



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

**DESARROLLO DE LA MICROFLORA NATIVA EN UVILLA
(*Physalis peruviana*), MORA (*Rubus glaucus*) Y NARANJILLA
(*Solanum quitoense*) TRATADOS CON 1-
METILCICLOPROPENO (1-MCP)**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO DE ALIMENTOS**

XAVIER ALEJANDRO VELÁSQUEZ IRAZÁBAL

DIRECTORA: BIOQ. MARÍA JOSÉ ANDRADE CUVI

Quito, Marzo, 2017

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2017
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1717821795
APELLIDO Y NOMBRES:	Xavier Alejandro Velásquez Irazábal
DIRECCIÓN:	Av. General Rumiñahui N2-47 Amaguaña
EMAIL:	Irazabal91x@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	3821396
TELÉFONO MOVIL:	0987309675

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Desarrollo de la microflora nativa en uvilla (<i>Physalis peruviana</i>), mora (<i>Rubus glaucus</i>) y naranjilla (<i>Solanum quitoense</i>) tratados con 1-metilciclopropeno (1-MCP).
AUTOR O AUTORES:	Xavier Alejandro Velásquez Irazábal
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Bioquímica María José Andrade Cuvi
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO DE ALIMENTOS
RESUMEN:	<p>El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre el desarrollo de la microflora nativa de uvilla, mora de castilla sin espinas y naranjilla. Frutos seleccionados por ausencia de defectos fueron colocados en cámaras herméticas y se expusieron al 1-MCP bajo las siguientes condiciones: 1 µL (12 h) mora y uvilla; 0.5 µL (12 h) naranjilla. Posteriormente se almacenaron en refrigeración durante 20, 21 y 35 días para mora, naranjilla y uvilla, respectivamente. Frutos control (sin tratamiento) se almacenaron directamente en refrigeración durante el mismo tiempo. Periódicamente se realizó por la técnica de vertido el recuento de aerobios mesófilos totales (RT) y psicrótrofos, usando agar nutritivo y el recuento de mohos y levaduras (M+L) se realizó en agar dextrosa Sabouraud con cloranfenicol. En la mora el 1-MCP produjo una reducción de la población de RT respecto a los frutos control durante 15 días de almacenamiento. En cuanto a la población de M+L, ésta disminuyó luego de aplicado el tratamiento y la diferencia se mantuvo a lo largo del</p>

	<p>almacenamiento; la población de psicrótrofos se vio reducida en una unidad logarítmica debido al tratamiento y esta diferencia se mantuvo entre los días 10 y 20 de almacenamiento. En los frutos de uvilla tratados se presentó menor población de RT y de psicrótrofos, M+L presentaron un comportamiento similar a los frutos controles presentando crecimiento a partir del día 14. En la naranjilla se produjo la disminución de una unidad logarítmica de la población de M+L y durante el almacenamiento retrasó su desarrollo. En cuanto a la población de RT, únicamente a tiempos largos de almacenamiento los frutos tratados presentaron menor población que los frutos control. La variabilidad de los resultados indica que el efecto del 1-MCP ante el desarrollo de la microflora nativa depende del tipo de fruto y la acción del mismo es distinta en los microorganismos que se desarrollan a lo largo del almacenamiento. Por lo tanto, este compuesto no tiene un efecto positivo determinante en la disminución del desarrollo de la microflora nativa de los frutos analizados.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Uvilla, naranjilla, mora de castilla sin espinas, 1-MCP, microflora, etileno, mesófilos, mohos, levaduras, psicrótrofos</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The aim of the present study was to evaluate the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the development of native microflora of the uvilla, Castilla thornless blackberry and naranjilla. Fruits free of damage were selected and placed in hermetic containers and exposed to 1-MCP under the following conditions: 1 μL (12 h) blackberry and uvilla; 0.5 μL (12 h) naranjilla. Subsequently they were stored in refrigeration for 20, 21 and 35 days for blackberry, naranjilla and uvilla, respectively. Control fruits (without treatment) were directly stored in refrigeration during the same time. Periodically was determined the count of total mesophilic aerobes (RT) and psychrotrophic, was inoculated with pour plate method using nutritive agar; and the count of molds and yeasts (M+L) was on Sabouraud dextrose agar with chloramphenicol. Blackberries with 1-MCP treatment showed a reduction of the RT population, in relation to the control fruits during 15 days of storage. Just after</p>

KEYWORDS	<p>treatment M+L population decreased, and the difference was maintained during storage; the psychotrophs population was reduced in a logarithmic unit, due to treatment and this difference was maintained between days 10 and 20 of storage. Uvillas treated showed lower RT and psychotrophic populations, M+L presented a similar behavior to the control fruits with a growth from day 14. In naranjilla fruits, a logarithmic unit of the M+L population decreased, and during storage delayed its development. Regarding the RT population, treated fruits showed lower population than the control fruits, only with long storage times. Variability of the results suggests that the effect of 1-MCP on development of native microflora depends on the different kind of fruits, and his action is different on the microorganisms that developed in storage. In conclusion, this compound doesn't have a decisive positive effect on the reduction of the native microflora development of the analyzed fruits</p>
	<p>Uvilla, naranjilla, Castilla's blackberry thorn less, 1-MCP, microflora ethylene, mesophilic, molds, yeasts, psychotrophic</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



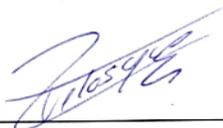
XAVIER ALEJANDRO VELÁSQUEZ IRAZÁBAL
1717821795

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **VELÁSQUEZ IRAZÁBAL XAVIER ALEJANDRO**, CI. 1717821795 autor del proyecto titulado **Desarrollo de la microflora nativa en uvilla (*Physalis peruviana*), mora (*Rubus glaucus*) y naranjilla (*Solanum quitoense*) tratados con 1-metilciclopropeno (1-MCP)**, previo a la obtención del título de **INGENIERO DE ALIMENTOS** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 13 de Marzo del 2017.



XAVIER ALEJANDRO VELÁSQUEZ IRAZÁBAL

1717821795

DECLARACIÓN

Yo **XAVIER ALEJANDRO VELÁSQUEZ IRAZÁBAL**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

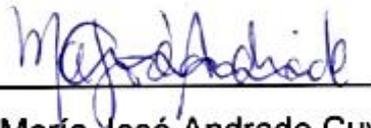


XAVIER ALEJANDRO VELÁSQUEZ IRAZÁBAL

1717821795

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Desarrollo de la microflora nativa en uvilla (*Physalis peruviana*), mora (*Rubus glaucus*) y naranjilla (*Solanum quitoense*) tratados con 1-metlciclopropeno (1-mcp)**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero de Alimentos** fue desarrollado por **Xavier Alejandro Velásquez Irazábal**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Bioq. María José Andrade Cuvi

DIRECTORA DEL TRABAJO

C.I. 1712338373

El presente trabajo de titulación forma parte del proyecto de investigación:

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS POSTCOSECHA
SOBRE LA ACTIVIDAD RESPIRATORIA Y PRODUCCIÓN DE ETILENO
DE FRUTOS ECUATORIANOS”.**

DEDICATORIA

A mis padres José y Juanita por su apoyo y amor incondicional desde el primer día de mi vida, a mis hermanos Sergio, Gabriel, a mi cuñada Anita y a mi sobrino Emilio José, sin percatarse ustedes fueron los pilares fundamentales para este logro, simple y sencillamente lo son todo para mí.

A la memoria de mis abuelos David y Carlota, quienes aparte de su inmenso cariño, me enseñaron a través de sus ejemplos de vida el verdadero significado de la misma, que trasciende lo material y banal, cada día que pasa los echo más de menos.

AGRADECIMIENTOS

A mi Directora de Tesis Bioq. María José Andrade, por brindarme su apoyo (como estudiante y músico) y ser una guía cuando más lo necesite, pero en especial por su amistad, confianza y consejos, muchas gracias profe.

A mis amigos más cercanos, la Ingeniera Vanessa Sandoval y el Ingeniero Daniel Revelo, con quienes culminamos esta etapa de nuestra vida apoyándonos desde el primer día de clases, hasta el último día de la tesis, espero algún día reunirnos nuevamente los tres.

A los ingenieros e ingenieras que me apoyaron desinteresadamente en la realización de mi trabajo de titulación: Rubén Espinosa, María José Molina, Pablo Andrade, Silvana Cuaspud, Santiago Velasco, Michelle Guijarro y María José Guerrero, quienes me supieron apoyar de todo corazón y brindarme su mano en momentos trascendentales.

A los amigos, ahora merecidamente profesionales con los que compartí tantas horas de esfuerzo, sacrificio, y por qué no alegrías en las aulas de clase, los ingenieros e ingenieras: Esteban Reza, Marcel Mena, Cristian Guerrero, Estefanía Carrera, Iveth Baca, Stefy Vallejo, Cynthia Álvarez, Carla Aguilar, Michelle Morales, Gianella Vasconez, Jhonny Gómez y Paty Toro.

A mis futuros colegas y amigos del alma: Christian Oleas, Jaime Albuja, Josué Segarra, Mayra Proaño, Katty Pazmiño, Josseline Hernández, Alexis Trávez, Edwin Cruz y Jorge Belalcazar.

Y finalmente a mi querida Universidad Tecnológica Equinoccial, involucrando desde la más humilde señora de limpieza, hasta el Señor Rector.

Para absolutamente todos, mi gratitud es eterna.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. METILCICLOPROPENO (1-MCP)	3
2.1.1. EFECTO DEL 1-MCP EN FRUTAS	8
2.2. UVILLA	11
2.2.1. GENERALIDADES	11
2.2.2. COSECHA Y POSTCOSECHA	13
2.2.3. TRATAMIENTOS POSTCOSECHA	15
2.2.4. DETERIORO MICROBIOLÓGICO	17
2.3. MORA	18
2.3.1. COSECHA Y POSTCOSECHA	20
2.3.2. TRATAMIENTOS POSTCOSECHA	22
2.4. NARANJILLA	24
2.4.1. COSECHA Y POSTCOSECHA	27
2.4.2. TRATAMIENTOS POSTCOSECHA	28
2.4.3. DETERIORO MICROBIOLÓGICO	30
3. METODOLOGÍA	33
3.1. MATERIAL VEGETAL	33
3.2. TRATAMIENTO CON 1-MCP	33
3.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	35
3.3.1. INCUBACIÓN DE PLACAS	36
3.3.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
4.1. DESARROLLO DE LA MICROFLORA NATIVA EN MORA DE CASTILLA TRATADA CON 1-MCP	38
4.2. DESARROLLO DE LA MICROFLORA NATIVA EN UVILLA TRATADA CON 1-MCP	41
4.3. DESARROLLO DE LA MICROFLORA NATIVA EN NARANJILLA TRATADA CON 1-MCP	45
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. CONCLUSIONES	48
5.2. RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Estructura química del 1-MCP	4
Figura 2. Mecanismo de acción del etileno	5
Figura 3. A) Esquema de acoplamiento del etileno con las membranas de los frutos y B) Esquema de acoplamiento del 1-MCP con los receptores de los frutos.....	7
Figura 4. Uvilla (<i>Physalis peruviana</i>).....	12
Figura 5. Mora de castilla sin espinas (<i>Rubus glaucus</i>).....	19
Figura 6. Naranjilla (<i>Solanum quitoense</i>).....	26
Figura 7. EthylBloc™Sachet-0.014% (1-MCP).....	34
Figura 8. Siembra por vertido.....	35
Figura 9. A) Recuento de mesófilos y B) Recuento de mohos y levaduras en mora de castilla sin espinas control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración.....	40
Figura 10. Recuento de psicrótrofos en mora de castilla sin espinas control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración.	41
Figura 11. A) Recuento de mesófilos y B) Recuento de mohos y levaduras en uvilla control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración.	43
Figura 12. Recuento de psicrótrofos en uvilla control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración.....	44
Figura 13. A) Recuento de mesófilos y B) Recuento de mohos y levaduras en naranjilla control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración.	46

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1. Efectos del 1-MCP en frutos.....	10
Tabla 2. Desórdenes fisiológicos provocados por el 1-MCP	11
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la uvilla	12
Tabla 4. Clasificación taxonómica de la mora de castilla	20
Tabla 5. Clasificación taxonómica de la naranjilla	26

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

ANEXO 1. Recuento de mohos y levaduras día 0 (mora)	56
ANEXO 2. Recuento de mohos y levaduras día 15 (mora)	57
ANEXO 3. Recuento de mohos y levaduras día 14 (uvilla)	58
ANEXO 4. Estado de la mora de castilla sin espinas a lo largo del almacenamiento.....	59

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre el desarrollo de la microflora nativa de uvilla, mora de castilla sin espinas y naranjilla. Frutos seleccionados por ausencia de defectos fueron colocados en cámaras herméticas y se expusieron al 1-MCP bajo las siguientes condiciones: 1 μ L (12 h) mora y uvilla; 0.5 μ L (12 h) naranjilla. Posteriormente se almacenaron en refrigeración durante 20, 21 y 35 días para mora, naranjilla y uvilla, respectivamente. Frutos control (sin tratamiento) se almacenaron directamente en refrigeración durante el mismo tiempo. Periódicamente se realizó por la técnica de vertido el recuento de aerobios mesófilos totales (RT) y psicrótrofos, usando agar nutritivo y el recuento de mohos y levaduras (M+L) se realizó en agar dextrosa Sabouraud con cloranfenicol. En la mora el 1-MCP produjo una reducción de la población de RT respecto a los frutos control durante 15 días de almacenamiento. En cuanto a la población de M+L, esta disminuyó luego de aplicado el tratamiento y la diferencia se mantuvo a lo largo del almacenamiento; la población de psicrótrofos se vio reducida en una unidad logarítmica debido al tratamiento y esta diferencia se mantuvo entre los días 10 y 20 de almacenamiento. En los frutos de uvilla tratados se presentó menor población de RT y de psicrótrofos, M+L presentaron un comportamiento similar a los frutos controles presentando crecimiento a partir del día 14. En la naranjilla se produjo la disminución de una unidad logarítmica de la población de M+L, y durante el almacenamiento retrasó su desarrollo. En cuanto a la población de RT, únicamente a tiempos largos de almacenamiento los frutos tratados presentaron menor población que los frutos control. La variabilidad de los resultados indica que el efecto del 1-MCP ante el desarrollo de la microflora nativa depende del tipo de fruto y la acción del mismo es distinta en los microorganismos que se desarrollan a lo largo del almacenamiento. Por lo tanto, este compuesto no tiene un efecto positivo determinante en la disminución del desarrollo de la microflora nativa de los frutos analizados.

