

Alternativas de control de los principales problemas fitosanitarios del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en la comunidad La Plazuela, Municipio de Irupana, Provincia Sud Yungas, Departamento de La Paz

Evelyn Villanueva Gutiérrez¹, Sergio Ávila Calero², Sergio Moreira Ascarrunz^{3*}

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Calle Landaeta No. 1850, La Paz, Bolivia

² Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Calle 27 Cota Cota S/N, La Paz, Bolivia

³ Centro de Investigación y Control Biológico de Plagas, Instituto de Investigaciones Fármaco - Bioquímicas, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés, Av. Saavedra No. 2224, La Paz Bolivia

*e-mail: sermoreira@yahoo.com. Dirección actual: Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Calle Batallón Colorados No. 24, Edificio El Cóndor, Piso 16, La Paz, Bolivia

Resumen

En el presente estudio se evaluó efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de la Mosca de la Fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied.). Se observó efecto supresor de una de las muestras de suelo utilizadas, aunque a partir de los datos no se puede afirmar conclusivamente que este efecto se deba a causas biológicas (comunidades microbianas supresoras). Adicionalmente, se evaluó efecto de tratamientos post-cosecha sobre la calidad de frutos de mango afectados por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Anastrepha fraterculus* Wied. Se confirmó la efectividad cercana al 100% del tratamiento térmico por inmersión en agua a 46°C por 60 minutos para control de *A. fraterculus*. El mismo tratamiento ralentizó la pérdida de calidad de los frutos cosechados debida a *C. gloeosporioides*. Finalmente, se determinó que el tratamiento de empaquetamiento para modificación de atmósfera (MAP) con plástico de 200 µm de espesor tiene potencial para controlar la misma enfermedad sin afectar negativamente la calidad de los frutos.

Palabras clave: *Anastrepha fraterculus*, *Colletotrichum gloeosporioides*, comunidades microbianas supresoras, tratamiento post-cosecha

Abstract

The present study evaluated the effect of soil inhabiting suppressive microbial populations on survival of Fruit Fly (*Anastrepha fraterculus* Wied.). A suppressive effect was observed with one of the soil samples used, although from the data it is not possible to conclusively assert that the effect is due to biological causes (suppressive microbial communities). Additionally, the effect of post-harvest treatments on the quality of mango fruits affected with *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. and *Anastrepha fraterculus* Wied. was evaluated. The effectiveness close to 100% of thermal treatment by immersion in water at 46°C for 60 minutes was confirmed for the control of *A. fraterculus*. The same treatment slowed down the loss of quality of the harvested fruits due to *C. gloeosporioides*. Finally, it was determined that the modified atmosphere packing (MAP) treatment with a 200-µm thickness plastic has potential to control the same disease without negatively affecting the quality of the fruits.

Keywords: *Anastrepha fraterculus*, *Colletotrichum gloeosporioides*, suppressive microbial communities, post-harvest treatment

Introducción

Los municipios de la zona sud-occidental de los Yungas de La Paz (Coroico, Coripata, Yanacachi, Chulumani e Irupana) constituyen la zona tradicional de cultivo de coca además de ser la zona con mayor cantidad de cultivos de coca en La Paz (Barrientos, 2010).

En lo que se refiere a rubros agropecuarios alternativos a la coca, el Municipio de Irupana ha priorizado, dentro de su eje de Desarrollo Económico Municipal, la producción de café, amaranto, mango y miel (GAMI, 2010; Antezana, 2012).

La comunidad La Plazuela se caracteriza por una gran producción de mango, la cual se ve afectada por una diversidad de problemas fitosanitarios (Barrientos et al., 2014) para los cuales no se han probado alternativas de control o manejo. El presente estudio tuvo el objetivo de evaluar preliminarmente el efecto de dos enfoques de control o manejo de los principales problemas fitosanitarios del cultivo.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en la comunidad La Plazuela del Municipio de Irupana, Prov. Sud Yungas del Depto. de La Paz, localizada a un altitud de 1200 m y a 16°31'37"S y

67°24'17"O.

Para proponer alternativas de control para los problemas fitosanitarios más importantes de la zona, se decidió priorizar a la *Antracnosis* (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.) y a la Mosca de la Fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied.). Esta decisión se justifica por la importancia atribuida a estos dos problemas por parte de los agricultores y su efecto en el mango, que también es considerado el cultivo más importante. (Barrientos et al., 2014).

La investigación utilizó dos enfoques: a) Considerando que la mosca atraviesa su etapa de pupa dentro del suelo, se investigó la posibilidad de utilizar poblaciones microbianas supresoras presentes naturalmente en suelos de la zona. b) Se investigó la utilización de tratamientos post-cosecha como alternativas de manejo de estos problemas.

Evaluación del efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de la Mosca de la Fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied.)

Se obtuvieron muestras de tres tipos diferentes de suelo, tanto en su distribución geográfica como en sus características discriminantes. Las características de los suelos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Denominación, características discriminantes y proveniencia de los suelos utilizados en el experimento de evaluación del efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de *Anastrepha fraterculus* Wied.

Denominación de Suelo	Característica discriminante	Proveniencia
Orgánico	Alto contenido de materia orgánica	Planicie sur de La Plazuela
Pedregoso	Alto contenido de material mineral de más de 2 mm de diámetro (grava)	Pendiente Suroeste de La Plazuela
Salino	Afloraciones salinas	Comunidad Pola al Noreste de La Plazuela

Las tres muestras de suelo se tamizaron por separado en un tamiz de 2 mm y se dispusieron en frascos de vidrio (5 repeticiones) con los tres tipos de suelo y tres tratamientos: Suelo natural, suelo pasteurizado por 30 min a 60°C y una mezcla de 9 partes de suelo pasteurizado más 1 parte de suelo natural.

