

**EVALUACIÓN DE DOS ÍNDICES DE COSECHA Y TIPOS DE EMPAQUE DEL
FRUTO DE NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam.) HÍBRIDO INIAP Palora,
BAJO DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO, EN EL CANTÓN
CEVALLOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

DIANA MARIKAR BONILLA BRAGANZA

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

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

CEVALLOS - ECUADOR

2010

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de investigación, nos corresponde exclusivamente a: la Egresada Diana Marikar Bonilla Braganza y al Ing. Mg. Jorge Dobronski Arcos; como también los análisis, conclusiones y recomendaciones; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato”.

Cevallos, Junio 2010

Egda. Diana Marikar Bonilla Braganza

AUTORA

Ing. Mg. Jorge Dobronski Arcos

TUTOR

“EVALUACIÓN DE DOS ÍNDICES DE COSECHA Y TIPOS DE EMPAQUE DEL FRUTO DE NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam.) HÍBRIDO INIAP Palora, BAJO DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO, EN EL CANTÓN CEVALLOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

REVISADO POR:

Ing. Mg. Jorge Dobronski Arcos
TUTOR

Ing. M. Sc. Jorge Fabara Gumpel
ASESOR BIOMETRISTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Ing. Mg. Hernán Zurita Vásquez.
PRESIDENTE

Ing. Mg. Octavio Beltrán Villegas.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Fidel Rodríguez Aguirre.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico:

A Dios, por darme el don de la vida y con sus bendiciones me permitió la culminación de este trabajo.

A mi madre, Martha Beatriz por ser mi apoyo incondicional en el transcurso de mi vida y haberme guiado siempre por el camino correcto.

A mi padre Bolívar Napoleón (+) quien desde el cielo me dio siempre la fuerza que necesitaba para seguir adelante.

A mis hermanos por estar siempre conmigo apoyándome para luchar por mis ideales y ser cada día una mejor persona.

A mis amigos Víctor Alcides, Víctor Hugo, Lorena Anabel y Ana Lucia por haberme permitido descubrir en ellos que la amistad es más que una palabra.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica que me abrió sus puertas cuando yo lo necesitaba, a todos sus miembros y en especial a los docentes que me impartieron sus conocimientos.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Mg. Jorge Dobronski Arcos tutor de este trabajo de investigación quien con su amistad y colaboración constante, así como por sus conocimientos impartidos hizo que este trabajo culmine con éxito.

Al Ing. M. Sc. Jorge Fabara Asesor biometrista y al Ing. M. Sc. Eduardo Cruz Asesor de redacción técnica por sus consejos emitidos para el mejoramiento de este trabajo de investigación.

Al Ing. Aníbal Martínez del Programa Nacional de Fruticultura – INIAP zona Sierra centro por la colaboración en el préstamo de los instrumentos necesarios para la ejecución de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | Pag. |
|---|--|
| I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 22 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 22 |
| 1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA | 22 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN..... | 22 |
| 1.4. OBJETIVOS..... | 24 |
| 1.4.1. Objetivo General..... | 24 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos | 25 |
| | |
| II. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS | 26 |
| 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS..... | 26 |
| 2.2. MARCO CONCEPTUAL..... | 28 |
| 2.2.1.1. Generalidades..... | 28 |
| 2.2.1.3. Variedades..... | 30 |
| 2.2.1.3.1. Variedades Comerciales | 30 |
| 2.2.1.3.2. Especies silvestres. | 30 |
| 2.2.1.4. Descripción Botánica | 31 |
| 2.2.1.6. Requerimientos del Cultivo..... | 34 |
| 2.2.1.6.1. Clima | 34 |
| 2.2.1.6.2. Suelo..... | 35 |
| 2.2.1.7.1. Selección del terreno | 36 |
| 2.2.1.7.2. Preparación del terreno..... | 36 |
| 2.2.1.7.3. Trazado y hoyado de la plantación..... | 36 |
| 2.2.1.7.4. Podas de formación | 36 |
| 2.2.1.7.5. Podas de fitosanidad | 37 |
| 2.2.1.7.6. Manejo fitosanitario..... | 37 |
| 2.2.1.7.7. Fertilización | 37 |
| 2.2.2. Cosecha..... | 37 |
| 2.2.3. Poscosecha..... | ¡Error! Marcador no definido.39 |
| 2.2.4. Manejo poscosecha | 39 |
| 2.2.4.1. Cambios Químicos..... | 39 |
| 2.2.4.2. Cambios fisiológicos y patológicos..... | 40 |
| 2.2.4.2.1. Respiración..... | 40 |
| 2.2.4.2.2. Deterioro físico de las frutas..... | 42 |
| 2.2.4.2.3. Transpiración y pérdida de peso..... | 42 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.2.4.2.4. | Deterioro fisiológico..... | 42 |
| 2.2.4.2.5. | Daño mecánico. | 43 |
| 2.2.4.2.6. | Deterioro patológico. | 43 |
| 2.2.4.2.7. | Temperatura..... | 43 |
| 2.2.4.2.8. | Nivel de humedad relativa. | 43 |
| 2.2.4.2.9. | Composición atmosférica. | 44 |
| 2.2.4.3. | Otros cambios..... | 44 |
| 2.2.4.4.1. | Estado de maduración..... | 45 |
| 2.2.4.4.2. | Centro de empaque y operaciones relacionadas. | 45 |
| 2.2.4.4.3. | Empacado. | 46 |
| 2.2.4.4.4. | Normalización y control de calidad..... | 46 |
| 2.2.4.4.5. | Requerimientos de almacenamiento. | 46 |
| 2.2.4.4.6. | Transporte..... | 48 |
| 2.2.4.4.7. | Selección..... | 48 |
| 2.2.4.4.8. | Limpieza..... | 49 |
| 2.2.4.4.9. | Clasificación..... | 49 |
| 2.3. | HIPÓTESIS..... | 50 |
| 2.4. | VARIABLES DE LA HIPOTESIS..... | 50 |
| 2.4.1. | Variables Independientes..... | 50 |
| 2.4.2. | Variables Dependientes..... | 50 |
| 2.5. | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 51 |
| III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | | 52 |
| 3.1. | ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 52 |
| 3.1.1. | Enfoque..... | 52 |
| 3.1.2. | Modalidad..... | 52 |
| 3.1.3. | Tipo..... | 52 |
| 3.2. | UBICACIÓN DEL ENSAYO..... | 52 |
| 3.3. | CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR..... | 53 |
| 3.3.1. | Clima..... | 53 |
| 3.3.1.1. | Descripción del cuarto frío..... | 53 |
| 3.3.1.2. | Descripción del cuarto al ambiente..... | 53 |
| 3.4. | FACTORES DE ESTUDIO..... | 54 |
| 3.5. | DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 54 |
| 3.5.1. | Análisis de Varianza..... | 54 |
| 3.5.2. | Análisis Estadístico..... | 55 |
| 3.6. | TRATAMIENTOS..... | 56 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.7. | DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO..... | 57 |
| 3.7.1. | Característica del Experimento..... | 57 |
| 3.8. | DATOS A TOMARSE..... | 58 |
| 3.8.1. | VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN..... | 58 |
| 3.8.1.1. | Pérdida de peso del fruto..... | 58 |
| 3.8.1.2. | Pérdida de firmeza de la pulpa..... | 58 |
| 3.8.1.3. | Sólidos solubles..... | 58 |
| 3.8.1.4. | Descripción visual de daños..... | 59 |
| 3.8.1.5. | Color de la cáscara..... | 59 |
| 3.8.1.6. | Color de la pulpa..... | 59 |
| 3.8.1.7. | pH..... | 60 |
| 3.8.1.8. | Minerales..... | 60 |
| 3.8.1.9. | Vitamina C..... | 60 |
| 3.8.1.10. | Cenizas..... | 60 |
| 3.8.1.11. | Análisis económico..... | 61 |
| 3.9. | MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 61 |
| 3.9.1. | Material experimental..... | 61 |
| 3.9.1.1. | Material Vegetal..... | 61 |
| 3.9.1.2. | Infraestructura..... | 61 |
| 3.9.1.3. | Equipos..... | 61 |
| 3.9.1.4. | Materiales..... | 62 |
| 3.9.1.5. | Otros materiales..... | 62 |
| 3.9.2. | Instalación del ensayo..... | 62 |
| 3.9.2.1. | Cuarto frío..... | 63 |
| 3.9.2.2. | Cuarto al ambiente..... | 63 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 65 |
| 4.1. | RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN..... | 65 |
| 4.1.1. | Pérdida de peso del fruto..... | 65 |
| 4.1.1.1. | Pérdida de peso del fruto a los 10 días..... | 65 |
| 4.1.1.2. | Pérdida de peso del fruto a los 20 días..... | 69 |
| 4.1.1.3. | Pérdida de peso del fruto a los 30 días..... | 74 |
| 4.1.2. | Pérdida de firmeza de la pulpa..... | 77 |
| 4.1.2.1. | Pérdida de firmeza de la pulpa a los 10 días..... | 77 |
| 4.1.2.2. | Pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días..... | 81 |
| 4.1.2.3. | Pérdida de firmeza de la pulpa a los 30 días..... | 86 |
| 4.1.3. | Sólidos solubles..... | 87 |

| | |
|---|------------|
| 4.1.3.1. Sólidos solubles al inicio y a los 10 días. | 88 |
| 4.1.3.2. Sólidos solubles a los 20 días. | 88 |
| 4.1.3.3. Sólidos solubles a los 30 días. | 92 |
| 4.1.4. Descripción visual de daños | 92 |
| 4.1.5. Color de la cáscara | 94 |
| 4.1.6. Color de la pulpa..... | 96 |
| 4.1.7. pH..... | 97 |
| 4.1.7.1. pH al inicio y a los 10 días. | 98 |
| 4.1.7.2. pH a los 20 días. | 100 |
| 4.1.7.3. pH a los 30 días. | 102 |
| 4.1.8. Minerales | 103 |
| 4.1.9. Vitamina C | 107 |
| 4.1.10. Cenizas | 108 |
| 4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO..... | 110 |
| 4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS | 113 |
| | |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 114 |
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 114 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 115 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 117 |
| | |
| ANEXOS | 120 |

ÍNDICE DE CUADROS.

| | Pág. |
|--|-------------|
| CUADRO 1. ESQUEMA DEL ADEVA PARA LA EVALUACIÓN DE DOS ÍNDICES DE COSECHA Y TIPOS DE EMPAQUE DEL FRUTO DE NARANJILLA (<i>Solanum quitoense</i> Lam.) HIBRIDO INIAP Palora, BAJO DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO, EN EL CANTÓN CEVALLOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2010..... | 34 |
| CUADRO 2. TRATAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE DOS ÍNDICES DE COSECHA Y TIPOS DE EMPAQUE DEL FRUTO DE NARANJILLA (<i>Solanum quitoense</i> Lam.) HIBRIDO INIAP Palora, BAJO DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO, EN EL CANTÓN CEVALLOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2010..... | 35 |
| CUADRO 3. REGISTRO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN EL CUARTO AL AMBIENTE..... | 42 |
| CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 10 DÍAS..... | 45 |
| CUADRO 5. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 10 DÍAS..... | 45 |
| CUADRO 6. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRÍO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 10 DÍAS..... | 46 |
| CUADRO 7. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 10 DÍAS..... | 47 |

| | |
|--|-----------|
| CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 20 DÍAS..... | 49 |
| CUADRO 9. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 20 DÍAS..... | 50 |
| CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRÍO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 20 DÍAS..... | 51 |
| CUADRO 11. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 20 DÍAS..... | 52 |
| CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 30 DÍAS..... | 53 |
| CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 30 DÍAS..... | 54 |
| CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRÍO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 30 DÍAS..... | 55 |
| CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS..... | 57 |
| CUADRO 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS..... | 58 |

| | |
|---|-----------|
| CUADRO 17. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACANAMIENTO AL AMBIENTE EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS..... | 59 |
| CUADRO 18. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALAMCENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS..... | 60 |
| CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS..... | 61 |
| CUADRO 20. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS..... | 62 |
| CUADRO 21. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRÍO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS..... | 63 |
| CUADRO 22. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS..... | 64 |
| CUADRO 23. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO AL AMBIENTE EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS..... | 65 |
| CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 30 DÍAS..... | 66 |
| CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES AL INICIO Y A LOS 10 DÍAS..... | 67 |

| | |
|--|----|
| CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 20 DÍAS..... | 68 |
| CUADRO 27. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 20 DÍAS..... | 69 |
| CUADRO 28. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 20 DÍAS..... | 70 |
| CUADRO 29. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 30 DÍAS..... | 71 |
| CUADRO 30. DAÑOS FÍSICOS (%) A LOS 10, 20 Y 30 DÍAS..... | 72 |
| CUADRO 31. COLOR DE LA CÁSCARA AL INICIO 10, 20 Y 30 DÍAS..... | 74 |
| CUADRO 32. COLOR DE LA PULPA AL INICIO 10, 20 Y 30 DÍAS..... | 76 |
| CUADRO 33. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE pH AL INICIO Y A LOS 10 DÍAS..... | 77 |
| CUADRO 34. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE pH A LOS 10 DÍAS..... | 78 |
| CUADRO 35. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO AL AMBIENTE EN LA VARIABLE pH A LOS 10 DÍAS..... | 79 |
| CUADRO 36. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE pH A LOS 20 DÍAS..... | 80 |

| | |
|--|----|
| CUADRO 37. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO AL AMBIENTE EN LA VARIABLE pH A LOS 20 DÍAS..... | 81 |
| CUADRO 38. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE pH A LOS 30 DÍAS..... | 82 |
| CUADRO 39. CONTENIDO DE MINERALES Ca, Fe y K (ppm) AL INICIO Y A LOS 30 DÍAS..... | 83 |
| CUADRO 40. CONTENIDO DE MINERALES Mg, Cu, Mn y Zn (ppm) AL INICIO Y A LOS 30 DÍAS..... | 84 |
| CUADRO 41. CONTENIDO DE VITAMINA C (%) AL INICIO Y A LOS 30 DÍAS..... | 86 |
| CUADRO 42. CONTENIDO DE CENIZAS (%) AL INICIO Y A LOS 30 DÍAS..... | 88 |
| CUADRO 43. PRESUPUESTO PARCIAL DE DATOS PROMEDIADOS DEL ENSAYO EN POSCOSECHA EN EL CULTIVO DE NARANJILLA (<i>Solanum quitoense</i> Lam.) HIBRIDO INIAP Palora..... | 90 |
| CUADRO 44. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE DATOS DE RESPUESTA A LA POSCOSECHA EN EL CULTIVO DE NARANJILLA (<i>Solanum quitoense</i> Lam.) HIBRIDO INIAP Palora..... | 91 |
| CUADRO 45. ANÁLISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS EN LA POSCOSECHA EN EL CULTIVO DE NARANJILLA (<i>Solanum quitoense</i> Lam.) HIBRIDO INIAP Palora..... | 91 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

| | Pág. |
|--|-------------|
| GRÁFICO 1. Esquema de la disposición de los tratamientos y repeticiones en el ensayo..... | 36 |
| GRÁFICO 2. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de peso del fruto a los 10 días..... | 46 |
| GRÁFICO 3. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento en cuarto frío en la variable pérdida de peso del fruto a los 10 días..... | 47 |
| GRÁFICO 4. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable pérdida de peso del fruto a los 10 días..... | 48 |
| GRÁFICO 5. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de peso del fruto a los 20 días..... | 50 |
| GRÁFICO 6. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento en cuarto frío en la variable pérdida de peso del fruto a los 20 días..... | 51 |
| GRÁFICO 7. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable pérdida de peso del fruto a los 20 días..... | 52 |
| GRÁFICO 8. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de peso del fruto a los 30 días..... | 54 |
| GRÁFICO 9. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento en cuarto frío en la variable pérdida de peso del fruto a los 30 días..... | 55 |
| GRÁFICO 10. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 10 días..... | 58 |

| | |
|--|----|
| GRÁFICO 11. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento al ambiente en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 10 días..... | 59 |
| GRÁFICO 12. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 10 días... | 60 |
| GRÁFICO 13. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días..... | 62 |
| GRÁFICO 14. Prueba de significación de Tukey al 5% para el grupo en cuarto frío en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días..... | 63 |
| GRÁFICO 15. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días..... | 64 |
| GRÁFICO 16. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el almacenamiento al ambiente en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días..... | 65 |
| GRÁFICO 17. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable sólidos solubles a los 20 días..... | 69 |
| GRÁFICO 18. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable sólidos solubles a los 20 días..... | 70 |
| GRÁFICO 19. Daños físicos en frutos almacenados al ambiente y en cuarto frío..... | 73 |
| GRÁFICO 20. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pH a los 10 días..... | 78 |

| | |
|--|----|
| GRÁFICO 21. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento al ambiente en la variable pH a los 10 días..... | 79 |
| GRÁFICO 22. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el almacenamiento al ambiente en la variable pH a los 20 días..... | 81 |
| GRÁFICO 23. Contenido de minerales Ca, Fe y K en frutos almacenados en cuarto frío..... | 84 |
| GRÁFICO 24. Contenido del mineral Mg en frutos almacenados en cuarto frío..... | 85 |
| GRÁFICO 25. Contenido de minerales Cu, Mn y Zn en frutos almacenados en cuarto frío..... | 85 |
| GRÁFICO 26. Contenido de Vitamina C en frutos almacenados en cuarto frío..... | 87 |
| GRÁFICO 27. Contenido de cenizas en frutos almacenados en cuarto frío... | 88 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente ensayo se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, cuyas coordenadas geográficas son 01° 22' 20'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste. Se encuentra a una altitud de 2850 msnm y a 16 km al sur oeste de la ciudad de Ambato.

El cuarto frío que se utilizó para la conservación de la fruta tiene las siguientes especificaciones: Cámara de 3.0m de largo x 3.0m de ancho x 2.4m de alto, a una temperatura de 8°C considerando $\pm 1^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del 90%.

Los frutos conservados al ambiente se colocaron en un cuarto de las instalaciones de la Granja Experimental Docente Querochaca ubicada a 2 850 msnm. Se estableció el registro diario de temperatura y humedad relativa, con un higrotermógrafo manual.

En base al manejo de poscosecha del cultivo; los factores en estudio fueron: Condiciones de almacenamiento, índices de cosecha y tipos de empaque y las variables evaluadas en cada uno de los ambientes. (Cuarto frío y cuarto al ambiente), fueron:

- Pérdida de peso del fruto.
- Pérdida de firmeza de la pulpa
- Sólidos solubles
- Descripción visual de daños
- Color de la cáscara
- Color de la pulpa
- pH
- Minerales

- Vitamina C
- Cenizas
- Análisis económico

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con análisis grupal, con cinco repeticiones. Para los casos que presentaron diferencias estadísticas significativas en el análisis de varianza (ADEVA), se realizaron pruebas de Tukey al 5% y diferencia mínima significativa (D.M.S) al 5%, respectivamente para condiciones de almacenamiento, índices de cosecha y tipos de empaque.

Los resultados registrados permiten las siguientes conclusiones:

El tipo de almacenamiento más recomendable para reducción de pérdidas en frutos de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) híbrido INIAP Palora fueron los tratamientos conservados en cuarto frío a (8°C, 90% HR), considerando $\pm 1^\circ\text{C}$, pudiendo llegar en estas condiciones a un tiempo de almacenamiento de máximo 20 días.

Con respecto a las características físico-químicas de los frutos de naranjilla se debe mencionar que la fruta almacenada al ambiente se deterioró totalmente y no se pudieron evaluar ni registrar los datos correspondientes por lo que no se pueden comparar los ambientes; en cuanto a los frutos almacenados en cuarto frío en los análisis realizados a los 30 días de transcurrido el ensayo los tratamientos con frutos con un índice de cosecha del 50% de color amarillo y 50% de color verde e independientemente del tipo de empaque, reportaron el menor incremento en el contenido de cenizas así el tratamiento A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera) se incrementó de 4,0 a 4,2% y el tratamiento A2C2E2 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón) se incrementó de 4,0 a 4,1% a diferencia de los tratamientos con un índice de cosecha del 25% de color amarillo y 75% de color verde de igual forma independientemente del tipo de empaque el incremento en el contenido de cenizas fue mayor, los tratamientos A2C1E1 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color

verde, caja de madera) y A2C1E2 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón) se incrementaron de 5,1 a 5,4% respectivamente; en cuanto a pH el tratamiento A2C2E2 con un pH de 3,26 fue el que más se aproximó al valor consultado en la composición química que es de 3,11. En minerales todos los tratamientos con los dos índices de cosecha y tipos de empaque experimentaron una disminución de los minerales Ca, Fe, K, Cu, Mn Zn y un aumento de Mg. Con respecto al color de la cáscara en general en los tratamientos conservados en cuarto frío el color disminuyó. El color de la pulpa en los tratamientos se incrementó muy levemente. El contenido de Vitamina C en los frutos de los tratamientos almacenados en cuarto frío sufre un incremento en promedio de 16,65 a 24,09%.

En relación al comportamiento de los frutos de naranjilla almacenados en dos índices de cosecha, se asevera que los tratamientos con un índice de cosecha del 25% de color amarillo y 75% de color verde pueden ser almacenados en cuarto frío en donde la pérdida de peso del fruto es directamente proporcional al tiempo de almacenamiento, la deshidratación del fruto fue en mayor porcentaje a partir de los 20 días tiempo considerado como apropiado para la conservación en frío de los frutos de naranjilla, debido a que las pérdidas son menores y la apariencia externa de los frutos es buena.

