

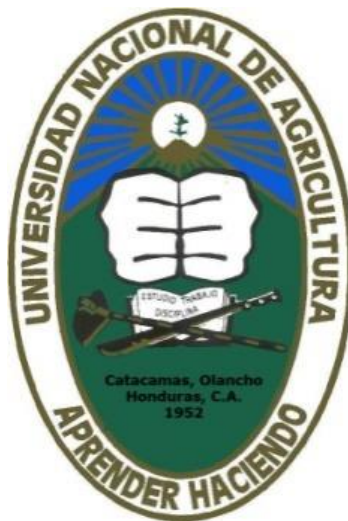
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DE DESINFECCIÓN Y SUS DOSIS EN
POSTCOSECHA DE OKRA (*Albemoschus esculentus*) PARA EXPORTACIÓN**

POR:

HECTOR ROLANDO FUNEZ BAQUEDANO

**TESIS
PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO, 2016

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS DE DESINFECCIÓN Y SUS DOSIS EN
POSTCOSECHA DE OKRA (*Abelmoschus esculentus*) PARA EXPORTACIÓN**

POR:

HECTOR ROLANDO FUNEZ BAQUEDANO

CESAR ALEXYS MORENO, M. Sc.

Asesor Principal, CUASA

MILDRE ELEAZAR TURCIOS, M Sc.

Asesor Principal, UNA

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO, 2016

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

A mi DIOS TODOPODEROSO por darme la sabiduría y la oportunidad de poder terminar mis estudios con éxito.

A mi padre HECTOR ROLANDO FUNEZ por el apoyo incondicional y sus sabios consejos que me brindo para poder culminar mi carrera.

A mi madre MARITZA AZUCENA BAQUEDANO por el apoyo incondicional y sus sabios consejos que me brindo para poder culminar m carrera.

A mis abuelas PETRONA VALLEJO Y PETRONILA MARTINEZ.

A mi abuelo SERAFIN BAQUEDANO.

A mis hermanos LEBNY FUNEZ, ENZO FUNEZ, MARITZA FUNEZ, KEYLIN FUNEZ, SAYDI FUNEZ Y HECTOR DAVID FUNEZ.

A TODA MI FAMILIA por su gran apoyo.

AGRADECIMIENTO

A MI DIOS por darme las fuerzas para vencer todas las adversidades que en mi camino se presentaron y por iluminarme en cada situación de mi vida, regalarme la fortaleza, sabiduría para poder lograr nuestros objetivos y alcanzar nuestras metas.

A MIS PADRES, HERMANOS Y FAMILIA por haberme otorgado todo su apoyo, grandes esfuerzos y sacrificios para que yo pudiera realizar mis estudios en esta universidad, como también por todos los sabios consejos que me brindaron por todo el cariño incondicional que me han dado, gracias.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA por darme la oportunidad de poder forjarme como profesional, a los docentes que inculcaron los conocimientos y mucha disciplina en mi carrera para que todo fuera posible.

A MIS COMPAÑEROS DE SECCION por compartir momentos inolvidables durante estos cuatro largos años.

A MIS ASESORES M.Sc. ELEAZAR TURCIOS, M.Sc. ANDRES PAZ, Ing. ORTEGA por compartir conmigo el valioso conocimiento que poseen y facilitarme las herramientas de formación necesarias y culminar de la mejor manera mi trabajo de tesis profesional, por su comprensión, apoyo y amistad que me brindaron.

A MIS AMIGOS por los momentos alegría que disfrute en la universidad: Fabricio Garcia, Eduardo Garcia, Arnold Garcia, Cesar Espinal, Denis Gallo, Elin Gonzalez, Genry Fuentes, Alberto Fuentes, Belinda Funez, Alvaro Fuentes, Harvin Arnoldo y Maria Gamez.

CONTENIDO

	pág.
ACTA DE SUSTENTACION	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General:	2
2.2. Objetivos específicos:	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
3.1. Origen, descripción y requerimientos climáticos del cultivo de Okra	3
3.2 Manejo Agro técnico	4
3.3. Plagas del suelo	6
3.4. Plagas del follaje	6
3.5 Manejo Post-cosecha	7
3.6. Uso de mecanismos alternos de desinfección	9
3.7. Empaque	13
3.8. Almacenamiento	13
3.9. Perdidas post-cosecha	13
IV. MATERIALES Y METODOS	14
4.1. Ubicación del sitio de investigación	14
4.2. Materiales y equipo	14
4.3. Establecimiento y manejo del ensayo experimental	15
4.4. Diseño Experimental	17
4.6. Variables de respuesta	19
4.6.1. Parámetros microbiológicos	19

4.6.2. Parámetros físico-sensoriales	19
4.6.3. Análisis económico	20
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
5.1 Daño por frio	22
5.2. Fruta con hongo.....	23
5.3. Cambio de coloración en la semilla	25
5.4. Fruto sin Crucnh.....	26
5.5. Parámetros microbiológicos	29
5.6. Análisis Económico.....	31
VI. BIBLOGRAFÍA.....	34
ANEXOS	37

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Programa de fertilización del cultivo de Okra.....	5
Cuadro 2. Descripción de los factores y sus niveles de estudio.....	15
Cuadro 3. Descripción del factor tipo de producto y sus dosis.....	15
Cuadro 9. Análisis microbiológico para cada uno de las corridas experimentales.....	30
Cuadro 10. Costo Total de aplicación de los productos evaluados por dosis y/o día.	31

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Gráfico de Pareto para fruto con hongo.	21
Figura 2. Grafico del comportamiento del daño por frio en cada corrida experimental. ...	23
Figura 3. Gráfico de comportamiento de fruto con hongo.	24
Figura 4. Grafico del comportamiento del cambio de color en la semilla en cada corrida experimental.	26
Figura 5. Grafico del comportamiento de fruto sin Crucnh en cada corrida experimental.	27
Figura 6. Comportamiento del producto Mimoten en los distintos niveles de dosificación por cada variable evaluada.	28

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Prueba de media de Tukey para la variable fruto con hongo.	38
Anexo 2. Promedios de cada corrida experimental por variable evaluada.	38
Anexo 3. Desinfección de la Okra.....	39
Anexo 4. Análisis del agua utilizada para la desinfección.	39
Anexo 5. Empaquetado y rotulación de las corridas experimentales.....	40
Anexo 6. Fruto con Semilla Madura	40
Anexo 7. Fruto con daño por frío	41
Anexo 8. Muestra de fruta en bolsas estériles (25 gramos) para análisis microbiológico. .	41
Anexo 9. Medios de crecimiento después de 24 horas de incubación para realizar conteo de UFC.....	41
Anexo 10. Análisis de Varianza para Daño por frío.	42
Anexo 11. Análisis de Varianza para fruto con hongo.	42
Anexo 12. Análisis de Varianza para cambio de coloración en la semilla.	42
Anexo 13. Análisis de Varianza para Sin Crucnh.	42

FUNEZ BAQUEDANO, H, R. 2016. Determinación de productos de desinfección y sus dosis en postcosecha de okra (*Abelmoschus esculentus*) para exportación. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. 53 pág.

RESUMEN

La investigación se realizó en la empresa Cuasa en el cultivo de okra. En la cual el objetivo era la determinación de desinfectantes postcosecha bóticos para fruta de exportación. En el ensayo se estableció un diseño factorial completamente al azar, haciendo un total de diez corridas experimentales, el cual incluyó cinco productos, Mimoten (Extracto de *Mimosa Tenuiflora*), Tsunami (Ácido peracético), Viroklin (Ácido peracético), Driver Contact L88 (Ácido láctico), Hipoclorito de sodio (Cloro), donde se evaluaron los parámetros físico-sensoriales y microbiológicos. Los resultados obtenidos muestran que las dosis altas de Mimoten y Driver Contact son efectivas para control de la carga microbiana, mostrando niveles por debajo de los límites permisibles para exportación. El tratamiento Viroklin en ambas dosis, se encontraron UFC de *Coliformes fecales*, *Coliformes totales* y *Staphylococcus aureus* por encima de los límites permisibles para exportación. Para las variables daño por frío, semilla madura y fruto sin cruch, los productos no mostraron diferencia estadística significativa, observándose que los factores estudiados en sus niveles no provocan ningún efecto. En la variable fruto con hongo se observó que Mimoten fue el mejor, con un total de frutos sanos de (100%), el tratamiento Driver Contact mostró más presencia de hongo con un total de frutos sanos de (75%). Mimoten resulta una alternativa para la sustitución de cloro en la desinfección postcosecha de okra para exportación, ya que presenta buen control de bacterias y hongos, además no afecta la calidad y la vida de anaquel de la fruta.

Palabras claves: Desinfección, Postcosecha, Extractos botánicos, Análisis microbiológico.

I. INTRODUCCION

La Okra es un vegetal no tradicional que ha tenido un crecimiento de casi un 100 por ciento en los últimos años, y es que, pese a que en el país el consumo de este producto es mínimo, las tierras de la zona sur han comenzado a ganar terreno en el mercado de Estados Unidos y Europa. Durante el ciclo 2013-2014 Honduras ha exportado unas 997 mil 979 cajas a los mercados de Europa, Estados Unidos y Canadá, donde se comercializa la Okra fresca (Villela, 2014).

En la temporada alta salen de las ocho empresas que existen en el sur, unos cuatro contenedores diarios y se envían entre 300 a 400 contenedores cada cosecha, este rubro genera alrededor de 3,575 empleos directos y 10,000 indirectos (Villela, 2014).