Una vez enfriados los suelos pasteurizados, se igualó el contenido de humedad de los suelos y se introdujeron 10 larvas de *A. fraterculus*, obtenidas a partir de frutos de mango infestados, en cada frasco de vidrio (unidad experimental) y se dispuso una cobertura de piezas de mango no infestado sobre la superficie del suelo. Las piezas de mango se renovaron regularmente cuando ya estaban secas y no podían proveer alimento a las larvas, teniendo cuidado de reponer las larvas que se encontraban. Al mismo tiempo se repuso la humedad perdida por los suelos regularmente con agua destilada.

Se enumeraron las pupas formadas a los 10 y 18 días de comenzado el experimento, así como los adultos eclosionados a los 18 días. Con estos datos se determinaron el porcentaje de formación de pupas y el porcentaje de eclosión de adultos.

Paralelamente, se realizó el aislamiento de biocontroladores en Agar Nutritivo (AN) a partir de larvas de *A. fraterculus*. Se realizó una descripción morfológica y de algunos marcadores fisiológicos (pruebas de KOH y de catalasa) en dichos aislamientos para posteriormente almacenarlos a -20°C en glicerol al 25%.

Evaluación del efecto de tratamientos post-cosecha sobre la calidad de frutos de mango afectados por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Anastrepha fraterculus* Wied.

El presente trabajo se centró en tratamientos térmicos post-cosecha y tratamientos de empaquetamiento para la modificación de atmósfera. Dentro de estas actividades se llevaron a cabo cinco experimentos.

Experimento 1. Con el objetivo de probar la efectividad del tratamiento térmico post cosecha por inmersión sobre *A. fraterculus* en mango, se sometieron a tratamiento térmico (46°C/60 min) 4 frutos de mango con un peso promedio de 85.44 g (\pm 20,34 g). Los frutos presentaban signos de daño debido a *A. fraterculus*. Como grupo control se utilizaron 4 frutos de mango con un peso promedio de 125.80 g (\pm 20.34 g) sin signos aparentes de daño debidos a *A. fraterculus*, los cuales se sumergieron en agua a temperatura ambiente (23°C/60 min). Una vez finalizado el tratamiento se extrajeron las larvas presentes en los frutos de mango y se introdujeron en frascos con arena para inducir a la pupación. Se evaluó el porcentaje de pupación y de mortalidad de larvas debidos al tratamiento térmico.

Experimento 2. Con el objetivo de determinar el efecto del tratamiento térmico post cosecha por inmersión sobre la calidad de los frutos de mango, se sometieron a tratamiento térmico (46°C/60 min) 6 frutos de mango a los **4 días post cosecha**. El peso promedio de los frutos antes de ser tratados fue de 154.83 g (\pm 42.25 g). El grupo control constó de 5 frutos con un peso promedio de 166.80 g (\pm 75.81 g). Posteriormente se evaluó la disminución de porcentaje de peso fresco de los frutos y la calidad visual de los mismos a los 15 días post-tratamiento (DPT). Finalmente se estimó el porcentaje de área exterior del fruto no dañada empleando análisis de imágenes con el software de acceso libre ImageJ (<http://imagej.nih.gov/ij/>).

Experimento 3. Con el objetivo de hacer un seguimiento más detallado al efecto del tratamiento térmico post cosecha por inmersión sobre la calidad de los frutos de mango se sometieron a tratamiento térmico 11 frutos de mango recién cosechados con un peso promedio de 201.84 g (\pm 92.47 g) y se utilizó como control un grupo de 11 frutos de mango recién cosechados con un peso promedio de 173.62 g (\pm 25.66 g). Se evaluó la disminución de peso fresco y calidad visual post tratamiento.

Experimento 4. Se recolectaron 11 frutos de mango con un peso promedio de 160.27 g y se sometieron 6 de estos frutos a tratamiento térmico por inmersión en agua a 45°C por 65 min. Los otros 5 frutos se sumergieron en agua a temperatura ambiente por el mismo período de tiempo como control. Se evaluó la pérdida

de peso fresco durante 15 días post-tratamiento (DPT).

Experimento 5. Se recolectaron 145 frutos en madurez comercial y se los trasladó al laboratorio para someterlos a los siguientes tratamientos post-cosecha que involucran la técnica de empaquetamiento para modificación de atmosfera o MAP (Figura 1):

1. MAP con plástico de 200 μ m de espesor + formol por 24 horas
2. MAP con plástico de 70 μ m de espesor + formol por 24 horas
3. MAP con plástico de 200 μ m de espesor por 24 horas
4. MAP con plástico de 70 μ m de espesor por 24 horas
5. Control negativo (ningún tratamiento)

