

**“COMBATE BIOLÓGICO DEL MOHO GRIS (*Botrytis cinerea*)  
BAJO DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO, DEL  
FRUTO DE FRESA (*Fragaria x ananassa*) C.V. ALBIÓN”**

**CRISTIAN JAVIER MUÑOZ LÓPEZ**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE  
MANERA INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



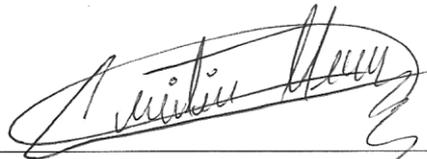
**AMBATO - ECUADOR**

**2011**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de investigación, nos corresponde exclusivamente a: el Egresado Cristian Javier Muñoz López y al Ing. Agr. Mg.Sc. Jorge Dobronski Arcos; como también los análisis, conclusiones y recomendaciones; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato”.

Cevallos, septiembre 2011



Cristian Javier Muñoz López  
**AUTOR**



Ing. Agr. Mg.Sc. Jorge Dobronski A.  
**TUTOR**

## DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.



Cristian Javier Muñoz López

Fecha 12-09-2011

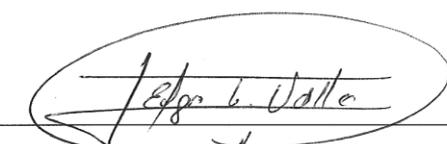
**“COMBATE BIOLÓGICO DEL MOHO GRIS (*Botrytis cinerea*) BAJO DOS  
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO, DEL FRUTO DE FRESA  
(*Fragaria x ananassa*) C.V. ALBIÓN”**

REVISADO POR:



Ing. Agr. Mg.Sc. Jorge Dobronski A.

**TUTOR**



Ing. Agr. Mg.Sc. Luciano Valle V.

**ASESOR DE BIOMETRÍA**

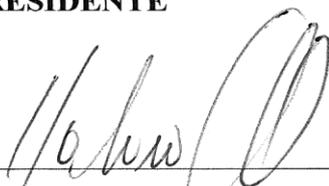
APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:



Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita V.

**PRESIDENTE**

12/09/11



Ing. Agr. M.Sc. Jorge Fabara G.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

12-09-2011



Ing. Agr. Mg.Sc. Fidel Rodríguez A.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

12-18-2011

## **DEDICATORIA**

A mis padres que me han brindado su cariño y su apoyo en las buenas y en las malas.

A mis hermanos y mis sobrinos, a quienes amo y llevo siempre en mi corazón y en mí pensamiento.

A mi Dios, porque “puse en él toda mi confianza y él se inclinó hacia mí y escuchó mi clamor” Sal 40:1

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Agr. Mg.Sc. Jorge Dobronski A. tutor de este trabajo, mi sincero agradecimiento por su apoyo, sus consejos y por todo lo que aprendí gracias a él.

Al Ing. Agr. Mg. Sc. Luciano Valle V. por su apoyo y sus valiosos aportes como Asesor de Biometría.

A mis queridos primos Cristian y Marianita quienes siempre han estado ahí para ayudarme.

Al Ingeniero Aníbal Martínez, por su ayuda y su paciencia, en el desarrollo de la parte técnica del trabajo de investigación mil gracias.

Al amable personal de la Biblioteca, quienes siempre me brindaron una mano en mis búsquedas de información.

A mis compañeros (as) y amigos (as) y a todos aquellos que de una u otra manera fueron partícipes de este proceso y me apoyaron, que Dios les bendiga por siempre.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I .....	01
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	01
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	01
1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA .....	01
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	04
1.4. OBJETIVOS .....	05
1.4.1. Objetivo general .....	05
1.4.2. Objetivos específicos .....	05
CAPÍTULO II .....	06
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS .....	06
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	06
2.2. MARCO CONCEPTUAL .....	06
2.2.1. La Fresa .....	06
2.2.1.1. Generalidades .....	06
2.2.1.2. Requerimientos de la planta .....	09
2.2.1.3. Manejo del cultivo .....	10
2.2.1.4. Plagas y enfermedades .....	13
2.2.1.5. Cosecha .....	16
2.2.2. Moho gris .....	17
2.2.2.1. Clasificación .....	17
2.2.2.2. Síntomas .....	17
2.2.2.3. Ciclo de vida del hongo .....	18
2.2.2.4. Métodos de control .....	19
2.2.3. Bacilux .....	21
2.2.3.1. Fabricante .....	21
2.2.3.2. Acción fitosanitaria .....	21
2.2.3.3. Formulación y concentración .....	21
2.2.3.4. Compatibilidad .....	21
2.2.3.5. Toxicidad .....	21
2.2.3.6. Modo de acción .....	21
2.2.3.7. Ventajas .....	22
2.2.3.8. Dosis de aplicación .....	22

	Pág.
2.2.3.9. Conservación del microorganismo .....	23
2.2.3.10. Intervalo entre última aplicación y cosecha.....	23
2.2.3.11. Enfermedades que controla .....	23
2.2.4. Calidad del fruto .....	23
2.2.4.1. Definición de calidad .....	23
2.2.4.2. Percepción de la calidad .....	24
2.2.4.3. Componentes de la calidad .....	24
2.2.4.4. Normas de calidad .....	26
2.2.4.5. Índices de calidad .....	27
2.2.4.6. Índices de cosecha .....	27
2.2.4.7. Principales factores que influyen en el deterioro .....	27
2.2.5. Postcosecha .....	29
2.2.5.1. Pre-tratamientos básicos anteriores al almacenamiento y/o mercadeo .....	29
2.2.5.2. Pre-tratamientos especiales antes del almacenamiento ....	30
2.2.5.3. Almacenamiento .....	31
2.3. HIPÓTESIS .....	34
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS .....	34
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	35
CAPÍTULO III .....	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	36
3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	36
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO .....	36
3.3. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR .....	37
3.4. FACTORES EN ESTUDIO .....	37
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	37
3.6. TRATAMIENTOS .....	38
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO .....	38
3.8. DATOS TOMADOS .....	40
3.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA .....	41
3.10. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
CAPÍTULO IV .....	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44

	Pág.
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN .....	44
4.1.1. Infección de <i>Botrytis</i> a los 3, 6, 9, 12 y 15 días .....	44
4.1.2. Presión de la pulpa .....	51
4.1.2.1. Presión de la pulpa a los 3, 6 y 9 días .....	51
4.1.2.2. Presión de la pulpa a los 12 y 15 días .....	58
4.1.3. Pérdida de peso .....	61
4.1.3.1. Pérdida de peso a los 3, 6 y 9 días .....	61
4.1.3.2. Pérdida de peso a los 12 y 15 días .....	69
4.1.4. Contenido de sólidos solubles.....	72
4.1.4.1. Contenido de sólidos solubles a los 3, 6 y 9 días .....	72
4.1.4.2. Contenido de sólidos solubles a los 12 y 15 días .....	78
4.1.5. Potencial hidrógeno - pH .....	80
4.1.5.1. Potencial hidrógeno – pH a los 3, 6 y 9 días.....	80
4.1.5.2. Potencial hidrógeno – pH a los 12 y 15 días.....	86
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN .....	88
4.2.1. En cuatro frío .....	88
4.2.1. Al ambiente .....	89
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	91
CAPÍTULO V.....	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	92
5.1. CONCLUSIONES .....	92
5.2. RECOMENDACIONES .....	94
CAPÍTULO VI .....	95
PROPUESTA .....	95
6.1. TÍTULO .....	95
6.2. FUNDAMENTACIÓN .....	95
6.3. OBJETIVO .....	96
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	96
6.5. MAMEJO TECNICO .....	97
6.6. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN .....	97
BIBLIOGRAFÍA .....	99
ANEXOS .....	103

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
CUADRO 1.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	35
CUADRO 2.	TRATAMIENTOS .....	38
CUADRO 3.	ANÁLISIS DE VARIANCA PARA INFECCIÓN DE <i>BO TRYTIS</i> A LOS 3, 6, 9, 12 Y 15 DÍAS .....	45
CUADRO 4.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA VA- RIABLE INFECCIÓN DE <i>BOTRYTIS</i> A LOS 3, 6, 9, 12 Y 15 DÍAS .....	46
CUADRO 5.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE INFECCIÓN <i>BOTRYTIS</i> A LOS 3, 6, 9, 12 Y 15 DÍAS .....	47
CUADRO 6.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE INFECCIÓN DE <i>BOTRYTIS</i> A LOS 15 DÍAS ...	48
CUADRO 7.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN CONDICIONES ALMACENAMIE- TO POR PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE INFECCIÓN DE <i>BOTRYTIS</i> A LOS 3, 12 Y 15 DÍAS .....	50
CUADRO 8.	ANÁLISIS DE VARIANCA PARA PRESIÓN DE LA PUL- PA A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS .....	52
CUADRO 9.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA VA- RIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS	54
CUADRO 10.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS .....	54
CUADRO 11.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 3 DÍAS .....	54
CUADRO 12.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR INTERVALOS ENTRE APICA- CIÓN Y COSECHA EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA	

	Pág.
	56
CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 12 Y 15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1) .....	58
CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS DE (A1) EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 12 Y 15 DÍAS .....	59
CUADRO 15. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DOSIS DE (A1) EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 12 Y 15 DÍAS .....	60
CUADRO 16. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA INTERVALOS ENTRE APLICACIÓN Y COSECHA DE (A1) EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 12 Y 15 DÍAS .....	60
CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS .....	62
CUADRO 18. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS .....	63
CUADRO 19. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS .....	64
CUADRO 20. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS .....	65
CUADRO 21. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA INTERVALOS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS .....	66
CUADRO 22. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN CONDICIONES ALMACENAMIENTO POR PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 9 DÍAS .....	68
CUADRO 23. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA PÉRDIDA DE PESO A LOS 12 Y 15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1) .....	69

	Pág.
CUADRO 24. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS DE (A1) EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE SO A LOS 12 Y 15 DÍAS .....	70
CUADRO 25. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DOSIS DE (A1) EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 12 Y 15 DÍAS .....	71
CUADRO 26. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR INTERVALOS ENTRE APLICACIÓN Y COSECHA DE (A1), EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 12 Y 15 DÍAS.....	71
CUADRO 27. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS .....	73
CUADRO 28. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 6 Y 9 DÍAS .....	74
CUADRO 29. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 3 Y 6 DÍAS .....	76
CUADRO 30. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR INTERVALOS ENTRE APLICACIÓN Y COSECHA EN LA VARIABLE CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 6 DÍAS .....	76
CUADRO 31. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES DE (A1) A LOS 12 Y 15 DÍAS .....	78
CUADRO 32. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS DE (A1) EN LA VARIABLE CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 12 DÍAS .....	79
CUADRO 33. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA POTENCIAL HIDRÓGENO – PH A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS.....	81
CUADRO 34. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA	

	Pág.
VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – PH A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS .....	82
CUADRO 35. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – PH A LOS 3 DÍAS .....	83
CUADRO 36. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – PH A LOS 3 DÍAS .....	83
CUADRO 37. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN CONDICIONES ALMACENAMIENTO POR PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – PH A LOS 3 DÍAS .....	85
CUADRO 38. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA POTENCIAL HIDRÓGENO–PH A LOS 12 Y 15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1) .....	86
CUADRO 39. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS DE (A1) EN LA VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – PH A LOS 12 DÍAS .....	87
CUADRO 40. PRESUPUESTO PARCIAL DE DATOS PROMEDIADOS A LOS 15 DÍAS EN TRATANIENTOS DE CUARTO FRÍO .....	88
CUADRO 41. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS DE CUARTO FRÍO .....	89
CUADRO 42. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS (CUARTO FRÍO) .....	89
CUADRO 43. PRESUPUESTO PARCIAL DE DATOS PROMEDIADOS A LOS 6 DÍAS EN TRATANIENTOS ALMACENADOS AL AMBIENTE .....	90
CUADRO 44. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS ALMACENADOS AL AMBIENTE .....	91
CUADRO 45. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS (AL AMBIENTE) .....	91

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Infección de <i>Botrytis</i> con respecto a condiciones almacenamien- to .....	46
FIGURA 2. Infección de <i>Botrytis</i> con respecto a dosis de aplicación de Baci- lux .....	49
FIGURA 3. Presión de la pulpa con respecto a condiciones de almacenami- ento .....	53
FIGURA 4. Presión de la pulpa con respecto a dosis de Bacilux .....	55
FIGURA 5. Presión de la pulpa con respecto a intervalos entre aplicación y cosecha .....	56
FIGURA 6. Pérdida de peso con respecto a condiciones de almacenamiento	63
FIGURA 7. Pérdida de peso con respecto a dosis de aplicación de Bacilux	66
FIGURA 8. Pérdida de peso con respecto a intervalos entre aplicación y co- secha .....	67
FIGURA 9. Contenido de sólidos solubles con respecto a condiciones de al- macenamiento .....	75
FIGURA 10. Contenido de sólidos solubles con respecto a intervalos entre a- plicación y cosecha .....	77
FIGURA 11. Potencial hidrógeno-pH con respecto a condiciones de almace- namiento .....	82
FIGURA 12. Potencial hidrógeno – pH con respecto a dosis de aplicación de Bacilux .....	84

## RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se efectuó en la Granja Experimental Docente “Querochaca”, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, situada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, a una altitud de 2850 msnm, a 14 km en dirección Sur-Este del cantón Ambato, entre las coordenadas 01° 22' 20" de latitud Sur y 78° 36' 22" de longitud Oeste; con el propósito de: evaluar el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión; a más de realizar el análisis económico de los tratamientos.

Los tratamientos fueron 8 que recibieron Bacilux más dos testigos. Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas, con arreglo factorial de 2 x 2 + 1 dentro de cada parcela grande (factor condiciones de almacenamiento). Se efectuó el análisis de variancia, pruebas de Tukey al 5% y DMS al 5%. El análisis económico se realizó aplicando el método del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al, 1988.

Los frutos almacenados en condiciones de cuarto frío (A1), prolongaron el tiempo de almacenamiento hasta los 15 días, presentando frutos con infección de *Botrytis* de hasta el 20,33% de promedio, con presión de la pulpa promedio de 0,87 lb de presión y pérdida de peso de hasta 27,98% de promedio; mientras que, los frutos almacenados al ambiente (A2), permanecieron hasta los 9 días de almacenamiento con infección de *Botrytis* de hasta 67%, presión de la pulpa de 0,55 lb de presión, pérdida de peso de hasta 20,29% y a los 12 y 15 días alcanzaron el 100% de infección de *Botrytis*.

Al comparar las condiciones de almacenamiento, los frutos almacenados en cuarto frío (A1), reportaron los mejores resultados, con menor infección de *Botrytis* (0,67% a los 3 días, 1,67% a los 6 días, 2,67% a los 9 días, 12,67% a los 12 días y 20,33% a los 15 días); mayor presión de la pulpa (1,79 lb de presión a los 3 días, 1,64 lb de presión a los 6 días y 1,43 lb de presión a los 9 días); y, menor pérdida de peso (3,37% a los 3 días, 8,37% a los 6 días, 12,95% a los 9 días, 19,50% a los 12

días y 27,98% a los 15 días). El contenido de sólidos solubles a los 6 días fue de 7,84 grados Brix y a los 9 días de 7,26 grados Brix y el potencial hidrógeno-pH a los 3 días de 3,74, a los 6 días de 3,76 y a los 9 días de 3,78.

Los frutos que recibieron aplicación de Bacilux en dosis de 2 cc/l (D2), reportaron mejores resultados, con menor infección de *Botrytis* especialmente a los 15 días (52,92%); producto del mejor control, presentaron mayor presión de la pulpa a los 3 días (1,66 lb de presión), como a los 12 días (1,39 lb de presión) y a los 15 días (1,10 lb de presión). La pérdida de peso fue menor (3,41% a los 3 días, 7,05% a los 6 días, 9,89% a los 9 días, 11,33% a los 12 días y 16,97% a los 15 días); y, el potencial hidrógeno-pH a los 3 días de 3,73.

En cuanto al factor intervalo entre aplicación y cosecha, se comprobó que, aplicar Bacilux ocho días antes de la cosecha (I2), causó el mejor efecto fungicida, cuyos frutos que lo recibieron, producto del mejor control de *Botrytis*, reportaron mayor presión de la pulpa a los 6 días (1,42 lb de presión), como a los 12 (1,39 lb de presión) y a los 15 días (1,10 lb de presión). La pérdida de peso fue significativamente menor (3,53% a los 3 días, 7,23% a los 6 días, 11,23% a los 9 días, 12,13% a los 12 días y 18,92% a los 15 días). La concentración de sólidos solubles a los 6 días fue de 7,30 grados Brix.

Del análisis económico se concluye que, dentro de los tratamientos de cuarto frío, el tratamiento A1D1I2 (en cuarto frío, 1 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), registró la mayor tasa marginal de retorno de 1400% y dentro de los tratamientos almacenados al ambiente, el tratamiento A2D1I2 (al ambiente, 1 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), registró la mayor tasa marginal de retorno de 900%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de éstos tratamientos.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El ataque de moho gris (*Botrytis cinerea*) al fruto de fresa durante el periodo de poscosecha, reduce su calidad y vida útil.

### **1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA**

La fresa es una fruta de distribución mundial, muy apreciada para consumo fresco y la elaboración de postres, debido a sus cualidades de color, aroma y acidez; además es una fruta rica en vitaminas A y C (Barahona y Sancho, 1992).

Existe un problema que afecta gravemente a los productores, comerciantes y consumidores por el mal manejo en poscosecha. Cuando las frutas no tienen una manipulación adecuada en la recolección, clasificación y almacenamiento, su calidad disminuye y no son apreciables para el mercado. En los países desarrollados se estima que las pérdidas en poscosecha de las frutas alcanzan del 5% al 25% de la producción total, mientras en los países en vías de desarrollo van del 25% al 50% y en algunos casos superan estos valores (PROEXANT, 1993).

La FAO (1989), indica que muchas especies de frutas no pueden ser conservadas frescas, porque tienden a descomponerse rápidamente. Para el almacenamiento de la fruta hay que tener en cuenta que la temperatura ambiental elevada favorece la maduración, afectando al aroma y color de la fruta. La conservación a gran escala será el control de su respiración, evitando la maduración de las frutas climatéricas e intentando que la maduración de las frutas no climatéricas sea lo más lento posible.

Al ser la fresa un producto altamente perecible, se presentan varias posibilidades de conservación como la congelación, la deshidratación, el empaquetado complementado con la refrigeración, siendo ésta una tecnología de

preservación que reduce las pérdidas en poscosecha y proporciona una alternativa para la transformación, utilizando materiales comerciales y de fácil acceso (Thompson, 1997).

Domínguez (1993), asegura que el control de enfermedades en poscosecha comienza en el campo ya que un buen programa sanitario disminuye la fuente de inóculo y los riesgos de infecciones luego de la cosecha. Un manejo cuidadoso durante las operaciones de cosecha y empaque disminuye los daños físicos y evitan la entrada de los microorganismos; además de los tratamientos sanitarios y desinfecciones que se realizan, el control de la temperatura es la principal herramienta, ya que disminuye la actividad metabólica de los microorganismos y se mantienen las defensas naturales del producto. El control de la humedad relativa, particularmente para evitar la condensación de agua sobre el producto, así como las atmósferas controladas son también útiles para el control de las enfermedades de poscosecha.

Serrano (1996), dice que la comercialización de fresas en fresco plantea problemas, debido a la elevada velocidad de respiración que presentan estos frutos y a su extremada fragilidad, que impide tratamientos efectivos de limpieza después de la recolección, por lo que es inevitable la presencia de hongos que limitan significativamente el periodo de comercialización.

Meneses (2002), menciona que durante el periodo de poscosecha de la fresa, se pueden presentar grandes pérdidas por la disminución de la cantidad y calidad de la fruta, esto debido a que actualmente las labores de manejo poscosecha, almacenamiento y comercialización no se realizan de la manera adecuada, lo que evidencia una débil cadena agroproductiva del cultivo de la fresa.

Por ser la fruta muy perecible, los productores enfrentan problemas de plagas y enfermedades que limitan la producción y generan gastos por concepto del uso de plaguicidas (Folquer, 1986).

La fresa se altera por la acción del hongo *Botrytis cinerea*, que crece de forma rápida y provoca que la fruta deje de ser comestible en muy poco tiempo. Este patógeno es capaz de afectar el 95% de los frutos después de 48 horas de cosechados (Matamoros, 1986).

Según Chaves (2004), el moho gris es el factor más limitante e importante en el proceso de comercialización de la fresa, en especial cuando los mercados están distantes de los centros de producción y la calidad del fruto no puede ser mantenida con facilidad. Ésta 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.

Agrios (1996), asegura que en el mercado existen varios productos que se recomiendan para prevenir *Botrytis*. La aplicación debe hacerse considerando los siguientes factores: período entre última aplicación y cosecha, problemas de residuos y aceptación de los productos de acuerdo con el mercado.

Martínez (2007), sostiene que la fruta fresca debe ser comercializada lo más pronto posible. Se deben utilizar empaques con paredes lisas (no canastos) y es fundamental que estos sean de poca altura.

Las frutas son consumidas principalmente por su valor nutritivo, por la variedad de formas, colores y sabores que las hace atractivas para la preparación de alimentos. Por ser consumidas crudas o con muy poca preparación, la principal preocupación del consumidor es que se encuentren libres de contaminantes bióticos o abióticos que puedan afectar la salud (PROEXANT, 1993).

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

Según CORPEI (2010), en cuatro años, la superficie cultivada de fresa se incrementó. Pasando de 125 hectáreas en el 2003 a 250 hectáreas en el 2007. La producción en este último año fue de 5000 TM, correspondiendo a una productividad de 20 TM / Ha. Pichincha es uno de los referentes de la producción nacional con el 50 % de superficie, que abastece a las industrias de Tungurahua y al país. Luego está en Tungurahua con el 20 % y el 30 % restante se reparten entre Chimborazo, Cotopaxi, Azuay y parte de Imbabura. La exportación de fruta fresca en el 2002 fue hacia Holanda y Colombia con 122 toneladas. En el 2003 se registraron los volúmenes más altos: 143 toneladas hacia EE.UU. No obstante, la fresa al vapor (en almíbar) es la que más acogida tiene en el mercado. En el 2006 se vendieron 1 460,56 toneladas a EE.UU.

Las pérdidas en poscosecha no son estrictamente reconocidas como tales, por parte de los agricultores y productores en el campo, la falta de previsión en estos aspectos pueden llegar a causar hasta un 100% de pérdida del producto. La FAO reporta que "... es difícil calcular las pérdidas de producción en los países en desarrollo, pero algunas autoridades estiman las pérdidas en no menos del 50 por ciento, la mitad de lo que se cultiva". La mayoría de productores no tienen capacitación para este tipo de tareas como son: procesos de selección, embalaje, almacenamiento, manejo de cuartos fríos, etc.; especialmente en los productos perecibles.

La alimentación de los pueblos está relacionada con las exigencias del mercado nacional e internacional, lo que demanda el desarrollo de tecnología contemporánea en los procesos de producción, manejo agronómico, conservación y comercialización. Además, exige un amplio conocimiento de las propiedades físicas, químicas y térmicas de las frutas, información indispensable para manejar adecuada y eficientemente las operaciones de recolección, clasificación, limpieza, empaque, almacenamiento, asegurando una excelente calidad para su comercialización.

El propósito de esta investigación fue reducir las pérdidas que se producen durante la poscosecha, es decir dar una nueva alternativa a los productores de fresa, estableciendo el tiempo que pueden almacenar los frutos de fresa, bajo condiciones ambientales normales y en cuarto frío, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1 Objetivo general**

Aportar al mejoramiento tecnológico del cultivo de fresa en la fase de poscosecha mediante la evaluación de un biofungicida para alcanzar niveles de conservación que sean eficientes y económicos.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

Evaluar dos dosis y dos intervalos de aplicación del producto Bacilux, y su efecto en los parámetros de calidad del fruto de fresa cultivar Albión almacenada en cuarto frío y al ambiente.

Determinar el tiempo apropiado de almacenamiento, tanto al ambiente como en cuarto frío.

Evaluar económicamente a los tratamientos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Villagomez (2009), evaluó tres dosis (50, 100, 150 cc/l) y dos formas de aplicación (aspersión e inmersión) de Cerafruit en poscosecha en fresa var. Oso grande, se obtuvieron los siguientes resultados. Con la dosis de 150 cc/l se obtuvo mayor peso a los 12 días (19,02 g) y 16 días (17,44 g), menor pérdida de peso a los 4 días (0,80 g), 8 días (1,14 g), 12 días (1,77 g) y 16 días (1,58 g). La presión de la pulpa fue mayor a los 12 días (1,78 lb de presión) y 16 días (1,61 lb de presión), reportando menor pérdida de presión de la pulpa a los 12 días (0,17 lb de presión) y 16 días (0,17 lb de presión). Igualmente, la severidad de enfermedades (*Botrytis cinerea*) fue menor a los 8 días (8,70%), 12 días (16,57%) y 16 días (24,10%). Los frutos que recibieron la cera mediante inmersión en el producto, reportaron menor severidad de enfermedades a los 16 días (28,02%).

#### 2.2. MARCO CONCEPTUAL

##### 2.2.1. La Fresa

###### 2.2.1.1. Generalidades

###### 2.2.1.1.1. Origen

Se descubrió por primera vez en Chile en el año 1614 por el misionero español Alfonso Ovalle en sitios cercanos a la población de Concepción. En el Ecuador se menciona la existencia de fresas por el padre Gregorio Fernández de Velasco, seguramente se refería a la variedad *Fragaria chiloensis* (Folquer, 1986).

#### 2.2.1.1.2 Características botánicas

Matamoros (1986) y PROEXANT (1993), concuerdan en que la planta de fresa tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Fragaria*

Especie: *vesca*

Nombre científico: *Fragaria vesca*

Nombre común: Fresa.

Alsina (1984) y Folquer (1986), coinciden en que la planta de fresa tiene la siguiente descripción botánica:

El sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas. Las raíces presentan cambium vascular y suberoso, son perennes. En condiciones óptimas pueden alcanzar de 2 m a 3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm. Las raicillas carecen de cambium y tienen un período de vida corto, de algunos días o semanas, Las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc, que rompen el equilibrio.

El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado “corona”, en el que se observan numerosas escamas foliares. Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas.

Su limbo está dividido en tres foliolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas ( $300$  y  $400/\text{mm}^2$ ), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración.

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño. La flor tiene entre 5 y 6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al fruto.

Lo que se consume de esta planta es un eterio de color rojo, dulce y aromático, un engrosamiento del receptáculo floral cuya función es contener dentro de sí los frutos verdaderos de la planta, pequeños aquenios de color oscuro que en número de entre 150 y 200 se alojan en cada eterio.

