mayor porcentaje de piñas valoradas en cada finca es la "Extra", siendo en casi todas las fincas en torno al 40%. La finca Las Olas sería la que mayor porcentaje de piñas obtendría con categoría Extra "G" con un 53,03%. La finca La Marina también obtendría un porcentaje muy próximo, 46,87% de las piñas valoradas. En el caso de la finca Los Lomos y sobre todo Las Rosas, el porcentaje de piñas en esta categoría sería bastante menor, llegando hasta un 22,93% de piñas en la finca Las Rosas. También destacan los altos porcentajes de piñas que se obtendrían en categoría de "Primera" en estas dos fincas (21,43% en Los Lomos y 29,17% en Las Rosas). También es de destacar el 6,24% de piñas valoradas en la finca Las Rosas que no entrarían dentro de ninguna categoría, por ser el calibre (grosor) menor a los 29 mm mínimos establecidos.

Los resultados indican que en la finca Los Lomos se obtuvieron valores de pesada más uniformemente distribuidos en todas las categorías, de forma que en todos los rangos los porcentajes fueron similares, solo en los rangos superiores a 55 kg se consiguieron menor número piñas, pero al mismo tiempo sorprendiendo que el 25% de su producción esté en categorías inferiores a 35 Kg. Sin embargo, en el resto de fincas se aprecian porcentajes mayores de piñas en torno a 35-50 kg y tanto por encima como por debajo de estos pesos el número de piñas fue mucho más bajo. En el caso de la finca La Marina los resultados se asimilan algo más a la de Los Lomos, ya que los porcentajes de piñas entre 35 y 55 kg fueron parecidos, aunque con unos máximos entre 40 y 50 kg. En la finca Las Olas se observa claramente que el número de piñas obtenidas en el rango entre 40-45 kg fue muy superior al resto. También se aprecia que apenas hubo piñas por debajo de 30 kg y por encima de 55 kg, y no hubo ninguna de más de 60 kg. En la finca Las Rosas ocurrió algo similar a Las Olas, salvo que en este caso, el 41,67% de la producción se produjo en el rango entre 45-50 kg. En este caso, no aparecieron piñas por debajo de 30 kg ni por encima de 60 kg. Comparando la cosecha de las dos fincas Las Rosas vio incrementada la calidad de su producción, observándose que el 56,15% de ésta fue superior a 45 kg, mientras que en la finca Las Olas solo el 34,53% estuvo por encima de dicho valor (Tabla nº 3; Gráfico nº 8).

Tabla nº 3: Porcentaje de piñas valoradas, en cada uno de los rangos de pesos, en cada una de las fincas analizadas.

Rangos (kg)	Porcentaje de piñas (%)			
	Los Lomos	La Marina	Las Olas	Las Rosas
<30	12,86	1,36	2,69	0
[30,01-35]	12,86	7,07	9,87	6,25
[35,01-40]	17,14	16,3	16,59	20,83
[40,01-45]	15,71	22,28	36,32	16,67
[45,01-50]	14,29	22,28	20,63	41,67
[50,01-55]	17,14	17,12	10,76	8,33
[55,01-60]	1,43	7,88	3,14	6,25
>60	8,57	5,71	0	0

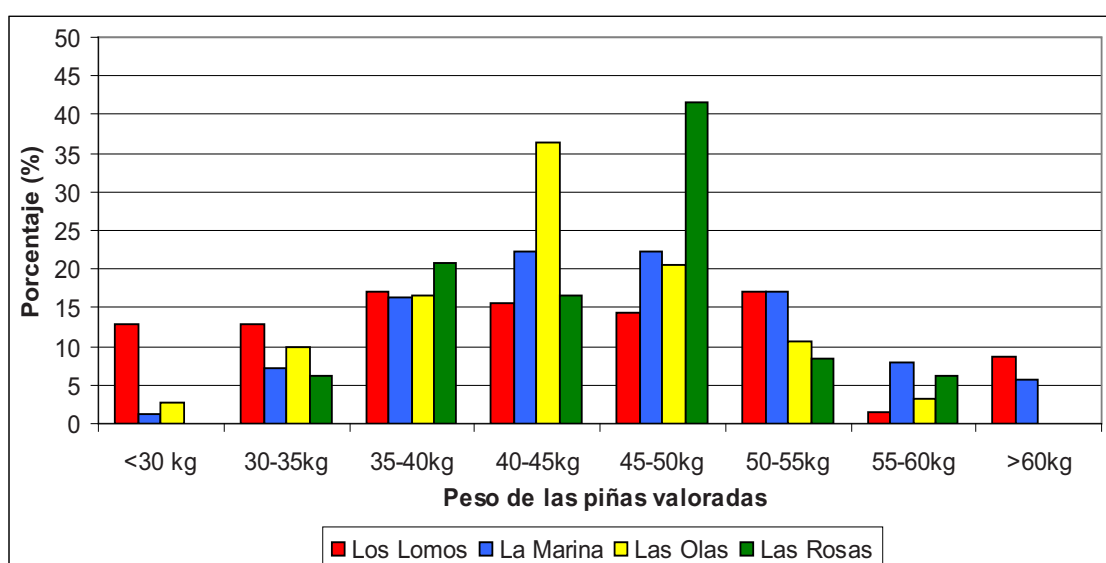


Gráfico nº 8: Porcentaje de piñas valoradas en cada uno de los rangos de pesos prefijados en el trabajo en cada una de las fincas evaluadas.

Si se comparan las fincas en cuanto a porcentaje de piñas con pesos superiores a 45 kg, se observa que en la finca de Las Rosas se llegó a obtener el 56,15% de las piñas en este rango, y en La Marina el 52,94%. Sin embargo en la finca Los Lomos este porcentaje se redujo a un 41,43%, y en Las Olas incluso a un porcentaje menor (34,53%) (Tabla nº 3; Gráfico nº 8).

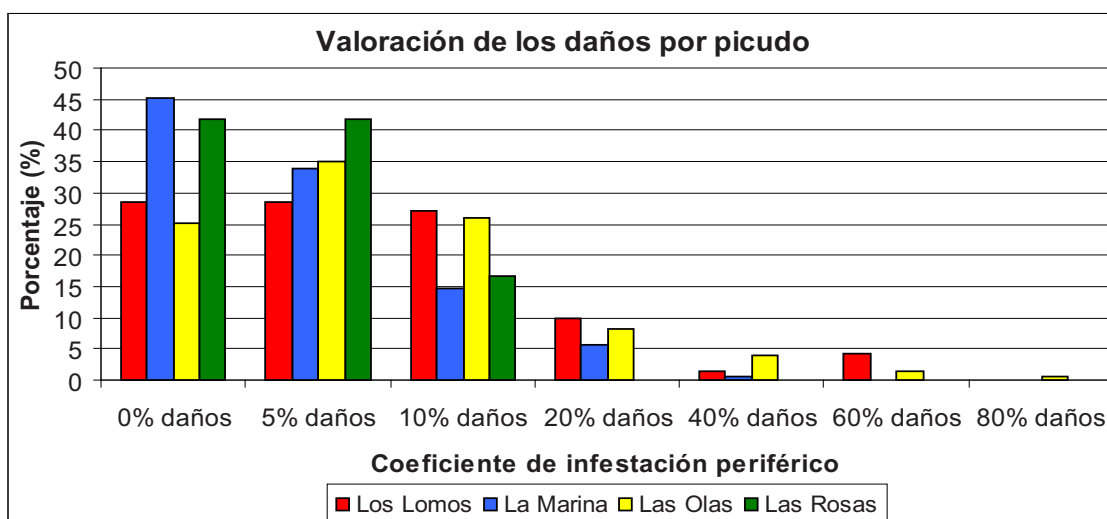
De forma general se aprecia que los daños del 0% y 5% fueron los más comunes en las plantas valoradas en las cuatro fincas. Los daños del 10% y 20% también aparecen con asiduidad, pero en menor proporción que los anteriores. Y los daños del 40% o superiores solo se produjeron en casos puntuales (Tabla nº 4; Gráfico nº 9).

El caso de las fincas de Los Lomos y Las Olas en cuanto a daños ocasionados por el picudo fue muy similar, y sin embargo la primera se localiza en el norte de la isla y su sistema de riego es por goteo mientras que la segunda está en el suroeste y el sistema de riego es por aspersión. En ellas se observa que los daños del 0%, 5% y 10% se produjeron casi en los mismos porcentajes, y además fueron las dos fincas donde más casos se dieron con severos daños (superiores al 40%). En la finca La Marina se obtuvieron muchas plantas con 0%

de daños y en menor proporción los de 5%, 10% y 20%, descendiendo escalonadamente. La finca Las Rosas presentó únicamente daños del 0%, 5% y 10%, siendo en casi todas las plantas valoradas del 0% y 5%. En la finca Los Lomos y Las olas se dieron daños superiores al 5% en casi el 40% del total de plantas; en Los Lomos el 42,86% y en Las Olas el 39,91%. Por lo que pueden explicar el bajo porcentaje de piñas con pesos superiores a 45 kg. Sin embargo en la finca La Marina solo se dio el 20,92% de plantas dañadas por encima del 5%, mientras que en Las Rosas, este porcentaje también fue muy bajo (16,67%) (Tabla nº 4; Gráfico nº 9).

Tabla nº 4: Porcentaje de plantas en cada rango de daños según el coeficiente de Vilardebo, valorado en cada una de las fincas evaluadas.

	Fincas	Porcentaje de daños (%)						
		0%	5%	10%	20%	40%	60%	80%
Porcentaje de plantas valoradas (%)	Los Lomos	28,57	28,57	27,14	10	1,43	4,29	0
	La Marina	45,11	33,97	14,67	5,71	0,54	0	0
	Las Olas	25,11	34,98	26	8,07	4,04	1,35	0,45
	Las Rosas	41,67	41,67	16,67	0	0	0	0



Gráfica nº 9: Porcentaje de plantas en cada rango de porcentajes de daños, ocasionados por picudo, según el Coeficiente de Vilardebo, en cada una de las fincas evaluadas.