La calidad de la fruta abarca todas las etapas que intervienen en el proceso productivo; desde el momento mismo de preparación de suelo hasta la cosecha y su comercialización. El descarte de la fruta que no reúne las condiciones ideales para la exportación es debido a factores como: manejo, clima, insectos, suelos, desordenes fisiológicos y otros, lo que conlleva a un bajo rendimiento y calidad de la fruta exportable.

La “empresa Cuasa”, preocupada por mantener la alta calidad y rentabilidad de la fruta; y conociendo lo importante que significa mantener una buena aceptación en el mercado internacional, está implementando programas orientados a disminuir el impacto ambiental y sobre el ser humano. El propósito del presente trabajo consiste en la identificación de productos botánicos de desinfección de los frutos durante la etapa de postcosecha para su exportación.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Evaluar productos de desinfección botánicos en el manejo de postcosecha en el cultivo de okra para sustituir la utilización de cloro.

2.2. Objetivos específicos:

Determinación de la concentración de los diferentes productos para la desinfección de okra, simulando el tiempo de exportación y anaquel considerando la conservación de la calidad.

Determinar el efecto de los productos en los parámetros físicos-sensoriales y microbiológicos del fruto.

Calcular costos parciales de cada una de las corridas experimentales implementadas.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Origen, descripción y requerimientos climáticos del cultivo de Okra

La Okra, llamada también Quimbombó o Quiabo, es una planta anual perteneciente a la familia malváceas, originaria de Sudamérica, de clima caliente y se conoce botánicamente como *Hibiscus esculentus* L. ò (*Albelmoschus esculentus*) (Gaitán, 2005).

Es una planta anual, originaria de clima caliente, perteneciente a la familia de Malvácea, parecida al algodón. Es una planta compuesta de muchas ramificaciones, con tallos erguidos y fuertes, de hojas grandes y dentadas de cinco lóbulos, color verde oscuro en la parte superior y grisáceo en la inferior. Crece una altura de 0.90 a 1.80 m (Linares, 2006).

El cultivo se desarrolla a una altitud entre los 200 y 3000 pies sobre el nivel del mar. La temperatura ideal para este cultivo esta entre 25°-35°C, con agua abundante, no tolera sequias. Requiere de noches frescas y días calurosos y soleados, con diferencia aproxima de 10°C para su óptimo desarrollo. Los suelos recomendados para la siembra son sueltos, profundos, ricos en materia orgánica, franco arenoso y arcillo arenoso; pH 5.5 a 7, no tolera los suelos ácidos y el óptimo es entre 6 a 6.5. La densidad poblacional por manzana puede ser de 25,000 a 30,000 plantas a una distancia de 40 cm cada planta y de 75 a 90 cm entre hileras (Barrera, 2008).

3.2 Manejo Agro técnico

Las prácticas agrícolas que se realizan en los cultivos de okra tienen una incidencia directa en las cantidades de fruta rechazada y consecuentemente mermas en los rendimientos. Las principales prácticas agrícolas son:

Preparación de Suelo:

Gaitán (2005) se debe iniciar la preparación del suelo cuarenta y cinco días antes de la siembra, realizando las siguientes actividades:

- *Arado*: se realiza con el objetivo de romper y voltear la capa arable, incorporando la maleza que se encuentra en el campo.
- *Gradeo*: esta labor tiene como objetivo romper y desmenuzar los terrones grandes que se forman en la roturación.
- *Rayado*: esta actividad nos permite delimitar exactamente la distancia entre surcos y dar dimensiones a la cama de siembra.
- *Encamado*: anchura de la cama es de 0.4 m, altura de la cama es de 20 a 25 cm.

Trasplante y siembra:

El trasplante deberá realizarse cuando las plantas alcancen un desarrollo de cuatro hojas verdaderas y una altura de unos 15 cm, lo que se obtiene aproximadamente entre 30 a 45 días después de la siembra (Moreno y Murillo, 2007).

El gran tamaño de la semilla permite la siembra directa a golpes (Colocación de grupos de semillas a distancias definidas, en líneas). Un marco de plantación adecuado sería 90 a 120 cm entre líneas y 30 cm entre plantas, lo que supone un gasto de seis a ocho kg de semilla por hectárea (Moreno y Murillo, 2007) o puede ser de 40 cm entre planta y de 75 a 90 cm entre hileras (Barrera, 2008).

Fertilización:

Se deberá definir la forma de aplicación en campo (manual o mecánico), describiendo los procesos de incorporación asociado con las labores de siembra y manejo agronómico, definición del tipo de fertilizante basado en los análisis de suelo, que permita determinar el suministro adecuado en dependencia de las exigencias de suelo y asimilación de las plantas, usando dosis óptimas que no contaminen el suelo y agua (MOTSSA, 2002).

Cuadro 1. Programa de fertilización del cultivo de Okra.

Tipo de fertilizante	Momento de aplicación	Dosis (QQ/Mz)	Forma de aplicar
Completo 15-15-15, 12-24-12 o 10-30-10	10 DDS	2.0 qq/mz	Sobre las camas
Completo 15-15-15 + Urea 46%	20-30 DDS	2.0 qq/mz 1.0 qq/mz	Sobre surcos a pie de planta
Completo 15-15-15 + Urea 46%	40 a 55 DDS	2.0 qq/mz 1.0 qq/mz	Sobre Surcos a pie de planta

Fuente: MOTSSA 2002

Riego:

Riegos frecuentes y ligeros, serán aplicados durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, en cambio, al final del ciclo serán aplicados riegos distanciados y suficientes. Los periodos críticos de agua en okra son: la siembra, fertilización, la floración y desarrollo del cultivo hasta la formación del fruto (Gaitán, 2005).

Cosecha y rendimiento:

La cosecha es de intensa labor y se hace en forma manual en las primeras horas de la mañana, de acuerdo con la variedad, el periodo de cosecha es entre 50 y 60 días después de la siembra y la duración de la cosecha es de 30 a 60 días. El fruto se cosecha cuando alcanza un tamaño de siete a diez cm de largo, condición que es más favorable desde el punto de vista de color,

sabor y fibra. Cuando crece más, ya está fibrosa y no se puede comer, por otro lado, el no cosecharla continuamente hace que el crecimiento de la planta sea retardado, la fructificación se hace errática y la planta se torna menos productiva. Las vainas pueden ser cortadas o arrancadas del tallo (Laínez y Maldonado, 2002).

Los frutos deberán ser enteros, sanos, frescos con características varietales similares, sin sabor amargo, sin olores extraños, libres de daños causados por plagas u otro tipo de daño mecánico o de otra naturaleza y desarrollados de acuerdo al tamaño solicitado (Barrera, 2008).

La producción es de aproximadamente de 12,000 a 17,000 libras por manzana, según el manejo puede ser mayor o menor (Gaitán, 2005).

3.3. Plagas del suelo

Estas afectan las raíces y retardan el crecimiento de la planta: Gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), gusanos nocheros (*Agrotis spp.*, *Feltia spp.*, *Prodenia spp.*), gusano alambre (*Agriotes spp.*), larvas de tortuguilla (*Diabrotica spp.*), nematodos (*Meloidogyne spp.* y *Heterodera spp.*) (Gaitán, 2005).

3.4. Plagas del follaje

La Okra es afectada por insectos que dañan el follaje como: Mosca minadora (*Liriozima spp.*), barrenador de guías y frutos (*Diaphania byalinata*), barrenador del tallo (*Melittia satyrimiformis*), gusano de la hoja (*Prodenia spp.*), minador de la hoja (*Agromyza spp.*), gusano minador (*Mocis repanda*). El mayor peligro son los insectos chupadores, que transmiten enfermedades virosis como: Mosa Blanca (*Bemisia tabaco*), pulgones (*Aphis spp.*) y acaros (*Tetranychus spp.*) (Gaitán, 2005).

a) Enfermedades:

Las enfermedades no son en general causas importantes de pérdidas post-cosecha en la Okra en comparación con el daño por frío y daños físicos debidos a magulladuras. Las enfermedades potenciales más importantes incluyen damping-off, putrefacción de las raíces ocasionadas por *Rhizoctonia*, *Pythium* y *Sclerotium*, debilitamiento ocasionados por *Fusarium* y *Verticillium*, florecimientos arruinados ocasionado por *Choanephora* y enfermedad de manchas en las hojas por una variedad de hongos (Laínez y Maldonado, 2002).

b) Fisiopatías:

Las lesiones por frío ocasionan muchas pérdidas post-cosecha. La okra se deteriora rápidamente y es normalmente almacenada por un tiempo muy corto hasta ser comercializada o procesada. Una lesión tipo blanqueadora se puede desarrollar cuando la okra es almacenada en cestos o canastas por más de 24 horas sin refrigeración. El contacto con hielo causara manchas en dos o tres días por lo tanto no hay que empacarlas con hielo encima (Laínez y Maldonado, 2002).

A temperaturas mayores de las óptimas (43 a 45 °F), será rápido el endurecimiento, coloramiento amarillo y pudrición de las vainas. A temperatura por debajo de los 43 °F, es objeto de lesiones por congelamiento que se manifiesta por la decoloración de la superficie y excesiva pudrición. (Laínez y Maldonado, 2002).

3.5 Manejo Post-cosecha

La okra luego de ser recolectada del campo es transportada a un galpón para selección, empaque y refrigeración. La selección se realiza de acuerdo a la calidad y se los empaca en cajas de 7 kg (Laínez y Maldonado, 2002).