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the development of native microflora of the uvilla, Castilla thornless blackberry and naranjilla. Fruits free of damage were selected and placed in hermetic containers and exposed to 1-MCP under the following conditions: 1 μ L (12 h) blackberry and uvilla; 0.5 μ L (12 h) naranjilla. Subsequently they were stored in refrigeration for 20, 21 and 35 days for blackberry, naranjilla and uvilla, respectively. Control fruits (without treatment) were directly stored in refrigeration during the same time. Periodically was determined the count of total mesophilic aerobes (RT) and psychrotrophic, was inoculated with pour plate method using nutritive agar; and the count of molds and yeasts (M+L) was on Sabouraud dextrose agar with chloramphenicol. Blackberries with 1-MCP treatment showed a reduction of the RT population, in relation to the control fruits during 15 days of storage. Just after treatment M+L population decreased, and the difference was maintained during storage; the psychotrophs population was reduced in a logarithmic unit, due to treatment and this difference was maintained between days 10 and 20 of storage. Uvillas treated showed lower RT and psychotrophic populations, M+L presented a similar behavior to the control fruits with a growth from day 14. In naranjilla fruits, a logarithmic unit of the M+L population decreased, and during storage delayed its development. Regarding the RT population, treated fruits showed lower population than the control fruits, only with long storage times. Variability of the results suggests that the effect of 1-MCP on development of native microflora depends on the different kind of fruits, and his action is different on the microorganisms that developed in storage. In conclusion, this compound doesn't have a decisive positive effect on the reduction of the native microflora development of the analyzed fruits

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) en numerosas flores, frutas y hortalizas, es una técnica que consigue prolongar el periodo de vida útil de las mismas. Esta sustancia compite por el etileno debido a su afinidad con los receptores de membrana, provocando un retraso en las modificaciones fisiológicas propias de la senescencia y la maduración. A continuación se mencionan algunas de las frutas que han sido sometidas a estudios de aplicación de 1-MCP con sus respectivos investigadores: banano (Jiang, Joyce, & Macnish, 1999), melón (Ergun, Jeong, Cantliffe, & Huber, 2005), manzana (Fan, Blankenship, & Mattheis, 1999), mango (Hofman, Jobin-Décor, Meiburg, Macnish, & Joyce, 2001), aguacate (Jeong, Huber, & Sargent, 2002), limón dulce (Win, Srilaong, Heyes, Kyu, & Kanlayanarat, 2006), tomate (Choi & Huber, 2008), kiwi (Mao, Wang, & Que, 2007) y melocotón (Liu, Jiang, Zhou, Wang, & Luo, 2005), sin embargo, no se encuentran estudios publicados sobre uvilla, naranjilla y mora, además en la mayoría de estos estudios no se considera el efecto del 1-MCP sobre el control del crecimiento de la microflora nativa del fruto (Serna, Dussan, & Ayala, 2013).

El lugar de origen de la fruta y el entorno de crecimiento determinan la microflora del producto, además de los patógenos que pueden provocar enfermedades durante el crecimiento de la fruta, así como también el deterioro postcosecha sumado a la incidencia de patógenos humanos y animales. Por medio del aire, agua, suelo, insectos, animales, entre otros, las partes expuestas del fruto suelen contaminarse, el contacto con el equipo de procesamiento o durante la manipulación, transporte, clasificación, es decir todas las actividades involucradas en la postcosecha, deben también considerarse como fuentes potenciales de microorganismos. La aparición de podredumbre se relaciona a la producción microbiana de enzimas, las cuales provocan que las paredes celulares se degraden. Conforme la fruta madura,

se incrementa la susceptibilidad a los microorganismos responsables del deterioro, principalmente a causa de la disminución en la producción de componentes anti-fúngicos generados por la fruta, y además por la afectación en las paredes celulares. En condiciones de alta humedad y temperatura una vez finalizada la cosecha el deterioro también se ve favorecido (Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales, 2004).

En el presente trabajo se evaluó el efecto de 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre la microflora nativa de uvilla (*Physalis peruviana*), mora de castilla sin espinas (*Rubus glaucus*) y naranjilla (*Solanum quitoense*).

Los objetivos específicos planteados fueron:

- Determinar la población de bacterias mesófilas en uvilla, mora y naranjilla tratados con 1-MCP inmediatamente después de aplicado el tratamiento y a lo largo del almacenamiento.
- Determinar la población de mohos y levaduras en uvilla, mora y naranjilla tratados con 1-MCP inmediatamente después de aplicado el tratamiento y a lo largo del almacenamiento.
- Determinar la población de bacterias psicrótrofas en uvilla y mora tratados con 1-MCP inmediatamente después de aplicado el tratamiento y a lo largo del almacenamiento.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. METILCICLOPROPENO (1-MCP)

El tratamiento empleando 1-metilciclopropeno (1-MCP) ha sido añadido a la lista de opciones para extender la vida útil y calidad de los productos vegetales. Además de acarrear beneficios en el campo de la agricultura, el 1-MCP abre un amplio abanico de programas de investigación para comprender el efecto de este compuesto en diversos productos. El descubrimiento del 1-MCP como un inhibidor de etileno tiene su origen en estudios realizados por Edward Sisler y Sylvia Blankenship en los laboratorios pertenecientes al Departamento de Bioquímica y Ciencias Hortícolas de la Universidad Estatal de Carolina del Norte en la década de los ochenta. Estos investigadores comparten la patente sobre el uso de ciclopropenos para inhibir la acción del etileno. Los primeros trabajos de Sisler y Blankenship en diazociclopentadieno (DACP), un conocido inhibidor de etileno, condujeron a la hipótesis de que los ciclopropenos (productos de descomposición del DACP) eran fundamentales para contrarrestar el efecto del etileno. Posteriormente se determinó que el 1-MCP era un buen derivado para el uso práctico, ya que es menos volátil que el ciclopropeno en sí; además descubrieron que el 3-MCP es un inhibidor eficaz pero se requiere una concentración superior en comparación al 1-MCP (Blankenship & Dole, 2003). En condiciones estándares tanto de temperatura y presión, el 1-MCP es un gas que posee un peso molecular de 54.09 g/mol, cuya fórmula es C_4H_6 (Figura 1).

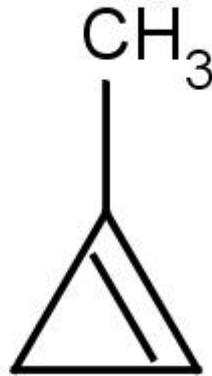


Figura 1. Estructura química del 1-MCP
(Qian & Li, 2012)

Para comprender la acción del 1-metilciclopropeno (1-MCP) primero es importante describir brevemente al etileno, este se presenta de forma natural como una hormona vegetal que influye considerablemente en el desarrollo de distintos procesos como son la maduración y senescencia de tejidos vegetales en productos principalmente frutihortícolas y ornamentales.

Según Raven et al. (2001) la maduración del fruto implica varios cambios. En los frutos carnosos, la clorofila es degradada y otros pigmentos pueden formarse cambiando el color del fruto. Simultáneamente, la parte carnosa del fruto se ablanda, como resultado de la digestión enzimática de la pectina, el componente principal de la pared celular en la lamina media. Durante este mismo período el almidón y ácidos orgánicos, o como en el caso del aguacate los aceites, son metabolizados a azúcares. Como consecuencia de estos cambios, los frutos adquieren características de color, textura, se sintetizan compuestos involucrados con el sabor y aroma volviéndose más llamativos y agradables al paladar.

Durante la maduración de muchos frutos, incluyendo tomates, aguacates, manzanas y peras, ocurre un gran aumento de la respiración celular, evidenciado por el aumento en el consumo de oxígeno. Esta fase es conocida

como climaterio y estos frutos se denominan climatéricos. Los frutos que muestran una disminución constante o maduración gradual como cítricos, uvas y fresas, se llaman frutos no climatéricos.

En los frutos climatéricos, el aumento de la síntesis de etileno es responsable de varios de los procesos de maduración. El efecto del etileno en la maduración del fruto tiene mucha importancia agrícola. La principal utilidad es el manejo de la maduración de tomates que son cosechados verdes y almacenados en ausencia de etileno hasta un poco antes de ser comercializados. El etileno también se utiliza para acelerar la maduración de las nueces y uvas. En los últimos años se conducen investigaciones en biotecnología para alterar genéticamente tanto la síntesis como la sensibilidad al etileno usando técnicas de transferencia de genes, en la Figura 2 se observa su mecanismo de acción.

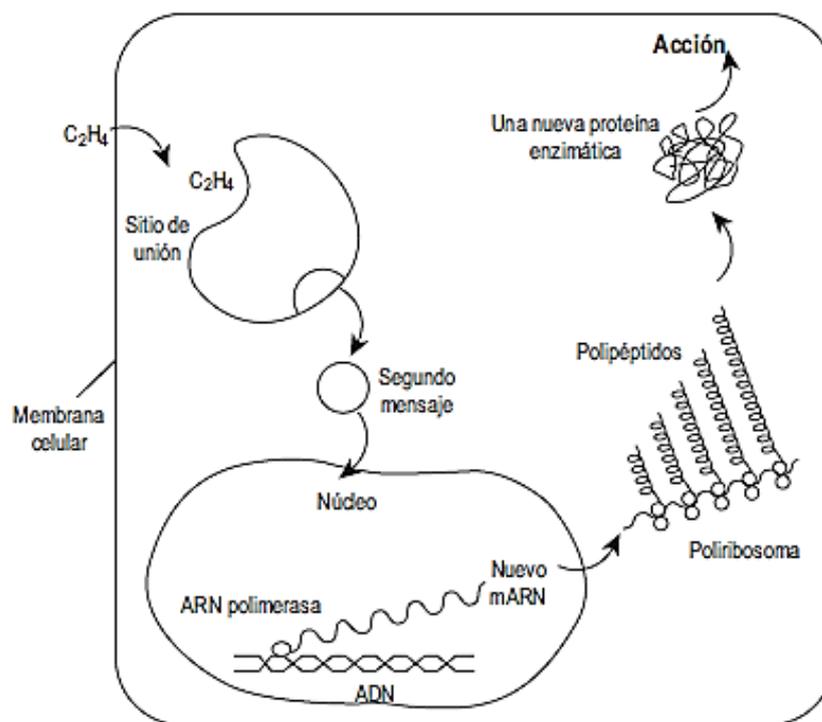


Figura 2. Mecanismo de acción del etileno

(Kader, 2007)

El hallazgo y posterior comercialización del 1-MCP ha puesto de manifiesto su potente actividad como inhibidor de la acción del etileno y su capacidad de conservar la calidad general en post-recolección de varios productos vegetales. Es trascendental remarcar que el 1-MCP está clasificado por la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) como un regulador de crecimiento, el cual presenta un modo de acción completamente inocuo para el ser humano (Guillén, 2009). Este compuesto tiene ciertas características que lo hacen muy seguro, ya que es efectivo en dosis extremadamente bajas (del orden de las partes por billón), además tiene un modo de acción no tóxico, químicamente similar a sustancias naturales y deja cantidades muy bajas de residuos en los frutos luego del tratamiento, los cuales no superan las 5 ppb (Fan & Mattheis, 1999).

El descubrimiento del 1-MCP como inhibidor de la producción de etileno se dio en la década de los noventa, con estudios desarrollados por Sisler y Blankenship (1996). Estos investigadores buscaban un compuesto distinto del etileno que tuviera la facultad de unirse fuertemente con los receptores y así crear una marca de seguimiento que facilitara las tareas de extracción y purificación de estos receptores. La aplicación del 1-MCP se lo realiza en forma gaseosa, a través de la volatilización del compuesto mediante agitación o aireación. La concentración efectiva varía entre 50 y 1000 ppb y se dosifica en función del volumen total de la cámara (Guillén et al., 2006).

Luego de varias investigaciones se ha logrado demostrar que este compuesto irrumpe en los receptores del etileno, por lo que este no puede unirse y por lo tanto no está en capacidad de producir su acción. Sisler y Serek (1997) plantearon un modelo, en el cual se detalla cómo el 1-MCP reacciona con el receptor del etileno, y es, que es importante recalcar que la afinidad que posee el 1-MCP por el receptor del etileno es aproximadamente 10 veces mayor que la que posee el propio etileno (Figura 3). Por lo tanto, efectuando esta comparación, el 1-MCP es activo a concentraciones mucho menores, impidiendo la acción del etileno y por ende la generación de reacciones químicas adversas para los productos (Guillén et al., 2006)

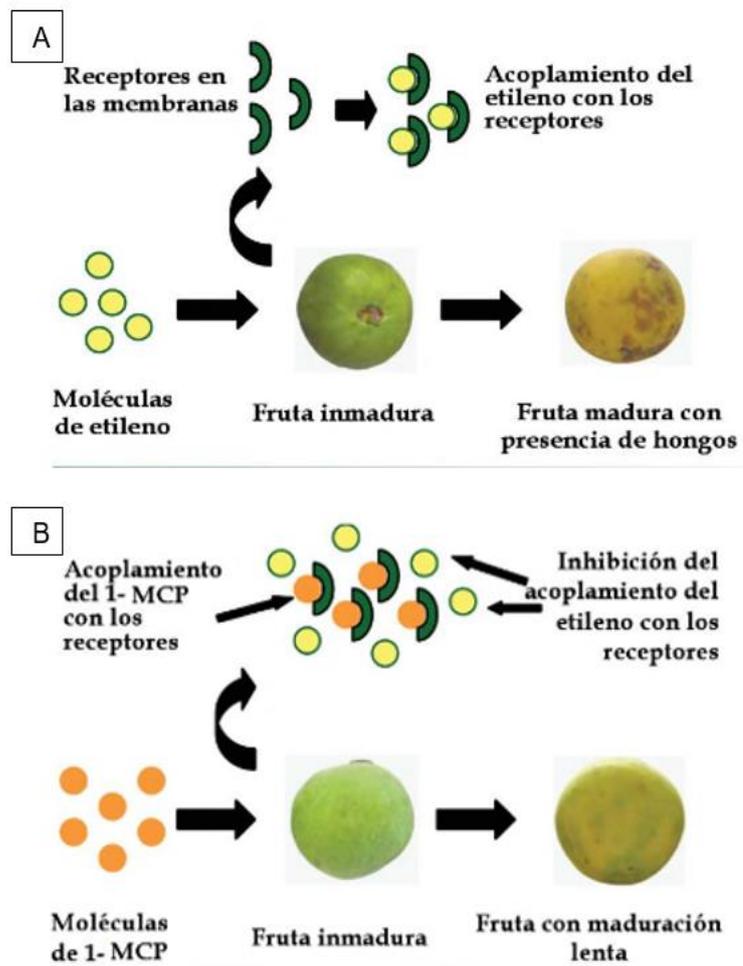


Figura 3. A) Esquema de acoplamiento del etileno con las membranas de los frutos y B) Esquema de acoplamiento del 1-MCP con los receptores de los frutos

(Hernández et al., 2007).

2.1.1. EFECTO DEL 1-MCP EN FRUTAS

El 1-MCP retrasa la maduración y extiende la vida útil de las manzanas mediante el bloqueo de la acción del etileno (Ekman et al., 2004, Sisler & Blankenship, 1996; Blankenship & Dole, 2003). A pesar de los efectos positivos que se evidencian en varios frutos, vale recalcar que el 1-MCP no tiene ningún efecto antimicrobiano y los informes sobre el crecimiento de microorganismos causantes de deterioro en los productos tratados con este compuesto han sido inconsistentes (Gang, Luo, & Tao , 2007).

