

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA



Facultad de Ingeniería

Extensión de vida de anaquel de fresa variedad Tioga, mediante la utilización de diversos tratamientos postcosecha

Trabajo de investigación presentado por María Luisa
Garzaro Sánchez para optar al grado académico de
Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Guatemala

2010

**Extensión de vida de anaquel de fresa
variedad Tioga, mediante la utilización de
diversos tratamientos postcosecha**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA



Facultad de Ingeniería

**Extensión de vida de anaquel de fresa
variedad Tioga, mediante la utilización de
diversos tratamientos postcosecha**

Guatemala

2010

Vo.Bo.:

(f) _____

(Ing. Carlos Rolz Asturias)

Tribunal Examinador:

(f) _____

(Lda. Patricia Palacios de Palomo)

(f) _____

(Ing. Carlos Rolz Asturias)

(f) _____

(Lda Ana Silvia Colmenares de Ruiz)

Fecha de aprobación: Guatemala _____

PREFACIO

Esta tesis ha sido llevada a cabo en el marco de la cátedra de Proyecto de Graduación, de la Universidad del Valle de Guatemala, dentro del programa del Centro de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala para el desarrollo de tratamientos postcosecha que permitan la extensión de vida de anaquel de frutas tropicales enteras y mínimamente procesadas.

Este trabajo es el resultado de horas de un extenso trabajo e investigación en diversas fuente bibliográficas además de la aplicación de conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

El trabajo *Extensión de Vida de Anaquel de Fresa, Variedad Tioga, Mediante la Utilización de Diversos Tratamientos Postcosecha*, se llevó a cabo en su totalidad en las instalaciones de la Universidad del Valle de Guatemala en el período comprendido entre los meses de Junio-Agosto del año 2009. Si bien se logró establecer un procedimiento postcosecha que permita la extensión de vida de anaquel de fresas, variedad Tioga, es importante recalcar que se requiere de posteriores investigaciones para la aplicación de dicho tratamiento postcosecha en diferentes variedades de fresa, así como en otro tipo de frutos. Espero sinceramente que mediante este trabajo pueda contribuir al mejoramiento de la técnicas postcosecha empleadas en la industria guatemalteca.

Me considero afortunada ya que muchas personas me han ayudado en esta ardua tarea que es la confección de una tesis, particularmente quiero agradecer y dedicar este trabajo a:

Agradezco Dios, porque de su mano he logrado llegar hasta este punto y siempre me ha brindado el refugio perfecto, acogiéndome con inmenso amor, en cada uno de los momentos más importantes.

Agradezco a mis padres Annabella de Garzaro y Estuardo Garzaro por su apoyo incondicional y todo el amor que me han brindado a lo largo de mi vida, todo

cuanto soy se los debo a ustedes y estoy segura que sin su ayuda no estaría en el lugar que estoy.

Agradezco a mi hermana Rocio Garzaro por su amor, compañía , comprensión en todos los momentos aún en los más difíciles y en las largas noches de desvelo.

Agradezco a Eduardo Castellanos por todo su amor y apoyo incondicional.

Agradezco a Ingeniero Carlos Rolz Asturias por darme la oportunidad de trabajar en uno de sus proyectos por haber confiado en mi para la realización del mismo y toda su orientación para la elaboración de esta tesis.

Agradezco a las Licenciadas Ana Silvia Colmenares de Ruiz y Patricia Palacios de Palomo por todo su cariño y ayuda, que en muchas ocasiones fueron más allá del deber.

Agradezco a mi grupo de Iglesia Vida Real "FUSION" por su ayuda y apoyo en mi formación espiritual.

CONTENIDO

PREFACIO	VI
LISTADO DE CUADROS	XI
LISTADO DE GRÁFICOS	XII
LISTADO DE IMÁGENES	XIV
RESUMEN	XV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1 Generalidades de la fresa(Fragaria - ananassa).....	3
2.1.1 Climas y suelos.....	5
2.1.2 Épocas de cultivo y siembra.....	5
2.2 Cosecha.....	5
2.2.1 Rendimiento.....	5
2.2.2 Recolección.....	6
2.3 Procedimientos de postcosecha.....	8
2.3.1 Recepción de la fruta.....	8
2.3.2 Distribución de la fruta.....	8
2.3.3 Procesamiento.....	8
2.3.4 Selección.....	9
2.3.5 Homogenización de la fruta.....	9
2.3.6 Empacado.....	9
2.3.7 Congelamiento/almacenamiento.....	9
2.3.8 Transporte.....	9
2.3.9 Control de calidad.....	9
III. JUSTIFICACIÓN	11
IV. OBJETIVOS	12
V. HIPÓTESIS	13
VI. MARCO TEÓRICO	14
6.1Cultivo –Variedades.....	14
6.1.1 Tioga.....	14
6.1.2 Camarosa.....	14

6.1.3 Oso grande.....	14
6.1.4 Chandler.....	15
6.1.5 Pájaro.....	15
6.1.6 Selva.....	16
6.1.7 Douglas.....	16
6.1.8 Fern.....	17
6.2 Propagación.....	17
6.3 Siembra.....	18
6.4 Manejo de la plantación.....	19
6.4.1 Cobertura de suelo.....	19
6.4.2 Riego.....	19
6.4.3 Fertilización.....	19
6.4.4 Poda.....	20
6.5 Plagas de la fresa, insectos dañinos y su combate.....	20
6.5.1 Jobotos <i>Phyllophaga</i> spp. (Coleoptera: Scarabeidae).....	20
6.5.2 Cortadores <i>Prodenia</i> sp., <i>Spodoptera</i> sp. (Lepidoptera: Noctuidae).....	21
6.5.3 Vaquitas <i>Diabrotica</i> spp. (Coleoptera: Chrysomelidae).....	21
6.5.4 Acaros y su combate.....	21
6.5.5 Arañita roja <i>Tetranychus urticae</i> (Acarina: Tetranychidae).....	21
6.5.6 Acaro de la fresa <i>Steneotarsonemus pallidus</i> (Banks) (Acarina: Tarsonemidae).....	22
6.6 Enfermedades y su combate.....	22
6.6.1 Enfermedades de la raíz y del cuello.....	23
6.6.2 Enfermedades del follaje.....	23
6.6.2.1 Viruela <i>Mycosphaerella</i> fragariae.....	23
6.6.2.2 Manchas de las hojas <i>Denrophoma</i> sp. y <i>Diplocarpon</i> sp.....	24

6.6.2.3	Mancha angular Xanthomonas	24
	sp.....	
6.6.3	Enfermedades de la flor.....	26
6.6.3.1	Moho gris Botrytis cinerea.....	25
6.6.4	Otras pudriciones del fruto.....	26
6.6.5	Enfermedades virosas.....	27
6.7	Parámetros de calidad de la	26
fresa.....		
6.7.1	Respiración.....	27
6.7.2	Producción de etileno.....	27
6.7.3	Pérdidas de peso.....	27
6.7.4	Color.....	28
6.7.5	Firmeza.....	28
6.7.6	pH.....	29
6.7.7	contenido de sólidos solubles.....	29
6.7.8	Acidez titulable.....	29
6.7.9	Aroma.....	30
6.8	Problemas postcosecha de la fresa.....	30
6.9	Tratamientos postcosecha.....	31
6.9.1.	Ozono.....	31
6.9.1.1	Características.....	31
6.9.1.2	Modo de acción.....	33
6.9.1.3	Aplicaciones.....	34
6.10	Luz Ultravioleta.....	35
6.11	Extracto de semilla de toronja.....	36
VII	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	39
7.1	Metodología.....	44
VIII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	46
IX .	CONCLUSIONES.....	71
X.	RECOMENDACIONES.....	72
XI .	BIBLIOGRAFÍA.....	73
XII	APÉNDICE.....	75

LISTA DE CUADROS

Cuadro

1. Composición de la fresa por 100 gramos de porción comestible.....	4
2. Resultados de media y desviación estándar en la medición de grados brix para tratamientos con luz ultravioleta durante tres y cuatro minutos.....	52
3. Resultados de media y desviación estándar en la medición de contenido de ácido cítrico para tratamientos con luz ultravioleta durante tres y cuatro minutos.....	54
4. Mediciones de temperatura realizadas en el tratamiento con ozono.....	56
5. Mediciones de temperatura realizadas en el tratamiento con solución de amonio cuaternario (chemprocide).....	61
6. Resultados de el análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo para grados brix con un límite de confianza del 95%.....	66
7. Resultados de el análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo para contenido de ácido cítrico con un límite de confianza del 95%.....	67
8. Vida de anaquel alcanzada por cada uno de los tratamientos poscosecha.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico

1. Variación de grados brix en muestra control.....	48
2. Variación en el contenido de ácido cítrico en muestra control.....	50
3. Variación de grados brix en muestra con tratamiento de luz ultravioleta durante tres minutos.....	52
4. Variación de grados brix en muestra con tratamiento de luz ultravioleta durante cuatro minutos.....	53
5. Variación en el contenido de ácido cítrico en muestra con tratamiento de luz ultravioleta durante tres minutos.....	55
6. Variación en el contenido de ácido cítrico en muestra con tratamiento ultravioleta cuatro minutos.....	55
7. Variación de grados brix en muestra tratadas con ozono.....	59
8. Variación en el contenido de ácido cítrico en muestra tratada con ozono.....	60

9. Variación de grados brix en muestra con tratamiento de solución de amonio cuternario (chemprocide).....	62
10. Variación en el contenido de ácido cítrico en muestra con tratamiento de una solución de amonio.....	63
11. Variación de grados brix en muestra con tratamiento de solución de extrato de semilla de toronja (deocil-cat).....	65
12. Variación en el contenido de ácido cítrico en muestra con tratamiento de una solución de extracto de semilla de toronja.....	66

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen

1-3 Corresponden a la apariencia de fresas tratadas con ozono..... 57

RESUMEN

El trabajo descrito en el presente documento detalla el proceso para lograr la extensión de vida de anaquel de fresas, variedad Tioga, mediante la utilización de diversos tratamientos postcosecha.

La fresa pertenece al orden rosales, de la familia rosaceae, la sub. Familia rosoideae, del género *Fragaria* con más de veinte especies y 1,000 variedades. La planta de fresa o fresón es pequeña con no más de 50 centímetros de altura, raíces superficiales, tiene numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos que se originan en la corona o un rizoma muy corto que se encuentra al nivel del suelo y constituye la base del crecimiento de la planta.

Las zonas de producción en Guatemala son: Totonicapán, Chimaltenango, Huehuetenango, Quetzaltenango, Sololá, San Marcos y Suchitepéquez. En Centro América, Guatemala y Honduras son los únicos países de la región que actualmente siembran fresas.

A pesar de ser un cultivo bastante rentable, su producción a nivel nacional enfrenta numerosos problemas, en especial en la etapa postcosecha, la cual comprende el período de comercialización, hecho que provoca incapacidad de reunir los requisitos necesarios para ofrecer un producto de calidad y con cualidades de exportación.

En este trabajo se aplicaron diversos tratamientos postcosecha, que incluyeron: tratamiento con ozono, tratamiento con luz ultravioleta, tratamiento con solución de amonio cuaternario (Chemprocide), tratamiento con extracto de semilla de toronja (Deocil-cat); para la extensión de vida de anaquel de Fresas tipo Tioga, que ayudaron a disminuir las pérdidas de este producto en la etapa postcosecha de dicho fruto al mismo tiempo que se mejora su conservación por lo que se logró una

extensión de la vida de anaquel. Todos los análisis y mediciones realizadas se llevaron a cabo en las instalaciones de la Universidad del Valle de Guatemala.

Para evaluar los resultados obtenidos por cada uno de los tratamientos postcosecha utilizados se caracterizaron fisicoquímicamente las fresas utilizadas para los diversos tratamientos (sólidos solubles, pH, acidez, contenido de ácido cítrico).

Conjunto con el análisis Fisicoquímico de las muestras tratadas se realizó una evaluación sensorial, la cual se incluyó un test de caracterización del fruto, test de aceptabilidad y test de frescura; con el propósito de saber la opinión del consumidor acerca del producto.

Finalmente se pudo determinar que el tratamiento postcosecha más eficiente en cuanto a extensión de vida de anaquel y análisis sensorial fue el realizado con el extracto de semilla de toronja de nombre comercial Deocil-Cat.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio del perfil del consumidor de productos hortofrutícolas en países desarrollados ha puesto en evidencia que sabor, aroma, madurez y apariencia son los atributos que más influyen a la hora de tomar la decisión final de la compra de alimentos. Factores tales como valor nutritivo, precio, ausencia de residuos, pasan a un segundo término. Se puede decir que el 90 % de los consumidores engloban en su concepto de calidad los términos que describen las características sensoriales. Por tanto, la impresión causada por las diversas variedades de bayas (berries) al consumidor parece englobar todas las características de frescura (Olías, 1996). La fresa, un fruto de placer por excelencia, es sinónimo de primavera, aunque en la actualidad, gracias a las tecnologías de postrecolección y envasado, puede ser consumida prácticamente durante todo el año. Dentro del mundo de la fruta, la fresa se posiciona como un fruto estacional, cómodo de comer y apetecible (Bello y Santos, 1990).

Las pérdidas postrecolección de fruta y verdura fresca, principalmente causadas por hongos, están estimadas entre el 10 y el 30 % de la producción anual en los países desarrollados, porcentaje que aumenta en los países menos desarrollados (Hulse, 1982). Estas pérdidas económicas se ven agravadas en el caso de la fresa silvestre por una producción en áreas muy distantes a las de su comercialización (puntos de venta), y por tratarse de un producto muy perecedero dado su activo metabolismo postrecolección y su susceptibilidad al hongo *Botrytis cinerea*, principal causante de su deterioro (Sommer, 1995; Eckert y Ogawa, 1988). Por estudios de mercado se conoce que el 73 % de los principales consumidores señala como mayores inconvenientes de la fresa su fragilidad y su corto periodo de conservación (Bello y Santos, 1990).

La vida útil de la fresa puede verse mejorada por el control de procesos de deterioro o inactivación de procesos fisiológicos, tanto del propio fruto como de los patógenos que pueda contener. La temperatura es el factor medio ambiental básico para conservarla durante el almacenamiento, por afectar a su tasa de respiración y/o otras reacciones biológicas (Robertson, 1993).

Bajas temperaturas contribuyen a la disminución de la tasa de respiración, retardando o previniendo el crecimiento microbiano y reduciendo la actividad metabólica y las pérdidas de humedad.

Exponer al producto a bajas temperaturas inmediatamente después de su recolección es muy efectivo.

Otro inconveniente que presenta la fresa es la demanda por parte del consumidor de un producto lo más parecido al recién recolectado. Como posible solución se encuentra el uso de fungicidas, si bien es rechazado por una creciente demanda de productos libres de antibióticos y preservantes (Hoogerwerf *et al.*, 2002).

Todo lo expuesto anteriormente, junto al desarrollo de cepas de hongos resistentes a los fungicidas utilizados, genera la necesidad de desarrollar alternativas seguras y económicas para la conservación de estos frutos (El-Ghath, 1997).

Entre dichas alternativas se encuentran la manipulación genética y los tratamientos de postrecolección. Estos últimos incluyen el uso de radiaciones gamma (Thomas, 1986), la disminución de temperatura (Cordenunsi *et al.*, 2003), el control biológico (Easterbrook *et al.*, 2001; Gileset *et al.*, 1995), la conservación por atmósfera controlada, el uso de recubrimientos y el envasado en atmósfera modificada (Stewart *et al.*, 1999; Holcroft y Kader, 1999; Holcroft y Kader, 1999; Agar *et al.*, 1997).

Entre otros métodos postcosecha o postrecolección se pueden mencionar el tratamiento con ozono o bien el realizado con luz ultravioleta. Que según estudios realizados por la Universidad de Pennsylvania han tenido excelentes resultados en la extensión de vida útil de algunas variedades de fresas.

Es por ello que este trabajo pretende desarrollar un tratamiento postcosecha adecuado, mediante la utilización de ozono, luz ultravioleta soluciones químicas (Chemprocide y Deocil Cat), que permita la extensión de vida de anaquel de distintas variedades bayas mediante una disminución de la incidencia de hongos durante el almacenamiento y distribución comercial.

II. ANTECEDENTES

2.1 La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch, Rosáceas)

La fresa tiene gran cantidad de especies. Antes del descubrimiento de América, en Europa se cultivaban principalmente las especies *Fragaria vesca* y *Fragaria alpina*, de tamaño pequeño pero de excelente calidad organoléptica. Con el descubrimiento de América se encontraron dos nuevas especies de mayor tamaño, una en Chile, *Fragaria chiloensis* y otra en Estados Unidos, *Fragaria virginiana*, que por su tamaño, se les llamó fresones; fueron llevadas a Europa e hibridizadas.

La planta es pequeña, de no más de 50 cm de altura, con numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos, que se originan en una corona o rizoma muy corto, que se encuentra a nivel del suelo y constituye la base de crecimiento de la planta; en ella se encuentran tres tipos de yemas; unas originan más tallos, que crecen junto al primero, otras los estolones, que en contacto con el suelo emiten raíces y forman nuevas plantas, y el tercer tipo de yemas, forman los racimos florales cuyas flores son hermafroditas y se agrupan en racimos.

Lo que se conoce como fruta de fresa es en realidad un falso fruto, producto de engrosamiento del receptáculo floral; sobre ese falso fruto se encuentran gran cantidad de semillas pequeñas, que son frutos verdaderos llamados aquenios. Las raíces de la fresa son fibrosas y poco profundas. La planta de fresa es perenne ya que por su sistema de crecimiento, constantemente está formando nuevos tallos, que la hacen permanecer viva en forma indefinida.

En comparación con el resto de frutas, la fresa contiene una cantidad moderada de hidratos de carbono y un valor calórico bajo. Destaca su aporte de vitamina C, sustancias de acción antioxidante y un alto contenido de ácidos orgánicos, entre ellos cítrico (de acción desinfectante), málico, oxálico y salicílico (de acción anticoagulante y antiinflamatoria). También es rica en minerales como potasio y magnesio. Su contenido en fibra es moderado (Anónimo, 2003).

Como compuestos activos presenta pigmentos, aceite esencial, vitamina C, taninos y flavonoides (Murcia y Hoyos, 2001).

Cuadro No 1:

Composición de la fresa por 100 gramos de porción comestible (Folquer 1986)

Compuesto	Cantidad presente
Agua	80-90%
Carbohidratos	5-10%
Proteína	0.5-0.9%
Grasas	0.1-0.4%
Cenizas	1-3%
No de calorías	37
Vitamina A	60 UI
Vitamina C	20-70 mg
Tiamina	0.03 mg
Niacina	0.6 mg
Rivoflavina	0.03 mg
Hierro	1 mg
Sodio	1 mg
Potasio	164 mg
Calcio	21 mg
Fósforo	21 mg

Respecto a sus propiedades nutritivas, 200 g de fresa cubren la sexta parte de las necesidades de ácido fólico, el doble de las necesarias de vitamina C y el valor añadido de aportar solo 70 calorías. Dada su riqueza en antioxidantes, ácido fólico, potasio y salicilatos, está especialmente recomendada en dietas de prevención de riesgo cardiovascular y de enfermedades degenerativas y cáncer (Anónimo, 2003).

Al igual que todas las frutas, su alto contenido en agua y potasio implica un efecto beneficioso sobre la hiperuricemia (altos niveles de ácido úrico en sangre), hipertensión arterial u otras enfermedades asociadas a retención de líquidos. En cálculos renales, por su contenido en ácido oxálico, también resulta beneficiosa (Anónimo, 2003). Aunque algo ácida (pH 3.4), la fresa es un alimento alcalinizante como ocurre con todas las frutas ricas en ácidos orgánicos. Un kilogramo de fresa produce en el organismo tanta alcalinidad como 9 gramos de bicarbonato sódico, pero sin sus inconvenientes (Anónimo, 2003).

2.1.1 Climas y suelos. La planta de fresa es termo y fotoperiódica, o sea que su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce horas de luz) provocan crecimiento vegetativo excesivo; las bajas temperaturas y días cortos inducen floración. (E. Almenar 2005)

En condiciones, donde todos los días tiene menos de 12 horas de luz, el factor determinante para producir fruta, es la temperatura óptima que en promedio de 14°C, pero se adapta bien entre los 10 y 20 °C. (E. Almenar 2005)

Como la planta de fresa tiene un sistema radical que en un 80% o más se ubica en los primeros 15 cm del suelo, los suelos para el cultivo de fresa no tienen que ser muy profundos; deben ser livianos, preferiblemente arenosos y con muy buen drenaje. Los suelos volcánicos con buen contenido de materia orgánica. El pH debe estar entre 5.5 a 6.5 y el suelo debe tener buena fertilidad. (E. Almenar 2005)

2.1.2 Zonas de cultivo y épocas de siembra. La fresa se puede sembrar en cualquier mes del año. Sin embargo, estudios realizados indican que lo más conveniente, para todas las zonas de producción, es sembrar en los primeros meses de la época lluviosa: mayo, junio y julio. De esta forma, la planta alcanza un buen desarrollo y empieza a producir en los primeros meses de la época seca: noviembre y diciembre, con lo que se logran dos objetivos importantes: tener una planta bien desarrollada para el inicio de la producción y obtener la mayoría de la cosecha en época seca y con la mejor calidad, cuando el mercado internacional presenta los mejores precios para fruta fresca. Si se siembra durante al estación seca, la producción se obtiene en la época lluviosa, por lo que se presentan mayores problemas fitosanitarios en la planta y en la fruta, además disminuye la producción y la fruta se ensucia. (E. Almenar 2005)

2.2 Cosecha

2.2.1 Rendimiento. La planta es perenne, como cultivo rentable debe manejarse en forma anual. El ciclo de cultivo y la producción pueden variar mucho dependiendo de la época de siembra y el tipo de material que se utilice. En condiciones normales, se importan plantas en el mes de mayo, para que después de seis meses de crecimiento, empiecen a producir frutos en diciembre. Con buen manejo, la planta se mantiene en producción por un año aunque siembre debe

cambiarse a los dos años de edad. Las variedades que se cultivan, tiene una capacidad de producción entre 50 y 100 ton/año. (E. Almenar 2005)

2.2.2 Recolección. Debido a que la fruta es altamente perecedera, debe cosecharse cada tres días y manejarse con mucho cuidado. Una cosa es lo que la planta de fresa está en capacidad de producir y otra lo que el productor están en capacidad de cosechar y comercializar. En un manejo adecuado de la plantación y sobre todo de la fruta, puede estar la diferencia entre cosechar el 90% o el 30% de la fruta que la planta produce. Debe empezarse a manejar la fruta desde antes de su formación y su desarrollo, para que llegue en buenas condiciones a la cosecha. (E. Almenar 2005)

A partir del momento de la cosecha, se inicia otro proceso de gran importancia, como es el de seleccionar la fruta, empacarla, transportarla y almacenarla adecuadamente, para presentar un buen producto en el mercado. Una fruta de fresa cosechada en plena maduración y mantenida a temperatura ambiente, se deteriora en un 80% en sólo 8 horas. Por esto debe cosecharse, entre 1/2 y 3/4 partes de maduración y ponerse lo más rápidamente posible en cámaras frías (0-2°C). La selección de la fruta se hace de acuerdo con el mercado al que se dirige, lo mismo que el empaque. Estas labores se inician en el momento de la cosecha, cuando se separan las frutas de acuerdo con la calidad y se empacan ahí mismo. (E. Almenar 2005)

Hay tipos diferentes de frutas que se comercializan y en cada uno de estos tipos diferentes categorías.