Clasificación de la fruta:

Gaitán (2005) verificar las condiciones del producto que ingresa, basado en los siguientes parámetros:

- *Uniformidad en tamaño:* la longitud promedio (8 a 10 cm) es específica y se deberá proceder a seleccionar el tamaño que solicita el comprador.
- *Verificación del estado físico de los frutos:* los frutos deberán ser enteros y frescos, estar libres de daños causados por plagas y síntomas de enfermedad, no presentar daños mecánicos y otros.
- *Condiciones de los frutos según su estado de madurez fisiológica:* los frutos deben ser de color verde y ser blandos, mucilaginosos y puntiagudos.

Índices de calidad:

U.S. No. 1. Consiste en las vainas de okra con características de variedad similares que son frescas, suaves, sin mal formaciones, libres de pudrición y de daños causados por suciedad u otros aspectos externos, enfermedades, insectos, mecánicos o de otras índoles. U.S. No. 2. Consiste en las vainas de okra que cumplen con los requerimientos del grado U.S. No: 1. Excepto por el color, forma y cuidado. La okra considerada en este grado es aquella que tiene un color verde pálido, moderadamente mal formada y pobremente cuidada (Laínez y Maldonado, 2002).

Algunas definiciones según Laínez y Maldonado (2002):

- *Rechazos:* Consisten en las vainas de okra que no cumplen con los requerimientos de ninguno de los grados mencionados anteriormente y a cualquier material extraño en el lote.
- *Fresco:* significa que la vaina no está apreciablemente marchitada o blanda.
- *Suavidad:* significa que la vaina es succulenta y razonablemente libre de fibras. La punta se quebrara muy fácil y limpiamente al doblarla hacia atrás y un pedazo de carne de la parte central de la vaina puede ser cortada a través con un cuchillo afilado usando muy poca presión.

- **Daños:** significan cualquier defecto específico, o una variación igualmente objetable de cualquiera de estos efectos que materialmente dañan el sabor o la calidad procesada de la vaina. Cicatrices o moretones que materialmente dañaran la apariencia de la vaina después de ser procesada, cortes o perforaciones que penetran las paredes de la vaina, insecto cuando se presenta en el interior de la vaina, decoloración que dañara la apariencia de la vaina después de ser procesada, y suciedad o cualquier otro material extraño que esta tan firmemente pegado a la vaina que no puede ser quitado a través del proceso usual de limpieza de la planta.

Pre-enfriamiento:

Es recomendable realizarlo el mismo día de la cosecha, el método debe enfriar el producto por debajo de 10 a 12°C y 90 a 95% de H.R. duraría de 1-2 semanas. La fruta inmediatamente después de cosechada debe ubicarse en lugares frescos, bajo sombra para evitar empacar el producto con calor (Gaitán, 2005).

Lavado y Desinfección:

El lavado y desinfección se hace para eliminar todas las materias extrañas, suciedades, vainas inmaduras y deformadas, raíces, palos, restos de maleza, tierra y cualquier otro material extraño (Gaitán, 2005).

3.6. Uso de mecanismos alternos de desinfección

El gran interés por la salud humana y por el medio ambiente ha propiciado el estudio de métodos alternativos a los productos habituales que, por si solo o en combinación, garanticen una eficacia similar o superior a los métodos sintéticos, sin los problemas que éstos generan, sin afectar negativamente a la calidad y a un coste razonable (Viñas *et al.*, s.f.).

a) Desinfección con Cloro:

El cloro es uno de los desinfectantes más utilizados en la industria alimenticia. El cloro es un germicida eficaz contra carga microbiana, su acción depende de la concentración empleada, pH, temperatura, contenido de materia mineral y orgánica. La capacidad del cloro para destruir microorganismos depende de la cantidad residual libre, es decir, el cloro restante después de que reacciona con la materia orgánica, en el agua. La muerte de los microorganismos por acción del cloro se debe en parte a la combinación directa del cloro con las proteínas de las membranas celulares y las enzimas (Garmendia y Vero, s.f.).

b) Extracto Semillas de Cítricos:

Es un producto concentrado extraído de la semilla de cítricos de comprobada efectividad, fungicida y bactericida. Tiene acción preventiva y curativa en cultivos afectados especialmente por hongos y bacterias, en post-cosecha, prolonga la vida útil de frutas y vegetales reduciendo la carga fungicida y bactericida a niveles mínimos para obtener productos de calidad. La actividad iónica del extracto le permite penetrar la pared celular de los microorganismos y destruirlos sin afectar la planta en general y/o sus frutos (ECOTENDA, 2013).

Plagas que controla:

Según ECOTENDA (2013), el extracto de semilla de cítrico controla las enfermedades causadas por:

- Bacterias: Erwinia, Pseudomonas; Xanthomonas, Agrobacterium y Corynebacterium.
- Hongos: Ancochyta, Fusarium, Botrytis, Alternaria, Rhizoctonia, Sphaeroteca, Mycosphaerella, Colletorichum, Cercospora, Septoria, Stemphylium y Pythium.
- Virus: Tobacco mosaicus y Gemino.

c) Extracto de *Mimosa tenuiflora*:

Es un fungicida y bactericida orgánico en estado líquido natural, de amplio espectro, compuesto por ingredientes de origen vegetal y acondicionadores orgánicos. Es altamente efectivo contra la mayoría de los hongos y bacterias fitopatógenos. Actúa por contacto y sistemático en forma curativa y/o preventiva en las enfermedades más importantes que afectan a hortalizas y frutales (Rivera, 2011).

Plagas y enfermedades que controla:

Según Rivera (2011) el extracto de *Mimosa Tenuiflora* controla las enfermedades causadas por:

- Hongos: *Antracnosis*, *Oidio*, *Alternaria*, *Botritys*, *Rhizoctonia*, *Esclerotina*, *Pseudoperonospora* y *Fusarium*.
- Bacterias: *Pseudomona*, *Xanthomonas* y *Erwinia*.

Productos botánicos desinfectantes para postcosecha

✓ Diver Contact L88 (Ácido láctico):

Es un agente antimicrobiano a base de ácido láctico de amplio espectro, para su uso en contacto directo con alimentos en la industria de carnes, frutas, vegetales y mariscos. Es efectivo contra las bacterias más comunes que causan deterioro en los alimentos y las bacterias patógenas, incluyendo Enterobacterias, *E. coli*, *Campylobacter jejuni* y *Salmonella* spp (Diversey, s.f.).

✓ **Tsunami 100 (Ácido peracético):**

Es un ácido peracético de amplio espectro para el control de los depósitos, olores y microorganismos, que se utiliza en el tratamiento de aguas de transporte y de lavado. Se recomienda usar Tsunami 100 en el agua de la fruta, verduras y hortalizas procesadas, tanto cuando se trabaja por lote o cuando se produce en forma continua. Compatible con un amplio rango de pH. Proporciona un control microbiológico eficaz con pH desde ácidos a ligeramente alcalinos (ECOLAB, s.f.).

✓ **Viroklin (Ácido peracético):**

Es un desinfectante que posee un amplio espectro de actividad biosida y actúa sobre bacterias vegetativas, moho, levaduras, hongos; y una gran variedad de virus, proviene de una formula estabilizada de ácido peracético biodegradable. Su forma de uso sobre frutos y vegetales post-cosecha es de 1 litro en 400 litros de agua (Inversiones H&N, s.f.).

✓ **Mimoten (Extracto de mimosa tenuiflora):**

Es un producto de origen natural procedentes de extractos vegetales. Es utilizable en agricultura ecológico. No es compatible con las soluciones acidas ni alcalinas (jabones principalmente). Aplicar en soluciones neutras. Se puede aplicar al suelo en dosis de 1-2 litros/ Ha en intervalos de 10 a 15 días y aplicación foliar en dosis de 150-300cc/100 litros (Atlántida agrícola, s.f.).

3.7. Empaque

Una vez realizada las labores de limpieza y desinfección, los frutos son trasladados en cajillas pasticas hacia el área de selección y empaque, donde se procede al empaque de la okra en cajas de cartón o plásticas especiales con suficiente ventilación y debidamente desinfectadas, con capacidad de 600 frutas (MOTSSA, 2012).

3.8. Almacenamiento

La okra cosechada se deteriora rápidamente, por lo que es aconsejable almacenarla por cortos periodos. Las temperaturas, bajas y altas, durante el almacenamiento y comercialización pueden resultar en un rápido deterioro de las vainas tales como el marchitamiento y el encogimiento por lo que es necesario un rápido enfriamiento. Las temperaturas adecuadas para evitar posibles daños al enfriarlas deben oscilar 10 a 12 °C y comercializar el producto rápidamente. Bajo estas condiciones, la Okra puede mantenerse hasta alrededor de 7 a 10 días sin llegar a su deterioro (Barrera, 2008).

3.9. Perdidas post-cosecha

Podredumbres en Okra pueden ser ocasionadas por varias bacterias y hongos; no obstante, cualquier tipo de daño incluido aquel ocasionado por frio son posiblemente los mayores causantes de pérdidas. Algunas pudriciones que se han reportado como causantes de perdidas postcosecha pueden ser producidas por hongos como *Rhizopus*, *Geotrichum* y *Rhizoctonia* o bacterias como *Pseudomonas sp* (Cantwell y Suslow, s.f.)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación del sitio de investigación

La investigación se realizó en la planta empacadora Cuasa “Cultivos Agrícolas Las Sabilas”, ubicada en el kilómetro 20, carretera hacia Orocuina, Aldea La Esperanza, Choluteca, Honduras. Con una temperatura media 29.9 °C, Humedad Relativa 66%, Precipitación anual 914.51 mm.