Según Calvo (2000) en otro estudio referente a la manzana, el 1-MCP retrasa la evolución de la madurez de la fruta cosechada, además produjo menor pérdida de firmeza, mayores valores de acidez y menos degradación de almidón en la fruta tratada.

Con respecto a las peras, el 1-MCP retrasa la pérdida de firmeza y de color verde, además reduce la incidencia de decaimiento interno y podredumbres (Calvo, 2004). En el caso del banano la aplicación del 1-MCP retarda la degradación de la clorofila y por lo tanto la coloración amarilla, pero la severidad de enfermedades postcosecha se incrementó en la fruta tratada, posiblemente debido al retraso en la maduración, lo que permite la proliferación de hongos, y no por un efecto directo del uso del 1-MCP (Chang-Yuen & Sáenz, 2006).

En la ciruela mexicana, el 1-MCP alarga la vida de anaquel de este producto, ya que disminuye la respiración del fruto, reduce la pérdida de peso, retrasa el desarrollo del color externo y permite mantener la firmeza del fruto sin afectar el contenido de sólidos solubles totales (Osuna, Pérez, Vázquez, & Gómez, 2011).

En estudios más detallados, se evidenció que el 1-MCP tiene la capacidad de mantener actividades de enzimas antioxidantes como SOD, CAT y POD en el melón amargo, además de la inhibición de la producción de etileno, por lo que se determinó que el uso de 1-MCP es un método eficaz para retener las

reacciones fisiológicas después de la cosecha y como consecuencia mantener la calidad del producto (Han et al.,2014).

En estudios realizados en frutos como: manzana (Argenta, Mattheis, & Fan, 2001) (Baritelle, Hyde, Fellman, & Varith, 2001) (Crouch, 2003) , albaricoque (Botondi, DeSantis, Bellincontro, Vizovitis, & Mencarelli, 2003) (Chahine et al.,1999) (Fan, Argenta, & Mattheis,2000) (Dong, Lurie, & Zhou, 2002), ciruela (Argenta, Krammes, Megguer, Amarante, & Mattheis, 2003) (Abdi, McGlasson, Holford, Williams, & Mizrahi, 1998) (Lippert & Blanke, 2004), tomate (Beno-Moualem et al.,2004) (Colelli, Sánchez, & Torralbo, 2003) (Yokotani et al., 2004), plátano (Bagnato, Barrett, Sedgley, & Klieber, 2003) (Jiang & Joyce, 2003) (Golding, Shearer, Wyllie, & McGlasson, 1998) y mango (Hofman, Jobin-Décor, Meiburg, Macnish, & Joyce, 2001) (Jiang & Joyce, 2000) (Lalel, Singh, & Tan, 2003), el tratamiento con 1- MCP reduce la producción de etileno, la respiración, el ablandamiento, la pérdida de acidez, disminuye cambios de color y producción de aromas. Asimismo retrasa las pérdidas de peso en albaricoque, ciruela y tomate (Tabla 1).

Tabla 1. Efectos del 1-MCP en frutos

Referencia	Fruta	Efectos
Botondi, DeSantis, Bellincontro, Vizovitis, & Mencarelli, 2003, Chahine et al., 1999, Fan, Argenta, & Mattheis, 2000, Dong, Lurie, & Zhou, 2002	Albaricoque	Retrasa pérdidas de peso
		Reduce: la producción de etileno, la respiración, el ablandamiento, la pérdida de acidez, cambios de color, producción de aromas
Argenta, Krammes, Megguer, Amarante, & Mattheis, 2003, Abdi, McGlasson, Holford, Williams, & Mizrahi, 1998, Lippert & Blanke, 2004	Ciruela	Retrasa pérdidas de peso
		Reduce: la producción de etileno, la respiración, el ablandamiento, la pérdida de acidez, cambios de color, producción de aromas
Benou-Moualem et al., 2004, Colelli, Sánchez, & Torralbo, 2003, Yokotani et al., 2004	Tomate	Retrasa pérdidas de peso
		Reduce: la producción de etileno, la respiración, el ablandamiento, la pérdida de acidez, cambios de color, producción de aromas
Bagnato, Barrett, Sedgley, & Klieber, 2003, Jiang & Joyce, 2003, Golding, Shearer, Wyllie, & McGlasson, 1998	Plátano	Reduce: la producción de etileno, la respiración, el ablandamiento, la pérdida de acidez, cambios de color, producción de aromas
Hofman, Jobin-Décor, Meiburg, Macnish, & Joyce, 2001, Jiang & Joyce, 2000, Lalel, Singh, & Tan, 2003	Mango	
Argenta, Mattheis, & Fan, 2001, Baritelle, Hyde, Fellman, & Varith, 2001, Crouch, 2003	Manzana	

Durante el almacenamiento de productos frutihortícolas se han observado desórdenes fisiológicos producidos por el 1-MCP (Tabla 2) por ejemplo, en la manzana aumenta la podredumbre y la contaminación fúngica en algunas variedades, en el plátano disminuye la expresión de genes de defensa y aumenta el daño por frío y podredumbres, en naranja disminuye el ataque fúngico pero aumentan los daños por frío y podredumbres, en la fresa

disminuye la incidencia microbiana, pero esta puede aumentar si se aplican altas concentraciones de 1-MCP (Guillén, 2009).

Tabla 2. Desórdenes fisiológicos provocados por el 1-MCP

Fruto	Efecto
Manzana	Aumenta la podredumbre y la contaminación fúngica en algunas variedades
Plátano	Disminuye la expresión de genes de defensa, aumentan los daños por frío y podredumbres
Mango	Aumenta el ataque fúngico
Naranja	Disminuye el ataque fúngico pero aumentan los daños por frío y podredumbres
Fresa	Disminuye la incidencia microbiana, pero esta puede aumentar si se aplica el 1-MCP en altas concentraciones

(Guillén, 2009)

2.2. UVILLA

2.2.1. GENERALIDADES

La uvilla (*Physalis peruviana*) pertenece a la familia de las solanáceas, existen más de ochenta variedades en estado silvestre. Su característica distintiva es la presencia de un cáliz o cápsula, vulgarmente conocido como “capuchón”, el cual encierra y protege al fruto (Figura 4). Es originaria del Perú, Colombia se destaca como el primer productor mundial, seguido por Sudáfrica. Se

cultiva de manera significativa en Ecuador, Zimbabue, Kenia, Bolivia y México (Calvo, 2009).



Figura 4. Uvilla (*Physalis peruviana*)

En la tabla 3 se presenta la respectiva clasificación taxonómica de la uvilla.

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la uvilla

Reino	Plantae
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Género	<i>Physalis</i>
Especie	<i>Peruviana L.</i>
Nombre científico	<i>Physalis peruviana L.</i>

(Arias, 2008)

La planta de la uvilla es de tipo arbustiva con una raíz fibrosa. El tallo es algo quebradizo de color verde con vellosidades de textura muy suave al tacto. Las hojas son enteras, semejantes a un corazón pubescente y disposición alterna. Las flores son hermafroditas de cinco sépalos, con una corola amarilla y de forma tubular. El fruto se define como una baya pulposa esférica, cuyo diámetro puede estar entre 1.25 y 2.5 cm, con un peso situado en un rango comprendido entre 4 y 10 g; está cubierto por un cáliz formado por cinco sépalos que le protege principalmente contra insectos, pájaros, patógenos y sobre todo condiciones climáticas externas. Su pulpa presenta un sabor ácido azucarado (semiácido) y contiene de 100 a 300 semillas pequeñas de forma lenticular (Calvo, 2009).

Al ser una fruta no climatérica se debe consumir cuando su capuchón se haya secado completamente y el fruto se desprenda de la planta en forma espontánea, es en este punto cuando alcanza su máximo color y sabor; de otra manera, es un tanto ácida, astringente y con bajo contenido de azúcares. La uvilla se caracteriza por su importante contenido de azúcares y vitaminas A, B y C, principalmente. La composición química en 100 g de peso fresco de uvilla proporciona los siguientes datos: agua 78.9%, proteína 0.05 g, grasa total 0.16 g, carbohidratos 16.0 g, fibra 4.90 g, cenizas 1.01 g, calcio 8.0 mg, fósforo 55.30 mg, hierro 1.23 g, vitamina A 1.61mg, tiamina 0.01 mg, riboflavina 0.03 mg, niacina 1.73 mg, ácido ascórbico 43.0 mg (Medina, 2006).

2.2.2. COSECHA Y POSTCOSECHA

La recolección puede ser de tipo manual con tijeras para cortar el pedúnculo o haciendo un movimiento de este hacia arriba, lo que permite desprender el fruto con facilidad. Una consideración importante en la pre-cosecha es el momento óptimo de madurez, que tiene gran influencia en la vida postcosecha

del producto y en su comercialización. Una vez que empieza la cosecha, esta debe ser continua, lo que permite realizar recolecciones semanales. Existen varios métodos para definir el momento apropiado de la cosecha, y pueden ser de tipo temporal, físico, químico y organoléptico (Arias, 2008) :

- **Métodos temporales:** se basan en cálculos directos sobre el tiempo desde la floración o la siembra. Así para el caso de la uvilla se tiene que alcanzar la madurez 8 meses después de la siembra o 120 días después de la floración.
- **Métodos físicos:** se basan en alguna cualidad física de la fruta, como el color, tamaño, peso, textura, entre otros. El parámetro físico más utilizado por los productores y comercializadores para evaluar la madurez, es el color del cáliz.
- **Métodos químicos:** el más conocido a nivel de campo es el de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), que es un indicador de la cantidad de azúcar que presenta la fruta. Así a mayor cantidad de azúcares, mayor grado de madurez de la fruta, mientras que con la acidez ocurre lo contrario, en la medida en que la fruta madura, la acidez va disminuyendo.
- **Métodos organolépticos:** están dados por características que pueden ser percibidas por los sentidos (sabor y aroma principalmente). Por lo tanto entre más maduro esté el fruto más dulce y agradable será para el consumidor.

La recolección en campo se la realiza en cestas de plástico que luego son transportadas hasta la planta, donde se realizan las siguientes operaciones (Arias, 2008):

- **Selección:** se escoge los frutos con capuchones bien formados y de coloraciones uniformes. Después se abre el cáliz con cuidado hasta ver completamente el fruto para comprobar su integridad, teniendo en cuenta algunas lesiones muy pequeñas que pueda presentar en la unión con el pedúnculo. Luego se separan los frutos sanos y limpios en

grupos con características similares de tamaño, color, firmeza, textura y apariencia.

- **Limpieza:** se debe eliminar especialmente residuos de cosecha, hojas, impurezas, entre otros.
- **Empaque:** debe satisfacer los requerimientos tanto del producto como del mercado si está destinado para la exportación.
- **Almacenamiento:** la uvilla es un producto perecedero, por lo que se recomienda almacenar a una temperatura entre 4 °C a 8 °C, con una humedad relativa entre 80 % a 90 %.

2.2.3. TRATAMIENTOS POSTCOSECHA

Las pérdidas postcosecha tanto en frutas como en hortalizas se da principalmente por un inadecuado manejo o desconocimiento de técnicas que permitan conservar el producto por un tiempo prolongado.

Existen tratamientos postcosecha aplicables en la uvilla para aumentar su tiempo de vida útil, entre otros se puede nombrar:

- **Refrigeración:** se utiliza para disminuir la velocidad del crecimiento microbiano y las reacciones bioquímicas en el alimento, es por ello que se puede extender la vida útil de la uvilla, además de conservar el valor nutritivo y las características inherentes del fruto (Mascheroni, 2016). Según Vinueza (2015) hay varios métodos de refrigeración aplicables en la uvilla, tales como:
 1. **Hidrogenfriado:** usa la aspersion de agua sobre el producto, se basa en que media libra de agua puede retirar más calor que media libra de aire. Se utiliza únicamente en productos y empaques que toleren la humedad.
 2. **Enfriado al vacío:** el producto se encuentra en una cámara de acero completamente cerrada, para reducir la presión

atmosférica se elimina aire, lo que hace que el agua del producto se vaporice.

3. **Aire forzado:** los métodos que utilizan aire y vacío proporcionan menor riesgo de contaminación, sin embargo deben mantenerse condiciones higiénicas en las instalaciones y mantener el aire en condiciones adecuadas.
 4. **Enfriado con hielo:** el contacto con el hielo facilita una rápida refrigeración, se utiliza con productos tolerantes al hielo. La cantidad de hielo depende de la temperatura y peso del producto y la temperatura del ambiente.
- **Control de humedad relativa:** de acuerdo a la FAO el aire refrigerado tiende a bajar la humedad relativa que es benéfica para el almacenamiento de la mayoría de las cosechas hortícolas. Mientras que el método más sencillo para aumentar la humedad relativa del aire del almacén consiste en mojar el suelo de la cámara, o humectar los recipientes o los empaques con agua fría y dejar que se evapore. La uvilla se almacena con una humedad relativa entre 85 y 95 % (Guijarro, 2012).
 - **Envases, empaques y embalajes:** empaques con atmósferas modificadas y uso de adsorbentes como: C_2H_4 , CO_2 , O_2 (Guijarro, 2012).
 - **Radiación UV-C:** tratamiento ionizante con una longitud de onda de 100 a 400 nm. Se utiliza como una alternativa de desinfección y conservación para ciertas frutas y hortalizas. La principal ventaja de la radiación UV-C es que no produce residuos químicos, subproductos o radiación (Guijarro, 2012).
 - **Deshidratación:** evita el crecimiento de microorganismos patógenos y minimiza las reacciones degenerativas asociadas al contenido de humedad en el alimento. En el caso de la uvilla, el mercado internacional exige capuchones deshidratados, ya que la disminución de humedad previene la aparición de focos de enfermedades y se obtiene una presentación más atractiva del producto. El capuchón

húmedo puede alcanzar hasta 2 g de peso, mientras que el deshidratado pesa únicamente una décima parte (Vinueza, 2015).

2.2.4. DETERIORO MICROBIOLÓGICO

Los hongos y las bacterias son responsables de elevadas pérdidas postcosecha en frutos y vegetales frescos. De acuerdo a InfoAgro (2016) en países desarrollados dichas pérdidas provocadas por microorganismos están en un rango del 5 al 25 %, mientras que en naciones tercermundistas es de 20 a 50 %. La diferencia en la magnitud del daño de ambos escenarios radica en la disponibilidad de recursos tecnológicos y económicos para prevenir pérdidas considerables de alimentos, sumadas las exigencias del mercado que obligan a un manejo más eficiente de los recursos.

Las pérdidas por causas patológicas pueden ser de naturaleza cualitativa o de naturaleza cuantitativa:

- **Naturaleza cualitativa:** son el resultado de enfermedades localizadas superficialmente sobre el producto, lo cual lo hace menos atractivo. Estas enfermedades son particularmente importantes en frutas y hortalizas de exportación, ya que en estos alimentos se enfatiza la calidad visual y daños ligeros que pueden derivar en la inaceptabilidad en el mercado (Rivera, 2008).
- **Naturaleza cuantitativa:** son el resultado de la destrucción rápida y extensiva de tejido en toda la anatomía del producto, causado por los microorganismos. En estos casos generalmente ocurre una infección inicial (o primaria) por uno o más patógenos específicos del producto, seguido por la masiva infección secundaria de una gama amplia de microorganismos oportunistas que aunque débilmente patogénicos, se reproducen en el tejido muerto o moribundo resultante de la infección primaria (Rivera, 2008).