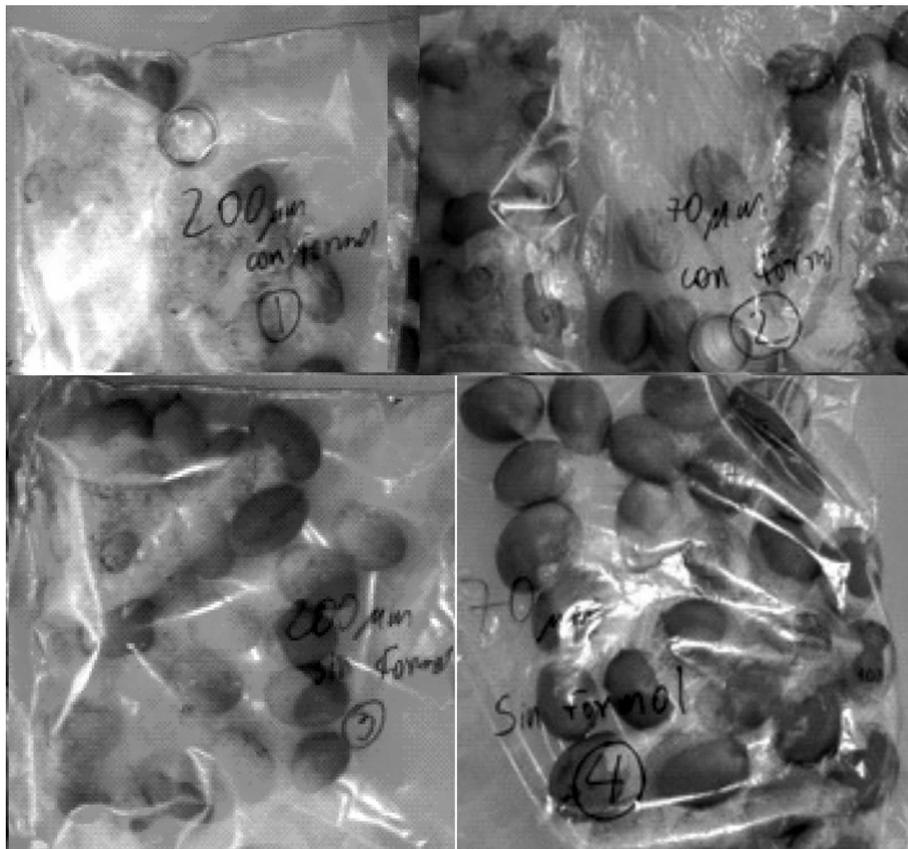


Figura 1. Tratamiento post-cosecha mediante empaquetamiento para modificación de atmosfera.

Se asignaron aleatoriamente los frutos a cada tratamiento y se evaluó periódicamente la pérdida de peso fresco, la pérdida de firmeza de la pulpa y el incremento en contenido de azúcar. La pérdida de peso fresco se evaluó en términos de porcentaje del peso inicial mediante una balanza digital. La pérdida de firmeza de la pulpa se realizó mediante un penetrómetro modelo FT-327 (Facchini,

Alfonsine, Italia). El contenido de azúcar se evaluó mediante un refractómetro modelo HI-96811 (Hanna Instruments, RI, USA).

Resultados

*Evaluación del efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de la Mosca de la Fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied.)*

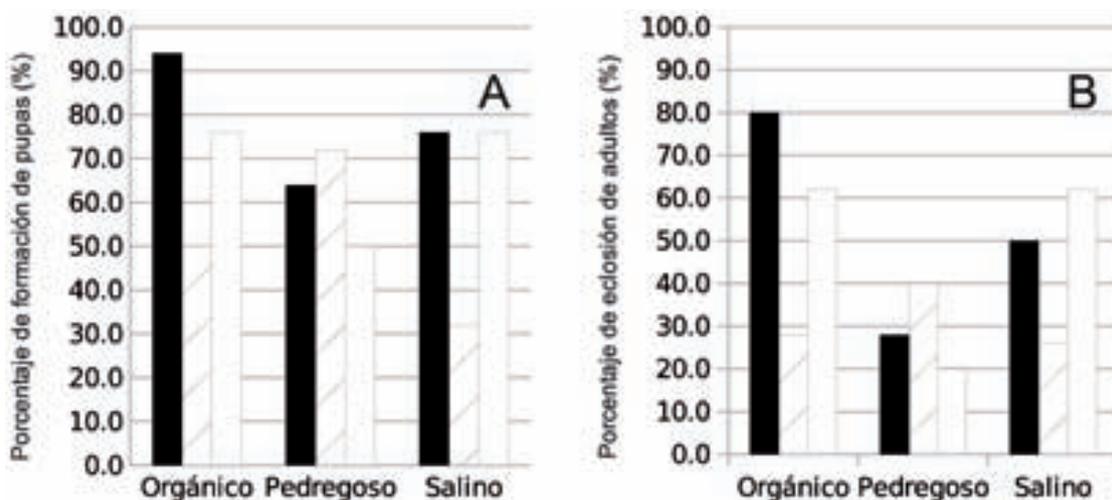


Figura 2. (A) Actividad supresora de tres tipos diferentes de suelos en estado natural (negro), pasteurizado (blanco) o una mezcla de ambos a razón de 1:9 (patrón rayado) sobre la formación de pupas de *A. fraterculus*. (B) Actividad supresora de tres tipos diferentes de suelos en estado natural (negro), pasteurizado (blanco) o una mezcla de ambos a razón de 1:9 (patrón rayado) sobre la emergencia de adultos de *A. fraterculus*

La Figura 2A muestra la actividad supresora de los tres diferentes tipos de suelo sobre la formación de pupas de *A. fraterculus*. El suelo “orgánico” sin pasteurizar permitió la formación de 94.0% de pupas, frente a 76.0% del suelo “salino” y 65% del suelo “pedregoso”. El proceso de pasteurizado redujo la formación de pupas tanto en el suelo “orgánico” (76.0 %) como en el suelo “pedregoso” (50.0 %).

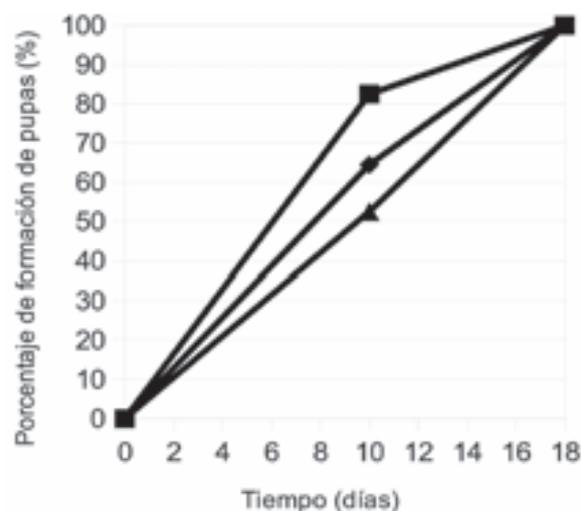


Figura 3. Tasa de formación de pupas en suelo “orgánico” (cuadrados), suelo “salino” (diamantes) y suelo “pedregoso” (triángulos) en su estado natural durante 18 días.