Con respecto al tipo de empaque los mejores resultados se dieron con el uso de cajas de madera con una capacidad de 5 kg. ya que facilitan el almacenamiento y transporte de la fruta, con este tipo de empaque existió una reducción de daños y deterioro de la fruta.

Se recomienda, almacenar los frutos de naranjilla en cuartos fríos a 8°C considerando $\pm 1^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del 90% para disminuir la pérdida de peso de los frutos y con un índice de cosecha del 25% de color amarillo y 75% de color verde para reducir la pérdida de firmeza de la pulpa, bajo estas circunstancias permite mantener la fruta por un lapso de máximo 20 días en mejores condiciones para ser comercializada.

Realizar una nueva investigación con menores intervalos de tiempo en la toma de las lecturas para determinar el tiempo exacto de almacenamiento de la fruta, cabe indicar que los intervalos se deben hacer entre los 0 a 20 días.

Probar esta investigación con la elaboración de pulpa y determinar el proceso de la misma.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mal manejo durante el período de poscosecha de la naranjilla presenta grandes pérdidas por la disminución de la cantidad y calidad de la fruta, en el cantón Cevallos de la provincia de Tungurahua.

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

Según Reina (1998), el manejo adecuado de los frutos de naranjilla requiere del conocimiento de sus características físicas y de las técnicas de recolección, selección, almacenamiento, empaque y transporte hasta que el producto llega al consumidor final.

En muchos casos se presentan pérdidas que ascienden a un 50% de la producción debidas al deterioro del producto por el tiempo transcurrido entre su recolección y entrega al consumidor, en inadecuadas condiciones de manejo. Es necesario tener presente que las frutas aún después de cosechadas son organismos vivientes que experimentan cambios continuamente, algunos de los cuales pueden alterar significativamente sus características organolépticas de más valía comercial.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en el Ecuador, representa un importante rubro económico, ya que su cultivo es intensivo y extensivo y como posee

cualidades alimenticias en sus frutos en alto grado constituye un elemento alimenticio bastante arraigado en la dieta popular.

La importancia de los productos agrícolas en especial de la naranjilla, en la economía y en la alimentación de los pueblos está relacionada con las exigencias de los mercados nacionales e internacionales con el mismo desarrollo de la tecnología contemporánea para su producción, manejo agronómico, conservación y comercialización. Además exige un amplio conocimiento de las propiedades físicas, mecánicas, térmicas y químicas de las frutas por eso es indispensable diferenciar estas propiedades para poder manejar adecuadamente y con alta eficiencia varias operaciones, como las de recolección, clasificación, limpieza, empaque y almacenamiento que demanda el cultivo de la naranjilla y que asegure una excelente calidad.

Tradicionalmente nuestro país ha tratado de solucionar los problemas alimenticios dando prioridad a los programas de producción; en muchos casos, sin embargo el aumento de aquellos ha resultado en un aumento de las pérdidas poscosecha de los productos por la incapacidad del sistema de mercadeo para absorber eficientemente la totalidad de lo producido.

Las causas para que se produzcan estas pérdidas son numerosas pero podemos enumerar las principales:

- Mal manejo de los productos a nivel de finca. Comenzando desde la cosecha; al lanzar los frutos en el recipiente de recolección o al ponerlos en envases muy pequeños sin tomar en cuenta su fragilidad o al manipuleo inadecuado durante la selección y empaque; todo lo cual ocasiona pérdidas cuantitativas.
- El uso de embalajes inadecuados, que no reúnen los suficientes requisitos para proteger el producto de daños debidos a los impactos, caídas o vibraciones que

sufren durante su desplazamiento desde el área de producción hasta los centros de almacenamiento y consumo.

- El pésimo transporte a través de caminos vecinales no adecuados y utilizando sistemas poco apropiados. Así por ejemplo, se acostumbra “llenar” los camiones colocando incluso cargas que aplastan a la fruta. Por otro lado, la distancia que se recorre y el clima también influyen en el nivel de pérdidas pues el embalaje es usualmente estrecho y con poca ventilación.
- La escasez de lugares de almacenaje convenientes, según Aldás y Romero (1986), es una causa importante en la pérdida de productos agrícolas ya que las frutas son almacenadas en sitios cerrados (bodegas) mal ventilados sin la temperatura ni la humedad relativa necesaria, lo que puede originar cambios químicos en los productos.

Según Fundación Vitroplant, mencionado por ECORAE, en el Ecuador el área cultivada de naranjilla es de alrededor de 12 000ha.; aproximadamente el 50% de la producción nacional corresponde a la variedad conocida como híbrido-Puyo, un 45% al híbrido INIAP-Palora y el 5% restante a variedades de naranjilla conocida como naranjilla común; dulce, baeza y/o bola.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Aportar al mejoramiento tecnológico para el manejo poscosecha de los frutos de Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) híbrido INIAP Palora.

1.4.2. Objetivos Específicos

Evaluar las características físico-químicas de los frutos de naranjilla conservados bajo dos condiciones de almacenamiento.

Evaluar el comportamiento de los frutos de naranjilla almacenados en dos índices de cosecha.

Determinar el comportamiento de los frutos de naranjilla almacenados en dos tipos de empaque.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) actualmente constituye un cultivo de consumo popular y de gran importancia económica para los agricultores de la región amazónica ecuatoriana. Actualmente en el Ecuador, existe una superficie cultivada de naranjilla de 7 983ha en monocultivo y como cultivo asociado 1 476ha, con un rendimiento de 14 894Tm y 1 075Tm respectivamente. Con respecto a la provincia de Tungurahua existe una superficie cultivada de 222ha, con un rendimiento de 420Tm (MAGAP, 2009).

Hoyos y Gallo (s.f), manifiestan que la naranjilla es una fruta muy popular a nivel nacional e internacional por la exquisitez de su jugo. El fruto es de sabor agridulce, aromático y refrescante. Se lo utiliza en la elaboración de jugos, sorbetes, mermeladas, cocteles, jaleas, además de ser rica en vitamina A, C, B₁, B₂ y alta concentración de proteínas y minerales.

Pino (1988), señala que con respecto a los índices de recolección, la fruta debe recolectarse con una madurez de consumo del 75%, lo cual se reconoce por el color amarillo con leves pintas verdes sobre su cascara y por su sabor característico; sus sólidos solubles no deben ser inferiores a 10°Brix (Hoyos y Gallo, 1987). Los parámetros utilizados como índices de recolección son los siguientes: a) maduro, fruto de cascara amarilla en más del 50%; b) pintón, fruto con cascara que tiene menos del 50% de zonas amarillas; c) verde, fruto con la cascara totalmente verde.

En el Instituto de Investigaciones Tecnológicas IIT (1964), se encontró que el fruto de naranjilla no desarrolla aroma ni sabor cuando está adherido a la planta, ni en estado de

madurez, lo cual está de acuerdo con el INIAP (1982) por lo que es necesario someterlo a un proceso de acondicionamiento.

Así mismo en el IIT (1964), se demostró un total desarrollo de aroma en las naranjillas cosechadas en estado pintón y maduro a los 7 y 5 días respectivamente, cuando fueron colocados en un ambiente a 20°C y 80 – 90% de HR. Bajo estas condiciones se presentan daños en la fruta, sobre todo en el área peduncular, originando pérdidas de producto entre 7% y 11% y pérdida de peso entre 5 y 8%.

En otro ensayo realizado por el IIT (1964), la fruta pintona y madura almacenada por 4 días a 12°C y luego 3 días de acondicionamiento a 27°C y 80 – 90% HR, presentó cambios de color (los pintones) no desarrollaron el aroma y sabor, pero si empezaron a descomponerse.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIAP (1982), sostiene que los frutos pintones (3/4 de madurez) deben colocarse por 2 – 3 días a 21°C – 25°C y 85 – 90% HR para que desarrollen completamente su aroma y sabor. Afirma además que en este proceso hay una pérdida de peso de 7.9 y 7.7% para naranjilla pintón y maduro respectivamente, en un período de 6 días. Adiciona el mismo Instituto que en este proceso de maduración hay un aumento de sólidos solubles, una disminución de la acidez y que la naranjilla con pedúnculo dura más.

Reina (1998), señala que la naranjilla es un fruto climatérico ya que al cosecharse continua su actividad fisiológica, representada en la respiración, transpiración y en algunos cambios químicos como la síntesis de algunos componentes. Estos procesos favorecen la obtención de una madurez adecuada y al mismo tiempo el consumo de reservas alimenticias.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Cultivo de Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.)

2.2.1.1. Generalidades

Al “lulum” de los incas se le dio el nombre de naranjilla por su identificación como “naranja chiquita”. Esta fruta, de exquisito sabor y aroma, es originaria de la región interandina, específicamente del sur de Colombia, Ecuador y Perú. La cáscara de la naranjilla, de color naranja cuando madura, está cubierta de pequeñas y finas espinas o “pelos”. Es una fruta redonda – ovalada, internamente dividida en cuatro compartimentos separados por particiones membranosas, llenos de pulpa de color verde – amarillento y numerosas semillas pequeñas. La jugosa pulpa tiene un sabor ácido entre suave y fuerte, que ha sido descrito como una mezcla de cítricos o de piña con frutilla (SICA, 2001).

La naranjilla es una fruta tradicional del Ecuador, que se ha cultivado en la zona oriental del país, en especial para el mercado interno en fresco para la elaboración de jugos y pulpa. Las variedades tradicionales son las de pulpa verde de jugo, que tienen el problema de alta perecibilidad (SICA, 2001).

El híbrido INIAP-Palora es resultado de una de las introducciones de cruzamientos interespecíficos enviados por el Dr. Charles Heiser de la Universidad de Indiana, Estados Unidos, a Ecuador en forma de estacas. El material proviene de una planta de *Solanum sessiliflorum* de fruto grande, proveniente de Yanzatza, Morona Santiago en 1985, y como dador de polen una planta de *Solanum quitoense*, variedad Baeza Roja, introducida de la Granja Experimental Palora. Después de un gran número de intentos fallidos de obtener por polinizaciones controladas semillas viables, Heiser logró recuperar dos embriones aparentemente viables en frutos inmaduros, los cuales fueron cultivados en medio nutritivo de Miller (Heiser 1993). Las plántulas resultantes fueron

trasplantadas al invernadero seis semanas después, dando origen al híbrido. Este material en forma de estacas verdes, fue entregado al INIAP y registrado en la Granja Palora como la entrada INT.10.055 (INIAP, 2006).

2.2.1.2. Clasificación botánica

La clasificación botánica de la planta según Celleri (1954) es:

| | |
|----------------|-------------------------|
| División XIII: | Embriófitas sifanogamas |
| Subdivisión: | Angiospermas |
| Clase: | Dicotiledóneas |
| Subclase: | Metaclamideas |
| Orden: | Tubifloras |
| Familia: | Solanácea |
| Género: | Solanum |
| Especie: | Solanum quitoense Lam. |
| Híbrido: | INIAP – Palora |

La especie *Solanum quitoense* Lam. es conocida de acuerdo al idioma o lugar con los siguientes nombres vulgares:

Naranjilla
Lulo
Lulo de Quito
Naranjilla de Quito
Naranjilla de Castilla
Quito orange
Morelle de Quito
Gele terong

2.2.1.3. Variedades

2.2.1.3.1. Variedades Comerciales

Cadena (1981), indica que las variedades más cultivadas son las llamadas "comunes" y que corresponden a las "agrias" y "dulces".

- Naranjilla agria

Fruto redondo, ligeramente achatado en los polos, de color amarillo; corteza delgada, resistente al transporte; pulpa de sabor ácido; variedad muy apreciada en el mercado ecuatoriano, siendo por tanto, fácilmente comerciable; se utiliza en frescos, helados y alimentos preparados. La planta es vigorosa y resistente al ataque de insectos.

- Naranjilla dulce

Fruto de forma redonda, color rojo-anaranjado, tamaño grande, comparado con la anterior; la corteza es más gruesa pero es menos; resistente al transporte y almacenamiento. La planta es delicada y susceptible al ataque de insectos. El fruto tiene sabor dulce; en el Ecuador es menos comercial que la naranjilla agria. Se utiliza en la preparación de dulces, refrescos, gelatinas.

2.2.1.3.2. Especies silvestres

Cadena (1981), manifiesta que existen muchas especies de naranjillas en estado silvestre.

- *Solanum cocona*, vulgarmente llamada en el Puyo "Jívara Amarilla".
- *Solanum hirsutissimum*, nombre vulgar "Huevo de tigre".
- *Solanum tequilense*, nombre vulgar "Ubilla".
- *Solanum mammosum*, nombre vulgar "Ubre de Vaca".
- *Solanum tapiro*, nombre vulgar "Jívara morada".

2.2.1.4. Descripción Botánica

Según Gattoni (s.f), la planta se propaga fácilmente por semilla; es de rápido crecimiento; fructifica desde los diez a doce meses y crece hasta, 1.5 a 2.5 metros de altura. Se ramifica desde el suelo; y los tallos muy robustos semileñosos cilíndricos y velludos, crecen curvados y en parte erectos, vive de 3 a 4 años en constante producción.

Pacheco y Jiménez (s.f), relatan que, la naranjilla es una planta arbustiva, que alcanza hasta 2.5m de altura con un promedio de 1.80m. El sistema radicular penetra hasta una profundidad de 0.50m. y hay un gran desarrollo de raíces laterales. El tallo es succulento en las plantas menores de un año, tomando luego una consistencia leñosa. Exteriormente está cubierto de numerosas vellosidades. El tallo principal está provisto de ramificaciones dispuestas alternativamente, que crecen en toda su longitud, las mismas que al envejecer se eliminan desde la base hacia arriba.

En un artículo publicado por la revista Agro (1955), se describe a la naranjilla cuyo nombre es *Solanum quitoense*, pertenece a la familia de las Solanáceas. Es un arbusto de unos 0.50m. a 2.50m. de altura.

Gattoni (s.f), manifiesta que, la hoja es grande, parece hecha de un finísimo terciopelo, es de rápido crecimiento y tiene un hermoso colorido verde oscuro en la cara superior y verde claro o amarillento en la parte inferior con tintes morados o violáceos más

acentuadas en las carnosas venas principales y laterales. Alcanza de 30 a 45cm. de largo, es de forma oblonga – ovalada con bordes ondulados como los de un paraguas y con un pecíolo hasta de 15cm. de largo.

Sobre las hojas Pacheco y Jiménez (s.f), nos comentan que las hojas son grandes (30 – 40cm. de largo) de consistencia carnosa, aterciopeladas, color verde oscuro en el haz y más claro en el envés; las nervaduras son gruesas y carnosas de color morado, forma oblonga ovalada, con bordes ondulados. El peciolo también carnoso, alcanza hasta 15cm. de largo.

Según Romero (1961), el haz de las hojas es verde con costas y nervios primarios morados; el envés ofrece fomento estrellado de color morado y las nervaduras muy salientes. El peciolo tiene densa pubescencia.

Como lo señala Gattoni (s.f), las flores son semejantes también a las de papa o tomate, se agrupan en pequeños corimbos axilares; son de color blanco y de forma estrellada, con estambres largos de color amarillo en el centro. En una misma planta se ven flores y frutos en diferentes tamaños y colores durante todo el año.

Pacheco y Jiménez (s.f), describen que las flores son de forma estrellada, semejantes al de tomate o papa; se encuentran agrupadas en corimbos axilares de 3 a 12 flores. Los pétalos son de color blanco y los estambres amarillos; poseen 5 pétalos y 5 sépalos dispuestos en forma regular.

Para Romero (1961), los pétalos son glabros en la cara superior, con fomento estrellado de color morado en el envés, 5 anteras amarillas, grandes, con dehiscencia apical el ovario y estilo son amarillos y el estigma verde.

El Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura IICA (1987), señala que los frutos son redondos o un tanto ovalados, de color amarillo anaranjado. El color anaranjado y el aspecto liso y resistente de la corteza del fruto, como también el sabor predominantemente ácido de la pulpa, que recuerda el de una naranja no madura, le han valido el nombre común de naranjilla. Internamente el fruto se asemeja al tomate o a la cocona.

Igualmente Gattoni (s.f), manifiesta que los frutos son redondos o un tanto ovalados del tamaño de un tomate mediano cuando maduro, son de color amarillo anaranjado con un pedúnculo corto y los cinco sépalos, similares a los de un tomate muy adherido al fruto.

Pacheco y Jiménez (s.f), respecto al fruto nos dicen que los frutos son de forma redondeada u ovalada de color rojo o anaranjado, tamaño de un tomate, la corteza está recubierta de vellosidades semiduras. El interior del fruto es jugoso y de sabor agridulce, tiene el aspecto de un tomate verde. La pulpa madura tiene pH de 3,6 a 4,0. Está dividida en cuatro tabiques o secciones casi simétricas; los tabiques son de consistencia fibrosa y en éstos están sujetas las semillas. La corteza es delgada y resiste al transporte. La semilla es en forma de lenteja, muy pequeña; en el fruto hay de 1 000 – 1 200 semillas que pesan una vez secas 3.5gr aproximadamente; tiene buena cantidad de aceite y presenta un color amarillo.

Con respecto al híbrido INIAP – Palora, según INIAP (2006), la raíz es fibrosa y superficial, tallo vertical con ramificaciones alternas y forma abierta, con pubescencia inicial, hojas alternas y pubescentes 52 x 57 cm, sin espinas, haz verde y envés verde claro con peciolo de 12 cm, flores completas y pentámeras, agrupadas en corimbos, escorpidos, con un promedio de 7 unidades, con sépalos verdes y pétalos blancos, cinco estambres y un pistilo, ovario superior y bilocado, fruto color rojizo ladrillo cuando maduro y pulpa amarillenta, muy consistente, aromática cuando bien madura, con 300 semillas infértiles en un 98 por ciento, con diámetro ecuatorial de 6 cm, peso de 30 gramos, forma achatada, muy jugosa.

2.2.1.5. Fenología o período vegetativo

Según García, M. y García, H. (2001), el período vegetativo del cultivo es:

TABLA 1. PERÍODO VEGETATIVO DEL LULO.

| ETAPA | DURACIÓN (Días) | CARACTERÍSTICAS |
|--------------|----------------------------|---|
| I | 100 | Transplante a yema floral |
| II | 30 | Yema floral a antesis (florescencia) |
| III | 7 | Antesis a formación de frutos |
| IV | 84 | Formación del fruto a inicio de madurez |
| V | 17 | Inicio de madurez a completa madurez |
| TOTAL | 238 | |

Fuente: Secretaría de Agricultura de Antioquía.

2.2.1.6. Requerimientos del Cultivo

2.2.1.6.1. Clima

El Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG (1986), indica que, la naranjilla puede ser cultivada en un rango de alturas de 600 a 2 000 msnm, siendo de 1 000 a 1 400 msnm la altura óptima. El rango de temperatura en que la naranjilla puede desarrollarse es de 17 a 26°C; el óptimo corresponde a los 20°C. La naranjilla se adapta a zonas con precipitaciones de 1 800 a 4 300 mm/año, siendo óptima una pluviosidad de 2 500 mm/año. La naranjilla es un cultivo de día corto, requiriendo un promedio de 2.6 horas/luz/día

Cadena (1981), manifiesta que la naranjilla se adapta desde los 600 hasta 1700 msnm, se encuentran los cultivos comerciales en el Puyo y Rio Negro, aunque se considera como -altura óptima 1 400 metros, sobre el nivel del mar. La temperatura óptima es de 20°C., pero puede fluctuar entre 17°C y 29°C. La precipitación más adecuada para este cultivo es de 2 500mm pero puede oscilar entre 1 800 y 3 800mm. La naranjilla se desarrolla mejor bajo condiciones de sombra, por lo cual en climas despejados es necesario utilizar árboles con este objeto, (guabos, guarumos, etc.). Debido al gran tamaño.de las hojas y las ramas quebradizas, la naranjilla no resiste lugares ventosos.

2.2.1.6.2. Suelo

El MAG (1986), dice que, la naranjilla requiere suelos ricos en materia orgánica, con adecuado drenaje y pH. de 5.2 a 5.8. Los suelos de la Amazonía son ácidos, con bajo contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y alto contenido de aluminio. Son preferibles los suelos ligeramente inclinados, ya que en suelos planos se producen acumulaciones de agua que afectan al normal desarrollo de las plantas.

2.2.1.7. Manejo del Cultivo

Según Cadena (1981), el cuidado se reduce a la limpieza de las malezas, que crecen espontáneamente en el suelo, Cuando las plantas son pequeñas se realizan trabajos de rozamiento en forma continua, a fin de mantener limpio el suelo y evitar la competencia de malas hierbas, lo que daría origen a plantas raquílicas; se aconseja cubrir el suelo con hojarascas o mantillo, para protegerlo contra la elevada precipitación habitual, de estas zonas naranjilleras. Cuando las plantas entran en floración y producción, hay que efectuar una roza completa, limpiando la maleza, pero dejándola esparcida en el suelo, de tal modo que no estorbe el libre acceso y circulación para la cosecha.

2.2.1.7.1. Selección del terreno

La naranjilla se siembra en suelos francos, franco arenosos o franco limosos. Se puede mejorar las características físicas del terreno de la plantación en caso de que sea necesario (SICA, 2001).