CONCLUSIONES

- Las trampas tipo Cosmotrack con feromonas de agregación para la captura de *C. sordidus*, pueden reducir el número de insectos adultos a los niveles inferiores del Reglamento de Producción Integrada establecidos por la C.A.G.P.A. En aquellas fincas donde las capturas de adultos se reducen a estos niveles, el continuar con el trapeo puede servir como indicador de la evolución de la plaga.
- Las fincas recién trapeadas muestran las mayores capturas durante los primeros meses de seguimiento, mientras que con el transcurso del tiempo se pueden presentar valores irregulares de las mismas, debido a diferentes factores: climatológicos, agronómicos, tipo de riego, etc.
- La plaga del picudo se distribuye dentro de las fincas y en las parcelas de la misma (según tamaño y grado de infestación) de forma focal. En ocasiones pueden existir varios focos en una misma finca. Estos se mantienen en la misma zona o sus alrededores mientras no tengan las condiciones adecuadas para su dispersión, ni alcance el grado de infestación suficiente.
- Las mayores capturas de adultos de *C. sordidus* se producen durante los meses otoñales e invernales, tanto en el Norte como en el Sur de la isla; fundamentalmente entre los meses de noviembre y febrero, coincidiendo con los periodos de mayores precipitaciones y menores temperaturas. Aún así, el ciclo de vida del insecto, se hace más corto en las zonas con mayor temperatura media anual, como ocurre en el Sur de la isla.
- El sistema de riego por goteo provoca puntos de humedad localizados, por lo que no contribuye a la dispersión de los adultos en campo. Sin embargo, el sistema de riego por aspersión dificulta el control del picudo, dado que mantiene una mayor humedad en toda la superficie de la parcela, contribuyendo a la dispersión de la plaga, sobretodo en aquellas fincas que además tienen una capa de materia orgánica importante, generada por los residuos del propio cultivo.
- En principio, ninguno de los cultivares de platanera (Pequeña enana, Gruesa palmera o Brier), empleados en las fincas del ensayo, tuvieron influencia sobre el grado de infestación de la plaga.
- A raíz de las observaciones sobre la dinámica de la población del insecto en campo, se podría decir que el momento más adecuado para la aplicación de los tratamientos químicos puede ser a finales de primavera-principios de verano cuando se utilicen productos de acción sistémica, orientados hacia el control de los estadios larvarios y a finales de verano-principios otoño cuando sean de acción por contacto, dirigidos hacia el estadio adulto.
- Para conseguir una buena producción del cultivo en una finca resulta muy importante disminuir al máximo posible los daños provocados por la plaga de picudo. En este sentido, daños entre el diez por ciento o más suelen provocar pérdidas en el rendimiento de cierta importancia económica, daños entre el cinco y diez por ciento producen pérdidas moderadas y con daños entre cero y cinco por ciento apenas se perciben pérdidas en la producción. Como ejemplo tenemos que:
 - En las fincas donde se produjeron daños medios cercanos al 10% se obtuvieron producciones en torno a 40 kg, mientras que en las fincas con daños entre el 4 y 5% llegaron a producir pesos medios entre 43 y 47 kg.
 - En la finca La Marina y Las Rosas se obtuvieron los porcentajes más bajos de daños sobre las plantas, consiguiendo un alto porcentaje de piñas con buena calidad. Sin embargo La finca Los Lomos y Las Olas presentaron un gran porcentaje de daños sobre las plantas, obteniendo en la primera finca bastantes piñas por debajo de 35 kg y en la segunda una producción relativamente baja (41 kg).

Control biológico de la Lagarta de la Platanera, *Chrysodeixis Chalcites* (ESPER, 1789), en Canarias

Modesto del Pino, Aurelio Carnero, Estrella Hernández
Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Apartado nº 60
La Laguna (Tenerife)
e-mail: mdelpino@icia.es

INTRODUCCIÓN

Las orugas de varias especies de lepidópteros pertenecientes a la familia Noctuidae pueden causar importantes daños en los cultivos de platanera de Canarias, tanto al aire libre como en invernadero. Entre ellas, destaca por su gran incidencia económica la "lagarta, bicho camello o medidor" *Chrysodeixis chalcites* (Esper, 1789), y en menor medida la "rosquilla negra" *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833); *Autographa gamma* (Linnaeus, 1758) y *Cornutiplusia circumflexa* (Linnaeus, 1767), aunque la presencia de estas últimas es puntual (CAMACHO, 2006).

Chrysodeixis chalcites es un noctuido de la subfamilia Plusiinae, ampliamente distribuido por el suroeste de Europa, África, Oceanía, Asia Menor y las islas atlánticas (Azores, Madeira, Canarias) (CIE, 1977). En Canarias está presente en todas las islas y, sus adultos vuelan durante todo el año (BACALLADO, 1972). Es una especie polífaga que se alimenta de hojas y frutos de un gran número de cultivos hortícolas, frutales y ornamentales de distintas familias botánicas (CAYROL, 1972). En España, es conocida por su incidencia económica en el Valle del Guadalquivir (CABELLO, 1986), la Vega de Granada (CABELLO, 1988), cultivos en invernadero de la provincia de Almería (CABELLO y col. 1996) y cultivos de tomate al aire libre del Maresme y del Delta del Llobregat (ALBAJÉS y col. 1985; IZQUIERDO y col. 1996).

C. chalcites se ha convertido desde el año 2000 en una de las plagas más importantes de los cultivos de platanera en invernadero de las islas de El Hierro, La Palma y Tenerife (GARCÍA, 2003), presentando dificultades para su control. Esto se debe al bajo número de productos fitosanitarios autorizados para este cultivo, a la dificultad en la aplicación correcta de los mismos y a la ausencia de agentes de control biológico comerciales; factores que limitan el desarrollo y aplicación de programas de Lucha Integrada para esta plaga en este cultivo (MARTÍN, 2007).

BIOLOGÍA Y CICLO DE VIDA

C. chalcites presenta cuatro estados: huevo, larva, pupa y adulto (CAYROL, 1972). Los **adultos** son de color marrón caoba más o menos intenso con manchas púrpuras y con una envergadura alar de 40 a 45 mm. Su cabeza es ocre, con antenas filiformes y marrones. El tórax está dorsalmente cubierto de escamas de color ocre-castaño. Las alas anteriores son de color marrón terroso con dos manchas oblicuas características de color plata. La longevidad media de los adultos en platanera es de 15-18 días a 25° C (VILARDEBO y GUÉROUT, 1964) y tienen hábitos crepusculares o nocturnos. Las hembras depositan los huevos en el envés de las hojas jóvenes, de forma aislada o en pequeños grupos.

El **huevo** es blanquecino-verdoso, con forma de cúpula, estrías radiales y nerviaciones desde el micropilo hasta la base, siendo su tamaño de 0,6 mm. La duración media del desarrollo embrionario es de 3-4 días (AMATE y col. 1998). Según VILARDEBO y GUÉROUT (1964) las hembras ponen de 340 a 769 huevos en platanera a lo largo de su vida, pudiendo llegar a 1.060,64 huevos/hembra en condiciones de laboratorio (AMATE y col 1998).

La **larva** es de color verde, con 6 líneas blancas laterales. La cápsula cefálica es pequeña y verde, con un trazo negro. Presenta 3 pares de falsas patas, de ahí su característica forma de desplazarse. El estado de larva comprende 6 estadios bien definidos y diferentes en tamaño, aunque pueden ser 5 o 7 en condiciones especiales, siendo la duración del desarrollo larvario en platanera de 18-19 días a 25° C (VILARDEBO y GUÉROUT, 1964). Tras la eclosión, las larvas se sitúan en el envés de las hojas y se alimentan del parénquima. En los siguientes estadios se vuelven más voraces, mordiendo y agujereando las hojas y se desplazan al cigarro, donde completan su desarrollo, al ser la parte más tierna de la planta. En caso de que exista inflorescencia, las orugas pueden alimentarse de los tejidos turgentes del interior de las brácteas y de frutos en formación, provocando heridas de cierta profundidad en la piel, pero que rara vez llegan a la pulpa, y que oscurecen rápidamente. Cuando alcanzan su máximo desarrollo, las larvas dejan de alimentarse y tejen un capullo sedoso blanco, en el envés o en las axilas de las hojas, a lo largo del nervio central, donde tiene lugar la metamorfosis, en estado de pupa o crisálida. La **pupa**, con un tamaño de 20 a 25 mm, es inicialmente de color verde claro y posteriormente vira a pardo con las áreas intersegmentarias abdominales verdosas.

DAÑOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA

Tradicionalmente, *C. chalcites* ha sido considerada como una plaga puntual o secundaria en platanera, ya que sus daños estaban limitados a las hojas más tiernas de los plantones jóvenes (PERERA Y MOLINA, 2002). A medida que la planta se desarrollaba, estos daños disminuían y su control se realizaba sin mayor problema. Además, los daños que ocasionan son poco importantes y esporádicos en plantaciones tradicionales al aire libre, pudiendo ser de mayor importancia bajo invernadero de plástico o malla, especialmente en plantas jóvenes procedentes de cultivo in vitro, retrasando su desarrollo y su producción, al afectar a las hojas más jóvenes de la planta (PERERA y MOLINA, 2007; CABELLO, 2009).

Para un cultivo totalmente desarrollado, la presencia de larvas pequeñas no supone daños apreciables. Sin embargo, en un cultivo recién trasplantado, pueden llegar a “cegar” la planta afectando a la yema apical. A pesar de ello, el área foliar destruida por *C. chalcites* durante un ataque es relativamente pequeña en proporción a la superficie total del follaje de la planta, superándose rara vez el umbral crítico del 10 % (VILARDEBO y GUÉROUT, 1964).