4.2. Materiales y equipo

Materia prima: Se utilizó Okra (*Abelmoschus sculentus*) de la variedad Americana obtenida de la finca rincón de la zona uno y lote uno, Viroklin (Ácido peracético), Diver Contact L88 (Ácido láctico), Mimoten (Extracto de *Mimosa tenuiflora*), Tsunami 100 (Ácido peracético) e hipoclorito de sodio (Cloro).

Equipo de laboratorio: pipeta, balanza granataria, bolsas esteriles, beaker, cuchillo, tabla de cortar, incubadora, termómetros, microondas, mechero y criterion agar.

Materiales utilizados: Cajas de empaques, guantes de látex, gabacha, redecillas, botas de hule, balde plástico de 20 litros, alcohol etílico al 95%.

4.3. Establecimiento y manejo del ensayo experimental

El estudio se realizó durante el proceso de desinfección de la okra de la variedad americana en el centro de acopio de la empresa Cuasa, en un ensayo donde se estudió dos factores experimentales y estos en diferentes niveles, tal como lo muestra el Cuadro 2, donde los factores tipo de producto y dosificación se estudió en la desinfección post-cosecha, evaluándose y dando seguimiento durante 12 días después de la aplicación, simulando el tiempo de exportación y anaquel de la fruta.

Cuadro 2. Descripción de los factores y sus niveles de estudio.

Factor	Niveles de los factores			
Tipo de producto comercial	Viroklin	Diver Contact L88	Mimoten	Tsunami 100
Dosificación	Alta	Baja		

Fuente: Propia

El factor tipo de producto los niveles describen los productos comerciales evaluados con sus respectivas dosis según la casa comercial que los distribuye tal como se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción del factor tipo de producto y sus dosis.

Tratamientos	Simbología	Dosis Alta	Dosis Baja
Mimoten	A	0.40 cc/litro de agua	0.20 c/litro de agua
Tsunami 100	B	2.5 cc/litro de agua	1.0 cc/litro de agua
Drivert Contact L88	C	2.5 cc/litro de agua	1.0 cc/litro de agua
Viroklin	D	2.5 cc/litro de agua	1.0 cc/litro de agua
Cloro	E	100 ppm	50 ppm

Fuente: Propia

Recepción y clasificación de la fruta

La recepción se realizó en la planta empacadora, se tomó una canasta plástica con fruta proveniente de un mismo lote, posteriormente se realizó la clasificación de la fruta tomando en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Tamaño (2.5-3.5 pulgadas).
- ✓ Color característico de la variedad (Verde, se rechazó fruta amarillenta y roja).
- ✓ Forma (Se rechaza fruta con curvatura o deforme).
- ✓ Libre de daños (Provocados por el viento, insectos, enfermedades o transporte).
- ✓ Mal Corte producto de los cosechadores.

Desinfección:

La desinfección se realizó en un balde plástico de 20 litros, donde se preparó la solución desinfectante (20 litros de agua más la dosificación destinada de cada producto), se pesaron dos kilogramos de okra previamente clasificados para exportación y se sumergieron en el balde durante un minuto, durante este tiempo se agitó la fruta para lograr un mayor contacto de la solución con la fruta.

Almacenamiento:

Una vez desinfectada la fruta se colocó en las cajas de empaque de 5kg, se rotuló cada caja, con el nombre del producto desinfectante y la dosis aplicada, posteriormente se almacenó en el cuarto frío a una temperatura que oscilaba entre los 43° - 45° F, durante 12 días para simular el tiempo de exportación.

Análisis Microbiológico:

Se tomó una muestra de 25 gramos de producto terminado de cada tratamiento y se rotularon para su identificación, para realizar las pruebas microbiológicas y se siguió en siguiente protocolo:

- 1) Limpiar y promover esterilidad del área de trabajo con alcohol etílico al 95%.
- 2) Cortar fruta y colocar en bolsas estériles para mantener esterilidad.
- 3) Preparación de agar
 - ✓ Pesar 20 gramos de Criterion Standard Methods Agar en un beaker.
 - ✓ Agregar 1000 ml de agua y mezclar hasta homogenizar.
 - ✓ Calentar solución hasta punto de ebullición (Se torna coloración amarilla) y dejar enfriar a temperatura ambiente.
- 4) Agregar 225 ml de agar en la bolsa de 25 gramos de fruta cortada y dejar reposar durante 15 minutos.
- 5) Tomar solución con la pipeta y realizar la siembra en los medios de crecimiento (Petrifilm).
- 6) Incubar medios de crecimiento a temperatura de 37 °C (*E. coli*, *Enterobacterias*, *Coliformes totales*, *Staphylococcus aureus* y Bacterias aeróbicas mesófilas viables) y a 42°C (*Coliformes fecales*) durante 24 horas.
- 7) Realizar el recuento de colonias UFC (Unidades formadoras de colonias).

4.4. Diseño Experimental

Para el desarrollo del experimento se usó un diseño factorial y los datos fueron sometidos a un análisis estadístico en el programa Statgraphics versión 16.103. Se hicieron diez corridas experimentales al azar y se evaluó el efecto de los desinfectantes en el manejo de postcosecha de la okra.

En el cuadro 4, se muestra la aleatorización de los tratamientos y los datos obtenidos para cada una de las variables evaluadas. El procesamiento estadístico de las variables se realizó con el dato obtenido en el día 12.

Cuadro 4. Aleatorización de los Tratamiento.

Factor A	Factor B	Daño po frio				fruto con Hongo				Sin Crucnh				Cambio de color			
Tipo de Producto	Dosis	0	4	8	12	0	4	8	12	0	4	8	12	0	4	8	12
A	Baja	0	9	13	15	0	0	0	0	11	12	15	16	0	0	1	4
B	Baja	0	20	20	20	0	4	2	0	11	9	19	18	0	0	0	5
C	Alta	0	5	16	17	0	0	0	4	11	9	14	18	0	2	1	6
A	Alta	0	9	15	18	0	0	0	0	11	10	14	18	0	0	1	4
B	Alta	0	20	20	20	0	1	1	2	11	11	18	16	0	0	0	3
D	Baja	0	10	13	14	0	3	1	1	11	9	14	14	0	0	0	3
C	Baja	0	11	14	16	0	0	1	6	11	12	15	17	0	1	1	5
E	Baja	0	5	14	18	0	4	2	0	11	11	14	17	0	0	0	3
E	Alta	0	11	15	20	0	2	3	1	11	12	15	18	0	0	0	3
D	Alta	0	8	15	17	0	1	2	1	11	13	17	15	0	0	0	3

Fuente: Programa estadístico Statgraphics versión 16.103.

4.5. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable aleatoria observable

μ = Media general

α_i = Efecto del factor A

β_j = Efecto del factor B

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción del factor A x el factor B

ε_{ijk} = Efecto del error experimental

4.6. Variables de respuesta

4.6.1. Parámetros microbiológicos

Para evaluar esta variable se tomaron 25 gramos de producto terminado (Desinfectado) en bolsas estériles, cada una rotulada para su identificación y se llevó al laboratorio para su análisis microbiológico. Se agregó el agar a las bolsas estériles y se procedió a la realización de la siembra en los medios de crecimiento los cuales se encubaron durante 24 horas. Después se realizó el recuento de las unidades formadoras de colonias (UFC) para cada una de las corridas experimentales.

4.6.2. Parámetros físico-sensoriales

Los parámetros físico-sensoriales son importantes para evaluar la calidad de fruta para exportación. Se evaluó el efecto de los productos desinfectantes en cuatro variables de respuesta en los parámetros físicos-sensoriales, las cuales son: Cambio de color en la semilla, daño por frío, fruto con hongo y fruto sin Crucnh, durante el tiempo de anaquel y exportación, evaluándose a los cuatro, ocho y doce días de almacenamiento.

Para esto se tomó una muestra de 20 frutos por corrida experimental y se contabilizó el número de frutos que presentaban daños. Se contabilizó el fruto que presentaba daño por hongo y frío, para fruto sin Crucnh se evaluó el sonido característico de la okra al ser quebrada y para el cambio de color de la semilla se quitó la cubierta al fruto exponiendo la semilla y se observó la coloración; al inicio la semilla es de color blanca y al pasar el tiempo de almacenamiento cambia a amarillo o hasta rojizo.

El efecto de las corridas experimentales se expresa usando la ecuación para determinar los frutos sanos durante su periodo de exportación y anaquel; y el comportamiento se evaluó por medio de gráficos de barra.

$$\text{Educación 1 FS} = \frac{(FT-FD)}{FT}$$

Dónde:

FS = Frutos sanos al día 12 de anaquel

FT= Frutos totales de muestra al día 12

FD= frutos con daño al día 12

4.6.3. Análisis económico

Para cada una de las corridas experimentales se calculó el costo parcial de desinfección, tomando en cuenta recambios, precio del producto, dos pilas de desinfección con un volumen de 1800 litros cada una y cuatro pilas de capeado con capacidad de 800 litros cada una. Utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Costo parciales de desinfección/ día} = A * B * C$$

Dónde:

A= Número de recambios (dos recambios por día)

B= Total volumen de agua (6800 litros de agua)

C= Costo de dosis/ litro de agua

V. RESULTADOS Y DISCUSION

En el ensayo se obtuvo, que de las distintas variables evaluadas, el fruto con hongo fué la única que presentó diferencia estadística altamente significativa, en cuanto al factor de estudio tipo de producto. Para una mejor apreciación se presenta el grafico de Pareto (Figura 1), donde es notorio que las barras pasan la línea que delimita el 95% de confianza, es decir, que algún producto mostró eficacia en la incidencia de hongo durante el tiempo de almacenamiento y exportación de la okra.