2.2.1.7.2. Preparación del terreno

Debe también incluir la incorporación de materia orgánica, en niveles del 4 y 5% como ideal (SICA, 2001).

2.2.1.7.3. Trazado y hoyado de la plantación

En caso necesario se debe trazar curvas de nivel, para evitar encharcamiento de agua, que inciden sobre el apareamiento de enfermedades radiculares. El hoyado es de 0.50m x 0.50m – 0.70 x 0.70m (SICA, 2001).

2.2.1.7.4. Podas de formación

Son necesarias para lograr una buena arquitectura de la planta, robusta y resistente al viento (SICA, 2001).

2.2.1.7.5. Podas de fitosanidad

Se practican para eliminar periódicamente las ramas o ramillas dañadas y afectadas mecánicamente (SICA, 2001).

2.2.1.7.6. Manejo fitosanitario

Se recomienda establecer a tiempo sistemas de monitoreo de plagas y enfermedades, carencias nutricionales, con el objeto de minimizar y optimizar la aplicación de pesticidas, cuidando el medio ambiente y parámetros de residualidad (SICA, 2001).

2.2.1.7.7. Fertilización

Cadena (1981), indica que, la aplicación de mantillo y hojarasca alrededor de las plantas es una práctica aconsejada, ya que a la vez que conserva la humedad del suelo es una fuente de nitrógeno, proveniente de la descomposición de la materia orgánica. Debido a la alta precipitación, los terrenos son constantemente lavados o lixiviados de los elementos nutritivos, por lo tanto, es necesaria o conveniente la fertilización del suelo con abono químico y con abono de cuadra, descompuesto.

2.2.2. Cosecha

En cultivos a pleno exposición solar y en zonas de clima frío moderado la cosecha de naranjilla, se inicia aproximadamente ocho meses después del trasplante. Una vez iniciada la cosecha esta es continua. Las plantas pueden tener una vida útil de hasta tres años con un buen manejo del cultivo. El peso promedio de los frutos está entre 40 y 50g (CORPOICA, 2001).

Los frutos de naranjilla se clasifican dentro del grupo de los climatéricos, es decir que una vez separado de la planta continúan todos los procesos internos propios de la maduración durante la poscosecha; por esta razón las labores de cosecha deben programarse con tiempo, teniendo en cuenta las exigencias del mercado y las distancias hacia los centros de comercialización. Como regla general los frutos de naranjilla deben cosecharse con pedúnculo en forma manual o con tijera. La cosecha se debe hacer preferiblemente en horas de la mañana, evitando la humedad excesiva de la fruta. Es necesario el uso de guantes para la protección de las manos y la remoción de la pelusa de los frutos. La fruta cosechada no debe exponerse al sol, debe llevarse a un lugar fresco y ventilado para evitar daños por golpe de sol y pérdida de peso por deshidratación (CORPOICA, 2001).

DESCRIPCIÓN DE LA TABLA DE COLOR PARA CLASIFICAR EL ÍNDICE DE COSECHA DE LOS FRUTOS DE NARANJILLA



| COLOR | DESCRIPCIÓN |
|-------|--|
| 0 | Frutos de color verde intenso, completamente formados y resistentes. |
| 1 | El fruto es de color verde, se presentan estrías amarillas alrededor del pedúnculo. |
| 2 | Aparecen visos de color amarillo sobre el color verde de los frutos. |
| 3 | Frutos con 25% de color amarillo y 75% de color verde, los tejidos de la fruta comienzan a ablandarse. |
| 4 | Frutos con 50% de color amarillo y 50% de color verde del fruto que comienza a desaparecer, la consistencia de la fruta es blanda. |
| 5 | Los frutos son amarillos en un 75% sobre los vestigios del color verde del fruto, la consistencia del fruto se hace más blanda. |
| 6 | Los frutos son completamente amarillos (100%), la fruta se hace susceptible al rompimiento. |

El SICA (2001), indica que, la cosecha de campo se la realiza en cestas de plástico de 52 x 35 x 18 cm, en cuyo fondo se coloca hojas de papel en blanco no de periódico, en las cuales podría desprenderse no solamente tinta sino además plomo. La fruta cosechada debe preferentemente tratarse en una cadena de frío.

2.2.3. Poscosecha

El Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura IICA (1987) Y la promoción de exportaciones agrícolas no tradicionales PROEXANT (1992), señalan que es el lapso que transcurre desde el momento que el producto es retirado de su fuente natural y acondicionado en la finca, hasta el momento en que es consumido bajo su forma original o es utilizado en procesamiento y transformación industrial; en este lapso de tiempo, se producen pérdidas poscosecha de un 5 a 25% en los países desarrollados y de 20 a 50% en países en vías de desarrollo. Los cambios de poscosecha en el producto fresco no se pueden detener pero pueden ser minimizados con la conservación de los alimentos en frío.

2.2.4. Manejo Poscosecha

Reina (1998), manifiesta que las pérdidas poscosecha en productos frutícolas se definen como un déficit de la calidad inicial de los mismos, ocasionado por cambios biológicos, físicos, químicos y fisiológicos, ocurridos en cualquiera de las etapas comprendidas desde el momento en que el producto es cosechado hasta su consumo. Esta disminución de la calidad se traduce directamente en la reducción de su valor comercial.

2.2.4.1. Cambios Químicos

Llevar a una pérdida del substrato (almidón, azúcares, grasas y otros productos del metabolismo en las células de la fruta). Otros cambios en la composición de las

proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, ceras, compuestos volátiles (sustancias orgánicas como etileno, aromas relacionados con la variedad de la fruta y algunos otros producidos durante la maduración u otros procesos) (Reina, 1998).

2.2.4.2. Cambios Fisiológicos y Patológicos

Algunos de los factores biológicos y fisiológicos que conducen o afectan tales cambios en las frutas frescas pueden ser:

2.2.4.2.1. Respiración

Como lo describe Reina (1998), la respiración es el mecanismo por el cual los organismos vivos convierten la materia en energía, su proceso es básico en la vida de los animales, vegetales y demás seres vivos, es un proceso oxidativo vital en el manejo de la fruta durante el transporte y el almacenamiento. Con la respiración de los productos agrícolas, se efectúa un proceso en el cual el oxígeno del aire se combina con el carbón de los tejidos vegetales, formando varios productos de la descomposición, obteniéndose al final CO_2 y agua, liberándose energía en forma de calor durante el proceso.

En el proceso de respiración suceden una serie de transformaciones individuales como son: a) La descomposición de polisacáridos en azúcares simples, b) La oxidación de azúcares en ácido pirúvico, c) La transformación aeróbica de ácido pirúvico en otros ácidos orgánicos, dióxido de carbono, agua y energía siguiendo el ciclo natural de Krebs.

Este mismo autor indica, que la tasa de respiración es un buen índice de longevidad del producto después de cosechado, indicando el deterioro en la calidad y el

valor nutritivo del producto. El proceso de respiración está influenciado, entre otras por los siguientes factores:

– Factores internos:

- Composición química del tejido. Cada tejido contribuye a la respiración hecha por cada substrato y su contenido relativo de carbono, hidrógeno y oxígeno; el substrato normal de respiración es la glucosa.
- Tamaño del fruto. Los tejidos de tamaño menor tienen expuesta un área superficial mayor a la atmósfera, difundiéndose a su interior mayor cantidad de oxígeno.
- Estaca general y manejo. Cualquier daño en la piel aumenta la actividad respiratoria. Los golpes, rajaduras, magulladuras, raspaduras, fricciones, presiones y otros daños causados por la mala recolección y el manejo inadecuado, intensifican la Tasa Respiratoria.

– Factores Externos:

- La temperatura,
- Concentración de CO_2/O_2 y
- La transpiración.

2.2.4.2.2. Deterioro físico de las frutas

El deterioro físico de las frutas según Reina (1998), está directamente relacionado con la tasa de respiración. El mantener la buena calidad de las frutas es inversamente proporcional a su tasa de respiración. La respiración está ligada a varios cambios que ocurren en la fruta, tales como ablandamiento, maduración, decoloración y producción de aromas desagradables. A su vez la tasa de respiración, depende de factores como la variedad de la fruta, su madurez, su relación superficie a volumen, su composición química, su contenido de oxígeno y gas carbónico, la temperatura y la humedad relativa del lugar de almacenamiento. Como consecuencia de la respiración se produce calor (calor de respiración o calor vital) que si no se remueve puede llevar al rápido deterioro de la fruta.

2.2.4.2.3. Transpiración y pérdida de peso

La transpiración es el proceso por el cual se pierde agua en forma de vapor a través de aberturas microscópicas en la epidermis de la fruta y constituye la causa principal de pérdida de peso. Unos métodos apropiados como control de la humedad relativa y la temperatura lo mismo que el empaque efectivo pueden ayudar a minimizar estas pérdidas (Reina, 1998).

2.2.4.2.4. Deterioro fisiológico

Muchos desordenes fisiológicos (no patógenos) pueden aumentarse durante el almacenamiento y, mercadeo, pudiendo causar pérdidas considerables, como por ejemplo el daño por enfriamiento (Reina, 1998).

2.2.4.2.5. Daño mecánico

No solamente afecta la apariencia visual del producto sino que facilita la infección por microorganismos. El daño mecánico deberá evitarse en lo posible durante la recolección, empaque y transporte, mediante el empleo material de empaque apropiado y una cuidadosa manipulación de la fruta (Reina, 1998).

2.2.4.2.6. Deterioro patológico

Según Reina (1998), este daño es ocasionado por hongos, bacterias y levaduras, pueden producir pérdidas de peso.

2.2.4.2.7. Temperatura

Es uno de los principales factores que afectan la calidad y tiempo de vida útil de las frutas. La temperatura influye en el metabolismo, transpiración, crecimiento, desarrollo, maduración, cambios de color, cambios de textura, senescencia (envejecimiento), el estado microbiológico y apariencia de la fruta. En consecuencia es importante el control de temperatura a la cual está sometido el producto con el propósito de prolongar su tiempo de vida útil. Una reducción de la temperatura de 10°C a 5°C aumenta al doble de tiempo de vida útil de la fruta debido a la disminución de la respiración de la misma (Reina, 1998).

2.2.4.2.8. Nivel de humedad relativa

Como lo señala Reina (1998), la humedad relativa, está estrechamente relacionada con la transpiración es una función la humedad relativa (H.R.) y de la

temperatura. A 0°C las frutas pierden tres veces más la humedad cuando se mantienen a 70% de H.R., que cuando se tienen a 90% de H.R. De otra parte a unas mismas condiciones de humedad relativa la fruta pierde una y media más cantidad de agua a 5°C que a 0°C.

2.2.4.2.9. Composición atmosférica

El mantenimiento de la calidad de las frutas puede afectarse significativamente por la modificación de la concentración de oxígeno y gas carbónico en el área de almacenamiento a niveles superiores o menores a los encontrados en el aire atmosférico normal, debido a que estos gases influyen en diversos procesos biológicos. Este procedimiento de conservación de frutas por modificación de la composición de oxígeno y gas carbónico, en el lugar de almacenamiento se llama atmósfera controlada. En ella, la concentración de oxígeno se reduce, mientras que la concentración de gas carbónico se incrementa dependiendo de la variedad de la fruta, tiempo de almacenamiento de la misma y algunos otros factores (Reina, 1998).

2.2.4.3. Otros Cambios

El cambio de peso según Reina (1998), es debido a la pérdida de agua, deshidratación; cambio de color, producidos en las clorofilas (verde), carotenos (naranja) y lycopenos (rojo). Los cambios estructurales, los cuales llevan al ablandamiento de los tejidos. Los cambios morfológicos, son los resultantes de reacciones de estímulos tales como la luz (tropismo), desarrollo físico del producto, maduración y envejecimiento (senescencia).

2.2.4.4. Algunas consideraciones acerca de la manipulación de la fruta

Reina (1998), señala que la conservación de las condiciones óptimas de calidad de la fruta depende en gran medida del adecuado manejo que se le dé al producto desde el instante mismo de la recolección, durante los diversos procesos de acondicionamiento y hasta el punto de su consumo. Algunos de los requerimientos específicos para una apropiada manipulación de las frutas tropicales son los siguientes:

2.2.4.4.1. Estado de maduración

Según lo señala Reina (1998), el producto debe cosecharse en estado apropiado de madurez, el cual varía con el uso que se le vaya a dar, la variedad, la infraestructura de madurez son los cambios de color y tamaño. Las frutas deben ser recolectadas con cuidado para evitar daños mecánicos, ruptura de la piel, daño por uñas, etc.

Debe evitarse el torcer o jalar la fruta para desprenderla de la planta. Cabe mencionar que los resultados de torcer o jalar los frutos, solamente se presentan hasta el momento que el producto arriba al mercado. La recolección técnica del lulo debe hacerse con cuchillos o tijeras adecuadas para tal fin.

2.2.4.4.2. Centro de empaque y operaciones relacionadas

El producto debe ser empacado en lugares acondicionados para tal fin y poseer los equipos necesarios para hacer la operación más económica y técnicamente posible, al tiempo que permite la selección y clasificación más uniforme que si se efectuara en varios sitios (Reina, 1998).

2.2.4.4.3. Empacado

García, M. y García, H. (2001), indican que existen diferentes tipos de empaque cajas de madera, cajas plásticas y de cartón.

Reina (1998), manifiesta que las principales funciones del empaque son mejorar la presentación y proteger al producto. Un buen empaque protege los daños físicos, fisiológicos y patológicos a lo largo de todo el proceso de mercado y mejora la apariencia del producto. Los materiales de empaque deben ser de calidad estándar, aceptadas en lo relacionado son la solidez, aspereza y resistencia a la presión. El empaque debe tener muy buena ventilación para que el producto no se caliente por la respiración. La excesiva ventilación de otra parte, puede ocasionar marchitamiento.

2.2.4.4.4. Normalización y control de calidad

Reina (1998), indica que los estándares son necesarios para un mercado ordenado de frutas frescas porque:

- a. Proveen de un lenguaje común a productores, comercializadores y consumidores.
- b. Facilitan los reclamos y la solución de disputas.
- c. Pueden compararse precios.

2.2.4.4.5. Requerimientos de almacenamiento

De acuerdo al criterio de Reina (1998), después de cosechado el producto debe ser embarcado tan pronto como sea posible, de manera que llegue al mercado antes de

perder su frescura y otras características de calidad, cuando no sea posible el embarque inmediato deberá almacenarse en frío. Debe tenerse cuidado durante este almacenamiento, puesto que las frutas tropicales son susceptibles de sufrir daño. Es importante controlar la temperatura, la humedad relativa y la tasa de respiración.

El daño por enfriamiento es un desorden fisiológico causado por las bajas temperaturas, que disminuye el tiempo de vida útil del producto. Los síntomas visuales del daño por enfriamiento y su intensidad, varían de acuerdo al fruto, el tiempo de exposición a la temperatura de enfriamiento y el estado de madurez de la fruta entre otros. Estos síntomas pueden no ser visibles durante el almacenamiento, pero pueden presentarse después de que el producto se lleva a la temperatura ambiente.

En general los productos deben almacenarse a una temperatura que evite el daño por enfriamiento de 7°C a 13°C. Debe tenerse presente no obstante que los requerimientos de temperatura para cada especie pueden variar dependiendo de la variedad, localización del cultivo, condiciones del cultivo, estado de madurez, etc.

La naranjilla almacenada en perfectas condiciones puede resistir hasta 52 días; sin embargo, se recomienda no exceder de 40 días a la temperatura de 7°C y con humedad relativa de 90% (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1987).

Lobo y Girard (1977), indican que, la disminución de la temperatura y el incremento de la humedad, favorecen la vida poscosecha. Por ser una fruta con alto contenido de humedad, favorece su condición de almacenamiento.

2.2.4.4.6. Transporte

Las frutas durante el transporte como explica Reina (1998), pueden sufrir daños mecánicos así como fisiológicos. Un medio de transporte que no presente buena ventilación puede así mismo, acelerar el deterioro de un producto, puesto que la temperatura se eleva rápidamente y con ello se acelera la tasa de respiración con la consiguiente disminución del tiempo de vida útil de la fruta.

En lo posible, debe procurarse el mínimo de traspaso de los productos, de un medio de transporte a otro, al igual que el cambio de empaque y los golpes de las unidades de empaque, por ello podría romperse la corteza de la fruta y facilitar el ataque de insectos y microorganismos, al tiempo que favorecería la actividad enzimática dando como consecuencia el deterioro del producto.

2.2.4.4.7. Selección

La selección del fruto bajo parámetros de regularidad, buena formación del fruto, coloración uniforme, eliminación de las pequeñas espinas, lo realiza personal capacitado, los cuales deben estar equipados con delantales que protejan al producto de estar en contacto con el vestido o directamente con la piel, para evitar posibles contaminaciones con microorganismos. Deben estar equipados con vestimenta de color blanco para detectar fácilmente la suciedad y mantener constantemente altísimos índices de higiene (SICA, 2001).

2.2.4.4.8. Limpieza

Se debe eliminar especialmente las pequeñas espinas que se localizan por encima del fruto, en bandejas de cuero o de un material similar en la que se hacen rodar o se frota el fruto para eliminar las espinas (SICA, 2001).

2.2.4.4.9. Clasificación

García, M. y García, H. (2001), manifiestan que la clasificación normalmente se realiza por calibre y en algunos casos por color. Esta última se divide en naranjillas maduras, pintonas y verdes, de acuerdo al color de la cáscara. La diferencia en coloración se puede asignar así: maduras, cuando la cáscara posee una pigmentación amarilla en más de un 50% de su superficie; pintona cuando es menor del 50% y; verde cuando la cáscara está completamente verde.

Según el tamaño o calibre se clasifican en:

- Calidad extra: diámetro mayor de 3.5cm.
- Calidad primera o especial: diámetro entre 2.2 y 3.5cm.
- Segunda o corriente: diámetro menor a 2.2 cm.

Entre naranjillas de diferentes grados de madurez hay diferencia en el sabor y aroma, mientras que el tamaño de la naranjilla no afecta estas características, pero es importante en el caso de fruta para la industria.

2.3. HIPÓTESIS

- A.** ¿Los frutos de naranjilla híbrido INIAP Palora, cosechados con un índice de amarillamiento del 25%, prolonga el período de almacenamiento?
- B.** ¿El almacenamiento en cajas de cartón permitirá un menor deterioro de la fruta?

2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.4.1. Variables Independientes

Condiciones de almacenamiento

Índices de cosecha

Tipo de empaque

2.4.2. Variables Dependientes

Pérdida de peso del fruto

Pérdida de firmeza de la pulpa

Porcentaje de sólidos solubles

Descripción visual de daños

Color de la cáscara

Color de la pulpa

pH

Minerales

Vitamina C

Cenizas

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLES | Parámetro Operacional | Indicadores para medición |
|-------------------------------|--|--|
| Independiente | | |
| Condiciones de almacenamiento | Cámara fría | Temperatura en grados centígrados |
| | Ambiente | Humedad relativa |
| Índices de cosecha | Frutos con un 25% de color amarillo y 75% de color verde | Índice de madurez Porcentaje de cambio de color |
| | Frutos con un 50% de color amarillo y 50% de color verde | Escala de colores, atlas de Küppers |
| Tipo de empaque | Cajas de madera | Peso en kilogramos |
| | Cajas de cartón | |
| Dependiente | | |
| Firmeza de la pulpa | Penetrómetro manual | Se expresa en libras de presión |
| Color de la cáscara | Apreciación visual | Se compara con los colores del atlas de Küppers |
| Peso fresco | Báscula romana | Se expresa en kilogramos |
| Sólidos solubles | Refractómetro | Se determina en grados Brix |
| pH | pH metro | Valores de acidez |
| Pérdidas de peso | Báscula romana | Se expresa en porcentaje |
| Color de la pulpa | Apreciación visual | Se compara con los colores del atlas de Küppers |
| Descripción visual de daños | Apreciación visual | Escala en % |
| Minerales | Análisis de laboratorio | ppm |
| Vitamina C | Análisis de laboratorio | % |
| Cenizas | Análisis de laboratorio | % |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque

Esta investigación se realizó con un enfoque de características cuali - cuantitativo, con el fin de determinar las condiciones de almacenamiento, el índice de cosecha y el tipo de empaque adecuados en poscosecha para el cultivo.

3.1.2. Modalidad

La modalidad de la investigación fue netamente de campo.

3.1.3. Tipo

Esta investigación fue de carácter experimental.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente ensayo se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Técnica de Ambato ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, cuyas coordenadas geográficas son 01° 22’

20'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste. Se encuentra a una altitud de 2 850 msnm y a 16 km al sur oeste de la ciudad de Ambato (IGM, 1991).

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

3.3.1.1. Descripción del cuarto frío

El cuarto frío que se utilizó para la conservación de la fruta tiene las siguientes especificaciones: Cámara de 3.0m de largo x 3.0m de ancho x 2.4m de alto. Aislamiento con paneles tipo sándwich de poliuretano inyectado con láminas prepintadas color blanco de 5cm de espesor, panel importado, perfilera de aluminio de uniones de esquinas. Puertas de bisagra con marcos de aluminio de 1.0 x 1.8m. Cortinas plásticas de pvc traslapadas al 50%. Equipos, unidad condensadora 1.5hp marca TECUNSEH, un evaporador de 16000 BTU marca NO BRASIL. Tablero de automatización con breakers para cada uno de los equipos, contactores de fuerza, relee térmico para protección de compresores, censor de temperatura electrónico con display visual de temperatura incluido y mando de tiempos de deshielo para cada cámara, luces piloto de señalización de prendido y apagado, interruptor on/off. Iluminación con focos de 160watts, luz mixta e interruptor con luz piloto.