- fruta fresca para exportación.
- fruta fresca para mercado nacional.
- fruta para industria.

La fruta fresca para exportación es la de mejor calidad. Debe seleccionarse y empacarse debidamente en el mismo momento de la cosecha. La selección se basa en grado de maduración, tamaño, uniformidad y sanidad de las frutas. Estas no pueden ser lavadas ni contener ninguna suciedad o materia extraña. Se separa por tamaños de acuerdo a lo que los compradores pidan, ejemplo: extra grade, grande mediana y pequeña. (E. Almenar 2005)

Existen normas establecidas para cada tamaño. Así la extragrande es una fruta de un diámetro mayor de 40 mm; la grande de 35 a 40 mm, mediana de 30 a 35 mm y la pequeña de 25 a 30 mm de diámetro. Estas medidas y los nombres de cada calidad pueden variar de acuerdo a la empresa exportadora y al país al que se dirija. (E. Almenar 2005)

La fruta de exportación se empaca primeramente en canastitas plásticas con 250 g de fruta, si es para el mercado de Europa, o 400 g si es para el mercado de Estados Unidos. Estas canastitas se empacan en grupos de 6 ó 12 en otra caja de cartón, que es la de exportación a Europa o Estados Unidos respectivamente. (E. Almenar 2005)

La fruta fresca para mercado nacional, es aquella que por pequeños defectos de formación o por tener más de 3/4 de maduración, no califica para exportación. Muchas veces por fallas en los sistemas de exportación, toda la fruta de primera calidad se queda en el mercado nacional. El mercado nacional no es muy exigente en cuanto a calidad por lo que, sobre todo en meses de poca cosecha, aún fruta muy pequeña se vende para consumo fresco. (E. Almenar 2005)

El empaque, que se utiliza en el país es el mismo de canastita plástica para la exportación. No se utiliza la caja de cartón de 12 o 6 canastitas; en vez de eso, para el transporte interno se utilizan cajas de madera con capacidad para treinta canastitas. Estas canastitas de mercado nacional se cubren con una lámina de polietileno, que se prensa con una pequeña liga. Algunos productores pequeños y en ciertos mercados como las ferias del agricultor, venden fresas en bolsas plásticas, sin ningún tipo de selección y en estado avanzado de deterioro. Esta fruta prácticamente pueden considerarse como de uso industrial, aunque se vende como fruta fresca. (E. Almenar 2005)

La fruta para consumo en fresco no puede ser almacenada, debe mantenerse en cámara fría entre 0 y 2°C con 85-90% de humedad relativa; aún así no puede mantenerse más de 4 días antes de ser llevada al mercado. (E. Almenar 2005)

La fruta de industria es aquella que por excesiva maduración, defectos de formación, daños no muy severos y tamaño pequeño, no califica para fruta fresca. Se lava, se le quita el cáliz y el pedúnculo y se empaca en bolsas prácticas de 5 kg para ser llevada al mercado. La fruta industrial puede ser congelada y almacenada para su uso posterior. (E. Almenar 2005)

2.3 Procedimientos de postcosecha

Esta fase importante del tratamiento de la fruta involucra varias operaciones y procedimientos para que el producto llegue al destino final en las mejores condiciones. En las plantaciones comerciales este acondicionamiento o tratamiento postcosecha se realiza de la siguiente manera:

2.3.1 Recepción de la fruta. La fresa procedente del campo se recibe en el área correspondiente para registrar el peso neto de la fruta, la labor se la realiza con una báscula con capacidad de 500kg. En esta primera labor se efectúa la primera revisión o chequeo de la fruta que es enviada del campo; para así poder dar las recomendaciones que permitan mejorar la operación de la cosecha. (E. Almenar 2005)

2.3.2 Distribución de la fruta. La fruta pesada es depositada en mesas de madera debidamente acondicionadas para que la fruta se distribuya uniformemente para su en enfriamiento. Posteriormente si la fruta va a ser destinada para el consumo en fresco es seleccionada por su tamaño y condiciones sanitarias, para que luego pase a ser empacada en pequeñas cajitas plásticas con un contenido individual de 250 gramos, las que luego se sellan herméticamente con papel celofán y se etiquetan. Se empacan estas canastillas en cajas más grandes con un contenido de 2.5 kg, es decir con 10 pequeñas cestitas, luego de lo cual están listas para el envío a las bodegas o al mercado. (E. Almenar 2005)

Para conservar fresas para consumo en fresco se recomienda almacenarlas en atmósfera con temperatura controlada, 2% de anhídrido carbónico, 15 a 20% de oxígeno y 0 grados centígrados de temperatura. En estas condiciones la frutilla puede conservarse hasta 30 días. (E. Almenar 2005)

Cuando el producto es destinado para el proceso industrial, es necesario primeramente depositar la fruta o hacer la separación de cáliz, luego la fruta es llevada en jabas plásticas para ser transportadas a la planta de beneficio o de procesamiento. (E. Almenar 2005)

2.3.3 Procesamiento. Una vez que la fruta está en el interior de la procesadora, primeramente se efectúa un lavado inicial mediante su inmersión en un tanque incorporado a la maquinaria de proceso, luego el producto es transportado

por un elevador de cangilones para nuevamente ser lavados con pequeños chorros de agua a presión, luego pasan por un transportador a una zona de escurrimiento de agua para el siguiente trabajo. (E.Almenar 2005)

2.3.4 Selección. En esta fase, luego del escurrimiento la fruta es transportada por una banda de selección, este es un proceso continuo para que los operadores localizados a los dos lados de las cintas o mesas de selección procedan a seleccionar los frutos eliminando aquellos que tienen defectos o presenten daños mecánicos o patógenos. (E. Almenar 2005)

Luego la fruta se conduce por un nuevo transportador para entrar a la siguiente fase.

2.3.5 Homogeneización de la fruta. De acuerdo al destino del pedido, el producto ingresa a ser tratado y homogeneizado, agregarles azúcar en una preparación de cuatro partes de fruta y una de azúcar. (E. Almenar 2005)

2.3.6 Empacado. El producto que ha pasado por toda la línea de proceso entra finalmente por la tolva de descarga de la homogenizadora para proceder al llenado de los envases plásticos con contenidos de 20 kg y 110 kg, dependiendo del mercado. Una vez llenos y pesados, se procede a sellarlos a presión utilizando un martillo de caucho, luego es llevado a la zona de etiquetado del producto con la correspondiente información. (E. Almenar 2005)

2.3.7 Congelamiento y almacenamiento. Se realiza en el interior de una cámara especial de congelamiento, cuya temperatura es -30 °C. (E. Almenar 2005)

2.3.8 Transporte. De acuerdo con los convenios y pedidos, previa a la confirmación de embarque de la fruta puede ser transportada al puerto de embarque utilizando camiones equipados con containeres refrigerados, en los que los mismos envases que contienen el producto son bien acomodados para evitar daños por golpes durante el transporte. (E. Almenar 2005)

2.3.9 Control de calidad. Para que la fruta llegue a los mercados y consumidores en las mejores condiciones se debe aplicar el control de calidad en cada una de las fases del procesamiento de la fruta. Solo de esta manera se evitará

una serie de dificultades cuando el producto no reúne las condiciones y normas técnicas exigidas para su comercialización. (E. Almenar 2005)

III. JUSTIFICACIÓN

En términos generales la producción de frutas en nuestro país constituye una actividad económica que cada día adquiere mayor importancia por la creciente demanda, tanto a nivel nacional como internacional. No obstante su importancia; se estima que un alto porcentaje de los productos ofertados posee baja calidad, para el caso de frutas se calcula que del 25% al 50% de la fruta expendida a nivel nacional no reúne los requisitos mínimos de calidad. (MAGA 2007).

Además de la consideración anterior, los frutales deciduos reportan altos índices de pérdida postcosecha que van de 20% a 50% índices similares se estiman para las hortalizas. (MAGA 2007).

Por los datos anteriores, en nuestro país ha surgido la necesidad de desarrollar técnicas que permitan producir hortalizas y frutas de calidad exportable, así como de técnicas postcosecha que garantizan la estabilidad de la calidad y/o permitan aportar valor agregado a la producción enfatizando en el empleo de materias primas de pobre calidad comercial.

La fresa es uno de los cultivos que más problemas presenta en la etapa postcosecha, ya que es un fruto sumamente susceptible al ataque fúngico, se ha establecido que es durante la etapa postcosecha que ocurren la mayor parte de pérdidas impidiendo así la comercialización del producto a un precio rentable, de igual manera este tipo de inconvenientes imposibilita la capacidad de exportación, ya que no se cumplen con los estándares establecidos por el país importador.

Por la problemática anteriormente mencionada, es de vital importancia determinar otras alternativas de procesos después de la recolección del fruto, para aprovechar la capacidad de producción de fresas que tiene el país, aplicando la tecnología postcosecha, con lo cual se pueden dar opciones a los productores de fresas para que comercialicen su producto bajo los estándares de calidad que demanda no solamente el sector nacional, sino también el internacional.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

- Desarrollar un tratamiento postcosecha adecuado, mediante la utilización de ozono, luz ultravioleta, soluciones químicas (Chemprocide y Deocil-Cat) que permitan la extensión de vida de anaquel de fresas variedad Tioga, mediante una disminución de la incidencia de hongos durante el almacenamiento y distribución comercial.

4.2 ESPECÍFICOS

- 4.2.1** Caracterizar la fresa variedad Tioga y selección de sus parámetros indicadores de calidad.
- 4.2.2** Evaluar el efecto del lavado de fresas variedad Tioga con agua ozonificada como tratamiento postcosecha, para extender su vida de anaquel e inhibir el crecimiento de Botrytis cinerea y otros patógenos
- 4.2.3** Emplear el método de exposición a luz ultravioleta como tratamiento postcosecha para extender la vida de anaquel de fresas variedad Tioga.
- 4.2.4** Emplear una solución química, a base de amonio cuaternario (Chemprocide) como tratamiento postcosecha para extender la vida de anaquel de fresas variedad Tioga.
- 4.2.5** Determinar qué métodos de los mencionados anteriormente resultaron más eficientes en la prolongación de la vida de anaquel de las fresas variedad Tioga.
- 4.2.6** Evaluar el comportamiento real de las fresas variedad Tioga durante el almacenamiento a una temperatura y humedad recomendada por la literatura.
- 4.2.7** Realizar un análisis sensorial con las fresas variedad Tioga sometidas a los diversos tratamientos postcosecha, para determinar la influencia de dichos tratamientos en la aceptabilidad del producto por parte del consumidor.

V. HIPÓTESIS

ES POSIBLE LA *EXTENSIÓN DE VIDA DE ANAQUEL DE FRESAS, VARIEDAD TIOGA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIVERSOS TRATAMIENTOS POSTCOSECHA*

VI. MARCO TEÓRICO

6.1 Cultivo y variedades

Existe gran cantidad de variedades de fresa los mejores resultados se han obtenido con las variedades de la Universidad de California. La variedad Tioga fue la primera sembrada comercialmente; posteriormente fue sustituida por la variedad Douglas que produce frutas de gran tamaño y resistencia, de mayor producción y más tempranera. En 1984 se introdujo la variedad Chandler que es una selección de Douglas, con la particularidad de que su fruta es más uniforme, con menor grado de deformaciones, de menor tamaño pero de mejor calidad. La Universidad de California señala la variedad Chandler como la más productora de todas las que ha creado esta institución. (Noguera García).

6.1.1 Tioga. Su adaptación es excelente. Es la de mayor distribución mundial. La producción anual depende mucho del manejo y época de siembra. Normalmente está entre 30 y 60 toneladas y entre el 50 y 60% de la fruta cumple las normas de exportación. Es una variedad un poco tardía ya que alcanza la máxima producción a los siete meses si la planta es importada; si es nacional, su máxima producción es a los cuatro meses. El tamaño del fruto es grande. Los primeros frutos tienen un tamaño de 12-14 gramos. El tamaño promedio para Costa Rica es 8-10 gramos. La fruta es muy sólida y resiste bien el transporte. (Noguera García, año).

6.1.2 Camarosa. Presenta una asombrosa productividad, precocidad, calidad y adaptación a las condiciones agroclimáticas de la mayoría de zonas frutilleras en el mundo, es una variedad de día corto, originada en la Universidad de California, requiere de una licencia para su multiplicación y los productores deben pagar un Royalty. Presenta un fruto grande, muy precoz, de color rojo brillante externamente, interior muy coloreado y de buen sabor y firmeza, se recomienda una densidad de plantación de 6 plantas/m². (Noguera García).

6.1.3 Oso Grande. Variedad californiana, cuyo inconveniente es la tendencia del fruto al rajado. No obstante presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco. De color rojo anaranjado, forma de cuña achatada, con tendencia a aparecer bilobulado, calibre grueso y buen sabor, la planta es de apariencia vigorosa y de follaje oscuro.

En zonas cálidas bajo protección de plástico se recomienda transplantar con plantas producidas en viveros de altitud para producirlas a fines de invierno. En zonas de invierno frío, el transplante se realiza durante el verano para la producción en el año siguiente, se aconseja una densidad de plantación de 6 - 7 plantas / m² colocadas en caballones cubiertos de plástico, con riego localizado y líneas pareadas. (Noguera García).

6.1.4 Chandler

- Origen: Douglas x Cal. 72.361.105 (selección). Univ. de California. EE.UU.
- Respuesta al fotoperiodo: Día Corto

Es una planta semierecta. Presenta buena capacidad para producir coronas. Las hojas son grandes y de un color ligeramente más claro que Pájaro. Se adapta bien a una gran diversidad de condiciones edafoclimáticas y tiene un alto potencial de producción. (Noguera García).

Tiene buen tamaño, es firme, cuneiforme, buen sabor y color rojo por dentro, no tan regular como Pájaro, en determinadas condiciones climáticas se presenta una maduración incompleta, quedando el ápice de la fruta de color verde o blanco. Presenta una leve tendencia a oscurecerse. (Noguera García).

Puede usarse en plantaciones de invierno y verano. Esta variedad es especialmente apropiada para la industria del congelado. (Noguera García).

6.1.5 Pájaro

- Origen: Sequoia x 63.7.101 (híbrido complejo), Univ. de California. EE.UU.
- Respuesta al fotoperiodo: Día corto. (Noguera García).

Es una planta de poco desarrollo, pero con hojas grandes color verde oscuro, sensible a Viruela, Phythophtora, Botrytris y Oidio, es de regular capacidad para producir coronas. No es muy productiva. (Noguera García).

El fruto se destaca por su calidad, es firme, de forma troncocónica regular, ligeramente alargado, color rojo brillante y su interior también es rojo. De buen sabor, es una de las variedades de mayor aceptación en el mercado internacional. (Noguera García).

En lo que se refiere a su manejo para plantaciones de verano en zonas de inviernos fríos. En la costa se la puede plantar en abril o mayo, se adapta bien a plantaciones de alta densidad y presenta buena polinización. (Noguera García).

6.1.6 Selva

- Origen: Cal. 70.3.117 x Cal. 71.98.605. Univ. de California. EE.UU.
- Respuesta al fotoperiodo: Día neutro.

La planta es semi-erecta, vegetación vigorosa y muy densa. Se adapta bien a suelos de poca fertilidad pero es sensible a Botrytis, Oidio y Viruela, también es atacada con facilidad por la arañita roja. Es muy productiva siempre que se le de el frío necesario antes de la plantación(1,000 horas a 7 °C). (Noguera García).

El fruto es cuneiforme, alargado y regular, es de buena presentación, color rojo brillante y no se oscurece. Buen tamaño y muy firme, no tiene muy buen sabor, es poco jugosa y muy dura al final de la temporada. (Noguera García).

Puede plantarse en verano, pero da mejores resultados en plantaciones de invierno. Muy buena variedad para producciones más tardías. Los resultados son muy dependientes del manejo. (Noguera García).

6.1.7 Douglas

- Origen: (Tioga x Sequoia) x Tufts. Univ. de California. EE. UU.
- Respuesta al fotoperiodo: Día Corto.

Planta y hojas grandes, de color verde muy claro que se puede confundir con alguna deficiencia o enfermedad. Su gran follaje forma un ambiente propicio al ataque fungoso: Oidium, Viruela, Botrytis por lo que se recomienda pulverizaciones frecuentes en climas lluviosos. Presenta una segunda flor después de 20 días de la primera. Tiene una elevada capacidad para producir coronas. Es muy precoz. (Noguera García).

El fruto es cuneiforme corto, regular, mejor aspecto cuando se cultiva bajo plástico. Aquenios amarillos muy visibles, buen calibre, constante y homogéneo. Es firme y se adapta bien al transporte. Más precoz que Tufts.

Puede alcanzar altos niveles de producción, hasta 70 TM/ha, se desprende con bastante facilidad del cáliz. (Noguera García).

Se puede usar en plantaciones de verano o en plantaciones de invierno, pero si se hace en invierno, la producción empieza más temprano, y si hay peligro de heladas en la zona o exceso de humedad habrá mucha pérdida de fruta por lo que es recomendable su plantación en verano. (Noguera García).

6.1.8 Fern

- Origen: Tufts x Cal. 69.62.103. Univ. de California. EE.UU.
- Respuesta al fotoperiodo: Día neutro.

Su planta es poco vigorosa, con suficiente producción de estolones pero regular capacidad para producir coronas. Es una variedad de tipo remontante con buen rendimiento si las condiciones de manejo son las adecuadas y tiene producción continua. Bajo requerimiento de frío pero es sensible a las altas temperaturas en verano. Sensible a la anthracosis en los frutos. (Noguera García).

Su fruto es cónico, alargado y muy irregular, rojo brillante pero con tendencia al oscurecimiento. De tamaño medio y no muy firme. Buen sabor. (Noguera García).

Es una variedad exigente en fertilidad del suelo y se adapta a diferentes épocas de plantación. (Noguera García).

6.2 Propagación

Aunque la planta de fresa es perenne, como cultivo se considera anual, o sea que se renueva todos los años. Por ser una planta híbrida, no se utilizan sus semillas para propagarla. Su sistema de crecimiento y formación de nueva coronas y estolones, permite una propagación vegetativa rápida y segura. Si se utilizan las coronas, se arrancan plantas de 6 meses o más y se dividen en secciones. De una sola planta se puede obtener entre 5 y 6 plantas hijas y se debe procurar que cada sección tenga sus propias raíces. (Noguera García).

La forma más corriente de propagar este cultivo es por medio de estolones. Utilizando este sistema, con un buen material como planta madre y sembrando en la

época adecuada, de una sola planta se pueden obtener hasta 100 plantas hijas. (Noguera García).

La fresa normalmente se propaga por estolones, obtenidos de plantas madres importadas de Estados Unidos que han estado sometidas a largos períodos de frigoconservación, característica que estimula un gran crecimiento vegetativo cuando son llevadas al campo. Si esto se combina con alta temperatura y luminosidad y se siembra en zonas más bajas que las utilizadas para la producción de fruta, el resultado es una mayor proliferación de estolones en menor tiempo. (Noguera García).

Lo más recomendable es importar las plantas madres entre enero y febrero, después de que hayan estado por lo menos dos meses en frigoconservación, y sembrarlas en altitudes menores a 1.500 msnm, para obtener las plantas hijas en los meses de junio a agosto, que sembradas inmediatamente, empiezan a producir en diciembre del mismo año. Lo anterior quiere decir que lo recomendable es establecer en lugares a distinta altitud la producción de estolones y la de fruta. (Noguera García).

6.3 Siembra

Se puede sembrar en eras o en lomillos. Sin embargo, por el tipo de tecnología que se aplica al cultivo, como es la utilización de coberturas y riego, lo más recomendable es hacerlo en eras de 70 a 80 cm de ancho y de 20 cm de altura. En cada era se colocan dos hileras de plantas, separadas 40 cm entre sí y las plantas a 30 cm. Con este sistema se obtiene una densidad entre 50.000 y 55.000 plantas por hectárea. La separación entre ellas debe ser de, por lo menos 40 cm. La planta debe sembrarse a una profundidad tal que el cuello de la raíz quede a nivel de suelo, de manera que no queden raíces expuestas ni la corona enterrada. (Noguera García).

6.4 Manejo y plantación

6.4.1 Coberturas de suelo. Consiste en cubrir las eras con algún material que impida que la fruta tenga contacto directo con el suelo. La cobertura a su vez, cumple otras funciones importantes como:

- evita el crecimiento de malezas.
- aumenta la temperatura del suelo.
- tiene una vida útil de más de un año en el campo.

Presenta el inconveniente de que a veces produce calentamiento excesivo, quemando frutas y hojas. El polietileno se coloca sobre la era, una vez que ésta se ha preparado totalmente, inclusive con la aplicación de fertilizantes e insecticidas de suelo. Se tensa bien y se prensa a ambos lados de la era con la misma tierra o con grapas de alambre galvanizado. Una vez colocado, se marca la distancia de siembra y se abren huecos de unos 10 cm de diámetro en cada punto, donde van las plantas. Los otros tipos de coberturas aunque tiene la ventaja de que son mucho más baratas, provocan pérdida de agua, pueden introducir nuevas malezas al terreno y son muy difíciles de conseguir por los grandes volúmenes que se utilizan. (Noguera García)

6.4.2 Riego. El riego es un actor fundamental en la producción de fresas. En las principales zonas de producción, se dan dos épocas muy bien marcadas: la seca, de diciembre a abril, y la lluviosa de mayo a noviembre. La principal cosecha se inicia en noviembre o diciembre y la planta se mantiene en producción durante toda la época seca; por eso para aprovecharla es determinante contar con un adecuado sistema de riego. Debido al uso de coberturas de suelo, sólo se utilizan los sistemas de riego por aspersión o por goteo. Cuando es por aspersión, se prefieren aspersores pequeños y de gota fina para no afectar la floración. El sistema de riego por goteo que ha dado mejores resultados es el de manguera tipo "by wall" con doble pared y con salidas de agua cada 25 cm. Con este sistema basta una sola manguera por cada era de 70 cm de ancho. (Noguera García).

6.4.3 Fertilización. En general, se considera que la planta de fresa no es muy exigente a la fertilización. Existen resultados indicadores de que no hay respuesta a la aplicación de fertilizantes al suelo. La experiencia de los productores demuestra que el cultivo puede responder en forma diferente de acuerdo con las circunstancias. En suelos nuevos, que han estado con pastos, no es necesario

fertilizar el primer año. Aplicaciones de fósforo, potasio y elementos menores, no han dado resultados. (Noguera García).