Para una mejor comprensión de la significancia estadística se representa con el grafico de Pareto (Figura 1).

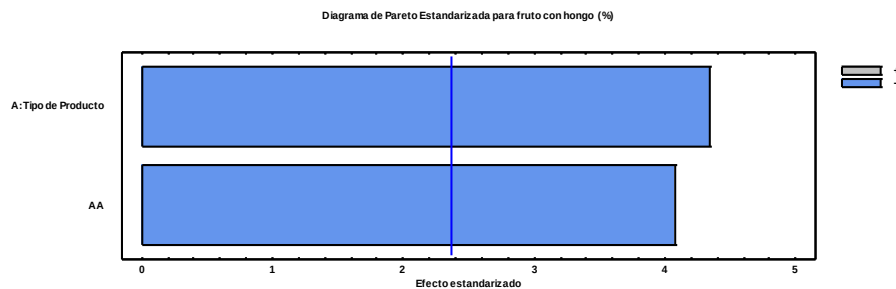


Figura 1. Gráfico de Pareto para fruto con hongo.

Fuente: Statgraphics

5.1 Daño por frio

El daño por frio se evaluó tomando en cuenta el tiempo de exportación de la fruta hacia los mercados de Estados Unidos, tomando datos a los cero, cuatro, ocho y doce días después de la desinfección.

En el análisis de varianza para daño por frio, se observa que los factores (Tipo de producto y dosis), ni la interacción entre ellos no muestran diferencia estadística significativa con un 95% de confianza; pero la interacción entre los productos, si resulta dar diferencia estadística significativa, es decir, que la combinación de los productos tiene un efecto sobre la variable daño por frio (Anexo 10).

En la Figura 2 se observa un comportamiento similar entre los productos y sus dosis, a excepción del producto Tsunami, debido a que este provocó daños del 100% de los frutos al cuarto día de muestreo, posiblemente se deba a la concentración del ácido peracético (15%) que causó quemadura en el fruto, contrario a Viroklin que se encuentra a un 5% de concentración del ácido antes mencionado, según las fichas técnicas de las casas comerciales. También se observa que las dosis bajas presentan menor daño en comparación con las dosis altas de cada producto en el tiempo de almacenamiento 12 días.

Se calculó el promedio de daño de los productos con cada una de sus dosis, dando como resultado que los frutos tratados con Mimoten, Viroklin y Cloro en sus dosis bajas, mostraron menor porcentaje de daño con promedios de 46.25% cada uno.

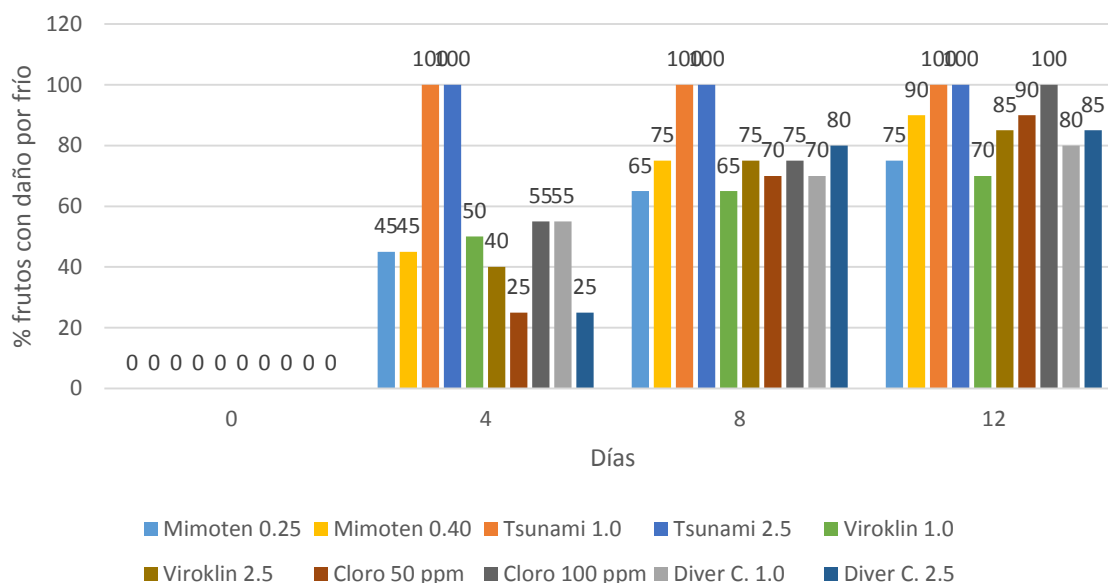


Figura 2. Grafico del comportamiento del daño por frio en cada corrida experimental.

Los daños observados se atribuyen a las propiedades del fruto ya que se considera una fruta susceptible al daño por frio y en general no es apta para el almacenamiento a largo plazo (Kader, s.f.).

Este análisis se realizó por el hecho que a pesar de no existir una diferencia significativa, si se observó cambios en la fruta que son importantes por tratarse de productos de exportación.

5.2. Fruto con hongo

Al realizar el análisis de varianza ($p < 0.05$) para la variable fruto con hongo y observar los efectos de cada factor (Tipo de producto, dosis) y la interacción de ambos, se encontró que solo el factor tipo de producto presenta diferencia estadística altamente significativa con un 95% de confianza (Anexo 11), esto se puede interpretar como que algún producto influye sobre la incidencia de fruta con hongo durante su periodo de exportación y anaquel. También que la interacción de los productos (combinación de productos), tendrá un efecto sobre frutos dañados por hongos.

Al realizar la prueba de media de Tukey (Anexo 1), se observó que Mimoten muestra igualdad estadística a los tratamientos Cloro, Viroklyn y Tsunami, pero es estadísticamente diferente al tratamiento Diver Contact. También que el mejor tratamiento es Mimoten con una media (100%) de frutos sanos y el peor es Diver Contact con una media (75%) de frutos sanos.

En la Figura 3 se observa que la Okra tratada con Mimoten no mostró daño por hongos en el tiempo de almacenamiento (12 días); también que ambas dosis de Diver y la dosis alta de Tsunami, mostraron un comportamiento creciente de fruto con hongo, pero se presenta mayor daño al día doce en el producto Diver. Las dosis bajas de Tsunami, Viroklyn y Cloro se observa presencia de hongo en el día cuatro, pero al pasar el tiempo se presenta menor porcentaje de fruto sin hongo, obteniendo menor frutos con daño por hongo en el día 12, esto posiblemente se deba al enmascaramiento del daño por otras variables observables en el fruto (daño por frío).

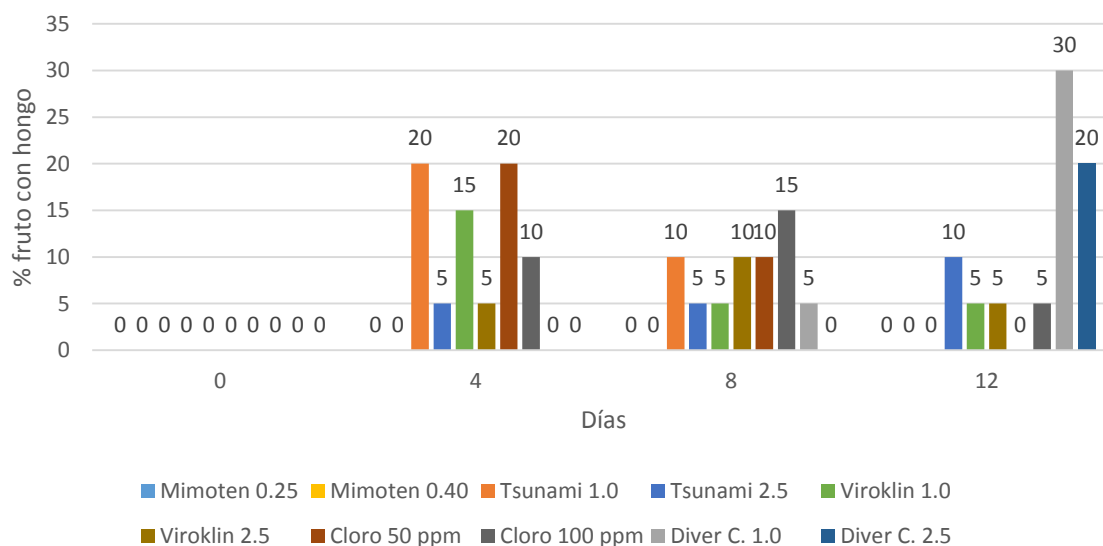


Figura 3. Gráfico de comportamiento de fruto con hongo.

Posiblemente la acción fungicida de Mimoten tiene buen efecto sobre la incidencia de hongos ya que el modo de acción es por contacto y sistemático causando una ruptura en la membrana celular y destruyendo la estructura reproductiva de los microorganismos inhibiendo el crecimiento y desarrollo de estos.

En estudios realizados por Arita y Burgos (2013). Demostraron que Mimoten (extracto de *Mimosa tenuiflora*), fué el tratamiento que presentó menor porcentaje de infestación del hongo de la roya *Hemileia vastratix* en la fase de vivero del café, confirmando los resultados en este estudio.