#### 2.2.1.1.3. Variedades

Serrano (1996) y PROEXANT (1993), concuerdan que en el caso particular de la fresa o frutilla la renovación de variedades ha caminado muy rápidamente gracias al avance y progreso en el conocimiento de la genética de la especie y a la introducción inmediata de nuevas variedades que han sido adaptadas a los diferentes medios ecológicos. En todos los países donde se cultiva frutilla los productores se han preocupado preferentemente en seleccionar las mejores variedades de acuerdo a sus medios ecológicos, técnicas de cultivo, resistencia a plagas y enfermedades, tipos de fruta, color y uso. Las variedades de mayor importancia cultivadas en el Ecuador son: Camarosa, Chandler, Oso Grande, Diamante y en menor escala Fern, Douglas, Albión, Irvine, Selva entre otras.

INFOAGRO (2010), sostiene que la variedad Albión tiene como su principal característica su excepcional calidad de fruta, tanto por tamaño (del orden de 32 gramos por fruta) como por sabor y firmeza de la fruta. Es una variedad que mezcla las cualidades buenas de diamante y las de aroma; es de fácil recolección y manejo pos-cosecha, tiene mejor sabor y aspecto; además posee alta resistencia a condiciones meteorológicas adversas y a enfermedades (tolera enfermedades como Phytophthora, Verticillium y Antacnosis); siendo una planta con muy buena aceptación por los agricultores.

### **2.2.1.2. Requerimientos de la planta**

#### **2.2.1.2.1. Clima**

PROEXANT (1993), asegura que la fresa es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas.

Su parte vegetativa es altamente resistente a heladas, llegando a soportar temperaturas de hasta menos 20 °C, aunque los órganos florales quedan destruidos con valores inferiores a 0°C.

Barahona y Sancho (1992), mencionan que en condiciones, donde todos los días tienen menos de 12 horas de luz, el factor determinante para producir fruta, es la temperatura óptima que será en promedio de 14 ° C, pero se adapta bien entre los 10 y 20°C.

Serrano (1996), asegura que la zona apta para producción de la fruta se ubica entre los 1.200 y 2.900 m.s.n.m. y que la pluviometría mínima requerida en secano se sitúa en torno a los 600 mm.

#### **2.2.1.2.2. Suelo**

Maroto (1995), dice que como la planta de fresa tiene un sistema radicular que en un 80% ó más se ubica en los primeros 25 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. La influencia del suelo, su estructura física y contenido químico es una de las bases para el desarrollo de la fresa. Ésta prefiere suelos equilibrados, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua. El equilibrio químico de los elementos nutritivos se considera más favorable que una riqueza elevada de los mismos. Niveles bajos de patógenos son igualmente indispensables para el cultivo.

PROEXANT (1993), sostiene que en cuanto a las características físico-químicas que debe reunir el suelo para el cultivo de fresa se tiene: la planta soporta bien valores de pH entre 6 y 7, situándose el óptimo en torno a 6,5 e incluso menor; en materia orgánica serían deseables niveles del 2% al 3%; 10 se considera un valor adecuado para la relación carbono/nitrógeno, con ello se asegura una buena evolución de la materia orgánica aplicada al suelo. Se debe evitar suelos salinos, con concentraciones de sales que originen conductividad eléctrica en extracto saturado superiores a 1 mmhos/cm (milimhos por centímetro) ya que puede registrarse disminución en la producción de fruta.

#### 2.2.1.2.3. Agua

Folquer (1986), dice que la fresa es un cultivo muy exigente tanto en la cantidad de agua, bien repartida y suficiente a lo largo del cultivo, como en la calidad que presente ésta; presenta gran sensibilidad a la salinidad, no soporta concentraciones de 1 gramo por litro de agua. Se considera que la planta tiene un consumo hídrico de 400 a 900 mm anuales.

### 2.2.1.3. Manejo del cultivo

#### 2.2.1.3.1. Labores preculturales

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1985), señala que se debe arar o roturar el terreno con anticipación

aplicando los correctivos que sean necesarios. Generalmente se hacen de 1 o 2 rastrilladas, aplicando materia orgánica y cal, si el suelo lo exige.

Folquer (1986), dice que desde el punto de vista biológico, el suelo puede presentar peligrosidad para el cultivo por la presencia de hongos, nematodos, ácaros, insectos y malas hierbas. Es por ello que se hace necesaria la técnica de desinfección del suelo antes de la plantación de fresa, ésta consiste en la aplicación directa al suelo de un agente biocida de naturaleza física o química, con el que se eliminan total o parcialmente los agentes negativos antes mencionados. Hoy en día, son muchos los productos que existen en el mercado con características biocidas que son empleados en muy diversos cultivos. No obstante, se suelen utilizar únicamente dos tipos de tratamientos, el de Bromuro de Metilo y el de Metham Sodio.

Alsina (1984), asegura que se puede sembrar en camas 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 camas de 70 a 80 cm de ancho y de 20 cm de altura. En cada una 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 camas debe ser de por lo menos 40 cm.

Folquer (1986), indica que la cobertura consiste en extender sobre el suelo un material plástico, generalmente polietileno, de forma que la planta va alojada en agujeros realizados sobre dichas láminas. La impermeabilidad del material evita la evaporación del agua del suelo lo que le convierte en un buen regulador hídrico y economizador de agua. El sistema contribuye a incrementar la precocidad de la cosecha y la temperatura media de la zona donde se sitúan las raíces de la planta.

INFOAGRO (2010), afirma que para conseguir la precocidad buscada, se tiene un sistema de protección complementario al acolchado que viene a ejercer las funciones de invernadero. Se pueden distinguir dos

tipos de forzados diferentes. Por un lado los microtúneles, los cuales cubren un solo caballón, constan de una estructura formada por arquillos de 6-8 mm de diámetro, en hierro galvanizado y de unos 2 m de longitud. La otra estructura es el macrotúnel, que llega a cubrir de 7 a 9 caballones de fresón, los arcos son de 6 a 7 m de longitud y casi 3 de altura. Ofrece un espacio de trabajo cómodo y una mejor protección.

Serrano (1996), asegura que 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 nuevas 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. 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. 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.

#### 2.2.1.3.2. Labores culturales

Maroto (1995), dice que el riego es un actor fundamental en la producción de fresas. En las principales zonas de producción. 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.

Serrano (1996), afirma que la fresa es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de estiércol de alrededor de 3 kg/m<sup>2</sup>, que además debe estar muy bien descompuesto para evitar favorecer el desarrollo de enfermedades y se enterrará con las labores de preparación

del suelo. Se deben evitar los abonos orgánicos muy fuertes como la gallinaza, la palomina, etc.

Folquer (1986), explica que como abonado de fondo se pueden aportar alrededor de 100 g/m<sup>2</sup> de abono complejo 15-15-15. En riego por gravedad, el abonado de cobertera puede realizarse de la siguiente forma: al comienzo de la floración, cada tercer riego se abona con una mezcla de 15 g/m<sup>2</sup> de sulfato amónico y 10 g/m<sup>2</sup> de sulfato potásico, o bien, con 15 g/m<sup>2</sup> de nitrato potásico, añadiendo en cada una de estas aplicaciones 5 cc/m<sup>2</sup> de ácido fosfórico.

Alsina (1984), explica que por el tipo de crecimiento de la planta de fresa, la producción constante de tallos hace que la planta acumule gran cantidad de hojas y ramas muertas, consecuencia también del calor producido por la cobertura de polietileno negro. La poda debe realizarse después de los ciclos fuertes de producción; se quitan los racimos viejos, hojas secas, dañadas y restos de frutos que quedan en la base de los macollos. 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, facilitando la aplicación de plaguicidas y se previene el ataque de hongos en la fruta.

#### **2.2.1.4. Plagas y enfermedades**

##### **2.2.1.4.1. Plagas**

Alsina (1.984), Folquer (1986) y otros autores aseguran que las principales plagas que atacan al cultivo son:

Vaquitas (*Diabrotica spp.*), atacan las hojas de plantas de cualquier edad. Sólo se recomienda la aplicación de insecticidas si el daño es severo.

Arañita roja (*Tetranychus urticae*), 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 arañas muy pequeñas que se mueven, el daño aparece primero en las hojas viejas.

Acaro de la fresa (*Steneotarsonemus pallidus*), 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.

Trips (*Frankliella occidentalis*), estos dañan con su estilete las flores y los frutos, llegando a deformarlos como reacción a su saliva tóxica. Debe prevenirse su ataque atendiendo al número de formas móviles por flor, suelen aparecer con tiempo seco, aumentando su población con la elevación de las temperaturas.

Nemátodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne hapla*), los nemátodos parasíticos de las plantas son gusanos redondos microscópicos sin segmentos, su presencia puede causar estrés en las plantas y reducir el rendimiento.

#### 2.2.1.4.2. Enfermedades

Alsina (1984), Folquer (1986) y otros autores mencionan a las siguientes enfermedades como las principales:

Oidio (*Oidium fragariae*), se manifiesta como una pelusa blanquecina sobre ambas caras de la hoja, prefiere las temperaturas elevadas, de 20 a 25°C y el tiempo soleado, deteniendo su ataque en condiciones de lluvia prolongada.

Mildiú polvoriento (*Sphaerotheca macularis*), las hojas infectadas con el mildiú polvoriento al principio tienen colonias pequeñas de esporas polvorientas de color blanco en el envés de las hojas. Las colonias se agrandan hasta cubrir la superficie entera de la parte inferior de la hoja, causando que los bordes de la hoja se enrollen. Manchas de color morado rojizo aparecen en las superficies superiores e inferiores de las hojas. Las flores infectadas producen fruta deformada o carecen de fruta. Las flores infectadas severamente pueden quedar cubiertas completamente por el micelio y morir. La fruta inmadura infectada se pone dura y desecada.

Domínguez (1993), explica que las principales enfermedades de la raíz y el cuello de la planta son producidas por (*Rhizoctonia solani*, *Phytophthora fragariae* y *Verticillium alboatrum*). *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. La pudrición causada por *Phytophthora fragariae* 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. En el caso de la pudrición por *Verticillium alboatrum* las hojas externas de la planta muestran una coloración café oscuro en los márgenes y en el área internerval. 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.

Viruela (*Mycosphaerella fragariae*), ataca las plantas de cualquier edad, aunque son más susceptibles las plantas nuevas con follaje suculento. 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.

Mancha angular (*Xanthomonas fragariae*), 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.

PROEXANT (1993), dice que entre las principales enfermedades que atacan al fruto en la poscosecha esta primeramente la pudrición por Botrytis o moho gris causada por (*Botrytis cinérea*) que es la mayor causa de pérdidas poscosecha en fresa. Ya que este hongo continúa creciendo aún a 0°C (32°F), aunque muy lentamente. Y en segundo lugar se encuentra la pudrición por Rhizopus que es causada por el hongo (*Rhizopus stolonifer*), cuyas esporas generalmente están presentes en el aire y se propagan fácilmente. Este hongo no crece a temperaturas inferiores a 5°C (41°F), por lo tanto el buen manejo de la temperatura es el método más simple de control.

#### **2.2.1.5. Cosecha**

Folquer (1986), dice que debido a que la fruta es altamente perecedera, debe cosecharse cada tres días y manejarse con mucho cuidado.

Alsina (1984), manifiesta que debe empezarse a manejar la fruta desde antes de su formación y su desarrollo, para que llegue en buenas condiciones a la cosecha. 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 (0-20°C). La selección de la fruta se hace de acuerdo con el mercado al que se dirige, lo mismo que el empaque.

## 2.2.2. Moho gris

### 2.2.2.1. Clasificación

Según Agrios (1996), tiene la siguiente clasificación.

Reino: Vegetal  
Phylum: Tallophyta  
División: Mycota  
Subdivisión: Eucomicota  
Clase: Hyphomycetes  
Orden: Hyphales  
Género: *Botrytis*  
Especie: *cinerea*  
Nombre científico: *Botrytis cinerea*

### 2.2.2.2. Síntomas

Agrios (1996), asegura que cuando las esporas caen en las flores de la fresa, pueden infectarlas si están expuestas al agua libre y temperaturas frescas. Las infecciones pueden causar que las flores se pudran, o la *Botrytis* puede entrar en un período de latencia en el tejido floral. Las infecciones latentes entran nuevamente en actividad en la fruta en cualquier momento antes o después de la cosecha cuando el azúcar aumenta y las condiciones se vuelven favorables para el desarrollo de la enfermedad. Al principio, las infecciones aparecen como lesiones pequeñas de color café debajo del cáliz (estrella). Las lesiones empiezan a echar esporas un día después de que reanudan su actividad y aparecen las estructuras de las esporas debajo del cáliz como tallos diminutos con racimos de esporas en la punta. El tamaño de las lesiones aumenta rápidamente. Las frutas verdes tanto como las rojas son susceptibles, pero las frutas maduras se pudren más rápidamente.

El mismo autor dice que, las frutas infectadas mantienen su forma original y producen una capa velluda de color café grisáceo de micelio y

esporas. Al principio, las partes podridas están blandas y pulposas, poniéndose correosas y secas por falta de bastante humedad. Millones de esporas se producen en cada fruta y pueden ser arrastradas por el viento, hasta por una brisa muy leve. También puede ocurrir una infección directa de la fruta si las frutas quedan expuestas al agua libre. Estas infecciones se desarrollan de la misma manera que en las frutas cuyas flores estaban infectadas, pero difieren en que pueden aparecer múltiples lesiones iniciales en cualquier parte de la superficie de la fruta. Las frutas verdes tienden a ser más resistentes que las frutas más blandas que tienen más azúcar.

### **2.2.2.3. Ciclo de vida del hongo**

Chaves (2004), explica que el patógeno *Botrytis cinerea* produce gran cantidad de micelio gris y varios conidióforos largos y ramificados, cuyas células apicales redondeadas producen racimos de conidios ovoides, unicelulares, incoloros o de color gris.

Los conidióforos y los racimos de conidios se asemejan a un racimo de uvas. El hongo libera fácilmente sus conidios cuando el clima es húmedo y luego éstos son diseminados por el viento. El hongo a menudo produce esclerocios irregulares, planos, duros y de color negro.

Domínguez (1993), sostiene que *Botrytis* inverna en el suelo en forma de esclerocios o de micelio, el cual se desarrolla sobre restos de plantas en proceso de descomposición. El hongo no infecta las semillas, pero puede propagarse con las semillas contaminadas mediante esclerocios del tamaño de esas semillas o sobre restos de plantas a los que ha infectado.

Agrios (1996), menciona que el patógeno muestra actividad a bajas temperaturas y produce pérdidas considerables en cosechas que se han mantenido almacenadas durante largos periodos, aun cuando las temperaturas estén entre 0°C y 10°C. Las esporas que han germinado rara vez penetran directamente en los tejidos que muestran un crecimiento activo, pero lo hacen en tejidos de la planta a través de heridas o después de que se han desarrollado durante un cierto tiempo y han

formado micelio sobre los pétalos de flores senescentes, follaje moribundo de las plantas, escamas de bulbos muertos, etc.

#### **2.2.2.4. Métodos de control**

##### **2.2.2.4.1. Métodos preventivos y prácticas culturales**

Agrios (1996), dice que se debe manejar la aireación, calefacción y el riego en invernadero con el fin de reducir la duración de los periodos diarios que combinan humedad, saturación, condensaciones y temperaturas de 15°C a 17°C.

Chaves (2004), explica que se debe hacer podas y deshojados a ras del tallo para no dejar tocones que sirvan al desarrollo del parásito. Es fundamental la retirada de restos de cultivo y plantas afectadas por la enfermedad tanto del interior del invernadero como de sus alrededores.

Domínguez (1993), asegura que se debe; Controlar los niveles de nitrógeno en el suelo, ya que niveles elevados favorecen el desarrollo de la enfermedad; aplicar cubiertas plásticas de invernadero con absorción de luz ultravioleta ya que reducen la esporulación; y también desinfectar las semillas.

##### **2.2.2.4.2. Control biológico**

Agrios (1996), sostiene que en un sentido amplio el control biológico involucraría todas aquellas prácticas tendientes a disminuir la incidencia de enfermedades excluyendo el control químico.

No es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los antagonistas y los patógenos sobre la planta o en las heridas. En general los antagonistas no tienen un único modo de acción y la multiplicidad de modos de acción es una característica a seleccionar en un antagonista. Esto se debe a que los riesgos de seleccionar al

patógeno por resistencia al antagonista se reducen al actuar éste último por varios mecanismos. El riesgo de resistencia se reduce también mediante el uso de combinaciones de antagonistas de diferente modo de acción. Se han descrito varios mecanismos de acción de los antagonistas para controlar el desarrollo de patógenos sobre la fruta. Ellos son: antibiosis, competencia por espacio o por nutrientes, interacciones directas con el patógeno (micoparasitismo, lisis enzimática), e inducción de resistencia (Chaves, 2004).

El género *Bacillus* incluye una importante variedad de especies Gram-positivas, no patogénicas, con propiedades antagonistas. Son buenas secretoras de proteínas y metabolitos, fáciles de cultivar y altamente eficientes para el control de plagas y enfermedades. Los mecanismos de acción de *Bacillus spp.* incluyen competencia por espacio, nutrientes, antibiosis e inducción de resistencia. Además, tienen comprobado efecto en la promoción de crecimiento de las plantas; la capacidad de *Bacillus spp.* de formar esporas que sobreviven y permanecen metabólicamente activas bajo condiciones adversas las hace apropiadas para la formulación de productos viables y estables para el control biológico (Esterio y Auger. 1997).

#### 2.2.2.4.3. Control químico

Domínguez (1993), señala que se basa en el empleo de fungicidas. El control de *Botrytis cinerea* en los terrenos de cultivo mediante aspersiones químicas aún no ha tenido el éxito deseado, especialmente en los climas húmedos y fríos.

Agrios (1996), manifiesta que para el control químico de las pudriciones del fruto, como es el caso del moho gris de la fresa, se recomiendan las aspersiones con captán, thiram o benomyl.

### **2.2.3. Bacilux**

#### **2.2.3.1. Fabricante:** Biocontrol Science

**2.2.3.2. Acción fitosanitaria:** Bacilux es un potente biofungicida, biobactericida y bioestimulante vegetal, que contiene principios activos de naturaleza iturínica, pirrolnitrínicos, meta-polisacarínicos, complejos enzimáticos bacterianos originarios de cepas seleccionadas de *Bacillus spp.*, *Pseudomonas fluorescens* y *Burkholderia cepacia*, estabilizados y homogenizados para el control de un amplio rango de fitopatógenos vegetales. Doble modo de acción, combaten espectros de fitopatógenos de tipo procariótico-eucariótico y refuerzan el sistema inmune de la planta y procesos fisiológicos afectados por afecciones bióticas o abióticas por la participación directa en procesos de decodificación celular. Poseen moléculas siderofóricas de alta afinidad quelatizante, destinadas para el más eficiente aprovechamiento de nutrientes minerales. Su naturaleza es completamente inocua al medio ambiente y ser humano, posee mecanismos de autorregulación dentro de la cadena trofobiótica, beneficiando microorganismos del micronicho del cultivo en el que se aplica.

**2.2.3.3. Formulación y concentración:** Alfa Itu-rinas, pirronitrinas, alfa amilasas, glucanasas, lípidos neutrales, tetra liposomas, lisosomas, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus spp.* y *Burkholderia cepacia*.

**2.2.3.4. Compatibilidad:** Bacilux es compatible con herbicidas, insecticidas, agroquímicos de reacción neutra y ácida, biopesticidas cuyo ingrediente activo son bacterias.

**2.2.3.5. Toxicidad:** Categoría Toxicológica IV.

**2.2.3.6. Modo de acción:** Los ingredientes activos contenidos en el Bacilux se caracterizan por la actividad de sustancias antibióticas fungales y bacterianas que suprimen o detienen la actividad fitopatógena en curso que afecta a la planta independientemente del estadio patológico de infección. Debilitan procesos

metabólicos vitales de hongos y bacterias, adecuándolos para que la parte vital del producto, las células activas, completen el proceso de biocontrol del hongo o de las bacterias fitopatógenas, ejerciendo los siguientes modos de acción.

2.2.3.6.1. Producción de sideróforos. Que son compuestos extracelulares de bajo peso molecular con una elevada afinidad por el ión hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos

2.2.3.6.2. Competencia. La competencia más común es por nutrientes, oxígeno o espacio.

2.2.3.6.3. Antibiosis. Produce antibióticos del tipo Bacilysin e Iturin que son altamente fungo tóxicos.

2.2.3.6.4. Promotor de crecimiento. La bacteria al establecerse en el sistema radical lo protege y estimula la absorción de nutrientes.

2.2.3.6.5. Inducción a resistencia. Al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que le dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nematodos patógenos.

#### **2.2.3.7. Ventajas:**

No contamina el ambiente.

No es tóxico en humanos, animales y plantas.

Constituye un reservorio benéfico de inóculo.

Puede usarse en la agricultura orgánica y convencional.

Puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares, bactericidas; algunos fungicidas sistémicos.

#### **2.2.3.8. Dosis de aplicación:**

Preventivas 0.1-0.5 ml/L.

Curativas 0.8-1.0 ml/L.

Erradicativas 1.2-1.5 ml/L.

Dosis inoculativa. La frecuencia de aplicaciones varia dependiendo de las enfermedades a controlar. En el caso de enfermedades de follaje la frecuencia varía de 15 a 30 días.

**2.2.3.9. Conservación del microorganismo:** El producto requiere de refrigeración para periodos mayores de una semana de almacenamiento.

**2.2.3.10. Intervalo entre última aplicación y cosecha:** Ocho días.

**2.2.3.11. Enfermedades que controla:** Los ingredientes activos contenidos en el Bacilux se caracterizan por ser enemigos naturales de muchas enfermedades y nematodos entre ellas las que pertenecen a los géneros: *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Oidium*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*; además puede reducir la incidencia de nematodos.

## **2.2.4. Calidad del fruto**

### **2.2.4.1. Definición de calidad**

Thompson (1997), dice que la palabra calidad proviene del latín *qualitas*, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es grado de excelencia o superioridad. Aceptando esta definición, se puede decir que un producto es de mejor calidad cuando es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente.

PROEXANT. (1993), Asegura que en términos del servicio o satisfacción que produce a los consumidores, podríamos también definirla como el grado de cumplimiento de un número de condiciones que determinan su aceptación por consumidor.

#### **2.2.4.2. Percepción de la calidad**

Thompson (1997), sostiene que la calidad es una percepción compleja de muchos atributos que son evaluados simultáneamente en forma objetiva o subjetiva por el consumidor.

El cerebro procesa la información recogida por la vista, olor y tacto e instantáneamente lo compara o asocia con experiencias pasadas y/o con texturas, aromas y sabores almacenados en la memoria. Por ejemplo, con sólo mirar el color, el consumidor sabe que un fruto está inmaduro y que no posee buen sabor, textura o aroma. Si el color no es suficiente para evaluar la madurez, utiliza las manos para medir la firmeza u otras características perceptibles.

#### **2.2.4.3. Componentes de la calidad**

FAO (1989), afirma que la apariencia es la primera impresión que el consumidor recibe y el componente más importante para la aceptación y eventualmente la compra. Distintos estudios indican que casi el 40 por ciento de los consumidores toma la decisión de comprar en el interior del supermercado. La forma es uno de los subcomponentes más fácilmente perceptibles, aunque en general, no es un carácter decisivo de la calidad, a no ser que se trate de deformaciones o defectos morfológicos. En algunos casos la forma es un indicador de la madurez y por lo tanto de su sabor.

Meneses (2002), dice que la uniformidad es un concepto que se aplica a todos los componentes de la calidad (tamaño, forma, color, madurez, compacidad, etc). Para el consumidor es un aspecto relevante que le indica que ya alguien que conoce el producto lo ha seleccionado y separado en categorías basadas en los estándares de calidad oficiales. Tan importante es, que la principal actividad de la preparación para mercado es precisamente uniformizar el producto.

Artes (2000), considera que el brillo realza el color de la mayor parte de los productos, pero es particularmente valorado en especies como manzana, a tal punto que muchas de ellas son enceradas y lustradas para mejorar su aspecto.

Dentro de los primeros tenemos a los daños mecánicos, lesiones o laceraciones que tienen lugar durante el manipuleo del producto siendo la puerta de entrada a la mayor parte de los patógenos causantes de podredumbres durante la poscosecha.

Meneses (2002), expresa que el sabor es la combinación de las sensaciones percibidas por la lengua (sabor o gusto) y por la nariz (aromas), Sin bien son perfectamente separables unas de otras, por estar tan cerca los órganos receptores, simultáneamente al acto de acercarse a la boca, morder, masticar y degustar, estamos percibiendo los aromas, particularmente aquellos que se liberan con la trituración de los tejidos.

PROEXANT (1993), explica que el aroma de las frutas está dado por la percepción humana de numerosas sustancias volátiles. Es común que especies de un mismo género posean aromas similares. La palabra aroma normalmente se utiliza para olores agradables, mientras que olor se denomina al resto.

Artes (2000), afirma que desde el punto de vista nutritivo, las frutas no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales diarios, esencialmente por su bajo contenido de materia seca. Poseen un alto contenido de agua y bajo de carbohidratos, pero son, en general, una buena fuente de minerales y vitaminas. La fibra dietética se puede definir como la porción vegetal que no puede ser digerida por las enzimas del tracto digestivo humano aunque sus componentes son metabolizados anaeróbicamente en proporciones variables por la microflora del colon.

Thompson (1997), considera que las frutas no solamente deben ser atractivas en cuanto a su apariencia, frescura, presentación y valor nutritivo, sino también su consumo no debe poner en riesgo la salud. El consumidor no tiene forma de detectar la presencia de sustancias nocivas y depende enteramente de la seriedad y responsabilidad de todos los integrantes de la cadena de producción y distribución.

#### **2.2.4.4. Normas de calidad**

Meneses (2002), manifiesta que la fruta fresca para exportación es la de mejor calidad. La selección se basa en el 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 al pedido de los compradores, ejemplo: extra grade, grande mediana y pequeña. Existen normas establecidas para cada tamaño. Así la extra grande 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. La fruta de exportación se empaca primeramente en canastitas plásticas de una pinta con 250 g de fruta, si es para el mercado de Europa, ó 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.

PROEXANT (2010), afirma que 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.

Thompson (1997), asegura que 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.

#### **2.2.4.5. Índices de calidad**

FAO (1989), dice que la mayor aceptación del consumidor se logra con fruta de alto contenido de sólidos solubles (CSS). La acidez de fruta, y el contenido de fenoles también son factores importantes en la aceptación del consumidor. Se consideran "listas para comer" las frutas que tengan una firmeza de pulpa de 2-3 libras de presión medidas en la zona lateral del fruto, son más aceptables para el consumidor.

#### **2.2.4.6. Índices de cosecha**

PROEXANT (2010), asegura que se basan en el color de la superficie de la fresa. En Estados Unidos mínimo 1/2 ó 3/4 de la superficie en color rojo o rosa, dependiendo del grado de calidad. En California mínimo 2/3 de la superficie en color rojo o rosa.