En lo que respecta a la tasa de formación de pupas en las muestras sin pasteurizar de los suelos muestreados (Figura 3), se puede observar que también existe un efecto de ralentización de la formación de pupas en el suelo “pedregoso”, respecto a los otros dos

tipos de suelo.

Como resultado preliminar, se presentan en el Cuadro 2, las características de los aislamientos bacterianos obtenidos a partir de larvas de *A. fraterculus*.

Cuadro 2. Características de los aislamientos obtenidos a partir de larvas de *A. fraterculus*.

Cepa	Morfología colonia	Margen colonia	Elevación colonia	KOH	Catalasa	Morfología celular
M1C1	Circular	Entero	Plana	-	+	Bacilos
M5C1	Irregular	Ondulado	Plana	+	+	Bacilos
M6C1	Irregular	Ondulado	Plana	-	+	-a
M7C1	Circular	Entero	Plana	-	+	-

^a Células con apariencia de levaduras.

Evaluación del efecto de tratamientos post-cosecha sobre la calidad de frutos de mango afectados por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Anastrepha fraterculus* Wied.

Experimento 1. El tratamiento térmico (46°C/60 min) causó una mortalidad de 100% en las larvas encontradas (0% de pupación). Los frutos del grupo control efectivamente no presentaron larvas por lo que no se evaluó mortalidad ni porcentaje de pupación.

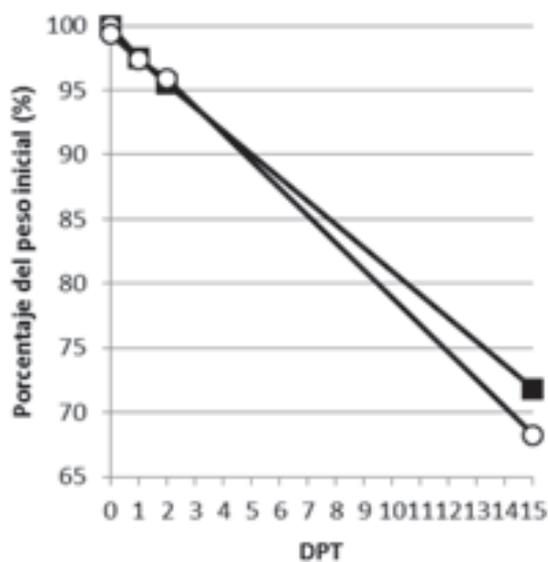


Figura 4. Evolución del peso fresco de frutos de mango sumergidos en agua a 46°C por 60 minutos (cuadrados negros) y frutos de mango sumergidos en agua a temperatura ambiente por 60 minutos (círculos blancos). La evaluación se realizó durante 15 días post tratamiento (DPT).

Experimento 2. El grupo de frutos sometidos a tratamiento térmico alcanzó aprox. 72% de su peso original a los 15 DPT, mientras que el grupo control alcanzó aprox. 68% de su peso original (Figura 4). La mayor pérdida de peso del grupo control se inició aprox. a los 7 DPT. La calidad visual a los 15 DPT fue evaluada subjetivamente por un panel de personas que no conocían la procedencia o el tratamiento al que los frutos habían sido sometidos. Según el

100% de los participantes la calidad visual fue superior para los frutos tratados que para los frutos del grupo control (Figura 5A). Adicionalmente, estos resultados se corroboraron mediante la estimación del área no dañada de los frutos. Los frutos tratados presentaron el 23.64% del área externa no dañada, mientras que los frutos no tratados presentaron solamente el 12.73% del área exterior no dañada (Figura 5B).