Sin embargo, *C. chalcites* ha pasado a producir daños en la epidermis del fruto, afectando a las manos del racimo de mayor calidad y reduciendo su valor comercial (PERERA y MOLINA, 2007). Este cambio en su comportamiento ha hecho que algunos autores consideren actualmente a este insecto como una plaga emergente que provoca graves daños en cultivos protegidos de platanera de El Hierro, Tenerife, La Palma y Gran Canaria (del PINO y col. 2009). La evaluación de estos daños en campo es difícil debido al comportamiento de la plaga y al manejo del cultivo, pero LORENZO (2005) ha estimado que las pérdidas medias de producción pueden suponer un 9,40% del total por racimo, llegándose en ocasiones al 30%. Estos daños suelen localizarse en la última mano del racimo, la situada más cerca de sus propias hojas, por tanto la más protegida, y de difícil acceso para la realización de tratamientos fitosanitarios localizados.

CONTROL BIOLÓGICO DE LA PLAGA

El conjunto de enemigos naturales de *C. chalcites* en cultivos de platanera de Canarias, es muy importante, ya que ejercen un considerable control natural de sus poblaciones. Dentro de los depredadores destacan especies de Neurópteros (*Chrysopa* y *Chrysoperla*). Respecto a los parasitoides, se han citado varias especies de parasitoides de larvas de las familias Braconidae, Ichneumonidae y Tachinidae; siendo las más frecuentes especies solitarias y gregarias del género *Cotesia*, *Hyposoter didymator* (Thunberg) y

Exorista sorbillans (Wiedemann) respectivamente; sin embargo sus porcentajes de parasitismo son bajos. Entre los parasitoides oófagos destacan varias especies del género *Trichogramma*, con porcentajes de parasitismo de hasta el 85 %, siendo *T. achaeae* (Nagaraja & Nagarkatti, 1970) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) la especie más frecuente (del PINO y col. 2009).

T. achaeae es una especie originaria de Bangalore, en el sur de India (NAGARAJA & NAGARKATTI, 1970), pero desde entonces se ha descrito en otras localidades de todo el mundo, incluyendo Hawái (POLASZEK *et al.*, 2010). La frecuencia con la que *T. achaeae* ataca los huevos de *C. chalcites* en campo sugiere que esta especie puede tener un buen potencial como un agente de control en los cultivos de platanera, sin embargo es necesaria la realización de ensayos en campo adicionales que permitan verificar esta hipótesis.

T. achaeae ha sido empleada con éxito para el control biológico clásico de *Earias sp.* y de *Helicoverpa sp.* en cultivos de algodón (BRAR *et al.*, 1991) y ha sido introducida en Trinidad para el control de *Heliothis spp.* en maíz (YASEEN & KLAS, 1979). Ensayos de laboratorio y de campo han demostrado que *T. achaeae* es un agente de control biológico altamente eficaz para el control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (CABELLO *et al.*, 2009; DESNEUX *et al.*, 2010). Actualmente, se han iniciado los primeros ensayos para la evaluación de la eficacia de este parasitoide en el control biológico de *C. chalcites* en cultivos de platanera de Canarias. *T. achaeae* se encuentra disponible comercialmente con dosis recomendadas de 50-75 adultos/m², según el nivel de infestación de la plaga.

Entre los entomopatógenos, se ha identificado un genotipo local de la especie de baculovirus específica del género Nucleopolyhedrovirus, denominada *ChchNPV-SP2*, y que provoca una importante mortalidad en larvas pequeñas y medianas, por lo que ha adquirido especial interés debido a su gran potencial como bioinsecticida de dicha especie plaga (HERNÁNDEZ, 2007; BERNAL y col. 2009).

BIBLIOGRAFÍA

- ALBAJÉS, R.; GABARRA, R.; CASTAÑE, C; BORDAS, E.; ALOMAR, O.; CARNEO, A. (1988). *Pest problems in field tomato crops in Spain*. En: CAVALLORO, R. y PELERENTS, C. **Progress on pest management in field vegetables**. Balkema, Rotterdam: 197-207
- AMATE, J., BARRANCO, P. y CABELLO, T., 1998a. Ciclo vital de *Chrysodeixis chalcites* (E.) (Lepidoptera: Noctuidae) en condiciones controladas. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, 24: 425-428
- BACALLADO, J.J., 1972. **Contribución al conocimiento de la fauna lepidopterológica de la Isla del Hierro (Lep. Heterocera)**. Vieraea. Volumen 2, p: 136-146.
- BERNAL, A.; SIMÓN, O.; MUÑOZ, D.; WILLIAMS, T.; CABALLERO, P. 2009. Selección de un nucleopoliedrovirus para el control de *Chrysodeixis chalcites* (Esper) (Lepidoptera: Noctuidae): comparación genética y biológica de aislados geográficos. **VI Congreso Nacional de Entomología Aplicada. Palma de Mallorca**: 74
- CABELLO, T., 1986: Plagas de Lepidópteros en cultivos del Valle del Guadalquivir. *Actas de las VIII Jornadas de la Asociación Española de Entomología*: 869-848.
- CABELLO, T., 1988: Especies de noctuidos (Lep.: Noctuidae) de interés agrícola en la Vega de Granada y su fenología. **Actas del III Congreso Ibérico de Entomología**. Univ. Granada: 925-936.
- CABELLO, T. 2009. Control biológico de noctuidos y otros lepidópteros, pp 279-306. En: Jacas, J. A. & Urbaneja, A. (Eds.) **Control biológico de plagas agrícolas**. Phytoma España

- CABELLO, T.; GONZÁLEZ, M. P.; JUSTICIA, L. y BELDA, J. E., 1996: **Plagas de noctuidos (Lep; Noctuidae) y su fenología en cultivos de invernaderos. Informaciones técnicas 39/36.** Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. 155 pp.
- CABELLO T, GALLEGO JR, VILA E, SOLER A, DEL PINO M, CARNERO A, HERNANDEZ-SUAREZ E, POLASZEK A. 2009. Biological control of the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* (Lep. Gelechiidae), with releases of *Trichogramma achaeae* (Hym.: Trichogrammatidae) in tomato greenhouses of Spain. Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate. **IOBC/WPRS Bulletin** 49: 225-230.
- CAMACHO, J., 2006. **Estudio del impacto sobre cultivo de platanera de especies del orden lepidóptera.** Proyecto Fin de Carrera de Ingeniero Técnico Agrícola. Universidad de La Laguna: 79 pp.
- CAYROL, R. A., 1972: Famille des Noctuidae, pp. 1255-1520. En: A. S. Balachowsky (ed.), **Entomologie appliquée à l'agriculture**, tome II Lépidoptères, vol. 2. Masson et Cie, París, France.
- CIE, 1977. **Distribution Maps of Pests, Series A, Agricultural. Map No. 376 Chrysodeixis chalcites.** Wallingford, UK: CAB International.
- DEL PINO, M.; CARNERO, A.; CABELLO, T.; HERNÁNDEZ, E. 2009. Complejo de parasitoides de *Chrysodeixis chalcites* (Esper, 1789) (Lep.: Noctuidae) en cultivos de platanera de Canarias. **VI Congreso Nacional de Entomología Aplicada.** Palma de Mallorca: 19
- DESNEUX N, WAJNBERG E, KRIS A, WYCKHUYS G, BURGIO G, ARPAIA S, NARVÁEZ-VASQUEZ CA, GONZÁLEZ-CABRERA J, CATALÁN RUESCAS D, TABONE E, FRANDON J, PIZZOL J, PONCET C, CABELLO T, URBANEJA A. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **J. Pest Sci** 83:197–215.
- GARCIA, O., 2003. **Estudio de la actividad antialimentaria de extractos naturales de plantas de Laurisilva sobre Chrysodeixis chalcites (E.).** Trabajo fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. ULL
- HERNÁNDEZ, M. P., 2007. **Seguimiento de Chrysodeixis chalcites y Spodoptera littoralis en platanera en la isla de El Hierro; búsqueda de entomófagos y entomopatógenos.** Trabajo Fin de Carrera de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de La Laguna: 62 pp.
- IZQUIERDO, J.; ARILLA, E.; RAMÍREZ, M.; ABAD, J. (1996). Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) en tomate: especies, evolución en la campaña y distribución en planta. **Bol. San. Veg. Plagas**, 22 (4): 805-812
- LORENZO, J. M. 2005. **Seguimiento de la dinámica poblacional de Dymicoccus grassii (Leonard) (Homoptera: Pseudococcidae) y Tetranychus urticae Koch. (Acari: Tetranychidae) en Musa acuminata Colla. Subgrupo Cavendish, cvs. Pequeña Enana y Gran Enana, al aire libre y en invernadero respectivamente.** Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.
- MARTÍN, T. 2007. **Cosmopolites sordidus (Germar) y Chrysodeixis chalcites (Esper), plagas de la platanera: nuevas herramientas para su control.** Trabajo Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna.
- NAGARAJA H & NAGARKATTI S. 1970. Three new species of *Trichogramma* from India. **Entomophaga** 14(4):393-400
- PERERA, S.; MOLINA, M. J., 2007. Plagas y enfermedades en el cultivo ecológico de la platanera, pp 70-118. En: Nogueroles, C.; Líbano, J. (Eds.). **El cultivo ecológico de la platanera en Canarias.** Ed. Gabinete de Proyectos Agroecológicos S.L.
- POLASZEK A (2010, in press): Biodiversity and host associations of *Trichogramma* in Eurasia. Chapter 10 in: **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma.** Progress in Biological Control, Vol. 10. Eds: POSTALI PARRA, J.R.; CONSOLI, FERNANDO L.; ZUCCHI, R.A. Approx. 450 p., Hardcover ISBN: 978-1-4020-9109-4
- VILARDEBO, A.; GUÉROUT, R. 1964. *Plusia chalcites* Esp. (Lépidoptère Noctuidae) nuisible au bananier dans les régions cotéres de l'ouest africain. **Fruits**, 19 (4): 195-208