Las frutas en su mayoría están compuestas por 85 % de agua y 13 % de hidratos de carbono, los porcentajes medios de proteínas y grasas son 0.9 y 0.5 % respectivamente. El contenido en otros nutrientes como vitaminas y coenzimas es similar al de los vegetales; por tanto, en principio, sobre las frutas también pueden crecer mohos, levaduras y bacterias (Upna, s.f.).

El pH del tejido hospedador juega un papel crucial en la proliferación de microorganismos, ya que actúa como medio selectivo. Las frutas tienen un pH inferior a 4.5, siendo alteradas fundamentalmente por hongos y levaduras (Eagrícola, 2016).

2.3. MORA

Es una planta de origen silvestre, muchas de sus variedades se encuentran distribuidas en los Andes ecuatorianos y en otros países que forman parte de la región andina, principalmente crecen en climas fríos y fríos moderados. Esta planta es muy popular en el Ecuador, México, Panamá, Colombia y Guatemala. El fruto posee una llamativa apariencia, a más de su particular sabor y aroma. Un investigador destacado de este producto fue Popenoe, el cual halló desarrollándose en estado silvestre plantas del género "*Rubus sp*", principalmente la "*Rubus glaucus*" (mora de castilla) en medio de los Andes ecuatorianos, región en la que se la encuentra creciendo en forma individual, dispersa o integrando grupos con distintas variedades (De la Cadena & Orellana, 1984).

La mora es un arbusto sarmentoso, siempre verde y semi perenne, cuyo tronco se divide en varias ramas que vendrían a ser los tallos, estos son largos, herbáceos, erguidos, cubiertos de espinas. La raíz no posee una forma definida, es irregular, muy ramificada y su formación se da a partir del cuello

cicatrizal en las estacas y los acodos, a veces se desarrolla una aparente raíz principal, retorcida y abundante (De la Cadena & Orellana, 1984). En la mora de castilla, las hojas son trifoliadas, imparipinadas y sus hojuelas son ovaladas lanceoladas, acuminadas, dentadas, de color claro en la parte superior (haz) y blancuzcas en la parte inferior (envés). El fruto de la mora de castilla, es el conjunto de pequeñas drupas que le dan la forma cónica ovalada, con punta redondeada, de tamaño entre 3 y 4 cm de largo y diámetro de 1.5 a 3 cm; de color rojo púrpura o morado brillante, atractivo, de sabor agridulce cuando la madurez es incompleta; y dulce de color negro morado-oscuro brillante cuando está completamente maduro (Figura 5). Los frutos se forman en racimos grandes al final de cada tallo y rama secundaria (De la Cadena & Orellana, 1984).



Figura 5. Mora de castilla sin espinas (*Rubus glaucus*)

(INIAP, 2013)

La clasificación taxonómica de la mora se presenta en la Tabla 4. La composición química en 100 g de peso fresco de mora de castilla proporciona los siguientes datos: agua 92.80 %, proteína 0.60 g, grasa total 0.10 g, carbohidratos 5.60 g, fibra 0.50 g, cenizas 0.40 g, calcio 42.0 mg, fósforo 10.0

mg, hierro 1.70 g, ácido ascórbico 8.0 mg, tiamina 0.02 mg, riboflavina 0.05 mg, niacina 0.30 mg (Farinango, 2010).

Tabla 4. Clasificación taxonómica de la mora de castilla

Reino	Plantae
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Rosae
Familia	Rosaceae
Género	<i>Rubus</i>
Especie	<i>glaucus</i>
Nombre científico	<i>Rubus glaucus</i>

(De la Cadena & Orellana, 1984)

2.3.1. COSECHA Y POSTCOSECHA

El proceso se inicia cuando el productor establece el momento óptimo para iniciar las labores de recolección de la mora. Antes de la cosecha, el productor se debe preparar adecuadamente, teniendo en cuenta la cantidad de mora que cosechará, reunir el número de canastillas o canecas suficientes y, número de recolectores. Para tomar la decisión de cuándo iniciar la

recolección de la fruta, el productor debe establecer el momento óptimo de cosecha según los requerimientos del mercado y se deben conocer los indicadores de madurez (Giraldo & Franco, 2001).

Los indicadores de madurez de la mora más empleados son: el color externo del fruto, aroma y sabor característicos, el tiempo transcurrido desde la floración que varía entre 45 y 65 días, según el sitio de siembra y exigencias del mercado o del comprador (Giraldo & Franco, 2001)

En la cosecha se realizan actividades consecutivas: observar la calidad del fruto (color, tamaño, sanidad e integridad), desprender el fruto de la planta presionándolo suavemente, entre los dedos pulgar, índice y corazón, torciendo el pedúnculo y halando el fruto hasta desprenderlo, clasificar la fruta y depositar en el recipiente de cosecha (Giraldo & Franco, 2001).

En el acondicionamiento de la fruta primero es necesario separar y desechar los frutos no aptos para la comercialización, luego se debe agrupar la fruta con características de calidad similares de acuerdo a lo convenido con el cliente, posteriormente se debe remover el exceso de agua adherida a la superficie de la fruta y disponer la fruta en canastillas, canecas o en empaques de venta al consumidor final (Giraldo & Franco, 2001).

Operaciones adicionales postcosecha:

La entrega de la fruta debe hacerse máximo 8 a 12 horas después de recolectada, caso contrario se pueden realizar las siguientes actividades (Giraldo & Franco, 2001):

- **Almacenamiento:** se busca bajar la temperatura interna de la fruta, lo más pronto posible después de su recolección. La temperatura óptima de conservación va de 0 a 1 °C y 92 % de humedad relativa. La mora es una fruta altamente perecedera, que tiene una vida muy corta (3 a 5 días), por ello presenta mermas grandes cuando se mantiene a temperatura ambiental. El enfriamiento es necesario cuando la fruta, madura y sobremadura, se debe transportar por largos trayectos.

- **Almacenamiento en fincas:** almacenar la fruta en un local o cobertizo acondicionado para tal fin, techado, protegido por mala, piso de cemento, ventilado y limpio. La fruta debe ubicarse sobre estibas y alejada de posibles focos de contaminación como: sanitarios, porquerizas, depósitos de combustibles, pesticidas, agroquímicos, herramientas y empaques sucios.
- **Empaque:** es la operación de acondicionamiento del producto para el transporte, almacenamiento y mercadeo. Tiene como finalidad facilitar el manejo, almacenamiento, arrume y transporte de la fruta, pero más, que todo para protegerla de golpes, caídas, rozamientos, fricciones y presiones durante las diversas acciones de manipulación a que está sometida la fruta. El empaque no debe asfixiar ni fermentar la fruta; ésta debe estar bien ventilada para evitar problemas de desarrollo de hongos y bacterias.

2.3.2. TRATAMIENTOS POSTCOSECHA

Para el caso de la mora de castilla, se pueden emplear los siguientes tratamientos:

- **Pre-enfriamiento:** la mora una vez cosechada debe ser enfriada inmediatamente, para ello se emplea aire forzado, ya que con esto se logra un enfriamiento rápido y se detiene la velocidad de deterioro de la fruta (Farinango, 2010).
- **Refrigeración:** es la técnica más empleada en la conservación de distintos tipos de frutos, puesto que la temperatura es un factor determinante para frenar procesos degenerativos en los productos, ya que las bajas temperaturas disminuyen la actividad de enzimas y microorganismos responsables del deterioro de los alimentos. Se

reduce la intensidad respiratoria, se retarda la producción de etileno, se evita pérdidas de peso por transpiración, con esto es posible conservar la frescura del producto, mantener la calidad y valor nutritivo (Romero, 2014).

- **Atmósfera modificada:** consiste en empacar los alimentos en materiales con barrera de difusión de los gases, en los cuales el ambiente gaseoso ha sido modificado para disminuir el grado de respiración, reducir el crecimiento microbiano y retrasar el deterioro enzimático con el propósito de alargar la vida útil del producto (Ospina & Cartagena, 2008).
- **Radiación UV-C:** Es una radiación no ionizante que se obtiene de fuentes artificiales, tales como lámparas germicidas, que emiten la mayor parte de la energía a una longitud de onda de 254 nm y que posee una importante acción bactericida. La radiación UV-C como tratamiento postcosecha ha demostrado ser beneficioso para retrasar la incidencia en el desarrollo de microorganismos y en consecuencia la severidad de enfermedades postcosecha en productos frutihortícolas (Romero, 2014).

2.3.3. DETERIORO MICROBIOLÓGICO

El contenido de agua en las moras bordea el 85 % y el de carbohidratos el 13 %, es por ello que este fruto puede soportar perfectamente el crecimiento de bacterias, mohos y levaduras. No obstante, el pH de las frutas suele estar por debajo del que favorece la proliferación de las bacterias. Este hecho por sí mismo justifica la ausencia de bacterias en las primeras fases de la alteración de estos productos. Los intervalos más dilatados de pH permisores del desarrollo de mohos y levaduras capacitan más a estos microorganismos para

la alteración de las frutas. Por consiguiente, no se conocen bacterias que sean causa del inicio de una alteración de frutas (Jay, Loessner, & Golden, 2005).

En las frutas se encuentran con mucha frecuencia una considerable variedad de géneros de levaduras, y estos microorganismos pueden ser el origen de la alteración de estos alimentos, sobre todo los que se producen en los campos de cultivo. Por regla general, las levaduras son capaces de multiplicarse más rápidamente que los mohos. Por este motivo es frecuente que las levaduras precedan a los mohos, en ciertas circunstancias, en la alteración de las frutas. Muchos mohos pueden metabolizar alcoholes como fuente de energía y cuando estas sustancias simples y otras se agotan, estos microorganismos se encargan de destruir las restantes partes de la fruta, tales como los polisacáridos estructurales y la piel o cáscara (Jay, Loessner, & Golden, 2005).

2.4. NARANJILLA

Al “lulum” de los incas se le dio el nombre de naranjilla por su identificación como “naranja chiquita” (MAG 2002). Esta fruta fue domesticada por los españoles cuando llegaron a América. En tiempo de la colonia fue descrita por varios cronistas como naranjilla o naranjita de Quito, en referencia a la Real Audiencia de Quito, de donde se desprende el nombre de *quitoense* dado por Lamark a esta especie (Revelo et al.,2010).

En Ecuador se cultiva en la región amazónica, principalmente en las provincias de Napo, Pastaza y Morona Santiago; en menor escala se cultiva en Sucumbíos, Zamora Chinchipe y Orellana. También se encuentran huertos de este frutal en el cantón Baños de la provincia de Tungurahua en la zona nor-occidental de las provincias de Pichincha, Imbabura, Carchi y Santo

Domingo de los Tsáchilas, en condiciones ambientales y de suelos diversos (Revelo et al.,2010). Para el desarrollo y el establecimiento de las diversas variedades de naranjilla, un factor determinante y necesario es la altitud. El híbrido Palora se cultiva a altitudes de 600 a 1000 m.s.n.m, el híbrido Puyo a altitudes de 600 a 1400 m.s.n.m, y la naranjilla común o de jugo de 800 a 1700 m.s.n.m. Las variedades de naranjilla para su desarrollo requieren de condiciones de temperatura que están en función de su altitud. Se reporta un rango de 17 °C a 29 °C.

La raíz principal de la naranjilla “común” es pivotante, se extiende hasta 50 cm, con abundantes raíces secundarias leñosas. El tallo erecto y en ocasiones ramificado desde el suelo, es robusto, leñoso, cilíndrico, veloso y siempre verde. Las hojas miden de 30 a 40 cm de largo, son de forma oblonga-ovalada con bordes ondulados, alternas, de color verde oscuro el haz y de color violáceo en el envés cuando son jóvenes, y verde claro blanquecino cuando maduran. Las flores se agrupan en corimbos de tres a doce unidades que están adheridos a las axilas de las ramas por pedúnculos cortos. Los frutos son esféricos o ligeramente achatados, de piel de color amarillo intenso, amarillo rojizo o naranja en la madurez, están cubiertos de una suave y tupida pilosidad (Figura 6). La pulpa es verdosa de sabor agridulce, dividida en cuatro secciones casi simétricas y con numerosas semillas (Revelo et al., 2010).



Figura 6. Naranjilla (*Solanum quitoense*)

(Cedeño, 2014)

En la Tabla 5 se presenta la respectiva clasificación taxonómica de la naranjilla.

Tabla 5. Clasificación taxonómica de la naranjilla

Reino	Vegetal
Clase	Simpétala
Subclase	Pentacíclica
Orden	Tubifloras
Familia	Solanácea
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>quitoense</i>
Nombre científico	<i>Solanum quitoense</i>

(Revelo et al., 2010)

2.4.1. COSECHA Y POSTCOSECHA

La cosecha tiene su punto de partida entre los 8 y 9 meses después del trasplante. Su máxima producción se la obtiene transcurrido el año de edad. La naranjilla de jugo con la utilización de plantas injertadas puede llegar a tener de 2 a 3 años de producción, dependiendo concretamente de la altitud, las condiciones climáticas de la región y el manejo del cultivo. La producción de la naranjilla es constante, puesto que en la planta tanto flores como frutos se encuentran en distintas etapas de desarrollo o maduración. La recolección puede realizarse con una frecuencia de 8 a 15 días, dependiendo de las necesidades del mercado. Es importante mencionar que la forma de cosecha y el grado de madurez de la fruta repercute en su vida postcosecha y en su comercialización. Los frutos se cosechan en forma manual con guantes en estado pintón (3/4 madurez, 75 % de color amarillo) con un pedúnculo para evitar la deshidratación y el ataque de enfermedades. En este estado de madurez, la dureza de la cáscara permite que el fruto resista el transporte y el manipuleo, que consiste en la limpieza, clasificación y empaque, sin sufrir daño considerable. Por lo general los frutos se depositan en saquillos de yute (costales), para posteriormente trasladarlos a los correspondientes sitios de selección y empaque (Revelo et al.,2010).

La postcosecha inicia con la eliminación de las pubescencias (pelos) que recubren toda la superficie, dicho de otro modo con la limpieza de los frutos en seco, para una mejor manipulación en etapas posteriores. Esta operación se realiza con sumo cuidado para no causar heridas en los frutos, ya que estas pueden incidir en pudriciones y por lo tanto en pérdidas. Además en esta fase se remueven residuos de tierra, polvo, agroquímicos, entre otros elementos que son ajenos al fruto, esta operación se considera culminada cuando la superficie queda absolutamente limpia. A continuación se procede a recortar el pedúnculo a 5 mm de largo como máximo. De manera general la naranjilla

es clasificada en tres categorías: primera o gruesa en la que se consideran frutos de 6.5 cm de diámetro y de buena calidad; segunda o pareja, la cual incluye frutos de 4 a 5 cm de diámetro y de menor calidad; finalmente una tercera en la que están frutos pequeños y de mala calidad, por lo que se desechan o se destinan para el autoconsumo (Revelo et al., 2010).