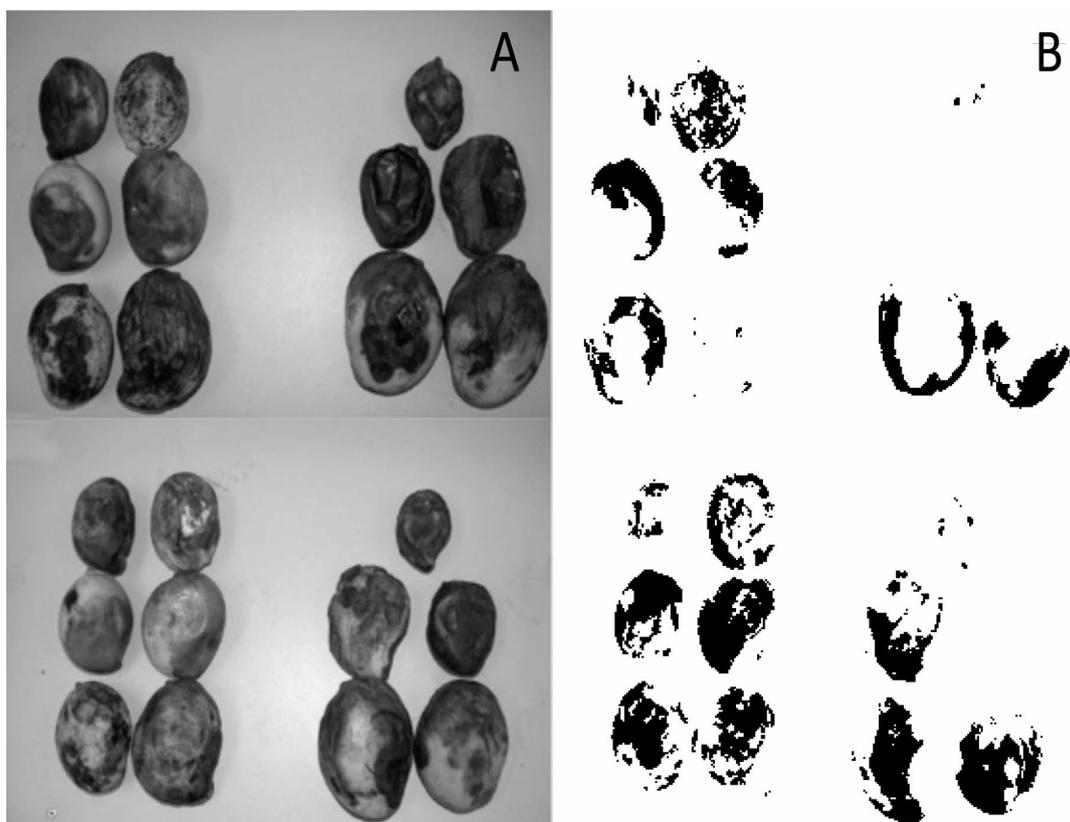


Figura 5. (A) Calidad visual a los 15 DPT de frutos de mango tratados a 46°C por 60 min (izquierda) y de frutos de mango tratados a temperatura ambiente por 60 min (derecha). (B) Superficie no dañada (color negro) obtenida mediante análisis de imágenes de los frutos de mango tratados a 46°C por 60 min (izquierda) y de frutos de mango tratados a temperatura ambiente por 60 min (derecha).

Experimento 3. La Figura 6 muestra la disminución del peso fresco de los frutos de mango sometidos a tratamiento térmico post-cosecha y de los frutos de mango del grupo control. En éste experimento la disminución del peso fresco a los 7 DPT fue mayor en los frutos de mango sometidos a tratamiento, alcanzando aprox. 87% de su peso inicial, mientras que los frutos del grupo control alcanzaron aprox. 91% de su peso inicial. Sin embargo, en lo que respecta a calidad visual (Figura 7A), se confirmó que la calidad visual de los frutos de mango tratados fue superior a la de los frutos de mango del grupo control, tal como se puede observar en la Figura 7. El área no dañada a los 6 DPT de los frutos de mango sometidos a tratamiento fue de 74.05%, mientras que el área no dañada de los frutos del grupo control fue solamente de 69.84% (Figura 7B).

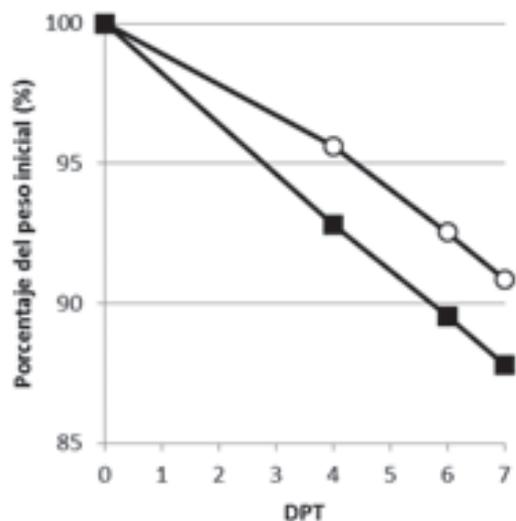


Figura 6. Evolución del peso fresco de frutos de mango sumergidos en agua a 46°C por 60 min (cuadrados negros) y frutos de mango sumergidos en agua a temperatura ambiente por 60 min (círculos blancos). La evaluación se realizó durante 7 días post tratamiento (DPT).