5.3. Cambio de coloración en la semilla

En la variable cambio de coloración en la semilla, al realizar el análisis de varianza, se obtuvo que los factores evaluados y la interacción entre estos, no muestran diferencia estadística significativa con un 95% de confianza (Anexo 12), es decir, que las medias de las corridas experimentales son iguales y que ninguna tuvo un efecto sobre la coloración de la semilla durante su almacenamiento.

En la Figura 4, se presenta un comportamiento similar en los primeros ocho días de almacenamiento de la okra, después se observa un elevado cambio de color en la semilla del fruto, posiblemente esto puede ser debido al deterioro de la fruta, ya que es una fruta de corto periodo de almacenamiento y vida de anaquel. También se observa que los productos Viroklin y Cloro favorecen al no cambio de color en las semillas, ya que no presentan, en los primeros ocho días semilla con cambio de color y son los que muestran menor porcentaje al día 12 de almacenamiento (Figura 4).

Al realizar el cálculo de los promedios, se obtiene un mayor porcentaje de fruto con semilla madura en los frutos tratados con Diver Contact dosis alta, con un promedio de 11.25%, los productos Viroklin y Cloro presentaron menor daño con un promedio de 3.75%.

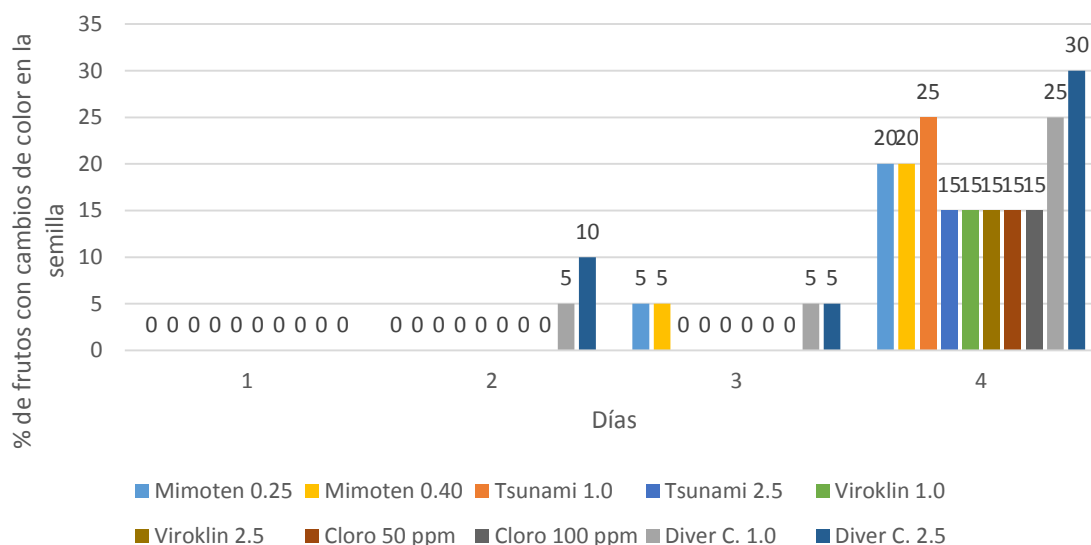


Figura 4. Grafico del comportamiento del cambio de color en la semilla en cada corrida experimental.

El comportamiento observado de la fruta en cuanto a semilla madura, posiblemente se debe a que la okra se deteriora rápidamente (vida anaquel de 7 a 10 días) y es normalmente almacenada por un tiempo corto hasta ser comercializada o procesada (Lainez y Nuñez, 2002).

5.4. Fruto sin Crucnh

El crucnh, es una característica física-sensorial muy importante en la calidad de la fruta para exportación, ya que un indicador de la firmeza, jugosidad y fibrosidad de la fruta al momento del consumo y este se evaluó considerando el tiempo de anaquel y exportación de la fruta.

El análisis de varianza para fruto sin crucnh, presentó que los factores evaluados y la interacción de estos, no tienen diferencia estadística significativa con un 95% de confianza (Anexo 13), es decir, que las corridas experimentales son iguales y que ninguna obtuvo un mejor efecto sobre fruto sin crucnh.

En la Figura 5 se observa mayor daño al día cero con respecto al día cuatro, posiblemente se daba al tiempo que permaneció la fruta con el calor del campo, debido a que la muestra del día cero, fue realizada hasta el final de las corridas experimentales. También se observa que el comportamiento es muy parecido en todos los productos a los achos días, siendo los frutos tratados por Tsunami quienes presentan un superior porcentaje de frutos sin crunch (95% - 90%) al octavo día. Los resultados observados se atribuyen a la fisiología de la okra, ya que se presenta un crecimiento notorio al pasar los días, se puede decir que posiblemente las dosis de los productos no tienen efecto en el daño por frío.

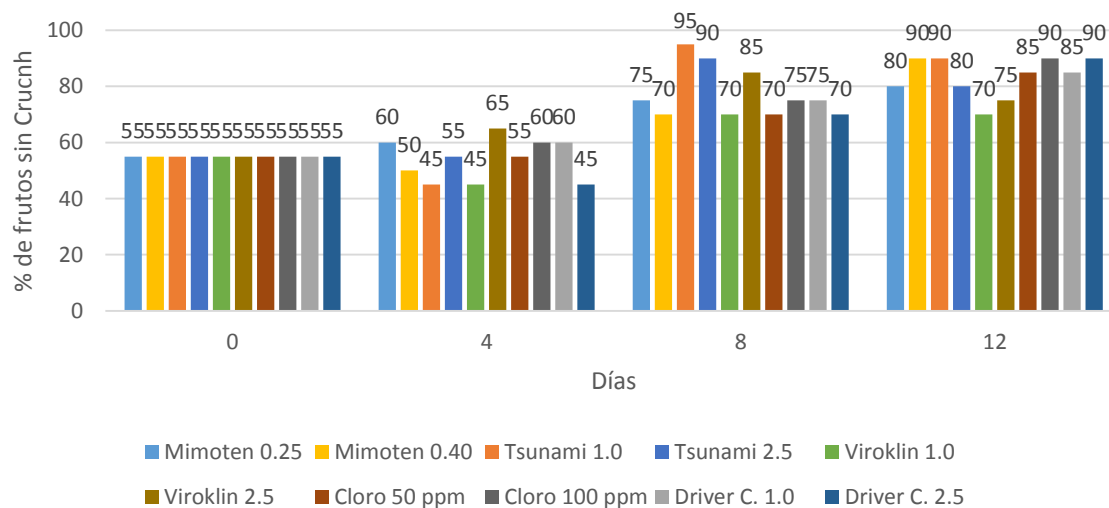


Figura 5. Grafico del comportamiento de fruto sin Crunch en cada corrida experimental.

El comportamiento es igual a lo encontrado por (Lopez, 2013), demostró que la firmeza no se ve afectada por el ácido peracético e hipoclorito de sodio, cabe mencionar que el estudio fue en chile jalapeño, el cual tiene diferente estructura celular a la fruta de la okra.

Comportamiento de Mimoten (Extracto de *Mimosa tenuiflora*) por cada variable evaluada

En la figura 6, se presenta el comportamiento de Mimoten en cada nivel de dosificación (Alta 0.40 y Baja 0.20), donde se observa que para la variable fruto con hongo, no mostró incidencia durante el tiempo de almacenamiento, es decir, que tuvo un control eficaz, demostrando su potencial fungicida al mantener la fruta libre de hongo. También se observa poco porcentaje de cambio de coloración en la semilla, obteniéndose un 20% al día 12 de almacenamiento. En ambos niveles de dosificación para estas variables presenta un igual porcentaje de daño en los distintos días de muestreo.

En las variables fruto sin Cruchn y daño por frio, se presenta un comportamiento creciente uniforme, similar entre sus niveles de dosificación, esto se le atribuye a las características propias del fruto, ya que es susceptible al daño por frio y de poco tiempo de almacenamiento, es decir, según lo observado el producto no afecta la calidad, ni el tiempo de anaquel y exportación del fruto.

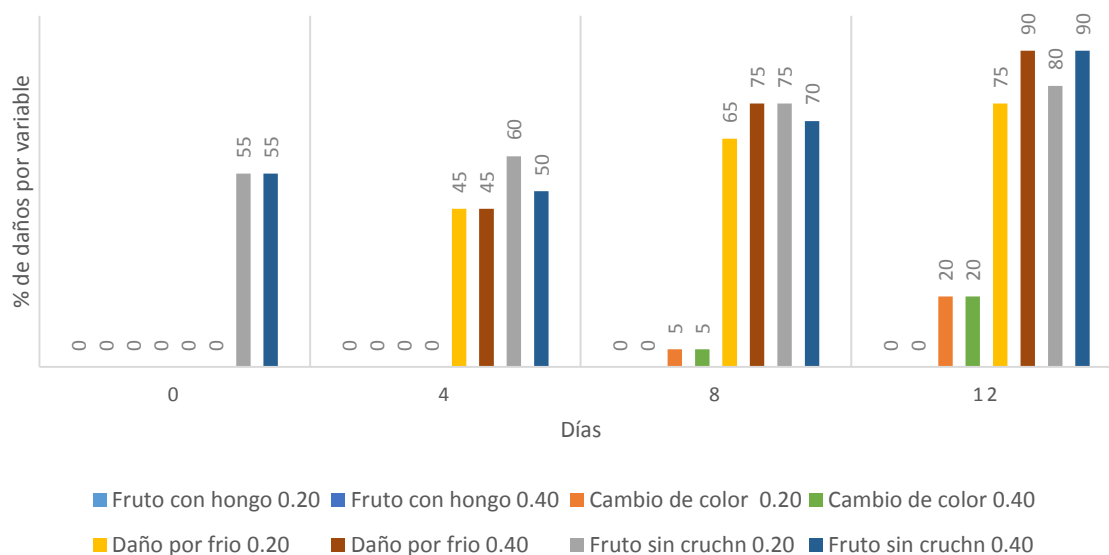


Figura 6. Comportamiento del producto Mimoten en los distintos niveles de dosificación por cada variable evaluada.