De acuerdo a Malia (2005) la clasificación de las frutas se realiza de acuerdo a sus características similares o uniformes específicas con respecto a su calidad comercial. Cada clase o grupo corresponde a unos requisitos y a un patrón de calidad preestablecido por el comprador. Las costumbres, preferencias, hábitos y gustos del consumidor, así como las exigencias y primordialmente las conveniencias de la industria, representan factores fundamentales en el establecimiento de los estándares de calidad. La sanidad, limpieza, color, firmeza, textura, apariencia, sabor, aroma, succulencia y grado de madurez, son características en que suele basarse la calidad de la fruta.

La naranjilla se empaca en cajas de madera de 17 a 20 kg de capacidad para los mercados mayoristas, en jabas de 30 kg para la venta en supermercados y en fundas de 2.0 a 2.5 lb para el consumidor final. Debido a que esta fruta pierde peso a los pocos días de su cosecha, su apariencia tiende a deteriorarse, el producto se arruga, ablanda, pierde el valor nutritivo, se descompone y deja de ser apto para el consumo humano, por lo cual es de vital importancia contar con un almacenamiento adecuado (Revelo et al., 2010).

2.4.2. TRATAMIENTOS POSTCOSECHA

Según Bosquez (1992), los tratamientos postcosecha tienen como objetivo prolongar la vida útil de productos vegetales posterior a la cosecha, es por ello sumamente importante establecer condiciones del entorno propicias para

controlar la velocidad de los procesos vitales, tales como: transpiración, actividad respiratoria, producción y acción de etileno, con la finalidad de reducir el riesgo de ataque de agentes microbianos, los cuales son causantes de varias enfermedades en la fruta. Considerando todo lo mencionado anteriormente, resulta imprescindible tener presente todos los factores, y el efecto que éstos pueden tener, para conseguir el periodo máximo de vida útil de productos vegetales perecederos y reducir pérdidas postcosecha.

Los principales factores a considerarse son:

- La naturaleza del producto: especie, variedad, metabolismo, estado de desarrollo o madurez, composición, susceptibilidad a enfermedades.
- Acondicionamiento: lavado, tipo de aditivos y concentración, reguladores del crecimiento, películas o recubrimientos, enfriamiento, entre otros.
- Condiciones de almacenamiento: temperatura, humedad relativa, circulación de aire, sanidad y purificación del aire, tipo de material y diseño de envases, concentración de gases O₂, CO₂, C₂H₂.

Para la naranjilla el método más empleado es el almacenamiento en frío, el cual consiste en conservar al fruto por debajo de la temperatura que permite la proliferación microbiana, en un rango comprendido entre 2 y 10 °C, con una humedad relativa entre 80 y 90 % o simplemente a temperatura ambiente. Contar con estas condiciones evita la deshidratación, reduce la actividad enzimática, retarda la maduración, así como reacciones ligadas a la respiración, sin embargo estos efectos favorables son de corto plazo, principalmente debido a que el desarrollo tanto de hongos como levaduras se ve favorecido por la humedad y no destruye los microorganismos, únicamente los detiene (Larrañaga, Carballo, Rodriguez, & Fernández, 1999).

Otro tratamiento aplicado en la naranjilla, es el recubrimiento con películas de quitosano, esta tecnología permite retardar la pérdida de humedad y por ende extender el periodo de almacenamiento a temperaturas que oscilan los 20 °C

o superiores, a temperaturas bajas el efecto es mínimo y a 7 °C es posible conservar las frutas por un mes, ya que se inhibe de forma significativa el crecimiento de hongos y levaduras.

La radiación UV-C también se considera como tratamiento postcosecha, que ha sido probada en la naranjilla, consiste en la exposición de productos durante un determinado periodo de tiempo en un banco de lámparas UV, con una emisión máxima a 254 nm, a esta longitud de onda es donde se presenta una considerable acción germicida, por lo que ha sido experimentada en varios tejidos vegetales (Civello, Vicente, & Martinez, 2006).

2.4.3. DETERIORO MICROBIOLÓGICO

El deterioro microbiológico en la naranjilla se da por la acción de hongos y bacterias, los cuales penetran a la planta a través de sus aberturas naturales tales como estomas, lenticelas, nectarios y también por las heridas. Muchas enfermedades se manifiestan principalmente por la acción de hongos, tales como (Revelo et al., 2010):

- ***Phytophthora infestans* (Mont) de Bary**: provoca la enfermedad de tizón tardío, lancha negra o cogollera, la cual deriva en la lesión del fruto, que se inicia en la base del pedúnculo del fruto y avanza irregularmente como una mancha algo deprimida de color café oscuro hacia la región ecuatorial del mismo, hasta cubrirlo parcial o totalmente; en estados avanzados de ataque, el patógeno produce una pudrición blanda de los frutos que descompone la epidermis y la pulpa.
- ***Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz & Sacc**: produce la antracnosis del fruto, vulgarmente conocida como “ojo de pollo”.

Genera en los frutos manchas redondeadas oscuras, grises o negras con el centro claro y bordes definidos.

La marchitez bacterial, marchitamiento o dormidera, es causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* (*Pseudomonas solanacearum*). La incidencia de esta enfermedad en el país es moderada y limitada en ciertas regiones. El ataque de la bacteria se presenta bajo condiciones de alta humedad ambiental. La presencia de nematodos del género *Meloidogyne* sp., incrementa la incidencia de la enfermedad, la cual presenta una distribución en forma de parches en el campo. La pudrición bacteriana es una enfermedad causada por *Pectobacterium solanacearum* (*Erwinia* sp.). La incidencia es moderada y limitada a regiones muy húmedas. Su desarrollo se ve favorecido por el exceso de humedad (Revelo et al.,2010).

Con respecto a las enfermedades postcosecha, la pudrición amarga es causada por el hongo *Geotrichum* sp., comúnmente y después de la cosecha, el hongo penetra en los frutos por cicatrices del pedicelo, por las grietas de la cáscara del fruto y por heridas de naturaleza variada; las áreas afectadas son blandas y húmedas; generalmente la pudrición avanza rápido, al principio en el interior del fruto y luego lo cubre por completo. La incidencia de la enfermedad es mayor en los frutos que se recogen del suelo. El hongo *Rhizopus* sp., es el causante de la pudrición blanda, se encuentra ampliamente difundido en todo el mundo y es importante sólo durante el almacenamiento, transporte y la venta de la fruta. En un inicio las zonas afectadas de los frutos parecen como si estuvieran embebidas en agua, son muy blandas y con la cáscara intacta; posteriormente el fruto pierde gradualmente humedad hasta que se arruga y momifica. Es usual que la cáscara ablandada se rompa durante su manipulación o por la presión de los frutos cuando se amontonan; esto hace que de ellos salga un líquido amarillento blanquizco (Revelo et al.,2010).

Los cítricos poseen en común cierto número de enfermedades de mercado, tales como podredumbre por *Alternaria* (hongo), antracnosis, mohos azules y

podredumbre del pedúnculo, cuya importancia relativa varía con la clase de fruta. Los “mohos azules” son los que mayores perjuicios ocasionan en naranjas y limones; se deben a *Penicillium digitatum*, de esporas verdes, y *Penicillium italicum* (“moho de contacto”), de esporas azul-verdosas. La podredumbre de los pedúnculos se debe, entre otras especies a *Phomopsis* y *Diplodia* (Frazier, 1972).

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIAL VEGETAL

Se adquirió mora de castilla (*Rubus glaucus*) sin espinas de la Provincia de Tungurahua, cultivada por los productores de la Asociación de Fruticultores (ASOFRUT) localizada en la ciudad de Ambato en el barrio Huachi Grande sector la Magdalena. La uvilla orgánica (*Physalis peruviana*) se cosechó en Tabacundo, cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha y la naranjilla (*Solanum quitoense*) se cosechó en Nanegalito, específicamente en la hacienda “Los Paces” (cantón Quito, provincia de Pichincha). Los frutos recién cosechados se trasladaron al Centro de Investigación de Alimentos de la Universidad Tecnológica Equinoccial (Quito).

3.2. TRATAMIENTO CON 1-MCP

Se seleccionaron frutos de mora, uvilla y naranjilla en buen estado y libres de defectos. La naranjilla se limpió empleando cepillos y esponjas secas para eliminar las vellosidades superficiales; en los frutos en los que se requería se cortó el pedúnculo dejándolo con un máximo de 5 mm de longitud. En las uvillas se procedió a retirar cuidadosamente el “capuchón” para no producir heridas superficiales, posteriormente se realizó un lavado con hipoclorito de sodio (100 ppm) y los frutos se secaron a temperatura ambiente. Los frutos de mora se clasificaron según el grado de madurez y ausencia de defectos. Los frutos seleccionados se colocaron en bandejas plásticas perforadas

(Termopack, PVC y poliestireno) tipo clamshells y se dividieron en dos grupos: control (sin aplicación de 1-MCP) y tratadas con 1-MCP.

Para aplicar el tratamiento de 1-MCP se colocaron las bandejas de fruta en recipientes herméticos de 50 litros, se aplicó una dosis de 1 μ L (mora y uvilla) y 0.5 μ L (naranja) de 1-MCP (EthylBloc™ Sachet-0.014 %), como se observa en la Figura 7, con una exposición durante 12 horas a 4 °C. Posteriormente se retiraron las bandejas de los recipientes herméticos y se almacenaron a 6 °C.



Figura 7. EthylBloc™ Sachet-0.014 % (1-MCP)

Los días de muestreo fueron definidos en ensayos anteriores. Se tomaron muestras de uvilla a los 0, 7, 14, 21 y 35 días; las muestras de naranja se tomaron a los 0, 7, 14 y 21 días, y las muestras de mora se tomaron a los 0, 5, 10, 15 y 20 días de almacenamiento refrigerado.

3.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Cada día de muestreo se pesaron 30 g de uvilla y mora y se homogenizaron en 270 ml de agua, correspondiente a la dilución 10^{-1} , a partir de esta se realizaron dos diluciones sucesivas (10^{-2} y 10^{-3}).

De las muestras de naranjilla se colocaron aproximadamente 250 g de frutas enteras en un recipiente estéril por medio de guantes estériles y se agregó 225 ml de agua peptonada estéril hasta cubrir completamente los frutos agitando suavemente para desprender los microorganismos de la superficie y se dejó transcurrir aproximadamente 2 minutos (dilución 10^{-1}) y a partir de ésta se realizaron dos diluciones sucesivas (10^{-2} y 10^{-3}).

De cada dilución se tomó una alícuota de 1 ml y se inoculó en placas Petri, posteriormente se aplicó por vertido agar dextrosa Sabouraud con Cloranfenicol para el recuento de mohos y levaduras, mientras que para el recuento de microorganismos mesófilos y psicrótrofos se utilizó agar nutritivo. Los análisis se realizaron por triplicado (Figura 8).



Figura 8. Siembra por vertido

3.3.1. INCUBACIÓN DE PLACAS

Una vez efectuada la siembra por vertido, para las muestras de mohos y levaduras se utilizó una estufa programada a una temperatura de 25 °C, durante 5 días. Para el caso de mesófilos se empleó una estufa a 30 °C durante 3 días y para psicrótrofos se pusieron las placas en cámara de incubación a 5 °C durante 7 días.

3.3.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El recuento de microorganismos mesófilos se realizó según la norma técnica INEN 1529.5. Transcurrido el tiempo de incubación se seleccionaron las placas de dos diluciones consecutivas que presentaban entre 15 y 300 colonias y utilizando un contador de colonias, se contaron todas las colonias que hayan crecido en el medio, incluso las de menor tamaño. El procedimiento se realizó cuidadosamente porque existe el riesgo de confundir las colonias con partículas de alimento o precipitado. Se anotó el número de colonias y la respectiva dilución.

El recuento de mohos y levaduras se realizó según la norma técnica INEN 1529.10. A los 5 días, se seleccionaron las placas que presentaban entre 10 y 150 colonias y se las contó sin el auxilio de lupas. A veces pueden desarrollarse colonias pequeñas, estas son de bacterias acidófilas y por tanto, deben excluirse del recuento. Se contó las colonias de mohos y levaduras en conjunto.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para efectuar el análisis estadístico se empleó un diseño factorial A x B, en el que A corresponde al tratamiento empleado (control, 1-MCP) y B al tiempo de almacenamiento. La variable considerada fue el crecimiento de la microflora nativa de los frutos (mohos, levaduras, mesófilos y psicrótrofos) expresada en \log_{10} UFC/g. Con el software estadístico InfoStat versión estudiantil 2016, se efectuó un análisis de varianza (ANOVA), las medias fueron comparadas con la prueba de LSD Fischer con una significancia de 0.05.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. DESARROLLO DE LA MICROFLORA NATIVA EN MORA DE CASTILLA TRATADA CON 1-MCP

Inmediatamente después de la aplicación del 1-MCP se produjo la reducción de la población de aerobios mesófilos permitiendo tener frutos con menor o igual población que los frutos control hasta el día 10 (Figura 9A). Mientras que en el día 20 de almacenamiento la población de aerobios mesófilos de los frutos tratados superó a la de los controles. Se debe tomar en cuenta que para este tiempo de almacenamiento los frutos han perdido de su calidad comercial y debido a los cambios físico-químicos producidos en el fruto se hacen susceptibles al ataque de microorganismos. Según explica Andrade (2016), en el día 20 de almacenamiento los frutos control presentan deterioros severos a comparación de los frutos tratados con 1-MCP.

En los frutos control la carga microbiana de aerobios mesófilos inició con 2.33 log UFC/g en el día 0 y se mantuvo constante hasta el final del almacenamiento (día 20 = 2.2 log UFC/g). Aparentemente el tratamiento con 1-MCP habría reducido esta población a niveles no detectables en el día 0 y posteriormente se habría producido un incremento de microorganismos hasta el final del almacenamiento.

Con respecto a la población de mohos y levaduras (Figura 9B), el tratamiento con 1-MCP (1 μ L/12 h) produjo la reducción de una unidad logarítmica respecto a las muestras control. En estos últimos, se encontró una población de 4.01 log UFC/g en el día 0 y para el día 5 se observó una disminución de una unidad logarítmica a partir del cual se incrementó presentando valores mayores a los frutos tratados alcanzado en el día 20 una población similar a los frutos tratados. Desde el inicio del almacenamiento hasta el día 15 los

frutos tratados presentaron menor población de mohos y levaduras a pesar de que no se encontraron diferencias significativas entre las muestras.

Evidentemente la proliferación de mohos y levaduras se vio afectada por las condiciones de almacenamiento, ya que de acuerdo a Banwart (1989) la refrigeración provoca que la velocidad de crecimiento de los microorganismos se retrase y esto se estaría observando en tiempos de almacenamiento cortos (entre los días 0 y 10), es por ello que los valores reportados en frutos tratados y control se asemejen en los últimos días de recuento de UFC. Concellón et al. (2008), demostraron que la aplicación de 1-MCP en berenjena redujo el número de frutos afectados por hongos con respecto a los no tratados.