Tratamientos alternativos a la utilización de fungicidas sintéticos para el control de la podredumbre de corona del plátano

Mónica González¹, Antonio Marrero², Julio Hernández¹ y M. Gloria Lobo¹

¹ Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), mgonzal@icia.es

² Universidad de La Laguna (ULL)

1. PODREDUMBRE DE CORONA

Las enfermedades postcosecha son uno de los factores determinantes en la reducción de la vida útil y en la pérdida de calidad del plátano durante la comercialización. La podredumbre de corona, también llamada pudrición de corona o *crown-rot*, es la principal enfermedad postcosecha de los plátanos de postre, en particular de aquéllos pertenecientes al subgrupo 'Cavendish'. Este síndrome tiene lugar cuando la herida producida en los tejidos de la corona, durante el desmanillado de los racimos, es infectada por microorganismos patógenos y saprofitos oportunistas. Los síntomas se inician con un ablandamiento de los tejidos superficiales en la zona del corte que, en ocasiones, va acompañado de un micelio superficial de color blanco-grisáceo; cuando la lesión está más avanzada los tejidos toman un color marrón oscuro o negro (Foto 1). Algunas veces, la podredumbre afecta tanto a los tejidos de la corona como a los del pedicelo e incluso a la pulpa del fruto, pudiendo llegar a provocar el desprendimiento de los frutos. Los síntomas se desarrollan más rápido durante la maduración, cuando el fruto sufre modificaciones que facilitan el desarrollo de los patógenos.



Foto 1. Podredumbre de corona: desarrollo de la enfermedad en distintos estados de maduración de la fruta.

Los organismos implicados en el desarrollo de la podredumbre de corona comprenden un gran número de hongos y su proporción concreta depende del lugar geográfico donde la fruta se produce y de las condiciones particulares del medio. En las Islas Canarias los hongos más frecuentes son: *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp., *Fusarium oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *Geotrichum* sp., *Penicillium* sp. y *Phomaceo* (especie no determinada, muy posiblemente perteneciente al Género *Phoma*). Otros hongos potencialmente implicados son *Colletotrichum musae*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Thielaviopsis paradoxa* (*Ceratocystis paradoxa*), *Verticillium theobromae*, así como otros géneros. Además, la enfermedad se encuentra frecuentemente asociada a la presencia de bacterias de los géneros *Erwinia* y *Pseudomonas*, pero no está claro su papel patogénico (Johanson y Blázquez, 1992). En Canarias se han realizado algunos estudios que indican que, aunque las distintas especies fúngicas que forman el complejo no se modifican prácticamente, los porcentajes relativos de dichas especies son altamente variables entre empacados de una misma zona y entre distintas épocas del año (Hernández et al., 1988).

2. MÉTODOS DE CONTROL DE LA PODREDUMBRE DE CORONA

El método más habitual y eficaz de control de la podredumbre de corona es la aplicación preventiva y sistemática de fungicidas sintéticos en el empaquetado. Sin embargo, en las últimas décadas, el uso de fungicidas sintéticos para el control del deterioro postcosecha ha sido restringido debido a su carcinogenicidad, teratogenicidad, toxicidad residual alta y aguda, largo periodo de degradación, contaminación ambiental y otros efectos residuales en la salud humana (Tripathi y Dubey, 2004). Como consecuencia, el número de materias activas autorizadas para su uso como fungicidas postcosecha se ha reducido en la legislación actual, siendo la legislación cada vez más y más restrictiva. En la actualidad, tanto la Unión Europea (UE) como los Estados Unidos de América (EE.UU.) sólo permiten el uso de dos fungicidas para el tratamiento del plátano en postcosecha (USDA-FAS, 2010), el imazalil y el tiabendazol, con unos límites máximos de residuos (LMR) muy estrictos: 2 ó 3 mg/kg para el imazalil (en la UE o EE.UU., respectivamente) y 5 ó 3 mg/kg para el tiabendazol (en la UE o EE.UU., respectivamente). También hay que tener en cuenta que, en ocasiones, se pueden presentar problemas derivados de diferencias en la eficacia de los fungicidas asociada con el nivel de sensibilidad de la fruta a la podredumbre de corona o con el nivel de resistencia de los patógenos postcosecha a los fungicidas sintéticos (Tripathi y Dubey, 2004; Lassois et al., 2010a).

Por lo tanto, los efectos secundarios de los fungicidas sintéticos hacen ineludible el desarrollo de estrategias alternativas para la reducción de las pérdidas postcosecha, que sean percibidas como seguras por los consumidores y que tengan un mínimo riesgo para la salud humana y para el medio ambiente. En consecuencia, para evitar el desarrollo de la podredumbre de corona han de mejorarse las medidas de control en campo, extremarse las medidas sanitarias durante la postcosecha del plátano y/o utilizar métodos alternativos de control de dicha enfermedad (Figura 1). La reducción del inóculo y el uso de técnicas de recolección y de manejo postcosecha que minimicen los daños en la fruta, junto con condiciones de almacenamiento óptimas ayudarán en la supresión del desarrollo de la enfermedad después de la cosecha. El uso de métodos físicos postcosecha y de tratamientos fungicidas naturales no específicos también puede ayudar en parte a resolver este problema. Sin embargo, hay que tener en cuenta que ninguno de esos tratamientos ha resultado ser totalmente efectivo o por lo menos tan efectivo como el tratamiento con fungicidas sintéticos, en las condiciones de comercialización del plátano. En consecuencia, la utilización combinada (tecnología de barreras o *hurdle technology*) de distintos métodos alternativos es inevitable para el control efectivo de la podredumbre de corona en el plátano.

2.1. Control en campo

La mayoría de las especies fúngicas que se encuentran relacionadas con la podredumbre de corona son saprofitos que se desarrollan en los órganos senescentes del plátano, especialmente en las hojas en descomposición. Por lo tanto, el control de esta enfermedad debe iniciarse ya en campo, incluyendo buenas prácticas sanitarias. La presión del inóculo y por lo tanto la velocidad de desarrollo de la enfermedad podría reducirse a través de la eliminación regular de las hojas senescentes que se encuentran alrededor de la fruta. Las partes florales del plátano son una fuente importante de inóculo, especialmente para *C. musae* y para varias especies de *Fusarium* (de Lapeyre de Bellaire y Mourichon, 1997). A la vista del papel potencial del raquis en el desarrollo de la podredumbre de corona (Finlay et al., 1992), la eliminación temprana de los restos florales en campo es un aspecto esencial para la reducción de la contaminación del racimo por los patógenos. En Canarias esto no parece ser un problema ya que la flor se elimina mediante el desflorillado. Aun así, puede haber dificultades si el corte de la flor se realiza mal. De hecho, los agricultores están solicitando la legalización de un fungicida de campo para el control de *Verticillium theobromae*, agente causal de la enfermedad conocida como "punta de cigarro" y en el mundo anglosajón como *cigar end*. Por eso, en la actualidad, el ICIA está valorando la eficacia *in-vitro* de 13 fungicidas, naturales y de síntesis, a tres dosis de empleo frente a *A. alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *F. proliferatum* y *Verticillium theobromae*, especies asociadas a manchas de los frutos (*speckle*) y al "punta de cigarro".



Figura 1. Métodos de control de la podredumbre de corona a aplicar en las distintas etapas de la cadena de comercialización del plátano.

No se han desarrollado estudios específicos que relacionen el impacto del embolsado de los racimos en el desarrollo de este desorden patológico en el plátano. Sin embargo, es conocido que el embolsado protege a los racimos de la contaminación fúngica. Además, se ha visto que el embolsado puede disminuir la contaminación del racimo por *C. musae* en un 80% (de Lapeyre de Bellaire et al., 2000). Estos resultados sugieren que el embolsado de la fruta reduce la contaminación de las coronas en campo o que la fruta embolsada puede liberar menos esporas en el agua de lavado en el empaquetado.

Otro aspecto menos estudiado pero al que no hay que restarle importancia es la relación entre la calidad o el estado de la fruta y su sensibilidad al desarrollo de la podredumbre de corona. Este complejo aspecto por una parte refleja el estado fisiológico del plátano y por otra depende de un gran número de factores agro-técnicos y climáticos. En estudios desarrollados en Guadalupe se ha visto que, a lo largo de 10 semanas, se presentaron diferencias muy marcadas en la vulnerabilidad de la fruta a esta enfermedad en fruta proveniente del mismo lugar de producción (Lassois et al., 2008). La edad fisiológica de la fruta, expresada como la suma de temperatura acumulada entre la floración y la recolección (dd), también parece afectar al desarrollo de la podredumbre de corona. Se ha encontrado una relación lineal entre la edad de la fruta y su sensibilidad a esta enfermedad, siendo la fruta más vieja la más sensible (Lassois et al., 2010a). Además, si se estudia la sensibilidad en un mismo racimo, se ha visto que la fruta de las primeras manos del racimo es más sensible que la de las últimas manos (Lassois et al., 2010b). Algunas prácticas culturales también influyen en la sensibilidad de la fruta a la enfermedad. Por ejemplo, la sensibilidad del plátano a este desorden patológico parece tener cierta relación con el grado de llenado de la fruta. Lassois et al. (2010b) estudiaron el efecto que tiene el número de manos en el racimo sobre el desarrollo de la podredumbre de corona. Los frutos de racimos a los que se eliminaron seis manos (sólo quedaban dos manos en el racimo) fueron menos sensibles al desarrollo de esta enfermedad que los frutos de los racimos con ocho manos. Estos resultados ponen en evidencia que la eliminación de manos en campo tiene ventajas en el contexto de un control integrado de las enfermedades postcosecha del plátano, haciendo posible la reducción en la sensibilidad a la podredumbre de corona al mismo tiempo que aumenta el tamaño de la fruta.