La adición de nitrógeno en estas condiciones, provoca en gran desarrollo vegetativo que retrasa la cosecha. En suelos con varios ciclos de siembra y sobre todo con pendientes pronunciadas, hay respuesta a la aplicación de nitrógeno en cantidades moderadas. (Noguera García).

6.4.4 Poda. Por el tipo de crecimiento de la planta de fresa, la producción constante de tallos hace que la planta tome una forma de macolla en donde se acumula gran cantidad de hojas y ramas muertas, consecuencia también del calor producido por la cobertura de polietileno negro. Esta hojarasca retiene humedad que facilita el ataque de hongos a la fruta y además dificulta la aplicación de plaguicidas, por lo que es necesario eliminarla mediante un apoda de limpieza. (Noguera García).

La poda debe realizarse después de los ciclos fuertes de producción; se quitan los racimos viejos, hojas secas y dañadas y restos de frutos que quedan en la base de la macolla. Se debe tener cuidado de no maltratar la planta y no se debe podar antes de la primera producción. Al aumentar la penetración de luz a las hojas, así como la ventilación, se acelera la renovación de la planta, facilita la aplicación de plaguicidas y previene el ataque de hongos en la fruta. (Noguera García).

6.5 Plagas de la fresa –insectos dañinos y su combate

6.5.1 Jobotos *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabeidae). Los jobotos son posiblemente la principal plaga del cultivo, ya que ataca plantas de cualquier edad y causan daños muy severos. Dañan las raíces y la parte subterránea del tallo, de donde se alimentan. Dependiendo el tamaño de la planta y de la población de jobotos, pueden destruir la plantación. El daño se manifiesta primeramente por un marchitamiento de las plantas, sobre todo cuando hace sol; posteriormente las hojas se tornan rojizas y si se trata de arrancarlas se observa que están flojas o sueltas de sus raíces, las cuales presentan muestras de haber sido comidas; si se escarba el suelo, se encontrarán los gusanos. (OECD,2005)

El combate se puede realizar mediante la preparación anticipada del suelo para exponer las larvas y huevos al sol y mediante el tratamiento con insecticidas granulados antes de la siembra. El producto que mejor resultado ha dado es el

forato (Thimet, a razón de unos 30 kg/ha), 30 g/20 m, si se aplica antes de la siembra. Uno de los problemas más serios es cuando el daño se presenta mientras la planta está en producción, ya que no se pueden usar productos con efecto sistémico. En estos casos hay que aplicar productos de contacto y procurar que no se contaminen las frutas. (OECD,2005)

6.5.2 Cortadores *Prodenia* sp., *Spodoptera* sp. (Lepidoptera: Noctuidae). Es una plaga que casi siempre aparece en la primera etapas de crecimiento, cuando las plantas están formando las primeras hojas. No se puede prevenir, pero se debe revisar constantemente el cultivo para detectar si hay hojas cortadas e inmediatamente, hacer aplicaciones de insecticidas. A veces aparecen en el momento de la cosecha, cortan racimos y muerden las frutas, que están en contacto con el suelo. Para el combate de la plaga, si no hay cosecha, pueden usarse productos como carbaril. Si el ataque ocurre en cosecha, hay que guardar las restricciones en el tiempo de espera y usar productos como carbaril o *Bacillus thuringiensis* o bien cebos con algún insecticida. (OECD,2005)

6.5.3 Vaquitas *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae). Atacan las hojas de plantas de cualquier edad. Sólo se recomienda la aplicación de insecticidas si el daño es severo. Se pueden combatir con carbaril, guardando las restricciones del tiempo de espera si se aplica en cosecha. (OECD,2005)

6.5.4 Ácaros y su combate. Junto con los jobotos, son el principal problema de plagas. Hay dos especies que causan daño: la araña roja y el ácaro de la fresa. (OECD,2005)

6.5.5 Arañita roja *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). La araña roja se presenta en cualquier momento, aunque su daño es más severo durante la época seca. Las hojas toman un color bronceado y la planta no crece. En el envés de las hojas afectadas se pueden encontrar arañitas muy pequeñas que se mueven. (OECD,2005)

El daño aparece primero en las hojas viejas. El combate se debe hacer con los productos acaricidas adecuados y sobre todo bien aplicados, ya que frecuentemente, se convierte en un problema muy serio porque no se hacen las aplicaciones en forma correcta. Debe mojarse muy bien la planta afectada, sobre todo por el envés de las hojas. Cuando las plantas están en cosecha, los productos

recomendados son: el dicofol (Kelthane) y el propargite (Omite). Si no hay fruta pueden usarse otros como el oxtioquinox (Morestan) en la dosis indicada en la etiqueta. (OECD,2005)

6.5.6 Ácaro de la fresa *Steneotarsonemus pallidus* (Banks) (Acarina: Tarsonemidae). Aparece más frecuentemente en plantas viejas (1 año o más) o en plantas nuevas que se han obtenido de plantaciones afectadas. El síntoma característico es un encrespado de las hojas jóvenes, en los brotes de la planta. Este caso no se puede ver a simple vista, por lo que debe diagnosticarse en un laboratorio. Puede destruir una plantación o atacar los frutos, lo que afecta su calidad. El combate se debe hacer muy cuidadosamente, ya que por la posición en que se encuentra en la planta es difícil que los productos penetren. (OECD,2005)

Además, los acaricidas corrientes no tiene buena acción contra esta plaga. Los mejores resultados en su combate se obtienen con el insecticida endosulfan (Thiodán). Este producto es altamente tóxico para humanos, por lo que se debe aplicar por lo menos ocho a diez días antes de la cosecha y no repetir aplicaciones en lapsos menores de 35 días. El dicofol o el propargite, bien aplicados, pueden dar buen combate y podrían alternarse con el Thiodán en las dosis recomendadas en la etiqueta. Otros ácaros como *Brevipalpus phoenicis*, *B. obovatus* (ácaros planos) y *Tetranychus ludeni* también atacan el cultivo. Pueden combatirse con alguno de los siguientes acaricidas: difocol (0,17 kg i.a/ha), endosulfan (0,25 kg i.a/ha), propargite (0,20 kg i.a/ha) y (0,05 kg i.a/ha). (OECD,2005)

6.6 Enfermedades y su combate

6.6.1 Enfermedades de la raíz y cuello. Las principales enfermedades de la raíz y el cuello de la planta son producidas por *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora fragariae* y *Verticillium albo-atrum*. Su ataque, a veces puede confundirse con el de jobotos ya que el síntoma inicial es una marchites en horas de mucho sol. (OECD,2005)

Rhizoctonia solani provoca un colapso total de la planta durante la época de cosecha. Las hojas bajas toman un color púrpura y los pecíolos se tornan color café, el cuello de la planta muere y se producen brotes laterales, las raíces se pudren y toman un color café. (OECD,2005)

La pudrición causada por *Phytophthora fragaria* conocida como estela roja, produce enanismo de la planta en los casos severos. En las hojas jóvenes aparece una coloración verde azulada y en las hojas viejas roja, naranja o amarilla. En el ápice de las raíces jóvenes aparece una pudrición que avanza hasta alcanzar las raíces laterales y al cortar la raíz se observa la estela de color rojo. (OECD,2005)

En el caso de la pudrición por *Berticillium alboatrum* las hojas externas de la planta muestran una coloración café oscuro en los márgenes y en el área intervenal. Las hojas internas conservan su turgencia y color verde, aunque la planta esté muerta, lo cual la diferencia del ataque de *Phytophthora sp.* en que mueren tanto las hojas jóvenes como las viejas. (OECD,2005)

Para distinguir con certeza, por medio de los síntomas, el agente causal de una pudrición radical, basta con cortar longitudinalmente las raíces y el cuello de la planta. Si la pudrición se manifiesta en los tejidos externos de las raíces y el cuello, el organismo causal es *Rhizoctonia sp.*, si es en los tejidos internos de la raíz y el cuello (en este caso los tejidos externos permanecen sanos), es producida por *Verticillium sp.* y si el daño sólo se presenta en las raíces sin ascender al cuello, se trata de un daño por *Phytophthora sp.* (OECD,2005)

Cuando estas enfermedades aparece en plantas en estados avanzados de desarrollo o viejas, es muy difícil combatirlas; algunas veces, podando las plantas, fertilizándolas y aplicando fungicidas a la base se recuperan momentáneamente. Afortunadamente el daño casi siempre aparece en plantas viejas, a no ser que se siembre material infectado. El método más eficiente de combate es la desinfección total del suelo y de las mismas plantas antes de la siembra. El suelo se puede desinfectar con Basamid, Bromuro de Metilo, o Telone. Si no se hace en forma total, es conveniente que por lo menos el hueco de siembra se ha desinfectado con una mezcla de PCNB y Fermate, en la dosis recomendada en la etiqueta, aplicado con bomba manual. Así mismo, las plantas antes de la siembra, deben sumergirse en una solución de fungicida benomil o clorotalonil. (OECD,2005)

6.6.2 Enfermedades del follaje

6.6.2.1 Viruela *Mycosphaerella fragarie*. Ataca las plantas de cualquier edad, aunque son más susceptibles las plantas nuevas con follaje succulento. Puede ser muy severa en época lluviosa y días nublados, cuando el follaje permanece húmedo. El síntoma inicial es una mancha circular pequeña, hundida, color púrpura

en el haz de la hoja con el centro color café al inicio y posteriormente gris, rodeado por un halo color púrpura; estas lesiones aumentan de tamaño hasta alcanzar de 3 a 6 mm de diámetro. Las plantaciones en áreas despejadas, con buena ventilación y sin altas densidades de siembra (dos hileras) son más fáciles de mantenerlas sanas. La enfermedad se puede prevenir con aplicaciones al follaje de productos protectores como captan o Zineb. Cuando el problema se hace severo hay que recurrir a otros productos como benomil. En cosecha, sólo puede aplicarse benomil y captan. (OECD,2005)

6.6.2.2 Manchas de las hojas *Denrophoma sp.* y *Diplocarpon sp.* Son dos tipos de manchas de las hojas que aparecen esporádicamente, sobre todo en condiciones de alta humedad. (OECD,2005)

Dendrophoma sp. produce grupos de cinco a seis lesiones circulares de color rojo púrpura en las hojas en desarrollo, cuyo centro, posteriormente, toma un color grisáceo. Cuando la enfermedad avanza, las lesiones coalescen y toman un color café con forma de letra V y en su centro se pueden observar los picnidios. (OECD,2005)

Diplocarpon sp. causa numerosas manchas en forma irregular y color púrpura que pueden alcanzar un diámetro entre 1 y 5 mm. Las lesiones coalescen con el avance de la enfermedad por lo que la lámina de la hoja toma una coloración rojiza ó púrpura. Cuando las lesiones envejecen aparecen los acérvulos y la planta toma un apariencia quemada. (OECD,2005)

Si se realiza un buen combate de la viruela (*Mycosphaerella sp.*), automáticamente se combaten ambos patógenos. (OECD,2005)

6.6.2.3 Mancha angular *Xanthomonas sp.* Causa una mancha muy característica, en forma de ángulos delimitados por las nervaduras de las hojas; al verla contra la luz se ve translúcida y aceitosa, sobre todo por el envés de la hoja. Esta enfermedad aparece en época de mucha lluvia o en época seca, cuando se riega por aspersión. (OECD,2005)

En algunas ocasiones por el haz de la hoja las lesiones tiene una forma irregular, con una coloración café rojiza necrótica y no dejan pasar la luz a través del tejido afectado, por lo que es difícil distinguirla de la lesiones de *Mycosphaerella sp.* y *Dyplocarpon sp.* (OECD,2005)

Si hay mucha humedad se propaga rápidamente, sobre todo en hojas bajas, si el tiempo es seco tiende a desaparecer. (OECD,2005)

Lo que se recomienda es mantener las plantas limpias, sin hojarasca y con buena ventilación. Donde hay riego por goteo el problema es menor. En casos muy serios se pueden aplicar productos a base de cobre, aunque debe tenerse mucha precaución porque bajo algunas situaciones produce fitotoxicidad. (OECD,2005)

6.6.3 Enfermedades de la flor y el fruto

6.6.3.1 Moho gris *Botrytis cinérea*. Esta enfermedad ataca las flores sobre todo, cuando se presentan períodos prolongados con alta humedad relativa y al fruto durante su desarrollo, maduración y transporte. En el fruto aparece como una mancha amarillenta de consistencia acuosa, que posteriormente se extiende a toda la fruta y se cubre de un polvo gris, que corresponden a las esporas del hongo. (OECD,2005)

En algunos casos esta enfermedad es capaz de atacar hasta el 95% de frutos después de 48 horas de cosechados. (OECD,2005)

Esta enfermedad debe prevenirse, mediante la aplicación de productos protectores. Además, debe evitarse el contacto del fruto con el suelo o con frutos y hojas podridas. Por lo tanto, el combate por métodos culturales es muy importante: deshojas, poda de racimos viejos, cobertura del suelo, riego por goteo y buen manejo en el almacenamiento, empaque y transporte de la fruta en la cosecha. Además, también es importante un punto de corte adecuado; si la fruta se corta en avanzada maduración, la enfermedad se presenta rápidamente y la fruta no soporta la etapa de comercialización. (OECD,2005)

En el mercado existen varios productos que se recomiendan para prevenir *Botrytis* sp. La aplicación sin embargo, debe hacerse considerando las restricciones del caso como: período entre última aplicación y cosecha, problemas de residuos y aceptación de los productos de acuerdo con el mercado. Pueden utilizarse productos protectores de amplio efecto como el captan. (OECD,2005)

En casos muy severos pueden usarse productos específicos contra *Botrytis* sp. como vinclozolin, en rotación con fungicidas de tipo protector general, como los mencionados anteriormente. (OECD,2005)

6.6.4 Otras pudriciones del fruto Aunque el principal problema es *Botrytis* sp., normalmente aparecen otros hongos que dañan el fruto en la etapa poscosecha. Por ejemplo en Costa Rica el más importante es *Pestalotia* sp., que se manifiesta como una mancha de consistencia seca, ligeramente hundida y de apariencia translúcida. En algunos casos este hongo, causa grandes pérdidas a la fruta cosechada. (OECD,2005)

También se presentan, como problemas poscosecha menos frecuentes, el moho *Rhizopus* sp., *Pizizella* sp., y la antracnosis *Colletotrichum* sp. (OECD,2005)

Si se realiza un buen combate de *Botrytis* sp., también se combaten estas enfermedades. Además, es de mucha importancia realizar un buen manejo post-cosecha, siguiendo prácticas como: (OECD,2005)

- cosechar sólo frutos sanos
- no maltratarlos
- no lavarlos, si no se les removerá el exceso de humedad
- empacarlos adecuadamente
- enfriarlos lo más rápido posible

6.6.5 Enfermedades virosas. Existen una serie de enfermedades virosas que forman un complejo virótico que puede ser limitante para la producción de fresas. (OECD,2005)

El combate de estas enfermedades en el campo es casi imposible. El mejor método de evitar estos problemas es estar seguro de sembrar plantas sanas y no mantenerlas mucho tiempo en el campo; es por eso que se recomienda que todos los años se renueve el material. (OECD,2005)

6.7 Parámetros de calidad de la fresa

La fresa, como cualquier fruto, continúa con un metabolismo activo tras su recolección. Por tratarse de un producto muy perecedero, su calidad y vida útil pueden verse mejoradas por control de los procesos de deterioro e inactivación de procesos fisiológicos, tanto del propio fruto como de los patógenos que pueda contener. Factores tanto intrínsecos como extrínsecos influyen en la extensión de su vida útil. De entre los intrínsecos, la tasa de respiración es el más importante, influenciada por circunstancias como tipo, tamaño, variedad, condiciones de

crecimiento, estado de madurez, composición atmosférica y temperatura. (José M. Olías 1998)

Por otro lado, dentro de los extrínsecos se encuentran la temperatura de almacenamiento, la humedad relativa, la carga microbiana inicial, el equipo y material polimérico de envasado, el volumen y área del envase y la luz (Kader *et al.*, 1989).

6.7.1 Respiración. Las fresas se caracterizan por una alta tasa de respiración (50-100 mL CO₂/kg·h a 20 °C), muy dependiente de la temperatura y tiempo de almacenamiento, estado de maduración, concentración gaseosa, cantidad de etileno, etc. Rosen y Kader (1989) obtuvieron valores de tasa de respiración a 0 °C de 15 mg CO₂/kg·h, aumentando ésta de 4 a 5 veces a 10 °C, y de 2 a 3 veces al pasar de 10 a 20 °C. En cambio, Hardenburg *et al.* (1986) solo observaron cambios en la tasa de respiración 4 veces superior a la presentada para incrementos de 10 °C dentro del intervalo de 0-30°C, sin especificar variaciones para los diferentes intervalos de temperatura. (José M. Olías 1998)

6.7.2 Producción de etileno. Las fresas producen bajas cantidades de etileno (<0,1 µL/kg·h a 20 °C). Como fruto no climatérico, no responde a la estimulación del etileno (hormona del crecimiento) durante su maduración (Mason y Jarvis, 1970).

6.7.3 Pérdida de peso. La fresa presenta una elevada tasa de transpiración, produciendo pérdidas de agua que implican arrugamiento (aspecto envejecido), disminución de peso comercial y descenso de la calidad sensorial, afectando a la apariencia, textura y jugosidad del fruto. (José M. Olías, 1998)

En la mayoría de los frutos pérdidas del 3-5 % del peso inicial en forma de agua transpirada son suficientes para promover un aspecto arrugado, perdiendo su apariencia externa inicial. Problema todavía más notable en el caso de las fresas, pues debido a su fina piel no poseen una buena barrera exterior con que retener el agua (Olías, 1998).

La pérdida de este parámetro de calidad implica en la fresa un mayor encogimiento y una disminución de su brillo, siendo por ello la máxima pérdida de peso aconsejable para este fruto durante su comercialización del 6% (Robinson *et al.*, 1975).

6.7.4 Color. El color es uno de los parámetros de calidad que más información proporciona sobre la evolución de las fresas, siendo detectable mediante colorimetría (color externo) y espectrofotometría visible (color total). (José M. Olías 1998)

El color externo se mide con los parámetros colorimétricos a^* , b^* , chroma y ángulo hue, y el color total con la concentración de antocianos, determinados como glucósido 3-pelargonidina, por ser el mayoritario de la fresa, constituyendo el 88 % de los antocianos de la parte externa y el 96% de la interna (García- Viguera *et al.*, 1999).

6.7.5 Firmeza. La textura es la propiedad física representativa del proceso de masticación y percepción del alimento en la boca. Está considerada como otro parámetro clave indicador de calidad por ser directamente proporcional al grado de madurez del fruto. En los estudios de firmeza en alimentos las medidas más comúnmente utilizadas son las de fuerza (factor variable), tiempo y distancia (factores constantes en el instrumental utilizado) (Giese, 2003). Para la realización de las medidas de fuerza existen una gran variedad de posibilidades: penetración, compresión, tensión, etc., de entre las cuales la penetración es la más utilizada en las fresas. Los métodos instrumentales más utilizados son los empíricos, que se fundamentan en someter las muestras a una fuerza y relacionan ésta con el tiempo y con la deformación. (José M. Olías 1998)

Durante el almacenamiento, factores como variedad, temperatura, tiempo de almacenamiento y concentraciones gaseosas influyen sobre la firmeza. Así, solo algunas variedades de fresa presentan aumentos de firmeza en presencia de altas concentraciones de CO_2 , otras no sufren modificación (Pelayo *et al.*, 2003).

En cambio, independientemente de la variedad, la disminución de la temperatura genera un aumento en la firmeza de la fresa (Larsen y Watkins, 1995). El mecanismo por el cual el dióxido de carbono afecta a la firmeza de la fresa no es conocido, aunque podría relacionarse con un efecto indirecto del CO_2 sobre el pH apoplástico, dando lugar a la precipitación de las pectinas solubles y al aumento de los enlaces intercelulares (Harker *et al.*, 2000), fenómenos traducidos en aumentos de firmeza. (José M. Olías 1998)

6.7.6 pH. El pH es uno de los parámetros que presenta menor variación durante el periodo de postcosecha de la fresa. Diversos estudios muestran pocos o ningún cambio con el tiempo, incluso con la modificación de factores externos como temperatura, aumento de CO₂, etc. (Holcroft y Kader, 1999; García *et al.*, 1998).

La no influencia del CO₂ podría deberse a su transformación en ácido carbónico y posterior disociación en el citoplasma, produciendo cambios de pH absorbidos por la capacidad tampón de los tejidos. Alternativamente, un pH bicarbonatado podría formarse en el interior de las vacuolas, aumentando su valor, aunque estos cambios se neutralizarían por la capacidad tampón de los ácidos orgánicos (Holcroft y Kader 1999).

6.7.7 Contenido de sólidos solubles. Los sólidos solubles son el conjunto de determinados azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa), ácidos orgánicos (ácido málico, ácido cítrico y ácido succínico), compuestos fenólicos, antocianos, etc., cuyas proporciones dependen de la variedad estudiada. Las fresas, tras su recolección, como continúan con sus reacciones metabólicas básicas, entre ellas la respiración, utilizan como sustrato los azúcares resultantes de la hidrólisis de la sacarosa, disminuyendo con ello los sólidos solubles del fruto, proceso que resulta activo durante todo el periodo de postrecolección (Pelayo *et al.*, 2003).

La disminución en el tiempo de este parámetro depende de los distintos factores relacionados con su conservación, siendo la temperatura y las características del material de envasado los principales. La aceleración de la respiración, es decir, la disminución de los sólidos solubles, se produce en presencia de atmósferas ricas en oxígeno (Wszelaki y Mitcham, 2000), resultados contradictorios a los hallados por Pelayo *et al.* (2003) y Holcroft y Kader (1999), en los que la exposición de fresas a diferentes atmósferas no afecta a la cantidad de sólidos solubles del fruto.

6.7.8 Acidez titulable. La acidez titulable no es una medida de acidez total definida como suma de ácidos presentes libres y combinados con cationes, sino una medida de cambios de concentración de ácidos orgánicos del fruto (Ulrich, 1970). El ácido cítrico es el más abundante de la fresa, seguido de málico, succínico y ascórbico, razón por la que los resultados de acidez titulable se expresan en cantidad de ácido cítrico. (José M. Olías 1998)

En la fresa, según sea el tejido analizado externo o interno, la cantidad inicial de ácido cítrico es distinta y evoluciona de manera independiente. Así, altas cantidades de dióxido de carbono solo producen aumentos de ácido cítrico. (José M. Olías 1998)

6.7.9 Aroma. El aroma junto con azúcares, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y metabolitos fermentativos conforman el “flavor” o percepción sensorial de las fresas (Pelayo *et al.*, 2003), siendo su balance el responsable del atributo “frescor” que caracteriza a estos frutos. El aroma depende de muchos factores y presenta grandes cambios tras la recolección del fruto, siendo uno de los parámetros clave en la aceptación o rechazo de las fresas por parte del consumidor (Forney *et al.*, 2000). La pérdida de este deseado aroma o el desarrollo de no deseables compuestos fermentativos reduce su calidad y aceptabilidad (Forney *et al.*, 2000). Los compuestos volátiles que forman el aroma de la fresa solo suponen entre 0,001% y 0,01% del peso en fresco del propio fruto, por tanto, estos compuestos tienen un mayor efecto cualitativo que cuantitativo (Buttery, 1981).