#### **2.2.4.7. Principales factores que influyen en el deterioro**

La mayoría de los frutos, así como las hortalizas se conservan vivos después ser cosechados y por esta condición están sujetos a cambios y deterioro.

Thompson (1997), asegura que el deterioro se produce simplemente por la pérdida de calidad en un organismo vivo, este puede ser de tres tipos:

a. Deterioro Fisiológico, se produce como consecuencia normal de su metabolismo. En efecto la respiración es un proceso normal en un organismo vivo, pero produce deterioro normal o fisiológico puesto que utiliza sustancias como el almidón y la glucosa y las transforma en agua, CO<sub>2</sub> y energía.

Parte de esta energía se capta en el sistema para realizar el resto del trabajo metabólico y el excedente se pierde como calor.

Se puede influir en el proceso de deterioro, acelerando o disminuyendo el promedio de temperatura; el deterioro se puede disminuir, pero nunca detener. En el momento que se detiene la respiración, se interrumpe el sistema respiratorio y se detiene la vida del producto.

b. Deterioro Patológico, se produce por hongos, que en poscosecha son específicos y muy difíciles de controlar una vez que se han establecidos. Es por ello que todo lo relacionado al control de hongos en poscosecha debe ser preventivo.

El hongo, en la fruta, para poder colonizar la célula emite enzimas que son degradantes de la pared celular y lamina media; algunos hongos, como los del género *Penicillium* tienen la capacidad de generar gas etileno y acelerar de esta forma la colonización del producto aumentando su deterioro; en todo caso, el hongo secreta las mismas enzimas que se producen en la fruta cuando se inicia la senescencia, por ello el deterioro patológico es muy rápido.

c. Deterioro Físico, se produce al maltratar la fruta, infringiéndole daño por golpes, machucones o heridas que producen una aceleración del deterioro al permitir la entrada de hongos, la salida de agua, deshidratación y la producción de etileno que acelera la maduración y senescencia.

Meneses (2002), menciona que cuando el producto se expone a temperaturas extremas, modificaciones de la composición de la atmósfera o contaminación, sufre un deterioro fisiológico anormal, que puede causar sabores desagradables, detención del proceso de maduración u otras modificaciones de los procesos vitales; pudiendo dejar de ser apto para el consumo.

## **2.2.5. Poscosecha**

### **2.2.5.1. Pre-tratamientos básicos anteriores al almacenamiento y/o mercadeo**

Thompson (1997), asegura que existen ciertos pre-tratamientos que deben realizarse antes del almacenamiento y/o mercadeo de cualquier producto fresco.

#### **2.2.5.1.1. Limpieza**

Martínez (2007), recomienda que todas las piedrecillas, partículas de tierra y restos de plantas deben ser eliminadas antes del almacenamiento, especialmente si el producto va a ser almacenado a granel. Las piedrecillas dañan el producto y las partículas de tierra y restos vegetales lo compactan y restringen la ventilación, dando origen a zonas en donde se acumula el calor, siendo además vehículos de gérmenes patógenos que dañan el producto.

#### **2.2.5.1.2. Clasificación por grados de calidad**

PROEXANT (1993), asegura que la clasificación se debe hacer teniendo en cuenta las características del producto: Ya que el producto muy pequeño pierde agua con rapidez y se marchita durante el almacenamiento; el producto que ha sufrido magulladuras o cortes pierde agua y es invadido fácilmente por los gérmenes patógenos presentes; el producto infectado se deteriora rápidamente, se calienta y se convierte en una fuente de inóculo de infección para el producto sano; el producto sobremaduro tiene menor resistencia a las enfermedades, un potencial reducido de almacenamiento. Por lo tanto el producto pequeño, dañado, infectado y sobremaduro debe ser eliminado.

### **2.2.5.2. Pre-tratamientos especiales antes del almacenamiento**

Meneses (2002), considera que estos tratamientos son suplementarios al uso de la temperatura y vale la pena enfatizar que ninguno de ellos puede sustituir la utilización de una temperatura y humedad relativa óptima para prolongar la vida de almacenamiento más allá de lo que sería posible cuando solamente se utiliza el control de la temperatura y la humedad relativa. Los principales tratamientos son:

#### **2.2.5.2.1. Fumigación**

Meneses (2002), indica que los desinfectantes clorados son útiles si se aplican en el agua de enfriamiento y de lavado, pero son difíciles de usar con eficiencia porque el elemento activo se combina con facilidad con cualquier material orgánico, disminuyendo rápidamente la efectividad de la cloración y el poder desinfectante.

Martínez (2007), manifiesta que los fungicidas de poscosecha se aplican con mayor frecuencia en soluciones acuosas, ya sea para inmersión o como pulverizaciones. Las soluciones pueden ser aplicadas fácilmente a productos que se mojan con otros fines, como sucede en el lavado de los cítricos, o en la eliminación del látex de los plátanos.

#### **2.2.5.2.2. Recubrimiento de la superficie**

Meneses (2002), sostiene que para algunos mercados es práctica normal aplicar recubrimientos superficiales, especialmente ceras a ciertas frutas (ejemplo: pepinos, tomates, fresas, manzanas, cítricos y piña) para reducir la marchitez, el arrugamiento y para mejorar la apariencia ya que dan lustre a la superficie. Los materiales usados incluyen compuestos a base de petróleo, pero principalmente se usan aceites y ceras vegetales en diversas combinaciones. La cantidad de cera aplicada es generalmente muy pequeña y está destinada principalmente a servir como sustituto de la propia cera natural del producto que

puede haber sido removida durante el lavado y limpieza. Algunos mercados exigen un tratamiento con cera como parte de su procedimiento normal de mercadeo, porque el consumidor se ha acostumbrado al producto brillante.

#### 2.2.5.2.3. Maduración

Artes (2000), sostiene que las frutas climatéricas como plátanos, paltas (aguacates) y mangos, deben cosecharse inmaduras cuando se exportan a mercados distantes y se deben embarcar cuando todavía están duras y verdes, a fin de reducir el daño y las pérdidas durante el viaje y la manipulación. Al llegar al mercado en ciertos países, los plátanos se hacen madurar en cámaras construidas a propósito, exponiéndolos a una concentración de etileno de 1.000 ppm, en condiciones de temperatura y ventilación controladas.

#### 2.2.5.2.4. Irradiación

Thompson (1997), testifica que hace muchos años que se demostró que la irradiación de productos frescos con rayos gama prolongo la vida en almacenamiento, ya que esta destruye insectos y patógenos, conservando la calidad de cosecha en una amplia variedad de frutas y hortalizas.

### **2.2.5.3. Almacenamiento**

#### 2.2.5.3.1. La necesidad de almacenar

FAO (1987), dice que en los países con clima templado, gran parte de la producción de frutas está confinada a períodos de crecimiento relativamente cortos, por lo que el almacenamiento de productos frescos es esencial para abastecer a la población, una vez pasada la época de cosecha.

Meneses (2002), menciona que en la actualidad, la mayoría de los cultivos de raíz y algunas frutas y hortalizas se almacenan por períodos hasta de doce meses como parte de la cadena normal de

mercadeo y todo tipo de productos son a veces almacenados por unos cuantos días o semanas:

- a. Porque no hay un comprador inmediato.
- b. Porque no existe disponibilidad de transporte u otras facilidades esenciales.
- c. Para prolongar el periodo de mercadeo e incrementar el volumen de ventas.
- d. Para esperar un alza en los precios.

#### 2.2.5.3.2. Aspectos económicos del almacenamiento

Thompson (1997), asegura que el almacenamiento hace subir el costo del producto y mientras más sofisticado sea, mayor será el costo adicional. Normalmente, no vale la pena almacenar un producto fresco si el incremento de precio que se obtiene después del almacenamiento no es mayor que los costos del mismo, más una ganancia en la operación. A veces, puede resultar aceptable no ganar en la razón costo/retorno si ello significa que a la larga el volumen de producto vendido es mayor o si las instalaciones de almacenamiento se usan con mayor eficiencia. En ciertos procesos de mercadeo, el almacenamiento del producto es un requerimiento habitual y se asume que su costo es una parte aceptada de la estrategia de producción y mercadeo. Cuando el almacenamiento se realiza con éxito, el aumento de precio del producto puede predecirse usando la información de temporadas anteriores, aunque es muy difícil que esta información retrospectiva sea exacta.

#### 2.2.5.3.3. Consideraciones respecto a la temperatura, humedad y tipos de productos

Artes (2000), afirma que la mayoría de las frutas tropicales que maduran rápidamente y las frutas blandas de cualquier clase se caracterizan, por su corta vida de almacenamiento. La respiración de todos los productos vegetales aumenta con la temperatura, razón por la cual, las técnicas de

almacenamiento buscan reducir la temperatura del producto. Las bajas temperaturas del almacenamiento además tienen la ventaja que reducen la pérdida de agua del producto y la transpiración. La humedad relativa alta mejora la vida de almacenamiento del producto. Las bodegas deberían mantenerse idealmente a la mayor humedad relativa (H.R.) que el producto pueda tolerar, para ello existen humidificadores de varios tipos y aunque el 100% de H.R. impediría totalmente la pérdida de agua. Es importante que la circulación del aire en el interior de la bodega y alrededor del producto sea la adecuada para asegurar un enfriado eficiente; sin embargo, demasiado aire puede aumentar drásticamente la pérdida de agua del producto.

#### 2.2.5.3.4. Tipos de almacenamiento

a. Almacenamiento refrigerado y en ambiente controlado. Artes (2000), dice que el enfriamiento con cuarto frío es simplemente la ubicación del producto en un cuarto equipado con unidades de refrigeración, donde se insufla aire con ciertas características. Puede ser usado en la mayoría de los productos, pero es muy lento cuando se requiere un enfriamiento rápido. Es efectivo para almacenar productos preenfriados, pero en algunos casos no remueve la carga de calor de campo con la suficiente velocidad. Además un buen diseño del cuarto frío logrará que el sistema sea bastante eficiente, incluso desde el punto de vista económico.

Thompson (1997), asegura que la fruta para consumo en fresco no puede ser almacenada, debe mantenerse en cámara fría entre 0 y 20°C con 85%-90% de humedad relativa; aún así no puede mantenerse más de 4 días antes de ser llevada al mercado.

b. Almacenamiento al ambiente. Thompson (1997), sostiene que la temperatura es un factor muy importante en la duración de las fresas. A medida que la temperatura sube, estas se ablandan muy rápido y se llenan de hongos. La fruta que se almacena debe estar sana, no deteriorada y exenta de humedad exterior. No se aconseja guardar juntas diferentes variedades de fruta ni las

frutas con hortalizas, sobre todo con la patata, ya que se piensa que puede influir en la maduración. Se recomienda guardar las frutas delicadas como máximo dos días, una semana las frutas con hueso y unos diez días los cítricos maduros.

Martínez (2007), asegura que las fresas deben cosecharse cuando el 75% de su superficie se ha puesto roja y el fruto está todavía firme, ya que la fresa es muy perecedera y se deteriora dentro de los 2 o 3 días luego de la cosecha si permanece en condiciones ambientales naturales.

### 2.3. HIPÓTESIS

¿Bacilux reduce el ataque de *Botrytis cinerea* y mantiene la calidad del fruto de fresa aumentando su vida poscosecha?

¿El cuarto frío disminuye la presencia de *Botrytis cinérea* en el fruto de fresa dando mejor firmeza, peso y sabor?

### 2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

#### 2.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Condiciones de almacenamiento

Dosis de Bacilux

Intervalo entre aplicación y cosecha

#### 2.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Infección de *Botrytis*

Presión de la pulpa

Pérdida de peso

Contenido de sólidos solubles

Potencial hidrógeno-pH

## 2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

**CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>Variab</b> les	<b>Parámetro Operacional</b>	<b>Indicadores para medición</b>
<b>Independientes</b>		
Dosis del producto Bacilux	1 cc/l	Centímetros cúbicos de producto/litro de agua
	2 cc/l	
Intervalo entre aplicación y cosecha	4 días	Número de días antes de la cosecha
	8 días	
Condiciones de almacenamiento	Ambiente	Temperatura (grados centígrados) Humedad relativa (porcentaje)
	Cuarto frío	
<b>Dependientes</b>		
Contenido de sólidos solubles	Refractómetro marca Erma con escala de 0%-32% y estandarizado a 20°C	Se determina en grados Brix
Pérdida de peso	Balanza semianalítica	Se expresa en porcentaje
Potencial hidrógeno-pH	Potenciómetro	Valores de acidez
Presión de la pulpa	Penetrómetro marca Gullimex	Se expresa en libras de presión
Infección de <i>Botrytis</i>	Daños físicos y pudrición	Porcentaje de severidad en el ataque

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El enfoque del trabajo fue cuali-cuantitativo, con el fin de determinar el tratamiento que logre reducir el ataque del moho gris al fruto de fresa.

La modalidad de Investigación fue: Experimental, por la realización de pruebas, ensayos y actividades en el campo, laboratorio y cuarto frío, para obtener los datos, ejecutar análisis estadísticos de comparación y determinar los mejores tratamientos. Aplicada, ya que para la implementación del proyecto y análisis de resultados, se utilizaron los conocimientos adquiridos para el manejo poscosecha de las frutas, así como las respectivas consultas y el aprovechamiento de la información existente para inferir los resultados.

El tipo de investigación que se realizó en este trabajo fue una asociación de variables donde se probaron dos dosis y dos intervalos del producto Bacilux y dos condiciones de almacenamiento.

#### **3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO**

Esta investigación se realizó en la Granja Experimental Docente “Querochaca”, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, situada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Según el Instituto Geográfico Militar se encuentra a la altitud de 2 850 msnm, a 14 km en dirección Sur-Este del cantón Ambato, entre las coordenadas geográficas: 01° 22' 20" de latitud Sur y 78° 36' 22" de longitud Oeste. Se utilizó un galpón como cuarto para almacenamiento al ambiente y el cuarto frío existente para almacenamiento refrigerado. Las dos instalaciones forman parte de la Facultad de Ingeniería Agronómica.

### 3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

#### 3.3.1. En cuarto frío

El cuarto frío que se utilizó, tubo las dimensiones de 3 m de largo por 3 m de ancho y una altura de 2,4 m, formado por paneles tipo sándwich de poliuretano inyectado con laminas prepintadas color blanco de 5 mm de espesor. En el cuarto frío las condiciones ambientales fueron; temperatura 1,4°C y humedad relativa media de 90,1%.

#### 3.3.2. Al ambiente

Para el almacenamiento al ambiente, se utilizó una parte del galpón de plantas ornamentales, que presentó las siguientes dimensiones: 12,1 m de largo por 4 m de ancho y 3 m de altura. Las condiciones ambientales del cuarto al ambiente fueron las siguientes: temperatura media 17,3°C y humedad relativa media de 71,4%.

### 3.4. FACTORES EN ESTUDIO

#### 3.4.1. Condiciones de almacenamiento

Almacenamiento en cuarto frío	A1
Almacenamiento al ambiente	A2

#### 3.4.2. Dosis de Bacilux

1 cc/l	D1
2 cc/l	D2

#### 3.3.3. Intervalo entre aplicación y cosecha

Cuatro días antes de la cosecha	I1
Ocho días antes de la cosecha	I2

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas, con arreglo factorial de  $2 \times 2 + 1$  dentro de cada parcela grande (factor condiciones de almacenamiento), con tres repeticiones.

### 3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron 8 que recibieron aplicación de Bacilux más dos testigos (uno por cada condición de almacenamiento, sin aplicación de producto), como consta en el cuadro 2.

**CUADRO 2. TRATAMIENTOS**

No.	Símbolo	Condiciones de almacenamiento	Dosis de Bacilux	Intervalo entre aplicación y cosecha
1	A1D1I1	En cuarto frío	1 cc/l	Cuatro días
2	A1D1I2	En cuarto frío	1 cc/l	Ocho días
3	A1D2I1	En cuarto frío	2 cc/l	Cuatro días
4	A1D2I2	En cuarto frío	2 cc/l	Ocho días
5	A1T	En cuarto frío	Sin aplicación	
6	A2D1I1	Al ambiente	1 cc/l	Cuatro días
7	A2D1I2	Al ambiente	1 cc/l	Ocho días
8	A2D2I1	Al ambiente	2 cc/l	Cuatro días
9	A2D2I2	Al ambiente	2 cc/l	Ocho días
10	A2T	Al ambiente	Sin aplicación	

### 3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Altura del envase	5 cm
Diámetro de la base	10,5 cm
Diámetro de la boca	11,5 cm
Espacio entre tratamientos	5 cm
Espacio entre bloques	15 cm
Número de tarrinas en cada ambiente	15
Numero de frutos por tarrina	8

Área de cada condición de almacén:	1,68 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo:	3,36 m <sup>2</sup>

### 3.7.1. Esquema de la disposición del ensayo

En cada tipo de almacenamiento la distribución de las unidades experimentales fue la siguiente:

En cuarto frío (A1)

Repeticiones	Tratamientos				
I	4	3	1	5	2
II	3	5	2	1	4
III	5	2	1	4	3

Al ambiente (A2)

Repeticiones	Tratamientos				
I	7	10	6	8	9
II	6	9	8	10	7
III	10	6	8	7	9

### 3.8. DATOS TOMADOS

#### 3.8.1. Infección de *Botrytis*

La infección de *Botrytis* se registró mediante apreciación visual, según el porcentaje de daño causado por el hongo en los frutos, provocando especialmente flacidez y pudrición. Las lecturas se efectuaron a los 3, 6, 9, 12 y 15 días de almacenamiento.

#### 3.8.2. Presión de la pulpa

Este índice se determinó utilizando un penetrómetro manual, marca Gullimex. Las mediciones se realizaron tomando una muestra de cinco frutos por tarrina expresando los resultados en libras de presión, efectuando lecturas a los 3, 6 y 9 días en los frutos almacenados al ambiente y hasta los 12 y 15 días en los frutos almacenados en cuarto frío.

#### 3.8.3. Pérdida de peso

En una balanza semi analítica se registró el peso en gramos de cinco frutos tomados al azar por tarrina, efectuando lecturas al inicio de la investigación, a los 3, 6 y 9 días en los tratamientos almacenados al ambiente y hasta los 12 y 15 días en los tratamientos de cuarto frío, expresando los valores en porcentaje. Para determinar la pérdida de peso se utilizó la siguiente fórmula:

$$PP\% = \frac{(PI-PF) * 100}{PI}$$

En donde: PI = peso inicial; PF = peso final  
(Martínez, 2007)

### **3.8.4. Contenido de sólidos solubles**

Para la determinación de los sólidos solubles, se extrajo el jugo de cinco frutos tomados al azar por tarrina, utilizando un refractómetro manual marca Erma con escala de 0-32% y estandarizado a 20°C, efectuando lecturas a los 3, 6 y 9 días en los tratamientos almacenados al ambiente y hasta los 12 y 15 días en los tratamientos de cuarto frío, expresando los valores en grados Brix.

### **3.8.5. Potencial hidrógeno-pH**

Para establecer esta variable, se utilizó el jugo de cinco frutos tomados al azar por tarrina, utilizando para la medición un potenciómetro, efectuando lecturas a los 3, 6 y 9 días en los tratamientos almacenados al ambiente y hasta los 12 y 15 días en los tratamientos de cuarto frío.

## **3.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA**

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado; pruebas de significación de Tukey al 5%, para parcelas pequeñas e interacciones y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para los factores condiciones de almacenamiento, dosis de Bacilux e intervalos entre aplicación y cosecha.

A los 12 y 15 días, se analizó únicamente los tratamientos pertenecientes al cuarto frío, por cuanto los frutos que permanecieron al ambiente presentaron el 100% de infección de *Botrytis*. El diseño experimental utilizado para estas dos últimas lecturas fue de  $2 \times 2 + 1$ , con tres repeticiones.

El análisis económico de los tratamientos se realizó aplicando el método del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al, 1988. En los tratamientos de cuarto frío se analizó hasta lo 15 días de permanencia y en los tratamientos al ambiente hasta los seis días de permanencia.

### **3.10. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.10.1. Selección**

Se utilizó un lote de dos hectáreas de cultivo de fresas variedad Albión, de siete meses de edad y en plena producción; propiedad del Ing. Daniel Valle, ubicada en el barrio San Pedro, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

En esta fase se realizó la selección del lote y se identificaron las diferentes parcelas o repeticiones colocando letreros para realizar las aplicaciones del producto Bacilux en sus respectivas dosis e intervalos entre aplicación y cosecha.

#### **3.10.2. Aplicación**

Para la aplicación del fungicida Bacilux, se utilizó una bomba de mochila de 20 litros de capacidad, en donde se mezclaron el fungicida con agua más un regulador de pH y fijador según las dosis y en los intervalos determinados; las aplicaciones se realizaron en las primeras horas de la mañana.

#### **3.10.3. Cosecha**

Se cosecharon los frutos de la parcela neta, eliminando los bordes, en forma manual, en las primeras horas de la mañana. Posteriormente se colocaron en las tarrinas, previamente identificadas para cada tratamiento y repetición.

#### **3.10.4. Almacenamiento**

En esta fase se almacenaron las tarrinas con los frutos, tanto en cuarto frío, como al ambiente, distribuyendo los tratamientos de acuerdo al diseño experimental planteado.

Los frutos en condiciones de cuarto frío se sometieron a la temperatura de 1,4°C y a la humedad relativa de 90.1%. Los frutos conservados al ambiente permanecieron a la temperatura media de 17,3°C y humedad relativa media del 71,4%.

Se realizaron controles del cuarto frío y el cuarto al ambiente en forma periódica, revisando la temperatura y humedad relativa tres veces cada día durante el desarrollo del ensayo. Además se revisó la circulación de aire con el objeto de que exista una adecuada ventilación.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

#### 4.1.1. Infección de *Botrytis* a los 3, 6, 9, 12 y 15 días

Los valores correspondientes al porcentaje de infección de *Botrytis* en los frutos de fresa en poscosecha, para las lecturas a los 3, 6, 9, 12 y 15 días de almacenamiento, se indican en los anexos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente, con infección promedio del 3,17%, 18,09%, 34,83%, 56,33% y 60,17%, para cada lectura, en su orden. El análisis de variancia para las cinco lecturas (cuadro 3), reportó diferencias estadísticas altamente significativas para condiciones de almacenamiento. Las parcelas pequeñas mostraron significación a nivel del 1% en las cinco lecturas; y dentro de estas, el factor dosis de Bacilux a nivel del 5% a los 15 días; el factor intervalos entre aplicación y cosecha no reportó significación; como también la interacción dosis por intervalos; mientras que el testigo se diferenció del resto de tratamiento a nivel del 1% en las cinco lecturas. La interacción condiciones de almacenamiento por parcelas pequeñas fue altamente significativa, especialmente a los 3, 12 y 15 días. Los coeficientes de variación fueron de 22,83%, 24,01%, 10,71%, 8,73% y 9,41%, para cada lectura, respectivamente.

La prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor condiciones de almacenamiento, en la infección de *Botrytis* a los 3, 6, 9, 12 y 15 días de almacenamiento, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 4). Los frutos de fresa almacenados en condiciones de cuarto frío (A1), reportaron el menor ataque de *Botrytis*, al reportar los promedios más bajos de 0,67% a los 3 días, 1,67% a los 6 días, 2,67% a los 9 días, 12,67% a los 12 días y 20,33% a los 15 días, todos ellos ubicados en el primer rango; en tanto que, mayor presencia de *Botrytis* reportaron los frutos almacenados en condiciones ambientales (A2), con promedios de 5,67% a los 3 días, 34,51% a los 6 días, 67,00% a los 9 días

y 100% a los 12 y 15 días, al ubicarse todos ellos en el segundo rango, respectivamente. Según alimentación sana (2011), en la refrigeración se colocan los frutos a una temperatura superior al punto de congelación, no se produce la muerte celular, consiguiéndose disminuir la actividad enzimática del hongo, lo que redujo significativamente la infección de *Botrytis*.

**CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA INFECCIÓN DE BOTRYTIS A LOS 3, 6, 9, 12 Y 15 DÍAS**

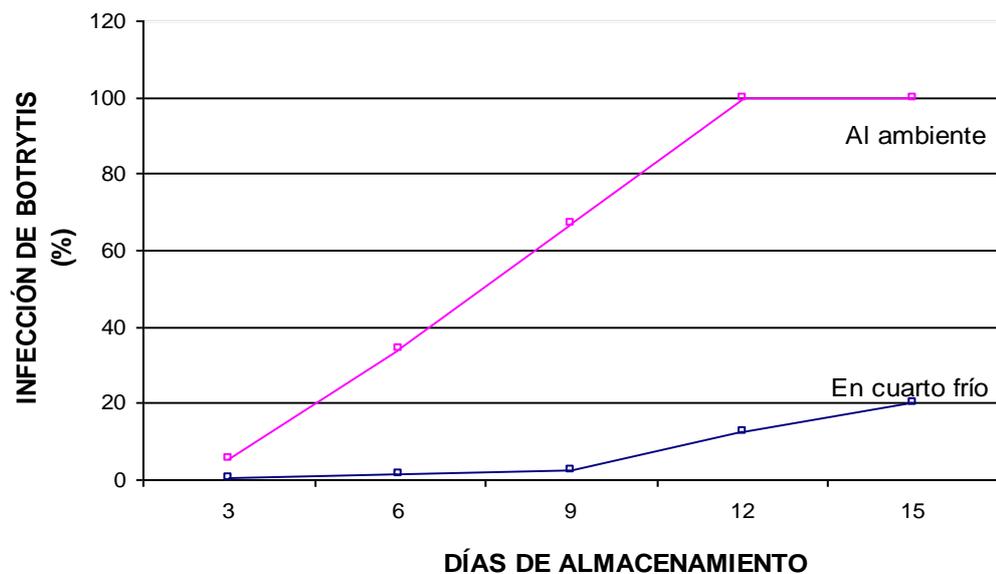
Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios y valor de F									
		A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días		A los 12 días		A los 15 días	
Repeticiones	2	0,24	24,00*	0,50	0,78 ns	0,50	1,32 ns	15,83	1,00 ns	0,83	1,00 ns
Almacenamiento (A)	1	3,50	350,00**	144,59	225,92**	327,32	861,37**	57203	3613,60**	47600,83	57350,40**
Error A	2	0,01		0,64		0,38		15,83		0,83	
Parcelas pequeñas (PP)	4	8,59	71,58 **	5,37	7,16 **	7,97	29,52 **	617,92	25,57 **	732,08	22,82 **
Dosis (D)	1	0,00	0,00 ns	2,01	2,68 ns	0,85	3,15 ns	51,04	2,11 ns	150	4,68 *
Intervalos (I)	1	0,00	0,00 ns	0,91	1,21 ns	0,48	1,78 ns	26,04	1,08 ns	66,67	2,08 ns
D x I	1	0,00	0,00 ns	0,34	0,45 ns	0,19	0,70 ns	9,38	0,39 ns	4,17	0,13 ns
Testigo vs. Resto	1	34,34	286,17**	18,23	24,31**	30,35	112,41**	2385,2	98,68 **	2707,50	84,40 **
A x PP	4	3,50	29,17 **	0,82	1,09 ns	0,46	1,70 ns	617,92	25,57 **	732,08	22,82 **
Error B	16	0,12		0,75		0,27		24,17		32,08	
Total	29										
Coef. de var. (%) =		22,83%		24,01%		10,71%		8,73%		9,41%	

ns = no significativo  
 \* = significativo al 5%  
 \*\* = significativo al 1%

**CUADRO 4. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE INFECCIÓN DE *BOTRYTIS* A LOS 3, 6, 9, 12 Y 15 DÍAS**

Almacenamiento	Promedios (%) y rangos									
	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días		A los 12 días		A los 15 días	
En cuarto frío (A1)	0,67	a	1,67	a	2,67	a	12,67	a	20,33	a
Al ambiente (A2)	5,67	b	34,51	b	67,00	b	100,00	b	100,00	b

La figura 1, muestra la infección de *Botrytis* en las cinco lecturas, tanto para las condiciones de almacenamiento en cuarto frío, como al ambiente, en donde se observa que, menor infección experimentaron los frutos almacenados en cuarto frío, siendo mínimo hasta los nueve días, e incrementándose hasta 20,33% a los 15 días de transcurrido el ensayo; mientras que, en los frutos que permanecieron al ambiente, la infección de *Botrytis* fue significativamente mayor alcanzando el 100 % a los 12 días.