2.2. Métodos de control postcosecha alternativos a la utilización de fungicidas

Entre los métodos de control en la postcosecha hay que resaltar que es fundamental extremar las medidas de prevención en el empaquetado. Dichas medidas pueden ir acompañadas de un método físico de control, de la utilización de un producto natural y/o de control biológico.

2.2.1. Medidas de prevención en el empaquetado

Como en todas las enfermedades postcosecha, una de las principales herramientas de lucha son las medidas preventivas basadas en la higiene, siempre encaminadas a reducir la cantidad de inóculo (habitualmente en forma de esporas) de los organismos patógenos que se encuentran en contacto con el plátano durante su manipulación y comercialización. En el caso de la podredumbre de corona, dicho inóculo procede directamente de los campos de cultivo y puede acceder a los tejidos sensibles después del desmanillado en el empaquetado. Por lo tanto, las medidas de protección implementadas en el empaquetado ayudan a las coronas recién cortadas a estar protegidas de fuentes de inóculo (Figura 1).

Para asegurar la eficacia en el control de la podredumbre de corona es esencial extremar la limpieza de todas las instalaciones del empaquetado y de los alrededores. Hay que evitar la acumulación de restos vegetales (raquis, hojas, racimos o dedos desechados, fruta podrida, etc.) en las zonas cercanas al empaquetado, ya que pueden actuar como focos de inóculo fúngico contaminando el aire del empaquetado (Duque-Yanes et al., 2004; Lassois et al., 2010a). Se ha descrito que cuando el desmanillado se realiza en un ambiente limpio, en vez de en campo, la incidencia de la podredumbre de corona puede reducirse hasta en un 50% (Finlay et al., 1992). Cuando los restos florales no han sido totalmente eliminados en campo, el desflorillado ha de hacerse antes del desmanillado, de tal forma que se reduzca el riesgo de contaminación de los tanques de lavado (Lassois et al., 2010a).

La fruta debería ser también lavada antes de ser separada del racimo (Duque-Yanes et al., 2004). La utilización de cuchillos contaminados en el desmanillado extiende el inóculo desde la piel hasta el interior de los tejidos de la corona. Esto puede evitarse lavando los racimos con agua ligeramente clorada antes del cortado en manos.

Además, los cortes de la corona deben ser lisos, ya que los restos de tejidos en la superficie de las coronas se resecan y se vuelven senescentes rápidamente, proporcionando un sustrato ideal para el desarrollo de este desorden patológico (Finlay y Brown, 1993; Duque-Yanes et al., 2004). Por lo tanto, la fruta debe desmanillarse con cuchillos de acero inoxidable de hojas bien afiladas, siendo desinfectados continuamente. Por otra parte, el corte de secciones de corona relativamente anchas, parece aumentar la resistencia al desarrollo de la podredumbre (Lassois et al., 2010a) evitando que se extienda a los pedicelos.

La contaminación de las coronas en los tanques de desmanillado o de lavado es un punto crítico en el proceso de desarrollo de esta enfermedad en el plátano (Duque-Yanes et al., 2004). La utilización de aguas de lavado de la fruta, o disoluciones para tratamientos fitosanitarios, que hayan acumulado gran cantidad de esporas al no utilizarse procesos de filtrado o desinfección, constituyen un riesgo potencial en el desarrollo de la enfermedad. Después de que el plátano se sumerge en el agua de lavado, las esporas pueden penetrar pasivamente unos pocos milímetros dentro de los haces vasculares de la corona, haciendo entonces muy difícil el control del desarrollo de la enfermedad. Greene y Goos (1963) señalaron que una suspensión de esporas de *C. musae* puede penetrar entre 5-7 mm en los tejidos de la corona en tan sólo 3 minutos. Los tanques de lavado pueden acumular, principalmente, esporas de *Fusarium* sp. y de *Verticillium* sp. provenientes de la superficie de la piel de la fruta; sin embargo, es menos frecuente encontrar conidios de *C. musae* (Lassois et al., 2010a). Hay que tener especial cuidado para evitar la contaminación de las cubas de lavado con restos vegetales (pistilos, hojas, restos del desmanillado, etc.). El empleo de agua abundante y limpia durante el lavado y la eliminación del látex reduce la infección. Por lo tanto es necesario el filtrado y la renovación periódica de las aguas de lavado y de las disoluciones fungicidas. Además, hay que desinfectar el agua de lavado con cloro activo. Teniendo en cuenta que mantener la concentración de cloro en las cubas es difícil debido a la oxidación del látex y otros residuos orgánicos así como a las pérdidas normales por volatilización, es necesario ajustar la concentración de forma regular. Además, es especialmente difícil mantener la calidad del agua cuando el agua es recirculada en sistemas cerrados. En estos casos, la contaminación por látex aumenta gradualmente en los tanques por lo que es difícil controlar la calidad del agua solamente a través del clorado continuo del agua.

Las coronas también se pueden contaminar por esporas transmitidas por el aire antes de que la fruta sea empaquetada. El riesgo es especialmente alto cuando las instalaciones están sucias o si restos vegetales (pistilos, raquis y/o frutos) se apilan en las proximidades del empaquetado, sobre todo si se tiene en cuenta que los conidios de algunas especies son capaces de sobrevivir durante varios meses bajo condiciones de temperatura y humedad relativas extremas antes de su germinación.

2.2.2. Métodos físicos de control

Los tratamientos de choque térmico se pueden utilizar como tratamientos alternativos a la utilización de fungicidas en la postcosecha del plátano, ya que son efectivos para la minimización del desarrollo de la podredumbre de corona. Dichos tratamientos pueden presentar un doble mecanismo de acción: por un lado causando mortandad en las esporas del inóculo adheridas a la fruta y por otro poniendo en marcha mecanismos de síntesis de sustancias con actividad antimicrobiana, de tipo fenólico y fitoalexinas. Los trabajos desarrollados en el ICIA por Marrero y colaboradores mostraron que la inmersión de la fruta en agua a temperaturas entre 40 y 50 °C, con tiempos de exposición de entre 5 y 15 minutos, permite un control aceptable de los organismos causantes de la podredumbre de corona (Figura 2) para tiempos de transporte de hasta una semana (López-Cabrera y Marrero-Domínguez, 1998; Marrero-Domínguez et al., 1998). Temperaturas por encima de 50 °C provocaron, en mayor o menor extensión, el oscurecimiento de la piel, una incompleta acumulación de sólidos solubles y un incremento en la sensibilidad a los daños por frío de la fruta.

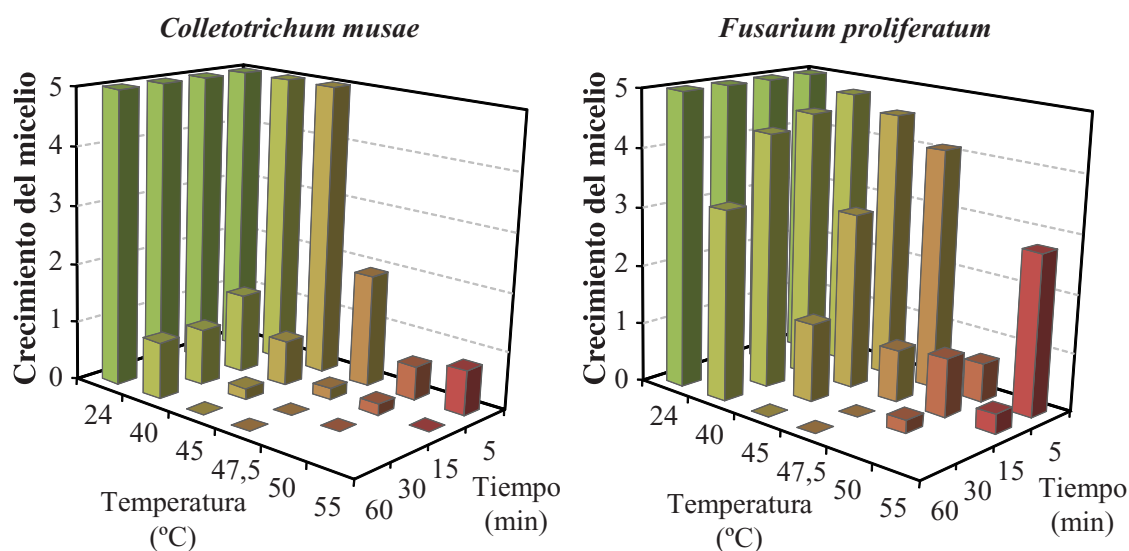


Figura 2. Efecto de la inmersión de plátano en agua caliente sobre el desarrollo de *Colletotrichum musae* y *Fusarium proliferatum* (López-Cabrera y Marrero-Domínguez, 1998).

De Costa y Erabadupitiya (2005) recomendaron el tratamiento del plátano a 50 °C durante 3 minutos para controlar el desarrollo de la podredumbre de corona. Además se ha visto como un tratamiento más largo, 20 minutos, a temperaturas por debajo de 45 °C es eficaz para el control de *T. paradoxa* (*C. paradoxa*) (aislado causante de la aparición de la podredumbre de corona en plátano en Hawaii), con una reducción del 85% (Reyes et al., 1998).

Los tratamientos con luz ultravioleta tienen un potencial enorme en el control de enfermedades postcosecha de las frutas y hortalizas. Sin embargo, en el caso del plátano, el uso de la luz ultravioleta no es comercialmente viable, toda vez que, aún a muy bajas dosis, provoca un intenso pardeamiento de la piel de la fruta (Marrero et al., datos no publicados).

2.2.3. Utilización de productos naturales con efecto fungicida

Existe un número importante de productos naturales que se han ensayado para la prevención de enfermedades de postcosecha por sus propiedades antifúngicas y/o antibacterianas. Las plantas que tradicionalmente se han empleado como medicinales o para la alimentación humana, ya sea como alimentos, especias o suplementos nutricionales, son una fuente potencial de metabolitos secundarios interesantes para el control de patógenos de los alimentos vegetales. Sin embargo, a pesar de su uso durante mucho tiempo, se debe valorar científicamente su potencial biocida así como su inocuidad para la salud humana.