6.8 Problemas postcosecha de la fresa

Las pérdidas que pueden producirse en la fresa una vez recolectada pueden depender de varios factores. (José M. Olías 1998)

En la recolección de las frutas y posterior manipulación, pueden producirse lesiones físicas o mecánicas, debido a golpes, rozaduras, aplastamiento, que pueden provocar defectos y favorecer la invasión de microorganismos patógenos como el hongo *Botrytis*, el más importante de la fresa. Al ser el fruto de piel fina y de pulpa blanda, es más susceptible que otros frutos para que se produzcan magulladuras o lesiones blandas, que junto a la inclusión de la suciedad del campo agravan este problema. (José M. Olías, 1998)

Otro factor importante sobre el deterioro del producto, puede ser la falta de una adecuada preselección. Además durante el almacenamiento temporal en el campo, el producto puede sobrecalentarse y deteriorarse rápidamente. (José M. Olías 1998)

Manipulaciones poco cuidadosas y transporte terrestre por carreteras de forma irregular provocan lesiones mecánicas. Además el transporte sin condiciones

adecuadas de temperatura provoca un sobrecalentamiento del producto y pérdida de agua. Un embalaje inadecuado da como resultado daños físicos por abrasión debido al movimiento de la fruta. (José M. Olías 1998)

Es importante considerar que la fresa tiene una de las más altas tasas respiratoria de todos los frutos frescos, y debido a su piel fina, es un fruto con una transpiración muy elevada, razón por la cual es importante el medio de almacenamiento. (José M. Olías 1998)

6.9 Tratamientos postcosecha

6.9.1 Ozono. El alto poder oxidante del ozono (O_3) se conoce desde hace más de 100 años, pero hasta el comienzo del siglo pasado sólo se había empleado para la conservación de ingredientes y productos alimentarios entre otros la leche y los productos cárnicos. La mayoría de las aplicaciones han estado relacionadas con el tratamiento de aguas de bebida, aguas de piscinas y aguas de deshecho municipal e industrial, tanto en Europa como en América. Sin, embargo, el descubrimiento de los derivados clorados desplazó su uso y desarrollo porque estos últimos resultaban mucho más económicos. No fue hasta 1997, cuando al ozono se le denominó como GRAS (Generally Recognized as Safe; Sustancia reconocida de forma general como segura). (Kim y col., 1999)

La denominación de GRAS coincidió con la inquietud generalizada de mejorar la seguridad alimentaria y también con la creciente preocupación por la toxicidad de los productos de reacción de los derivados clorados. Debido a que el Departamento de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) no presentó objeciones a esta denominación, el ozono puede ahora emplearse como un higienizante en el procesado de alimentos. Estos avances en la regulación del ozono dirigieron el interés de muchos investigadores y productores de alimentos hacia las posibles aplicaciones del ozono en la industria agroalimentaria (Kim y col., 1999)

6.9.1.1 Características. El ozono es un gas azulado con un olor acre característico. Se forma de manera natural en la estratosfera en pequeñas cantidades como resultado de la acción de los rayos solares ultravioleta sobre el oxígeno así como también después de las tormentas. También se forma en la troposfera por las reacciones fotoquímicas que tienen lugar entre el oxígeno y nitrógeno con los hidrocarburos que desprenden entre otras fuentes, los coches y las industrias. Sin embargo, el ozono que se produce es muy inestable y se descompone rápidamente en el aire. (Kim y col., 1999)

El ozono tiene un potencial de oxidación alto comparado con los derivados del cloro como el hipoclorito, el ácido hipocloroso o el cloro. Una de sus ventajas es que no presenta algunos de los problemas asociados con el hipoclorito como son el olor y el sabor residual. Además, puede auto-descomponerse y no genera residuos en el agua, por lo que ésta se puede reciclar sin problemas de residuos químicos y medioambientales (Benitez y col., 1999) o de seguridad, a diferencia de los compuestos clorados.

Su solubilidad en agua está influenciada por la temperatura, de forma que dicha solubilidad aumenta conforme disminuye la temperatura del agua. Sin embargo, las bajas temperaturas del agua conllevan a la reducción en la velocidad de reacción. Luego para conseguir la máxima efectividad se debe hallar el equilibrio entre menor temperatura con mayor solubilidad y máxima velocidad de reacción. El aumentar la solubilidad del ozono en agua fría tiene también la desventaja de que puede ser difícil mantener una dosis constante ya que evoluciona a oxígeno de forma muy rápida. (Kim y col., 1999)

El pH ejerce una influencia moderada en las reacciones en las que participa el ozono, de forma que es más estable a valores de pH bajos que altos. Sin embargo, el ozono se descompone a valores de pH altos y los radicales resultantes contribuyen a su eficacia como desinfectante. El ozono presenta la ventaja de poder generarse en sistemas cerrados, y en el lugar y en el momento de su utilización, por lo que no necesita almacenamiento. (Kim y col., 1999)

Por el contrario, los higienizantes que se han estado utilizando hasta ahora, como son los compuestos clorados, tienen que transportarse y almacenarse en las empresas, lo que conlleva un riesgo para los manipuladores, además del gasto y el peligro de tener que deshacerse de las aguas residuales con productos de reacción peligrosos para la salud o para el medio ambiente. (Kim y col., 1999)

Una de las limitaciones de uso del ozono es que a ciertas concentraciones resulta tóxico. La agencia americana que regula la seguridad y la salud en el trabajo (OSHA) ha fijado que la exposición de los trabajadores no debe exceder de 0.1 ppm durante la jornada laboral completa y la exposición límite es de 0.3 ppm durante 15 minutos. Para evitar la exposición al ozono se debe trabajar con sensores en el ambiente que puedan detectar cualquier fuga o una concentración ambiental superior a la aconsejada. Por ello, si se cumplen las normas de seguridad y se

optimizan los procesos, la toxicidad del ozono no debe ser un problema. (Kim y col., 1999)

6.9.1.2 Modo de acción El ozono se descompone en solución produciendo los radicales hidroperoxil, hidroxil y superóxido. La alta reactividad del ozono se atribuye al gran poder oxidante de estos tres radicales libres. La molécula de ozono se descompone espontáneamente en oxígeno y, por ello, el empleo de ozono minimiza la acumulación de desechos inorgánicos en el ambiente. La descomposición del ozono es tan rápida en la fase acuosa (líquida) de los alimentos que su acción antimicrobiana puede tener lugar principalmente en la superficie de estos. Es estable durante unos 10-20 min por lo que el riesgo de ingestión de ozono por el consumidor no existe. (Kim y col., 1999)

El ozono es muy reactivo con la mayoría de los constituyentes que se encuentran en las paredes celulares y membranas que sirven de barreras protectoras a las bacterias, originando la oxidación de la pared celular bacteriana que conlleva la ruptura celular. Sin embargo, algunas bacterias pueden formar esporas en condiciones adversas, siendo estas 10-15 veces más resistentes al ozono, pero se pueden destruir si se exponen al ozono durante el tiempo necesario. (Kim y col., 1999)

La envoltura proteica de los virus es también sensible a la oxidación por ozono, por lo que puede ser efectivo contra los virus que se pueden transmitir a través de la cadena alimentaria como la hepatitis. En el caso de tratamientos con ozono gaseoso, Rice y col. (1997) recopilaron una amplia revisión de sus efectos en distintos productos. Entre estos estudios se incluyen el uso del ozono gaseoso retardando la maduración de plátanos. A partir de los años 80 se realizaron diversos estudios sobre el efecto del ozono en la conservación de frutas como la manzana, uva y moras, observándose en todos los casos que mejoraba la calidad final de los frutos tratados respecto de los controles (Kim y col., 1999a). Lo mismo sucedió con las hortalizas y tubérculos como la cebolla, patata, caña de azúcar, remolacha azucarera, zanahoria y lechuga. (Kim y col., 1999)

Pérez y col. (1999) estudiaron el efecto del ozono gaseoso en fresas observando un contenido tres veces superior en vitamina C que las muestras control y que no tenía efectos indeseables sobre la coloración rojiza modificando el contenido en pigmentos antocianicos.

Trabajos similares se llevaron a cabo sobre el empleo del ozono gaseoso en el control del desarrollo fúngico durante la conservación de grosellas negras (Barth y col., 1995). En este caso, los frutos tratados con una dosis de 0.3 ppm tenían un contenido en antocianinas similar al del control y mostraron mejor calidad y menor actividad peroxidasa (enzima relacionada con la aparición de procesos de pardeamiento y pérdida de calidad de los frutos). Tampoco se observaron efectos negativos de los tratamientos con ozono en la pigmentación de uvas (Varig y col., 1996). En un estudio clásico, Phippen y col. (1975) evaluaron el efecto de los tratamientos con ozono sobre el contenido en vitaminas, sales minerales y fibra de un buen número de hortalizas y frutas, siendo el resultado más notable, el aumento observado en el contenido en vitamina C. (Kim y col., 1999)

6.9.1.3 Aplicaciones. El ozono ha sido descrito como una alternativa para la higienización de frutas y hortalizas, además de poder degradar los plaguicidas que pudieran estar presentes en la superficie de los frutos (Ong y col., 1996) y para el tratamiento de aguas residuales (Benítez y col., 1999). Por ello, el empleo del ozono en la industria de alimentos podría aconsejarse por presentar las siguientes ventajas: (Kim y col., 1999)

- Capacidad de reducción de la carga microbiana.
- Disminución del nivel de compuestos orgánicos tóxicos.
- Reducción de la demanda química de oxígeno y de la demanda biológica de oxígeno en el ambiente.

El ozono es un potente agente antimicrobiano de amplio espectro, activo frente a bacterias, virus, hongos filamentosos, protozoos y esporas bacterianas y fúngicas. Es generalmente más efectivo contra células vegetativas bacterianas que frente a esporas bacterianas y fúngicas. Se ha demostrado que el ozono disuelto en agua es efectivo en el control de bacterias como *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Pseudomonas putrefaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, *Leuconostoc mesenteroides* y *Cryptosporidium parvum*. Cuando existe una elevada concentración de sólidos en el agua reciclada, algunos microorganismos pueden cubrirse ellos mismos y resultar aislados de la acción del ozono. (Kim y col., 1999)

La aplicación de un sistema eficaz de higienización durante el lavado es una necesidad en la industria hortofrutícola debido a la mayor preocupación por la seguridad microbiológica del producto y del agua de lavado. La garantía de limpieza del agua es un elemento esencial en el programa de seguridad alimentaria. (Kim y col., 1999)

El mecanismo de acción de medida y monitorización es muy importante en el funcionamiento de los sistemas de higienización y además, es fundamental para que el programa sea eficaz y económicamente rentable. En este sentido el ozono podría ser considerado como una alternativa segura para la higienización de frutas y hortalizas. (Kim y col., 1999)

6.10 Luz ultravioleta

El término ultravioleta o luz ultravioleta, como se usa comúnmente es un método probado para tratar agua microbiológicamente contaminada. Esta tecnología simple y segura es recomendable para flujos bajos de sistemas residenciales como para flujos comerciales de proyectos industriales. (M. Lozano, J. Cid 2008)

La producción de radiación ultravioleta debe lograrse a través de la conversión de energía eléctrica. Esta conversión se logra con una lámpara de vapor de mercurio de baja presión, la luz ultravioleta se produce como resultado del flujo de electrones a través del vapor de mercurio ionizado entre los electrodos de la lámpara. Estas lámparas son similares en diseño a las lámparas fluorescentes con excepciones básicas. (M. Lozano, J. Cid 2008)

Los microorganismos pueden agruparse en cinco grupos básicos: bacterias, virus, hongos, protozoarios y algas. En términos sencillos los microorganismos están formados por una pared celular, una membrana llamada citoplasma y el material genético de la célula así como el ácido nucleico. El material genético del microorganismo es el que ataca la luz ultravioleta. Al penetrar la luz ultravioleta a través de la pared celular y el citoplasma causa un reordenamiento molecular del ADN del microorganismo que hace imposible que se reproduzca, y si una célula no se reproduce se considera muerta. (M. Lozano, J. Cid 2008)

Debido a que cada célula utiliza diferentes mecanismos de defensa para protegerse, también se usan diferentes niveles de energía ultravioleta para su destrucción. Las lámparas ultra violeta emiten aproximadamente un 90% de energía irradiada a 253.7 nm, que por coincidencia esta muy cerca del pico germicida efectivo de 265nm. (M. Lozano, J. Cid 2008)

El grado de destrucción microbiana es producto del tiempo, que es la residencia actual, o tiempo de contacto del agua o alimento en la cámara ultravioleta, y de la intensidad que es la cantidad de energía por unidad de área (calculada por una división de la salida en watts entre el área superficial de la

lámpara). Este producto de intensidad y tiempo es conocido como dosis y se expresa en microwatt por segundo por centímetro cuadrado. (M. Lozano, J. Cid 2008)

$$DOSE = \frac{Salida(watts)}{Área(cm^2)} \times tiempo(seg) = \frac{\mu W \text{ sec}}{cm^2}$$

La tecnología es actualmente utilizada en una amplia gama de aplicaciones desde agua para beber en casa, hasta ser usada para tener agua libre de gérmenes para enjuagues de partes electrónicas. (M. Lozano, J. Cid 2008)

Algunas de las áreas en donde se utiliza actualmente es(M. Lozano, J. Cid 2008):

- Aguas superficiales.
- Embotelladoras.
- Pozos.
- Cisternas.
- Hidroponía.
- Hospitales.
- Petroquímicas.
- Destilerías.
- Farmacéutica.
- Restaurantes.
- Alimentos.
- Panadería.

6.11 Extracto de semilla de toronja/ pomelo (Deocil-Cat)

El extracto de semilla de toronja (EST/ESP) es un compuesto antimicrobiano de amplio espectro no tóxico sintetizado a base de las semillas, pulpa y membranas blancas del pomelo.(China Agricultural University, 2006)

Se ha demostrado su capacidad in vitro para matar o inhibir el crecimiento de una gran cantidad de bacterias gram negativas y gram positivas potencialmente perjudiciales, hongos, virus y parásitos protozoarios. Los estudios *in vivo*, más costosos, se han limitado a estudios puntuales de toxicidad, pero su utilización, cada

vez más importante, ha determinado que el extracto de semilla de toronja presente una gran cantidad de aplicaciones clínicas, y lo que es más importante, sea efectivo a muy bajos niveles de concentración. (China Agricultural University, 2006)

El líquido resultante es muy ácido y amargo, de ahí que se incorpore al preparado glicerina vegetal pura que disminuye la acidez y el sabor amargo. La relación extracto de semilla de pomelo y glicerina suele oscilar en función del proveedor del producto. (China Agricultural University, 2006)

El producto final es una combinación de elementos naturales que incluyen bioflavonoides, aminoácidos, ácidos grasos, oligosacáridos, compuestos polifenólicos (quercitina, hesperidina, neohesperidina, glicósido de camperol, naringina, apigenina, rutinosidos, poncirina, etc.), tocoferoles, ácido ascórbico y ácido dihidroascórbico. (China Agricultural University, 2006)

6.11.1 Criterios para su aplicación anti-microbiana:

- Amplio espectro antimicrobiano frente a bacterias gram positivas y negativas, hongos, virus y protozoos. (China Agricultural University, 2006)
- Poder y efectividad: El EST es efectivo frente a todos los microorganismos anteriormente mencionados incluso cuando está muy diluido. En general, se requieren de 200 a 2000 partes por millón (ppm). (China Agricultural University, 2006)
- No es tóxico : El EST es seguro y no tóxico incluso a dosis mucho más altas de las recomendadas. (China Agricultural University, 2006)
- Mínimo impacto negativo en las bacterias beneficiosas para el organismo El EST a las dosis recomendadas no compromete la flora intestinal habitual como los lactobacillus y el bifidobacterium, verificándose el crecimiento de la flora intestinal habitual a la par que se inhibe el crecimiento de la flora patógena. A dosis masivas si se ha observado un efecto inhibitor en la flora intestinal habitual. (China Agricultural University, 2006)
- Bien investigado: Es un producto que ha sido investigado por más de 80 laboratorios constatándose sus efectos antimicrobianos. No obstante, los estudios clínicos deben continuar ya que cada día se constatan más efectos

beneficiosos. (China Agricultural University, 2006)

- **Producto natural:** El EST es un producto natural derivado de las semillas, pulpa y membranas blancas de la toronja. (China Agricultural University, 2006)
- **Hipoalergénico:** Es un producto que muy rara vez da lugar a reacciones alérgicas. El ESP siempre debe ser tomado diluido por su potencial acidez. (China Agricultural University, 2006)
- **Biodegradable:** Garantiza un adecuado balance interno y externo con la naturaleza. (China Agricultural University, 2006)
- **Compatible:** con otros remedios naturales . El ESP puede ser combinado con una gran cantidad de plantas medicinales con efectos sinérgicos a ellas. A su vez, el poder antimicrobiano del ESP lo posibilita como un gran conservante de la potencia y eficacia de las plantas con las que se asocia. (China Agricultural University, 2006)

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL

7.1 Materiales

- Fresas cosechadas como máximo con tres días de anterioridad.

7.2 Envases

- Bandeja, Clamshells o bandeja termoformada de polietileno de alta densidad, empleadas para productos alimenticios, con tapa y base tipo lámina, con cierre mecánico, que proporciona gran claridad y transparencia, para el control del producto almacenado.

7.3 Reactivos

- NaOH 0.1 N
- Chemprocide (Solución de amonio cuaternario): Empleado como tratamiento postcosecha. Proveniente de casa matriz PACE.
- Deocil Cat (Solución de Extracto de semilla de toronja): Empleado como tratamiento postcosecha. Proveniente de casa matriz VIJUSA
- Biocide: Empleado para la desinfección de fresas y moras sometidas a análisis sensorial. Es completamente de uso comercial y doméstico.

7.4 Utensilios y cristalería

- Bandeja para escurrimiento.
- Bowls para inmersiones
- Cuchillos
- Probeta 50mL
- Bureta
- Beakers de 1000 mL
- Varilla agitadora
- Mortero y pistilo

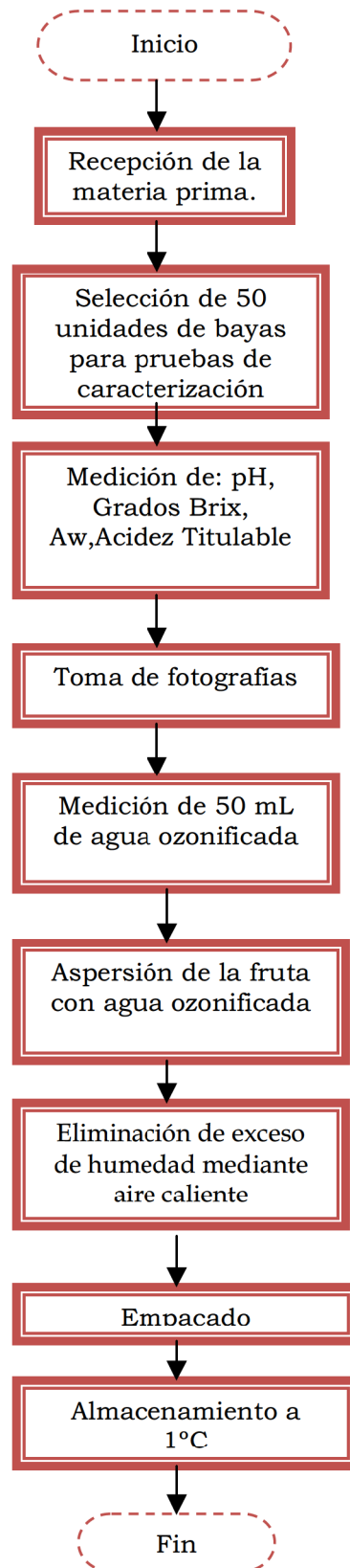
7.5 Equipo

- Ozonificado de acero inoxidable. (Utilizado al nivel máximo de concentración) con las siguientes características:
 - Capacidad: 230 L/h
 - Producción de Ozono: 45 mg/h
 - Concentración: 60-80 mg/h
 - Amperaje: 1 Amperio
 - Consumo: 25 Watts

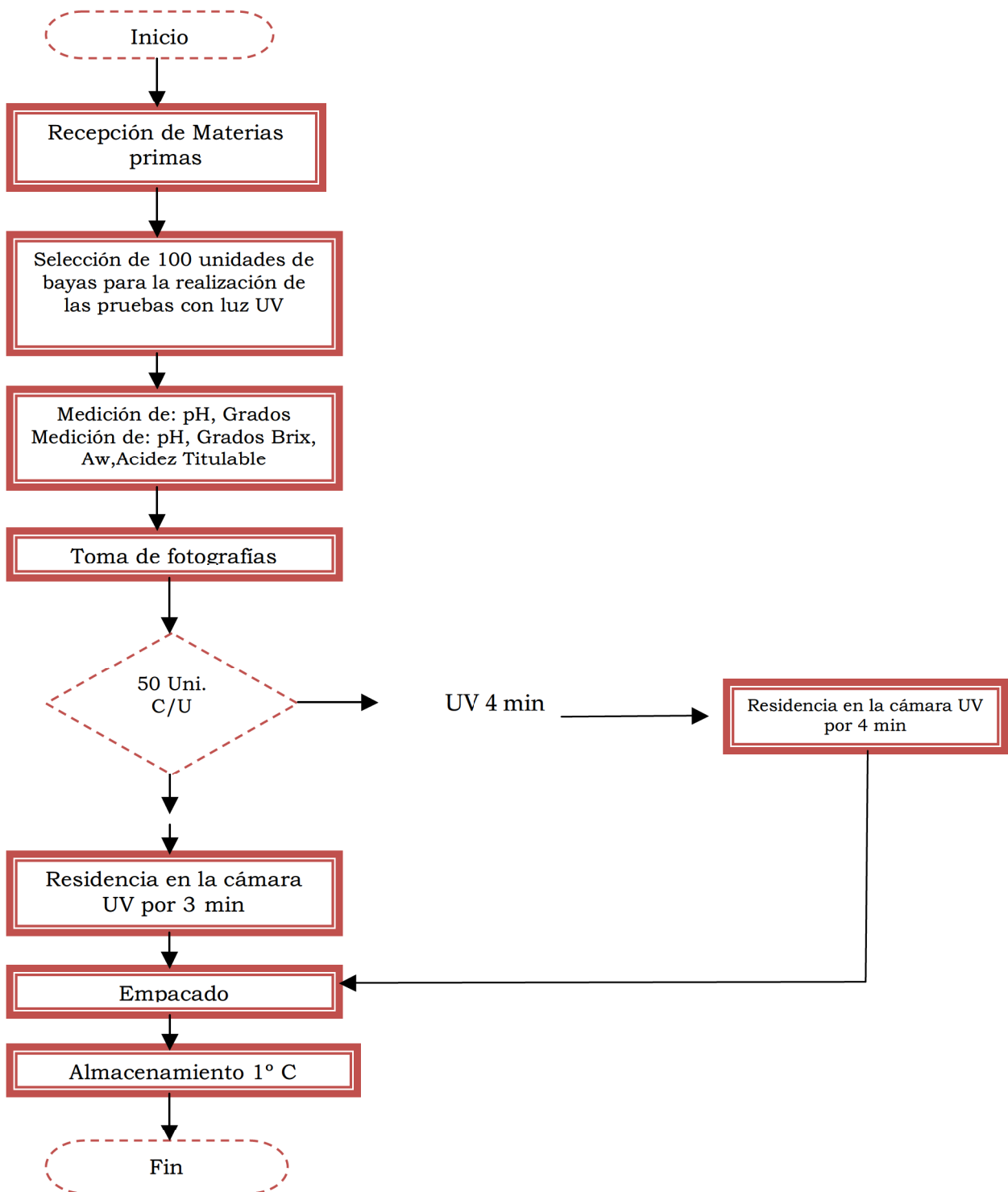
- Secador que provea de aire caliente para remoción del exceso de humedad.
- Refractómetro (De 0-32)
- Potenciómetro
- Termómetro
- Equipo medidor de actividad de agua, Aqua Lab.
- Refrigerador (Con temperatura de 0 °C)
- Cámara fotográfica para documentación del proceso