3.3.1.2. Descripción del cuarto al ambiente

Los frutos conservados al ambiente se colocaron en un cuarto de las instalaciones de la Granja Experimental Docente Querochaca ubicada a 2 850 msnm. Se estableció el registro diario de temperatura y humedad relativa, con un higrotermógrafo manual.

3.4. FACTORES DE ESTUDIO

En base al manejo de poscosecha del cultivo; los factores en estudio fueron: Condiciones de almacenamiento, índices de cosecha y tipos de empaque.

F1. Condiciones de almacenamiento:

A1, Al ambiente

A2, En cuarto frío (8°C, 90% HR), considerando $\pm 1^\circ\text{C}$.

F2. Índices de cosecha:

C1, 25% de color amarillo y 75% de color verde

C2, 50% de color amarillo y 50% de color verde

F3. Tipos de empaque:

E1, cajas de madera

E2, cajas de cartón

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con análisis grupal, con cinco repeticiones.

3.5.1. Análisis de Varianza

Para el procesamiento de la información obtenida durante el período de investigación y recolección de datos, se utilizó el Análisis de Varianza debidamente

esquemático de acuerdo al diseño, en el Cuadro 1, se presenta el esquema del análisis de varianza.

CUADRO 1. ESQUEMA DEL ADEVA PARA LA EVALUACIÓN DE DOS ÍNDICES DE COSECHA Y TIPOS DE EMPAQUE DEL FRUTO DE NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam.) HÍBRIDO INIAP Palora, BAJO DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO, EN EL CANTÓN CEVALLOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2010.

| FUENTE DE VARIACIÓN | GL |
|----------------------------|-----------|
| Total | 39 |
| Tratamientos | (7) |
| Almacenamiento | 1 |
| Al ambiente | 3 |
| En cuarto frío | 3 |
| Repeticiones | 4 |
| Error Experimental | 28 |

3.5.2. Análisis Estadístico

Para los casos que presentaron diferencias estadísticas significativas en el ADEVA, se realizaron pruebas de Tukey al 5% y diferencia mínima significativa (D.M.S) al 5% respectivamente para condiciones de almacenamiento, índices de cosecha y tipos de empaque.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos del ensayo resultan de la combinación de los niveles de los factores en estudio y se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE DOS ÍNDICES DE COSECHA Y TIPOS DE EMPAQUE DEL FRUTO DE NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam.) HÍBRIDO INIAP Palora, BAJO DOS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO, EN EL CANTÓN CEVALLOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, 2010.

| TRATAMIENTOS N° | NOMENCLATURA | DESCRIPCION |
|--------------------|--------------|---|
| 1 | A1C1E1 | Al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera. |
| 2 | A1C2E1 | Al ambiente, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera. |
| 3 | A1C1E2 | Al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón. |
| 4 | A1C2E2 | Al ambiente, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón. |
| 5 | A2C1E1 | En cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera. |
| 6 | A2C2E1 | En cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera. |
| 7 | A2C1E2 | En cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón. |
| 8 | A2C2E2 | En cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón. |

3.7. DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO

| AMBIENTE A1 | | | | | CUARTO FRÍO A2 | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|-----------------------|---|------|------|------|------|------|
| REPETICIONES | | | | | REPETICIONES | | | | | | |
| | I | II | III | IV | V | | I | II | III | IV | V |
| 1 | C2E1 | C1E1 | C2E2 | C2E2 | C1E2 | 5 | C2E2 | C1E1 | C1E1 | C1E2 | C1E2 |
| 2 | C1E1 | C2E2 | C2E1 | C1E1 | C2E2 | 6 | C1E1 | C2E1 | C2E2 | C2E1 | C2E2 |
| 3 | C1E2 | C1E2 | C1E1 | C1E2 | C1E1 | 7 | C1E2 | C1E2 | C2E1 | C1E1 | C1E1 |
| 4 | C2E2 | C2E1 | C1E2 | C2E1 | C2E1 | 8 | C2E1 | C2E2 | C1E2 | C2E2 | C2E1 |

GRÁFICO 1. Esquema de la disposición de los tratamientos y repeticiones en el ensayo.

3.7.1. Característica del Experimento

| | |
|---|---------------------|
| Número de tratamientos totales: | 8 |
| Número de tratamientos en cada ambiente: | 4 |
| Número de repeticiones en cada ambiente: | 5 |
| Número total de unidades experimentales: | 40 |
| Número total de unidades experimentales/ambiente: | 20 |
| Área total del ensayo: | 11.31m ² |
| Largo cajas de madera: | 0,33 m |
| Ancho cajas de madera: | 0,17 m |
| Alto cajas de madera: | 0,20 m |
| Largo caja de cartón: | 0.40m |
| Ancho caja de cartón: | 0.30m |
| Alto caja de cartón: | 0.11m |
| Distancia entre repeticiones: | 0,50 m |
| Distancia entre tratamientos: | 0,10 m |

3.8. DATOS A TOMARSE

3.8.1. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Las variables fueron evaluadas en cada uno de los ambientes. (Cuarto frío y cuarto al ambiente), para tal efecto se procedió a evaluar la fruta en sus correspondientes índices de cosecha y tipos de empaque. Además se señala que los datos se tomaron con temperatura y humedad relativa en el cuarto frío y al ambiente.

3.8.1.1. Pérdida de peso del fruto

En una báscula romana se tomó el peso fresco en kilogramos, para cada una de las repeticiones, al inicio y efectuando lecturas a los 10, 20 y 30 días del inicio del ensayo, obteniendo la pérdida de peso del fruto por diferencia de las lecturas, expresando los valores en porcentajes en cada lectura.

3.8.1.2. Pérdida de firmeza de la pulpa

Este índice se determinó mediante un penetrómetro manual al inicio, a los 10, 20 y 30 días del inicio del ensayo. La pérdida de firmeza se obtuvo por diferencia de lecturas expresando los resultados en libras de presión.

3.8.1.3. Sólidos solubles

Con el jugo que se extrajo de varias frutas de la unidad experimental, se determinó los sólidos solubles, tomando lecturas al inicio del ensayo y luego con intervalos

de 10 días hasta los 30 días. Las mediciones se realizaron con un refractómetro con escala de 0 - 32% y calibrado a 20° C, el resultado se expresó en grados Brix.

3.8.1.4. Descripción visual de daños

La descripción de daños físicos y pudriciones causadas por patógenos que se presentaron por efecto de la conservación se los determinó visualmente a los 10, 20 y 30 días mediante la siguiente escala (Vargas, J.2009):

0% Sano 25% Leve 50% Medio 75% Severo 100% Total

3.8.1.5. Color de la cáscara

Se determinó con los colores establecidos en el atlas de Küppers, a varios frutos de cada repetición, efectuando lecturas al inicio del ensayo, así como a los 10, 20 y 30 días. El valor que se repitió con la mayor frecuencia se consideró como representativo del tratamiento y repetición respectiva.

3.8.1.6. Color de la pulpa

Se determinó con los colores establecidos en el atlas de Küppers, a varios frutos de cada repetición, efectuando lecturas al inicio del ensayo, así como a los 10, 20 y 30 días. El valor que se repitió con la mayor frecuencia se consideró como representativo del tratamiento y repetición respectiva.

3.8.1.7. pH

Se midió directamente en un pH metro utilizando el jugo, efectuando lecturas al inicio del ensayo, así como a los 10, 20 y 30 días.

3.8.1.8. Minerales

De cada tratamiento al inicio y al final del ensayo se realizó la determinación de calcio, hierro y potasio. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, utilizando el método de digestión total acida.

3.8.1.9. Vitamina C

En el laboratorio de cada tratamiento al inicio y al final del ensayo se realizó la determinación de vitamina C presente en el fruto. Los análisis se realizaron en el Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP, en la Estación Experimental “Santa Catalina”, utilizando el método reflectométrico.

3.8.1.10. Cenizas

En el laboratorio de cada tratamiento al inicio y al final del ensayo se realizó la determinación de cenizas presente en el fruto. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, utilizando el método gravimétrico.

3.8.1.11. Análisis económico

Se realizó el análisis económico de los tratamientos siguiendo el método parcial de Perrin.

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Material experimental

3.9.1.1. Material Vegetal

Frutos de naranjilla híbrido INIAP Palora en dos índices de cosecha

25% de color amarillo y 75% de color verde

50% de color amarillo y 50% de color verde

3.9.1.2. Infraestructura

Cuarto frío

Cuarto al ambiente

3.9.1.3. Equipos

Penetrómetro manual

Refractómetro

pH metro

Báscula romana
Cámara fotográfica
Computadora
Higrotermógrafo manual

3.9.1.4. Materiales

Cajas de cartón
Cajas de madera
Atlas de Küppers

3.9.1.5. Otros materiales

Licuadora
Vasos de precipitación
Libreta de campo

3.9.2. Instalación del ensayo

Se hizo una limpieza del cuarto frío con agua y cloro y se realizó una descontaminación con Solarium (fungicida, bactericida, alguicida y viricida) a una dosis de 1,5 gr/lit; en el cuarto al ambiente se procedió de igual manera al anterior, posteriormente se sorteó las repeticiones y la disposición de los tratamientos para cada uno de los ambientes.

3.9.2.1. Cuarto frío

Los frutos en el cuarto frío se sometieron a la temperatura de 8°C considerando $\pm 1^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del 90%. El control de dicho cuarto se efectuó en forma periódica; revisando la temperatura, humedad relativa y el espacio entre los tratamientos.

3.9.2.2. Cuarto al ambiente

Se estableció el registro diario de temperatura y humedad relativa, con un higrotermógrafo manual, los datos se presentan en el Cuadro 3.

CUADRO 3. REGISTRO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN EL CUARTO AL AMBIENTE.

| DÍA | FECHA | TEMPERATURA (°C) | HUMEDAD RELATIVA (%) |
|------------|--------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0 | 11/01/2010 | 20,6 | 72 |
| 1 | 12/01/2010 | 19,5 | 75 |
| 2 | 13/01/2010 | 22,1 | 69 |
| 3 | 14/01/2010 | 21,2 | 72 |
| 4 | 15/01/2010 | 16,5 | 82 |
| 5 | 16/01/2010 | 18,3 | 79 |
| 6 | 17/01/2010 | 17,6 | 79 |
| 7 | 18/01/2010 | 18,0 | 78 |
| 8 | 19/01/2010 | 16,7 | 50 |
| 9 | 20/01/2010 | 17,8 | 61 |
| 10 | 21/01/2010 | 16,1 | 74 |
| 11 | 22/01/2010 | 16,1 | 64 |
| 12 | 23/01/2010 | 15,9 | 70 |
| 13 | 24/01/2010 | 26,1 | 41 |
| 14 | 25/01/2010 | 20,0 | 95 |
| 15 | 26/01/2010 | 18,9 | 75 |

| | | | |
|-----------------------|------------|-------------|-----------|
| 16 | 27/01/2010 | 19,4 | 76 |
| 17 | 28/01/2010 | 18,6 | 73 |
| 18 | 29/01/2010 | 16,1 | 89 |
| 19 | 30/01/2010 | 18,2 | 72 |
| 20 | 31/01/2010 | 15,1 | 79 |
| 21 | 01/02/2010 | 17,2 | 84 |
| 22 | 02/02/2010 | 20,6 | 86 |
| 23 | 03/02/2010 | 18,8 | 85 |
| 24 | 04/02/2010 | 20,6 | 86 |
| 25 | 05/02/2010 | 21,3 | 72 |
| 26 | 06/02/2010 | 20,0 | 83 |
| 27 | 07/02/2010 | 21,3 | 80 |
| 28 | 08/02/2010 | 19,4 | 78 |
| 29 | 09/02/2010 | 20,2 | 79 |
| 30 | 10/02/2010 | 19,8 | 77 |
| 31 | 11/02/2010 | 21,2 | 67 |
| <hr/> Promedio | | 19,0 | 75 |
| <hr/> | | | |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Pérdida de peso del fruto

Los pesos iniciales de los frutos, para la lectura al inicio del ensayo, así como para las lecturas a los 10, 20 y 30 días, se indican en los anexos 1, 2, 3, 4; con los cuales se calculó la pérdida de peso del fruto en porcentaje, en relación a los datos iniciales del peso establecido; dichos valores se indican en los anexos 5, 6 y 7.

4.1.1.1. Pérdida de peso del fruto a los 10 días

Del análisis de varianza (cuadro 4), se observa alta significación estadística para tratamientos, almacenamiento y para el almacenamiento en cuarto frío; y ninguna significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 27,24%.

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos (cuadro 5 y gráfico 2), en la variable pérdida de peso del fruto a los 10 días, demostró tres rangos de significación. El tratamiento que reportó menor pérdida de peso es A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera), con promedio de 1,80% ubicándose en el primer rango; mientras que los tratamientos A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) y A1C1E2 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), con 7,20% reportaron los frutos con mayor pérdida de peso, ubicándose en el último rango de significación con la menor respuesta.

CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 10 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 10 Días | | |
|---------------------|--------------------|---------|-------|-----|
| | | C.M. | Fcal. | |
| Total | 39 | | | |
| Repeticiones | 4 | 0,81 | 0,44 | n.s |
| Tratamientos | 7 | 27,26 | 14,69 | ** |
| Almacenamiento | 1 | 152,10 | 61,55 | ** |
| Al ambiente | 3 | 0,72 | 0,68 | n.s |
| En cuarto frío | 3 | 12,18 | 5,08 | ** |
| Error | 28 | 1,86 | | |

Coefficiente de variación (%) = 27,24

** altamente significativo al 1%

n.s.no significativo

CUADRO 5. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 10 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) 10 Días | Rango | |
|--------------|---------|-------------------------|-------|---|
| No. | Símbolo | | | |
| 6 | A2C2E1 | 1,80 | a | |
| 5 | A2C1E1 | 2,00 | a | |
| 8 | A2C2E2 | 3,20 | a | b |
| 7 | A2C1E2 | 5,20 | b | c |
| 2 | A1C2E1 | 6,40 | | c |
| 4 | A1C2E2 | 7,00 | | c |
| 3 | A1C1E2 | 7,20 | | c |
| 1 | A1C1E1 | 7,20 | | c |

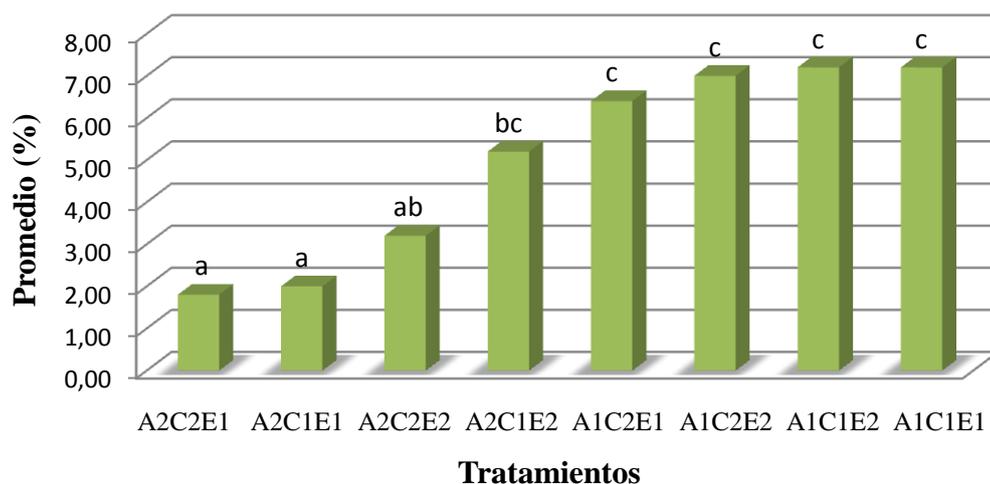


GRÁFICO 2. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de peso del fruto a los 10 días.

Como se observa en el cuadro 6 y gráfico 3; la prueba de Tukey al 5% para el almacenamiento en cuarto frío reportó dos rangos de significación, experimentando menor pérdida de peso del fruto el tratamiento A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera), con 1,80% ubicándose en el primer rango con la mejor respuesta; en tanto que, la pérdida de peso del fruto fue mayor en el tratamiento A2C1E2 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), con 5,20% ubicándose en el segundo rango.

CUADRO 6. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRÍO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 10 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) | Rango |
|--------------|---------|--------------|-------|
| No. | Símbolo | 10 Días | |
| 6 | A2C2E1 | 1,80 | a |
| 5 | A2C1E1 | 2,00 | a |
| 8 | A2C2E2 | 3,20 | a b |
| 7 | A2C1E2 | 5,20 | b |

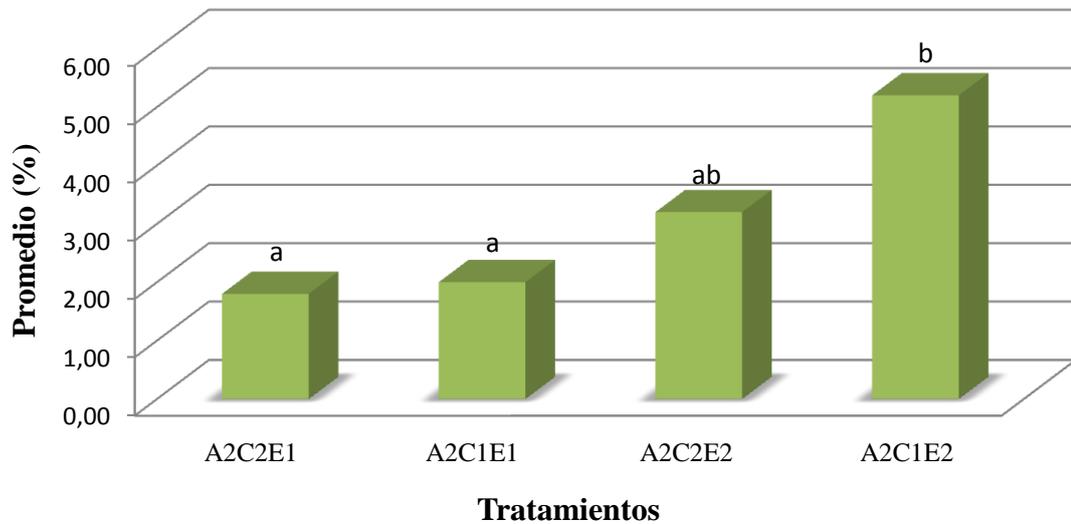


GRÁFICO 3. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento en cuarto frío en la variable pérdida de peso del fruto a los 10 días.

En el cuadro 7 y gráfico 4, respecto a la prueba de diferencia mínima significativa al 5% para almacenamiento se observan dos rangos de significación. Los tratamientos que se almacenaron en cuarto frío experimentaron menor pérdida de peso del fruto con 3,05% ubicándose en el primer rango; mientras que los tratamientos almacenados al ambiente reportaron mayor pérdida de peso con 6,95%, ubicándose en el segundo rango.

CUADRO 7. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 10 DÍAS.

| Almacenamiento | Promedio (%) | Rango |
|----------------|--------------|-------|
| | 10 Días | |
| En cuarto frío | 3,05 | a |
| Al ambiente | 6,95 | b |

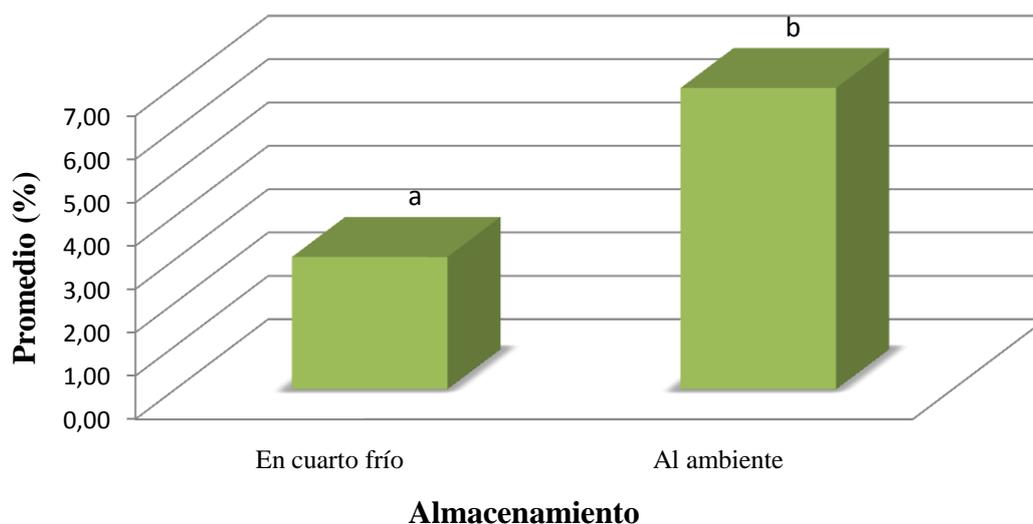


GRÁFICO 4. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable pérdida de peso del fruto a los 10 días.

Los resultados obtenidos luego de realizar las pruebas de significación permiten deducir que menor pérdida de peso hasta los 10 días presentó el tratamiento A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera), debido posiblemente a la acción del frío lo que hace que se reduzca la transpiración de las frutas y no se pierda agua en forma de vapor como si sucedió con los otros tratamientos.