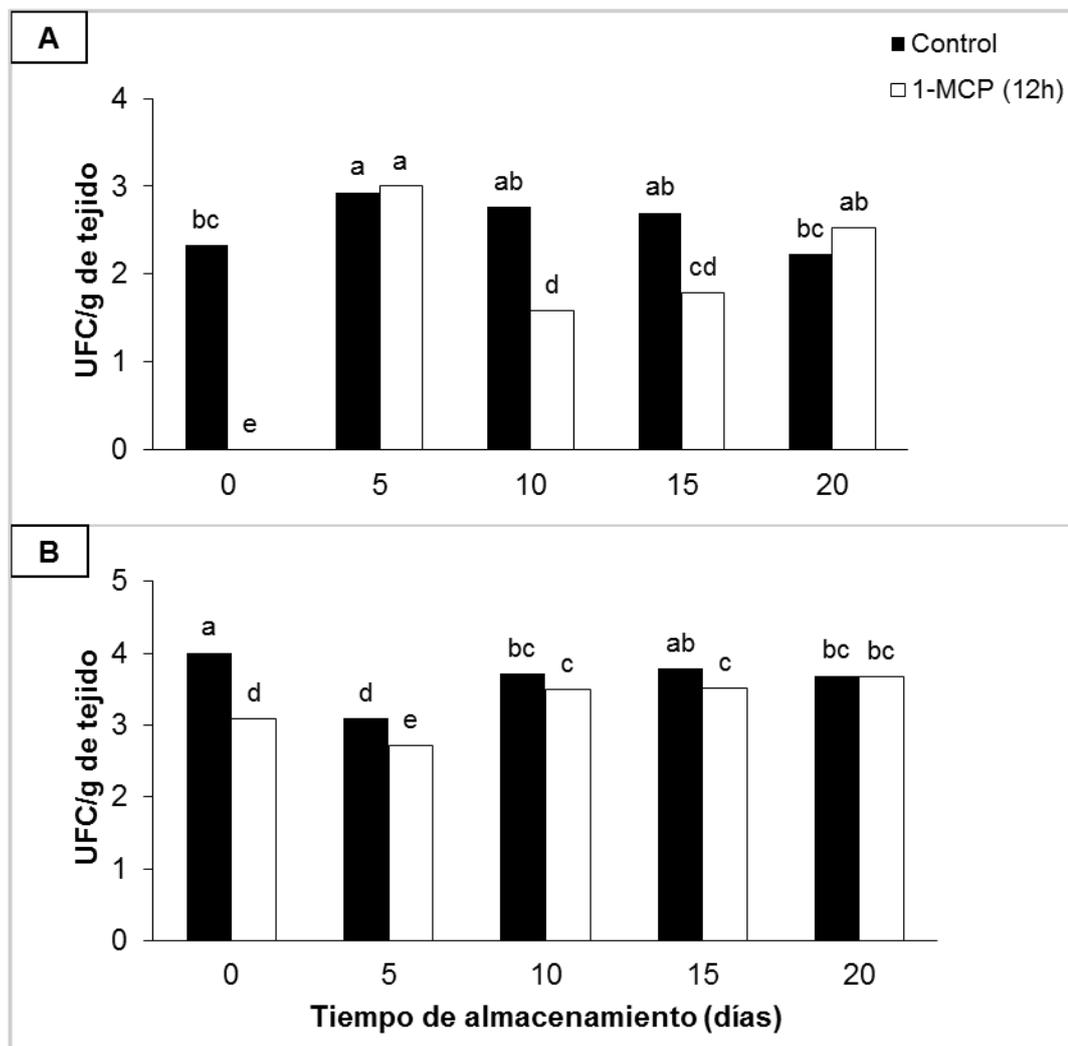
El rango de pH aproximado para el crecimiento de mohos es de 0.5 a 11, mientras que el de levaduras va de 1.5 a 8.5 (Jay et.al., 2005), por lo que las condiciones respecto a este parámetro son menos exigentes tanto para mohos como levaduras a comparación de las bacterias. Además es importante resaltar que las frutas por lo general, sólo se alteran por mohos y levaduras como consecuencia de la capacidad de estos microorganismos de desarrollarse a valores inferiores a 3.5, una cifra que queda bastante por debajo del mínimo exigido por casi todas las bacterias, tanto alterantes como patógenas. Según Andrade (2016) el pH de las moras tratadas con 1-MCP no difiere significativamente al de los frutos control, aumentando en las dos muestras durante el almacenamiento de pH de 2.8 a 3, valores óptimos para permitir el desarrollo de este tipo de microorganismos.

Al realizar el recuento de bacterias psicrótrofas tanto en frutos control como en tratados se encontró crecimiento a partir del día 10 a partir del cual los frutos control presentaron mayor población que los tratados.

En el día 10, los frutos control presentaron una carga microbiana de 3.8 unidades logarítmicas, para el día 15 este valor aumentó a log 4.3 manteniéndose constante hasta el día 20. En cuanto al desarrollo de psicrótrofos en frutos tratados se observó un comportamiento similar que los frutos control. Se reportó a partir del día 10 (log UFC/g= 3.04), en el día 15

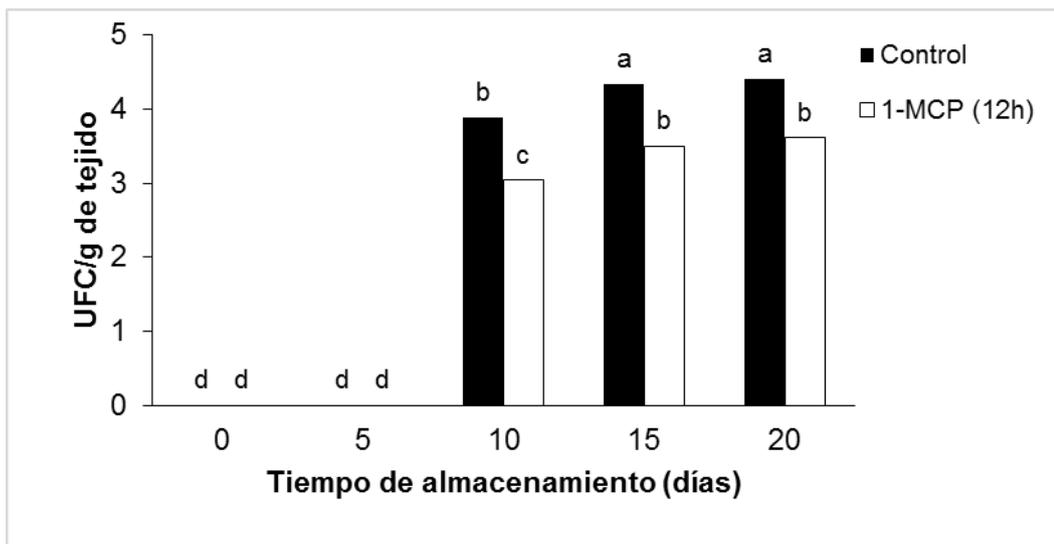
este valor aumentó a 3.5 unidades logarítmicas y finalmente en el día 20 log 3.61, el cuál fue el valor más prominente registrado.

Resultados similares se presentaron en moras (*Morus alba L.*), ya que el uso de 1-MCP no impidió el crecimiento de bacterias psicrotróficas y otros organismos (Tulin & Ulukanli, 2013).



Letras diferentes indican diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$). $LSD_{\text{mesófilos}} = 0,53691$; $LSD_{\text{mohos y levaduras}} = 0,26957$

Figura 9. A) Recuento de mesófilos y B) Recuento de mohos y levaduras en mora de castilla sin espinas control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración



Letras diferentes indican diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$). $LSD = 0,39303$

Figura 10. Recuento de psicrótrofos en mora de castilla sin espinas control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración.

Como se observa en la Figura 10, estadísticamente existieron diferencias significativas entre las muestras todos los días de almacenamiento, a excepción de los días 0 y 5 (en los cuales no hubo desarrollo de microorganismos). La carga microbiana de los frutos tratados con 1-MCP fueron menores que los frutos control en los días 10, 15 y 20, con 0.84, 0.83 y 0.8 unidades logarítmicas de diferencia respectivamente.

4.2. DESARROLLO DE LA MICROFLORA NATIVA EN UVILLA TRATADA CON 1-MCP

El recuento de microorganismos (aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras) de la uvilla tratada con 1-MCP se realizó durante 35 días. Luego de la aplicación del tratamiento (día 0) no se encontró crecimiento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras tanto en frutos control como en frutos tratados. La ausencia de carga microbiana en el inicio del tratamiento día 0 puede

deberse al proceso de desinfección realizado en las uvillas recién cosechadas, resultados similares se reportaron en papaya sometida a una desinfección superficial al inicio de los experimentos (Ergun, 2006).

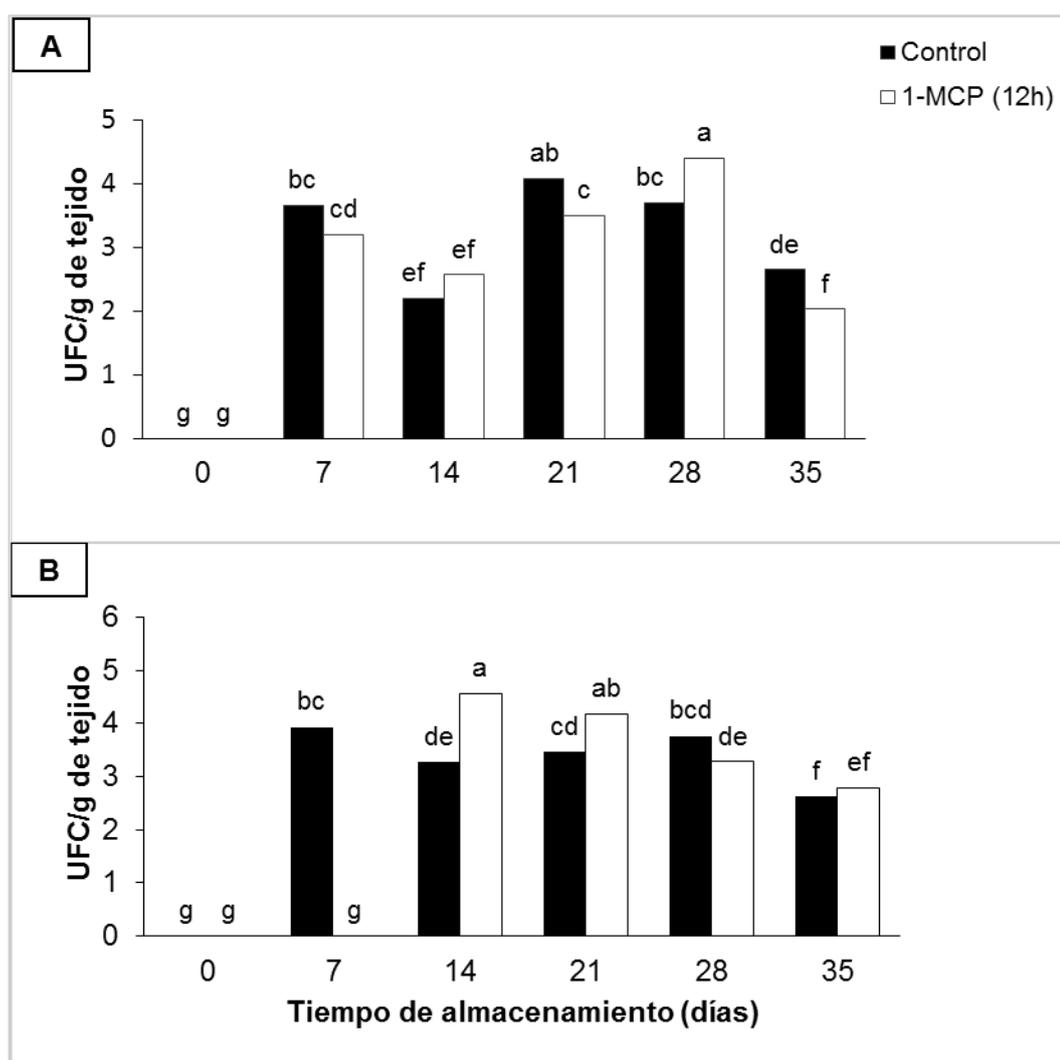
El crecimiento de microorganismos mesófilos en frutos control se evidenció a partir del día 7 con un valor de 3.6 log UFC/g (Figura 11A). El reporte más elevado se registró en el día 21 (log 4.1), y para el día 35 este disminuyó a 2.6 unidades logarítmicas siendo mayor y estadísticamente diferente al recuento encontrado en los frutos tratados. En el día 7 los frutos tratados presentaron una carga microbiana de 3.2 log UFC/g y el valor más elevado reportado se registró en el día 28 (log 4.4) encontrándose un valor de 2.03 log UFC/g en el día 35.

De acuerdo a Jiang et al. (2001) y Adkins et al. (2005) el 1-MCP puede provocar un aumento de la incidencia microbiana, ya que este compuesto disminuye la expresión de muchos genes de defensa del producto al estar regulados por el etileno. Este sería el caso de frutos como la fresa y el aguacate, los cuales sufren mayor incidencia de contaminación microbiana al ser tratados con 1-MCP. Se logró determinar que el 1-MCP provoca variabilidad en los genes de las fresas, lo cual justifica en parte el aumento de las UFC en frutos tratados (Balogh, Koncz, Tisza, Kiss, & Heszky, 2005).

El registro de crecimiento de mohos y levaduras en frutos control se evidenció a partir del día 7 con 3.9 log UFC/g el cual fue el valor más elevado registrado a lo largo del almacenamiento. En el día 35 la carga microbiana fue de 2.62 log UFC/g.

En frutos tratados la proliferación de mohos y levaduras inició en el día 14 con 4.6 log UFC/g a partir del cual se observó una disminución progresiva alcanzando en el día 35 un valor de 2.8 log UFC/g. Como se observa en la Figura 11B, la proliferación de mohos y levaduras en frutos control fue superior a los tratados en los primeros días de almacenamiento. Guo (2011), presenta resultados similares, en los que el 1-MCP tuvo una acción positiva en la reducción de los recuentos microbianos en melón, en los primeros días de almacenamiento. Sin embargo existió mayor carga microbiana en frutos

tratados los días 14 y 21, esto puede deberse, como se detalló anteriormente, a la disminución de la expresión de genes de defensa por efecto del 1-MCP. Resultados afines se presentaron en mango, ya que el porcentaje de frutos enfermos fue superior en frutos tratados, confirmando que el 1-MCP no tiene acción fungicida importante y que en algunos casos incrementa el daño (Osuna-García et al., 2007).