5.5. Parámetros microbiológicos

En las variable parámetros microbiólogos, se observó que los frutos tratados con Viroklin y la dosis baja de los productos Mimoten y Diver Contact, no tuvieron un control sobre los microorganismos (*Coliformes totales*, *Coliformes fecales*, *Staphylococcus aureus* y *Enterobacterias*), encontrándose unidades formadoras de colonias por encima de los límites permisibles para la exportación (Cuadro 9). Las demás corridas experimentales obtuvieron un control de los microorganismos por debajo de los límites permisible, es decir, que los productos utilizados tuvieron un efecto sobre el crecimiento de estos microorganismos, mostrando su potencial bactericida descrita por las casas comerciales.

También se observa, que se obtuvo un mayor control de los microorganismos en las dosis altas de cada producto comercial, siendo Cloro, Mimoten, Tsunami y Diver Contact los que mantuvieron los niveles por debajo de los límites, cabe destacar que Tsunami no presentó UFC (unidades formadoras de colonias), teniendo un control eficaz de los microorganismos, pero provoca daño en la calidad de la fruta (quemadura). El efecto obtenido se debió posiblemente a la acción bactericida y a los distintos modos de acción de cada uno de los productos utilizados para reducir la carga microbiana; así como a la cantidad de ingrediente activo que estuvo en contacto con la superficie de la fruta.

Los resultados obtenidos son diferentes a los encontrados por Lopez (2013), demostró que la desinfección postcosecha de chile jalapeño con ácido peracético, no mostró crecimiento alguno de bacterias y hongos en el medio con agar papa-dextrosa ni en el medio agar bacteriológico. También a los obtenidos por Ramos y Vidal (2012), que concluyen que el ácido láctico como agente antimicrobiano en depuración de agua, elimina la presencia de *Enterobacterias* y una eliminación completa de cualquier tipo de *Coliformes* presentes.

Cuadro 4. Análisis microbiológico para cada uno de las corridas experimentales.

ANALISIS	CLORO (50 ppm)	CLORO (100 ppm)	MIMOTE N (0,25cc)	MIMOTE N (0,40cc)	VIROKLI N (2,5cc)	VIROKLI N (1,0cc)	TSUNAMI (2,5cc)	TSUNAMI (1,0cc)	DIVER C. (2,5cc)	DIVER C. (1,0cc)	REFERENCIA
Recuento Total de Bacterias Aeróbicas Meófilas Viables	5 ufc/g	0 ufc/g	42 ufc/g	9 ufc/g	31 ufc/g	178 ufc/g	0 ufc/g	21 ufc/g	22 ufc/g	116 ufc/g	<1000 ufc/g
Enterobacterias	0 ufc/g	0 ufc/g	7 ufc/g	0 ufc/g	15 ufc/g	11 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	61 ufc/g	<50 ufc/g
Coliformes Totales	0 ufc/g	0 ufc/g	7 ufc/g	0 ufc/g	5 ufc/g	17 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	35 ufc/g	<5 ufc/g
Coliformes Fecales	0 ufc/g	0 ufc/g	9 ufc/g	0 ufc/g	1 ufc/g	5 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	28 ufc/g	0 ufc/g
Escherichia coli	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g	0 ufc/g
Staphylococcus aureus	0 ufc/g	0 ufc/g	4 ufc/g	1 uc/g	5 ufc/g	10 ufc/g	0 ufc/g	3 ufc/g	0 ufc/g	3 ufc/g	<5 ufc/g

Fuente: Propia

5.6. Análisis Económico

Basándose en los resultados obtenidos se puede tomar la decisión de utilizar el tratamiento Mimoten (Dosis Alta) y Cloro para la desinfección postcosecha de okra, ya que estos productos no alteran la calidad de la fruta y también muestran una buena efectividad para el control de hongos y bacterias. Se consideró el precio del producto/litro (Lps.), el volumen total de las pilas de desinfección (6,800 litros) y el número de recambios diarios (2 recambios). El valor del producto Mimoten en la casa comercial es de lps. 700 el litro y el costo del Cloro es de Lps. 32.55 la libra.

Cuadro 5. Costo Total de aplicación de los productos evaluados por dosis y/o día.

No.	Producto	Dosis	Costo de Dosis / litro de agua	Costo Parcial / Día
4	Mimoten	0.40 cc	0.28	3,808
8	Cloro	50 ppm	0.15	2,047.64
9	Cloro	100 ppm	0.28	3,900.26

*Los costos de productos en lempiras al momento de estudio.

Fuente: Propia

VI. CONCLUSIONES

La dosis alta de Mimoten es la mejor opción para la sustitución del cloro en la desinfección postcosecha de la okra para exportación, ya que controla los microorganismos por debajo de los límites permisibles y no presentó incidencia de hongos.

Los productos evaluados en la desinfección postcosecha el producto comercial Mimoten, fué el único que mostró diferencia estadística significativa en la variable fruto con hongo, y para las demás variables físicas-sensoriales (daño por frio, Semilla madura y Crunh), ningún tratamiento mostró diferencia estadística significativa.

En el análisis microbiológico, el Cloro y las dosis altas de Mimoten y Diver Contact, presentaron un control de los microorganismos por debajo de los límites permisibles para exportación a Estados Unidos.

En términos de costos Mimoten resulta una opción más costosa que el método convencional (Cloro) para la desinfección, pero no presenta riesgos contra la salud humana.

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar Mimoten (Extracto de *mimosa Tenuiflora*) ya que es una buena alternativa para la sustitución del cloro en la desinfección postcosecha de la okra, porque este demostró una buena efectividad en el control de bacterias y hongos.

Realizar más ensayos para evaluar la residualidad del ingrediente activo del producto, en cuanto a la cantidad de fruta desinfectada o el tiempo de acción toxica contra patógenos.

Continuar con la evaluación de este y otros productos botánicos, para determinar su efecto sobre los organismos microbiológicos y sobre la calidad de la fruta para exportación.

Realizar combinaciones de estos productos para evaluar sus efectos.

Considerar los extractos botánicos como una alternativa para el tratamiento postcosecha, para la sustitución de productos sintéticos para evitar problemas residuales.

Realizar dentro de las normativas de productos botánicos una mejora en la información técnica en el etiquetado y un panfleto.

VI. BIBLOGRAFÍA

Barrera, M. 2008. Ficha de Producto de El Salvador hacia el Mercado de la Unión Europea: Generalidades. (En línea). Consultado 23.Julio.2015. Disponible en: <http://www.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/el-salvador/sv-okra.pdf>

Arita, J. y Burgos, J. 2013. Evaluación de la efectividad de cuatro fungicidas biológicos en el control del hongo de la roya de café *Hemileia vastatrix*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. (En línea). Consultado el 11 de Junio del 2016. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1758/1/CPA-2013-077.pdf>

Cantwell, M. y Suslow T. s.f. Okra Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha: Madurez y Calidad. Departament of Plant Sciences, University of California, Davis. Trad. M Villalobos. (En línea). Consultado 30.Julio.2015. Disponible en: http://postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Okra_518/

ECOTENDA. 2013. Manual de Insecticidas, Fungicidas y Fitofortificantes Ecológicos: Fungicidas y Fortificantes. (En línea). Consultado 02.Juni.2015. Disponible en: http://ecotenda.net/themes/ecotenda/archivos/manual_insecticidas.pdf

Gaitán, T. 2005. Cadena Del Cultivo De Okra (*Hibiscus esculentus L.*) Con Potencial Exportador: Cadena de la okra. Managua. (En línea). Consultado 22.Julio.2015. Disponible en: http://www.cadenahortofructicola.org/admin/bibli/176cadena_del_cultivo_y_mercado_okra.pdf

Garmendia, G. y Vero, S. s.f. Metodos para desinfección de frutas y hortalizas. (En línea). Consultado el 24 de Julio de 2015. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/65/406/65406.pdf>

Kader, A. s.f. Biología y Tecnología de Postcosecha: Una Revisión General. Universidad de California. (En línea). Consultado el 07 de Junio de 2016. Disponible en: <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2010/04/Biolog%C3%ADa-y-Tecnolog%C3%ADa-de-Postcosecha.pdf>

Lainez, R. y Nuñez, A. 2002. Estudio del potencial agroindustrial y exportador de la península de Santa Elena y de los recursos nesesarion para su implantación: Caso Ocra. Guayaquil, Ecuador. (En línea). Consultado el 23 de Julio de 2015. Disponible en: http://www.cib.espol.edu.ec/digipath/d_tesis_pdf/d-31494.pdf

Linarez, H. 2006. Descripción y características de la okra. (En línea). Consultado el 22 de Julio de 2015. Disponible en: <http://portaldace.mineco.gob.gt/sites/default/files/unidades/oportunidades/Fichas%20T%C3%A9cnicas/Fichas%20T%C3%A9cnicas%20%20Productos%20de%20Inter%C3%A9s%20para%20la%20Uni%C3%B3n%20Europea%202008/Ficha%20-%20Okra.pdf>