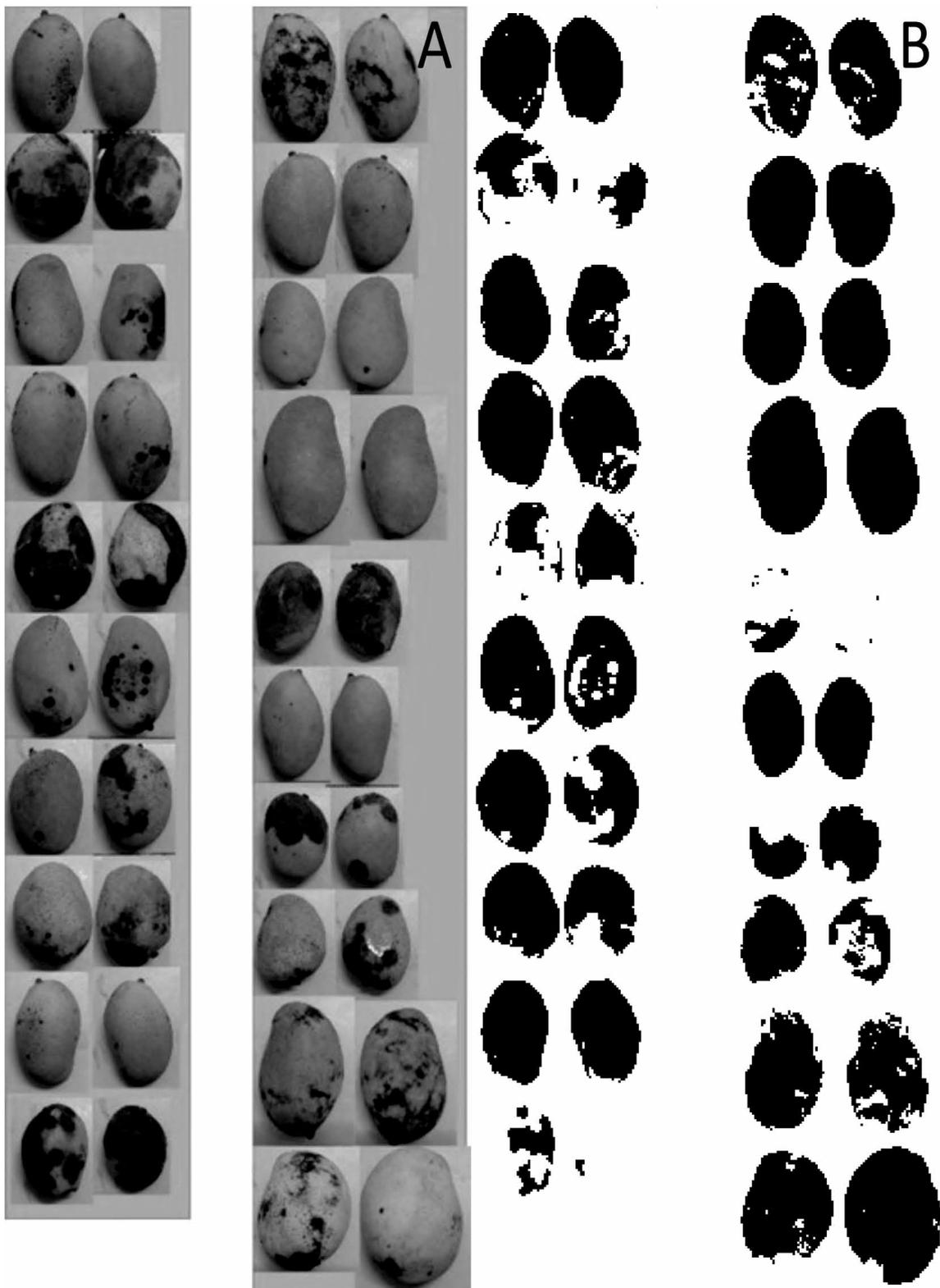


Figura 7. (A) Calidad visual (6 DPT) de frutos de mango tratados a 46°C por 60 min (derecha) y de frutos de mango tratados a temperatura ambiente por 60 min (izquierda). (B) Superficie no dañada (color negro) obtenida mediante análisis de imágenes de los frutos de mango tratados a 46°C por 60 min (derecha) y de frutos de mango tratados a temperatura ambiente por 60 min (izquierda).

Experimento 4. Los resultados de este experimento se muestran en la Figura 8. El tratamiento térmico permitió reducir la tasa de pérdida de peso fresco, ya que los frutos tratados llegaron al 72% del peso inicial, mientras que los del tratamiento control llegaron al 63%. La mayor tasa de pérdida de peso fresco de los frutos no tratados se comenzó a observar a los 3 DPT.

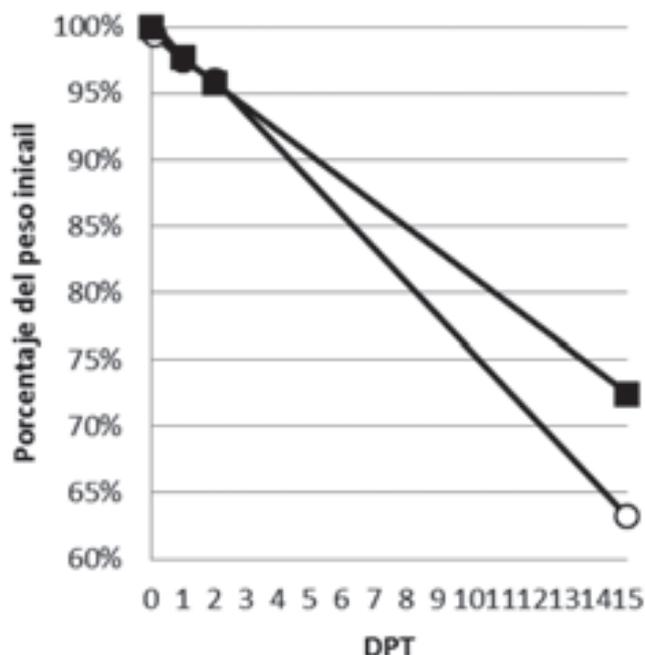


Figura 8. Evolución del peso fresco de frutos de mango sumergidos en agua a 45°C por 65 min (cuadrados negros) y frutos de mango sumergidos en agua a temperatura ambiente por 65 min (círculos blancos). La evaluación se realizó durante 16 días post tratamiento (DPT).

Experimento 5. El efecto de los tratamientos sobre la evolución del peso fresco post-tratamiento se puede observar en la Figura 9. Los frutos del grupo control alcanzaron aprox. el 88% del peso inicial a los 8 DPT. Por otro lado, los dos tratamientos de MAP que emplearon plástico de 200 μm de espesor alcanzaron porcentajes mayores de entre 90% y 92% a los 8 DPT. Aparentemente, el tratamiento de MAP con plástico de 70 μm de espesor aceleró la tasa de pérdida de peso de peso fresco en relación al tratamiento control, alcanzando aprox. 71% del peso fresco inicial a los 8 DPT. Los otros tratamientos de MAP resultaron en pesos frescos superiores a los del control a los 8 DPT, siendo el tratamiento de MAP con plástico de 200 μm de espesor el que presentó menor pérdida de peso fresco (91.76%) a los 8 DPT.

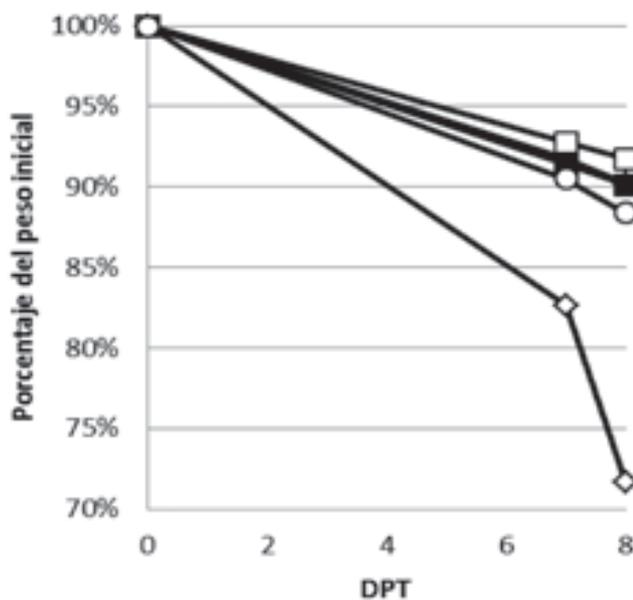


Figura 9. Evolución del peso fresco de frutos de mango empacados con plástico de 200 μm en presencia de formol al 40% (cuadrados negros), empacados con plástico de 70 μm en presencia de formol al 40% (diamantes negros), empacados con plástico de 200 μm (cuadrados blancos), empacados con plástico de 70 μm (diamantes blancos), y no tratados (círculos blancos).