La acción antifúngica de los aceites esenciales no se correlaciona fácilmente con un componente individual sino más bien con la compleja mezcla de compuestos presentes en estos aceites: hidrocarburos terpénicos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos y ésteres. Ranasinghe et al. (2002) encontraron que los aceites esenciales de la hoja y la corteza de la canela (*Cinnamomum zeylanicum* L.) y del clavo (*Syzygium aromaticum* L.), a concentraciones entre 0,3 and 1,1 g/l, presentaron efecto fungistático y fungicida frente a *C. musae*, *F. proliferatum* y *L. theobromae* aislados de plátano. Sin embargo, sólo los aceites esenciales de la hoja y la corteza de canela fueron capaces de reducir parcialmente la severidad de la podredumbre de corona (60%) durante el almacenamiento de la fruta, envasada bajo atmósfera modificada en bolsas de polietileno, a 14 ó 28 °C (Ranasinghe et al., 2005).

En Canarias, Santiago Perera y colaboradores (Perera, 2003; Perera et al., 2004) ensayaron el efecto de control sobre la podredumbre de corona del plátano del extracto de tomillo rojo (*Thymus zygis*), la lecitina de soja y el propóleo. Encontraron que el tratamiento con tomillo rojo fue el que presentó la mayor reducción del diámetro de colonia, con un 82% de disminución para *C. musae*, un 84% para *F. oxysporum*, un 70% para *F. proliferatum* y un 87% para *V. theobromae*. En las pruebas *in-vivo*, no hubo diferencias estadísticas entre los productos naturales para el porcentaje de corona ocupada por el micelio y para la penetración de la podredumbre. La eficacia *in-vivo* del tomillo rojo estuvo en torno al 60%, por lo que se ha estado aplicando en varias cooperativas

Recientemente, se han evaluado en el ICIA cuatro extractos naturales [tomillo rojo, extracto de corteza de canela, Fruitcare (mezcla de ácidos orgánicos), Zytroseed (semillas de cítricos)], el hipoclorito sódico y un fungicida sintético (imazalil) para el control de la podredumbre de corona del plátano. En un ensayo *in-vitro* se evaluaron dos dosis comerciales de cada producto (mínima y máxima) con la finalidad de determinar cuál era la dosis óptima a emplear en un ensayo *in-vivo*. En general la dosis máxima fue más eficaz en casi todos los productos. Finalmente las usadas en el ensayo *in-vivo* fueron: tomillo rojo (2,5 ml/l; extracto de canela (1,5 ml/l); ácidos orgánicos (1 ml/l); extractos de semillas de cítricos (2 ml/l) e hipoclorito sódico (200 mg/l). Como fungicida de referencia se utilizó el imazalil (2 ml/l) (Dorta, 2010). En este Trabajo Fin de Carrera se observó una gran eficacia *in-vitro* del extracto de canela (Figura 3). que, a la dosis máxima, produjo reducciones del diámetro de las colonias del 100% en la mayoría de las especies siendo superior al fungicida de referencia imazalil. También a la dosis máxima, el tomillo rojo produjo reducciones del 59-89%, el Zytroseed del 49-89% y el Fruitcare del 25-77%. El hipoclorito sódico produjo inhibición total de la germinación en todas las especies fúngicas. Sin embargo, *in-vivo*, la eficacia del extracto de canela así como la de los otros productos naturales probados fue mucho menor que la del imazalil (Figura 4). Así, para las variables porcentaje de micelio ocupado en cojinete, avance de la enfermedad y penetración en corona, en el grupo de productos naturales de plantas, los mejores resultados se obtuvieron con Zytroseed con valores de 51% para micelio en cojinete, 2,7 para avance de la enfermedad y 8,5 mm para penetración en corona. Los peores resultados se obtuvieron con el extracto de canela con valores del 74% para micelio en cojinete y con hipoclorito sódico, para avance de la enfermedad, con 12 mm de penetración en corona.

En todos los estudios desarrollados en el ICIA, los tratamientos con extractos naturales se han llevado a cabo 24 horas después de la inoculación para asegurar la penetración del inóculo en la corona. Greene y Goos (1963) observaron que a los pocos minutos del corte, esporas de *C. musae* penetraban unos milímetros en la corona. Por lo tanto, con el objetivo de mejorar la eficacia del tratamiento con productos naturales, sería necesario el estudio de la eficacia de éstos aplicando los tratamientos tras la inoculación.

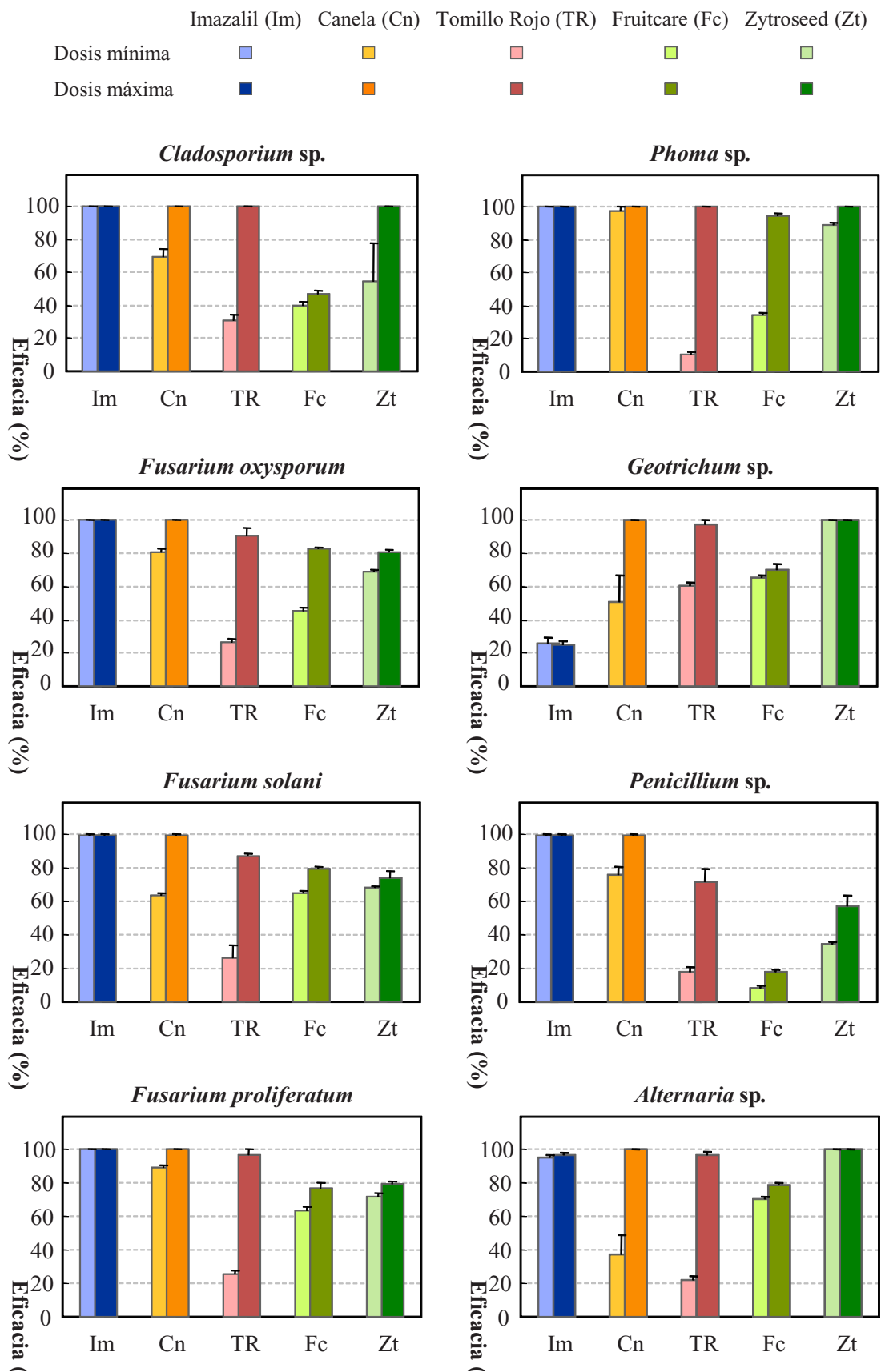


Figura 3. Eficacia *in-vitro* de los extractos naturales y el fungicida ensayados a las dosis aplicadas, referidas al control de cada producto (Dorta, 2010).

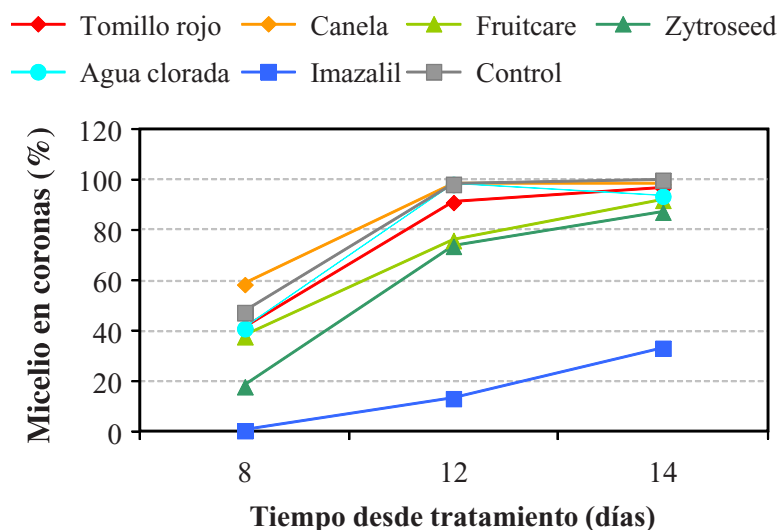


Figura 4. Evolución *in-vivo* del porcentaje de micelio a los 8, 12 y 14 días después de la aplicación de los tratamientos con extracto de canela, extracto de tomillo rojo, Fruitcare, Zytroseed, agua clorada, Imazalil y control no tratado (Dorta, 2010).