7.6 Preparación de muestras y proceso de tratamiento

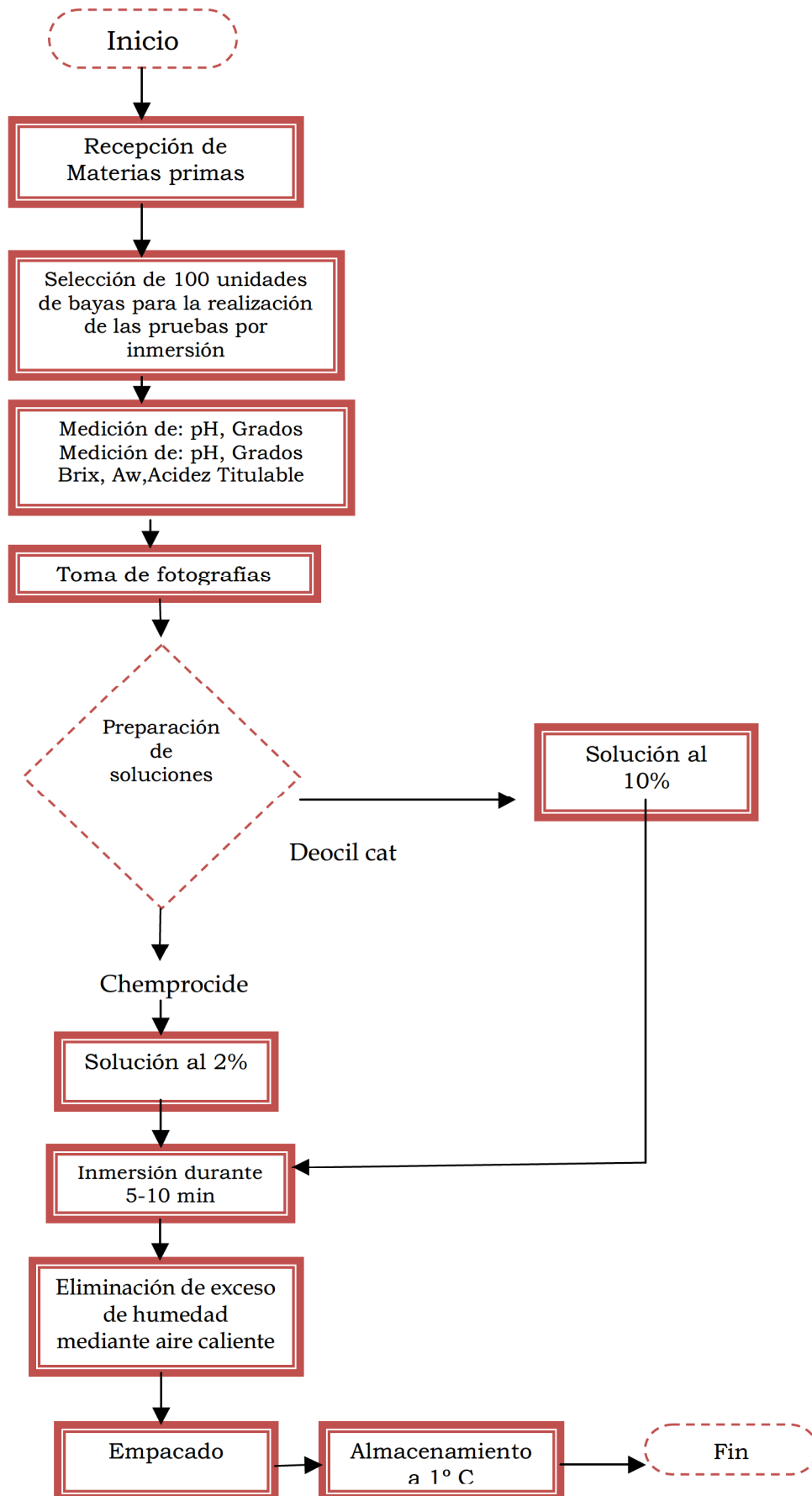
7.6.1 Ozono



7.6.2 luz ultravioleta



7.6.3 tratamientos por medio de inmersión



7.7 Método de análisis

7.7.1 Determinación de sólidos solubles. Se determinó utilizando un refractómetro realizando la medición a 20° C.

7.7.2 Determinación de pH. Se determinó con un pH-metro calibrado con dos soluciones tampón de valores de pH 7.0 y 4.0.

7.7.3 Determinación de acidez. Se determinó por medio de una valoración volumétrica mediante una titulación con NaOH 0.1N, hasta llegar a un pH de 8.1 medido a través de un potenciómetro, ya que debido a la coloración del jugo de las bayas es imposible la observación del punto de viraje. Para apartir de dicha medición determinar el contenido de ácido cítrico. Para ello se utilizan 5 mL del jugo de la fruta y se añaden 50 mL de agua destilada para luego titular de la manera descrita anteriormente, hasta alcanzar el pH de 8.1

$$\%Ac - Citrico = \frac{[(VNaoH \cdot NNaOH \cdot 0.064)]}{gmuestra} \cdot 100$$

7.7.4 Determinación de actividad de agua (Aw). Se realizó mediante la utilización del equipo denominado Aqua Lab utilizando para su calibración una de ampolleta de ± 0.250 Aw

7.7.5 Determinación de Vida de Anaquel. Para la determinación de vida de anaquel se emplearon las pruebas de análisis sensorial, así como la medida del aparecimiento de especies fúngicas por unidad de área en la superficie del fruto.

7.8 Análisis sensorial

Las pruebas se realizarán por cinco panelistas entrenados.

7.8.1 Materiales

- Platos desechables
- Vasos desechables
- Cubiertos desechables
- Servilletas
- Papel aluminio

- Biocide
- Lápices para panelistas

7.8.2 Equipo

- Cabinas divisorias
- Bandejas para muestras

7.8.3 Sensoriales

- Prueba de evaluación de atributos: Utilizando una escala de 1-5 (1)
- Prueba de aceptabilidad: Utilizando una escala de 1-7 (1)
- Prueba para evaluación de frescura. Utilizando una escala de 1-10. Diseño según A. Kader. (1)

7.9 Análisis estadístico de resultados

El análisis estadístico de los datos se realizará por medio de la utilización del programa Excel, utilizando una prueba de Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo, brindado el mismo una interpretación de resultados e indicando la relación entre cada uno de los resultados.

VIII DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este trabajo tuvo como objetivo principal desarrollar un tratamiento postcosecha adecuado, mediante la utilización de ozono, luz ultravioleta soluciones químicas (Chemprocide y Deocil-Cat) que permita la extensión de vida de anaquel de fresas variedad Tioga, mediante una disminución de la incidencia de hongos durante el almacenamiento y distribución comercial.

Los parámetros que se utilizaron como indicadores de la respuesta del fruto frente a los tratamientos realizados son: Determinación de sólidos solubles (Grados Brix), determinación de pH, determinación de acidez (expresado como porcentaje de ácido cítrico), determinación de actividad de agua, evaluación sensorial. A excepción del análisis sensorial todos los indicadores mencionados anteriormente constituyen importantes parámetros de calidad para la evaluación de fresas. Por estar estrechamente relacionados con la maduración de los frutos los sólidos solubles y la acidez titulable; son los parámetros a los que se les brindó particular atención y por eso se profundizó más en su análisis.

Con el fin de proporcionar la discusión de resultados de manera estructurada; permitiendo una correcta comprensión de los mismos, se discute cada uno de los tratamientos postcosecha utilizados de manera individual; para posteriormente discutirlos globalmente mediante un análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo; además de proporcionar la información obtenida en el análisis sensorial.

8.1 Muestra control.

La muestra utilizada como control no fue sometida a ningún tratamiento postcosecha, solamente se empacó en clamshells o bandeja termoformada de polietileno de alta densidad, empleadas para productos alimenticios, con tapa y base tipo lámina, con cierre mecánico, que proporciona gran claridad y transparencia, para el control del producto almacenado. El producto fue almacenado a una temperatura de 1° C.

Como es sabido la actividad de agua indica la fracción del contenido de agua total de un producto que está libre, y en consecuencia, disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diversas

afectan a su estabilidad. La a_w más baja para el crecimiento de la mayoría de las bacterias que producen deterioro en alimentos está alrededor de 0,90. La a_w para el crecimiento de hongos y levaduras está próxima a 0,61.

Como en el caso de cualquier fruta, la actividad de agua de la fresa es elevada, aproximadamente 0.97 (según mediciones realizadas para dicho estudio). En la muestra control utilizada para la realización de éste estudio se determinó un valor promedio de actividad de agua de 0.92; lo cual indica que a lo largo de las seis semanas de mediciones la actividad de agua siempre fue lo suficientemente elevada como para permitir el crecimiento de hongos, particularmente el de *Botrytis cinerea*. La desviación estándar determinada, es decir, la medida de la dispersión de un conjunto de puntajes alrededor de la media, fue de 0.03, medición que indica que los datos se encontraban bastante cercanos al valor de la media encontrado; por lo que la actividad de agua para la mayoría de las fresas utilizadas como muestra control fue elevada. No resulta nada extraño dicho resultado, ya que las muestras utilizadas como control, no fueron tratadas de ninguna manera; por lo que al no estar expuestas a ningún tipo de tratamiento que modificase sus propiedades, en este caso en particular su actividad de agua, dichos valores permanecieron bastante parecidos entre sí. Un hecho que sí resulta importante destacar es que a partir de las mediciones de actividad de agua realizadas a la muestra control; se puede decir que a través del tiempo la actividad de agua no disminuyó de manera drástica; por el contrario los valores altos prevalecen; hecho que provoca que la fresa sea un producto altamente perecedero a través de todo el período de postcosecha y comercialización.

En lo que se refiere a los grados Brix, como es sabido éstos, sólidos solubles, son el conjunto de determinados azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa), ácidos orgánicos (ácido málico, ácido cítrico y ácido succínico), compuestos fenólicos, antocianos, etc. cuyas proporciones dependen de la variedad estudiada. Las fresas, tras su recolección, como continúan con sus reacciones metabólicas básicas, entre ellas la respiración, utilizando como sustrato los azúcares resultantes de la hidrólisis de la sacarosa, disminuyendo con ello los sólidos solubles del fruto, proceso que resulta activo durante todo el periodo de postcosecha (Pelayo *et al.*, 2003).

Se ha comprobado que la disminución en el tiempo de este parámetro depende de los distintos factores relacionados con su conservación, siendo la temperatura y las características del material de envasado los principales. La aceleración de la respiración, es decir, la disminución de los sólidos solubles, se produce en presencia de atmósferas ricas en oxígeno (Wszelaki y Mitcham, 2000), resultados contradictorios a los hallados por Pelayo et al. (2003) y Holcroft y Kader (1999), en los que la exposición de fresas a diferentes atmósferas no afecta a la cantidad de sólidos solubles del fruto. Para el caso en particular de las muestras utilizadas en éste estudio, la atmósfera utilizada, no fue una atmósfera rica en oxígeno, así pues las muestras no fueron almacenadas en ninguna especie de atmósfera controlada o modificada.

En el caso de la muestra control utilizada para éste estudio; los grados Brix aumentaron en un grado, de la primera a la segunda semana, sin embargo de la segunda a la sexta semana exhibieron un comportamiento constante; por lo que durante las cinco semanas restantes de medición tuvieron un valor de grados Brix de diez de manera invariante. Los resultados obtenidos en este caso parecen tener mayor relación con los encontrados por Pelayo (2003) Holcroft y Kader (1999) en los que aparentemente la atmósfera no modifica los grados Brix del fruto. Para la muestra control se enfoca al factor atmosférico como potencial agente modificador de los grados Brix del fruto, ya que dichas muestras no fueron expuestas a ningún tipo de tratamiento adicional.

El comportamiento de la variación de grados Brix en la muestra control se exhibe de mejor manera en el Gráfico No 1.

Gráfico No 1 Variación de Grados Brix en muestra control



El valor medio de grados Brix obtenido fue de 9.8, con una desviación estándar de 0.44, medida que al igual que en la actividad de agua, muestra que los datos no se encontraban muy dispersos o alejados del valor promedio encontrado; una manifestación más de la tendencia a permanecer constantes los valores de grados Brix en la muestra control.

La acidez titulable no es una medida de acidez total definida como suma de ácidos presentes libres y combinados con cationes, sino una medida de cambios de concentración de ácidos orgánicos del fruto (Ulrich, 1970). El ácido cítrico es el más abundante de la fresa, seguido de málico, succínico y ascórbico, razón por la que los resultados de acidez titulable se expresan en cantidad de ácido cítrico. (José M. Olías 1998).

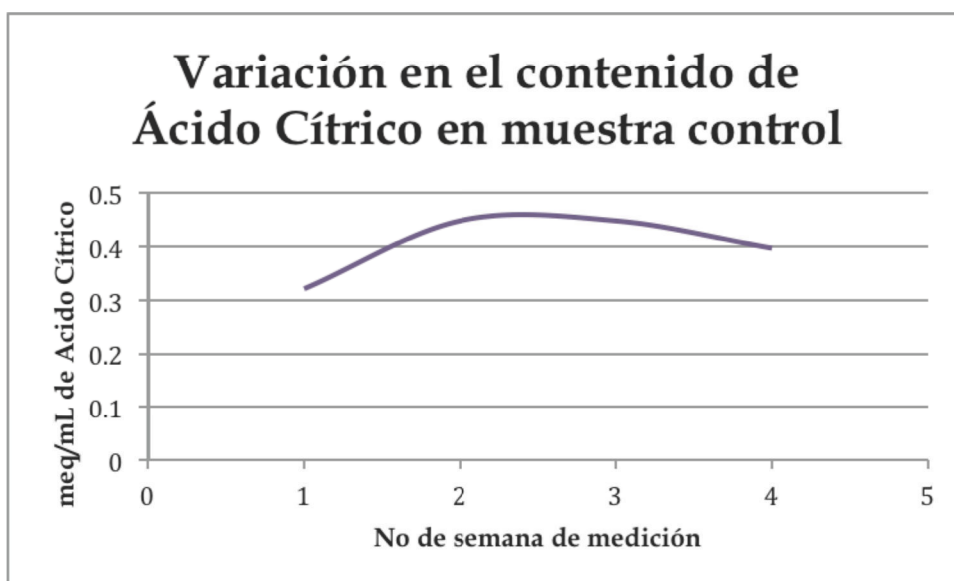
En la fresa, según sea el tejido analizado externo o interno, la cantidad inicial de ácido cítrico es distinta y evoluciona de manera independiente. Así, altas cantidades de dióxido de carbono solo producen aumentos de ácido cítrico. (José M. Olías 1998). Para éste estudio se utilizó tanto tejido interno como externo para la medición de la acidez titulable, ya que la muestra fue triturada en su totalidad para la obtención del jugo (para profundizar en la forma de preparación de la muestra consultar el capítulo de metodología).

En cuanto a los valores de acidez titulable (para el caso en especial expresada en contenido de ácido cítrico) exhibidos durante la realización del estudio de la primera a la tercera semana se efectuó un incremento en la cantidad de ácido cítrico, a partir de la medición de la acidez titulable; según estudios de José M. Olías (1998) altas cantidades de dióxido de carbono presentes en el ambiente en donde se almacena el producto pueden producir un aumento en la cantidad de ácido cítrico; sin embargo de la tercera semana en adelante el valor de ácido cítrico disminuyó; debido a que la muestra control no fue sometida a ningún tratamiento adicional, y solamente fue almacenada en condiciones óptimas de refrigeración; la disminución en el ácido cítrico se debió producir a causa de actividades de índole metabólica; en las cuales los frutos consumen sus ácidos orgánicos, transformándolos en azúcares. Los cual se encuentra íntimamente relacionado con el aumentos de grados Brix observado a partir de la segunda semana, una vez consumidos la mayor parte de los ácidos orgánicos presentes en el fruto, ya no se produce la conversión a azúcares, por lo que los grados Brix comienzan a tener un valor constante. El valor medio de ácido cítrico obtenido fue de: 0.40 meq/mL de ácido cítrico, con una desviación

estándar de 0.06 lo cual como en los casos anteriores muestra que la mayor parte de los datos se encontraban bastante cercanos al valor de la media obtenida; por lo que la dispersión de los datos bastante baja.

El Gráfico No 2 muestra de mejor manera el comportamiento del contenido de ácido cítrico medido a través del estudio.

Gráfico No 2 Variación en el contenido de ácido cítrico en muestra control



8.2 Tratamiento con luz ultravioleta durante tres y cuatro minutos.

La utilización de luz ultravioleta para la destrucción de una amplia gama de microorganismos cobra cada vez más importancia en la actualidad. Para la realización de este estudio se utilizó una cámara de forma rectangular, la cual en su interior contenía una fuente emisora de luz ultravioleta; las fresas fueron introducidas a la cámara y una porción de ellas fue expuesta a la luz ultravioleta durante tres minutos, y la otra porción fue sometida a un tiempo de residencia de cuatro minutos, con el fin de poder determinar que tiempo de residencia resultaba el más apropiado para correcta extención de la vida de anaquel de las fresas.

Es importante destacar que un tiempo de residencia en la cámara de luz ultravioleta de de cinco minutos fue descartado, debido a que en pruebas previas a éste estudio, las fresas sometidas sufrieron daños tisulares aparentemente por una sobreexposición a la fuente emisora de luz ultravioleta.

Para el tratamiento durante tres minutos se tuvo una DOSE de $9.8(\mu\text{Wseg}/\text{cm}^2)$ y para el tratamiento durante cuatro minutos se tuvo una DOSE de $13.09(\mu\text{Wseg}/\text{cm}^2)$ por lo que resulta claro que durante cuatro minutos se tuvo una mayor intensidad en el tratamiento debido al mayor tiempo de residencia en la cámara.

En cuanto a la actividad de agua los valores obtenidos con un tiempo de exposición de tres minutos; se alcanzó un valor medio de actividad de agua de 0.92 con una desviación estándar de 0.04. Para el tratamiento durante cuatro minutos el valor medio obtenido de actividad de agua fue de 0.93 con una desviación estándar de 0.03264; por lo que después de seis semanas de mediciones para la realización de dicho estudio, es posible decir según valores obtenidos, que dichos valores no se ven modificados de gran manera, por una variación en el tiempo de exposición de fruto, inclusive con dos minutos de tiempo de residencia adicionales; a diferencia de la textura y turgencia del fruto que si se ven afectadas por un incremento en el tiempo de exposición del fruto a la luz ultravioleta.

Es importante destacar que, tanto para el tratamiento durante tres minutos como para el de cuatro minutos la elevada actividad de agua (mayor a 0.61) posibilitaría el crecimiento de hongos en la superficie del fruto; sin embargo sin verse alterada la actividad de agua el tratamiento de luz ultravioleta con su capacidad de eliminar microorganismos a través de la destrucción de su membrana celular logró mantener la vida de anaquel de las fresas por aproximadamente cuatro semanas (dicho punto se discutirá más adelante, en este mismo capítulo).

Un aspecto importante de lograr conservar la actividad de agua elevada, aún después de ser expuestos los frutos a una fuente emisora de luz ultravioleta, es que les permite conservar su jugocidad atributo de alta importancia para el consumidor y que notablemente beneficia la evaluación sensorial del fruto.