**FIGURA 1. Infección de *Botrytis* con respecto a condiciones almacenamiento**

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para parcelas pequeñas, en la infección de *Botrytis* a los 3, 6, 9, 12 y 15 días, se establecieron dos

rangos de significación en las cinco lecturas (cuadro 5). Los frutos presentaron menor infección en todos los tratamientos que recibieron aplicación de Bacilux, al compartir el primer rango, destacándose el tratamiento D2I2 (2 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), con la menor infección promedio de 0% a los 3 días, 9,17% a los 6 días, 23,33% a los 9 días, 50,00% a los 12 días y 50,83% a los 15 días; en tanto que, la mayor infección se observó en los testigos, al no recibir aplicación de producto, con promedios de 15,83%, 31,03%, 55,83%, 74,17% y 79,17%, para cada lectura, en su orden, todos ellos ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba. Con esto se comprueba lo manifestado por Berguered (1990), en cuanto a que los frutos conforme transcurre los días de almacenamiento, se deshidratan presentando un ablandamiento de los tejidos que provoca el arrugamiento de la piel, además se vuelven más dulces conforme se almacenan y por ende vulnerables al ataque de patógenos, lo que sucedió en el presente ensayo, siendo más notorio en los frutos de conservación al ambiente. Además con el registro y análisis de estos datos se pudo confirmar que la presencia de esta enfermedad, si bien se presenta con el paso del tiempo, el proceso de enfriamiento (cámara fría) retarda su desarrollo.

**CUADRO 5. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE INFECCIÓN DE *BOTRYTIS* A LOS 3, 6, 9, 12 Y 15 DÍAS**

Parcelas pequeñas	Promedios (%) y rangos									
	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días		A los 12 días		A los 15 días	
D2I2	0,00	a	9,17	a	23,33	a	50,00	a	50,83	a
D2I1	0,00	a	14,60	ab	30,00	a	50,83	a	55,00	a
D1I2	0,00	a	16,87	ab	31,67	a	51,67	a	56,67	a
D1I1	0,00	a	18,77	ab	33,33	a	55,00	a	59,17	a
T	15,83	b	31,03	b	55,83	b	74,17	b	79,17	b

Para el factor dosis de aplicación de Bacilux, en la infección de *Botrytis* a los 15 días, la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 6). Los tratamientos

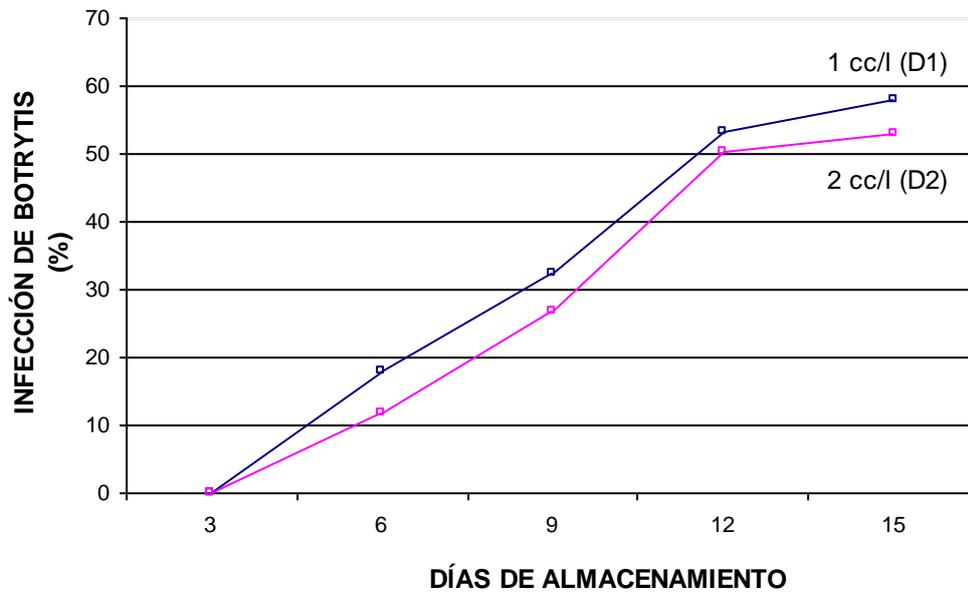
que recibieron aplicación de Bacilux en la dosis de 2 cc/l (D2), experimentaron menor infección de *Botrytis*, con promedio de 52,92%, al ubicarse en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 1 cc/l (D1), reportaron mayor infección, con promedio de 57,92%, ubicado en el segundo rango. La mejor acción de Bacilux puede deberse al doble modo de acción, al combatir espectros de fitopatógenos de tipo procariótico-eucariótico y reforzar el sistema inmune de la planta y procesos fisiológicos afectados por afecciones bióticas o abióticas por la participación directa en procesos de decodificación celular (Ficha técnica Bacilux, 2010), lo que causó un mayor control con la dosis más alta.

**CUADRO 6. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE INFECCIÓN DE *BOTRYTIS* A LOS 15 DÍAS**

Dosis de aplicación	Promedios (%)	Rangos
2 cc/l (D2)	52,92	a
1 cc/l (D1)	57,92	b

Gráficamente, mediante la figura 2, se representa la infección de *Botrytis* en las cinco lecturas efectuadas en el ensayo, tanto para los frutos en que recibieron Bacilux en la dosis de 1 cc/l (D1), como para los frutos que recibieron aplicación de la dosis de 2 cc/l (D2), en donde se estableció que, existió menor infección de *Botrytis* en los frutos que recibieron la dosis de 2 cc/l; mientras que, en los frutos que recibieron la dosis de 1 cc/l, la infección de *Botrytis* fue mayor. En fresa, Bacilux se caracteriza por colonizar los tejidos sin inducir la producción de síntomas y el biocontrolador no ha sido encontrado como patógeno de la misma. Se presume que la competencia por nutrientes o sustrato y el micoparasitismo son los métodos de antagonismo de Bacilux. La competencia por el sustrato es considerada como el principal método de biocontrol de *Botrytis* en tejidos senescentes, ya que el biocontrolador coloniza más rápidamente los tejidos, lo que contribuye a la supresión del patógeno. En las partes aéreas de las plantas se considera que uno de los modos de acción contra *Botrytis* es la competencia por nutrientes (Ficha técnica Bacilux,

2010).



**FIGURA 2. Infección de *Botrytis* con respecto a dosis de aplicación de Bacilux**

En referencia a la interacción condiciones de almacenamiento por parcelas pequeñas, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, en la infección de *Botrytis* a los 3, 12 y 15 días, se obtuvieron dos rangos de significación a los 3 días y tres rangos a los 12 y 15 días (cuadro 7). Los frutos presentaron menor presencia de *Botrytis* en la interacción A1D2I2 (en cuarto frío, 2 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha) con promedio de 0% a los 3 y 12 días y 1,67% de infección a los 15 días, ubicados todos ellos en el primer rango; seguidos de varias interacciones que compartieron el primer rango con rangos inferiores; en tanto que, la infección de *Botrytis* fue mayor en los frutos del tratamiento A2T, con promedios de 28,33% a los 3 días y 100% a los 12 y 15 días, ubicados en el último rango y lugar en la prueba. La ventaja de la estrategia radica en que si se aplica Bacilux en forma adecuada, salvaguarda la acción de los fungicidas, infectando los tejidos que escaparon de la protección química (mala dosificación o cobertura). El antagonista, al colonizar de manera sistémica los tejidos, reduce el nicho disponible para *Botrytis*; además, luego de establecido, producirá inóculo secundario, dando una protección continua a los tejidos de la planta. Así, con el tiempo la cantidad de inóculo secundario del patógeno debería disminuir, al haber menos nichos disponibles para

su producción (Ficha técnica Bacilux, 2010).

**CUADRO 7. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN CONDICIONES ALMACENAMIENTO POR PARCERLAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE INFECCIÓN DE *BOTRYTIS* A LOS 3, 12 Y 15 DÍAS**

Condiciones de almacenamiento x parcelas pequeñas	Promedios (%) y rangos					
	A los 3 días		A los 12 días		A los 15 días	
A1D2I2	0,00	a	0,00	a	1,67	a
A1D2I1	0,00	a	1,67	a	10,00	a
A1D1I2	0,00	a	3,33	a	13,33	a
A1D1I1	0,00	a	10,00	a	18,33	a
A1T	3,33	a	48,33	b	58,33	b
A2D1I1	0,00	a	100,00	c	100,00	c
A2D1I2	0,00	a	100,00	c	100,00	c
A2D2I1	0,00	a	100,00	c	100,00	c
A2D2I2	0,00	a	100,00	c	100,00	c
A2T	28,33	b	100,00	c	100,00	c

Los resultados obtenidos permiten deducir que, el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, produjo buenos resultados, por cuanto, los frutos almacenados con aplicación reportaron en general menor infección de *Botrytis*, al comparar con los frutos de los testigos, cuya infección fue mucho mayor. Los mejores resultados se obtuvieron al almacenar en cuarto frío, en cuyas condiciones la infección de *Botrytis* fue menor, disminuyendo en promedio de 5,0% a los 3 días, 32,84% a los 6 días, 64,33% a los 9 días, 87,33% a los 12 días y 79,67% a los 15 días, que lo ocurrido con los frutos almacenados al ambiente. Esto nos indica que a mayor temperatura se favorece la presencia de esta enfermedad. Así mismo, los frutos que recibieron aplicación de la dosis de 2 cc/l de Bacilux, reportaron menor infección, reduciéndose en promedio de 5,00% a los 15 días, que los frutos de la dosis de 1 cc/l; lo que permite inferir que, almacenar los frutos en condiciones de cuarto frío y aplicando la dosis de 2 cc/l de Bacilux, es el tratamiento adecuado para minimizar la presencia de *Botrytis* y alargar la vida útil de los frutos. Los resultados obtenidos demuestran que al emplearse Bacilux se protege los tejidos nuevos de la infección de *Botrytis* más eficientemente, con lo que se logra un mejor combate de la

enfermedad. Según Chaves, (2004) esto es porque, al senescer y estar colonizados por el biocontrolador, los tejidos no producirán o generarán menos inóculo secundario de *Botrytis*, que es el que infecta las partes deviles; que a su vez son la principal fuente de inóculo para la fruta. Esta última también estuvo protegida por la acción del antagonista, por lo que la infección fue significativamente menor.

#### **4.1.2. Presión de la pulpa**

##### **4.1.2.1. Presión de la pulpa a los 3, 6 y 9 días**

Los datos de presión de la pulpa en los frutos de fresa en poscosecha, para las lecturas a los 3, 6 y 9 días de almacenamiento, se indican en los anexos 6, 7 y 8, respectivamente, con presión promedio general de 1,51, 1,28 y 0,99 lb de presión, para cada lectura, en su orden. El análisis de variancia para las tres lecturas (cuadro 8), detectó diferencias estadísticas significativas para condiciones de almacenamiento a los 3 y 9 días, en tanto que a los 6 días fueron altamente significativas. Las parcelas pequeñas mostraron significación a nivel del 1% en las tres lecturas; y dentro de estas, el factor dosis de Bacilux a nivel del 1% a los 3 días; el factor intervalos entre aplicación y cosecha reportó significación a nivel del 5% a los 6 días; no mostrando diferencias estadísticas la interacción dosis por intervalos; mientras que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% en las tres lecturas. La interacción condiciones de almacenamiento por parcelas pequeñas fue no significativa. Los coeficientes de variación fueron de 7,51%, 9,37% y 20,90%, para cada lectura, respectivamente.

Mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor condiciones de almacenamiento, al evaluar la presión de la pulpa a los 3, 6 y 9 días de transcurrido el ensayo, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 9). Los frutos de fresa almacenados en condiciones de cuarto frío (A1), reportaron mayor presión de la pulpa, al ubicarse en el primer rango los promedios de 1,79 lb de presión a los 3 días, 1,64 lb de presión a los 6 días y 1,43 lb de presión a los 9 días, todos ellos ubicados en el primer rango; en tanto que, la menor presión de la pulpa registraron los frutos almacenados en condiciones

**CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Fuente de Variación	Grados de libertad	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,002	0,07 ns	0,03	21,53 *	0,10	1,25 ns
Almacenam. (A)	1	2,24	74,67 **	3,90	2785,71**	5,86	73,25*
Error A	2	0,03		0,0014		0,08	
Parcelas peq. (PP)	4	0,16	16,00 **	0,24	12,00 **	0,51	12,75 **
Dosis (D)	1	0,15	15,00 **	0,06	3,00 ns	0,14	3,50 ns
Intervalos (I)	1	0,02	2,00 ns	0,09	4,50 *	0,15	3,75 ns
D x I	1	0,003	0,30 ns	0,0005	0,03 ns	0,09	2,25 ns
Testigo vs. resto	1	0,49	49,00 **	0,80	40,00 **	1,67	41,75 **
A x PP	4	0,01	1,00 ns	0,02	1,00 ns	0,05	1,25 ns
Error B	16	0,01		0,02		0,04	
Total	29						

Coef. de var. =

7,51%

9,37%

20,90%

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

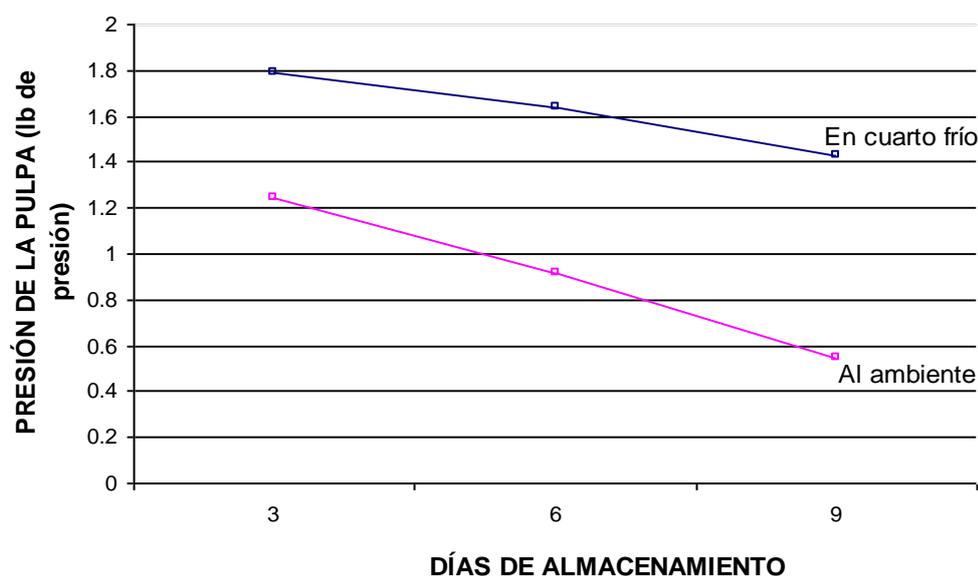
ambientales (A2), con promedios de 1,24 lb de presión a los 3 días, 0,92 lb de presión a los 6 días y 0,55 lb de presión a los 9 días, al ubicarse todos ellos en el segundo rango en la prueba, respectivamente. Es evidente que el almacenamiento en frío conserva mejor la fruta, como lo manifiesta Adel (1992), que un adecuado enfriamiento y refrigeración, retarda la senescencia de la fruta, por lo que los frutos perdieron menos presión de la pulpa.

**CUADRO 9. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Almacenamiento	Promedios (lb de presión) y rangos					
	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
En cuarto frío (A1)	1,79	a	1,64	a	1,43	a
Al ambiente (A2)	1,24	b	0,92	b	0,55	b

Mediante la figura 3, se ilustra la presión de la pulpa hasta los 9 días de transcurrido el ensayo, tanto para las condiciones de almacenamiento en

cuarto frío, como al ambiente, en donde se registró que, los frutos almacenados en cuarto frío, experimentaron mayor presión de la pulpa; mientras que, en los frutos que permanecieron al ambiente, la presión de la pulpa fue significativamente menor. Con esto se comprueba lo manifestado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1985), los mismos que afirman que la acción del frío y el enriquecimiento de la atmósfera con CO<sub>2</sub> permiten una mejor conservación de los frutos por mucho más tiempo.



**FIGURA 3. Presión de la pulpa con respecto a condiciones de almacenamiento**

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para parcelas pequeñas, en la presión de la pulpa a los 3, 6, y 9 días, se establecieron tres rangos de significación a los 3 y 6 días y dos rangos de significación a los 9 días (cuadro 10). La presión de la pulpa fue mayor en los frutos del tratamiento D2I2 (2 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), con promedio de 1,70 lb de presión a los 3 días, 1,48 lb de presión a los 6 días y 1,33 lb de presión a los 9 días, todos ellos ubicados en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores; en tanto que, la menor presión de la pulpa registraron los testigos, al no recibir aplicación de producto, con promedios de 1,26, 0,95 y 0,52 lb de presión, para cada lectura, en su orden, ubicados en el último rango y lugar en la prueba, respectivamente.

Examinando el factor dosis de aplicación de Bacilux, en la presión de la pulpa a los 3 días, según la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 11). Los frutos que recibieron aplicación de Bacilux en la dosis de 2 cc/l (D2), reportaron mayor presión de la pulpa, con promedio de 1,66 lb de presión, al ubicarse en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de

**CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Parcelas pequeñas	Promedios (lb de presión ) y rangos					
	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
D2I2	1,70	a	1,48	a	1,33	a
D1I2	1,52	ab	1,37	ab	1,05	a
D2I1	1,62	ab	1,35	ab	1,05	a
D1I1	1,48	b	1,26	b	1,01	a
T	1,26	c	0,95	c	0,52	b

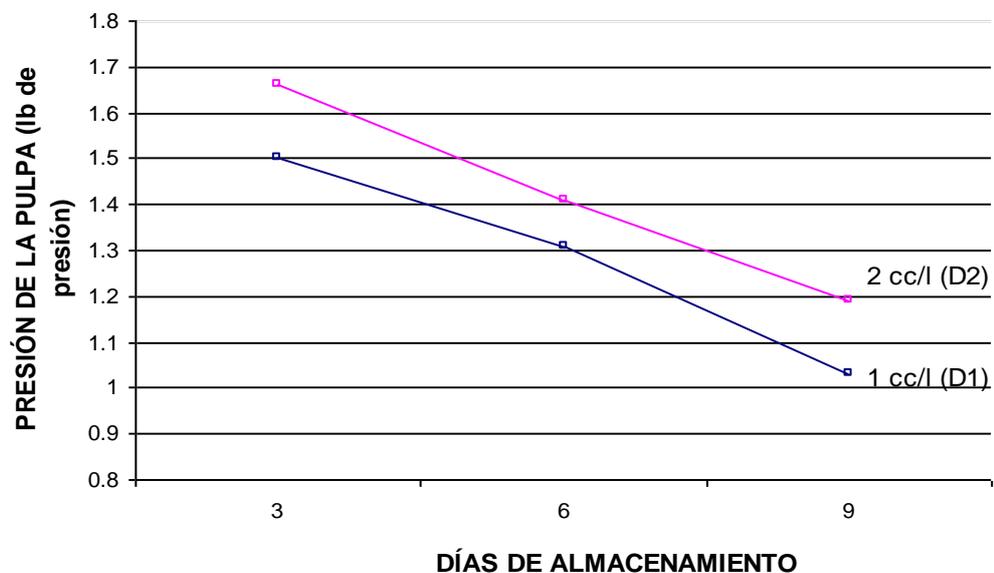
1 cc/l (D1), reportaron menor presión de la pulpa, con promedio de 1,50 lb de presión, ubicado en el segundo rango. Esterio y Auger (1997), aseguran que es fácil dominar a los patógenos con antagonistas en el ambiente de postcosecha debido a que la biomasa que debemos proteger se encuentra concentrada y en condiciones de ambiente controlado.

**CUADRO 11. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 3 DÍAS**

Dosis de aplicación	Promedios (lb de presión)	Rangos
2 cc/l (D2)	1,66	a
1 cc/l (D1)	1,50	b

La ilustración de la figura 4, presenta la presión de la pulpa hasta los 9 días de almacenamiento, en donde se registró que, la presión de la pulpa de los frutos que recibieron la dosis de 2 cc/l fue significativamente mayor, en comparación con los frutos que recibieron la dosis de 1 cc/l, cuya presión de la pulpa fue menor. Para explicar esto Chaves (2004), menciona que el citoplasma del hongo *Botrytis* secreta enzimas que degradan los materiales pécticos intercelulares que cementan las paredes de las células epidermales, y se distribuye entre ella y la pulpa antes de degradarla totalmente. Se ha determinado que estas enzimas corresponden a celulasas y pectin-poligalacturonasa.

Analizando el factor intervalos entre aplicación y cosecha, mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para la presión de la pulpa a los seis días, se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 12). Los frutos presentaron mayor presión de la pulpa, en los tratamientos que recibieron aplicación de Bacilux ocho días antes de la cosecha (I2), con promedio de 1,42 lb de presión, al ubicarse en el primer rango; en tanto que, menor presión de la pulpa, por su parte, reportaron los frutos que recibieron aplicación del producto cuatro días antes de la cosecha (I1), con promedio de 1,30 lb de presión, ubicado en el segundo rango.



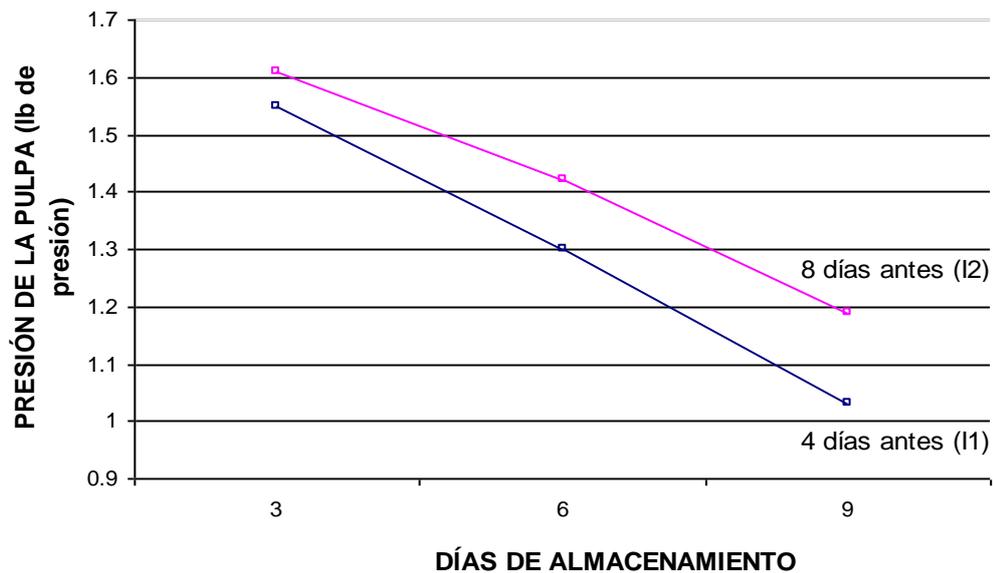
F]

Mediante la figura 5, se representa la presión de la pulpa a los 3, 6 y 9 días de almacenamiento, para los frutos que recibieron aplicación de Bacilux

cuatro días antes de la cosecha (I1), como para los frutos que recibieron aplicación ocho días antes de la cosecha (I2), en donde se observó que, la presión de la pulpa de los frutos que recibieron aplicación 8 días antes de la cosecha fue significativamente mayor, al comparar con los frutos que recibieron aplicación cuatro días antes de la cosecha, cuya presión de la pulpa fue mucho menor.

**CUADRO 12. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR INTERVALOS ENTRE APICACIÓN Y COSECHA EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 6 DÍAS**

Intervalos entre aplicación y cosecha	Promedios (lb de presión)	Rangos
Ocho días antes de la cosecha (I2)	1,42	a
Cuatro días antes de la cosecha (I1)	1,30	b



**FIGURA 5. Presión de la pulpa con respecto a intervalos entre aplicación y cosecha**

Los resultados del comportamiento de la presión de la pulpa hasta los 9 días de almacenamiento, permiten informar que, el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de

fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, produjo buenos resultados, por cuanto, los frutos almacenados con aplicación reportaron en general mayor presión de la pulpa, que los frutos de los testigos, cuya presión de la pulpa fue mucho menor. Los mejores resultados se obtuvieron al almacenar en cuarto frío, en cuyas condiciones la presión de la pulpa fue mayor, superando en promedio de 0,55 lb de presión a los 3 días, 0,72 lb de presión a los 6 días y 0,88 lb de presión a los 9 días, que lo observado en los frutos almacenados al ambiente. Así mismo, los frutos que recibieron aplicación de la dosis de 2 cc/l de Bacilux, reportaron mayor presión de la pulpa, superando en promedio de 0,16 lb de presión a los 3 días que los frutos de la dosis de 1 cc/l; y, los frutos que recibieron aplicación de Bacilux ocho días antes de la cosecha experimentaron mayor presión de la pulpa, superando en promedio de 0,06 lb de presión a los 3 días, que los frutos del intervalo (I1); lo que permite inferir que, almacenar los frutos en condiciones de cuarto frío y aplicando Bacilux en dosis de 2 cc/l ocho días antes de la cosecha, es el tratamiento apropiado para que los frutos pierdan menos presión de la pulpa, consecuentemente obtener frutos de mayor calidad al final del almacenamiento. Según la Ficha técnica Bacilux (2010), los ingredientes activos contenidos en el Bacilux se caracterizan por la actividad de sustancias antibióticas fungales y bacterianas que suprimen o detienen la actividad fitopatógena, por lo que los frutos con mayor aplicación reportaron mejores resultados, evitándose la pérdida de frutas, conservándose la calidad y alargando el tiempo de vida útil de los frutos que son aspectos fundamentales al momento de comercializar la fruta.