4.1.1.2. Pérdida de peso del fruto a los 20 días

El análisis de varianza (cuadro 8), reportó alta significación estadística para tratamientos y almacenamiento; significación para el almacenamiento en cuarto frío y ninguna significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 20,84% debido al alto porcentaje de diversidad de frutos con los que se trabajó. A los 20 días de transcurrido el ensayo los frutos de los tratamientos 2 y 4 ya no eran aptos para la comercialización por lo que fueron desechados.

CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 20 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 20 días | | |
|---------------------|--------------------|---------|-------|-----|
| | | C.M. | Fcal. | |
| Total | 29 | | | |
| Repeticiones | 4 | 0,66 | 0,21 | n.s |
| Tratamientos | 5 | 70,07 | 22,06 | ** |
| Almacenamiento | 1 | 310,08 | 81,56 | ** |
| Al ambiente | 1 | 0,10 | 0,05 | n.s |
| En cuarto frío | 3 | 13,39 | 4,26 | * |
| Error | 20 | 3,18 | | |

Coefficiente de variación (%) = 20,84

* significativo al 5%

** altamente significativo al 1%

n.s.no significativo

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos, en la variable pérdida de peso del fruto a los 20 días reportó tres rangos de significación (cuadro 9 y gráfico 5). El tratamiento que experimentó menor pérdida de peso es A2C1E1 (en cuarto frío y 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera), con 4,12% ubicándose en el primer rango; mientras que el tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) con 13,20%, reportó los frutos con mayor pérdida de peso, ubicándose en el último rango de significación con la menor respuesta.

Con respecto al almacenamiento en cuarto frío, según la prueba de Tukey al 5% en la variable pérdida de peso del fruto a los 20 días (cuadro 10 y gráfico 6), se observó dos rangos de significación, experimentando menor pérdida de peso del fruto el tratamiento A2C1E1 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) con 4,12% ubicándose en el primer rango con la mejor respuesta; mientras que, la pérdida de peso del fruto fue mayor en el tratamiento A2C1E2 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), con 8,08% ubicándose en el segundo rango.

CUADRO 9. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 20 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) | Rango |
|--------------|---------|--------------|-------|
| No. | Símbolo | 20 Días | |
| 5 | A2C1E1 | 4,12 | a |
| 6 | A2C2E1 | 6,28 | a b |
| 8 | A2C2E2 | 6,64 | a b |
| 7 | A2C1E2 | 8,08 | b |
| 3 | A1C1E2 | 13,00 | c |
| 1 | A1C1E1 | 13,20 | c |

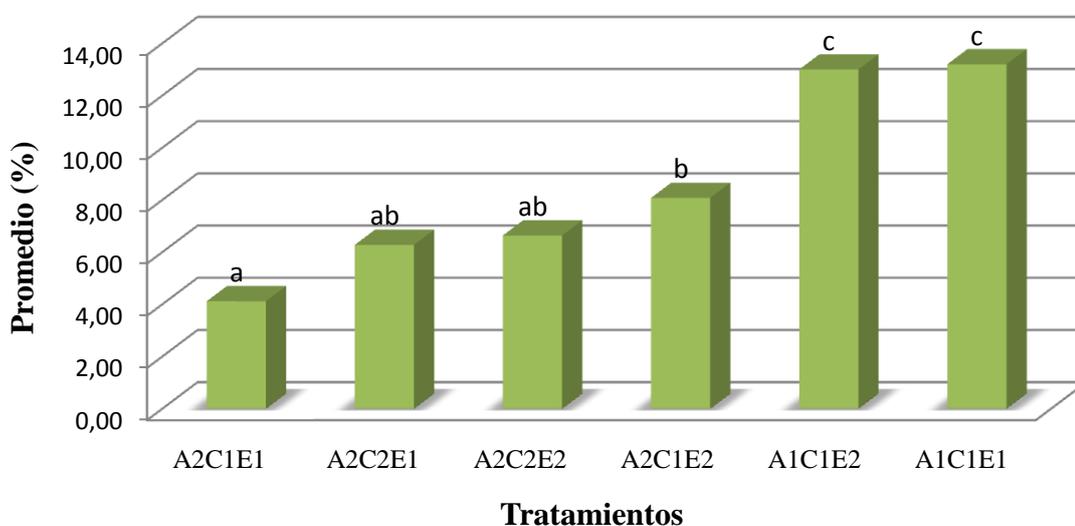


GRÁFICO 5. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de peso del fruto a los 20 días.

CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRÍO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 20 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) | Rango |
|--------------|---------|--------------|-------|
| No. | Símbolo | 20 Días | |
| 5 | A2C1E1 | 4,12 | a |
| 6 | A2C2E1 | 6,28 | a b |
| 8 | A2C2E2 | 6,64 | a b |
| 7 | A2C1E2 | 8,08 | b |

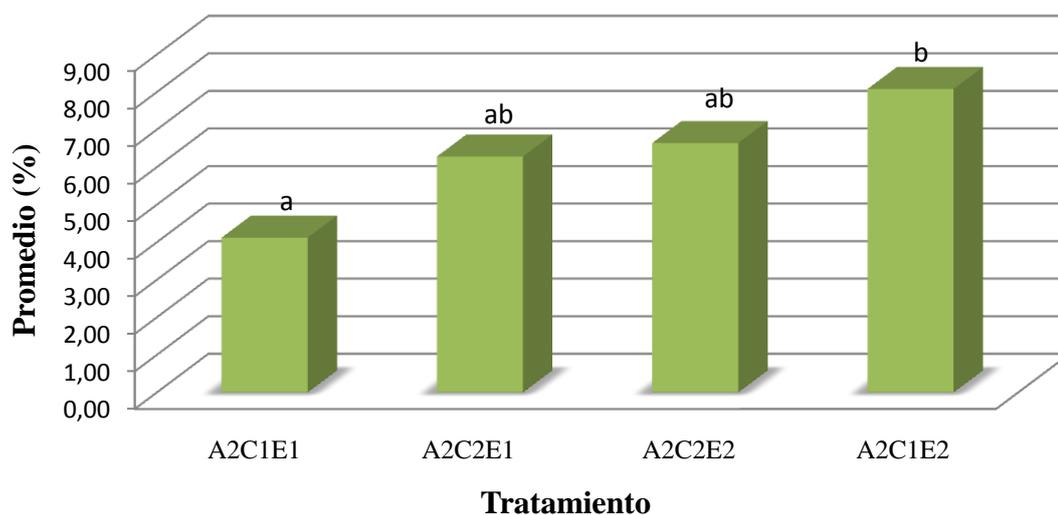


GRÁFICO 6. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento en cuarto frío en la variable pérdida de peso del fruto a los 20 días.

La prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% entre grupos reportó dos rangos de significación (cuadro 11 y gráfico 7). Los tratamientos que se almacenaron en cuarto frío experimentaron menor pérdida de peso del fruto con 6,28% encontrándose en el primer rango; mientras que los tratamientos almacenados al ambiente reportaron mayor pérdida de peso con 13,10%, ubicándose en el segundo rango de significación.

CUADRO 11. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 20 DÍAS.

| Almacenamiento | Promedio (%) | Rango |
|----------------|--------------|-------|
| | 20 Días | |
| En cuarto frío | 6,28 | a |
| Al ambiente | 13,10 | b |

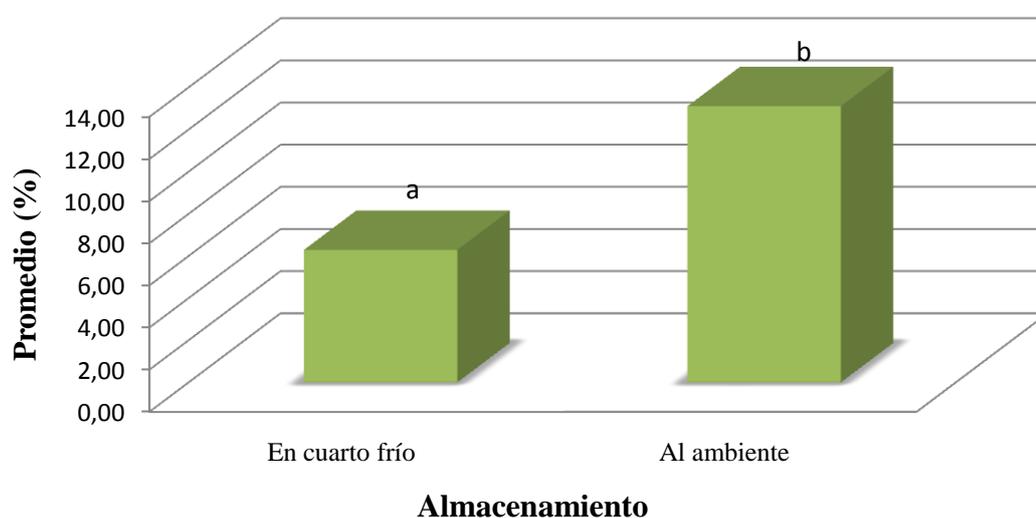


GRÁFICO 7. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable pérdida de peso del fruto a los 20 días.

A los 20 días de transcurrido el ensayo y luego de realizar las pruebas de significación, menor pérdida de peso presenta el tratamiento A2C1E1 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera), debido a la acción del frío y disminución del proceso de transpiración que hace que se pierda agua; el índice de cosecha cambia con relación a lo observado a los 10 días de transcurrido el ensayo y el tipo de embalaje caja de madera sigue presentando las menores pérdidas de peso.

4.1.1.3. Pérdida de peso del fruto a los 30 días

El análisis de varianza (cuadro 12), reportó significación estadística para tratamientos, alta significación estadística para el almacenamiento en cuarto frío y ninguna significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 18,72% por el alto porcentaje de heterogeneidad de frutos con los que se trabajó en el ensayo. A los 30 días de transcurrido el ensayo los frutos de los tratamientos almacenados al ambiente ya no eran aptos para la comercialización por lo que se los desecho.

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 30 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 30 días | | |
|---------------------|--------------------|---------|-------|-----|
| | | C.M. | Fcal. | |
| Total | 19 | | | |
| Repeticiones | 4 | 1,97 | 0,49 | n.s |
| Tratamientos | 3 | 23,29 | 5,84 | * |
| Almacenamiento | | | | |
| Al ambiente | | | | |
| En cuarto frío | 3 | 23,29 | 6,69 | ** |
| Error | 12 | 3,99 | | |

Coeficiente de variación (%) = 18,72

* significativo al 5

** altamente significativo al 1%

n.s.no significativo

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la variable pérdida de peso del fruto a los 30 días, se observan dos rangos de significación. El tratamiento que reportó menor pérdida de peso es A2C1E1 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) con promedio de 7,60%, ubicándose en el primer rango; mientras que el tratamiento A2C1E2 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), con promedio de 12,64%, reportó la mayor pérdida de

peso, ubicándose en el segundo rango de significación con la menor respuesta (cuadro 13 y gráfico 8).

CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 30 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) | Rango |
|--------------|---------|--------------|-------|
| No. | Símbolo | 30 Días | |
| 5 | A2C1E1 | 7,60 | a |
| 8 | A2C2E2 | 11,04 | a b |
| 6 | A2C2E1 | 11,40 | b |
| 7 | A2C1E2 | 12,64 | b |

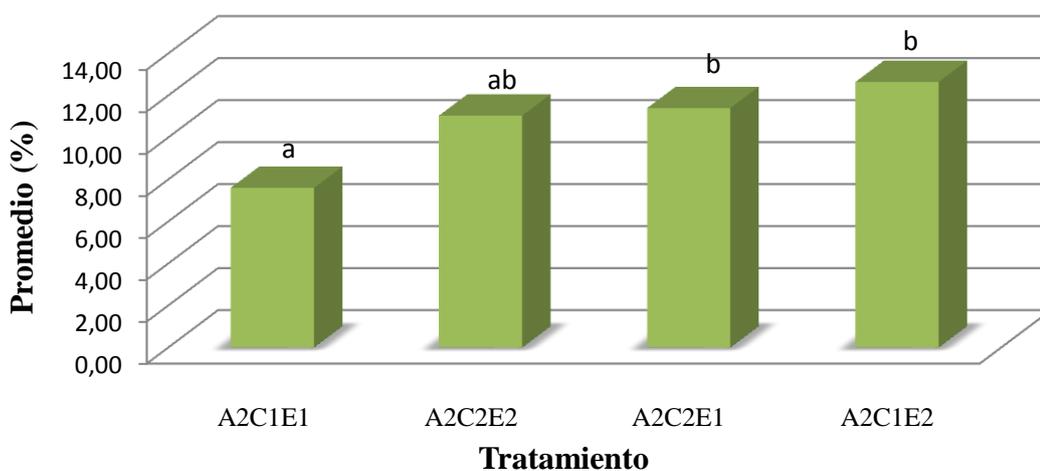


GRÁFICO 8. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de peso del fruto a los 30 días.

En el cuadro 14 y gráfico 9; se presenta la prueba de Tukey al 5% para el almacenamiento en cuarto frío la misma que reportó dos rangos de significación, experimentando menor pérdida de peso del fruto el tratamiento A2C1E1 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) con 7,60% ubicándose en el

primer rango con la mejor respuesta; en tanto que, la pérdida de peso del fruto fue mayor en el tratamiento A2C1E2 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), ubicándose en el segundo rango con 12,64%.

CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRÍO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE PESO DEL FRUTO A LOS 30 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) | Rango |
|--------------|---------|--------------|-------|
| No. | Símbolo | 30 Días | |
| 5 | A2C1E1 | 7,60 | a |
| 8 | A2C2E2 | 11,04 | b |
| 6 | A2C2E1 | 11,40 | b |
| 7 | A2C1E2 | 12,64 | b |

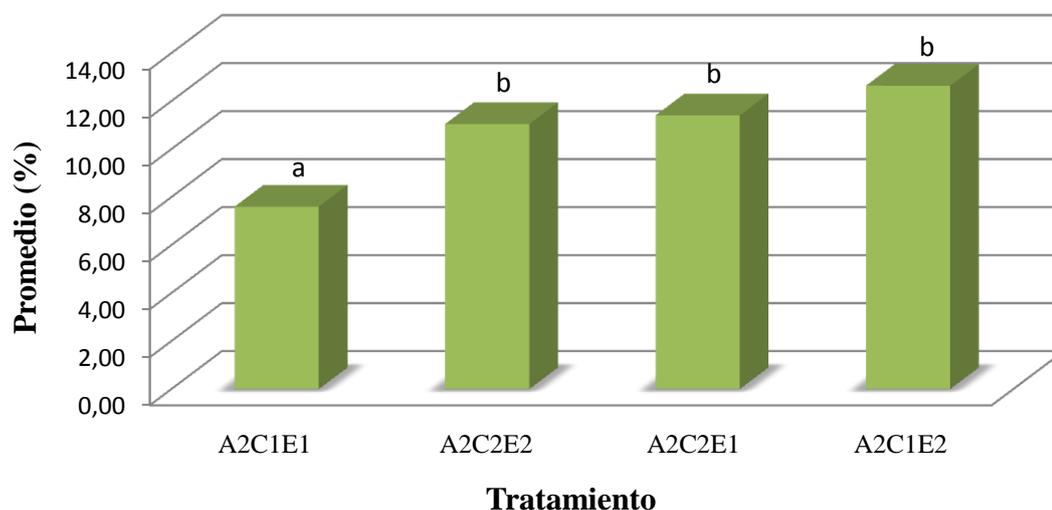


GRÁFICO 9. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento en cuarto frío en la variable pérdida de peso del fruto a los 30 días.

De los resultados obtenidos a los 30 días de transcurrido el ensayo, luego de realizar las pruebas de significación, se deduce que, menor pérdida de peso reportó el

tratamiento A2C1E1 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) almacenado en cuarto frío a una temperatura de 8°C considerando $\pm 1^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del 90%, es posible que a esta temperatura los procesos fisiológicos se retarden y no se dé una rápida deshidratación de los frutos, lo que hace que la pérdida de peso sea menor; con respecto al estado de madurez los frutos con 25% de color amarillo y 75% de color verde permiten una mejor conservación conforme pasa el tiempo, con todo lo descrito anteriormente se deduce que este tratamiento tiene las mejores condiciones para la comercialización.

4.1.2. Pérdida de firmeza de la pulpa

La firmeza de la pulpa registrado en cada tratamiento, al inicio de la investigación, a los 10, 20 y 30 días de transcurrido el ensayo, se indican en los anexos 8, 9, 10 y 11; con los cuales se calculó la pérdida de firmeza de la pulpa en porcentaje en relación a los datos iniciales de firmeza establecidos; dichos valores se muestran en los anexos 12, 13 y 14.

4.1.2.1. Pérdida de firmeza de la pulpa a los 10 días

En el análisis de varianza (cuadro 15), se observa alta significación estadística para tratamientos y para el almacenamiento al ambiente, significación estadística para almacenamiento y ninguna significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 12,42% debido al grado de dificultad que presentó esta variable al momento de la toma de datos.

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 10 Días | |
|---------------------|--------------------|---------|----------|
| | | C.M. | Fcal. |
| Total | 39 | | |
| Repeticiones | 4 | 60,26 | 2,36 n.s |
| Tratamientos | 7 | 176,34 | 6,91 ** |
| Almacenamiento | 1 | 314,89 | 6,38 * |
| Al ambiente | 3 | 286,18 | 10,57 ** |
| En cuarto frío | 3 | 20,33 | 0,62 n.s |
| Error | 28 | 25,53 | |

Coeficiente de variación (%) = 12,42

* significativo al 5%

** altamente significativo al 1%

n.s.no significativo

Del cuadro 16 y gráfico 10; relativos a la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 10 días, se observan tres rangos de significación, ubicándose en el primer rango con la menor pérdida de firmeza el tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) con 30,58%; mientras que, el tratamiento A1C2E2 (al ambiente, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón), con promedio de 48,21% reportó mayor pérdida de firmeza ubicándose en el último rango de significación.

En el cuadro 17 y gráfico 11; en base a la prueba de Tukey al 5% para el almacenamiento al ambiente se observan dos rangos de significación, el tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera), con 30,58% experimentó menor pérdida de firmeza encontrándose en el primer rango; en tanto que, la pérdida de firmeza de la pulpa fue mayor en el tratamiento A1C2E2 (al ambiente, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón), con 48,21% y se encuentra en el segundo rango de significación.

CUADRO 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) | Rango | | |
|--------------|---------|--------------|-------|---|---|
| No. | Símbolo | 10 Días | | | |
| 1 | A1C1E1 | 30,58 | a | | |
| 2 | A1C2E1 | 34,48 | a | b | |
| 3 | A1C1E2 | 38,26 | a | b | c |
| 7 | A2C1E2 | 41,86 | | b | c |
| 8 | A2C2E2 | 42,24 | | b | c |
| 6 | A2C2E1 | 43,56 | | b | c |
| 5 | A2C1E1 | 46,31 | | | c |
| 4 | A1C2E2 | 48,21 | | | c |

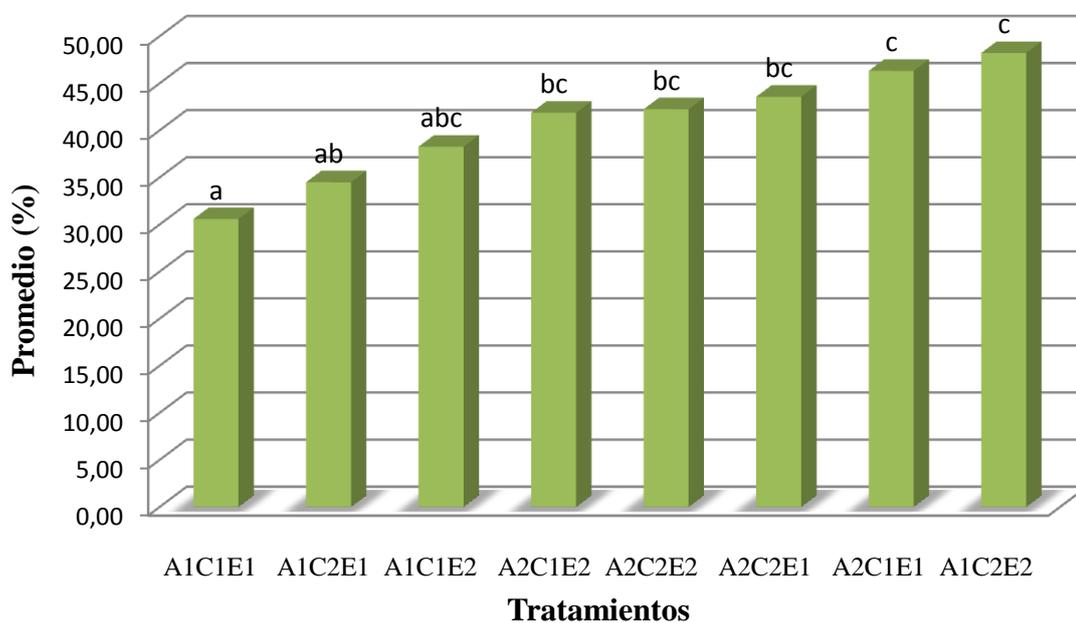


GRÁFICO 10. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 10 días.