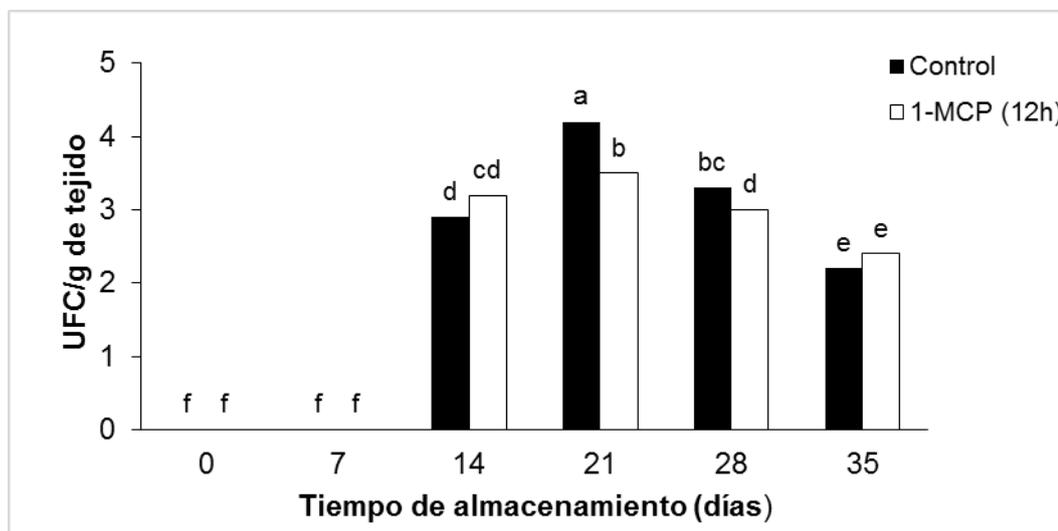


Letras diferentes indican diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$). $LSD_{\text{mesófilos}} = 0,56015$; $LSD_{\text{mohos y levaduras}} = 0,59838$

Figura 11. A) Recuento de mesófilos y B) Recuento de mohos y levaduras en uvilla control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración.

Según indica Cuaspud (2016), no se encontró diferencia significativa en el pH de frutos de uvilla tratados y control, variando de 3 a 3.8 durante 35 días de almacenamiento. Esto al igual que en la mora repercutió en la proliferación de mohos y levaduras, las cuales son las causantes del daño del fruto. Además es importante mencionar que como fuente de nutrientes los microorganismos pueden necesitar pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B para su crecimiento, los mohos son capaces de sintetizar casi todas o todas las vitaminas que van a necesitar para su multiplicación. En consecuencia no es difícil encontrar a estos grupos microbianos en alimentos pobres en vitaminas B, como es el caso de las frutas, por lo que la causa más habitual de la alteración de estos alimentos radica en el desarrollo de mohos y levaduras en lugar de bacterias (Jay, Loessner, & Golden, 2005).

En relación al recuento de bacterias psicrótrofas, en la Figura 12 se puede observar que no se encontró crecimiento de estos microorganismos en las muestras control y tratadas en los primeros días de almacenamiento. La proliferación de bacterias psicrótrofas se presentó a partir del día 14 en los dos casos.



. Letras diferentes indican diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$). $LSD = 0,33771$

Figura 12. Recuento de psicrótrofos en uvilla control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración

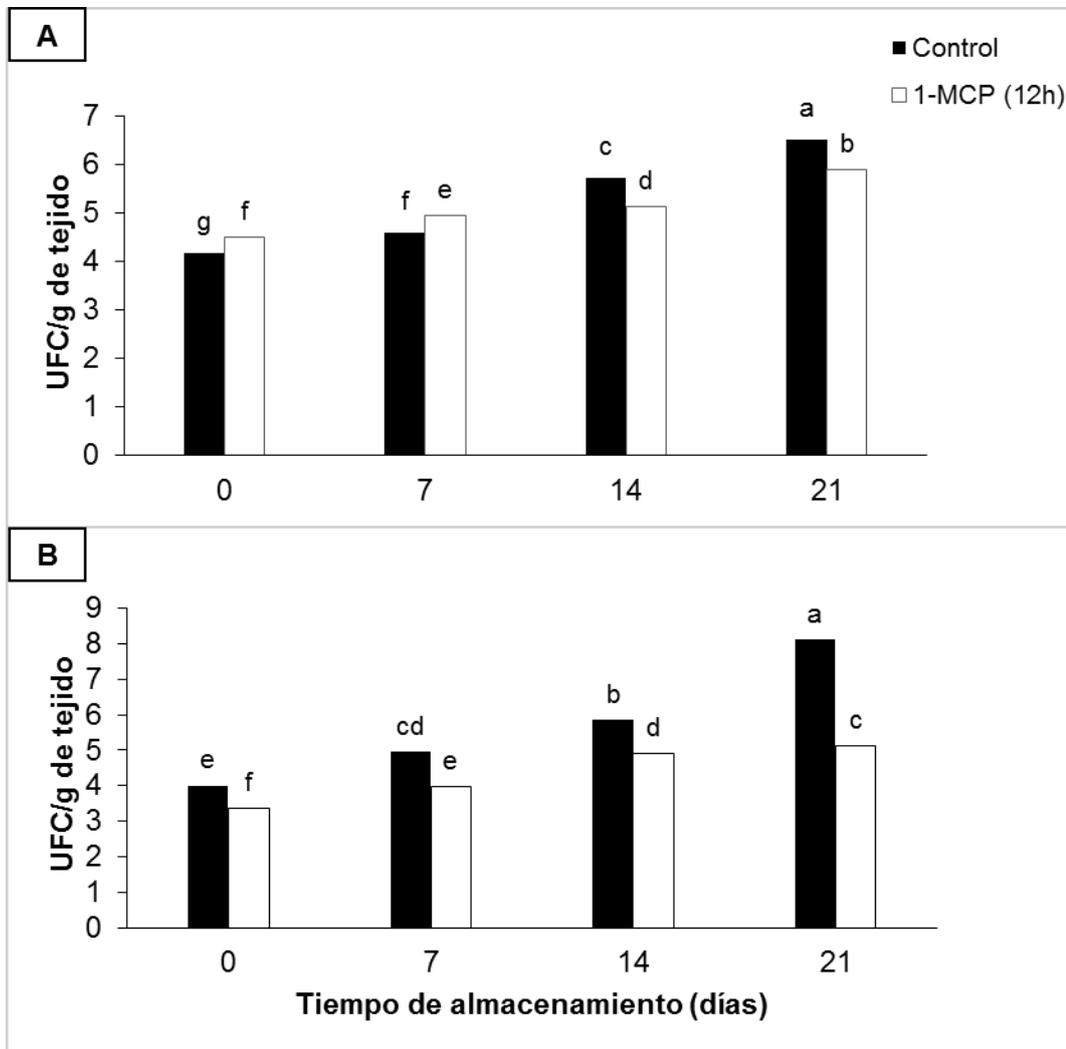
En el día 14 se encontró 0.3 unidades logarítmicas más en las UFC/g de frutos tratados en comparación con los frutos control. Podría decirse entonces que el 1-MCP produjo un efecto negativo en los genes de defensa de los frutos, como se mencionó anteriormente. Además que según Rivero y Quiroga (2010), el 1-MCP puede incrementar la incidencia del daño, cuando la susceptibilidad a este se acentúa por la inhibición o retraso de la maduración.

4.3. DESARROLLO DE LA MICROFLORA NATIVA EN NARANJILLA TRATADA CON 1-MCP

La naranjilla presentó una carga inicial de aerobios mesófilos de 4.1 y 4.5 log UFC/g en frutos control y tratados, respectivamente.

En cuanto a los aerobios mesófilos en los frutos control se encontró diferencia estadística significativa durante los 21 días de almacenamiento (Figura 13A). La carga microbiana se incrementó de 4.18 a 6.52 unidades logarítmicas desde el día inicial (día 0) hasta el final (día 21).

Según Ku (1999) esto puede deberse principalmente a que el 1-MCP puede inhibir una respuesta metabólica beneficiosa o estimular una característica indeseable, posiblemente relacionada con un mecanismo de defensa natural, lo cual provocó que la proliferación de mesófilos en las naranjillas tratadas con el 1-MCP fuera mayor que las control en los primeros días de almacenamiento. En un estudio aplicado en mango, Hofman et al. (2001) se explica que el 1-MCP no tuvo ningún efecto sobre el crecimiento de microorganismos, siendo igual o superior a la muestra control, además estos autores aseveran que el 1-MCP en algunos casos incrementa el daño. Sin embargo, en los días 14 y 21 la carga microbiana se redujo en los frutos tratados, al igual que en estudios realizados en manzanas, en los cuales el crecimiento microbiano fue suprimido por el 1-MCP (Rupasinghe, 2005).



Letras diferentes indican diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$). $LSD_{\text{mesófilos}} = 0,13134$; $LSD_{\text{mohos y levaduras}} = 0,18636$

Figura 13. A) Recuento de mesófilos y B) Recuento de mohos y levaduras en naranjilla control y tratada durante el almacenamiento en refrigeración.

El reporte de crecimiento de mohos y levaduras en frutos control presentó diferencias significativas a lo largo de todos los días de almacenamiento. El recuento en el día 0 fue de log 4. Se evidenció un aumento considerable de 5.8 a 8.1 unidades logarítmicas entre el día 14 y 21.

En los frutos tratados igualmente se evidenció diferencia significativa durante el almacenamiento. Los valores registrados aumentaron de 3.4 a 5.1 unidades logarítmicas desde el día 0 hasta el 21 respectivamente.

En la Figura 13B, se pudo observar que existieron diferencias significativas en la población de mohos y levaduras entre frutos control y tratados. El crecimiento de estos microorganismos fue mayor en los frutos control en comparación a los tratados, teniendo una diferencia considerable en el último día de almacenamiento, la cual fue de 8.1 y de 5.1 unidades logarítmicas en frutos control y tratados, respectivamente. Toro (2016) reportó que el pH de naranjillas tratadas con 1-MCP fue menor que los frutos control durante el almacenamiento (tratadas: pH de 2.44 a 2.92 y control: 3.02 a 4.37), bajo esta condición el 1-MCP evidentemente no pudo inhibir por completo la proliferación de mohos y levaduras causantes del deterioro, pero logró reducir el número de UFC a lo largo del almacenamiento. Además Guillén (2008) explica que el 1-MCP provoca mayores niveles de firmeza, favoreciendo la resistencia a sufrir daños mecánicos, debido a que el tratamiento con 1-MCP disminuye la incidencia microbiana. Esto se puede corroborar con los datos de firmeza en frutos tratados con 1-MCP, en los cuales existieron mayores cambios en la resistencia de los frutos tratados, resultados que estarían en relación con el avance del daño del fruto; los frutos tratados con 1-MCP presentaron deterioro de leve a moderado, a diferencia de los frutos control, en los que el daño fue de moderado a grave (Toro, 2016).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

- La exposición de los frutos de mora a una concentración de 1 μ L (12h) de 1-MCP produjo una reducción de la población de aerobios mesófilos respecto a los frutos control durante 15 días de almacenamiento. En cuanto a la población de mohos y levaduras, el tratamiento disminuyó luego de aplicado el tratamiento y esta diferencia se mantuvo a lo largo del almacenamiento. Mientras que la población de psicrótrofos se vio reducida en una unidad logarítmica debido al tratamiento y esta diferencia se mantuvo entre los días 10 y 20 de almacenamiento.
- Los frutos de uvilla tratados con 1 μ L (12h) de 1-MCP presentaron en general menor población de aerobios mesófilos durante 35 días de almacenamiento refrigerado. Mientras que la población de psicrótrofos, mohos y levaduras presentó un comportamiento similar en los frutos controles y tratados, estos últimos presentaron crecimiento a partir del día 14 siendo mayor que los frutos control (excepto el día 28).
- La aplicación de 1-MCP en una concentración de 0.5 μ L (12h) en frutos de naranjilla produjo la disminución de una unidad logarítmica de la población de mohos y levaduras, y durante el almacenamiento retrasó el desarrollo de estos microorganismos de 4 y 1.5 unidades logarítmicas para frutos control y tratados, respectivamente, luego de 21 días de almacenamiento refrigerado. Por otro lado, el efecto del 1-MCP sobre la población de aerobios mesófilos fue diferente, únicamente a tiempos largos de almacenamiento los frutos tratados presentaron menor población que los frutos control.

- La variabilidad de los datos expuestos, hace entrever que el efecto del 1-MCP ante el desarrollo de la microflora nativa depende del tipo de fruto y la acción del mismo es distinta en los microorganismos que se manifiestan a lo largo del almacenamiento.
- El uso de 1-MCP sería más efectivo si se aplica en combinación con algún tratamiento que permita controlar la proliferación de microorganismos, ya que en el presente estudio se evidenció que este compuesto no tiene un efecto positivo determinante en la disminución del desarrollo de la microflora nativa (aerobios mesófilos, psicrótrofos, mohos y levaduras) de uvilla, mora y naranjilla.

5.2. RECOMENDACIONES:

- Es necesario realizar más estudios de la acción del 1-MCP en diversos frutos, puesto que su respuesta no es la misma en todos los productos y pueden encontrarse resultados satisfactorios, relacionados a generar un efecto antimicrobiano, y por ende prolongar la vida útil de los alimentos expuestos a este tratamiento.
- El campo de estudio del 1-MCP es muy amplio, y por ello deben realizarse más investigaciones para promover su uso con la finalidad de encontrar ventajas competitivas referentes al almacenamiento y transporte.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Abdi, N., McGlasson, W., Holford, P., Williams, M., & Mizrahi, Y. (1998). Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology* 14, 29-39.
- Andrade , P. (2016). Efecto del 1 Metilciclopropeno (1-MCP) sobre el comportamiento postcosecha de mora de Castilla (*Rubus glaucus*) sin espinas. Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Argenta, L., Krammes, J., Megguer, C., Amarante, C., & Mattheis, J. (2003). Ripening and quality of 'Laetitia' plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 38, 1139-1148.
- Argenta, L., Mattheis, J., & Fan, X. (2001). Retardamento da maturacao de macas 'Fuji' pelo tratamento com 1-MCP e manejo da temperatura. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23, 270-273.
- Arias, J. (2008). Aprovechamiento agroindustrial de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) para la obtención de productos cristalizados y chips. Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Bagnato, N., Barrett, R., Sedgley, M., & 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, 745-750.
- Balogh, A., Koncz, T., Tisza, V., Kiss, E., & Heszky, L. (2005). The effect of 1-MCP on the Expression of Several Ripening-related Genes in Strawberries. *Hort. Sci* 40, 2088-2090.
- Banwart, G. J. (1989). *Basic Food Microbiology*. New York: Chapman & Hall.