En cuanto a la pérdida de firmeza de la pulpa, los resultados se muestran en la Figura 10. El tratamiento de MAP con plástico de 200 μm de espesor resultó en una pérdida más lenta de firmeza de la pulpa que alcanzó aprox. 6 Kg a los 6 DPT, acelerándose posteriormente hasta alcanzar niveles no detectables de firmeza a los 8 DPT. Los frutos del tratamiento control alcanzaron una firmeza de aprox. 1.20 Kg entre los 6 y 8 DPT. El único tratamiento que resultó en firmeza de pulpa mayor o igual que los frutos del tratamiento control fue el tratamiento de MAP con plástico de 70 μm de espesor (2.50 Kg a los 6 DPT y 1.25 Kg a los 8 DPT). Cabe destacar que los tratamientos que incluyeron la presencia de formol además de MAP resultaron en firmeza de pulpa inferior a la del tratamiento control.

Los resultados que se refieren a la evolución del contenido sólidos solubles en los frutos tratados se muestran en la Figura 11. Los frutos del tratamiento control alcanzaron aprox. 17°Brix a los 6 DPT, mientras que el tratamiento de MAP con plástico de 200 μm de espesor alcanzó 14.5°Brix a los 6 DPT y 15.2°Brix a los 8 DPT. En general los frutos del tratamiento control presentaron niveles sólidos solubles superiores a los de los frutos de los otros tratamientos durante todo el experimento.

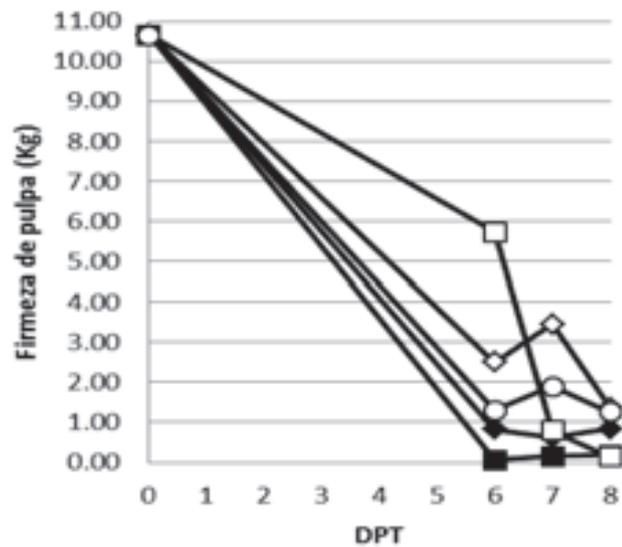


Figura 10. Evolución de la firmeza de pulpa de frutos de mango empaquetados con plástico de 200 μm en presencia de formol al 40% (cuadrados negros), empaquetados con plástico de 70 μm en presencia de formol al 40% (diamantes negros), empaquetados con plástico de 200 μm (cuadrados blancos), empaquetados con plástico de 70 μm (diamantes blancos), y no tratados (círculos blancos).

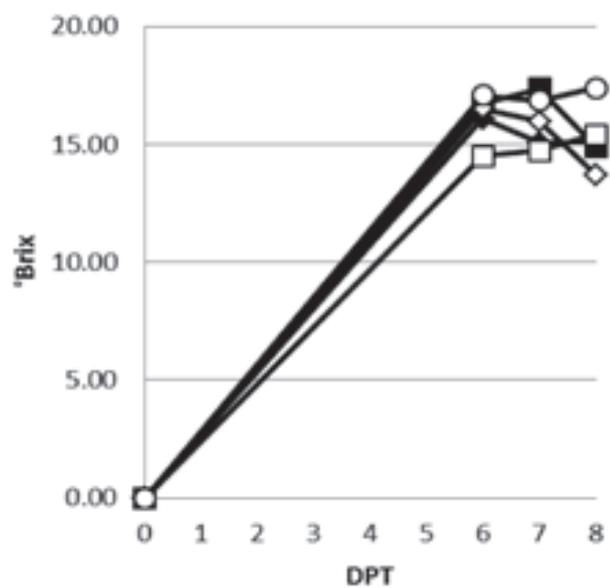


Figura 11. Evolución del contenido sólidos solubles, medidos en grados Brix, de frutos de mango empaquetados con plástico de 200 μm de espesor en presencia de formol al 40% (cuadrados negros), empaquetados con plástico de 70 μm de espesor en presencia de formol al 40% (diamantes negros), empaquetados con plástico de 200 μm de espesor (cuadrados blancos), empaquetados con plástico de 70 μm de espesor (diamantes blancos), y no tratados (círculos blancos).

En lo que se refiere a la calidad visual de los frutos, el efecto del formol fue claramente deletéreo, ya que las lenticelas y en general la piel de los frutos tratados con formol se oscureció mucho más rápidamente, como se muestra en la Figura 12.



Figura 12. Calidad visual de mangos tratados mediante MAP (arriba) y MAP combinado con formol (abajo).