CUADRO 17. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO AL AMBIENTE EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) | Rango |
|--------------|---------|--------------|-------|
| No. | Símbolo | 10 Días | |
| 1 | A1C1E1 | 30,58 | a |
| 2 | A1C2E1 | 34,48 | a |
| 3 | A1C1E2 | 38,26 | a |
| 4 | A1C2E2 | 48,21 | b |

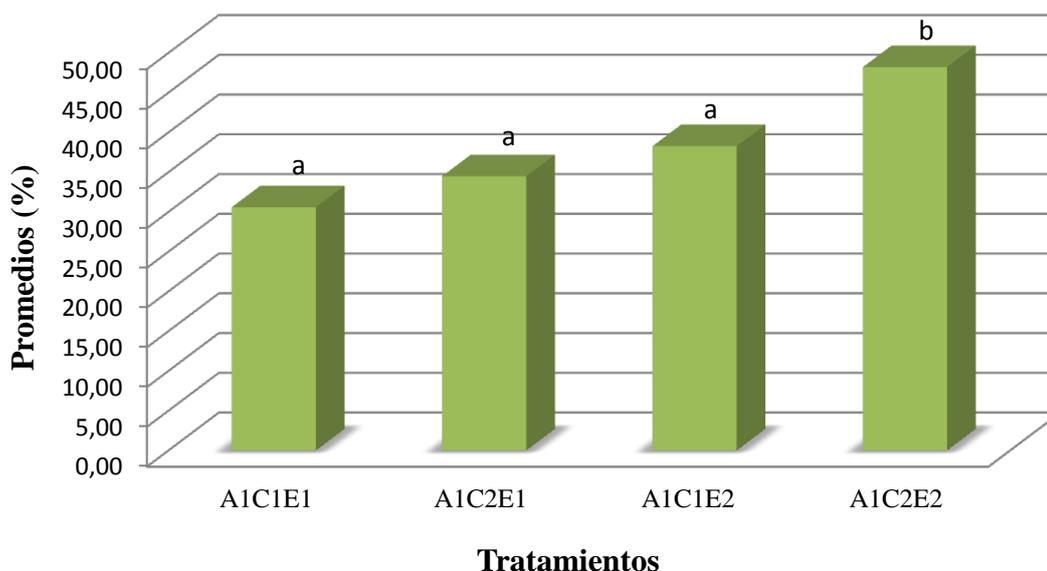


GRÁFICO 11. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento al ambiente en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 10 días.

La prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento reportó dos rangos de significación (cuadro 18 y gráfico 12). Los tratamientos que se almacenaron en cuarto frío experimentaron menor pérdida de firmeza de la pulpa con 37,88% ubicándose en el primer rango; mientras que, los tratamientos almacenados al ambiente reportaron mayor pérdida de firmeza ubicándose en el segundo rango con una pérdida de 43,49%.

CUADRO 18. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS.

| Almacenamiento | Promedio (%) | Rango |
|----------------|--------------|-------|
| | 10 Días | |
| En cuarto frío | 37,88 | a |
| Al ambiente | 43,49 | b |

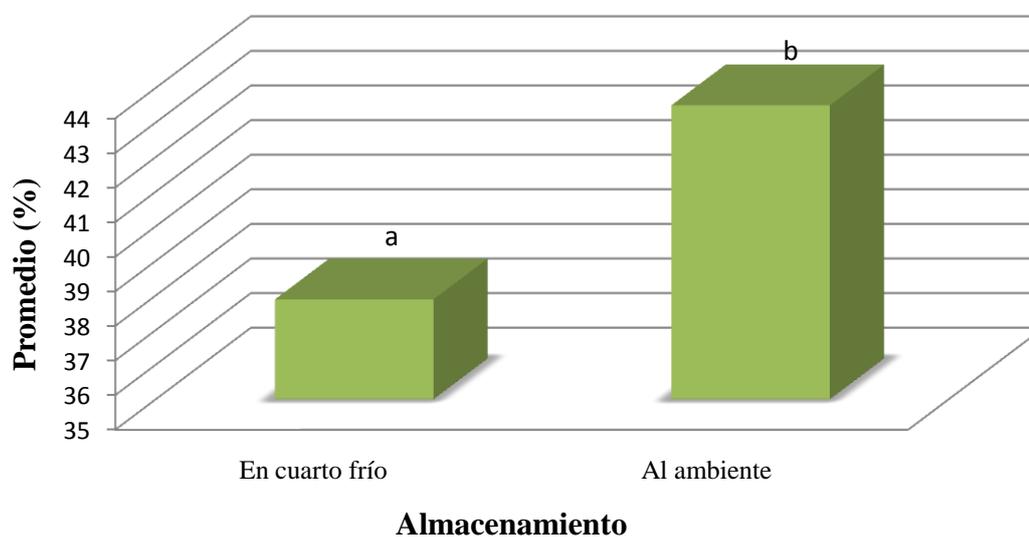


GRÁFICO 12. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 10 días.

4.1.2.2. Pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días

Del análisis de varianza (cuadro 19), se observa alta significación estadística para tratamientos, almacenamiento, almacenamiento al ambiente y para el almacenamiento en cuarto frío. El coeficiente de variación fue de 4,95%. A los 20 días de transcurrido el ensayo los frutos de los tratamientos 2 y 4 no estaban aptos para la comercialización por lo que fueron desechados.

CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 20 días | |
|---------------------|--------------------|---------|----------|
| | | C.M. | Fcal. |
| Total | 24 | | |
| Repeticiones | 4 | 59,36 | 4,06 * |
| Tratamientos | 5 | 610,47 | 41,72 ** |
| Almacenamiento | 1 | 1463,34 | 16,45 ** |
| Al ambiente | 1 | 255,53 | 11,22 ** |
| En cuarto frío | 3 | 509,13 | 69,20 ** |
| Error | 15 | 14,63 | |

Coefficiente de variación (%) = 4,95

* significativo al 5%

** altamente significativo al 1%

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos, en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días reportó tres rangos de significación (cuadro 20 y gráfico 13). El tratamiento que obtuvo menor pérdida de firmeza de la pulpa fue A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera), con 62,93% encontrándose en el primer rango; mientras que el tratamiento A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera), con 94,66%; alcanzó la mayor pérdida de firmeza ubicándose en el último rango de significación.

Con respecto al almacenamiento en cuarto frío, según la prueba de Tukey al 5% en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días (cuadro 21 y gráfico 14), se observó dos rangos de significación, colocándose el tratamiento A2C1E2 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), con 72,83% en el primer rango con la menor pérdida de firmeza; mientras que, el tratamiento A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera), con 95,75% se encuentra en el segundo rango de significación con la mayor pérdida de firmeza de la pulpa.

CUADRO 20. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) | Rango |
|--------------|---------|--------------|-------|
| No. | Símbolo | 20 Días | |
| 1 | A1C1E1 | 62,93 | a |
| 7 | A2C1E2 | 73,02 | b |
| 3 | A1C1E2 | 73,04 | b |
| 5 | A2C1E1 | 75,87 | b |
| 8 | A2C2E2 | 93,50 | c |
| 6 | A2C2E1 | 94,66 | c |

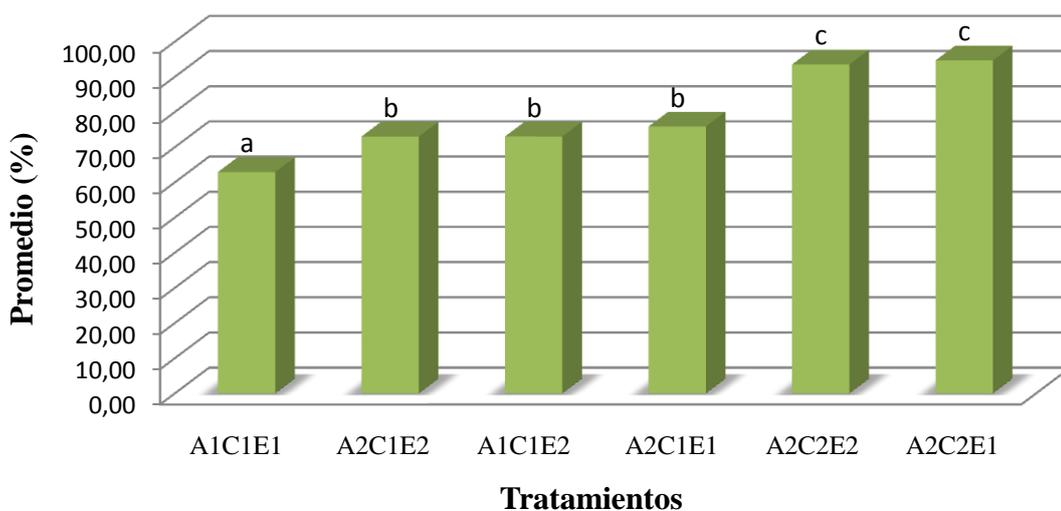


GRÁFICO 13. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días.

En el cuadro 22 y gráfico 15; se presenta la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en donde se observan dos rangos de significación, ubicándose en el primer rango con 67,99% los tratamientos que se almacenaron en cuarto frío con la menor pérdida de firmeza; mientras que los tratamientos

almacenados al ambiente con 83,60% se ubicaron en el segundo rango con la mayor pérdida de firmeza de la pulpa.

CUADRO 21. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO EN CUARTO FRÍO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS.

| Tratamientos | | Promedio (%) | Rango |
|--------------|---------|--------------|-------|
| No. | Símbolo | 20 Días | |
| 7 | A2C1E2 | 72,83 | a |
| 5 | A2C1E1 | 75,68 | a |
| 8 | A2C2E2 | 93,20 | b |
| 6 | A2C2E1 | 95,75 | b |

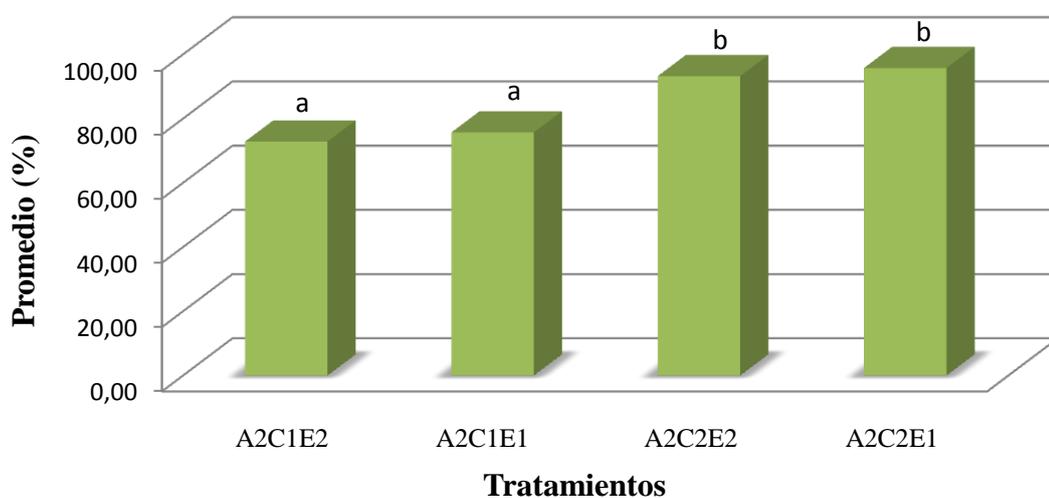


GRÁFICO 14. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento en cuarto frío en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días.

En cuanto al almacenamiento al ambiente, la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días, reportó dos rangos de significación (cuadro 23 y gráfico 16), experimentando la menor pérdida de firmeza de la

pulpa el tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera), con 62,93% ubicado en el primer rango; en tanto que, el tratamiento A1C1E2 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), con 73,04% alcanzó la mayor pérdida de firmeza colocándose en el segundo rango.

CUADRO 22. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS.

| Almacenamiento | Promedio (%) | Rango |
|----------------|--------------|-------|
| | 20 Días | |
| En cuarto frío | 67,99 | a |
| Al ambiente | 83,60 | b |

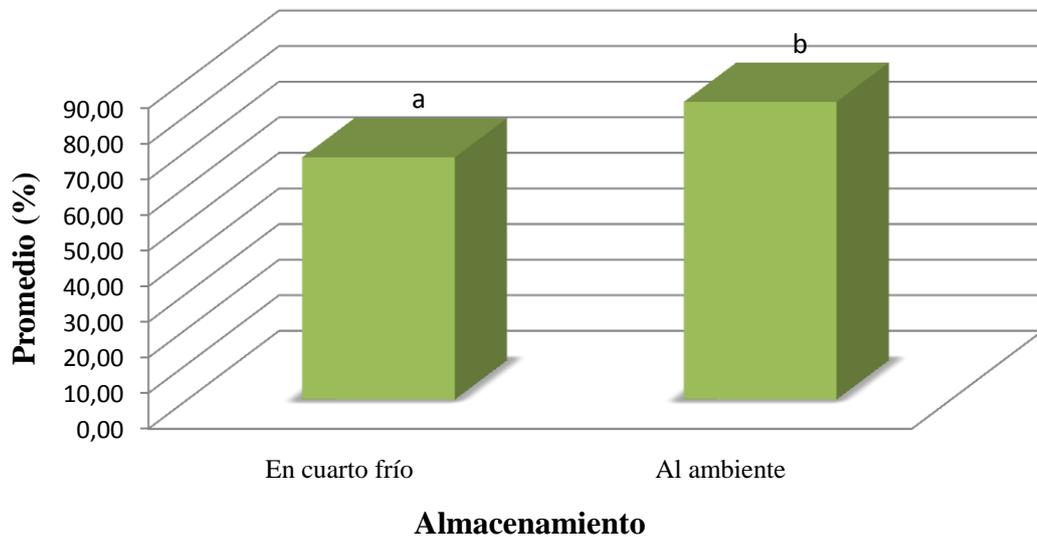


GRÁFICO 15. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días.

CUADRO 23. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO AL AMBIENTE EN LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS.

| Almacenamiento al ambiente | Promedio (%) | Rango |
|----------------------------|--------------|-------|
| | 20 Días | |
| A1C1E1 | 62,93 | a |
| A1C1E2 | 73,04 | b |

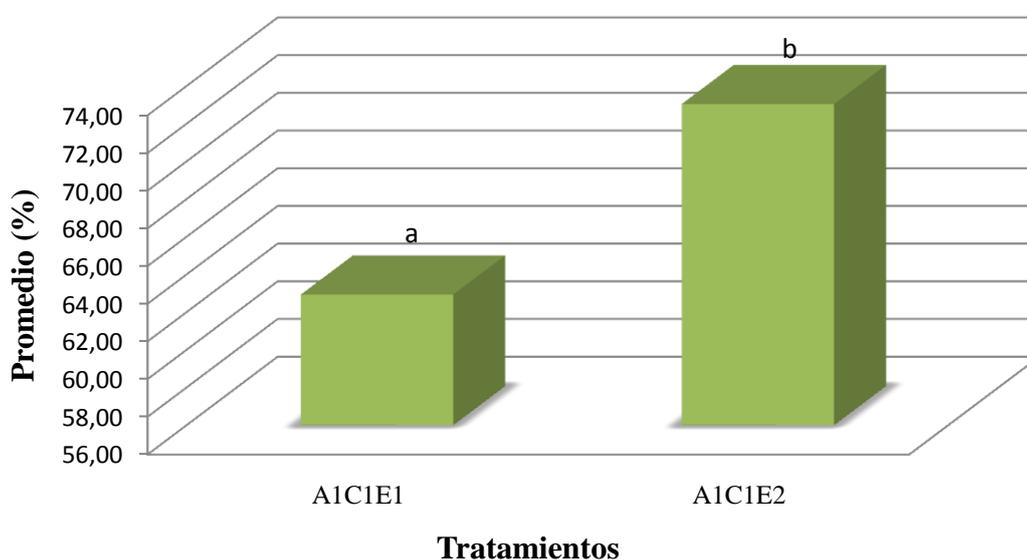


GRÁFICO 16. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el almacenamiento al ambiente en la variable pérdida de firmeza de la pulpa a los 20 días.

4.1.2.3. Pérdida de firmeza de la pulpa a los 30 días

El análisis de varianza (cuadro 24), reportó que no existe ninguna significación estadística en las fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 0,80%. Los frutos de los tratamientos almacenados al ambiente y los tratamientos 6 y 8 del almacenamiento en cuarto frío ya no estaban aptos para el registro de datos y/o para analizar esta variable por lo que fueron desechados.

CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 30 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 30 días | |
|---------------------|--------------------|---------|----------|
| | | C.M. | Fcal. |
| Total | 6 | | |
| Repeticiones | 3 | 0,22 | 0,37 n.s |
| Tratamientos | 1 | 0,46 | 0,77 n.s |
| Almacenamiento | | | |
| Al ambiente | | | |
| En cuarto frío | 1 | 0,24 | 0,58 n.s |
| Error | 2 | 0,60 | |

Coefficiente de variación (%) = 0,80
n.s.no significativo

De los resultados obtenidos a los 10, 20 y 30 días y luego de realizar las pruebas de significación se puede observar que el tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) se conserva mejor en cuanto a la firmeza de la pulpa, experimentando en promedio general durante todo el ensayo, la menor pérdida de firmeza de la pulpa. El índice de cosecha del 25% de color amarillo y 75% de color verde dio como resultado, en las lecturas a los 10 y 20 días, una menor pérdida de firmeza de la pulpa ya que en estos frutos disminuyó considerablemente el ablandamiento del tejido que ocurre durante el proceso de maduración, y que está relacionado con la rotura de la estructura organizada de la célula primaria y de las paredes, lo que causa la pérdida de firmeza de la pulpa (Vargas 2008).

4.1.3. Sólidos solubles

La toma de datos de sólidos solubles para cada tratamiento, al inicio de la investigación, a los 10, 20 y 30 días, se indican en los anexos 15, 16, 17 y 18.

4.1.3.1. Sólidos solubles al inicio y a los 10 días

El análisis de varianza (cuadro 25), indica que no existe ninguna significación estadística en las fuentes de variación para la variable sólidos solubles al inicio y a los 10 días. Los coeficientes de variación fueron de 6,68% y 12,50% respectivamente.

CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES AL INICIO Y A LOS 10 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Inicio | | | 10 Días | | |
|--------------------------------|--------------------|--------|-------|-----|---------|-------|-----|
| | | C.M. | Fcal. | | C.M. | Fcal. | |
| Total | 39 | | | | | | |
| Repeticiones | 4 | 0,65 | 3,00 | * | 1,33 | 2,33 | n.s |
| Tratamientos | 7 | 0,58 | 2,65 | n.s | 1,55 | 2,72 | n.s |
| Almacenamiento | 1 | 0,93 | 2,99 | n.s | 1,37 | 1,69 | n.s |
| Al ambiente | 3 | 0,41 | 1,42 | n.s | 1,53 | 2,26 | n.s |
| En cuarto frío | 3 | 0,62 | 2,46 | n.s | 1,63 | 2,50 | n.s |
| Error | 28 | 0,22 | | | 0,57 | | |
| Coeficiente de variación (%) = | | 6,68 | | | 12,50 | | |
| * significativo al 5% | | | | | | | |
| n.s.no significativo | | | | | | | |

4.1.3.2. Sólidos solubles a los 20 días

El análisis de varianza (cuadro 26), reportó significación estadística para tratamientos y almacenamiento y ninguna significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 12,26%. A los 20 días de transcurrido el ensayo los frutos de los tratamientos A1C2E1 y A1C2E2 fueron desechados ya que no estaban aptos para la comercialización.

CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 20 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 20 días | | |
|---------------------|--------------------|---------|-------|-----|
| | | C.M. | Fcal. | |
| Total | 29 | | | |
| Repeticiones | 4 | 1,69 | 3,77 | * |
| Tratamientos | 5 | 1,63 | 3,65 | * |
| Almacenamiento | 1 | 5,28 | 7,96 | * |
| Al ambiente | 1 | 0,04 | 0,22 | n.s |
| En cuarto frío | 3 | 0,95 | 1,06 | n.s |
| Error | 20 | 0,45 | | |

Coefficiente de variación (%) = 12,26

* significativo al 5%

n.s.no significativo

En el cuadro 27 y gráfico 17; de acuerdo a la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la variable sólidos solubles a los 20 días, se observan dos rangos de significación, ubicándose en el primer rango el tratamiento A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera), con 6,26°Brix; mientras que el tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera), con 4,80°Brix, que se ubica en el segundo rango de significación.

En el cuadro 28 y gráfico 18; mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento se observan dos rangos de significación, ubicándose en el primer rango los tratamientos que se almacenaron en cuarto frío con 5,75°Brix; mientras que los tratamientos almacenados al ambiente se ubicaron en el segundo rango con 4,86°Brix.