Cabe mencionar que los tratamientos de almacenamiento al ambiente, a partir de los 9 días de almacenados, se deterioraron demasiado y no se pudo evaluar adecuadamente esta variable. Para corroborar esta información Soria (1999), manifiesta que la exposición del fruto a condiciones ambientales indeseables, produce sobre maduración, ablandamiento excesivo, desordenes fisiológicos, marchitamiento, cambios en la composición química y deterioros por efecto microbiano.

#### 4.1.2.2. Presión de la pulpa a los 12 y 15 días

Mediante los anexos 9 y 10, se registran los valores de presión de la pulpa en los frutos de fresa que permanecieron almacenados en cuarto frío hasta las lecturas a los 12 y 15 días, respectivamente, con promedio general de 1,15 y 0,86 lb de presión, para cada lectura, en su orden. Según el análisis de variancia para las dos lecturas (cuadro 13), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor dosis de Bacilux fue significativo a nivel del 5% a los 12 días y significativo a nivel del 1% a los 15 días, como también el factor intervalos entre aplicación y cosecha fue significativo a nivel del 5% a los 12 días y significativo a nivel del 1% a los 15 días, no mostrando diferencias estadísticas la interacción dosis por intervalos; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamiento a nivel del 1% en las dos lecturas. Los coeficientes de variación fueron de 14,90% y 16,42%, para cada lectura, respectivamente.

**CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 12 Y 15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 12 días		A los 15 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,01	0,33 ns	0,08	4,00 ns
Tratamientos	4	0,32	10,67 **	0,25	12,40 **
Dosis (D)	1	0,16	5,33 *	0,29	14,50 **
Intervalos (I)	1	0,16	5,33 *	0,30	15,00 **
D x I	1	0,06	2,00 ns	0,00	0,20 ns
Testigo vs. Resto	1	0,92	30,67 **	0,39	19,50 **
Error exp.	8	0,03		0,02	
Total	14				
Coef. de var. (%) =			14,90%		16,42%
ns = no significativo					
* = significativo al 5%					
** = significativo al 1%					

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos que permanecieron en cuarto frío (A1), en la presión de la pulpa a los 12 y 15 días, registró dos rangos de significación en las dos lecturas (cuadro 14). La presión de la pulpa fue mayor en el tratamiento D2I2 (2 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), con promedio de 1,57 lb de presión a los 12 días y 1,27 lb de presión a los

15 días, al ubicarse en el primer rango. Seguidos de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores. La menor presión de la pulpa, por su parte, reportó el testigo, con promedios de 0,66 y 0,54 lb de presión, a los 12 y 15 días, respectivamente, ubicados en el segundo rango y último lugar.

**CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS DE (A1) EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 12 Y 15 DÍAS**

Tratamientos de A1	Promedios (lb de presión ) y rangos			
	A los 12 días		A los 15 días	
D2I2	1,57	a	1,27	a
D1I2	1,21	a	0,93	ab
D2I1	1,21	a	0,92	ab
D1I1	1,11	ab	0,65	b
T	0,66	b	0,54	b

Examinando el factor dosis de Bacilux en la evaluación de la presión de la pulpa a los 12 y 15 días, para los frutos que permanecieron en cuarto frío (A1), la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 15). La presión de la pulpa fue mayor en los frutos que recibieron la dosis de 2 cc/l (D2), con promedios de 1,30 lb de presión a los 12 días y 1,10 lb de presión a los 15 días, ubicados en el primer rango, respectivamente. La menor presión de la pulpa, por su parte, reportaron los frutos que recibieron aplicación de la dosis 1 cc/l (D1), con promedios de 1,16 y 0,79 lb de presión, para cada lectura, en su orden, ubicados en el segundo rango, respectivamente.

Con respecto al factor intervalos entre aplicación y cosecha en la presión de la pulpa a los 12 y 15 días, para los frutos que permanecieron en cuarto frío (A1), según la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% se

**CUADRO 15. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DOSIS DE (A1) EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 12 Y 15 DÍAS**

Dosis de aplicación de A1	Promedios (lb de presión) y rangos			
	A los 12 días		A los 15 días	
2 cc/l (D2)	1,39	a	1,10	a
1 cc/l (D1)	1,16	b	0,79	b

detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 16). La presión de la pulpa fue mayor en los frutos que recibieron Bacilux ocho días antes de la cosecha (I2), con promedios de 1,39 lb de presión a los 12 días y 1,10 lb de presión a los 15 días, ubicados los dos valores en el primer rango. La presión de la pulpa fue menor, por su parte, en los frutos que recibieron aplicación cuatro días antes de la cosecha (I1), con promedios de 1,16 y 0,78 lb de presión, para cada lectura, en su orden, ubicados en el segundo rango, respectivamente.

**CUADRO 16. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA INTERVALOS ENTRE APLICACIÓN Y COSECHA DE (A1) EN LA VARIABLE PRESIÓN DE LA PULPA A LOS 12 Y 15 DÍAS**

Intervalos entre aplicación y cosecha	Promedios (lb de presión) y rangos			
	A los 12 días		A los 15 días	
Ocho días antes de la cosecha (I2)	1,39	a	1,10	a
Cuatro días antes de la cosecha (I1)	1,16	b	0,78	b

Los resultados obtenidos en la presión de la pulpa a los 12 y 15 días para los frutos que permanecieron en el cuarto frío, permiten informar que, el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, causó buenos

resultados, producto del control de *Botrytis*, por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron mejor presión de la pulpa que el testigo, en el cual no se aplicó Bacilux. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que recibieron la dosis de 2 cc/l, cuya presión de la pulpa supero en promedio de 0,23 lb de presión a los 12 días y 0,31 lb de presión a los 15 días, que lo obtenido en los tratamientos de la dosis de 1 cc/l. Así mismo, los frutos que recibieron aplicación de Bacilux ocho días antes de la cosecha, superaron la presión de la pulpa en promedio de 0,23 lb de presión a los 12 días y 0,32 lb de presión a los 15 días, que lo reportado por los tratamientos del intervalo (II); lo que permite inferir que, aplicar Bacilux en la dosis de 2 cc/l ocho días antes de la cosecha es el mejor tratamiento para reducir la presencia de *Botrytis* en poscosecha, consecuentemente los frutos se mantienen de mejor forma, reduciendo menos la presión de la pulpa. Meneses (2002), manifiesta que en lo referente a las temperaturas bajas, éstas sirven para minimizar la actividad metabólica del fruto e inhiben las podredumbres fungosas, causa primaria de la pérdida de frutos blandos, consiguiéndose también menor pérdida de presión de la pulpa.

#### **4.1.3. Pérdida de peso**

##### **4.1.3.1. Pérdida de peso a los 3, 6 y 9 días**

La pérdida de peso de los frutos de fresa en poscosecha, para las lecturas a los 3, 6 y 9 días de almacenamiento, se presentan en los anexos 17, 18 y 19, respectivamente, con pérdidas de peso promedio general de 4,02%, 10,88% y 16,62%, para cada lectura, en su orden. Mediante el análisis de variancia para las tres lecturas (cuadro 17), se observaron diferencias estadísticas significativas para condiciones de almacenamiento a los 3 y 9 días, mientras que a los 6 días fueron altamente significativas. Las parcelas pequeñas mostraron significación a nivel del 1% en las tres lecturas; y dentro de estas, el factor dosis de Bacilux a nivel del 1%; el factor intervalos entre aplicación y cosecha reportó significación a nivel del 5% a los 3 días y significación a nivel del 1% a los 6 y 9 días; no mostrando diferencias estadísticas la interacción dosis por intervalos; mientras que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% en las tres lecturas. La interacción

condiciones de almacenamiento por parcelas pequeñas fue altamente significativa, especialmente a los 9 días. Los coeficientes de variación fueron de 11,90%, 16,62% y 10,88%, para cada lectura, respectivamente.

Según la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor condiciones de almacenamiento, en la evaluación de la pérdida de peso a los 3, 6 y 9 días de transcurrido el ensayo, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 18). Los frutos perdieron menos peso en los tratamientos almacenados en condiciones de cuarto frío (A1), por cuanto se ubicaron en el primer rango, con promedios de 3,37% a los 3 días, 8,37% a los 6 días y 8,37% a los 9 días; mientras que, la pérdida de peso fue mayor en los frutos almacenados en condiciones ambientales (A2), con promedios de 4,66% a los 3 días, 13,39% a los 6 días y 20,29% a los 9 días, al ubicarse todos ellos en el segundo rango en la prueba, respectivamente.

**CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Fuente de Variación	Grados de libertad	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,27	1,23 ns	11,21	15,36 ns	18,12	6,74 ns
Almacenam. (A)	1	12,52	56,91 *	189,20	259,18**	404,73	150,46**
Error A	2	0,22		0,73		2,69	
Parcelas peq. (PP)	4	2,95	12,83 **	144,62	47,42**	368,92	116,01**
Dosis (D)	1	3,34	14,52 **	95,08	31,17**	370,36	116,47**
Intervalos (I)	1	1,51	6,57 *	79,39	26,03**	160,48	50,47**
D x I	1	0,29	1,26 ns	0,05	0,02 ns	0,02	0,01 ns
Testigo vs. resto	1	6,66	28,96 **	403,96	132,45**	944,84	297,12**
A x PP	4	0,33	1,43 ns	7,52	2,47 ns	17,65	5,55**
Error B	16	0,23		3,05		3,18	
Total	29						
Coef. de var. =		11,90%		16,05%		10,72%	

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

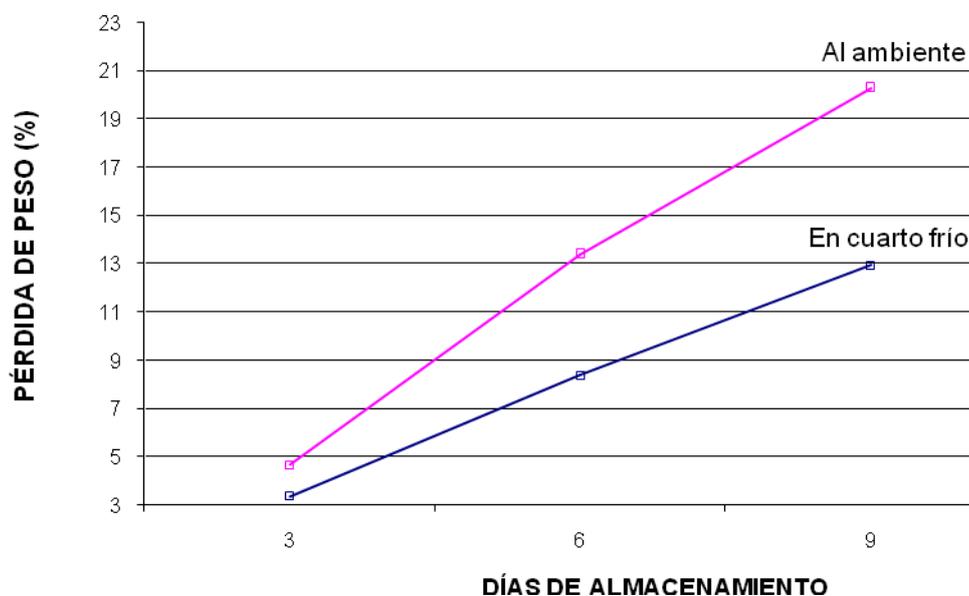
Para Alimentación–sana (2011), al someter a los frutos a bajas temperaturas, se reduce o elimina la actividad microbiana y enzimática, lo que disminuyó considerablemente la infección de *Botrytis* en los frutos almacenados en cuarto frío, perdiendo menos peso por consecuencia de las mejores condiciones de

almacenamiento.

**CUADRO 18. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Almacenamiento	Promedios (%) y rangos					
	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
En cuarto frío (A1)	3,37	a	8,37	a	12,95	a
Al ambiente (A2)	4,66	b	13,39	b	20,29	b

Gráficamente, mediante la figura 6, se indica la pérdida de peso a los 3, 6 y 9 días, tanto para los frutos en condiciones de almacenamiento en cuarto frío, como para los frutos conservados al ambiente, en donde se registró que, la pérdida de peso fue significativamente menor en los frutos almacenados en cuarto frío; en tanto que, en los frutos que permanecieron al ambiente, la pérdida de peso fue mayor.



**FIGURA 6. Pérdida de peso con respecto a condiciones de almacenamiento**

Para explicar esto Meneses (2002), indica que la velocidad de

respiración disminuye con el aumento de la proporción de dióxido de carbono presente y la disminución del oxígeno en la atmósfera, estos efectos son la base del almacenamiento en atmósfera controlada (que produce el envase). Si los niveles del dióxido de carbono son demasiado altos, o el nivel de oxígeno es demasiado bajo, comienza la respiración anaerobia y los tejidos quedan dañados irreversiblemente como ocurrió en los frutos almacenados al ambiente a partir de los 9 días.

Realizando la prueba de significación de Tukey al 5% para parcelas pequeñas, en la pérdida de peso a los 3, 6, y 9 días, se establecieron tres rangos de significación a los 3 días y cuatro rangos de significación a los 6 y 9 días (cuadro 19). La pérdida de peso fue significativamente menor en el tratamiento D2I2 (2 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), con promedio de 3,05% a los 3 días, 5,19% a los 6 días y 7,33% a los 9 días, todos ellos ubicados en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores; mientras que, la pérdida de peso fue mayor en los testigos, al no recibir aplicación de producto, con promedios de 4,96%, 18,22% y 27,85%, para cada lectura, en su orden, ubicados en el último rango y lugar en la prueba, respectivamente.

**CUADRO 19. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Parcelas pequeñas	Promedios (%) y rangos					
	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
D2I2	3,05	a	5,19	a	7,33	a
D2I1	3,77	ab	8,92	b	12,44	b
D1I2	4,01	b	9,26	b	15,13	b
D1I1	4,29	bc	12,81	c	20,36	c
T	4,96	c	18,22	d	27,85	d

En relación al factor dosis de aplicación de Bacilux, en la evaluación de la pérdida de peso a los 3, 6 y 9 días, aplicando la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, se detectaron dos rangos de significación bien definidos

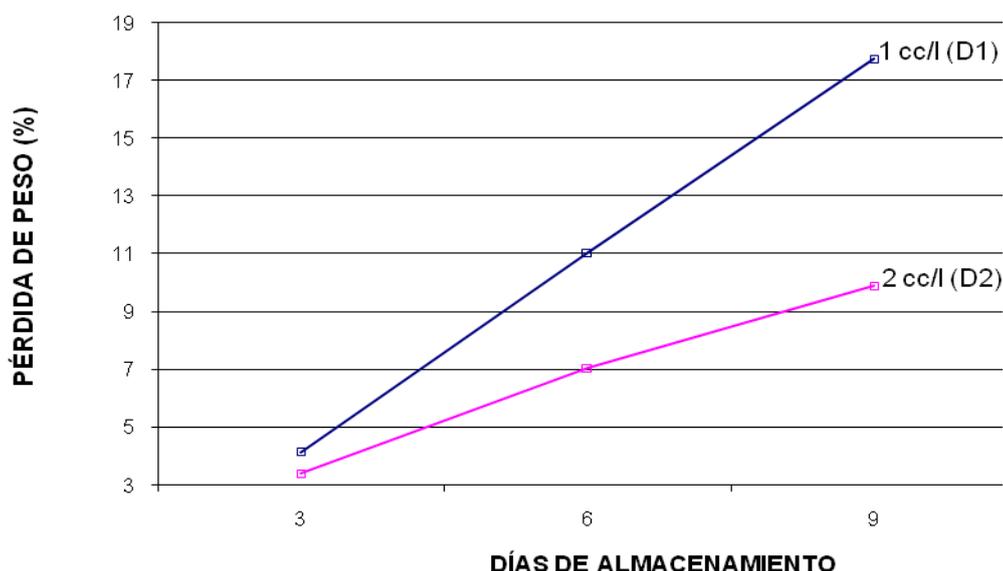
(cuadro 20). Los frutos que recibieron aplicación de Bacilux en la dosis de 2 cc/l (D2), experimentaron menor pérdida de peso, con promedio de 3,41% a los 3 días, 7,05% a los 6 días y 9,89% a los 9 días, al ubicarse todos ellos en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 1 cc/l (D1), reportaron mayor pérdida de peso, con promedio de 4,15%, 11,04% y 17,74%, ubicados todos ellos en el segundo rango, en su orden. Es posible que haya sucedido lo manifestado por la Ficha técnica Bacilux (2010), que la aplicación debilita los procesos metabólicos vitales del hongo, adecuándolos para que la parte vital del producto (las células activas) completen el proceso de biocontrol del hongo, lo que ocasionó el mayor control, consecuentemente los frutos perdieron menos peso.

Gráficamente, mediante la figura 7, se presenta la pérdida de peso hasta los 9 días de almacenamiento, para los frutos en que recibieron Bacilux en la dosis de 1 cc/l (D1), como para los frutos que recibieron aplicación de la dosis de 2 cc/l (D2), en donde se registró que, la pérdida de peso de los frutos que recibieron la dosis de 2 cc/l fue significativamente menor, en comparación con los frutos que recibieron la dosis de 1 cc/l, cuya pérdida de peso fue mucho mayor.

**CUADRO 20. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Dosis de aplicación	Promedios (%) y rangos					
	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
2 cc/l (D2)	3,41	a	7,05	a	9,89	a
1 cc/l (D1)	4,15	b	11,04	b	17,74	b

En cuanto al factor intervalo entre aplicación y cosecha, según la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para la pérdida de peso a los 3, 6 y 9 días, se apreciaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 21). Los frutos presentaron menor pérdida de peso, en los tratamientos que recibieron aplicación de Bacilux ocho días antes de la cosecha (I2), con promedio de 3,53% a

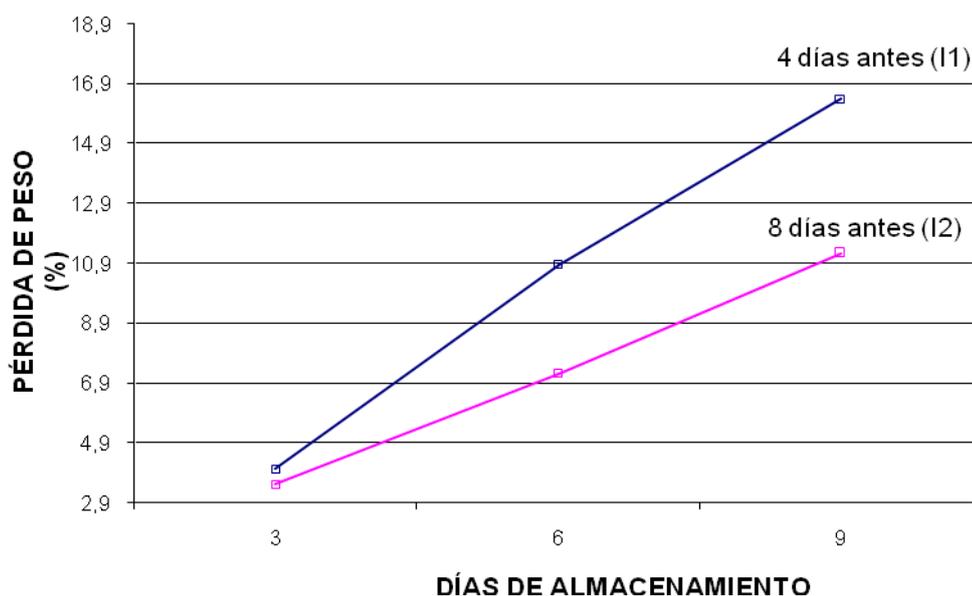


**FIGURA 7. Pérdida de peso con respecto a dosis de aplicación de Bacilux**

los 3 días, 7,23% a los 6 días y 11,23% a los 9 días, ubicados todos ellos en el primer rango; en tanto que, la pérdida de peso fue mayor en los frutos que recibieron aplicación del producto cuatro días antes de la cosecha (I1), con promedio de 4,03%, 10,86% y 16,40% para cada lectura, en su orden, ubicándose en el segundo rango de prueba, respectivamente.

Mediante la figura 8, se representa la pérdida de peso a los 3, 6 y 9 días de almacenamiento, para los frutos en que recibieron aplicación de Bacilux cuatro días antes de la cosecha (I1), como para los frutos que recibieron aplicación ocho días antes de la cosecha (I2), en donde se estableció que, la pérdida de peso de los frutos que recibieron aplicación 8 días antes de la cosecha fue significativamente menor, al comparar con los frutos que recibieron aplicación cuatro días antes de la cosecha, cuya pérdida de peso fue mucho mayor.

Evaluando la interacción condiciones de almacenamiento por parcelas pequeñas, la prueba de significación de Tukey al 5%, en la pérdida de peso a los 9 días, separó los promedios en seis rangos de significación (cuadro 22). Los frutos experimentaron menor pérdida de peso en la interacción A1D2I2 (en cuarto frío, 2 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha) con promedio de 6,12%, ubicado en el primer rango; seguido de varias interacciones que compartieron el



**FIGURA 8. Pérdida de peso con respecto a intervalos entre aplicación y cosecha**

primer rango con rangos inferiores; mientras que, la pérdida de peso de los frutos fue significativamente mayor en el tratamiento A2T, con promedio de 33,58%, ubicado en el quinto rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 21. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA INTERVALOS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Intervalos entre aplicación y cosecha	Promedios (%) y rangos					
	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
Ocho días antes de la cosecha (I2)	3,53	a	7,23	a	11,23	a
Cuatro días antes de la cosecha (I1)	4,03	b	10,86	b	16,40	b

Evaluando los resultados de la pérdida de peso hasta los 9 días de almacenamiento, es posible afirmar que, el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, provocó buenos resultados, por cuanto, los frutos almacenados con aplicación reportaron en general menor pérdida de peso, que los frutos de los testigos, en los cuales, al no recibir aplicación la infección de *Botrytis*

**CUADRO 22. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN CONDICIONES ALMACENAMIENTO POR PARCERLAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 9 DÍAS**

Condiciones de almacenamiento x parcelas pequeñas	Promedios (%)	Rangos
A1D2I2	6,12	a
A2D2I2	8,54	a
A1D2I1	9,45	a
A1D1I2	11,36	ab
A2D2I1	15,44	bc
A1D1I1	15,7	bc
A2D1I2	18,9	cd
A1T	22,11	de
A2D1I1	25,01	e
A2T	33,58	f

fue mucho mayor, consecuentemente la pérdida de peso se incrementó. Los mejores resultados se obtuvieron al almacenar en cuarto frío, en cuyas condiciones los frutos experimentaron menor pérdida de peso, disminuyendo en promedio de 1,29% a los 3 días, 5,02% a los 6 días y 7,34% a los 9 días, que lo observado en los frutos almacenados al ambiente. Así mismo, los frutos que recibieron aplicación de la dosis de 2 cc/l de Bacilux, reportaron menor pérdida de peso, reduciéndose en promedio de 0,74% a los 3 días, 3,99% a los 6 días y 7,85% a los 9 días, que los frutos de la dosis de 1 cc/l; y, los frutos que recibieron aplicación de Bacilux ocho días antes de la cosecha registraron menor pérdida de peso, disminuyendo en promedio de 0,50% a los 3 días, 3,63% a los 6 días y 5,17% a los 9 días, que los frutos del intervalo (I1); valores que permiten inferir que, almacenar los frutos en condiciones de cuarto frío y aplicando Bacilux en dosis de 2 cc/l ocho días antes de la cosecha, es el tratamiento adecuado para reducir la pérdida de peso y permitir que los frutos se mantengan de mejor manera en poscosecha. Para respaldar esto Chaves (2004) asegura que, *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum* son dos hongos de poscosecha típicamente dependientes de los nutrientes. Son hongos necrotróficos y sus esporas requieren de nutrientes exógenos para poder germinar y comenzar el crecimiento de las hifas antes de penetrar al sustrato. Esos nutrientes los encuentran en las heridas de las frutas y es allí donde la competencia microbiana actúa inhibiendo el desarrollo de estos

hongos. Lo que se tradujo en una menor pérdida de peso y firmeza del fruto.

#### 4.1.3.2. Pérdida de peso a los 12 y 15 días

Los anexos 20 y 21, presentan los valores de pérdida de peso en los frutos de fresa que permanecieron almacenados en cuarto frío hasta los 12 y 15 días, respectivamente, con pérdidas promedio general de 19,50% y 27,98%, para cada lectura, en su orden. Aplicando el análisis de variancia para las dos lecturas (cuadro 23), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor dosis de Bacilux fue significativo a nivel del 1%. El factor intervalos entre aplicación y cosecha reportó significación a nivel del 1%, no mostrando diferencias estadísticas la interacción dosis por intervalos; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamiento a nivel del 1% en las dos lecturas. Los coeficientes de variación fueron de 11,71% y 10,43%, para cada lectura, respectivamente.

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para los tratamientos que permanecieron en cuarto frío (A1), en la pérdida de peso del fruto a los 12 y 15 días, se establecieron cuatro rangos de significación a los 12 y 15 días (cuadro 24). La pérdida de peso fue significativamente menor en el tratamiento D2I2

**CUADRO 23. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PÉRDIDA DE PESO A LOS 12 Y 15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 12 días		A los 15 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	4,67	0,89 ns	4,83	0,57 ns
Tratamientos	4	301,29	57,72 **	524,18	61,52 **
Dosis (D)	1	250,25	47,94 **	447,99	52,58 **
Intervalos (I)	1	169,8	32,53 **	207,83	24,39 **
D x I	1	2,59	0,50 ns	2,27	0,27 ns
Testigo vs. Resto	1	782,5	149,90**	1438,64	168,85 **
Error exp.	8	5,22		8,52	
Total	14				
Coef. de var. (%) =			11,71%		10,43%

ns = no significativo  
 \* = significativo al 5%  
 \*\* = significativo al 1%

(2 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), con promedio de 8,03% a los 12 días y 13,24% a los 15 días, al ubicarse éstos dos valores en el primer rango. Les siguen varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores. La mayor pérdida de peso, por su parte, reportó el testigo, con promedios de 33,95% y 47,56%, a los 12 y 15 días, respectivamente, ubicados último rango y lugar en la prueba.