Discusión

A partir de los resultados del experimento de evaluación del efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de *A. fraterculus*, es aparente que el suelo “pedregoso” de la pendiente suroeste de la comunidad La Plazuela ejerció algún efecto supresor sobre la formación de pupas, aunque a partir de los datos no se puede afirmar conclusivamente que este efecto se deba a causas biológicas (comunidades microbianas supresoras). La Figura 2B muestra el efecto

supresor de los suelos sobre la emergencia de adultos de *A. fraterculus* y en este caso también se puede observar un efecto supresor del suelo “pedregoso”.

En cuanto a la interacción de la microflora de los suelos estudiados y la mosca de la fruta, los resultados de ambos experimentos sugieren un sinergismo entre algunos microorganismos presentes en el suelo de la planicie sur de la comunidad La Plazuela (suelo “orgánico”), los cuales al ser eliminados del suelo por la pasteurización, inciden en una menor formación de pupas (Figura 2A) y emergencia de adultos (Figura 2B).

En nuestro conocimiento, este es el primer intento de proponer una alternativa de control de una especie de Mosca de la Fruta utilizando poblaciones microbianas del suelo. En base a estos resultados preliminares se concluyó que existe la necesidad de replicar dicho experimento y al mismo intentar aislar de los mismos suelos bacterias entomopatógenas, para realizar bioensayos sobre una cría establecida de *A. fraterculus*. Se debe notar que se obtuvo 1 cepa (MIC1) con potencial de biocontrolador ya que se trata de células bacilares Gram positivas (de acuerdo al resultado de la prueba de KOH).

En lo que se refiere a la evaluación del efecto de tratamientos post-cosecha sobre la calidad de frutos de mango afectados por *C. gloeosporioides* y *A. fraterculus*, pese al bajo número de muestras, estos resultados confirmaron la efectividad cercana al 100% del tratamiento térmico recomendado, tal como se ha reportado anteriormente (Jacobi *et al.*, 2001; Lurie, 1998; Verghese *et al.*, 2006). Este tipo de tratamiento plantea una alternativa seria para los productores de mango, principalmente debido a que se viene implementando un centro de acopio en la comunidad que podría alojar un sistema de tratamiento térmico por inmersión.

Estos resultados sugieren que el tratamiento térmico post-cosecha retarda la pérdida de peso fresco, lo que es un reflejo de la senescencia de los frutos, expresada en muerte y destrucción celular y la consecuente pérdida de fluidos celulares (Jacobi *et al.*, 2001; Lurie, 1998). Dicha senescencia puede inclusive verse exacerbada por la presencia de *C. gloeosporioides*. Si este fuera el caso, el tratamiento térmico también sería efectivo para el control post-cosecha del patógeno.

Con respecto a los tratamientos con empaquetamiento para modificación de atmósfera (MAP) se han publicado muchos trabajos sobre el efecto de este tratamiento sobre la calidad de variedades de mango (Kader y Rolle, 2004; Ramayya *et al.*, 2012). En el presente estudio, se evaluó preliminarmente el efecto del tratamiento sobre varios parámetros de calidad (pérdida de peso fresco, firmeza, contenido de sólidos solubles y calidad visual). El razonamiento detrás de este experimento consideró que la mayoría de los frutos cosechados en la comunidad La Plazuela presentan síntomas de Antracnosis, que pueden ser controlados mediante MAP. Se probó la eficacia plásticos de diferente espesor y el efecto desinfectante del formol. Preliminarmente se pudo concluir que el tratamiento más efectivo en controlar los síntomas de Antracnosis fue el realizado sin presencia de formol con plástico de 200 μm de espesor. A partir de estos resultados se deberá evaluar el efecto sobre la supervivencia de *A. fraterculus*.

Referencias Citadas

Antezana, R. 2012. Diagnóstico Institucional Municipio de Irupana. PAPS. La Paz, Bolivia.

Barrientos, R. 2010. Programa de Desarrollo Económico Productivo de los Yungas de

La Paz. PAPS-VCDI-FONADAL. La Paz, Bolivia.

Barrientos, V., Ávila, S., Bedregal, K., Moreira, S. 2014. Principales cultivos y principales problemas fitosanitarios según los agricultores de la comunidad La Plazuela, Municipio de Irupana, Provincia Sud Yungas, Departamento de La Paz. InfoINIAF (En prensa).

GAMI. 2010. Plan de Desarrollo Municipal Irupana 2005-2010. Tech. rep., Gobierno Autónomo Municipal de Irupana, Irupana, Bolivia.

Jacobi, K., MacRae, E., Hetherington, S. 2001. Postharvest heat disinfection treatments of mango fruit. *Scientia Horticulturae* 89:171-193.

Kader, A., Rolle, R. 2004. The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. FAO. Roma, Italia.

Kumah, P., F. Appiah, and J. K. Opoku. 2011. Effect of hot water treatment on quality and shelf-life of Keitt mango. *Agriculture and Biology Journal of North America* 2:806 – 817.

Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology* 14:257-269.

Peña, J. E., M. Aluja, and M. Wysoki. 2009. Pests. In R. E. Litz (ed.), *The Mango: Botany, Production and Uses*, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 317–366.

Ploetz, R. C. and S. Freeman. 2009. Foliar, floral and soilborne diseases. In R. E. Litz (ed.), *The Mango: Botany, Production and Uses*, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 231–302.

- PNUD. 2008. La otra frontera: usos alternativos de recursos naturales en Bolivia. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. La Paz, Bolivia.
- Prusky, D., I. Kobilier, I. Miyara, and N. Alkan. 2009. Fruit Diseases. In R. E. Litz (ed.), *The Mango: Botany, Production and Uses*, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 210–230.
- Ramayya, N., Niranjana, K., Duncan, E. 2012. Effects of modified atmosphere packaging on quality of 'Alphonso' Mangoes. *Journal of Food Science and Technology*. 49(6):721-728.
- Verghese, A., Sreedevi, K., Nagaraju, D. 2006. Pre and post harvest IPM for the mango fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). *Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance*. Salvador, Brazil. 179-182.