En cuanto al contenido de sólidos solubles y su comportamiento dependiendo del tiempo de exposición se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro No 2 Resultados de media y desviación estándar en la medición de Grados Brix para tratamientos con luz ultravioleta durante tres y cuatro minutos

Tratamiento	Media	Desviación Estándar
Uv durante tres minutos	8.74	1.02
Uv durante cuatro minutos	9.02	1.75

Como es posible apreciar para el tratamiento durante cuatro minutos el valor medio de grados Brix alcanzado fue un tanto mayor, que el obtenido por el tratamiento durante tres minutos. El tratamiento durante cuatro minutos supone un mayor estrés al fruto, debido a que tiene una exposición a una fuente luminosa, que genera calor, durante un minuto más; por lo que el fruto como respuesta al estrés acelera sus actividades metabólicas, en este caso la conversión a azúcares, lo que proporcionó que el valor medio de sólidos solubles en el tratamiento durante cuatro minutos fuese mayor. Lo que provocó una tendencia en el tratamiento de cuatro minutos a aumentar el contenido de sólidos solubles en el fruto; caso distinto al observado en el tratamiento durante tres minutos en el que se pudo observar una tendencia a estabilizarse. El comportamiento anteriormente mencionado es mucho más accesible de apreciar en los siguientes gráficos:

Gráfico No 3 Variación de Grados Brix en muestra con tratamiento de luz ultravioleta durante tres minutos

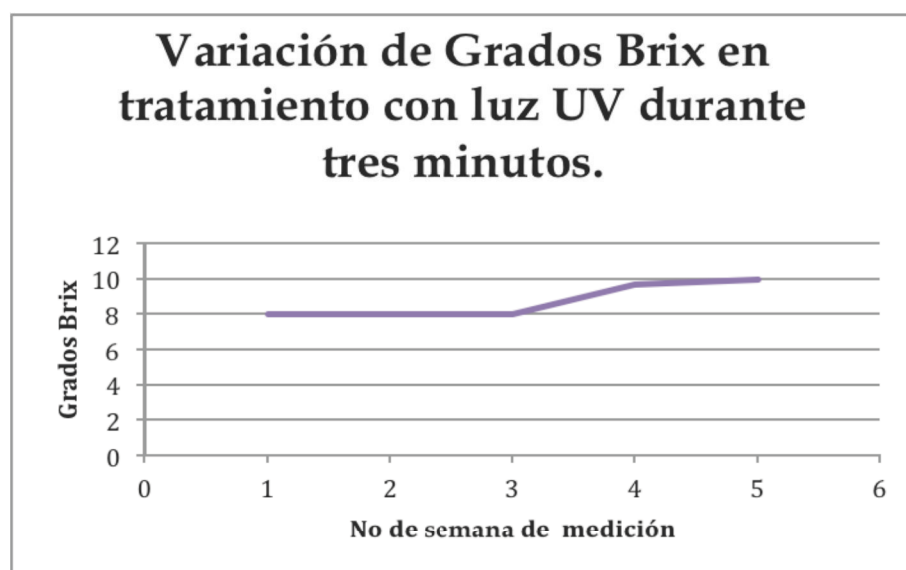
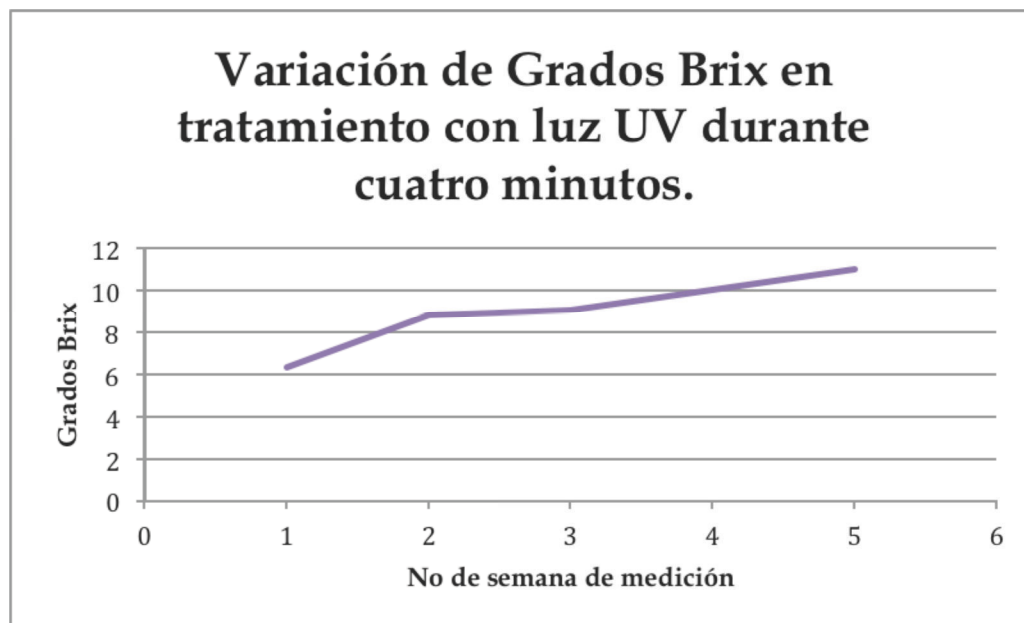


Gráfico No 4 Variación de Grados Brix en muestra con tratamiento de luz Ultravioleta durante cuatro minutos



Según estudios (García *et al.* 1995) el calor induce a un retraso en el decaimiento de los sólidos solubles presentes en el fruto, dicho retraso puede tener su origen en alteraciones en el metabolismo de los monosacáridos y disacáridos. En este caso las muestras sometidas a un tratamiento de luz ultravioleta durante cuatro minutos recibieron una mayor cantidad de calor, debido a que su tiempo de residencia en la cámara de luz ultravioleta fue un tanto más prolongado; seguramente fue este excedente de calor lo que produjo un retraso en el decaimiento de sus grados Brix, y por ello las muestras sometidas a un tratamiento de luz ultravioleta durante cuatro minutos exhibieron un valor medio de grados Brix, más elevado al presentado por las muestras sometidas a un tratamiento durante tres minutos.

Como es sabido la acidez titulable, por tanto el contenido de ácido cítrico, están íntimamente relacionados con el contenido de sólidos solubles presentes en el fruto; para los tratamientos con luz ultravioleta durante tres y cuatro minutos se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro No 3 Resultados de media y desviación estándar en la medición de contenido de ácido cítrico para tratamientos con luz ultravioleta durante tres y cuatro minutos

Tratamiento	Media	Desviación Estándar
Uv durante tres minutos	0.36 meq/mL de Ac. Cítrico	0.08
Uv durante cuatro minutos	0.34 meq/mL de Ac. Cítrico	0.08

A través de los resultados exhibidos en el cuadro No 3 es posible apreciar claramente que la media del tratamiento durante cuatro minutos, que refleja el contenido de ácido cítrico en la muestra, fue menor, que la presentada por el contenido durante tres minutos. Lo que entonces indica que el contenido de ácido cítrico en la muestra sometida a un tratamiento de luz ultravioleta durante tres minutos fue mayor que el de su homólogo de tres minutos.

Según estudios (Vincent *et al* 2002, García 1999) el decaimiento en el contenido de ácidos orgánicos es observado después de la aplicación de calor a las muestras, este resultado concuerda de manera ideal con los obtenido en el presente estudio. La muestra tratada con luz ultravioleta durante cuatro minutos exhibió un menor contenido de ácido cítrico, comparado con el contenido de ácido cítrico de la muestra con un tratamiento durante tres minutos.

Por lo que los resultados obtenido en la muestra expuesta a cuatro minutos de tratamiento en el contenido de grados Brix y contenido de ácido cítrico se pueden deber a que: el calor produce un retraso en el decaimiento de sólidos solubles, al igual que produce una disminución en el contenido de ácidos orgánicos; es por el excedente de calor que dicha muestra tuvo que exhibió el comportamiento descrito por Vincent *et al* 2002, García 1999.

A continuación se presentan los gráficos que exhiben el comportamiento del contenido de ácido cítrico.

Gráfico No 5 Variación en el contenido de Ácido Cítrico en muestra con tratamiento ultravioleta tres minutos

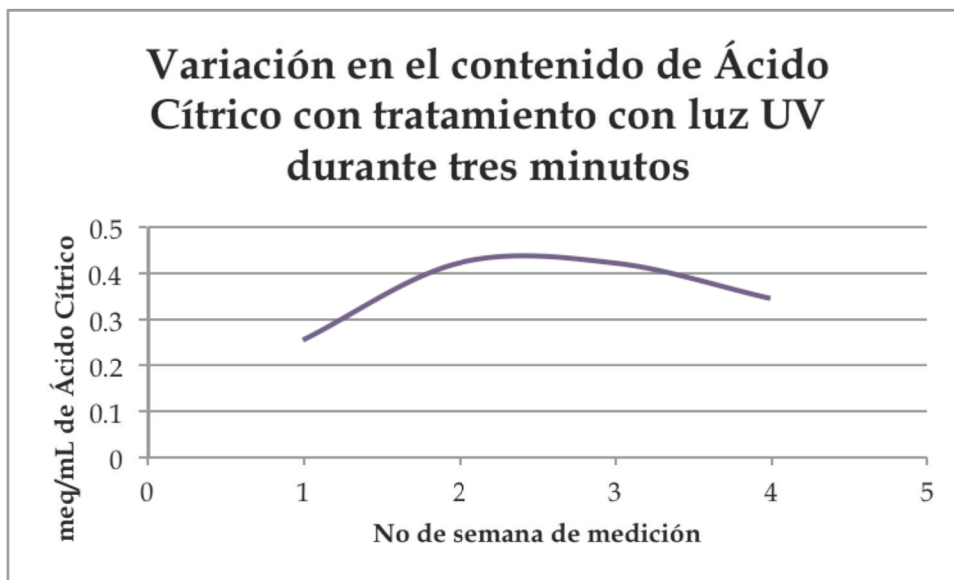
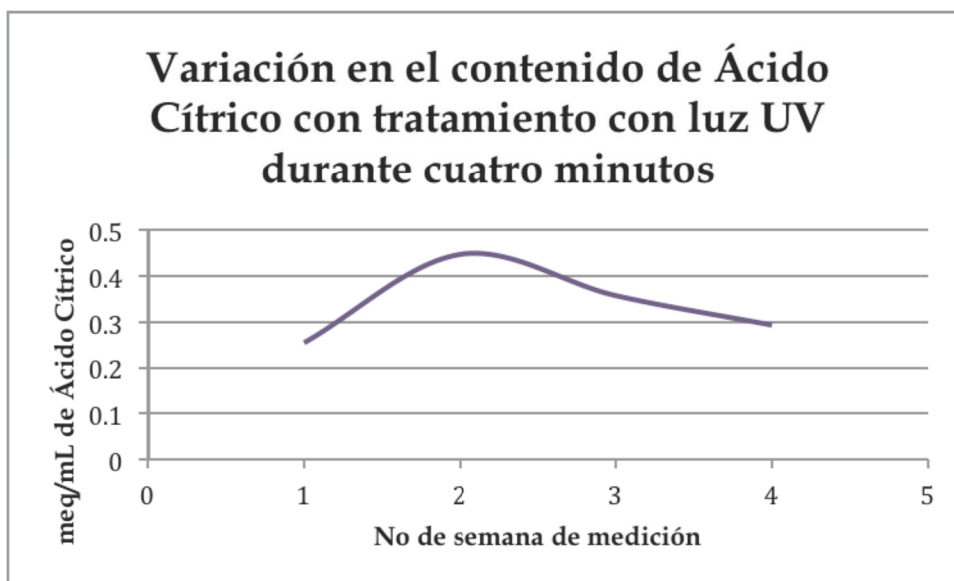


Gráfico No 6 Variación en el contenido de Ácido Cítrico en muestra con tratamiento ultravioleta cuatro minutos



8.3 Tratamiento con Ozono

El ozono ha sido descrito como una alternativa para la higienización de frutas y hortalizas, además de poder degradar los plaguicidas que pudieran estar presentes en la superficie de los frutos (Ong y col., 1996). El ozono es un potente agente antimicrobiano de amplio espectro, activo frente a bacterias, virus, hongos filamentosos, protozoos y esporas bacterianas y fúngicas.

El tratamiento utilizado para la realización del presente estudio, consistió básicamente en la inmersión de fresas en agua ozonificada durante aproximadamente siete minutos; posteriormente se le aplicó ráfagas de aire caliente para remover el exceso de humedad; y así evitar propiciar la formación de especies fúngicas a causa de la excesiva humedad en la superficie. Tiempo de secado utilizado fue de cinco minutos.

Cuadro No 4 Mediciones de temperatura realizadas en el tratamiento con ozono

Temperatura ambiente	22.8° C
Temperatura en el interior de la fresa al aplicarle aire caliente.	27.2° C
Temperatura del aire caliente	62° C

En lo que se refiere a la actividad de agua medida en las muestras para dicho tratamiento se estimó una actividad de agua media de 0.92, con una desviación estándar de 0.03. Al igual que en los tratamientos anteriores la actividad de agua a lo largo de todo el estudio siempre permaneció con un valor elevado. Por lo que los valores inferiores a 0.61 que disminuyen el apareamiento de especies fúngicas nunca fueron alcanzados.

Como ya se ha mencionado anteriormente la actividad de agua se encuentra íntimamente relacionada con la jugosidad del fruto, por lo que a mayor actividad de agua se tiene una mayor jugosidad; sin embargo en este tratamiento se obtuvo un resultado muy interesante, a pesar de tener un valor promedio elevado de actividad de agua al finalizar las seis semanas de mediciones las frutas utilizadas para el tratamiento con ozono se encontraban con una apariencia prácticamente deshidratada, desprovista de toda jugosidad. Su tamaño se había reducido

considerablemente. Para una mejor visualización de todos estos efectos provocados por el tratamiento con ozono se presentan las siguientes imágenes:

Imagen No 1 Apariencia de fresas tratadas con Ozono



Imagen No 2 Apariencia de fresas tratadas con Ozono

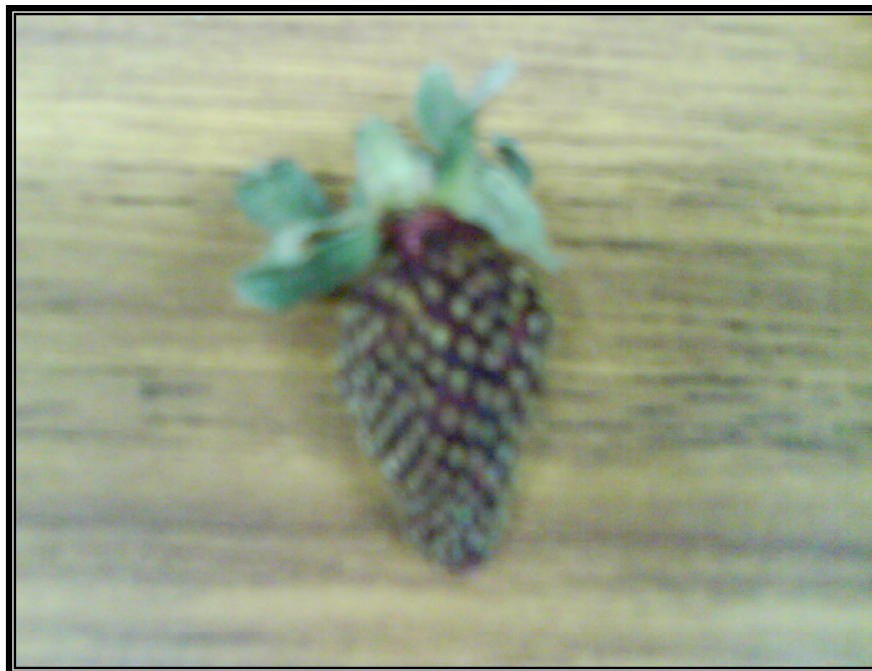
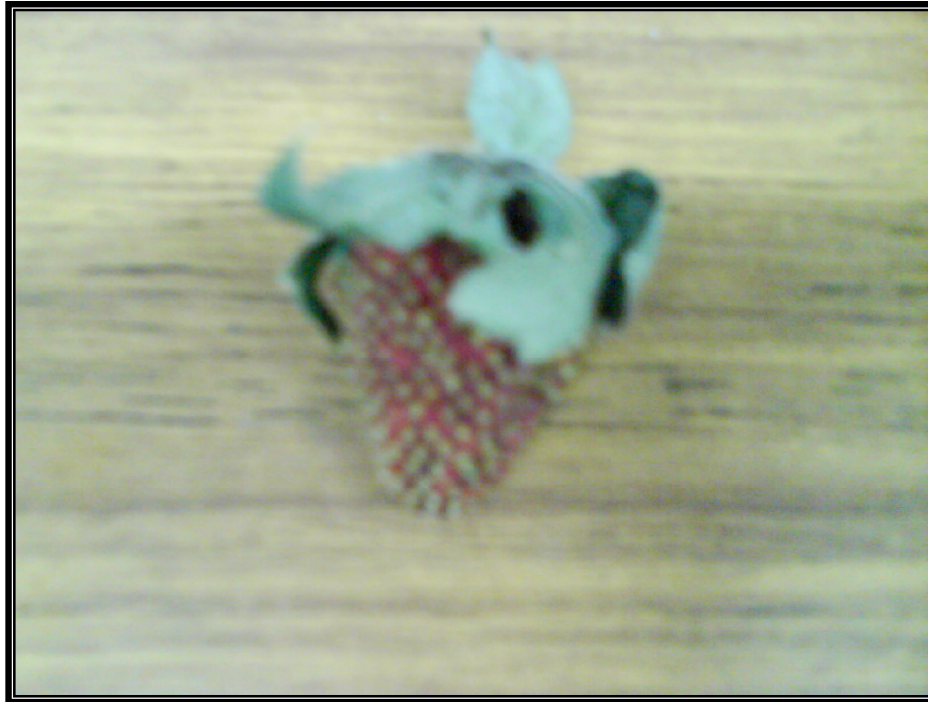


Imagen No 3 Apariencia de fresas tratadas con Ozono



Entre los objetivos de este estudio, no se encuentra el profundizar en la respuesta bioquímica a los tratamientos postcosecha, ya que es un tema bastante extenso y fuera del alcance del estudio. Sin embargo a continuación se propone una posible respuesta.

Una posible respuesta a la apariencia deshidratada de los frutos después de la exposición al tratamiento con ozono se pueda deber a las hormonas denominadas “Jasmonatos” dicha hormona ayuda a las plantas a protegerse de los peligros de los hongos y los insectos mediante un complejo mecanismo molecular, los jasmonatos se producen como una respuesta al estrés ya sea biótico o abiótico en el que se encuentre inmersa la planta.

Entre los factores de estrés que se ha comprobado que inducen a la producción de jasmonatos están:

- Ataque de herbívoros (Ryan, 1992; Farmer y Ryan, 1992; Howe, 2005)
- Daño mecánico (Reymond y col., 2000)
- Estrés osmótico (Lehmann y col., 1995; Kramell y col., 2000)

- Estrés salino (Pedranzani y col., 2003)
- Ozono (Rao y col., 2000)
- Respuesta a patógenos (Penninckx y col., 1996; Pozo y col., 2005)

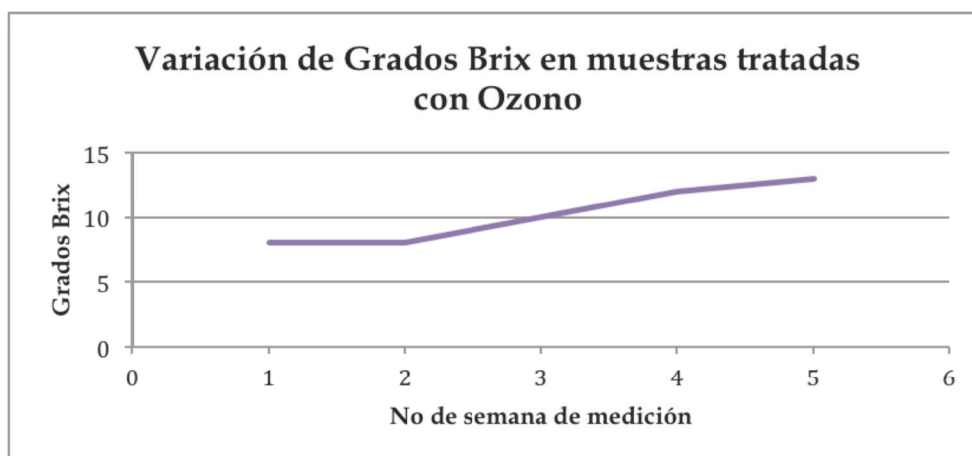
Como es posible darse cuenta el ozono se encuentra entre uno de los agentes de estrés que pueden dar paso a la producción de jasmonatos , según Almenar 2005 el metil jasmonato en fresas evitó el apareamiento de *Botrytis Cinerae* alrededor de 14 días, en el presente estudio el tratamiento con ozono mantuvo a las fresas aproximadamente seis semanas sin presencia de *Botrytis Cinerae*.

Indiscutiblemente es necesario que se profundice más en la forma de acción del ozono, y la manera en la que éste actúa para la formación de jasmonatos, y como estos pueden afectar la apariencia y desarrollo de los frutos expuestos.

El valor medio de grados Brix obtenido para dicho tratamiento fue de 10.2, con una desviación estándar de 2.28 Es importante destacar que para éste tratamiento se cuantificó el valor medio de grados Brix más alto de todos los tratamientos realizados, según estudios de Anna Keugeten (2007) con la exposición de fresas a ozono se suele producir una disminución en el contenido de sucrosa, que se ve balanceado con un incremento de glucosa y fructosa. Sin lugar a duda la intensa actividad bioquímica que produjo el estrés del ozono es lo que pudo haber provocado que en éste tratamiento se obtuviera el valor medio de grados Brix más alto; al tener más azúcares como sustrato se pudo haber dado una biosíntesis que provocó el incremento en el contenido de ácidos orgánicos, hecho que se discute a continuación.

El siguiente gráfico muestra el comportamiento de los grados Brix

Gráfico No 7 Variación de Grados Brix en muestra tratadas con Ozono

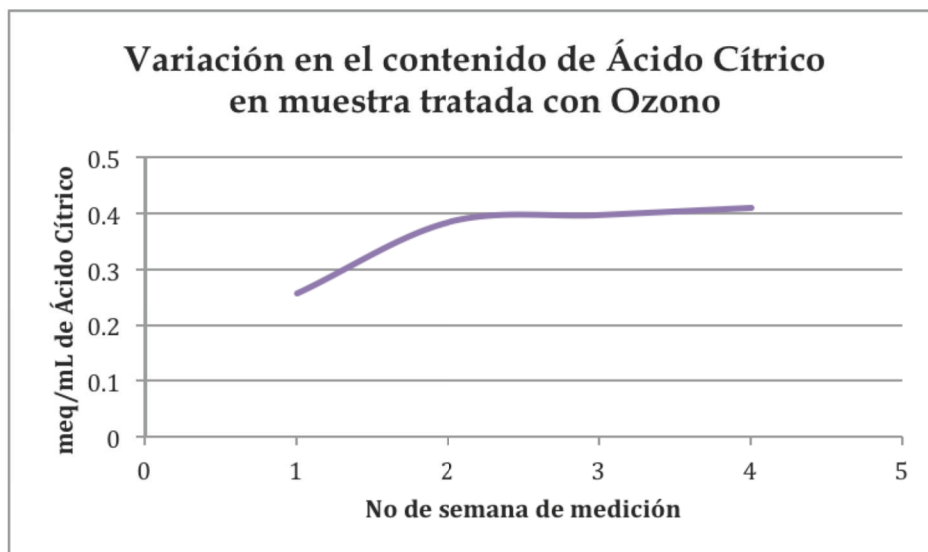


En lo que al contenido de ácido cítrico se refiere se obtuvo un valor medio de 0.36meq/mL de ácido cítrico con una desviación estándar de 0.07, el valor medio obtenido en realidad es bastante parecido al obtenido en el resto de tratamientos; sin embargo un hecho que llamó poderosamente la atención es que el tratamiento con ozono fue el único tratamiento en el que el contenido de ácido cítrico aumentaba de semana a semana, en lugar de disminuir como en los tratamientos anteriores. El incremento en ácido ascórbico y otros ácido orgánicos (como el ácido cítrico) como respuesta a la exposición de ozono ha sido anteriormente reportada por varios autores (Luwe *et al* 1993; Ranieri *et al* 1996) dichos estudios han reportado incrementos de ácido ascórbico y otros ácido orgánicos en áreas de alta actividad metabólica aparte de los cloroplastos.

Los cambios en el contenido de azúcares y ácidos orgánicos en fresas tratadas con ozono puede ser el resultado de un sistema antioxidante que promueve la biosíntesis de ácido ascórbico de reservas de carbohidratos de la fruta, esto es lo que indican estudios del Departamento de Fisiología y tecnología de Productos Vegetales, Sevilla España. Dicha idea se ve corroborada por los resultados obtenidos en el presente estudio.

La siguiente gráfica muestra el comportamiento descrito, del contenido de ácido cítrico.