En relación al factor dosis de Bacilux en la pérdida de peso a los 12 y 15 días, para los frutos que permanecieron en cuarto frío (A1), mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 25). La pérdida de peso fue menor en los frutos que recibieron la dosis de 2 cc/l (D2), con promedios de 11,33% a los 12 días y 16,97% a los 15 días, ubicados los dos valores en el primer rango. La pérdida de peso fue mayor, por su parte, en los frutos que recibieron aplicación de la dosis 1 cc/l (D1), con promedios de 20,46% y 29,19%, para cada lectura, en su orden, ubicados en el segundo rango, respectivamente. De igual manera, la tarrina usada en el experimento dio como resultado menor pérdida de peso producto de la protección que da a los frutos, evitando la pérdida de agua. El almidón que representa en promedio del 2 al 40% del peso seco de los productos agrícolas, al degradarse menos por efecto del embalaje, evitó una substancial pérdida de peso de los frutos, conservándose frescos por más tiempo; otro efecto que se provocó con el uso del recipiente fue el de controlar la respiración de los frutos, disminuyendo la oxidación sus propias reservas de almidón y de otros metabolitos, que son en gran parte los causantes de la pérdida de peso (FAO, 2005).

Analizando el factor intervalos entre aplicación y cosecha en la pérdida de peso a los 12 y 15 días, para los frutos que permanecieron en cuarto frío (A1), aplicando la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 26). Los frutos presentaron menor pérdida de peso, en los tratamientos que recibieron aplicación de Bacilux ocho días antes de la cosecha (I2), con promedio de 12,13% a los 12 días y 18,92% a los 15 días, ubicados todos ellos en el primer rango; mientras que, la pérdida de peso fue mayor en los frutos que recibieron aplicación del producto cuatro días antes de la

**CUADRO 24. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS DE (A1) EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 12 Y 15 DÍAS**

Tratamientos de A1	Promedios (%) y rangos			
	A los 12 días		A los 15 días	
D2I2	8,03	a	13,24	a
D2I1	14,62	b	20,70	ab
D1I2	16,23	b	24,59	b
D1I1	24,69	c	33,79	c
T	33,95	d	47,56	d

cosecha (I1), con promedio de 19,66% y 27,24% para cada lectura, en su orden ubicándose en el segundo rango de prueba, respectivamente.

**CUADRO 25. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA DOSIS DE (A1) EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 12 Y 15 DÍAS**

Dosis de aplicación de A1	Promedios (%) y rangos			
	A los 12 días		A los 15 días	
2 cc/l (D2)	11,33	a	16,97	a
1 cc/l (D1)	20,46	b	29,19	b

Los resultados obtenidos en la pérdida de peso a los 12 y 15 días para los frutos que permanecieron en el cuarto frío, permiten informar que, el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, causó buenos resultados, producto del control de *Botrytis*, por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron menor pérdida de peso que el testigo, en el cual no se aplicó Bacilux. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron en los

**CUADRO 26. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR INTERVALOS ENTRE APICACIÓN Y COSECHA DE (A1), EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO A LOS 12 Y 15 DÍAS**

Intervalos entre aplicación y cosecha de A1	Promedios (%) y rangos			
	A los 12 días		A los 15 días	
Ocho días antes de la cosecha (I2)	12,13	a	18,92	a
Cuatro días antes de la cosecha (I1)	19,66	b	27,24	b

tratamientos que recibieron la dosis de 2 cc/l, cuya pérdida de peso fue menor, disminuyendo en promedio de 9,13% a los 12 días y 12,22% a los 15 días, que lo obtenido en los tratamientos de la dosis de 1 cc/l. Igualmente, los frutos que recibieron aplicación de Bacilux ocho días antes de la cosecha, experimentaron menor pérdida de peso, reduciéndose en promedio de 7,53% a los 12 días y 8,32% a los 15 días, que lo reportado por los tratamientos del intervalo (I1); por lo que es posible inferir que, aplicar Bacilux en la dosis de 2 cc/l ocho días antes de la cosecha de los frutos es el tratamiento apropiado para reducir la presencia de *Botrytis* en poscosecha, consecuentemente los frutos pierden menos peso, manteniéndose de mejor forma, conservando la calidad. Meneses (2002), indica que la respiración es un proceso fisiológico que también provoca pérdidas de peso, ya que el agua, así como los átomos de carbono en forma de bióxido de carbono se obtiene como subproducto de este proceso metabólico. La velocidad con que se pierde la humedad es un factor determinante en la vida postcosecha de la fresa. Además la transpiración causa pérdida de turgencia, pérdida de brillo y disminución del peso; resultando en productos secos, marchitos, opacos y con pérdida de textura, constituyendo el envejecimiento del producto y deterioro de la calidad. Siendo este comportamiento más notorio en el tratamiento testigo.

#### 4.1.4. Contenido de sólidos solubles

##### 4.1.4.1. Contenido de sólidos solubles a los 3, 6 y 9 días

Mediante los anexos 22, 23 y 24, se registran los valores del contenido de sólidos solubles de los frutos de fresa en poscosecha, para las lecturas a los 3, 6 y 9 días de almacenamiento, respectivamente, con promedios generales de 7,43, 7,17 y 6,26 grados Brix, para cada lectura, en su orden. Según el análisis de variancia para las tres lecturas (cuadro 27), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para condiciones de almacenamiento a los 6 días y significativas a los 9 días. Las parcelas pequeñas mostraron significación a nivel del 5% a los 3 y 6 días; y dentro de estas, el factor dosis de Bacilux no mostró significación; el factor intervalos entre aplicación y cosecha reportó significación a nivel del 5% a los 6 días; no mostrando diferencias estadísticas la interacción dosis por intervalos; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamiento a nivel del 1% a los 3 días y a nivel del 5% a los 6 y 9 días. La interacción condiciones de almacenamiento por parcelas pequeñas fue no significativa. Los coeficientes de variación fueron de 3,54%, 6,36% y 8,96%, para cada lectura, respectivamente.

**CUADRO 27. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Fuente de Variación	Grados de libertad	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,05	1,67 ns	0,12	1,50 ns	0,18	0,20 ns
Almacenam. (A)	1	0,21	7,00 ns	13,47	168,38 **	29,70	33,37 *
Error A	2	0,03		0,08		0,89	
Parcelas peq. (PP)	4	0,23	3,29 *	0,86	4,10 *	0,80	2,58 ns
Dosis (D)	1	0,24	3,43 ns	0,54	2,57 ns	0,63	2,03 ns
Intervalos (I)	1	0,06	0,86 ns	1,40	6,67 *	0,63	2,03 ns
D x I	1	0,002	0,03 ns	0,00	0,00 ns	0,09	0,29 ns
Testigo vs. resto	1	0,62	8,86 **	1,50	7,14 *	1,85	5,97 *
A x PP	4	0,02	0,29 ns	0,32	1,52 ns	0,71	2,29 ns
Error B	16	0,07		0,21		0,31	
Total	29						
Coef. de var. =			3,54%		6,36%		8,96%

ns = no significativo  
 \* = significativo al 5%  
 \*\* = significativo al 1%

Aplicando la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor condiciones de almacenamiento, en el contenido de sólidos solubles a los 6 y 9 días de transcurrido el ensayo, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 28). Los frutos experimentaron mayor concentración de sólidos solubles en los tratamientos almacenados en condiciones de cuarto frío (A1), al ubicarse en el primer rango los promedios de 7,84 grados Brix a los 6 días y 7,26 grados Brix a los 9 días; mientras que, la concentración de sólidos solubles fue significativamente menor en los frutos almacenados en condiciones ambientales (A2), con promedios de 6,50 grados Brix a los 6 días y 5,27 grados Brix a los 9 días, al ubicarse todos ellos en el segundo rango en la prueba, respectivamente.

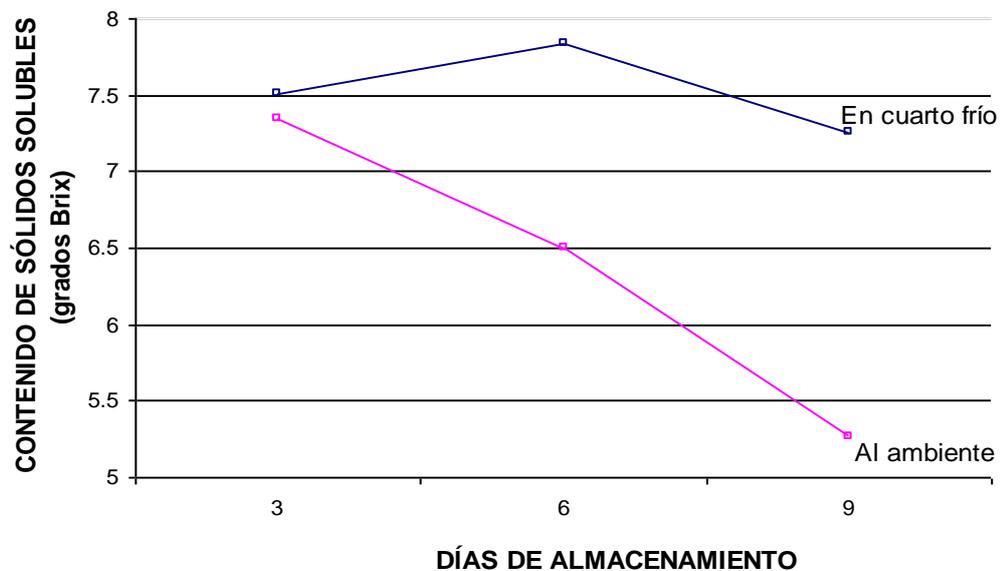
La ilustración de la figura 9, representa el contenido de sólidos solubles a los 3, 6 y 9 días de transcurrido el ensayo, tanto para los frutos en condiciones de almacenamiento en cuarto frío, como para los frutos conservados al ambiente, en donde se detectó que, el contenido de sólidos solubles fue significativamente mayor en los frutos almacenados en cuarto frío; en tanto que, en los frutos que permanecieron al ambiente, este contenido fue menor.

**CUADRO 28. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 6 Y 9 DÍAS**

Almacenamiento	Promedios (grados Brix) y rangos			
	A los 6 días		A los 9 días	
En cuarto frío (A1)	7,84	a	7,26	a
Al ambiente (A2)	6,50	b	5,27	b

Al respecto Berguered (1990), dice que la calidad del consumo del fruto es determinada en gran parte por la astringencia “relativa”, que a su vez está determinada por las cantidades relativas presentes de ácidos, azúcares y astringentes. Los azúcares son importantes y la glucosa en especial, ya que actúa como sustrato para la respiración. Los azúcares totales normalmente se incrementan

durante un corto periodo en la postcosecha, debido principalmente a la ruptura o hidrólisis del almidón y la conversión a azúcares de otros materiales; este incremento es posteriormente seguido por una declinación gradual durante el resto de vida del fruto, ya que después de que todo el almidón restante en el fruto ha sido hidrolizado, existiendo una pérdida neta de azúcar debido a la respiración, como lo ocurrido desde los 6 días de almacenamiento. La muerte de los frutos ocurre por la falta de materiales combustibles para la respiración siendo el agotamiento de la sacarosa la principal causa, por esto se ha determinado que la comercialización y consumo de los frutos está por sobre un contenido de 8% de azúcares totales y que la muerte del fruto ocurre mucho después de que el estado ideal de comercialización ha pasado.



**FIGURA 9. Contenido de sólidos solubles con respecto a condiciones de almacenamiento**

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para parcelas pequeñas, en el contenido de sólidos solubles a los 3 y 6 días, se registraron dos rangos de significación en las dos lecturas (cuadro 29). El mayor contenido de sólidos solubles se observó en el testigo, con promedio de 7,72 grados Brix a los 3 días y 7,62 grados Brix a los 6 días, al ubicarse en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos; en tanto que, el contenido de sólidos solubles fue significativamente menor en el tratamiento D111 (1 cc/l de Bacilux, aplicado 4 días antes de la cosecha), con promedios de 7,20 y 6,67

grados Brix, para cada lectura, en su orden, ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba, respectivamente.

**CUADRO 29. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 3 Y 6 DÍAS**

Parcelas pequeñas	Promedios (grados Brix ) y rangos			
	A los 3 días		A los 6 días	
T	7,72	a	7,62	a
D2I2	7,50	ab	7,45	ab
D1I2	7,32	ab	7,15	ab
D2I1	7,42	ab	6,97	ab
D1I1	7,20	b	6,67	b

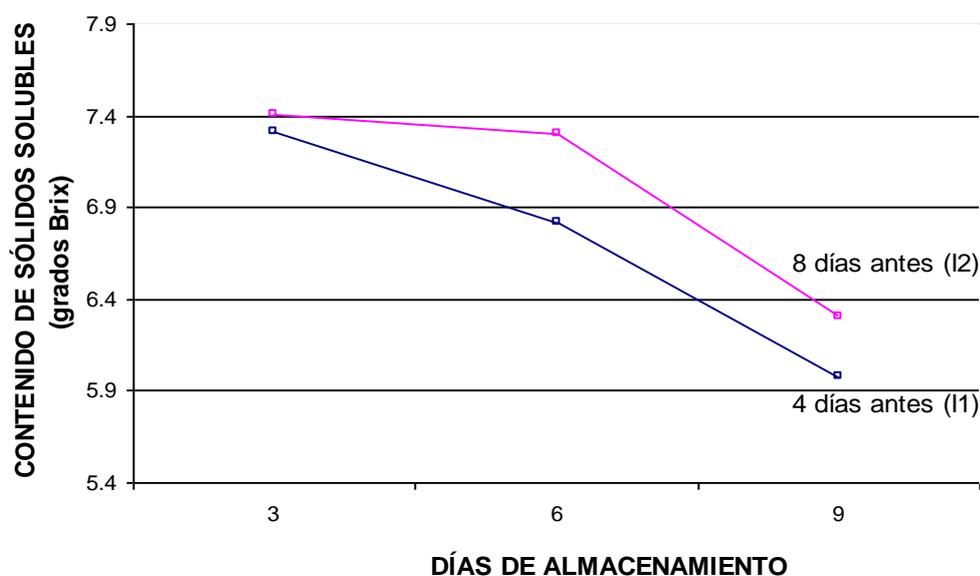
En referencia al factor intervalo entre aplicación y cosecha, aplicando la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para el contenido de sólidos solubles a los 6 días, se obtuvieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 30). Los frutos presentaron mayor contenido de sólidos solubles, en los tratamientos que recibieron aplicación de Bacilux ocho días antes de la cosecha (I2), con promedio de 7,30 grados Brix, ubicado en el primer rango; en tanto que, el contenido de sólidos solubles fue menor en los frutos que recibieron aplicación del

**CUADRO 30. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR INTERVALOS ENTRE APICACIÓN Y COSECHA EN LA VARIABLE CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 6 DÍAS**

Intervalos entre aplicación y cosecha	Promedios (grados Brix)	Rangos
Ocho días antes de la cosecha (I2)	7,30	a
Cuatro días antes de la cosecha (I1)	6,82	b

producto cuatro días antes de la cosecha (I1), con promedio de 6,82 grados Brix, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

La figura 10, muestra el contenido de sólidos solubles a los 3, 6 y 9 días de almacenamiento, para los frutos en que recibieron aplicación de Bacilux cuatro días antes de la cosecha (I1), como para los frutos que recibieron aplicación ocho días antes de la cosecha (I2), en donde se detectó que, el contenido de sólidos solubles de los frutos que recibieron aplicación 8 días antes de la cosecha fue significativamente mayor, al comparar con los frutos que recibieron aplicación cuatro días antes de la cosecha, cuyo contenido de sólidos solubles fue mucho menor.



**FIGURA 10. Contenido de sólidos solubles con respecto a intervalos entre aplicación y cosecha**

De la evaluación estadística de el contenido de sólidos solubles hasta los 9 días de almacenamiento, es posible afirmar que, el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, provocó diferentes respuestas, por cuanto, los frutos almacenados con aplicación reportaron en general menor contenido de sólidos solubles, que los frutos de los testigos, en los cuales, éste contenido fue significativamente mayor. En sentido, al almacenar los frutos en cuarto frío, el contenido de sólidos solubles de los frutos fue mayor, superando en promedio de 1,34 grados Brix a los 6 días y 1,99 grados Brix a los 9 días, que lo ocurrido en los

frutos almacenados al ambiente (a pesar que en cuarto frío desde los 9 días el contenido de sólidos solubles tiende a disminuir y al ambiente desde los 6 días). Así mismo, los frutos que recibieron aplicación de Bacilux ocho días antes de la cosecha registraron mayor contenido de sólidos solubles, superando en promedio de 0,48 grados Brix a los 6 días, que los frutos del intervalo (II); valores que permiten inferir que, almacenar los frutos en condiciones de cuarto frío y aplicando Bacilux ocho días antes de la cosecha, permite reducir la pérdida de sólidos solubles, por lo que los frutos se mantienen de mejor manera en poscosecha. Para Wikipedia (2011), al referirse a la conservación de frutos en cuarto frío, cita que, es el procedimiento más seguro de conservación. La influencia del frío previene y detiene el deterioro, conservando los alimentos en buen estado durante largo tiempo, lo que se logró especialmente con los frutos en condiciones de cuarto frío.

#### 4.1.4.2. Contenido de sólidos solubles a los 12 y 15 días

En los anexos 25 y 26, se indican los valores de contenido de sólidos solubles en los frutos de fresa que permanecieron almacenados en cuarto frío hasta los 12 y 15 días, respectivamente, con promedio general de 6,98 y 6,51 grados Brix, para cada lectura, en su orden. Mediante el análisis de variancia para las dos

**CUADRO 31. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 12 Y 15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 12 días		A los 15 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,27	1,27 ns	0,08	0,30 ns
Tratamientos	4	0,83	3,99 *	0,4	1,45 ns
Dosis (D)	1	0,19	0,90 ns	0,96	3,18 ns
Intervalos (I)	1	0,44	2,09 ns	0,4	1,48 ns
D x I	1	0,19	0,90 ns	0,03	0,11 ns
Testigo vs. Resto	1	2,52	12,05 **	0,19	0,70 ns
Error exp.	8	0,21		0,27	
Total	14				
Coef. de var. (%) =			6,55%		8,05%

ns = no significativo  
 \* = significativo al 5%  
 \*\* = significativo al 1%

lecturas (cuadro 31), se detectaron diferencias estadísticas significativas para tratamientos especialmente a los 12 días. El factor dosis de Bacilux, como el factor intervalos entre aplicación y cosecha y la interacción dosis por intervalos no mostraron significación; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% en la lectura a los 12 días. Los coeficientes de variación fueron de 6,55% y 8,05%, para cada lectura, respectivamente.

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos que permanecieron en cuarto frío (A1), en el contenido de sólidos solubles a los 12 días, existieron dos rangos de significación (cuadro 32). El mayor contenido de sólidos solubles se observó en el testigo, con promedio de 7,80 grados Brix, al ubicarse en el primer rango. Le siguen varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos. El menor contenido de sólidos solubles, por su parte, reportó el tratamiento D1I1 (1 cc/l de Bacilux, aplicado 4 días antes de la cosecha), con promedio de 6,33 grados Brix, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba. De los resultados obtenidos se puede afirmar que en el cuarto frío existe una mayor concentración de sólidos solubles, comprobándose lo manifestado por (Thompson, 1997), referente a que es deseable una baja velocidad de respiración, que se logra en con el cuarto frío, puesto que indica un bajo porcentaje de utilización de azúcares, ya que son los principales sustratos respiratorios y de otros materiales de reserva esenciales, lo que alargará su vida.

**CUADRO 32. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS DE (A1) EN LA VARIABLE CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 12 DÍAS**

Tratamientos de A1	Promedios (grados Brix)	Rangos
T	7,80	a
D1I2	6,97	ab
D2I2	6,97	ab
D2I1	6,83	ab
D1I1	6,33	b

De la evaluación estadística en el contenido de sólidos solubles a los 12 y 15 días para los frutos de fresa que permanecieron en el cuarto frío, permiten informar que, el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, produjo diferentes respuestas, por cuanto, los frutos almacenados con aplicación reportaron en general menor contenido de sólidos solubles, que los frutos de los testigos, en los cuales, éste contenido fue significativamente mayor y por ende fueron más vulnerables al ataque de *Botrytis*, lo que sucedió en el presente ensayo, siendo más notorio en los frutos de conservación al ambiente, en relación a esto Berguered (1990), menciona que la exposición del producto a condiciones ambientales indeseables, maduración y condiciones sanitarias inapropiadas, producen en las frutas escaldaduras, sobre maduración, ablandamiento excesivo, marchitamiento, desordenes fisiológicos, cambios en la composición química y deterioros por efecto microbiano (transpiración, azúcares, carbohidratos, acidez, almidones y respiración).

#### **4.1.5. Potencial hidrógeno - pH**

##### **4.1.5.1. Potencial hidrógeno – pH a los 3, 6 y 9 días**

Los anexos 27, 28 y 29, detallan los valores del potencial hidrógeno de los frutos de fresa en poscosecha, para las lecturas a los 3, 6 y 9 días de almacenamiento, respectivamente, con promedios generales de 3,72, 3,71 y 3,71, para cada lectura, en su orden. Aplicando el análisis de variancia para las tres lecturas (cuadro 33), para condiciones de almacenamiento se obtuvieron diferencias estadísticas significativas a los 3 días y altamente significativas a los 6 y 9 días. Las parcelas pequeñas mostraron significación a nivel del 1% a los 3 días; y dentro de ésta lectura, el factor dosis de Bacilux a nivel del 1%, no reportando significación las dosis de Bacilux y la interacción dosis por intervalos; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 5% a los 3 días. La interacción condiciones de almacenamiento por parcelas pequeñas fue significativa especialmente en la lectura a los 3 días. Los coeficientes de variación fueron de 0,58%, 0,91% y 1,36%, para cada lectura, respectivamente.

La prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor condiciones de almacenamiento, en el potencial hidrógeno a los 3, 6 y 9 días de transcurrido el ensayo, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 34). Los frutos reportaron mayor potencial hidrógeno en los tratamientos almacenados en condiciones de cuarto frío (A1), al ubicarse en el primer rango los promedios de 3,74 a los 3 días, 3,76 a los 6 días y 3,78 a los 9 días; en tanto que, el potencial hidrógeno fue significativamente menor en los frutos almacenados en condiciones ambientales (A2), con promedios de 3,70 a los 3 días, 3,67 a los 6 días y 3,65 a los 9 días, al ubicarse todos ellos en el segundo rango en la prueba, respectivamente.

**CUADRO 33. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Fuente de Variación	Grados de libertad	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,0006	3,00 ns	0,0004	1,00 ns	0,0006	0,60 ns
Almacenam. (A)	1	0,0150	75,00 *	0,0529	132,25 **	0,1320	132,00 **
Error A	2	0,0002		0,0004		0,0010	
Parcelas peq. (PP)	4	0,0027	5,40 **	0,0019	1,73 ns	0,0019	0,76 ns
Dosis (D)	1	0,0054	10,80 **	0,0043	3,91 ns	0,0012	0,48 ns
Intervalos (I)	1	0,0013	2,60 ns	0,0006	0,55 ns	0,0007	0,28 ns
D x I	1	0,0001	0,20 ns	0,0001	0,09 ns	0,0003	0,12 ns
Testigo vs. resto	1	0,0039	7,80 *	0,0026	2,36 ns	0,0055	2,20 ns
A x PP	4	0,0014	3,06 *	0,0015	1,36 ns	0,0007	0,28 ns
Error B	16	0,0005		0,0011		0,0025	
Total	29						
Coef. de var. =		0,58%		0,91%		1,36%	

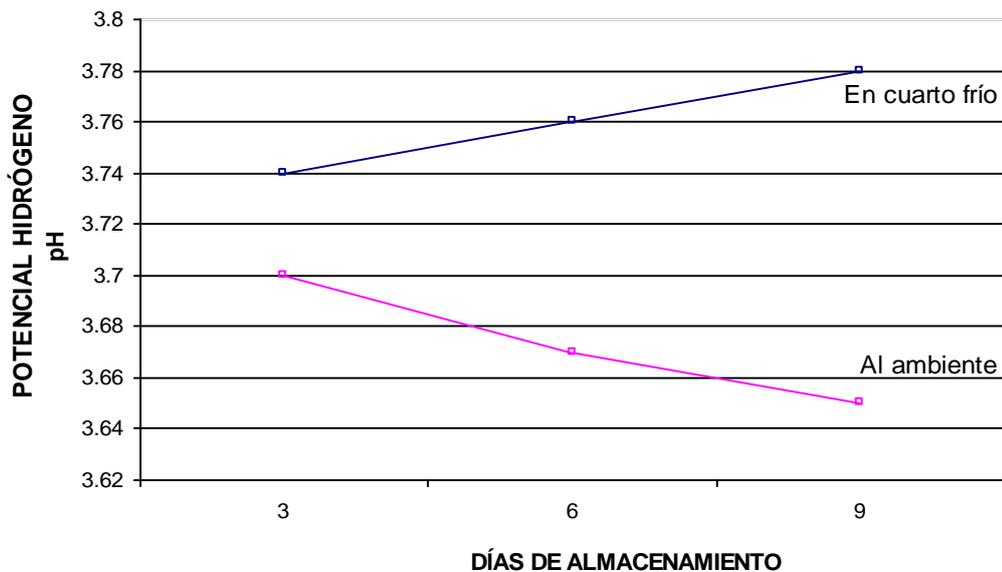
ns = no significativo  
 \* = significativo al 5%  
 \*\* = significativo al 1%

La figura 11, grafica el potencial hidrógeno - pH hasta los 9 días de transcurrido el ensayo, tanto para los frutos en condiciones de almacenamiento en cuarto frío, como para los frutos conservados al ambiente, en donde se estableció que, el potencial hidrógeno fue significativamente mayor en los frutos almacenados en cuarto frío; en tanto que, en los frutos que permanecieron al ambiente, el potencial hidrógeno fue menor. Berguered (1990), señala que la acidez determina en parte la calidad de consumo del fruto, debiendo no ser muy ácida aunque con un apreciable grado de acidez; después de la cosecha, hay una

**CUADRO 34. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 3, 6 Y 9 DÍAS**

Almacenamiento	Promedios y rangos					
	A los 3 días		A los 6 días		A los 9 días	
En cuarto frío (A1)	3,74	a	3,76	a	3,78	a
Al ambiente (A2)	3,70	b	3,67	b	3,65	b

declinación de la acidez titulable. Se presume que estos ácidos sirven como sustrato parcial para los procesos respiratorios por lo que el pH se eleva después de la cosecha, lo que sucedió con los frutos almacenados en el cuarto frío; no así al ambiente donde se reduce el pH, ya que ocurre la muerte de los frutos por la falta de materiales combustibles para la respiración siendo el agotamiento de la sacarosa la principal causa, y que la muerte del fruto ocurre mucho después de que el estado ideal de comercialización ha pasado.