Win et al. (2007) han puesto de manifiesto el posible interés de los extractos de canela y de pimienta (género *Piper*) para el control de la podredumbre de corona. A la concentración de 5 g/l, los extractos de corteza de canela y de hojas de pimienta inhibieron totalmente el crecimiento del micelio de *C. musae*, *Fusarium* spp. y *L. theobromae*. La germinación de los conidios de los dos primeros hongos fue controlada con 5 ó 10 g/l de extracto de canela o de pimienta, respectivamente. Los extractos de ajo (*Allium sativum* L.) no fueron capaces de controlar el desarrollo de estos microorganismos.

Por su parte, Umaña (2009) ha señalado que aunque los extractos obtenidos por extracción de 100 g del bulbo de ajo y de 200 g de las hojas y tallo de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) por litro de agua respectivamente, tienen efecto inhibitorio sobre el crecimiento de algunos patógenos de la podredumbre de corona *in-vitro*, su efecto *in-vivo* es reducido o nulo. Esta misma investigadora ha encontrado no obstante, que el extracto de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), obtenido por extracción de 200 g de las hojas y ramillas de eucalipto por litro de agua, es efectivo en el control de este desorden patológico tanto *in-vitro* como *in-vivo*.

2.2.4. Control biológico por microorganismos

La posibilidad de utilizar técnicas de lucha biológica para controlar el desarrollo de la podredumbre de corona en postcosecha es una técnica prometedora debido a que el sustrato en el que se desarrolla la enfermedad es limitado y a que las condiciones ambientales durante el almacenamiento y comercialización del plátano están definidas muy claramente y además son estables. Habitualmente estas técnicas implican el uso de cepas de microorganismos no patogénicos, levaduras (géneros *Candida*, *Pichia*, etc.), hongos (géneros *Trichoderma*, *Fusarium*, etc.) o bacterias (géneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, etc.), capaces de competir con los organismos patógenos y frenar así el desarrollo de éstos. También se puede utilizar la propia flora bacteriana presente en las plantaciones de plátanos como organismos competidores.

Los resultados de numerosos estudios sugieren que con el uso de microorganismos antagonistas se puede conseguir un cierto nivel de control de la podredumbre de corona (De Costa y Erabadupitiya, 2005; Alwindia y Natsuaki, 2008; Lassois et al., 2008; Bastiaanse et al., 2010; Lassois et al., 2010a), aunque bastante inferior al logrado con los fungicidas sintéticos. Sin embargo, en el caso de las técnicas de control biológico, se ha estudiado la combinación de dichas técnicas con otras tácticas de control, comprobándose que la utilización de técnicas integradas produce un aumento considerable de la eficacia del control. De Costa y Erabadupitiya (2005) describieron que la combinación de un tratamiento térmico (50 °C durante 3 minutos) con la inmersión de la fruta en una disolución de *Burkholderia cepacia*, una bacteria aislada en campo durante el cultivo del plátano, es un tratamiento eficaz para el control de la podredumbre de corona del

plátano (90-100%), mucho más eficaz que la de los tratamientos individuales (75 y 61%, respectivamente). Bastiaanse et al. (2010) controlaron parcialmente esta enfermedad cuando trataron las coronas de plátano con una suspensión de la levadura *Candida oleophila* (22%) o cuando conservaron la fruta bajo atmósfera modificada (bolsas polietileno perforadas, 20 μm), a 13 °C durante diez días (20%). El tratamiento de la fruta con cloruro cálcico no tuvo ningún efecto sobre el control de la enfermedad. Sin embargo, la levadura antagonista mostró un control superior (42%) cuando se aplicó junto con una disolución de cloruro sódico al 2%. La eficacia más alta (53%) se alcanzó con la combinación de las tres alternativas de control (levadura, cloruro cálcico y atmósfera modificada).

2.2.5. Métodos químicos de control alternativos a la utilización de fungicidas

Otro método para el control de la podredumbre de corona es el uso de sales solubles y sustancias surfactantes (detergentes no iónicos), compuestos exentos de tolerancias de residuos en todos los productos agrícolas y que son de uso normal como aditivos alimentarios. Alvindia y Natsuaki (2007) encontraron que el uso de disoluciones de carbonato (4 g/l), bicarbonato (5 g/l) o cloruro sódico (6 g/l) o cloruro cálcico (5 g/l) redujo notablemente el desarrollo de este desorden patológico (35-58%). El surfactante mejoró el efecto de las sales de carbonato y cloruro cálcico (un 20% respecto al uso de la sal sola), principalmente para el control de la germinación de esporas; sin embargo, para obtener resultados parecidos sobre el crecimiento del micelio se requirió de dosis más altas. Para algunas de las combinaciones de sales con surfactantes evaluadas se observó un efecto fitotóxico en la fruta. Estos resultados confirman el carácter beneficioso de incluir sales como el cloruro cálcico en los tanques de lavado de fruta, un hecho ya puesto de manifiesto en estudios realizados en el ICIA en los años 90 en los que se buscaba una solución al problema del hundimiento de la fruta en los tanques de lavado en determinadas épocas del año. El uso de cloruro cálcico (1-2 g/l) supuso, como beneficio adicional, una notable reducción de la incidencia de la podredumbre de corona en la fruta tratada (Padrón, 2000).

2.2.6. Técnicas de almacenamiento y comercialización del plátano

La temperatura, humedad relativa y composición atmosférica que rodea a la fruta son los factores principales que afectan al desarrollo de la podredumbre del plátano durante el almacenamiento y comercialización. Estos factores pueden afectar directamente a la biología de los patógenos, pero también el control puede estar relacionado con una disminución del metabolismo de la fruta. Así, la resistencia de la fruta a la podredumbre de corona parece disminuir al comienzo del proceso de maduración (Lassois et al., 2010a).

La disminución rápida de la temperatura en el interior de la fruta, antes de ser almacenada, así como el mantenimiento de bajas temperaturas durante la comercialización disminuyen la incidencia y severidad de esta enfermedad. El crecimiento de los hongos se ralentiza a 13 °C, por lo que su utilización es una buena situación de compromiso con respecto al mantenimiento de la calidad del plátano y a la obstaculización en la colonización de las coronas por los hongos. Esta temperatura es mucho más baja que la temperatura óptima para la germinación y crecimiento de los hongos responsables de la podredumbre de corona pero no es lo suficientemente baja como para disminuir la actividad de los hongos. Por lo tanto es necesario que la temperatura de transporte se mantenga constante y con las menores fluctuaciones posibles.

Aunque la mayoría de los patógenos requiere una humedad relativa alta para su desarrollo, el plátano es menos sensible al desarrollo de la podredumbre de corona bajo estas circunstancias (Badger, 1965). Una humedad relativa alta minimiza la transpiración del plátano y por lo tanto las pérdidas de agua de la fruta, lo cual es esencial para asegurar una vida en verde larga. La senescencia de los tejidos de la corona del plátano, que es propicia para el desarrollo de esta enfermedad, puede verse dificultada manteniendo la turgencia de los tejidos.

También se ha señalado que la podredumbre de corona se puede controlar parcialmente envasando el plátano bajo atmósferas modificadas (Pesis et al., 2001; Bastiaanse et al., 2010). La modificación en la composición gaseosa reduce la intensidad respiratoria de la fruta y obstaculiza la síntesis endógena de etileno, lo que puede incrementar considerablemente la fase preclimática. La atmósfera modificada también inhibe el metabolismo de algunos agentes patógenos. Así, altas concentraciones de dióxido de carbono (> 15%) y bajas de oxígeno (< 1%) son tóxicas para la mayoría de hongos (Lassois et al., 2010a). Desafortunadamente, el plátano no se puede conservar bajo estas condiciones debido a que concentraciones de dióxido de car-

bono de entre 7-12% y de oxígeno inferiores a 1-2% producen importantes alteraciones en la fruta durante su maduración. El envasado del plátano en bolsas Banovac de polietileno no-perforadas, de 20 μm de grosor, redujo significativamente (20%) la podredumbre de corona durante el almacenamiento (Bastiaanse et al., 2010). En este caso, la disminución en el contenido en oxígeno (12-15%) y el enriquecimiento en dióxido de carbono (1-2%) en las bolsas de polietileno podrían directamente inhibir al patógeno y/o indirectamente reducir la podredumbre, debido a que la maduración y la senescencia del plátano se retrasaron bajo la atmósfera modificada. Sin embargo, su efecto parcial y limitado indicó que la atmósfera modificada alcanzada en este caso no fue adecuada para la óptima inhibición del patógeno. La exposición del plátano a atmósferas de muy bajo contenido en oxígeno (2%), durante 48 horas antes del almacenamiento refrigerado, fue eficaz en la prevención de la podredumbre de corona, pero en menor extensión que en la fruta tratada con un fungicida sintético (Pesis et al., 2001). El tratamiento con bajo nivel de oxígeno también retardó la maduración y redujo los síntomas de daños por frío cuando la fruta se almacenó a 12 °C durante 21 días; además el tratamiento no indujo que la fruta entrase en anaerobiosis.

La utilización de barreras de tipo físico conlleva el uso de recubrimientos comestibles o de plásticos moldeables capaces de crear una capa continua sobre la herida de desmanillado, que impida o dificulte su colonización por los patógenos de postcosecha. Para el control de la podredumbre de corona en plátano se han ensayado recubrimientos comestibles basados en ésteres de sacarosa (Tal Prolong, Semperfresh), pero su tendencia a crear una atmósfera modificada en el interior de la fruta así como el cambio en su apariencia exterior han hecho que no hayan sido aceptados a nivel comercial. El tratamiento con quitosano al 1% retrasó la maduración del plátano y redujo la severidad de la podredumbre de corona (Win et al., 2007). El control parcial de la podredumbre de corona fue similar al obtenido con un tratamiento térmico (45 °C, 20 minutos) o con extracto de canela (5,0 g/l).