Gráfico No 8 Variación en el contenido de Ácido Cítrico en muestra tratada con Ozono



8.4 Tratamiento con solución de Amonio Cuaternario (Chemprocide)

Como es de amplio conocimiento, las soluciones de amonio cuaternario son una familia de compuestos antimicrobianos considerados como agentes activos catiónicos potentes en cuanto a su actividad desinfectante ya que son efectivos para eliminar tanto bacterias gram-positivas como gram-negativas, de igual forma actúan como virucidas y fungicidas. Para la realización de este estudio se utilizó una solución de amonio cuaternario de nombre comercial Chemprocide (para más información consultar la ficha técnica del producto en Apéndice 1). Para la realización del tratamiento se utilizaron dos mililitros de Chemprocide en mil mililitros de agua; posteriormente las muestras de fresas se sumergieron alrededor de siete minutos, a continuación el exceso de humedad fue removido con aire caliente, finalmente las muestras fueron almacenadas a 1° C.

Cuadro No 5 Mediciones de temperatura realizadas en el tratamiento con solución de Amonio Cuaternario (Chemprocide)

Temperatura ambiente	22.8° C
Temperatura en el interior de la fresa al aplicarle aire caliente.	28° C
Temperatura del aire caliente	62° C

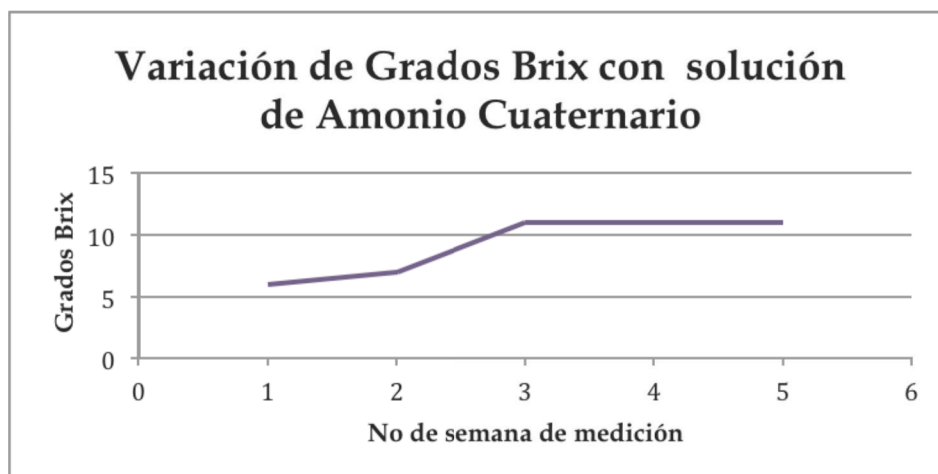
En cuanto a la actividad de agua se refiere se obtuvo un valor promedio de 0.92, con una desviación estándar de 0.04. Al igual que en los tratamientos anteriores la actividad de agua a lo largo de las seis semanas de medición no disminuyó de manera considerable de manera que este parámetro siempre estuvo lo suficientemente alto como para permitir el desarrollo de *Botrytis cinera*. Es importante destacar que en este caso el fruto si conservó su jugosidad característica, lo cual resulta sumamente agradable para el consumidor, aunque indiscutiblemente el tener una alta actividad de agua hace que el fruto se vuelva más perecedero.

El valor medio de grados Brix obtenido fue de 9.2 con una desviación estándar de 2.48. Los grados Brix aumentaron de la primera a la segunda semana, lo mismo ocurrió de la segunda a la tercera semana, solamente que en este caso el

aumento de grados Brix fue mayor; de la tercera a la sexta semana el valor de grados Brix se estabilizó (en un valor de 11° Brix). Seguramente este retraso de seis semanas en el decaimiento de los grados Brix se puede deber al efecto ejercido por el calor utilizado para remover el exceso de humedad; de acuerdo con García *et al.* 1995 el calor induce a un retraso en el decaimiento de los sólidos solubles presentes en el fruto, dicho retraso puede tener su origen en alteraciones en el metabolismo de los monosacáridos y disacáridos. Éste es exactamente el mismo comportamiento de grados Brix observado para el tratamiento con luz ultravioleta durante cuatro minutos; la diferencia en este caso es que el calor provenía de aire caliente para eliminar el exceso de humedad. Sin embargo a pesar de provenir de fuente distinta al parecer el efecto es el mismo.

Para una mejor visualización del comportamiento de los grados Brix en dicho tratamiento se muestra el gráfico No 9.

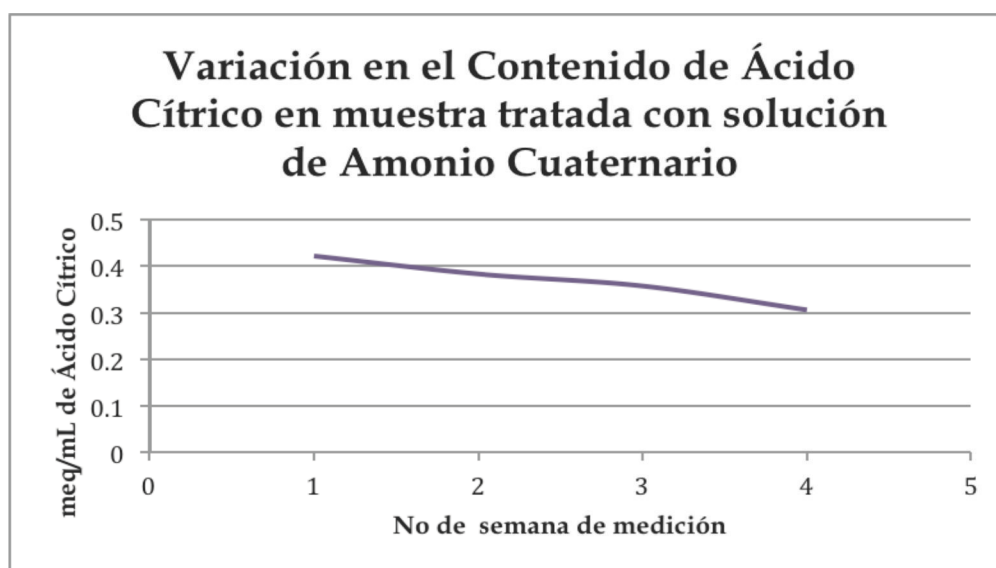
Gráfico No 9 Variación de Grados Brix en muestra con tratamiento de solución de Amonio Cuaternario (Chemprocide)



En cuanto al contenido de ácido cítrico en las muestras se obtuvo un valor medio de 0.37 meq/mL de ácido cítrico, con una desviación estándar de 0.05. Anteriormente se había mencionado que según estudios (Vincent *et al* 2002, García 1999) un decaimiento en el contenido de ácidos orgánicos se observaba cuando se aplicaba calor a las muestras utilizadas, y el tratamiento con la solución de amonio cuaternario (Chemprocide) no fue la excepción; además cabe mencionar que fue el tratamiento en donde el decaimiento del contenido de ácido cítrico se suscitó

prácticamente a partir de la primer semana. En casos anteriores (tal es el caso de los tratamientos con luz ultravioleta) el decaimiento no se daba desde el inicio, todo lo contrario, surgía un pequeño incremento en el contenido de ácido cítrico y posteriormente este decaía (teniendo sus gráficas un comportamiento de tipo parabólico); en el caso de dicho tratamiento el decaimiento se dio desde el inicio; de manera que su decaimiento fue lineal, fue el único tratamiento que exhibió esta clase de comportamiento. Posiblemente un factor que pudo haber contribuido a este decaimiento constante, fue la rápida estabilización de los Grados Brix, ya que a partir de la tercera semana ya no se observó ninguna variación en la medición de dicho parámetro. Para una mejor visualización del comportamiento del contenido de ácido cítrico en la muestra tratada con amonio cuaternario se presenta el siguiente gráfico.

Gráfico No 10 Variación en el contenido de Ácido Cítrico en muestra con tratamiento de una solución de Amonio Cuaternario



8.5 Tratamiento con solución de extracto de semilla de toronja/ pomelo (Deocil-Cat)

El extracto de semilla de toronja (EST/ESP) es un compuesto antimicrobiano de amplio espectro no tóxico sintetizado a base de las semillas, pulpa y membranas blancas del pomelo. (China Agricultural University, 2006)

Se ha demostrado su capacidad in vitro para matar o inhibir el crecimiento de una gran cantidad de bacterias gram negativas y gram positivas potencialmente perjudiciales, hongos, virus y parásitos protozoarios. Los estudios in vivo, más costosos, se han limitado a estudios puntuales de toxicidad, pero su utilización, cada vez más importante, ha determinado que el extracto de semilla de pomelo presente una gran cantidad de aplicaciones clínicas, y lo que es más importante, sea efectivo a muy bajos niveles de concentración. (China Agricultural University, 2006)

Para la realización de dicho estudio, se utilizó extracto de semilla de toronja (nombre comercial Deocil-Cat, para más información sobre este producto consultar el Apéndice 3). El procedimiento fue el mismo descrito para las muestras tratadas con solución de amonio cuaternario, la única diferencia fue la concentración de la solución; ya que en este caso se utilizaron 10 mililitros de extracto de semilla de toronja en 1000 mililitros de agua.

En cuanto a la actividad de agua las mediciones proporcionaron un valor medio de actividad de agua de 0.88, con una desviación estándar de 0.04. El valor medio de actividad de agua llama fuertemente la atención; ya que en este tratamiento fue en donde se dio el valor medio de actividad de agua más bajo, sin embargo a pesar de ello la apariencia de las muestras utilizadas nunca fue desagradable, al contrario siempre mantuvieron un aspecto bastante agradable. El resultado en este tratamiento fue prácticamente el opuesto al presentado en el tratamiento con ozono; en el que a pesar de tener una actividad de agua elevada la apariencia de las muestras era totalmente deshidratada.

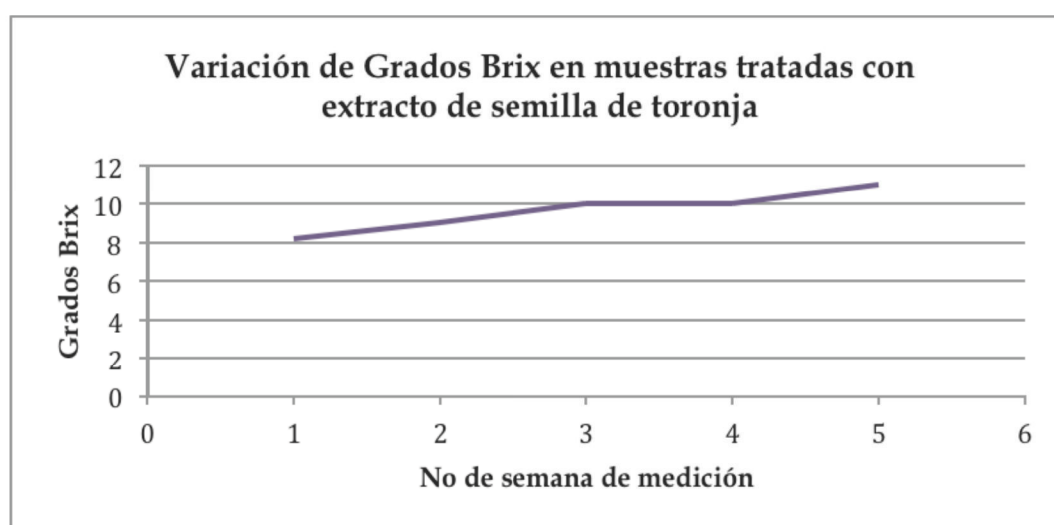
Anteriormente se ha dicho que la actividad de agua está íntimamente relacionada con la perecibilidad de un producto. Las muestras tratadas con Deocil-Cat fueron las que tuvieron una vida de anaquel más larga (la vida de anaquel se discutirá más adelante en este mismo capítulo) seguramente esto se puede deber a que alcanzó el valor medio de actividad de agua más baja, permitiéndole extender considerablemente su vida de anaquel.

El valor medio de Grados Brix determinado fue de 9.6 con una desviación estándar de 1.07, para dicho tratamiento la variación en Grados Brix fue casi constante y por lo regular incrementaba de semana a semana; este comportamiento que consiste en el retraso del decaimiento de los Grados Brix ya ha sido anteriormente observado; y básicamente se debe a el comportamiento metabólico

de los monosacáridos y disacáridos presentes en el fruto, después de este haber sido sometido a una especie de tratamiento térmico o irradiación de calor.

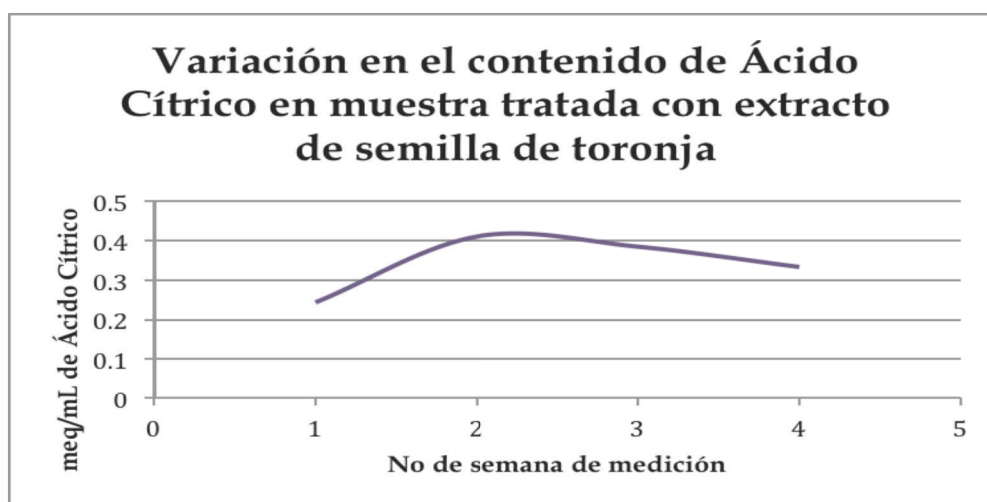
Para una mejor visualización del comportamiento de los grados Brix en las muestras tratadas con la solución de extracto de semilla de toronja se proporciona el siguiente gráfico.

Gráfico No 11 Variación de Grados Brix en muestra con tratamiento de solución de extracto de semilla de toronja (Deocil-Cat)



El contenido de ácido cítrico en las muestras tratadas varía dependiendo del tipo de tratamiento utilizado, de la temperatura y tiempo de almacenamiento. Para éste tratamiento se obtuvo un valor medio de contenido de ácido cítrico de 0.34, con una desviación estándar de 0.07. El comportamiento de un pequeño aumento en la concentración de ácido cítrico, para posteriormente decaer, se ha observado en todos los tratamientos excepto en el de ozono. Según estudios de la Universidad Laval, Sainte-Foy, de Canadá; el decaimiento en el contenido de ácido cítrico y demás ácidos se produce cuando dichos ácidos son utilizados como sustratos respiratorios en la realización del ciclo de Krebs, adicionalmente a esto el malato seguramente es descarboxilado por enzimas málicas (Hulme and Rhodes, 1971). Finalmente este comportamiento parece tener plena concordancia con el observado por Vincent *et al* 2002, García 1999, en los cuales se producía un decaimiento en el contenido de ácidos orgánicos por la aplicación de calor a las muestras.

Gráfico No 12 Variación en el contenido de Ácido Cítrico en muestra con tratamiento de una solución de extracto de semilla de toronja



De esta manera se finaliza la discusión de cada uno de los tratamientos utilizados; y sus parámetros de medición. A continuación se presenta la discusión del análisis estadístico realizado; para dicho análisis se utilizaron los tratamientos y el contenido de grados Brix y de ácido cítrico, ya que son los parámetros que de mejor manera pueden reflejar el metabolismo de la muestra.

8.6 Análisis de Varianza de Dos Factores con una sola Muestra por Grupo

Cuadro No 6 Resultados de el Análisis de Varianza de dos factores con una sola muestra por grupo para Grados Brix con un límite de confianza del 95%”

Origen de las Variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo	22.1864	4	5.5466	4.159898001	0.01693275	3.00691728
Tratamiento	6.3624	4	1.5906	1.192935088	0.351686544	3.00691728
Error	21.3336	16	1.33335			
Total	49.8824	24				

Los valores de la probabilidad, son los encargados de darnos la interpretación del análisis estadístico realizado los cuales indican que:

- Como la probabilidad obtenida (0.016) es menor a 0.05 quiere decir que cada método actúa de manera propia y diferente a como lo hacen el resto de tratamientos, al actuar todos los tratamientos de forma distinta, no es posible eliminar ninguno de los tratamientos, ya que estadísticamente hablando ninguno es igual.
- De igual forma como $0.016 < 0.05$, significa que en el tiempo en el que se realizó el análisis si tiene una variación significativa en las mediciones de los grados Brix.
- En el caso de los tratamientos la probabilidad fue de $0.35 > 0.05$. Lo que quiere decir que los tratamientos usados no interfieren significativamente en la respuesta de los grados Brix. El tratamiento no tiene efecto sobre la muestra

Cuadro No 7 Resultados de el Análisis de Varianza de dos factores con una sola muestra por grupo para contenido de Ácido Cítrico con un límite de confianza del 95%

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo	0.07224524 8	3	0.02408174 9	28.773246 33	9.17251E-06	3.4902 94821
Tratamiento	0.01040384	4	0.00260096	3.1076672 1	0.056916682	3.2591 66727
Error	0.01004339 2	12	0.00083694 9			
Total	0.09269248	19				

Los valores de la probabilidad, son los encargados de darnos la interpretación del análisis estadístico realizado los cuales indican que:

- Como la probabilidad obtenida en el tiempo fue de $9.17 \times 10^{-6} < 0.05$ el tiempo influye de manera significativa en el contenido de ácido cítrico, lo que quiere decir que con el paso de tiempo se tendrá una variación en el contenido de ácido cítrico.
- En el caso de los tratamientos la probabilidad obtenida fue de $0.056 > 0.05$. Por lo que en el sentido estadístico de manera estricta los tratamientos actúan de manera independiente en la variación de la acidez, es decir que no influyen de manera significativa. Sin embargo si se hace una aproximación, es posible decir que la influencia que los tratamientos ejercen en el contenido de ácido cítrico es mayor que la ejercida en los grados Brix. Por lo que sí se puede hablar de una influencia de los tratamientos en el contenido de ácido cítrico de las muestras.

8.7 Vida de Anaquel

Cuadro No 8 Vida de anaquel alcanzada por cada uno de los tratamientos postcosecha

Tratamiento postcosecha utilizado	Vida de anaquel de las muestras
Control	Dos semanas
Luz ultravioleta durante tres minutos	Cuatro semanas
Luz ultravioleta por cuatro minutos	Cuatro semanas
Solución de Amonio Cuaternario (Chemprocide)	Cinco semanas
Solución de extracto de semilla de Toronja (Deocil-Cat)	Seis semanas
Ozono	Seis semanas

Como es posible observar la muestra utilizada como control fue la que tuvo una vida de anaquel más corta, dicho resultado era totalmente esperado, ya que las muestras no tuvieron ninguna clase de tratamiento adicional que les permitiera conservar sus propiedades. De hecho una vida de anaquel de dos semanas en todas las variedades de bayas es la más común.

El tratamiento con extracto de semilla de toronja (Deocil- Cat) y el tratamiento con ozono fueron los que lograron extender la vida de anaquel en mayor cantidad, sin embargo el tratamiento con ozono a pesar de lograr prolongar la vida de anaquel no lo logró de manera tan eficiente como lo hizo el tratamiento con extracto de semilla de toronja; ya que el ozono provocó una especie de oxidación en el área tisular de las fresas dando como resultado una apariencia deshidratada, por lo que su vida de anaquel comercial, no coincide con su vida de anaquel. De manera que las fresas tratadas con ozono seguramente no podrían comercializarse como producto fresco; si no como producto que serviría como materia prima para la elaboración de otros, por ejemplo para la fabricación de jalea, mermelada, yogurt, toda aquella gama de producto en los cuales la apariencia de la fresa como producto fresco sea necesaria.

En lo que respecta a las fresas tratadas con extracto de semilla de toronja si coincidió su vida de anaquel comercial con su vida de anaquel; ya que al llegar a la sexta semana la apariencia de las muestras tratadas con esta solución, era agradable permitiendo el consumo en fresco por parte de los consumidores. Por lo que las fresas tratadas con extracto de semilla de toronja podrían utilizarse en productos de repostería, decoración de platillos etc. Ya que su apariencia continúa siendo agradable.

En general se puede decir que la mucha o poca extensión de la vida de anaquel sin lugar a dudas se vio influenciada por la forma en la que los parámetros de calidad (actividad de agua, grados Brix, contenido de ácido cítrico, pH) se vieron modificados o variaron a causa de los tratamientos utilizados en cada caso o bien a las condiciones de almacenamiento.

8.8 Análisis sensorial

Para la evaluación sensorial se utilizaron tres tipos de pruebas diferentes:

- Prueba de evaluación de atributos: Utilizando una escala de 1-5 (1)
- Prueba de aceptabilidad: Utilizando una escala de 1-7 (1)
- Prueba para evaluación de frescura. Utilizando una escala de 1-10. Diseño según A. Kader. (1) (Para la consultar las boletas ver apéndice 2)

Desafortunadamente el análisis de las pruebas no arrojó ningún resultado del cual se pudiese hacer un análisis o discusión ya que fueron resultados que no

mostraban ningún patrón o tendencia que de alguna manera fuesen un verdadero reflejo del gusto del público. El problema principalmente se pudo deber a que el panel utilizado para la realización de las evaluaciones si bien era entrando, no poseía el conocimiento suficiente para hacer un análisis sensorial específicamente de fresas; seguramente no conocían de manera profunda los atributos de este tipo de frutos y debido a ello no pudieron responder correctamente a lo que solicitaba en las evaluaciones.

De una manera bastante amplia se puede decir que las muestras que exhibieron una mejor evaluación fueron las tratadas con Deocil- Cat, ya que mostraban una apariencia lustrosa y sin sabores residuales. Las muestras tratadas con ozono a pesar de no tener apariencia micelar el aspecto deshidratado no fue del gusto del público.