CUADRO 27. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 20 DÍAS.

| Tratamientos | | Grados brix | Rango |
|--------------|---------|-------------|-------|
| No. | Símbolo | 20 Días | |
| 6 | A2C2E1 | 6,26 | a |
| 8 | A2C2E2 | 5,94 | a b |
| 5 | A2C1E1 | 5,52 | a b |
| 7 | A2C1E2 | 5,28 | a b |
| 3 | A1C1E2 | 4,92 | b |
| 1 | A1C1E1 | 4,80 | b |

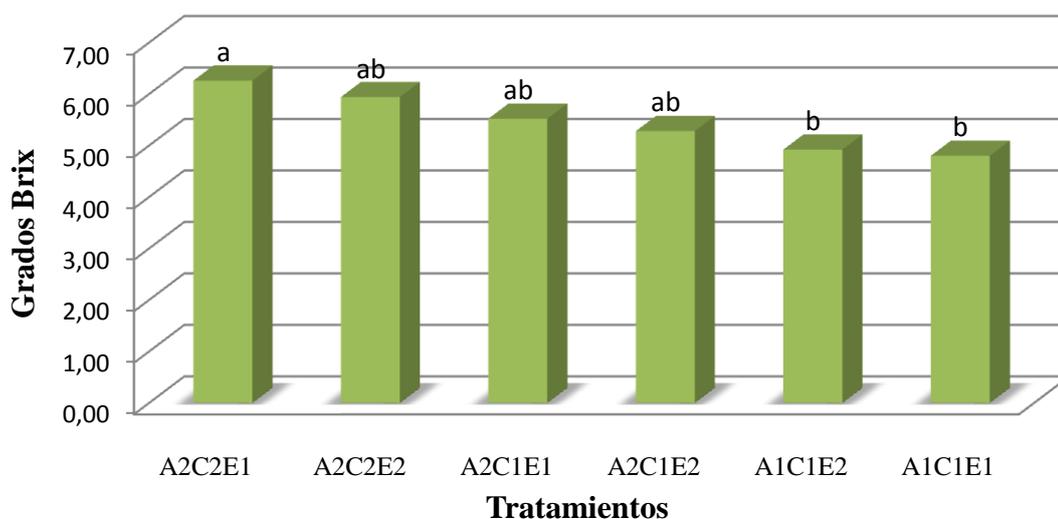


GRÁFICO 17. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable sólidos solubles a los 20 días.

CUADRO 28. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA ALMACENAMIENTO EN LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 20 DÍAS.

| Almacenamiento | Grados brix | Rango |
|----------------|-------------|-------|
| | 20 Días | |
| En cuarto frío | 5,75 | a |
| Al ambiente | 4,86 | b |

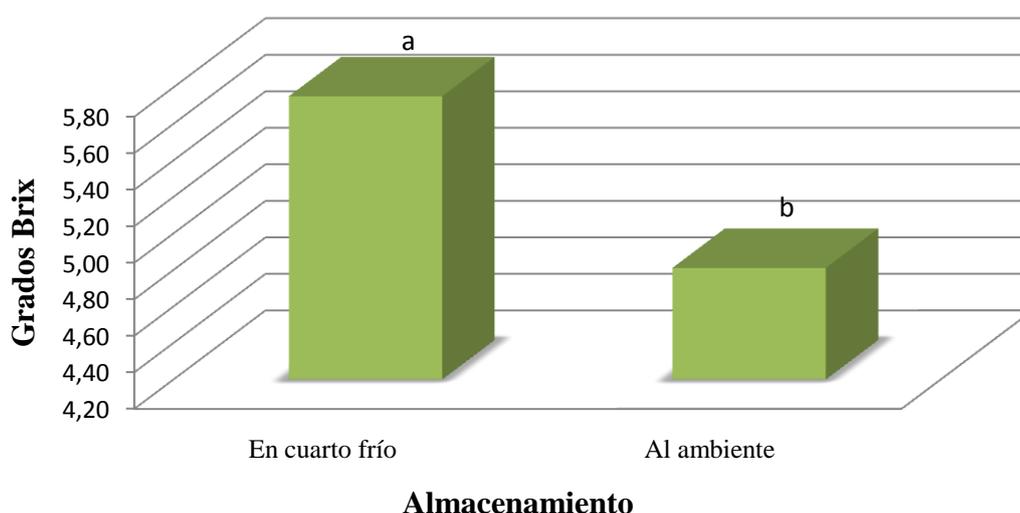


GRÁFICO 18. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para almacenamiento en la variable sólidos solubles a los 20 días.

Los resultados obtenidos luego de realizar las pruebas de significación permiten deducir que el mayor contenido de azúcares hasta los 20 días de transcurrido el ensayo presenta el tratamiento A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera) lo que se indica con esto que durante el proceso de maduración de la fruta los hidratos de carbono se transforman en azúcares, conforme avanza el estado de madurez se incrementa el contenido de azúcares.

4.1.3.3. Sólidos solubles a los 30 días

El análisis de varianza (cuadro 29), indica que no existe ninguna significación estadística en las fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 20,33% debido al alto porcentaje de diversidad de frutos con los que se trabajó en el ensayo. Los tratamientos almacenados al ambiente fueron desechados ya que no eran aptos para el registro de datos y/o para analizar esta variable.

CUADRO 29. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 30 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 30 días | |
|---------------------|--------------------|---------|----------|
| | | C.M. | Fcal. |
| Total | 15 | | |
| Repeticiones | 4 | 1,76 | 2,16 n.s |
| Tratamientos | 3 | 0,56 | 0,69 n.s |
| Almacenamiento | | | |
| Al ambiente | | | |
| En cuarto frío | 3 | 0,46 | 0,40 n.s |
| Error | 8 | 0,82 | |

Coeficiente de variación (%) = 20,33

n.s.no significativo

4.1.4. Descripción visual de daños

Los daños físicos observados en cada tratamiento, en las lecturas a los 10, 20 y 30 días, se especifican en el cuadro 30. En el cuarto al ambiente a los 10 días los tratamientos A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) y A1C1E2 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), presentaron daños por pudrición con la presencia de moho y en los tratamientos A1C2E1

(al ambiente, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera) y A1C2E2 (al ambiente, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón) se observó dicha pudrición con más intensidad a los 20 días de transcurrido el ensayo, también se observó el arrugamiento de la epidermis y la presencia de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*).

Con respecto a los frutos almacenados en cuarto frío los daños por pudrición y la presencia de moho fue en menor porcentaje en relación a los frutos almacenados al ambiente. Los frutos de naranjilla de conservación al ambiente, presentaron daños físicos en un área promedio de 58,75% a los 10 días, 83,75% a los 20 días y a los 30 días el daño fue total 100% por lo que los frutos en este tipo de almacenamiento tuvieron menor permanencia en relación a los almacenados en cuarto frío en donde estos presentaron 25% a los 10 días, 38,75% a los 20 días y 68,75% a los 30 días (gráfico 19).

CUADRO 30. DAÑOS FÍSICOS (%) A LOS 10, 20 Y 30 DÍAS.

| Tratamientos | | Lecturas | | |
|----------------|---------|----------|---------|---------|
| No. | Símbolo | 10 días | 20 días | 30 días |
| Al ambiente | | | | |
| 1 | A1C1E1 | 35 | 60 | 100 |
| 2 | A1C2E1 | 75 | 100 | |
| 3 | A1C1E2 | 50 | 75 | 100 |
| 4 | A1C2E2 | 75 | 100 | |
| Promedio | | 58,75 | 83,75 | 100 |
| En cuarto frío | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 15 | 25 | 55 |
| 6 | A2C2E1 | 30 | 45 | 75 |
| 7 | A2C1E2 | 20 | 35 | 65 |
| 8 | A2C2E2 | 35 | 50 | 80 |
| Promedio | | 25 | 38,75 | 68,75 |

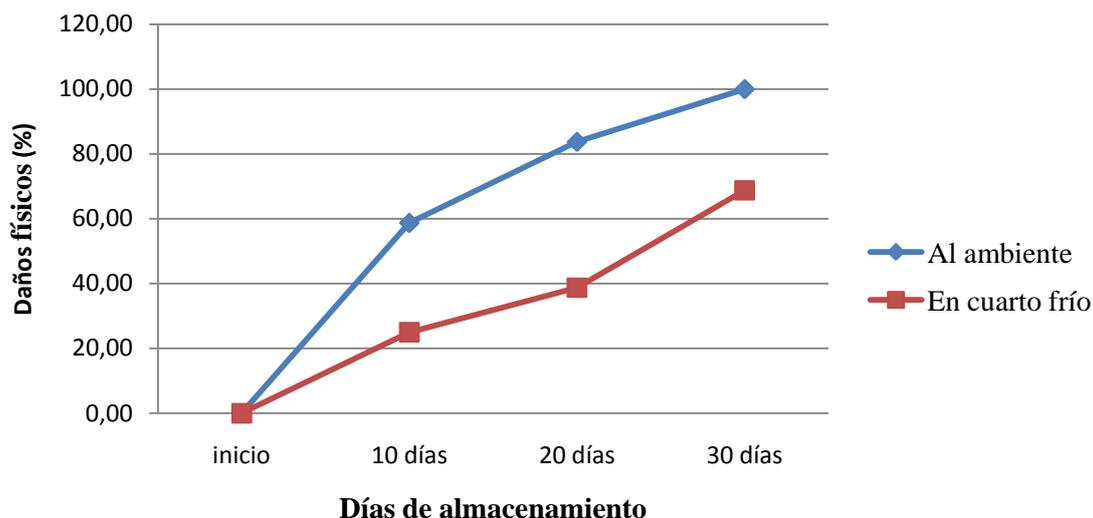


GRÁFICO 19. Daños físicos en frutos almacenados al ambiente y en cuarto frío.

Una vez analizados los resultados, nos podemos dar cuenta que los frutos conforme pasan los días de almacenamiento se van deshidratando, presentando un arrugamiento de la epidermis y volviéndose más vulnerables al ataque de insectos, fenómeno que se dio con más intensidad en los tratamientos de conservación al ambiente; con todo lo dicho anteriormente nos indica que la conservación de los frutos en cuarto frío se da en mejores condiciones y el tiempo de almacenamiento es mayor.

4.1.5. Color de la cáscara

En el cuadro 31 se muestra el color de la cáscara de los frutos para los dos ambientes; observando que en los frutos de conservación al ambiente a los 20 y 30 días existieron tratamientos que se deterioraron totalmente y no se pudieron evaluar ni registrar los datos correspondientes, en cuanto al tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera), la coloración amarillenta (A) disminuyó hasta un 70%, la coloración magenta (M) aumentó hasta llegar a un 60% y el color cián decreció; en el tratamiento A1C2E1 (al ambiente, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera), la coloración amarillenta (A) se mantuvo y el color magenta (M) y

cián (C) tendieron a aumentar ligeramente, en el tratamiento A1C1E2 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), la coloración amarillenta (A) disminuyó hasta un 70%, el color magenta (M) aumentó a un 60% y el color cián decreció y el tratamiento A1C2E2 (al ambiente, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón), la coloración amarillenta (A) se mantuvo y el color magenta (M) y cián (C) aumentaron.

CUADRO 31. COLOR DE LA CÁSCARA AL INICIO 10, 20 Y 30 DÍAS.

| Tratamientos | | | Lecturas | | |
|----------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| No. | Símbolo | Inicio | 10 días | 20 días | 30 días |
| Al ambiente | | | | | |
| 1 | A1C1E1 | A80M30C20 | A70M60C00 | A70M60C00 | |
| 2 | A1C2E1 | A99M50C00 | A99M60C10 | | |
| 3 | A1C1E2 | A99M30C20 | A80M60C00 | A70M60C10 | |
| 4 | A1C2E2 | A99M40C00 | A99M60C10 | | |
| En cuarto frío | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | A80M30C20 | A80M40C20 | A80M40C20 | A90M50C30 |
| 6 | A2C2E1 | A99M50C00 | A80M50C10 | A80M50C10 | A80M60C10 |
| 7 | A2C1E2 | A99M30C20 | A99M30C30 | A99M30C30 | A99M50C30 |
| 8 | A2C2E2 | A99M40C00 | A99M50C00 | A99M50C00 | A99M60C20 |

En los frutos almacenados en cuarto frío, con respecto al tratamiento A2C1E1 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera), se observa que la coloración amarillenta (A) como la magenta (M) aumentaron hasta llegar a un 90% y 50% respectivamente y el color cián (C) aumentó en un 10% ; en el tratamiento A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera), la coloración amarillenta (A) disminuyó hasta un 80%, la coloración magenta (M) y cián (C) aumentaron ligeramente; en el tratamiento A2C1E2 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), la coloración amarillenta (A) se mantuvo y la coloración magenta (M) y cián (C) aumentaron; y en el tratamiento A2C2E2 (en cuarto frío, 50% de

color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón), la coloración amarillenta se mantuvo, el color magenta aumentó hasta un 60% y el color cián aumentó a un 20%.

Los resultados permiten deducir que en cuanto al color de la cáscara en la conservación al ambiente, los tratamientos con un índice de cosecha del 25% de color amarillo y 75% de color verde independientemente del tipo de empaque la coloración amarillenta decreció, el color magenta aumentó y el color cián decreció a diferencia de los tratamientos con 50% de color amarillo y 50% de color verde en donde la coloración amarillenta se mantuvo y el color magenta y cián aumentaron ligeramente; en tanto que, en la conservación en cuarto frío la coloración amarillenta en general se mantiene o se incrementa levemente, y el color magenta y cián aumentaron ligeramente sin experimentar aumentos considerables que afectan la presentación del fruto. Con todo esto se puede decir que el cambio de color es lo más perceptible durante la maduración, el color verde comienza a desaparecer, por la degradación de la clorofila, mientras que por la síntesis de otros pigmentos como los carotenoides y las antocianinas, comienzan a aparecer e intensificarse los amarillos ocres y rojos, esto se controla en el almacenamiento en cuarto frío y por ende los frutos se mantienen mejor y por mucho más tiempo lo que no sucede con el almacenamiento al ambiente.

4.1.6. Color de la pulpa

El color de la pulpa para los dos ambientes de conservación se muestra en el cuadro 32; se observa que en los tratamientos de conservación al ambiente, la coloración se mantuvo o aumentó; mientras que, el color de la pulpa de los tratamientos almacenados en cuarto frío, la coloración amarillenta (A) y magenta (M) se incrementaron; en tanto que, el color cián (C) se mantuvo.

CUADRO 32. COLOR DE LA PULPA AL INICIO 10, 20 Y 30 DÍAS.

| Tratamientos | | | Lecturas | | |
|----------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| No. | Símbolo | Inicio | 10 días | 20 días | 30 días |
| Al ambiente | | | | | |
| 1 | A1C1E1 | A50M00C00 | A80M00C00 | A80M00C00 | |
| 2 | A1C2E1 | A80M00C00 | A80M10C00 | | |
| 3 | A1C1E2 | A60M00C00 | A80M10C00 | A80M00C00 | |
| 4 | A1C2E2 | A80M10C00 | A80M00C00 | | |
| En cuarto frío | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | A50M00C00 | A50M10C00 | A60M10C00 | A60M10C00 |
| 6 | A2C2E1 | A50M00C00 | A60M10C00 | A60M10C00 | A60M10C00 |
| 7 | A2C1E2 | A60M10C00 | A60M10C00 | A70M10C00 | A70M10C00 |
| 8 | A2C2E2 | A50M10C00 | A60M10C00 | A50M10C00 | A60M00C00 |

Con los resultados obtenidos podemos deducir que en cuanto al color de la pulpa en la conservación al ambiente todos los tratamientos independientemente del índice de cosecha experimentaron un incremento en la coloración; fenómeno similar ocurrió en los tratamientos almacenados en cuarto frío, dicho incremento ocurrió posiblemente por la síntesis de nuevos carotenoides que dan origen a las antocianinas y flavonoides los mismos que los responsables de nuevos colores.

4.1.7. pH

Los valores de pH registrados para cada tratamiento, en las lecturas al inicio de la investigación, a los 10, 20 y 30 días, se indican en los anexos 19, 20, 21 y 22.

4.1.7.1. pH al inicio y a los 10 días

El análisis de varianza (cuadro 33), indica que no existe ninguna significación estadística en las fuentes de variación para la variable pH al inicio, mientras que a los 10 días se observa significación estadística para tratamientos, alta significación para el almacenamiento al ambiente y ninguna significación estadística en las demás fuentes de variación. Los coeficientes de variación fueron de 7,08% y 3,27% respectivamente.

CUADRO 33. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE pH AL INICIO Y A LOS 10 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Inicio | | | 10 Días | | |
|-------------------------------------|--------------------|--------|-------|-----|---------|-------|-----|
| | | C.M. | Fcal. | | C.M. | Fcal. | |
| Total | 39 | | | | | | |
| Repeticiones | 4 | 0,08 | 1,39 | n.s | 0,02 | 2,05 | n.s |
| Tratamientos | 7 | 0,09 | 1,52 | n.s | 0,04 | 2,93 | * |
| Almacenamiento | 1 | 0,07 | 0,98 | n.s | 0,02 | 1,34 | n.s |
| Al ambiente | 3 | 0,13 | 1,97 | n.s | 0,05 | 8,84 | ** |
| En cuarto frío | 3 | 0,06 | 1,01 | n.s | 0,02 | 0,99 | n.s |
| Error | 28 | 0,06 | | | 0,01 | | |
| Coeficiente de variación (%) = 7,08 | | | | | 3,27 | | |

* significativo al 5%

** altamente significativo al 1%

n.s.no significativo

Del cuadro 34 y gráfico 20; prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la variable pH 10 días, se observan dos rangos de significación, ubicándose en el primer rango el tratamiento A2C2E2 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón.), con un pH de 3,26; mientras que el tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera).con 3,51, se ubica en el segundo rango de significación.

CUADRO 34. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE pH A LOS 10 DÍAS.

| Tratamientos | | pH | Rango |
|--------------|---------|---------|-------|
| No. | Símbolo | 10 Días | |
| 8 | A2C2E2 | 3,26 | a |
| 3 | A1C1E2 | 3,30 | a b |
| 4 | A1C2E2 | 3,32 | a b |
| 7 | A2C1E2 | 3,36 | a b |
| 6 | A2C2E1 | 3,39 | a b |
| 5 | A2C1E1 | 3,41 | a b |
| 2 | A1C2E1 | 3,47 | a b |
| 1 | A1C1E1 | 3,51 | b |

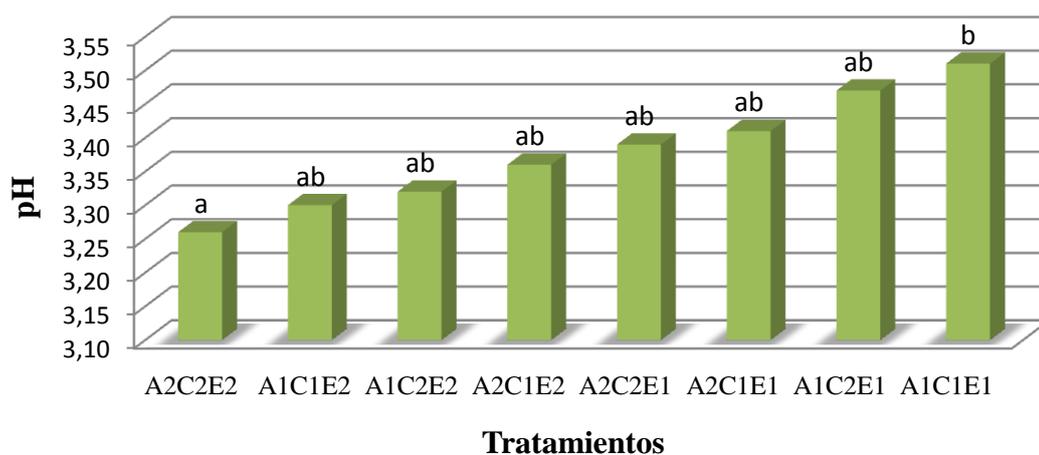


GRÁFICO 20. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pH a los 10 días.

En el cuadro 35 y gráfico 21; la prueba de Tukey al 5% para el almacenamiento al ambiente determina dos rangos de significación, ubicándose el tratamiento A1C1E2 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón.), con pH de 3,30 en el primer rango; en tanto que, el tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera), con 3,51 se encuentra en el segundo rango.

CUADRO 35. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO AL AMBIENTE EN LA VARIABLE pH A LOS 10 DÍAS.

| Tratamientos | | pH | Rango |
|--------------|---------|---------|-------|
| No. | Símbolo | 10 Días | |
| 3 | A1C1E2 | 3,30 | a |
| 4 | A1C2E2 | 3,32 | a |
| 2 | A1C2E1 | 3,47 | b |
| 1 | A1C1E1 | 3,51 | b |

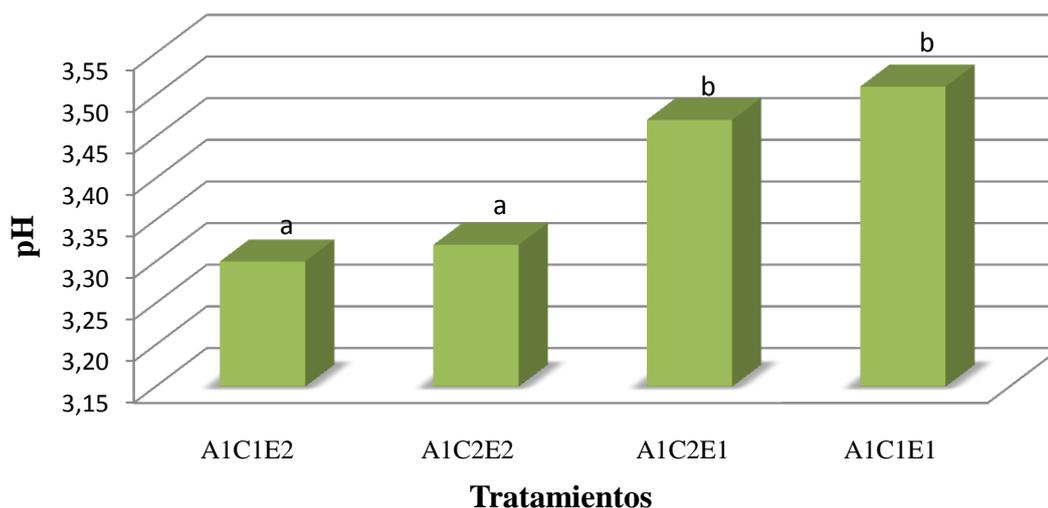


GRÁFICO 21. Prueba de significación de Tukey al 5% para el almacenamiento al ambiente en la variable pH a los 10 días.