- Baritelle, A., Hyde, G., Fellman, J., & Varith, J. (2001). Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissues. *Postharvest Biology and Technology* 23, 153-160.
- Beno-Moualem, D., Gusev, L., Dvir, O., Pesis, E., Meir, S., & Lichter, A. (2004). The effects of ethylene, methyl jasmonate and 1-MCP on abscission of cherry tomatoes from the bunch and expression of endo-1,4-beta-glucanases. *Plant Science* 167, 499-507.
- Blankenship, S., & Dole, J. (2003). 1-Methylcyclopropene; a review. *Postharvest Biology and Technology* 28, 1-25.
- Botondi, R., DeSantis, D., Bellincontro, A., Vizovitis, K., & Mencarelli, F. (2003). Influence of ethylene inhibition by 1-methylcyclopropene on apricot quality, volatile production, and glycosidase activity of low- and high-aroma varieties of apricots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 1189-1200.
- CECU. (s.f.). Recuperado el 20 de Octubre de 2016, de <http://cecu.es/campanas/alimentacion/4Gama.pdf>
- Chahine, H., Gouble, B., Audergon, J., Souty, M., Albagnac, G., Jacquemin, G., Hughes, M. (1999). Effect of ethylene on certain parameters of apricot fruit (*Prunus armeniaca*, L.) during maturation and postharvest evolution. *Acta Horticulturae* 488, 577-584.
- Chang-Yuen, K., & Sáenz, M. V. (2006). Efecto del 1- metilciclopropeno (1-MCP) en la maduración de banano. *Agronomía Costarricense* 29, 211-220.
- Civello, P., Vicente, A., & Martinez, G. (2006). UV-C technology to control postharvest diseases of fruits and vegetables. *Transworld Research Network* 37/661 (2), 1-32
- Colelli, G., Sánchez, M., & Torralbo, F. (2003). Effects of treatment with 1-methylcyclopropene (1-MCP) on tomato. *Alimentaria* 342, 67-70.
- Concellón, A., Massolo, J., Chaves, A., & Vicente, A. (2009). Efecto del tratamiento con 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre la calidad poscosecha

y metabolismo fenólico en berenjena. *III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Córdoba, Argentina.

Crouch, I. (2003). 1-Methylcyclopropene (SmartFresh™) as an alternative to modified atmosphere and controlled atmosphere storage of apples and pears. *Acta Horticulturae* 600, 433-439.

Cuaspu, S. (2016). Efecto de la aplicación del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) sobre la calidad postcosecha de la uvilla (*Physalis peruviana*). Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.

Dong, L., Lurie, S., & Zhou, H. (2002). Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. *Postharvest Biology and Technology* 24, 135-145.

Eagricola. (21 de Enero de 2016). Deterioro de frutas y hortalizas en postcosecha. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://eagricola.net/?p=325>

Ergun, M. (2006). Extended shelf life and quality of fresh-cut papaya derived from ripe fruit treated with ethylene antagonist 1-methylcyclopropene. *Hort. Sci* 131, 97-103.

Fan, X., & Mattheis, J. (1999). Impact of 1-methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47, 2847-2853.

Farinango, M. (2010). Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) y de la mora variedad brazos (*Rubus sp*). Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Frazier, W. (1972). *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza : ACRIBIA S.A.

Gang Kim, J., Luo, Y., & Tao, Y. (2007). Effect of the sequential treatment of 1-methylcyclopropene and acidified sodium chlorite on microbial growth and quality of fresh-cut cilantro. *Postharvest Biology and Technology* 46, 144-149.

Giraldo, M., & Franco, G. (Noviembre de 2001). El cultivo de la mora. Manizales, Colombia: Corpoica.

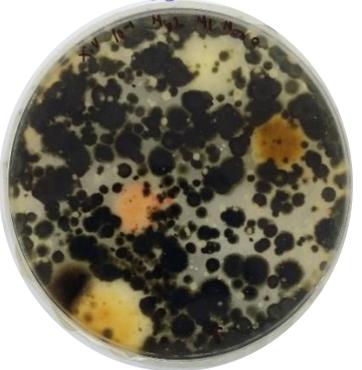
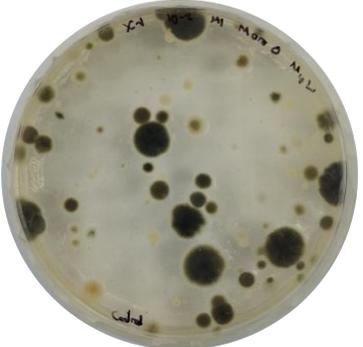
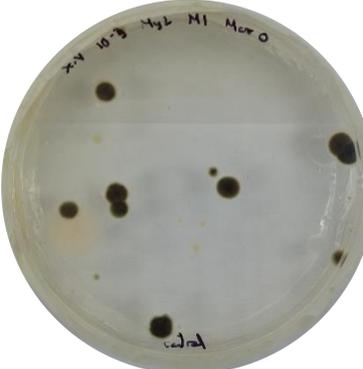
- Golding, J., Shearer, D., Wyllie, S., & McGlasson, W. (1998). Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. *Postharvest Biology and Technology* 14, 87-98.
- Guijarro, E. (2012). Influencia de la radiación uv-c sobre el tiempo de vida útil en uvilla (*Physalis peruviana L.*) sin capuchón. Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Guillén, F., Bailén, G., Castillo, S., Valero, D., Martínez, D., Valverde, J., & Serrano, M. (2006). 1-MCP y conservación de la postrecolección de frutos. *Horticultura* 191, 44-48.
- Guillén, F. (2009). 1-MCP como estrategia de conservación. *Horticultura internacional* 69, 18-24.
- Han, C., Zuo, J., Wang, Q., Xu, L., Wang, Z., Dong, H., & Gao, L. (2014). Effects of 1-MCP on postharvest physiology and quality of bittermelon (*Momordica charantia L.*). *Scientia Horticulturae* 182, 86-91.
- Hofman, P., Jobin-Décor, M., Meiburg, G., Macnish, A., & Joyce, D. (2001). Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41, 567-572.
- Jay, J., Loessner, M., & Golden, D. (2005). *Microbiología moderna de los alimentos*. Zaragoza: ACRIBIA S.A.
- Jiang, Y., & Joyce, D. (2003). Softening response of 1-methylcyclopropene-treated banana fruit to high oxygen atmospheres. *Plant Growth Regulation* 41, 225-229.
- Lalel, H., Singh, Z., & Tan, S. (2003). The role of ethylene in mango fruit aroma volatiles biosynthesis. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 78, 485-496.
- Larrañaga, I., Carballo, J., Rodríguez, M., & Fernández, J. (1999). *Control e higiene de los alimentos*. Madrid: McGRAW-HILL.

- Lippert, F., & Blanke, M. (2004). Effect of mechanical harvest and timing of 1-MCP application on respiration and fruit quality of European plums *Prunus domestica* L. *Postharvest Biology and Technology* 34, 305-311.
- Mascheroni, R. (2016). Refrigeración y congelación de alimentos. Recuperado el 1 de Diciembre de 2016 de <http://sceu.frba.utn.edu.ar/course/refrigeracion-y-congelacion-de-alimentos/>
- Ospina, S., & Cartagena, J. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación* 5(2), 112-123.
- Osuna García, J., Pérez Barraza, M. H., Vázquez Valdivia, V., & Gómez Jaimez, R. (2011). Aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) y su efecto en la ciruela mexicana. *Fitotecnia Mexicana. Vol 34 (3)*, 197-204.
- Osuna-Garcia, J. A., Cáceres-Morales, I., Montalvo-González, E., Mata-Montes de Oca, M., & Tovar-Gómez, B. (26 de Junio de 2007). Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) Y tratamiento hidrotérmico sobre la fisiología y calidad del mango "Keitt". *Chapingo Serie Horticultura* 13, 157-163.
- Revelo, J., Viteri, P., Vásquez, W., Valverde, F., León, J., & Gallegos, P. (2010). *Manual del cultivo ecológico de la naranjilla*. Quito, Ecuador: INIAP.
- Rivera, J. (Enero de 2008). Deterioro poscosecha de las frutas y hortalizas frescas por hongos y bacterias. San Pedro Sula, Honduras: Departamento de protección vegetal .
- Rivero, M., & Quiroga, M. (2010). Es el 1-MCP (1-Metilciclopropeno) una alternativa al uso de dióxido de azufre en conservación de uva de mesa. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 8-17.
- Romero, K. (2014). Efecto del uso combinado de la radiación uv-c y atmósfera modificada sobre el contenido de compuestos antioxidantes en mora de castilla (*Rubus glaucus*) sin espinas almacenada en refrigeración. Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.

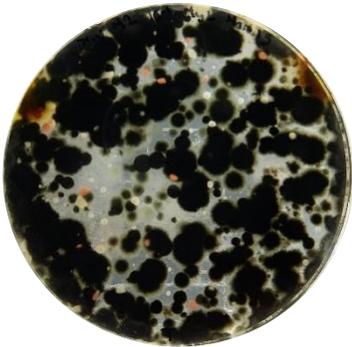
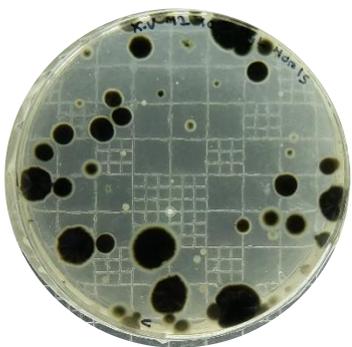
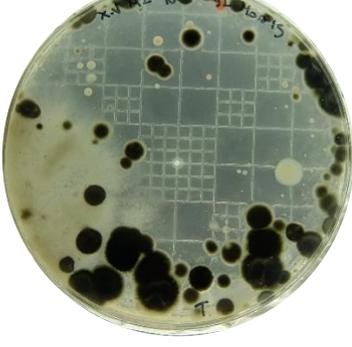
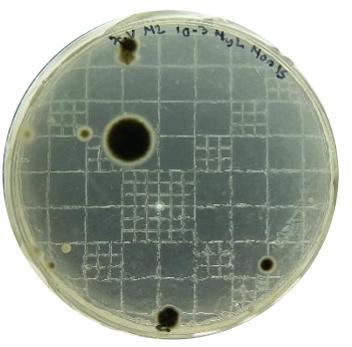
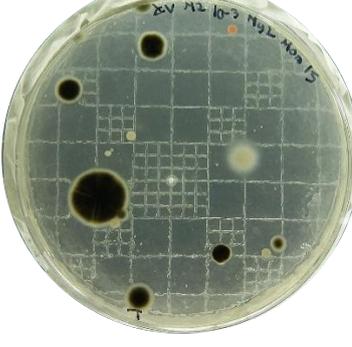
- Rupasinghe, V. (2005). Influence of 1-Methylcyclopropene and Nature Seal on the quality of fresh-cut "Empire" and "Crispin" apples. *Journal of Food Quality* 28, 289-307
- Sisler, E. C., & Blankenship, S. M. (1996). *Estados Unidos Patente nº 5518988*.
- Sisler, E. C., & Serek, M. (1997). Inhibition of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. *Plant Physiol* 100, 577-582.
- Toro, R. (2016). Efecto del uso de 1-MCP (Metilciclopropeno) como tratamiento postcosecha en naranjilla (*Solanum quitoense* Lam). Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Tulin, A., & Ulukanli, Z. (2013). The effects of calcium chloride and 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on the shelf life of mulberries (*Morus alba* L.). *Journal of Food Processing and Preservation* 38, 1279-1288.
- Vinueza, C. (2015). Estudio del efecto de las condiciones de secado del capuchón en el comportamiento poscosecha de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) durante el almacenamiento refrigerado. Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito , Ecuador.
- Wills, R., & Golding, J. B. (2015). *Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology*. Boca Raton: CRC Press.
- Yokotani, N., Tamura, S., Nakano, R., Inaba, A., McGlasson, W., & Kubo, Y. (2004). Comparison of ethylene- and wound-induced responses in fruit of wild-type, rin and nor tomatoes. *Postharvest Biology and Technology* 32, 247-252.

ANEXO

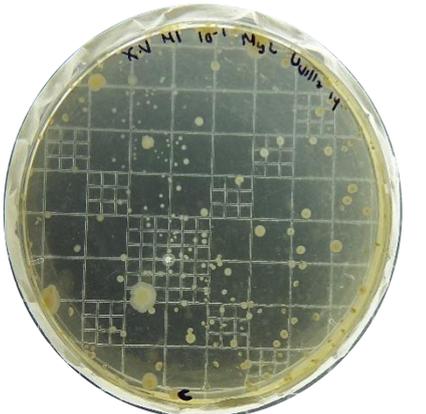
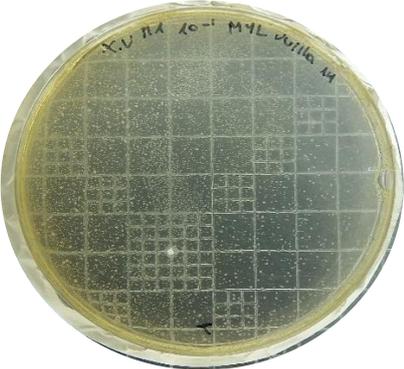
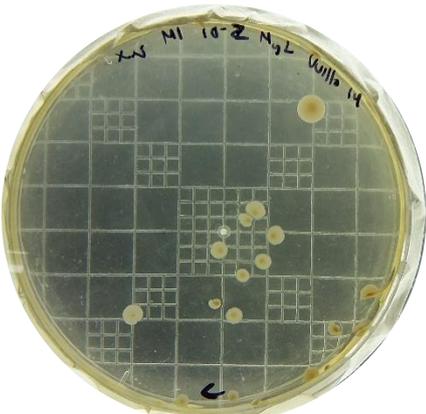
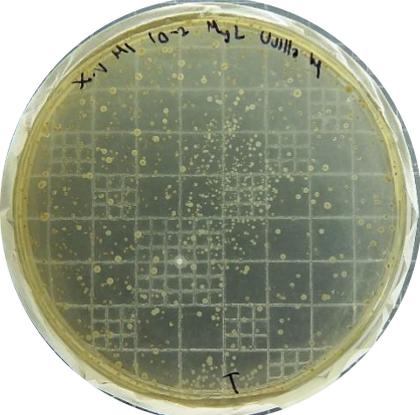
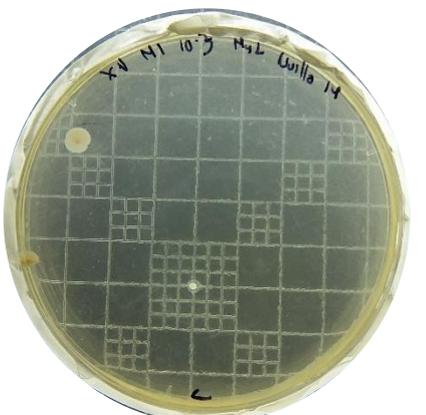
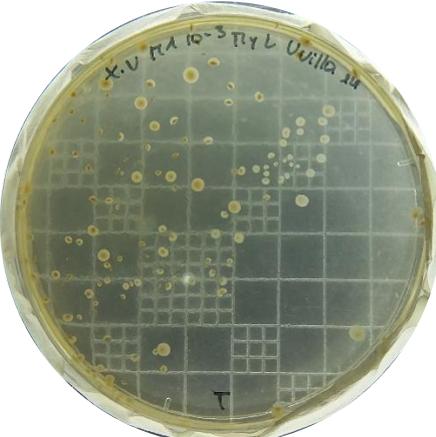
**ANEXO 1.
 RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS DÍA 0 (MUESTRA 1
 MORA)**

Dilución	Control	Tratada
-1		
-2		
-3		

ANEXO 2.
RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS DÍA 15 (MUESTRA 2 MORA)

Dilución	Control	Tratada
-1		
-2		
-3		

**ANEXO 3.
 RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS DÍA 14 (MUESTRA 1
 UVILLA)**

Dilución	Control	Tratada
-1		
-2		
-3		

ANEXO 4.
ESTADO DE LA MORA DE CASTILLA SIN ESPINAS A LO
LARGO DEL ALMACENAMIENTO

Días	Control	Tratadas
0		
5		
10		
15		
20		