**FIGURA 11. Potencial hidrógeno – pH con respecto a condiciones de almacenamiento**

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para

parcelas pequeñas, en el potencial hidrógeno a los 3 días, se detectaron tres rangos de significación (cuadro 35). El potencial hidrógeno fue mayor en el testigo, con promedio de 3,74, al ubicarse en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores; mientras que, el potencial hidrógeno fue menor en el tratamiento D1I1 (1 cc/l de Bacilux, aplicado 4 días antes de la cosecha), con promedio de 3,69, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 35. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA PARCELAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 3 DÍAS**

Parcelas pequeñas	Promedios	Rangos
T	3,74	a
D2I2	3,74	ab
D2I1	3,72	abc
D1I2	3,70	bc
D1I1	3,69	c

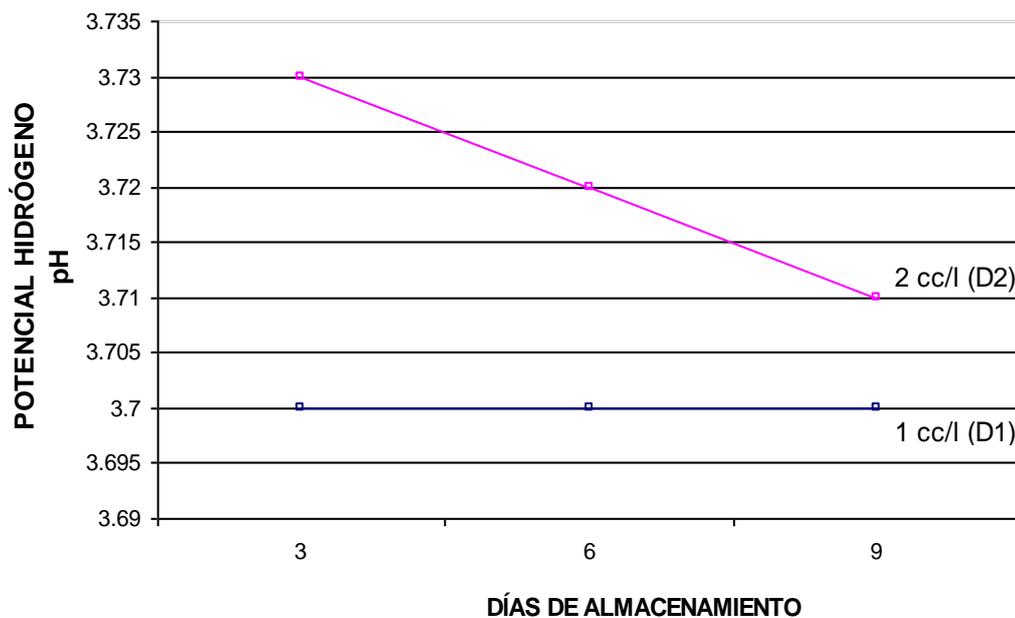
Con respecto al factor dosis de aplicación de Bacilux, en la evaluación del potencial hidrógeno a los 3 días de transcurrido el ensayo, la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 36). Los frutos que recibieron aplicación de Bacilux en la dosis de 2 cc/l (D2), experimentaron mayor potencial hidrógeno, con

**CUADRO 36. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 3 DÍAS**

Dosis de aplicación	Promedios	Rangos
2 cc/l (D2)	3,73	a
1 cc/l (D1)	3,70	b

promedio de 3,73, al ubicarse en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 1 cc/l (D1), reportaron menor potencial hidrógeno, con promedio de 3,70, ubicado en el segundo rango en la prueba.

Gráficamente, mediante la figura 12, se presenta el potencial hidrógeno – pH hasta los 9 días de almacenamiento, en donde se registró que, el potencial hidrógeno de los frutos que recibieron la dosis de 2 cc/l fue mayor, en comparación con los frutos que recibieron la dosis de 1 cc/l, cuyo potencial hidrógeno fue menor.



**FIGURA 12. Potencial hidrógeno – pH con respecto a dosis de aplicación de Bacilux**

Examinando la interacción condiciones de almacenamiento por parcelas pequeñas, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, en el potencial hidrógeno a los 3 días, se apreciaron tres rangos de significación (cuadro 37). El potencial hidrógeno de los frutos fue mayor en la interacción A1D2I2 (en cuarto frío, 2 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha) con promedio de 3,77, ubicado en el primer rango; seguidos de varias interacciones que compartieron el primer rango con rangos inferiores; en tanto que, el potencial hidrógeno fue menor

en la interacción A2D1I2 (al ambiente, 1 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), con promedio de 3,67, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 37. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN CONDICIONES ALMACENAMIENTO POR PARCERLAS PEQUEÑAS EN LA VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 3 DÍAS**

Condiciones de almacenamiento x parcelas pequeñas	Promedios	Rangos
A1D2I2	3,77	a
A1T	3,75	ab
A1D2I1	3,75	ab
A2T	3,74	ab
A1D1I2	3,74	ab
A2D2I2	3,70	bc
A1D1I1	3,70	bc
A2D2I1	3,69	bc
A2D1I1	3,69	bc
A2D1I2	3,67	c

Los resultados reportados del potencial hidrógeno – pH, hasta los 9 días de almacenamiento, permiten informar que, el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, provocó diferentes respuestas. En sentido que, al almacenar los frutos en cuarto frío, el potencial hidrógeno de los frutos fue mayor, superando en promedio de 0,04 a los 3 días, 0,09 a los 6 días y 0,13 a los 9 días, que lo observado en los frutos almacenados al ambiente (el pH en cuarto frío tiende a incrementarse, mientras que al ambiente el pH tiende a baja). Así mismo, los frutos que recibieron aplicación de Bacilux en la dosis de 2 cc/l reportaron mayor potencial hidrógeno, superando en promedio de 0,03 a los 3 días, que los frutos que recibieron la dosis de 1 cc/l; valores que permiten inferir que, al almacenar los frutos en condiciones de cuarto frío y aplicando Bacilux 2 cc/l, los frutos presentan mayor potencial hidrógeno. Para respaldar esto Berguered (1990), sostiene que conforme los

Los resultados reportados del potencial hidrógeno – pH, hasta los 9 días de almacenamiento, permiten informar que, el combate biológico del moho frutos siguen el proceso de post maduración, el pH tiende a incrementarse, lo que sucedió con los frutos almacenados al ambiente; no así en el cuarto frío donde el pH sufre un ligero acenso por el mismo hecho de que se controlan los procesos respiratorios con la acción del frío y el enriquecimiento de la atmósfera con CO<sub>2</sub>, permitiendo un retraso en la maduración.

#### 4.1.5.2. Potencial hidrógeno – pH a los 12 y 15 días

Mediante los anexos 30 y 31, se registran los valores de potencial hidrógeno en los frutos de fresa que permanecieron almacenados en cuarto frío hasta los 12 y 15 días, respectivamente, con promedio general de 3,81 y 3,85, para cada lectura, en su orden. Aplicando el análisis de variancia para las dos lecturas (cuadro 38), se detectaron diferencias estadísticas significativas para tratamientos especialmente a los 12 días. El factor dosis de Bacilux, como el factor intervalos entre aplicación y cosecha y la interacción dosis por intervalos no mostraron significación; mientras que, el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% en la lectura a los 12 días. Los coeficientes de variación fueron de 1,06% y 1,56%, para cada lectura, respectivamente.

**CUADRO 38. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 12 Y 15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 12 días		A los 15 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,00075	0,46 ns	0,00093	0,26 ns
Tratamientos	4	0,00689	4,20 *	0,00303	0,84 ns
Dosis (D)	1	0,00270	1,65 ns	0,00213	0,59 ns
Intervalos (I)	1	0,00163	1,00 ns	0,00013	0,04 ns
D x I	1	0,00003	0,02 ns	0,00213	0,59 ns
Testigo vs. resto	1	0,02321	14,15 **	0,00771	2,14 ns
Error exp.	8	0,00164		0,00360	
Total	14				

Coef. de var. (%) =

1,06%

1,56%

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos que permanecieron en cuarto frío (A1), en el potencial hidrógeno a los 12 días, se encontraron dos rangos de significación (cuadro 39). El potencial hidrógeno fue mayor en el testigo, con promedio de 3,89, al ubicarse en el primer rango. Le siguen varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos. El menor potencial hidrógeno, por su parte, reportó el tratamiento D1I1 (1 cc/l de Bacilux, aplicado 4 días antes de la cosecha), con promedio de 3,77, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 39. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS DE (A1) EN LA VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 12 DÍAS**

Tratamientos de A1	Promedios	Rangos
T	3,89	a
D1I2	3,82	ab
D2I2	3,80	ab
D2I1	3,79	ab
D1I1	3,77	b

La evaluación estadística del potencial hidrógeno – pH a los 12 y 15 días para los frutos de fresa que permanecieron en el cuarto frío, permiten informar que, el combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, produjo diferentes respuestas, por cuanto, los frutos almacenados con aplicación reportaron en general menor potencial hidrógeno, que los frutos de los testigos, en los cuales, el potencial hidrógeno fue significativamente mayor. FAO (2005), sugiere este efecto por la concentración del ácido acético ya que éste al reducir el pH favorece la hidrólisis o degradación de los carbohidratos poliméricos, lo que además se tradujo en una reducción de los sólidos solubles en los frutos que recibieron aplicación de Bacilux.

## 4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

### 4.2.1. En cuarto frío

Para evaluar la rentabilidad del combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, para los tratamientos que permanecieron en cuarto frío, hasta los 15 días de almacenamiento, siguiendo la metodología propuesta por Perrin *et al* (1988), se determinaron los costos variables del ensayo por tratamiento (cuadro 40). La variación de los costos esta dada básicamente por el diferente precio del producto de acuerdo a la dosis aplicada. Así mismo se calcularon los ingresos y los beneficios netos de cada tratamiento.

**CUADRO 40. PRESUPUESTO PARCIAL DE DATOS PROMEDIADOS A LOS 15 DÍAS EN TRATANIENTOS DE CUARTO FRÍO**

Concepto	Tratamientos				
	A1D1I1	A1D1I2	A1D2I1	A1D2I2	A1T
<b>Costo Variable</b>					
Bacilux					
Dosis uno	0,02	0,02			0,00
Dosis dos			0,04	0,04	0,00
Arriendo					
Cuarto frío	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Total	0,06	0,06	0,08	0,08	0,04
<b>Ingreso</b>					
Cantidad (kg)	0,37	0,41	0,39	0,40	0,31
Precio unitario (USD)	0,70	0,82	0,86	0,92	0,13
Total	0,26	0,34	0,34	0,37	0,04
<b>Beneficio neto</b>	0,20	0,28	0,26	0,29	0,00

Para el análisis de dominancia de tratamientos (cuadro 41), se ordenaron los datos en forma descendente en base a beneficios netos. Se calificaron los tratamientos no dominados, eliminando aquellos que presentaron el mayor o igual costo variable comparado con el tratamiento inmediato superior, siendo los restantes tratamientos dominados.

**CUADRO 41. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS DE CUARTO FRÍO**

Beneficio neto	Tratamientos	Costo variable
0,29	A1D2I2	0,08
0,28	A1D1I2	0,06
0,26	A1D2I1	0,08*
0,20	A1D1I1	0,06*
0,00	A1T	0,04

\* = Tratamientos dominados

Los tratamientos no dominados se sometieron al cálculo del incremento marginal del beneficio neto y costo variable, calculándose la tasa marginal de retorno (cuadro 42), en donde el tratamiento A1D1I2 (en cuarto frío, 1 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), registró la mayor tasa marginal de retorno de 1400%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

**CUADRO 42. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS (CUARTO FRÍO)**

Beneficio neto	Tratamientos	Costo variable	Cambio con respecto al beneficio próximo superior		
			Incremento marginal en beneficio neto	Incremento marginal en costo variable	Tasa de retorno marginal
0,29	A1D2I2	0,08	0,01	0,02	50%
0,28	A1D1I2	0,06	0,28	0,02	1400%
0,00	A1T	0,04	-	-	-

#### **4.2.1. Al ambiente**

Para evaluar la rentabilidad del combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, para los tratamientos que permanecieron al ambiente, hasta los 6 días de almacenamiento, siguiendo la metodología propuesta por Perrin *et al* (1988), se determinaron los costos variables del ensayo por tratamiento (cuadro 43). La variación de los costos esta dada básicamente por el

diferente precio del producto de acuerdo a la dosis aplicada. Así mismo se calcularon los ingresos y los beneficios netos de cada tratamiento.

Para el análisis de dominancia de tratamientos (cuadro 44), se ordenaron los datos en forma descendente en base a beneficios netos. Se calificaron los tratamientos no dominados, eliminando aquellos que presentaron el mayor o igual costo variable comparado con el tratamiento inmediato superior, siendo los restantes tratamientos dominados.

**CUADRO 43. PRESUPUESTO PARCIAL DE DATOS PROMEDIADOS A LOS 6 DÍAS EN TRATAMIENTOS ALMACENADOS AL AMBIENTE**

Concepto	Tratamientos				
	A2D1I1	A2D1I2	A2D2I1	A2D2I2	A2T
<b>Costo Variable</b>					
Bacilux					
Dosis uno	0,02	0,02			0,00
Dosis dos			0,04	0,04	0,00
Arriendo					
Al ambiente	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	0,03	0,03	0,05	0,05	0,01
<b>Ingreso</b>					
Cantidad (kg)	0,45	0,48	0,46	0,46	0,45
Precio unitario (USD)	0,30	0,44	0,50	0,55	0,02
Total	0,14	0,21	0,23	0,25	0,01
<b>Beneficio neto</b>	0,11	0,18	0,18	0,20	0,00

Los tratamientos no dominados se sometieron al cálculo del incremento marginal del beneficio neto y costo variable, calculándose la tasa marginal de retorno (cuadro 45), en donde el tratamiento A2D1I2 (al ambiente, 1 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), registró la mayor tasa marginal de retorno de 900%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

**CUADRO 44. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS  
ALMACENADOS AL AMBIENTE**

Beneficio neto	Tratamientos	Costo variable
0,20	A2D2I2	0,05
0,18	A2D2I1	0,05*
0,18	A2D1I2	0,03
0,11	A2D1I1	0,03*
0,00	A2T	0,01

\* = Tratamientos dominados

**CUADRO 45. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS  
NO DOMINADOS (AL AMBIENTE)**

Beneficio neto	Tratamientos	Costo variable	Cambio con respecto al beneficio próximo superior		
			Incremento marginal en beneficio neto	Incremento marginal en costo variable	Tasa de retorno marginal
0,20	A2D2I2	0,05	0,02	0,02	100%
0,18	A2D1I2	0,03	0,18	0,02	900%
0,00	A2T	0,01	–	–	–

### 4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos del combate biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) bajo dos condiciones de almacenamiento, del fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, permiten aceptar las hipótesis, por cuanto, la aplicación de la dosis de 2 cc/l ocho días antes de la cosecha y almacenando en cuarto frío, redujo significativamente el ataque de *Botrytis*, permitiendo prolongar el tiempo de almacenamiento de los frutos y conservando de mejor manera con menor pérdida de peso y mayor presión de la pulpa por lo que los frutos al final del ensayo fueron de mejor calidad que los almacenados al ambiente.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

Con respecto al tiempo de almacenamiento, los frutos almacenados en condiciones de cuarto frío (A1), prolongaron el tiempo de almacenamiento hasta los 15 días, presentando frutos con infección de *Botrytis* de hasta el 20,33% de promedio, con presión de la pulpa promedio de 0,87 lb de presión y pérdida de peso de hasta 27,98% de promedio; mientras que, los frutos almacenados al ambiente (A2), permanecieron hasta los 9 días de almacenamiento con infección de *Botrytis* de hasta 67%, presión de la pulpa de 0,55 lb de presión, pérdida de peso de hasta 20,29% y a los 12 y 15 días alcanzaron el 100% de infección de *Botrytis*.

Al comparar las condiciones de almacenamiento, se concluye que, los frutos almacenados en cuarto frío (A1), reportaron los mejores resultados, con menor infección de *Botrytis* (0,67% a los 3 días, 1,67% a los 6 días, 2,67% a los 9 días, 12,67% a los 12 días y 20,33% a los 15 días); mayor presión de la pulpa (1,79 lb de presión a los 3 días, 1,64 lb de presión a los 6 días y 1,43 lb de presión a los 9 días); y, menor pérdida de peso (3,37% a los 3 días, 8,37% a los 6 días, 12,95% a los 9 días, 19,50% a los 12 días y 27,98% a los 15 días). El contenido de sólidos solubles a los 6 días fue de 7,84 grados Brix y a los 9 días de 7,26 grados Brix y el potencial hidrógeno-pH a los 3 días de 3,74, a los 6 días de 3,76 y a los 9 días de 3,78; por lo que el cuarto frío es la condición de almacenamiento apropiada para conservar los frutos, evitando que se pierdan mayormente las características organolépticas.

Los frutos que recibieron aplicación de Bacilux en dosis de 2 cc/l (D2), reportaron mejores resultados, con menor infección de *Botrytis* especialmente a los 15 días (52,92%); producto del mejor control, presentaron mayor presión de la pulpa a los 3 días (1,66 lb de presión), como a los 12 días (1,39 lb de presión) y a los 15 días (1,10 lb de presión). La pérdida de peso fue menor (3,41% a los 3 días, 7,05% a los 6 días, 9,89% a los 9 días, 11,33% a los 12 días y 16,97% a los 15 días); y, el

potencial hidrógeno-pH a los 3 días de 3,73; por lo que es la dosis de Bacilux apropiada para reducir el ataque de *Botrytis* a los frutos en poscosecha.

En cuanto al factor intervalo entre aplicación y cosecha, se comprobó que, aplicar Bacilux ocho días antes de la cosecha (I2), causó el mejor efecto fungicida, cuyos frutos que lo recibieron, producto del mejor control de *Botrytis*, reportaron mayor presión de la pulpa a los 6 días (1,42 lb de presión), como a los 12 (1,39 lb de presión) y a los 15 días (1,10 lb de presión). La pérdida de peso fue significativamente menor (3,53% a los 3 días, 7,23% a los 6 días, 11,23% a los 9 días, 12,13% a los 12 días y 18,92% a los 15 días). La concentración de sólidos solubles a los 6 días fue de 7,30 grados Brix; por lo que es el intervalo entre aplicación y cosecha apropiado para reducir el ataque de *Botrytis*, conservar mejor la calidad y alargar el tiempo de vida útil de los frutos.

En relación a los testigos, al no recibir aplicación de Bacilux, la infección de *Botrytis* fue significativamente mayor, alcanzando el 98.33% de infección promedio hasta los 9 días de permanencia en condiciones al ambiente y hasta 58.33% de infección a los 15 días en frutos almacenados en cuarto frío. Así mismo la pérdida de peso fue considerablemente mayor y la presión de la pulpa de los frutos fue cuantiosamente menor.

Del análisis económico se concluye que, dentro de los tratamientos de cuarto frío, el tratamiento A1D1I2 (en cuarto frío, 1 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), registró la mayor tasa marginal de retorno de 1400% y dentro de los tratamientos almacenados al ambiente, el tratamiento A2D1I2 (al ambiente, 1 cc/l de Bacilux, aplicado 8 días antes de la cosecha), registró la mayor tasa marginal de retorno de 900%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de éstos tratamientos.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Para prolongar la vida útil de frutos de fresa cultivar Albión en poscosecha, aplicar Bacilux en dosis de 1 cc/l ocho días de la cosecha y almacenar en condiciones de cuarto frío, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó hasta los 15 días de almacenamiento, reduciendo significativamente la infección de *Botrytis* además disminuyendo la pérdida de peso y la pérdida de presión de la pulpa de los frutos, por lo que los frutos se conservaron mejor dándonos una mayor tasa marginal de retorno.

Se recomienda trabajar con el cultivar Albión ya que tiene buenas aptitudes para el almacenamiento. Además tiene como su principal característica su excepcional calidad de fruta, tanto por tamaño como por sabor y firmeza de la fruta; es de fácil recolección y manejo poscosecha; también posee alta resistencia a condiciones meteorológicas adversas y tolera enfermedades como *Phytophthora*, *Verticillium* y *Antacnosis*.

Probar la conservación de frutos de fresa, con la aplicación de productos para la conservación como ceras, en diferentes dosis, para alcanzar mejor tecnología y conocer características detalladas del comportamiento de la fruta.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1. TÍTULO**

Conservación de frutos de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión, en cuarto frío con aplicación del producto biológico Bacilux para el control de Moho gris (*Botrytis cinerea*).

#### **6.2. FUNDAMENTACIÓN**

La fresa es una fruta de distribución mundial, muy apreciada para consumo fresco y la elaboración de postres, debido a sus cualidades de color, aroma y acidez; además es una fruta rica en vitaminas A y C (Barahona y Sancho, 1992).

Al ser la fresa un producto altamente perecible, se presentan varias posibilidades de conservación como la congelación, la deshidratación, el empaquetado complementado con la refrigeración, siendo ésta una tecnología de preservación que reduce las pérdidas en postcosecha y proporciona una alternativa para la transformación, utilizando materiales comerciales y de fácil acceso (Thompson, 1997).

Domínguez (1993), asegura que el control de enfermedades en postcosecha comienza en el campo ya que un buen programa sanitario disminuye la fuente de inóculo y los riesgos de infecciones luego de la cosecha. Un manejo cuidadoso durante las operaciones de cosecha y empaque disminuye los daños físicos y evitan la entrada de los microorganismos; además de los tratamientos sanitarios y desinfecciones que se realizan, el control de la temperatura es la principal herramienta, ya que disminuye la actividad metabólica de los microorganismos y se mantienen las defensas naturales del producto. El control de la humedad relativa, particularmente para evitar la condensación de agua sobre el producto, así como las atmósferas controladas son también útiles para el control de las enfermedades de postcosecha.

Una de las principales enfermedades es el moho gris causado por *Botrytis cinerea*, que aparece como una mancha marrón claro o amarillenta hacia el final del cáliz y a los pocos días cubre de un moho gris, de apariencia polvosa toda la superficie de la fruta (Matamoros 1986, Barahona y Sancho 1992).

### **6.3. OBJETIVO**

Difundir la tecnología generada para la conservación de frutos de fresa (*Fragaria x ananassa*) c.v. Albión en condiciones de cuarto frío, con aplicación del producto biológico Bacilux para el control de moho gris (*Botrytis cinerea*).

### **6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La producción nacional de fresa registra un aumento constante, lo que hace suponer que sus perspectivas son promisorias y que puede convertirse en una excelente alternativa para diversificar el cultivo y la exportación. La fresa es un producto agrícola de gran demanda en el país, por sus características organolépticas, las cuales permiten elaborar productos alimenticios procesados conservando su valor nutritivo y características sensoriales.

Esta investigación pretende beneficiar a los centros de investigación, universidades y al sector agrícola, cuyos resultados brindarán conocimientos y soporte para nuevas investigaciones.

La tendencia gubernamental a legislar restricciones en el uso de plaguicidas ha incentivado investigaciones orientadas a proporcionar nuevas alternativas de control efectivos y que disminuyan los residuos de agrotóxicos, incorporando medidas de manejo de carácter biológico.

El propósito de esta investigación fue reducir las pérdidas que se producen durante la postcosecha, es decir dar una nueva alternativa a los productores de fresa, estableciendo el tiempo que pueden almacenar la variedad Albión, bajo condiciones de cuarto frío.

## **6.5. MANEJO TECNICO**

### **6.5.1. Fase de precosecha**

En esta fase se realiza la selección de las plantas y se identifican los frutos que serán almacenados.

Ocho días antes de la cosecha de los frutos, aplicar el producto biológico Bacilux en dosis de 2 cc/l, con la utilización de una bomba de mochila.

Los frutos serán recolectados en forma manual en el momento de la cosecha. Posteriormente se colocarán en tarrinas con su respectiva identificación.

### **6.5.2. Fase de poscosecha**

En esta fase consta el almacenamiento en cuarto frío, controlando en forma periódica la temperatura, humedad relativa y realizando el registro de las mismas tres veces cada día durante todo el tiempo de almacenamiento. Además se debe revisar la circulación de aire y el espacio entre tarrinas; con el objeto de que exista una adecuada ventilación.

Los frutos en cuarto frío deben someterse a la temperatura de 1°C y a una humedad relativa del 90%.

Las tarrinas plásticas serán de 5 cm de altura, con diámetro de la base de 10,5 cm, diámetro de boca de 11,5 cm, espaciadas a 5 cm. El número de frutos por tarrina será de 8.

## **6.6. IMPLEMENTACIÓN/PLAN DE ACCIÓN**

Realizar charlas técnicas sobre las ventajas del uso de productos biológicos dirigidas a los cultivadores de fresa.

Transmitir la tecnología generada en la presente investigación mediante la realización de conferencias, días de campo y la entrega de trípticos.

Visitar las plantaciones de fresa para dar asesoramiento sobre el manejo del cultivo, plagas y enfermedades.

Capacitar a los productores de fresa en fases como la cosecha, poscosecha, transporte, almacenamiento y comercialización de la fruta.

## BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G.N. 1996. Fitopatología. México, Limusa. 838 p.

Adel, A.K. 1992. Manejo post cosecha de cultivos hortícolas. Generalidades sobre tecnología y biología de post cosecha. Ambato, Proexant. 291 p.

Alimentación sana. 2011. Conservación de frutas y hortalizas. En línea. Disponible en <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/conservacion.htm>.

Alsina Grau, L. 1984. Cultivo de fresas y fresones. 3 ed. Barcelona, Sintesis. 156 p.

Artes Calero, F. 2000. Apuntes del VI Curso superior de ingeniería y aplicaciones del frío a las conservas vegetales. Murcia, España. 100 p.

Barahona, M; Sancho, E. 1992. Fruticultura especial: manzana, melocotón fresa y mora. San José, CR., EUNED. 140 p.

Berguered, J. 1990. Conservación de vegetales, frutos y hortalizas. Zaragoza, Salvat. 570 p.

Beltrán, E.; Valencia, S. 2003. Manual de postcosecha del babaco. Escuela Politécnica Nacional. Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología (DECAB). Quito, Ecuador. 31 p.

Chaves N, 2004. Combate del Moho Gris (*Botrytis cinerea*) de la fresa mediante *Gliocladium roseum*. Costa Rica, s.e. 50 p.

CORPEI. 2010. El cultivo de la fresa. La producción. En línea. Disponible en [www.corpei.org.ec](http://www.corpei.org.ec).

Domínguez, F. 1993. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Madrid, Esp. Mundi-Prensa. 821 p.

Esterio M.; Auger, J. 1997. *Botrytis*: nuevas estrategias de control cultural, biológico y químico en uva de mesa. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Sanidad Vegetal. 125 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1987. Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas. s.e. Parte I. Cosecha y empaque. 96 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1989. Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas. s.e. Parte II. Control de calidad, almacenamiento y transporte. 83 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2005. Postcosecha de frutas y hortalizas. En línea. Disponible en <http://www.fao.org.htm>.

Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. 1985. El cultivo de fresa. Santa fe de Bogotá. Fedecafé. 50 p.

Folquer, F. 1986. La frutilla o fresa. Estudio de la planta y su producción comercial. 1ed. Argentina, Hemisferio Sur. 184 p.

Fungicidas. 2011. Características de los fungicidas. En línea. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Fungicida>.

Holdrige, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. 5 ed. Costa Rica, IICA. p. 8-15.

IGM (Instituto Geográfico Militar, Ec.) 1991. Carta Geográfica de Ambato. Quito, Ec.

INAMHI. (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA, Ec.) 2004. Registro anual de observaciones meteorológicas Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. Querochaca-Ecuador. 7 p.

INEC. (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, Ec.). 2002. III Censo Nacional Agropecuario. Servicio de Información y Censo Agropecuario. Proyecto SICA. MAG. Quito.Ec. p. 53.

INFOAGRO. 2010. La fresa en línea. Consultado 12 de abril del 2010. Disponible en [www.infoagro.com.fresa/fresón/cultivo](http://www.infoagro.com/fresa/fresón/cultivo).

Lizana, A. 1981. La manzana, Santiago, Sociedad Agronómica de Chile, Universitaria. Publicación Técnica No. 1. 179 p.

Martínez, A. 2007. Daños de los frutos durante el almacenamiento. Ambato, Proyecto Fruticultura del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación en el Ecuador - COSUDE. Ambato, Ecuador. 10 p.

Maroto, J.V. 1995. Horticultura Herbácea Especial. Madrid. Mundi-Prensa. 611 p.

Matamoros, G. 1986. La fresa: Prácticas de cultivo. San José. CR. s.e. 29 p.

Meneses, M. 2002. Manual de capacitación en manejo postcosecha de frutas y hortalizas en cuartos fríos. Colombia. SENA. 85 p.

Perrin, R.; Winkelman, D.; Moscardi, E. y Anderson, J. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT. México D.F., México. 53 p.

PROEXANT. (Promoción De Exportaciones Agrícolas No Tradicionales, Ec.). 1993. Manual de la frutilla. Quito. Imprenta Proexant. 115 p.

PROEXANT. (Promoción De Exportaciones Agrícolas No Tradicionales, Ec.). 2010. Cultivo de fresas. En línea. Consultado 21 de junio del 2010. Disponible en [www.proexant.com](http://www.proexant.com).

Serrano, Z. 1996. Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Sevilla. El autor. 638 p.

Thompson, K. 1997. Tecnología postcosecha de frutas y hortalizas. Instituto de Recursos Naturales del Reino Unido y el Servicio Nacional de Aprendizaje. Colombia. SENA. 87 p.

Villagómez, K. 2009. Tres dosis y dos métodos de aplicación de cerafruit como tratamiento poscosecha, en fresa (*Fragaria vesca*). Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato - UTA. Ambato, Ecuador. 76 p.

Waju. 2011. Hingis y bacterias. En línea. Disponible en <http://www.waju.mx/webs/bacterias/Secci%25C3%25B3n-3/Servicios-y-Productos---WQZ118011>.

Weswood, A. 1986. El cultivo de la fresa. Canadá, Priomusa. 88 p.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. INFECCIÓN DE *BOTRYTIS* (%) A LOS 3 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	A1D1I2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	A1D2I1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	A1D2I2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	A1T	5,00	0,00	5,00	10,00	3,33
6	A2D1I1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	A2D1I2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	A2D2I1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	A2D2I2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	A2T	30,00	20,00	35,00	85,00	28,33
Total		35,00	20,00	40,00	95,00	
Promedio		3,50	2,00	4,00		3,17

**ANEXO 2. INFECCIÓN DE *BOTRYTIS* (%) A LOS 6 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	A1D1I2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	A1D2I1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	A1D2I2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	A1T	10,00	5,00	10,00	25,00	8,33
6	A2D1I1	37,60	50,00	25,00	112,60	37,53
7	A2D1I2	31,20	45,00	25,00	101,20	33,73
8	A2D2I1	25,00	25,00	37,60	87,60	29,20
9	A2D2I2	25,00	25,00	5,00	55,00	18,33
10	A2T	75,00	31,20	55,00	161,20	53,73
Total		203,80	181,20	157,60	542,60	
Promedio		20,38	18,12	15,76		18,09

**ANEXO 3. INFECCIÓN DE *BOTRYTIS* (%) A LOS 9 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	A1D1I2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	A1D2I1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	A1D2I2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	A1T	15,00	10,00	15,00	40,00	13,33
6	A2D1I1	85,00	60,00	55,00	200,00	66,67
7	A2D1I2	80,00	50,00	60,00	190,00	63,33
8	A2D2I1	70,00	50,00	60,00	180,00	60,00
9	A2D2I2	40,00	60,00	40,00	140,00	46,67
10	A2T	100,00	100,00	95,00	295,00	98,33
Total		390,00	330,00	325,00	1045,00	
Promedio		39,00	33,00	32,50		34,83

**ANEXO 4. INFECCIÓN DE *BOTRYTIS* (%) A LOS 12 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	25,00	0,00	5,00	30,00	10,00
2	A1D1I2	5,00	5,00	0,00	10,00	3,33
3	A1D2I1	0,00	0,00	5,00	5,00	1,67
4	A1D2I2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	A1T	45,00	45,00	55,00	145,00	48,33
6	A2D1I1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
7	A2D1I2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
8	A2D2I1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
9	A2D2I2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
10	A2T	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
Total		575,00	550,00	565,00	1690,00	
Promedio		57,50	55,00	56,50		56,33

**ANEXO 5. INFECCIÓN DE *BOTRYTIS* (%) A LOS 15 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	30	15	10	55,00	18,33
2	A1D1I2	10	10	20	40,00	13,33
3	A1D2I1	0	20	10	30,00	10,00
4	A1D2I2	0	0	5	5,00	1,67
5	A1T	60	55	60	175,00	58,33
6	A2D1I1	100	100	100	300,00	100,00
7	A2D1I2	100	100	100	300,00	100,00
8	A2D2I1	100	100	100	300,00	100,00
9	A2D2I2	100	100	100	300,00	100,00
10	A2T	100	100	100	300,00	100,00
Total		600,00	600,00	605,00	1805,00	
Promedio		60,00	60,00	60,50		60,17

**ANEXO 6. PRESIÓN DE LA PULPA (lb de presión) A LOS 3 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	1,70	1,84	1,60	5,14	1,71
2	A1D1I2	1,72	1,84	1,76	5,32	1,77
3	A1D2I1	1,84	1,94	1,88	5,66	1,89
4	A1D2I2	1,92	1,98	2,15	6,05	2,02
5	A1T	1,56	1,58	1,50	4,64	1,55
6	A2D1I1	1,22	1,16	1,38	3,76	1,25
7	A2D1I2	1,32	1,18	1,28	3,78	1,26
8	A2D2I1	1,28	1,32	1,44	4,04	1,35
9	A2D2I2	1,44	1,32	1,36	4,12	1,37
10	A2T	1,28	0,85	0,78	2,91	0,97
Total		15,28	15,01	15,13	45,42	
Promedio		1,53	1,50	1,51		1,51

**ANEXO 7. PRESIÓN DE LA PULPA (lb de presión) A LOS 6 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	1,65	1,66	1,38	4,69	1,56
2	A1D1I2	1,68	1,72	1,64	5,04	1,68
3	A1D2I1	1,54	1,70	1,81	5,05	1,68
4	A1D2I2	1,76	1,89	1,98	5,63	1,88
5	A1T	1,32	1,54	1,34	4,20	1,40
6	A2D1I1	0,74	1,12	0,98	2,84	0,95
7	A2D1I2	0,92	1,14	1,12	3,18	1,06
8	A2D2I1	0,96	0,96	1,10	3,02	1,01
9	A2D2I2	1,10	1,00	1,14	3,24	1,08
10	A2T	0,54	0,64	0,34	1,52	0,51
Total		12,21	13,37	12,83	38,41	
Promedio		1,22	1,34	1,28		1,28

**ANEXO 8. PRESIÓN DE LA PULPA (lb de presión) A LOS 9 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	1,56	1,60	1,32	4,48	1,49
2	A1D1I2	1,60	1,64	1,54	4,78	1,59
3	A1D2I1	1,48	1,44	1,62	4,54	1,51
4	A1D2I2	1,74	1,72	1,80	5,26	1,75
5	A1T	0,64	0,86	0,94	2,44	0,81
6	A2D1I1	0,72	0,46	0,42	1,60	0,53
7	A2D1I2	0,22	0,22	1,08	1,52	0,51
8	A2D2I1	0,14	0,66	0,94	1,74	0,58
9	A2D2I2	0,80	0,88	1,02	2,70	0,90
10	A2T	0,12	0,22	0,34	0,68	0,23
Total		9,02	9,70	11,02	29,74	
Promedio		0,90	0,97	1,10		0,99

**ANEXO 9. PRESIÓN DE LA PULPA (lb de presión) A LOS 12 DÍAS  
(TRATAMIENTOS DE A1)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	1,26	0,88	1,20	3,34	1,11
2	A1D1I2	1,28	1,22	1,12	3,62	1,21
3	A1D2I1	1,34	0,98	1,30	3,62	1,21
4	A1D2I2	1,52	1,56	1,64	4,72	1,57
5	A1T	0,43	0,82	0,72	1,97	0,66
Total		5,83	5,46	5,98	17,27	
Promedio		1,17	1,09	1,20		1,15

**ANEXO 10. PRESIÓN DE LA PULPA (lb de presión) A LOS 15 DÍAS  
(TRATAMIENTOS DE A1)**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	0,52	0,62	0,62	1,76	0,59
2	A1D1I2	1,06	1,00	1,00	3,06	1,02
3	A1D2I1	1,18	0,90	0,90	2,98	0,99
4	A1D2I2	1,02	1,38	1,38	3,78	1,26
5	A1T	0,32	0,60	0,60	1,52	0,51
<b>Total</b>		<b>4,10</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>	<b>13,10</b>	
<b>Promedio</b>		<b>0,82</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>		<b>0,87</b>

**ANEXO 11. PESO DE FRUTO (g) AL INICIO**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	22,38	24,99	22,35	69,72	23,24
2	A1D1I2	22,36	22,94	22,97	68,27	22,76
3	A1D2I1	21,19	18,61	21,87	61,67	20,56
4	A1D2I2	21,71	17,16	19,50	58,37	19,46
5	A1T	23,63	24,44	26,75	74,82	24,94
6	A2D1I1	24,95	21,87	20,77	67,59	22,53
7	A2D1I2	22,50	21,80	22,58	66,88	22,29
8	A2D2I1	21,81	22,09	21,16	65,06	21,69
9	A2D2I2	20,35	19,60	21,34	61,29	20,43
10	A2T	22,65	24,02	25,14	71,81	23,94
<b>Total</b>		<b>223,53</b>	<b>217,52</b>	<b>224,43</b>	<b>665,48</b>	
<b>Promedio</b>		<b>22,35</b>	<b>21,75</b>	<b>22,44</b>		<b>22,18</b>

**ANEXO 12. PESO DE FRUTO (g) A LOS 3 DÍAS**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	21,57	23,98	21,51	67,06	22,35
2	A1D1I2	21,59	22,16	22,27	66,02	22,01
3	A1D2I1	20,48	17,99	21,17	59,64	19,88
4	A1D2I2	21,08	16,80	19,00	56,88	18,96
5	A1T	22,79	23,30	25,79	71,88	23,96
6	A2D1I1	23,91	20,72	19,75	64,38	21,46
7	A2D1I2	21,46	20,68	21,58	63,72	21,24
8	A2D2I1	20,84	21,20	20,26	62,30	20,77
9	A2D2I2	19,65	19,00	20,44	59,09	19,70
10	A2T	21,51	22,38	23,61	67,50	22,50
<b>Total</b>		<b>214,88</b>	<b>208,21</b>	<b>215,38</b>	<b>638,47</b>	
<b>Promedio</b>		<b>21,49</b>	<b>20,82</b>	<b>21,54</b>		<b>21,28</b>

**ANEXO 13. PESO DE FRUTO (g) A LOS 6 DÍAS**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	20,31	22,91	19,90	63,12	21,04
2	A1D1I2	20,78	21,46	20,93	63,17	21,06
3	A1D2I1	19,86	17,79	20,30	57,95	19,32
4	A1D2I2	20,51	16,72	18,58	55,81	18,60
5	A1T	19,92	21,33	22,61	63,86	21,29
6	A2D1I1	21,01	17,98	17,71	56,70	18,90
7	A2D1I2	19,94	19,48	20,06	59,48	19,83
8	A2D2I1	18,36	20,10	18,87	57,33	19,11
9	A2D2I2	19,49	18,61	19,41	57,51	19,17
10	A2T	17,76	19,25	19,12	56,13	18,71
Total		197,94	195,63	197,49	591,06	
Promedio		19,79	19,56	19,75		19,70

**ANEXO 14. PESO DE FRUTO (g) A LOS 9 DÍAS**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	18,72	21,80	18,33	58,85	19,62
2	A1D1I2	19,68	20,72	20,12	60,52	20,17
3	A1D2I1	19,13	17,16	19,50	55,79	18,60
4	A1D2I2	20,12	16,34	18,28	54,74	18,25
5	A1T	17,74	19,66	20,91	58,31	19,44
6	A2D1I1	19,02	16,25	15,46	50,73	16,91
7	A2D1I2	18,40	17,70	18,14	54,24	18,08
8	A2D2I1	17,52	19,41	18,09	55,02	18,34
9	A2D2I2	18,99	18,12	18,91	56,02	18,67
10	A2T	15,11	16,32	16,24	47,67	15,89
Total		184,43	183,48	183,98	551,89	
Promedio		18,44	18,35	18,40		18,40

**ANEXO 15. PESO DE FRUTO (g) A LOS 12 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	17,03	19,20	16,32	52,55	17,52
2	A1D1I2	19,04	19,52	18,62	57,18	19,06
3	A1D2I1	18,29	15,93	18,42	52,64	17,55
4	A1D2I2	19,73	15,99	17,91	53,63	17,88
5	A1T	14,63	16,45	18,44	49,52	16,51
Total		88,72	87,09	89,71	265,52	
Promedio		17,74	17,42	17,94		17,70

**ANEXO 16. PESO DE FRUTO (g) A LOS 15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	15,18	16,90	14,12	46,20	15,40
2	A1D1I2	17,58	17,42	16,46	51,46	17,15
3	A1D2I1	17,36	14,51	17,06	48,93	16,31
4	A1D2I2	18,78	15,14	16,68	50,60	16,87
5	A1T	11,62	12,69	15,04	39,35	13,12
<b>Total</b>		<b>80,52</b>	<b>76,66</b>	<b>79,36</b>	<b>236,54</b>	
<b>Promedio</b>		<b>16,10</b>	<b>15,33</b>	<b>15,87</b>		<b>15,77</b>

**ANEXO 17. PÉRDIDA DE PESO (%) A LOS 3 DÍAS**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	3,62	4,04	3,76	11,42	3,81
2	A1D1I2	3,44	3,40	3,05	9,89	3,30
3	A1D2I1	3,35	3,33	3,20	9,88	3,29
4	A1D2I2	2,90	2,10	2,56	7,56	2,52
5	A1T	3,55	4,66	3,59	11,80	3,93
6	A2D1I1	4,17	5,26	4,91	14,34	4,78
7	A2D1I2	4,62	5,14	4,43	14,19	4,73
8	A2D2I1	4,45	4,03	4,25	12,73	4,24
9	A2D2I2	3,44	3,06	4,22	10,72	3,57
10	A2T	5,03	6,83	6,09	17,95	5,98
<b>Total</b>		<b>38,57</b>	<b>41,85</b>	<b>40,06</b>	<b>120,48</b>	
<b>Promedio</b>		<b>3,86</b>	<b>4,19</b>	<b>4,01</b>		<b>4,02</b>

**ANEXO 18. PÉRDIDA DE PESO (%) A LOS 6 DÍAS**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	9,25	8,32	10,96	28,53	9,51
2	A1D1I2	7,07	6,45	8,88	22,40	7,47
3	A1D2I1	6,28	4,41	7,18	17,87	5,96
4	A1D2I2	5,53	2,56	4,72	12,81	4,27
5	A1T	15,70	12,73	15,48	43,91	14,64
6	A2D1I1	15,79	17,79	14,73	48,31	16,10
7	A2D1I2	11,38	10,64	11,16	33,18	11,06
8	A2D2I1	15,82	9,01	10,82	35,65	11,88
9	A2D2I2	4,23	5,05	9,04	18,32	6,11
10	A2T	21,59	19,86	23,95	65,40	21,80
<b>Total</b>		<b>112,64</b>	<b>96,82</b>	<b>116,92</b>	<b>326,38</b>	
<b>Promedio</b>		<b>11,26</b>	<b>9,68</b>	<b>11,69</b>		<b>10,88</b>

**ANEXO 19. PÉRDIDA DE PESO (%) A LOS 9 DÍAS**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	16,35	12,77	17,99	47,11	15,70
2	A1D1I2	11,99	9,68	12,41	34,08	11,36
3	A1D2I1	9,72	7,79	10,84	28,35	9,45
4	A1D2I2	7,32	4,78	6,26	18,36	6,12
5	A1T	24,93	19,56	21,83	66,32	22,11
6	A2D1I1	23,77	25,70	25,57	75,04	25,01
7	A2D1I2	18,22	18,81	19,66	56,69	18,90
8	A2D2I1	19,67	12,13	14,51	46,31	15,44
9	A2D2I2	6,68	7,55	11,39	25,62	8,54
10	A2T	33,29	32,06	35,40	100,75	33,58
Total		171,94	150,83	175,86	498,63	
Promedio		17,19	15,08	17,59		16,62

**ANEXO 20. PÉRDIDA DE PESO (%) A LOS 12 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	23,91	23,17	26,98	74,06	24,69
2	A1D1I2	14,85	14,91	18,94	48,70	16,23
3	A1D2I1	13,69	14,40	15,78	43,87	14,62
4	A1D2I2	9,12	6,82	8,15	24,09	8,03
5	A1T	38,09	32,69	31,07	101,85	33,95
Total		99,66	91,99	100,92	292,57	
Promedio		19,93	18,40	20,18		19,50

**ANEXO 21. PÉRDIDA DE PESO (%) A LOS 15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	A1D1I1	32,17	32,37	36,82	101,36	33,79
2	A1D1I2	21,38	24,06	28,34	73,78	24,59
3	A1D2I1	18,07	22,03	21,99	62,09	20,70
4	A1D2I2	13,50	11,77	14,46	39,73	13,24
5	A1T	50,83	48,08	43,78	142,69	47,56
Total		135,95	138,31	145,39	419,65	
Promedio		27,19	27,66	29,08		27,98

**ANEXO 22. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES (grados Brix) A LOS 3  
DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	7,20	7,10	7,30	21,60	7,20
2	A1D1I2	7,70	7,40	7,10	22,20	7,40
3	A1D2I1	7,80	7,20	7,60	22,60	7,53
4	A1D2I2	7,20	7,80	8,00	23,00	7,67
5	A1T	7,60	7,70	8,00	23,30	7,77
6	A2D1I1	7,20	7,20	7,20	21,60	7,20
7	A2D1I2	7,00	7,10	7,60	21,70	7,23
8	A2D2I1	7,20	7,40	7,30	21,90	7,30
9	A2D2I2	7,40	7,20	7,40	22,00	7,33
10	A2T	7,40	8,00	7,60	23,00	7,67
Total		73,70	74,10	75,10	222,90	
Promedio		7,37	7,41	7,51		7,43

**ANEXO 23. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES (grados Brix) A LOS 6  
DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	7,40	7,70	7,50	22,60	7,53
2	A1D1I2	7,80	7,60	7,30	22,70	7,57
3	A1D2I1	7,90	7,50	7,90	23,30	7,77
4	A1D2I2	7,10	8,00	8,50	23,60	7,87
5	A1T	9,00	7,90	8,50	25,40	8,47
6	A2D1I1	5,60	5,90	5,90	17,40	5,80
7	A2D1I2	6,50	6,90	6,80	20,20	6,73
8	A2D2I1	6,50	6,00	6,00	18,50	6,17
9	A2D2I2	7,10	7,00	7,00	21,10	7,03
10	A2T	5,80	7,00	7,50	20,30	6,77
Total		70,70	71,50	72,90	215,10	
Promedio		7,07	7,15	7,29		7,17

**ANEXO 24. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES (grados Brix) A LOS 9  
DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	7,00	6,30	6,70	20,00	6,67
2	A1D1I2	7,20	7,00	7,10	21,30	7,10
3	A1D2I1	7,70	6,50	7,00	21,20	7,07
4	A1D2I2	7,00	7,10	7,20	21,30	7,10
5	A1T	8,80	7,80	8,45	25,05	8,35
6	A2D1I1	5,00	5,50	4,00	14,50	4,83
7	A2D1I2	4,50	6,00	5,40	15,90	5,30
8	A2D2I1	6,00	5,90	4,10	16,00	5,33
9	A2D2I2	5,00	5,90	6,20	17,10	5,70
10	A2T	5,60	4,90	5,00	15,50	5,17
Total		63,80	62,90	61,15	187,85	
Promedio		6,38	6,29	6,12		6,26

**ANEXO 25. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES (grados Brix) A LOS  
12 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	6,90	6,10	6,00	19,00	6,33
2	A1D1I2	7,10	7,00	6,80	20,90	6,97
3	A1D2I1	7,60	6,00	6,90	20,50	6,83
4	A1D2I2	6,90	7,00	7,00	20,90	6,97
5	A1T	7,50	7,60	8,30	23,40	7,80
Total		36,00	33,70	35,00	104,70	
Promedio		7,20	6,74	7,00		6,98

**ANEXO 26. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES (grados Brix) A LOS  
15 DÍAS (TRATAMIENTOS DE A1)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	5,80	6,00	6,00	17,80	5,93
2	A1D1I2	6,90	5,80	6,50	19,20	6,40
3	A1D2I1	7,30	6,00	6,50	19,80	6,60
4	A1D2I2	6,80	6,80	7,00	20,60	6,87
5	A1T	6,00	7,20	7,00	20,20	6,73
Total		32,80	31,80	33,00	97,60	
Promedio		6,56	6,36	6,60		6,51

**ANEXO 27. POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 3 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	3,65	3,74	3,71	11,10	3,70
2	A1D1I2	3,75	3,75	3,72	11,22	3,74
3	A1D2I1	3,75	3,73	3,76	11,24	3,75
4	A1D2I2	3,76	3,77	3,79	11,32	3,77
5	A1T	3,74	3,75	3,75	11,24	3,75
6	A2D1I1	3,66	3,70	3,70	11,06	3,69
7	A2D1I2	3,66	3,67	3,67	11,00	3,67
8	A2D2I1	3,70	3,68	3,69	11,07	3,69
9	A2D2I2	3,71	3,70	3,70	11,11	3,70
10	A2T	3,73	3,71	3,77	11,21	3,74
Total		37,11	37,20	37,26	111,57	
Promedio		3,71	3,72	3,73		3,72

**ANEXO 28. POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 6 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	3,67	3,76	3,72	11,15	3,72
2	A1D1I2	3,78	3,75	3,74	11,27	3,76
3	A1D2I1	3,77	3,75	3,79	11,31	3,77
4	A1D2I2	3,77	3,78	3,80	11,35	3,78
5	A1T	3,74	3,76	3,77	11,27	3,76
6	A2D1I1	3,63	3,67	3,69	10,99	3,66
7	A2D1I2	3,62	3,67	3,66	10,95	3,65
8	A2D2I1	3,68	3,66	3,67	11,01	3,67
9	A2D2I2	3,71	3,71	3,59	11,01	3,67
10	A2T	3,71	3,70	3,72	11,13	3,71
Total		37,08	37,21	37,15	111,44	
Promedio		3,71	3,72	3,72		3,71

**ANEXO 29. POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 9 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	3,67	3,79	3,76	11,22	3,74
2	A1D1I2	3,82	3,76	3,76	11,34	3,78
3	A1D2I1	3,78	3,77	3,79	11,34	3,78
4	A1D2I2	3,79	3,78	3,81	11,38	3,79
5	A1T	3,83	3,79	3,79	11,41	3,80
6	A2D1I1	3,61	3,63	3,68	10,92	3,64
7	A2D1I2	3,60	3,66	3,65	10,91	3,64
8	A2D2I1	3,62	3,65	3,66	10,93	3,64
9	A2D2I2	3,70	3,70	3,51	10,91	3,64
10	A2T	3,71	3,68	3,64	11,03	3,68
Total		37,13	37,21	37,05	111,39	
Promedio		3,71	3,72	3,71		3,71

**ANEXO 30. POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 12 DÍAS  
(TRATAMIENTOS DE A1)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	3,71	3,83	3,77	11,31	3,77
2	A1D1I2	3,82	3,76	3,79	11,37	3,79
3	A1D2I1	3,79	3,79	3,81	11,39	3,80
4	A1D2I2	3,84	3,81	3,82	11,47	3,82
5	A1T	3,86	3,95	3,87	11,68	3,89
Total		19,02	19,14	19,06	57,22	
Promedio		3,80	3,83	3,81		3,81

**ANEXO 31. POTENCIAL HIDRÓGENO – pH A LOS 15 DÍAS  
(TRATAMIENTOS DE A1)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1D1I1	3,83	3,90	3,78	11,51	3,84
2	A1D1I2	3,83	3,77	3,85	11,45	3,82
3	A1D2I1	3,79	3,87	3,85	11,51	3,84
4	A1D2I2	3,96	3,82	3,83	11,61	3,87
5	A1T	3,87	3,95	3,87	11,69	3,90
Total		19,28	19,31	19,18	57,77	
Promedio		3,86	3,86	3,84		3,85

**ANEXO 32. REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA**

DÍA	EN CUARTO FRÍO		EN CUARTO AL AMBIENTE	
	T °C	H R %	T °C	H R %
0	1,17	90,17	16,23	71,33
1	1,70	90,50	17,73	71,33
2	1,40	90,33	17,33	71,50
3	1,40	88,83	16,00	71,83
4	1,33	91,17	17,40	71,50
5	1,50	90,67	17,90	70,50
6	1,63	90,17	18,67	72,00
7	1,37	90,17	16,90	71,00
8	1,10	90,00	17,47	71,50
9	1,43	89,33	17,27	71,33
10	1,63	90,67	17,10	72,00
11	1,60	89,67	17,60	70,83
12	1,47	90,17	18,03	71,67
13	1,43	90,33	18,10	70,67
14	1,33	89,17	16,20	71,50
15	1,37	90,33	16,40	71,50
<b>SUMATORIA</b>	<b>22,87</b>	<b>1431,50</b>	<b>276,33</b>	<b>1142,00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>1,43</b>	<b>90,10</b>	<b>17,30</b>	<b>71,40</b>