López, H. 2013. Comportamiento de frutos de Chile (*Capsicum annuum*) tipo jalapeño a la desinfección con diferentes sanitizantes en Poscosecha. Saltillo, Mexico. (En línea). Consultado el 08 de Junio de 2016. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/526/62620s.pdf?sequence=1>

Maldonado, A. y Laínez, R. 2002. Estudio del Potencial Agroindustria y Exportador de la Península de Santa Elena y de los Recursos Necesarios para su Implantación “Caso Okra”: Estudio Técnico. Guayaquil, Ecuador. 1: 37; 2: 118-119. (En línea). Consultado 24. Julio.2015. Disponible en: http://www.cib.espol.edu.ec/digipath/d_tesis_pdf/d-31494.pdf

Moreno, M. y Murillo, A. 2007. Cultivo de la okra en España: Cultivo. (En línea). Consultado 23.Julio.2015. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2007_2126a.pdf

MOTSSA (Market-Oriented Training Service on Standards Application). 2012. Guía Para La Implementación De Buenas Prácticas Agrícolas En EL Cultivo De Okra: Fertilización; Almacenaje y Empaque. Managua. 83. 122 p. (En línea). Consultado 22.Julio.2015. Disponible en: http://www.iica.int.ni/IICA_NICARAGUA/Publicaciones/RMottsa/121203%20GUIA%20BPA%20Okra%20final%2016-08-2012.pdf

Ramos, M. Vidal, L. 2012. Diseño de un Sistema de Depuración para Concha Prieta usando Ácido Láctico como Agente Antimicrobiano. Guayaquil, Ecuador. (En línea). Consultado el 10 de Junio de 2016. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/21141/D-92800.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rivera, O. 2011. Uso de Bioplaguicidas en Agricultura Orgánica. (En línea). Consultado 02.Junio.2015. Disponible en: <http://www.pymerural.org/uploaded/content/category/448646750.pdf>

Villela, M. 2014. Okra hondureña conquista el mercado de Europa y Estados Unidos. Choluteca, Honduras. (En línea). Consultado 23.Julio.2015. Disponible en: <http://colprocah.Com/wp-content/uploads/2014/09/Agro-Ciencia-No.-7-Septiembre-2014.pdf>

Viñas, I. Teixidó, N. Abadías, M. Torres, R. y Usall, J. s.f. Alternativas a los fungicidas de síntesis en el control de las enfermedades de postcosecha de frutas: Alternativas al uso de fungicidas químicos de síntesis.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de media de Tukey para la variable fruto con hongo.

Tipo de producto Medias n E.E.

C	0.75	2	0.04	A
B	0.95	2	0.04	A B
D	0.95	2	0.04	A B
E	0.98	2	0.04	A B
A	1.00	2	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 2. Promedios de cada corrida experimental por variable evaluada.

Variable Daño por Frio			
N°	Producto	Dosis	Promedio de daños
1	Mimoten	Baja	46.25
2	Tsunami	Baja	75
3	Driver C.	Baja	51.25
4	Mimoten	Alta	52.5
5	Tsunami	Alta	75
6	Viroklin	Baja	46.25
7	Driver C.	Alta	47.5
8	Cloro	Baja	46.25
9	Cloro	Alta	57.5
10	Viroklin	Alta	50

Variable Fruto sin Crucnh			
N°	Producto	Dosis	Promedio
1	Mimoten	Baja	67.5
2	Tsunami	Baja	71.25
3	Driver C.	Baja	68.75
4	Mimoten	Alta	66.25
5	Tsunami	Alta	70
6	Viroklin	Baja	60
7	Driver C.	Alta	65
8	Cloro	Baja	66.25
9	Cloro	Alta	70
10	Viroklin	Alta	70

Variable Cambio de coloración en la semilla			
Nº	Producto	Dosis	Promedio
1	Mimoten	Baja	6.25
2	Tsunami	Baja	6.25
3	Driver C.	Baja	8.75
4	Mimoten	Alta	6.25
5	Tsunami	Alta	3.75
6	Viroklin	Baja	3.75
7	Driver C.	Alta	11.25
8	Cloro	Baja	3.75
9	Cloro	Alta	3.75
10	Viroklin	Alta	3.75

Anexo 3. Desinfección de la Okra.



Anexo 4. Análisis del agua utilizada para la desinfección.

Característica	Valor
pH	6.9
Temperatura	24.7
Dureza	360- 400

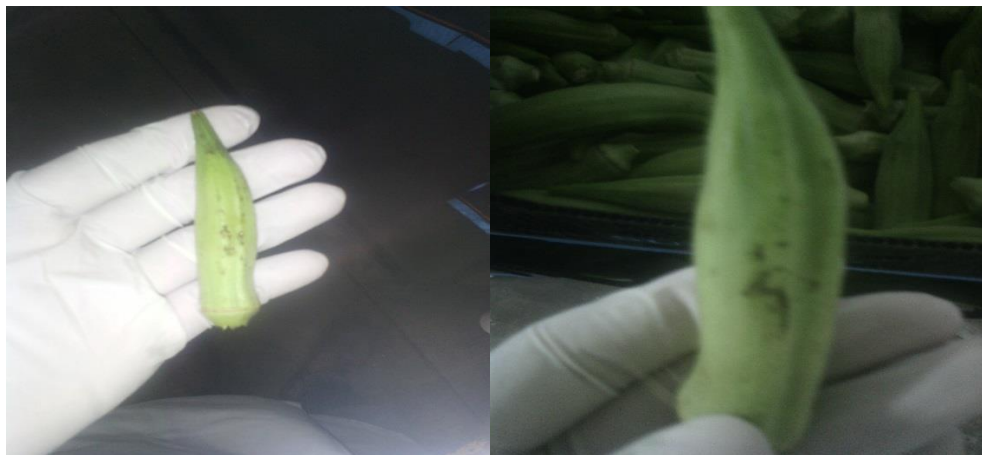
Anexo 5. Empaquetado y rotulación de las corridas experimentales.



Anexo 6. Fruto con Semilla Madura



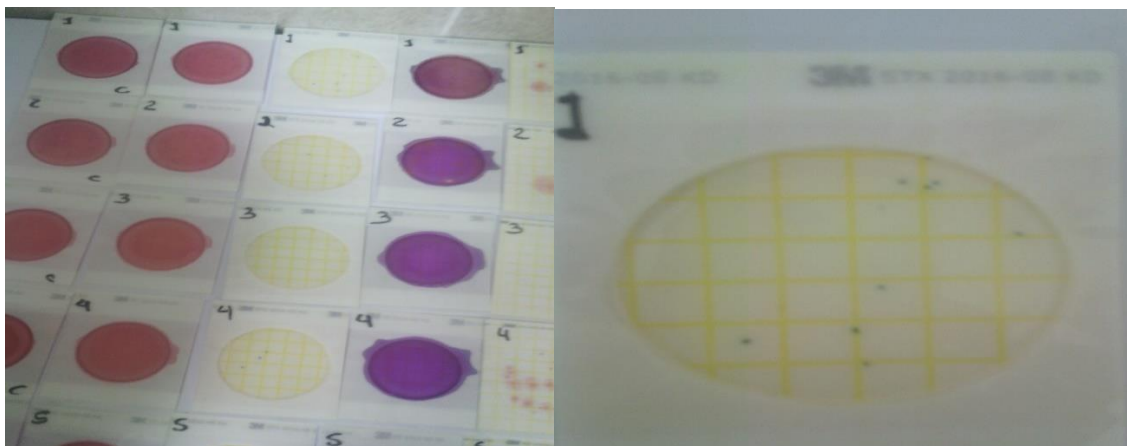
Anexo 7. Fruto con daño por frío



Anexo 8. Muestra de fruta en bolsas estériles (25 gramos) para análisis microbiológico.



Anexo 9. Medios de crecimiento después de 24 horas de incubación para realizar conteo de UFC.



Anexo 10. Análisis de Varianza para Daño por frío.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tipo de Producto	0.015125	1	0.015125	3.71	0.1120
B:Dosis	0.02025	1	0.02025	4.97	0.0762
AA	0.039375	1	0.039375	9.66	0.0266
AB	0.006125	1	0.006125	1.50	0.2748
Error total	0.020375	5	0.004075		
Total (corr.)	0.10125	9			

R-cuadrada = 79.8765 porciento

Fuente: Statgraphics**Anexo 11.** Análisis de Varianza para fruto con hongo.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tipo de Producto	0.040	1	0.040	18.86	0.0034
AA	0.036	1	0.036	16.63	0.0047
Error total	0.015	7	0.002		
Total (corr.)	0.091	9			

R-cuadrada = 83.5225 porciento

Fuente: Statgraphics**Anexo 12.** Análisis de Varianza para cambio de coloración en la semilla.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tipo de Producto	0.012	1	0.0125	5.54	0.0653
B:Dosis	0.00025	1	0.0003	0.11	0.7528
AA	0.003	1	0.0032	1.42	0.2863
AB	0.0	1	0.0	0.00	1.0000
Error total	0.012	5	0.0022		
Total (corr.)	0.027	9			

R-cuadrada = 58.5845 porciento

Fuente: Statgraphics**Anexo 13.** Análisis de Varianza para Sin Crucnh.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tipo de Producto	0.018	1	0.018	6.40	0.0526
B:Dosis	0.002	1	0.002	0.80	0.4122
AA	0.009	1	0.009	3.17	0.1350
AB	0.002	1	0.002	0.71	0.4377
Error total	0.014	5	0.003		
Total (corr.)	0.045	9			

R-cuadrada = 68.9029 porciento