IX CONCLUSIONES

1. Los valores de actividad de agua exhibidos por todas las muestras nunca llegaron a ser lo suficientemente bajos, como para no permitir el crecimiento de *Botrytis cinerea*
2. El calor induce a un retraso en el decaimiento de los sólidos solubles presentes en el fruto, dicho retraso puede tener su origen en alteraciones en el metabolismo de los monosacáridos y disacáridos.
3. Decaimiento en el contenido de ácidos orgánicos es observado después de la aplicación de calor a las muestras.
4. El ozono es un agente abiótico que produce estrés en el fruto y es capaz de inducir a cambios con un posible origen metabólico.
5. La exposición a ozono puede provocar un incremento en el contenido de ácido ascórbico y demás ácidos orgánicos; en áreas del fruto en donde hay alta actividad metabólica, aparte de los cloroplastos; así mismo los cambios en el contenido de azúcares y ácidos orgánicos en fresas tratadas con ozono puede ser el resultado de un sistema antioxidante que promueve la biosíntesis de ácido ascórbico de reservas de carbohidratos de la fruta.
6. El tratamientos postcosecha que logró extender por más tiempo la vida de anaquel y comercial de las fresas variedad Tioga, fue el tratamiento de extracto de semilla de toronja, marca comercial Deocil-Cat.
7. Según el análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo el tiempo tiene una influencia significativa en el avariación del contenido de grados Brix y contenido de ácido cítrico. A partir del mismo análisis es posible decir que cada uno de los tratamientos actuó de forma independiente el uno del otro; es decir que cada uno tiene su propio modo de acción que no es replicable a partir de otro de los tratamientos utilizados. Por otra lado es posible decir que la influencia que los tratamientos ejercen en el contenido de ácido cítrico es mayor que la ejercida en los grados Brix. Por lo que sí se puede hablar de una influencia de los tratamientos en el contenido de ácido cítrico de las muestras.
8. El máximo de variación en la temperatura de almacenamiento es $(1^{\circ} \text{C}) \pm 0.5^{\circ}$

X. RECOMENDACIONES

1. Durante la realización de cada uno de los tratamientos postcosecha se recomienda trabajar en condiciones higiénicas, ya que de no hacerlo la vida útil del producto es afectada y por tanto disminuirá debido a la contaminación con microorganismos ya que la carga microbiana inicial sería mayor.
2. Se recomienda hacer este tipo de estudio en fresas de una variedad distinta a la Tioga, ya que por lo regular los tratamientos postcosecha afectan de diferente manera a cada variedad; puesto que unas ofrecen mayor o menor resistencia o daño al estrés provocado por los tratamientos postcosecha.
3. Para la realización del Análisis Sensorial se recomienda utilizar un panel sensorial ampliamente entrenado en los atributos de las fresas, para evitar que exista sesgo en las respuestas obtenidas; y además para lograr que identifiquen correctamente cada uno de los atributos que se les pide evaluar.

XI BIBLIOGRAFÍA

1. Aguayo, E. 2006. *Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip and/or atmospheric modification on quality changes in fresh –cut strawberries*. Journal of Food Science.
2. Almenar, Eva. 2005. *Envasado Activo de Fresas Silvestres*. Tesis doctoral Universidad de Valencia. España., Departamento de Bromatología, Salud Pública y Medicina Legal. 271 págs.
3. Almenar, Eva. 2007. *A new technique to prevent the main post harvest diseases in berries during storage: Inclusion complexes B-cyclodextrin-hexanal*. Journal of Food Science.
4. Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit, cultivar Selva. 2007. Journal of Food Science.
5. *Effect of pre-harvest and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit..* 2007. Journal of Food Science.
6. *Effect of pre-harvest chitosan sprays on postharvest infection by Botrytis cinerea and quality of strawberry fruit.* 2000. Journal of Food Science.
7. *Effects of Ozone Treatment on Postharvest Strawberry Quality.*1999. *Journal Agricultural Food Chem.*
8. Kader, Adel. 1997. *Changes in Strawberry Anthocyanins and Other Polyphenols in response to carbon dioxide treatments*. Journal of Food Science.
9. Kader, Adel. 2007. *Quality and Chemicals changes associated with flavor of Camarosa Strawberries in response to CO₂*. *Journal of Food Science.*
10. Kautgen, Anna J. 2007. *Influence of pre-harvest ozone exposure on quality of strawberry fruit under simulated retail conditions*. Journal of Food Science.
11. Lara, I; García, P; Vendrell , M. 2006. *Postharvest heat treatments modify cell wall composition of strawberry*. *Journal of Food Science.*
12. Lozano, Miguel; Cid, Joan. 2008 *Actualización en Tecnología Para la Inactivación de Patógenos Basada en Amotosaleno y FRALE.*
13. Noguera García, Vicente. *El Huerto en el Jardín*
14. *Normalización Internacional de Frutas y Hortalizas, Fresas*, OECD. 2005. , Organización de Cooperación y Desarrollo Económico.

15. Olías, José; Sanz, Carlos; G, Ana. 1998. *Postcosecha de la fresa de Huelva: principios básicos y tecnología*.
16. Pelayo, C. 2002. *Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivar kept at 5° C in air+ 20 kPa Co₂*. *Journal of Food Science*.
17. *Physicochemical changes durin strawberry devolopment in the field compared with those that occur in harvested fruit Turing storage*. 2005. Universidad Católica Portuguesa.
18. *Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control Botrytis cinerea*. 2007. China Agricultural University.
19. Xu, Wentao; Qu Wei. 2006. *Antibacterial Effect of Grapefuit Seed extract on food borne pathogens and its application in the preservation of minimally processed vegetables*. China Agricultural University.
20. Zhu, Shu-hua. 2005. *Effect o nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit Turing storage*. *Journal of Food Science*.

XII. APÉNDICE

Apéndice No 1: Ficha Técnica de producto Chemprocide.

Bactericida, Fungicida y Desodorizante (CHEMPROCIDE)

CHEMPROCIDE es un compuesto cuaternario suave de cloruro de amonio con propiedades germicidas y fungicidas de amplio espectro. CHEMPROCIDE destruye o controla las bacterias, moho y olores que se forman por descomposición orgánica, siempre y cuando se utilice como se indica.

La acción sinérgica entre los componentes activos aumenta la eficiencia germicida. CHEMPROCIDE, diluido según se recomienda, demuestra actividad germicida potente contra bacterias gram positivas y gram negativas.

Un atributo inusual de CHEMPOCIDE es su característica de baja irritación a la piel en adición a su potencia germicida.

Todos los productos germicidas son desodorizantes efectivos hasta cierto punto ya que controlan el olor producido por las bacterias. CHEMPROCIDE, adicionalmente, también proporciona una verdadera actividad neutralizante de olor con muchos olores fuertes que no pueden ser eliminados sólo con acción bactericida. **CHEMPROCIDE** es especialmente diseñado para usarse en eliminar olores de "alimentos"

CHEMPROCIDE ha demostrado una acción germicida rápida en pruebas de la solución en uso llevadas a cabo de acuerdo con el procedimiento de Coeficiente Fenol 11 Edición A.O.A.C. (Ver el Cuadro de Tasa de Desempeño en lado reverso).

El costo de preparar la solución de CHEMPROCIDE es generalmente bajo. CHEMPROCIDE ofrece una acción germicida efectiva en un radio de disolución de 1:250 (300 ppm).

CHEMPROCIDE efectivamente destruye o controla organismos de moho que se desarrollan en plástico, pintura y otras superficies duras. También se recomienda para eliminar olores de moho.

Los ingredientes activos en CHEMPROCIDE no se evaporan o pierden su potencia, excepto después de su reacción con bacterias y moho. Después de secarse, la solución de CHEMPROCIDE aplicada a equipo de procesamiento continuará controlando las bacterias y organismos de moho, cuando se vuelva a mojar hasta que su potencia se consuma.

Apéndice No 2: Boleta utilizada para el Análisis Sensorial.

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
TRATAMIENTOS POSTCOSECHA PARA BAYAS**



Fecha: _____

Edad: _____

**EVALUACIÓN SENSORIAL DE FRESAS Y MORAS SOMETIDAS A DIVERSOS
TRATAMIENTOS POSTCOSECHA.**

INSTRUCCIONES: A continuación evalúe cada una de las muestras que se le presentan, puede hacerlo en el orden que usted prefiera. Es importante destacar que los atributos a evaluar deben estimarse en el orden indicado en la tabla.

La escala empleada para la evaluación de los atributos de la muestra es la siguiente:

1. Nada.
2. Poco.
3. Regular.
4. Mucho.
5. Demasiado.

Código de muestra	Aroma característico	Color óptimo de madurez	Firmeza	Brillo	Sabor dulce	Sabor astringente	Sabor ácido

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

INSTRUCCIONES: Haciendo uso de la escala que se le presenta a continuación, exprese su grado de aceptabilidad respecto a las muestras presentadas.

1. Me desagrada muchísimo.
2. Me desagrada mucho.

Apéndice No 3: Extracto de semilla de toronja (Deocil-Cat)

DEOCIL CAT

Bactericida Natural Base Cítrico

Última Revisión 11/10/06

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre del producto: Deocil Cat

Uso: Desinfectante natural de superficies y utensilios que tienen contacto con alimentos, además de frutas y legumbres

Presentación: Envase de polietileno de 5, 10 y 20 litros.

Descripción general de peligros: No tóxico



COMPOSICIÓN.

Agua destilada, Extracto de semilla de toronja

PROPIEDADES FÍSICAS.

Aspecto: Líquido transparente color marrón claro

Olor: Característico

Densidad: (grs/ml): Aprox. 1.0

Viscosidad (medida en copa Ford 4): 8`5"

pH: 5 - 6

Solubilidad: Soluble en agua.

DOSIFICACIÓN Y MODO DE EMPLEO

Se puede emplear para labores de sanitización de áreas, equipos y utensilios empleados para el manejo de alimentos, así como desinfectante natural de frutas y legumbres en restaurantes, empacadoras, plantas de procesamiento de verduras y hortalizas, enlatadoras, etc. Y en aquellos procesos en donde es necesario inhibir y/o controlar el desarrollo de microorganismos indeseables, principalmente los que aceleran la descomposición de los alimentos

Es completamente soluble en agua y se le puede dar los siguientes usos con sus respectivas diluciones:

Desinfección de:	Dosificación recomendada	Tiempo de contacto	Forma/frecuencia de aplicación
Superficies de trabajo (mesas, marmitas, cámaras frigoríficas, etc.)	10 ml x litro agua (1:100) 1%	5 min	Atomizado/cada turno
Superficies generales (pisos, paredes, puertas etc.)	10 ml x litro agua (1:100) 1%	5 min	Atomizado/después del lavado
Utensilios (cuchillos, cubiertos, espátulas etc.)	10 ml x litro agua (1:100) 1%	5 min	Inmersión/Cada partida
Verduras y frutas	10 ml x litro agua (1:100) 1%	10 min	Adición directa, inmersión/cada partida



PROPIEDADES

- Es un líquido de color café claro de origen natural BIODEGRADABLE
- Prácticamente inodoro a las concentraciones indicadas, no altera el color, ni el olor de los alimentos que posteriormente se manipulen en las superficies tratadas con DEOCIL CAT
- Estable a diferentes condiciones como luz, humedad, etc.
- Tiene un gran poder residual pudiendo actuar en presencia de materia orgánica
- Tiene un gran poder bactericida y fungicida, desplegando una gran efectividad contra bacterias, hongos, levaduras y otros microorganismos. (VER ANEXO 1, 2, 3)

RECOMENDACIONES

- Antes de la aplicación del producto, en áreas, equipos y superficies, llevar a cabo la limpieza de acuerdo a los procedimientos rutinarios
- Utilizar Deocil Cat a las concentraciones recomendadas
- No mezclar con agentes limpiadores ni con otros sanitizantes diferentes
- Para diluir el producto utilizar agua de buena calidad (potable, destilada, desmineralizada, etc.)

ESPECTRO DE ACCIÓN DEL DEOCIL CAT

BACTERIAS GRAM POSITIVAS	ORIGEN	NO. CEPA	MIC (ppm)
Bacillus subtilis	NCTC	8236	2
Bacillus megaterium	A		60
Bacillus cereus	A		60
Bacillus cereus var. Mycoides	A		60
Clostridium botulinum	NCTC	3805	60
Clostridium tetani	NCTC	9571	60
Corynebacterium acnes	ATCC	8919	60
Corynebacterium diphtheriae	ATCC	6017	60
Corynebacterium diphtheriae	NCTC	3984	60
Corynebacterium diphtheriae	A		60
Corynebacterium minutissimum	ATCC	6501	100
Diplococcus pneumoniae	NCTC	7465	60
Lactobacillus arabinosus	CITM	707	66
Lactobacillus arabinosus	ATCC	8014	66
Lactobacillus casei	CITM	707	100
Listeria monocytogenes	ATCC	15313	20
Mycobacterium tuberculosis	A		2000
Mycobacterium smegmatis	NCTC	8152	20
Mycobacterium phlei	A		6
Sarcina lutea	NCTC	196	60
Sarcina ureae	ATCC	6473	2
Staphylococcus aureus	NCTC	7447	2
Staphylococcus aureus	NCTC	4163	2
Staphylococcus aureus	NCTC	6571	6
Staphylococcus aureus	NCTC	6966	2
Staphylococcus aureus	ATCC	13709	2
Staphylococcus aureus	ATCC	6538	2
Staphylococcus albus	NCTC	7292	2
Staphylococcus albus	C-G		6
Streptococcus agalactiae	NCTC	8181	60
Streptococcus haemolyticus A	A		20
Streptococcus faecalis	NCTC	6619	200
Streptococcus faecalis	ATCC	10541	60
Streptococcus pyogenes	NCTC	8322	60
Streptococcus viridans			20

BACTERIAS GRAM NEGATIVAS	ORIGEN	NO. CEPA	MIC (ppm)
Aerobacter aerogenes	CITM	413	20
Alcaligenes faecalis	A		2000
Brucella intermedia	A		2
Brucella abortus	NCTC 8226	2	
Brucella rnelitensis	A		2
Brucella suis	A		2
Escherichia coli	NCTC	86	2
Escherichia coli	ATCC	9663	6
Escherichia coli	NCTC	9001	6
Haemophilus influenzae	A		660
Klebsiella edwardsii	NCTC 7242	6	
Klebsiella aerogenes	NCTC	8172	6
Klebsiella pneumoniae	ATCC	4352	6
Legionella pneumoniae	ND		200
Loefflerefla mallei	NCTC	9674	6
Loefflerella pseudomallei	NCIB	10230	20
Moraxella duplex	A		2
Moraxella glucidolytica	A		2
Neisseria catarrhalis	NCTC	3622	660
Pseudomonas capacia	C 175		5000
Pasteurella septica	NCTC	946	2
Pasteurella pseudotuberculosis	C-G		200
Proteus vulgaris	NCTC	8313	2
Proteus mirabilis	A		6
Pseudomonas aeruginosa	NCTC	1999	2000
Pseudomonas aeruginosa	ATCC	10255	2000
Pseudomonas fluorescens	NCTC	4755	2000
Salmonella cholerasuis			50
Salmonella enteritidis	A		6
Salmonella gallinarum			50
Salmonella typhimurium	NCTC	5710	6
Salmonella typhi	NCTC	8384	6
Salmonella paratyphi A	NCTC	5322	6
Salmonella paratyphi B	NCTC	3176	6
Salmonella pullorum	ATCC	9120	6
Serratia marcescens	A		2000
Shigella flexneri	NCTC	8192	6
Shigelte sonnei	NCTC	7240	3
Shigella dysenteriae	NCTC	2249	2
Vibrio abolerae	A		200

ANEXO 3

HONGOS Y LEVADURAS

	ORIGEN	NO. CEPA	MIC (ppm)
Aspergillus Níger	ATCC	6275	600
Aspergillus fumigatus	ATCC	9197	200
Candida albicans	A		60
Candida albicans	ATCC	10259	60
Epydermophyton floccosum	ATCC	10227	200
Keratinomyces ajelioi	A		200
Saccharomyces cerevisiae			60
Trichophyton mentagrophytes	ATCC	9533	20
Trichophyton rubrum	A		200
Trichophyton tonsurans	A		200

OTROS MICROORGANISMOS

Giardia lamblia
 Entamoeba histolytica
 Chamydia trachomatis
 Herpes simples tipo 1
 Influenza A2
 Helicobacter pylori
 Campylobacter jejuni

DEOCIL CAT

Bactericida Natural Base Cítrico

Ultima Revisión 11/10/06

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre del producto: Deocil Cat

Uso: Desinfectante natural de superficies y utensilios que tienen contacto con alimentos, además de frutas y legumbres

Presentación: Envase de polietileno de 5, 10 y 20 litros.

Descripción general de peligros: No tóxico



COMPOSICIÓN.

Agua destilada, Extracto de semilla de toronja

PROPIEDADES FÍSICAS.

Aspecto: Líquido transparente color marrón claro

Olor: Característico

Densidad: (grs/ml): Aprox. 1.0

Viscosidad (medida en copa Ford 4): 8`5"

pH: 5 - 6

Solubilidad: Soluble en agua.

DOSIFICACIÓN Y MODO DE EMPLEO

Se puede emplear para labores de sanitización de áreas, equipos y utensilios empleados para el manejo de alimentos, así como desinfectante natural de frutas y legumbres en restaurantes, empacadoras, plantas de procesamiento de verduras y hortalizas, enlatadoras, etc. Y en aquellos procesos en donde es necesario inhibir y/o controlar el desarrollo de microorganismos indeseables, principalmente los que aceleran la descomposición de los alimentos

Es completamente soluble en agua y se le puede dar los siguientes usos con sus respectivas diluciones:

Desinfección de:	Dosificación recomendada	Tiempo de contacto	Forma/frecuencia de aplicación
Superficies de trabajo (mesas, marmitas, cámaras frigoríficas, etc.)	10 ml x litro agua (1:100) 1%	5 min	Atomizado/cada turno
Superficies generales (pisos, paredes, puertas etc.)	10 ml x litro agua (1:100) 1%	5 min	Atomizado/después del lavado
Utensilios (cuchillos, cubiertos, espátulas etc.)	10 ml x litro agua (1:100) 1%	5 min	Inmersión/Cada partida
Verduras y frutas	10 ml x litro agua (1:100) 1%	10 min	Adición directa, inmersión/cada partida



PROPIEDADES

- Es un líquido de color café claro de origen natural BIODEGRADABLE
- Prácticamente inodoro a las concentraciones indicadas, no altera el color, ni el olor de los alimentos que posteriormente se manipulen en las superficies tratadas con DEOCIL CAT
- Estable a diferentes condiciones como luz, humedad, etc.
- Tiene un gran poder residual pudiendo actuar en presencia de materia orgánica
- Tiene un gran poder bactericida y fungicida, desplegando una gran efectividad contra bacterias, hongos, levaduras y otros microorganismos. (VER ANEXO 1, 2, 3)

RECOMENDACIONES

- Antes de la aplicación del producto, en áreas, equipos y superficies, llevar a cabo la limpieza de acuerdo a los procedimientos rutinarios
- Utilizar Deocil Cat a las concentraciones recomendadas
- No mezclar con agentes limpiadores ni con otros sanitizantes diferentes
- Para diluir el producto utilizar agua de buena calidad (potable, destilada, desmineralizada, etc.)

ESPECTRO DE ACCIÓN DEL DEOCIL CAT

BACTERIAS GRAM POSITIVAS	ORIGEN	NO. CEPA	MIC (ppm)
Bacillus subtilis	NCTC	8236	2
Bacillus megaterium	A		60
Bacillus cereus	A		60
Bacillus cereus var. Mycoides	A		60
Clostridium botulinum	NCTC	3805	60
Clostridium tetani	NCTC	9571	60
Corynebacterium acnes	ATCC	8919	60
Corynebacterium diphtheriae	ATCC	6017	60
Corynebacterium diphtheriae	NCTC	3984	60
Corynebacterium diphtheriae	A		60
Corynebacterium minutissimum	ATCC	6501	100
Diplococcus pneumoniae	NCTC	7465	60
Lactobacillus arabinosus	CITM	707	66
Lactobacillus arabinosus	ATCC	8014	66
Lactobacillus casei	CITM	707	100
Listeria monocytogenes	ATCC	15313	20
Mycobacterium tuberculosis	A		2000
Mycobacterium smegmatis	NCTC	8152	20
Mycobacterium phlei	A		6
Sarcina lutea	NCTC	196	60
Sarcina ureae	ATCC	6473	2
Staphylococcus aureus	NCTC	7447	2
Staphylococcus aureus	NCTC	4163	2
Staphylococcus aureus	NCTC	6571	6
Staphylococcus aureus	NCTC	6966	2
Staphylococcus aureus	ATCC	13709	2
Staphylococcus aureus	ATCC	6538	2
Staphylococcus albus	NCTC	7292	2
Staphylococcus albus	C-G		6
Streptococcus agalactiae	NCTC	8181	60
Streptococcus haemolyticus A	A		20
Streptococcus faecalis	NCTC	6619	200
Streptococcus faecalis	ATCC	10541	60
Streptococcus pyogenes	NCTC	8322	60
Streptococcus viridans			20

BACTERIAS GRAM NEGATIVAS	ORIGEN	NO. CEPA	MIC (ppm)
Aerobacter aerogenes	CITM	413	20
Alcaligenes faecalis	A		2000
Brucella intermedia	A		2
Brucella abortus	NCTC 8226	2	
Brucella rnelitensis	A		2
Brucella suis	A		2
Escherichia coli	NCTC	86	2
Escherichia coli	ATCC	9663	6
Escherichia coli	NCTC	9001	6
Haemophilus influenzae	A		660
Klebsiella edwardsii	NCTC 7242	6	
Klebsiella aerogenes	NCTC	8172	6
Klebsiella pneumoniae	ATCC	4352	6
Legionella pneumoniae	ND		200
Loefflerefla mallei	NCTC	9674	6
Loefflerella pseudomallei	NCIB	10230	20
Moraxella duplex	A		2
Moraxella glucidolytica	A		2
Neisseria catarrhalis	NCTC	3622	660
Pseudomonas capacia	C 175		5000
Pasteurella septica	NCTC	946	2
Pasteurella pseudotuberculosis	C-G		200
Proteus vulgaris	NCTC	8313	2
Proteus mirabilis	A		6
Pseudomonas aeruginosa	NCTC	1999	2000
Pseudomonas aeruginosa	ATCC	10255	2000
Pseudomonas fluorescens	NCTC	4755	2000
Salmonella cholerasuis			50
Salmonella enteritidis	A		6
Salmonella gallinarum			50
Salmonella typhimurium	NCTC	5710	6
Salmonella typhi	NCTC	8384	6
Salmonella paratyphi A	NCTC	5322	6
Salmonella paratyphi B	NCTC	3176	6
Salmonella pullorum	ATCC	9120	6
Serratia marcescens	A		2000
Shigella flexneri	NCTC	8192	6
Shigelte sonnei	NCTC	7240	3
Shigella dysenteriae	NCTC	2249	2
Vibrio abolerae	A		200

ANEXO 3

HONGOS Y LEVADURAS

	ORIGEN	NO. CEPA	MIC (ppm)
Aspergillus Níger	ATCC	6275	600
Aspergillus fumigatus	ATCC	9197	200
Candida albicans	A		60
Candida albicans	ATCC	10259	60
Epydermophyton floccosum	ATCC	10227	200
Keratinomyces ajelioi	A		200
Saccharomyces cerevisiae			60
Trichophyton mentagrophytes	ATCC	9533	20
Trichophyton rubrum	A		200
Trichophyton tonsurans	A		200

OTROS MICROORGANISMOS

Giardia lamblia
 Entamoeba histolytica
 Chamydia trachomatis
 Herpes simples tipo 1
 Influenza A2
 Helicobacter pylori
 Campylobacter jejuni