3. CONCLUSIONES

De forma general se puede afirmar que ninguno de los tratamientos alternativos a la utilización de fungicidas sintéticos produce, a día de hoy, un control total de la podredumbre de corona en las condiciones en las que se comercializa el plátano. Por lo tanto, debido a la complejidad de la enfermedad y a la dificultad de control, es esencial la implementación de estrategias integradas a lo largo de toda la cadena de producción y comercialización del plátano.

4. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado gracias al proyecto MAC/I/C054 BIOMUSA (financiado por el FEDER).

BIBLIOGRAFÍA

- Alvindia, D.G. y Natsuaki, K.T. 2007. Control of crown rot causing fungal pathogens of banana by inorganic salts and a surfactant. *Crop Protection*, 26, 1667-1673.
- Alvindia, D.G. y Natsuaki, K.T. 2008. Evaluation of fungal epiphytes isolated from banana fruit surfaces for biocontrol of banana crown rot disease. *Crop Protection*, 27, 1200-1207.
- Badger, A.M. 1965. Influence of relative humidity on fungi causing crown rot of boxed bananas. *Phytopathology*, 55, 688-692.
- Bastiaanse, H., de Lapeyre de Bellaire, L., Lassois, L., Misson, C. y Jijakli, M.H. 2010. Integrated control of crown rot of banana with *Candida oleophila* strain O, calcium chloride and modified atmosphere packaging. *Biological Control*, 53, 100-107.
- De Costa, D.M. y Erabadupitiya, H.R.U.T. 2005. An integrated method to control postharvest diseases of banana using a member of the *Burkholderia cepacia* complex. *Postharvest Biology and Technology*, 36, 31-39.

- De Lapeyre de Bellaire, L. y Mourichon, X. 1997. The pattern of fungal contamination of the banana bunch during its development and potential influence on incidence of crown-rot and anthracnose diseases. *Plant Pathology*, 46, 481-489.
- De Lapeyre de Bellaire, L., Chillet, M., Dubois, C. y Mourichon, X. 2000. Importance of different sources of inoculum and dispersal methods of conidia of *Colletotrichum musae*, the causal agent of banana anthracnose, for fruit contamination. *Plant Pathology*, 49, 782-790.
- Dorta, E. 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. Universidad de La Laguna; La Laguna, España.
- Duque-Yanes, M., Torres-Sánchez, J.M., Oramas-González Moro, J.J. y Fernández-Rojas, J. 2004. Pudrición de corona en el plátano canario. En: "Pudrición de corona en el plátano canario". Ed. COPLACA Cooperativa Platanera de Canarias; Tenerife, España. pp. 1-30.
- Finlay, A.R., Lubin, C. y Brown, A.E. 1992. The banana stalk as a source of inoculum of fungal pathogens which cause crown rot. *Tropical Science*, 32, 343-352.
- Finlay, A.R. y Brown, A.E. 1993. The relative importance of *Colletotrichum musae* as a crown-rot pathogen on Windward Island bananas. *Plant Pathology*, 42, 67-74.
- Greene, G.L. y Goos, R.D. 1963. Fungi associated with crown rot of boxed bananas. *Phytopathology*, 53, 271-275.
- Hernández Hernández, J., Sala Mayato, L. y Gallo Llobet, L. 1988. *Crown rot* del plátano I. Patogenicidad de cepas y resistencia a productos. En: "Resúmenes III Congreso Nacional de Fitopatología". Ed. Sociedad Española de Fitopatología; Tenerife, España. pp. 256-261.
- Johanson, A. y Blázquez, B. 1992. Fungi associated with bananas crown root in field packed fruit from the Windward Islands and assessment of their sensitivity to the fungicides thiabendazole, prochloraz e imazalil. *Crop Protection*, 11, 79-83.
- Lassois, L., de Lapeyre de Bellaire, L. y Jijakli, M.H. 2008. Biological control of crown rot of bananas with *Pichia anomala* strain K and *Candida oleophila* strain O. *Biological Control*, 45, 410-418.
- Lassois, L., Jijakli, M.H., Chillet, M. y de Lapeyre de Bellaire, L. 2010a. Crown rot of bananas: Preharvest factors involved in postharvest disease development and integrated control methods. *Plant Disease*, 94(6), 648-658.
- Lassois, L., Bastiaanse, H., Chillet, M., Jullien, A., Jijakli, M.H. y de Lapeyre de Bellaire, L. 2010b. Hand position on the bunch and source-sink ratio influence the banana susceptibility to crown rot disease. *Annals of Applied Biology*, 156, 221-229.
- López-Cabrera, J.J. y Marrero-Domínguez, A. 1998. Use of hot water dips to control the incidence of banana crown-rot. *Acta Horticulturae*, 490, 563-569.
- Marrero-Domínguez, A., López-Cabrera, J.J. y Pomar-García, M. 1998. Effects of hot water treatments on postharvest quality and ethylene synthesis of bananas. *Acta Horticulturae*, 490, 529-535.
- Padrón, F. 2000. Estudio de la problemática del hundimiento del plátano en los tanques de lavado. Trabajo Fin de Carrera. Universidad de La Laguna; La Laguna, España.
- Perera, S. 2003. Evaluación de la eficacia de seis fungicidas sobre la podredumbre de corona *crown rot* del plátano. Trabajo Fin de Carrera. Universidad de La Laguna; La Laguna, España.
- Perera, S., Hernández, J. y Marrero, A. 2004. Evaluación de la eficacia de seis fungicidas sobre la pudrición de corona del plátano. En: "Pudrición de corona en el plátano canario". Ed. COPLACA Cooperativa Platanera de Canarias; Tenerife, España. pp. 31-41.
- Pesis, E., Copel, A., Ben-Arie, R., Feygenberg, O. y Aharoni, Y. 2001. Low-oxygen treatment for inhibition of decay and ripening in organic bananas. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(5), 648-652.
- Ranasinghe, L., Jayawardena, B. y Abeywickrama, K. 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cin-*

- namomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et L.M. Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. *Letters in Applied Microbiology*, 35, 208-211.
- Ranasinghe, L., Jayawardena, B. y Abeywickrama, K. 2005. An integrated strategy to control post-harvest decay of Embul banana by combining essential oils with modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 97-103.
- Reyes, M.E.Q., Nishijima, W. y Paull. R.E. 1998. Control of crown rot in Santa Catarina Prata and Williams banana with hot water treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 14, 71-75.
- Tripathi, P. y Dubey, N.K. 2004. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rooting of fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 235-245.
- Umaña, G. 2009. Estudio de la podredumbre de corona en postcosecha de plátano de producción convencional y ecológica en la región del Caribe de Costa Rica. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia; Valencia, España.
- USDA-FAS, United States Department of Agriculture-Foreign Agricultural Service. 2010. International Maximum Residue Limit Database. <http://www.mrlatabase.com>. Último acceso agosto 2010.
- Win, N.K.K., Jitareerat, P., Kanlayanarat, S. y Sangchote, S. 2007. Effects of cinnamon extract, chitosan coating, hot water treatment and their combinations on crown rot disease and quality of banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 45, 333-340.

Conclusiones de las jornadas

Las distintas ponencias presentadas durante estas Jornadas han permitido entre otros aspectos:

Primera sesión

- Actualizar el conocimiento sobre el estado actual del cultivo en las RUPs y la organización actual de los productores de las distintas regiones productoras de plátano dentro de la U.E.

Segunda sesión

- Destacar la importancia y la necesidad de la unión de los productores de las RUPs, tanto a nivel productivo como comercial, defendiendo un producto diferenciado que represente a cada región en el mercado

Tercera sesión

- Poner en valor la materia orgánica y los microorganismos del suelo, como base de un cultivo equilibrado.
- Destacar el interés en valorizar los residuos y subproductos de la platanera mediante su empleo en la alimentación animal, como fuente de materia orgánica para los cultivos y/o a través de su industrialización.
- Analizar la situación del cultivo ecológico en Canarias y Madeira
- Destacar la importancia del manejo de la maduración artificial.
- Subrayar la importancia de la dinamización institucional y social para el suministro de materia orgánica de origen local.
- Conocer la situación de la comercialización de productos alternativos para la fertilización y la protección de los cultivos en Europa.

Cuarta sesión

- Analizar de forma pormenorizada las principales plagas que afectan a los cultivos de platanera y las medidas alternativas de control.
- Conocer tratamientos alternativos a la utilización de fungicidas en la postcosecha del plátano.

Quinta sesión

- Revisar distintas normativas, nacionales y europeas, que afectan a la producción de plátanos en las RUPs, la nueva reglamentación sobre productos fitosanitarios y la Política de Condicionalidad.
- Conocer las distintas certificaciones a las que pueden optar los productores que permiten diferenciar y añadir valor a la fruta comercializada.

Asimismo se puso de manifiesto a lo largo de las distintas sesiones la importancia y necesidad de un apoyo decidido a la I+D+i, con la implicación de productores, técnicos e investigadores en las distintas RUPs, que facilite la ejecución de proyectos y transferencia de resultados a todos los productores europeos de plátanos.

Agradecimientos

El Grupo de Trabajo del proyecto BIOMUSA, constituido por los representantes técnicos de los distintos socios participantes, una vez concluidas las citadas Jornadas, celebradas entre el 18 y el 20 de octubre del 2010, en las instalaciones del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) en Valle Guerra, La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, desean transmitir a todos los ponentes, moderadores, coordinadores de sesiones y participantes a las mismas (150 participantes), nuestra gratitud por contribuir a cumplir los objetivos que nos habíamos marcado con estas Jornadas.

Grupo de Trabajo del proyecto BIOMUSA
Valle Guerra a 20 de octubre de 2010