4.1.7.2. pH a los 20 días

Del análisis de varianza (cuadro 36), se observa alta significación estadística para el almacenamiento al ambiente y ninguna significación estadística en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 3,31%. Los tratamientos A1C2E1 y A1C2E2 a

los 20 días de transcurrido el ensayo ya no estaban aptos para el registro de datos y/o para analizar esta variable por lo que se los desechó.

CUADRO 36. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE pH A LOS 20 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 20 días | |
|---------------------|--------------------|---------|----------|
| | | C.M. | Fcal. |
| Total | 29 | | |
| Repeticiones | 4 | 0,02 | 1,90 n.s |
| Tratamientos | 5 | 0,03 | 2,63 n.s |
| Almacenamiento | 1 | 0,005 | 0,28 n.s |
| Al ambiente | 1 | 0,12 | 12,38 ** |
| En cuarto frío | 3 | 0,01 | 0,73 n.s |
| Error | 20 | 0,01 | |

Coeficiente de variación (%) = 3,31

** altamente significativo al 1%

n.s.no significativo

En cuanto al almacenamiento al ambiente, la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para la variable pH a los 20 días, registro dos rangos de significación (cuadro 37 y gráfico 22), ubicándose el tratamiento A1C1E2 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón), con pH de 3,21 en el primer rango; mientras que, el tratamiento A1C1E1 (al ambiente, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) se ubica en el segundo rango con 3,42.

CUADRO 37. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL ALMACENAMIENTO AL AMBIENTE EN LA VARIABLE pH A LOS 20 DÍAS.

| Almacenamiento al ambiente | pH | Rango |
|----------------------------|---------|-------|
| | 20 Días | |
| A1C1E2 | 3,21 | a |
| A1C1E1 | 3,42 | b |

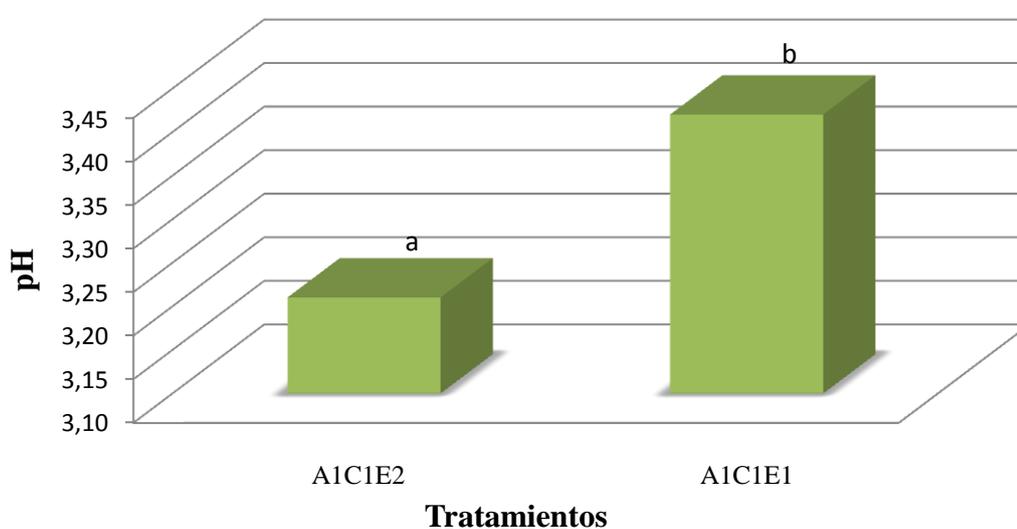


GRÁFICO 22. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el almacenamiento al ambiente en la variable pH a los 20 días.

4.1.7.3. pH a los 30 días

El análisis de varianza (cuadro 38), indica que no existe ninguna significación estadística en las fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 4,19%. Los frutos de los tratamientos almacenados al ambiente ya no estaban en condiciones para el registro de datos y/o para analizar esta variable por lo que fueron desechados.

CUADRO 38.ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE pH A LOS 30 DÍAS.

| Fuente de variación | Grados de libertad | 30 días | |
|---------------------|--------------------|---------|----------|
| | | C.M. | Fcal. |
| Total | 15 | | |
| Repeticiones | 4 | 0,003 | 0,12 n.s |
| Tratamientos | 3 | 0,01 | 0,49 n.s |
| Almacenamiento | | | |
| Al ambiente | | | |
| En cuarto frío | 3 | 0,01 | 0,68 n.s |
| Error | 8 | 0,02 | |

Coeficiente de variación (%) = 4,19

n.s.no significativo

A los 10 días de transcurrido el ensayo el tratamiento A2C2E2 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón.), con un pH de 3,26 es el tratamiento que más se aproxima al valor de pH consultado en la composición química (Anexo 23) que es de 3,11; cabe indicar, que conforme pasan los días los frutos de conservación al ambiente superan el valor de los frutos almacenados en cuarto frío lo que indica que a medida que los frutos siguen el proceso de maduración, el pH tiende a incrementarse que es lo que sucedió con los frutos almacenados al ambiente; lo que no ocurrió en el cuarto frío donde el pH se mantiene, ya que aquí se controla los procesos respiratorios por la acción del frío.

4.1.8. Minerales

En el cuadro 39, se muestran los minerales Ca, Fe y K. Los frutos de conservación al ambiente no pudieron ser análisis por el alto deterioro que sufrieron y fueron desechados, en cuanto a los tratamientos del cuarto frío se observa una disminución considerable de estos minerales.

En el gráfico 23 se puede observar que los frutos almacenados en cuarto frío sufrieron una disminución de estos tres minerales, Ca de 299,50 ppm disminuyó a 103,75 ppm; Fe disminuyó de 37,50 a 11,25 ppm y el K de 3000 ppm disminuyó a 136,63 ppm. Con esto se puede deducir que el mineral que más disminuyó fue el Fe.

CUADRO 39. CONTENIDO DE MINERALES Ca, Fe y K (ppm) AL INICIO Y A LOS 30 DÍAS.

| Tratamientos | | Lecturas | | | | | |
|----------------|---------|----------|-------|------|---------|-------|--------|
| No. | Símbolo | Inicio | | | 30 días | | |
| | | Ca | Fe | K | Ca | Fe | K |
| Al ambiente | | | | | | | |
| 1 | A1C1E1 | 363 | 36 | 2000 | | | |
| 2 | A1C2E1 | 236 | 39 | 4000 | | | |
| 3 | A1C1E2 | 363 | 36 | 2000 | | | |
| 4 | A1C2E2 | 236 | 39 | 4000 | | | |
| Promedio | | 299,50 | 37,50 | 3000 | | | |
| En cuarto frío | | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 363 | 36 | 2000 | 124 | 8,50 | 183 |
| 6 | A2C2E1 | 236 | 39 | 4000 | 86 | 14,70 | 92 |
| 7 | A2C1E2 | 363 | 36 | 2000 | 121 | 8,00 | 181,50 |
| 8 | A2C2E2 | 236 | 39 | 4000 | 84 | 13,80 | 90 |
| Promedio | | 299,50 | 37,50 | 3000 | 103,75 | 11,25 | 136,63 |

El contenido de los minerales Mg, Cu, Mn y Zn se indican en el cuadro 40. Los frutos de conservación al ambiente fueron desechados ya que no eran aptos para ser analizados por lo que no se pudo realizar los análisis de estos tres minerales. En lo que se refiere a los frutos almacenados en cuarto frío se observa un incremento del Mg y el Cu, Mn y Zn experimentaron una notable disminución.

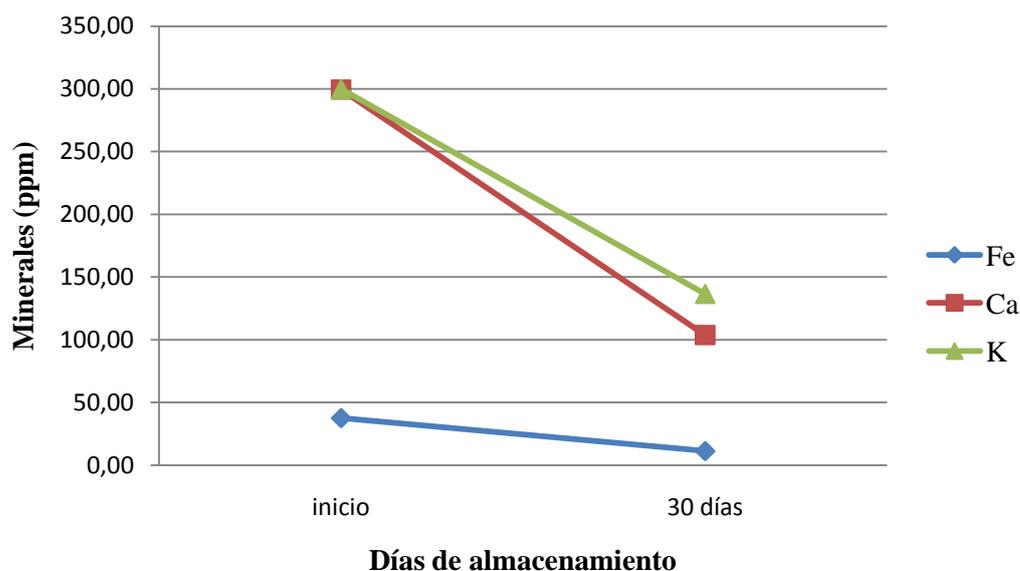


GRÁFICO 23. Contenido de minerales Ca, Fe y K en frutos almacenados en cuarto frío.

CUADRO 40. CONTENIDO DE MINERALES Mg, Cu, Mn y Zn (ppm) AL INICIO Y A LOS 30 DÍAS.

| Tratamientos | | Lecturas | | | | | | | |
|----------------|---------|----------|------|----|----|---------|------|------|------|
| No. | Símbolo | Inicio | | | | 30 días | | | |
| | | Mg | Cu | Mn | Zn | Mg | Cu | Mn | Zn |
| Al ambiente | | | | | | | | | |
| 1 | A1C1E1 | 210 | 4 | 13 | 27 | | | | |
| 2 | A1C2E1 | 341 | 13 | 17 | 17 | | | | |
| 3 | A1C1E2 | 210 | 4 | 13 | 27 | | | | |
| 4 | A1C2E2 | 341 | 13 | 17 | 17 | | | | |
| Promedio | | 275,50 | 8,50 | 15 | 22 | | | | |
| En cuarto frío | | | | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 210 | 4 | 13 | 27 | 244 | 3,70 | 6,10 | 6,10 |
| 6 | A2C2E1 | 341 | 13 | 17 | 17 | 735 | 1,20 | 6,10 | 9,80 |
| 7 | A2C1E2 | 210 | 4 | 13 | 27 | 242,3 | 3,55 | 6,00 | 6,00 |
| 8 | A2C2E2 | 341 | 13 | 17 | 17 | 730 | 1,15 | 5,90 | 9,70 |
| Promedio | | 275,50 | 8,50 | 15 | 22 | 487,83 | 2,40 | 6,03 | 7,90 |

Los gráficos 24 y 25 nos indican que los frutos en cuarto frío experimentan un comportamiento diferente de los minerales, el Mg se incrementa de 275,50 ppm a 487,83 ppm, mientras que el Cu de 8,50 disminuye a 2,40 ppm, el Mn disminuye de 15 a 6,03 ppm y el Zn de 22 baja a 6,03 ppm.



GRÁFICO 24. Contenido del mineral Mg en frutos almacenados en cuarto frío.

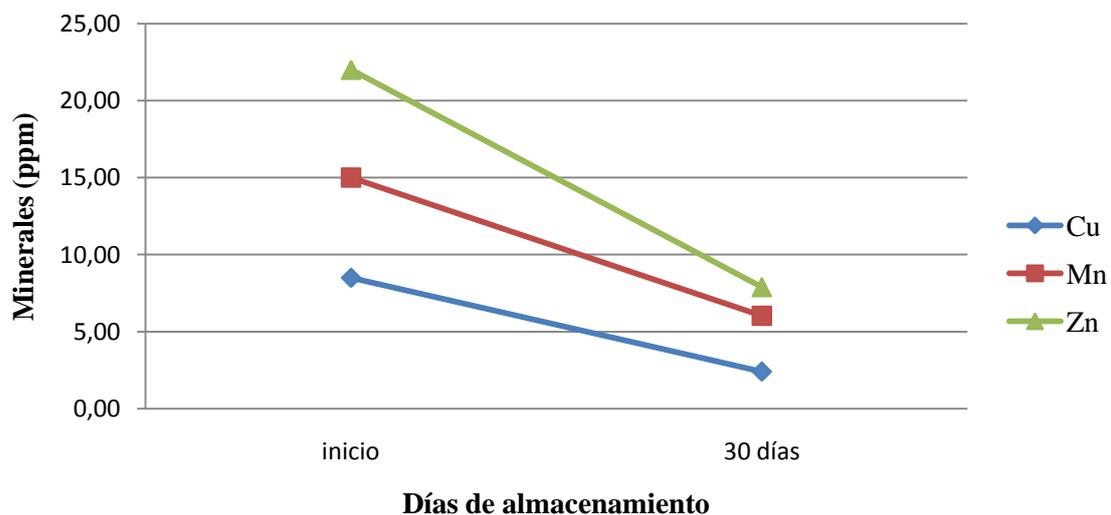


GRÁFICO 25. Contenido de minerales Cu, Mn y Zn en frutos almacenados en cuarto frío.

De los resultados obtenidos podemos deducir que la disminución del contenido de estos minerales se da independientemente del índice de madurez y del tipo de empaque.

4.1.9. Vitamina C

El contenido de vitamina C (ácido ascórbico) se muestra en el cuadro 41. Para este análisis a los 30 días de transcurrido el ensayo se utilizaron únicamente los tratamientos almacenados en cuarto frío, ya que el deterioro del fruto fue rápido en los tratamientos al ambiente y estos fueron desechados.

CUADRO 41. CONTENIDO DE VITAMINA C (%) AL INICIO Y A LOS 30 DÍAS.

| Tratamientos | | Lecturas | |
|----------------|---------|----------|---------|
| No. | Símbolo | Inicio | 30 días |
| Al ambiente | | | |
| 1 | A1C1E1 | 15,86 | |
| 2 | A1C2E1 | 17,43 | |
| 3 | A1C1E2 | 15,86 | |
| 4 | A1C2E2 | 17,43 | |
| Promedio | | 16,65 | |
| En cuarto frío | | | |
| 5 | A2C1E1 | 15,86 | 23,65 |
| 6 | A2C2E1 | 17,43 | 25,56 |
| 7 | A2C1E2 | 15,86 | 22,60 |
| 8 | A2C2E2 | 17,43 | 24,53 |
| Promedio | | 16,65 | 24,09 |

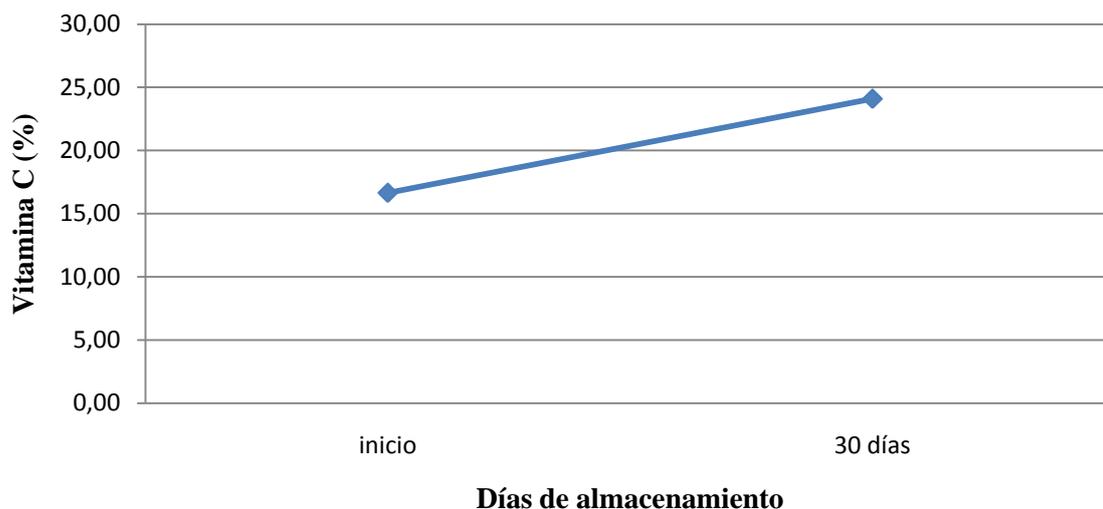


GRÁFICO 26. Contenido de Vitamina C en frutos almacenados en cuarto frío.

El gráfico 26 indica que los frutos almacenados en cuarto frío experimentan un incremento en promedio de 16,65 a 24,09% en el contenido de Vitamina C. Lo que indica que conforme avanza el proceso de maduración el contenido de Vitamina C se incrementa.

4.1.10. Cenizas

En el cuadro 42 se muestra el contenido de cenizas. No se realizó el análisis de cenizas de los frutos almacenados al ambiente ya que se los desechó por no estar aptos para ser analizados. En cuanto a los frutos almacenados en cuarto frío se observa una significativa disminución de cenizas.

El gráfico 27 muestra que los frutos expuestos a la conservación en cuarto frío sufren un incremento en el contenido de cenizas de 4,6 a 4,8%, con lo que se confirma lo dicho por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1987), que conforme las frutas van madurando el contenido de cenizas tiende a aumentar, independientemente del tipo de almacenamiento que se use.

CUADRO 42. CONTENIDO DE CENIZAS (%) AL INICIO Y A LOS 30 DÍAS.

| Tratamientos | | Lecturas | |
|----------------|---------|----------|---------|
| No. | Símbolo | Inicio | 30 días |
| Al ambiente | | | |
| 1 | A1C1E1 | 5,1 | |
| 2 | A1C2E1 | 4,0 | |
| 3 | A1C1E2 | 5,1 | |
| 4 | A1C2E2 | 4,0 | |
| Promedio | | 4,6 | |
| En cuarto frío | | | |
| 5 | A2C1E1 | 5,1 | 5,4 |
| 6 | A2C2E1 | 4,0 | 4,2 |
| 7 | A2C1E2 | 5,1 | 5,4 |
| 8 | A2C2E2 | 4,0 | 4,1 |
| Promedio | | 4,6 | 4,8 |

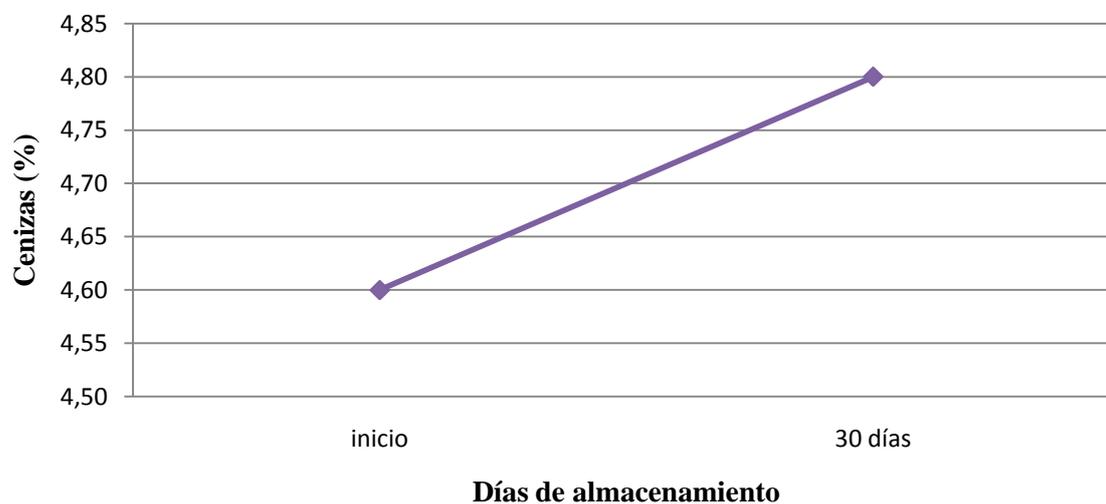


GRÁFICO 27. Contenido de cenizas en frutos almacenados en cuarto frío.

4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico de los tratamientos se realizó siguiendo el método parcial de Perrin, determinando la tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominantes en la poscosecha del cultivo; para lo cual se hizo el presupuesto parcial de los datos promediados del ensayo, estableciendo los beneficios netos por kilogramo durante el período de ensayo. Luego se realiza el análisis de dominancia de los datos, separando a aquellos datos de tratamientos no dominantes. Finalmente se realizó el análisis marginal de los tratamientos no dominantes, determinándose primero el incremento marginal en los beneficios netos y costos variables; y con esto se calcula la tasa de retorno marginal.

Para realizar el cálculo del arriendo del cuarto frío se hizo la depreciación del bien para 10 años con un valor inicial de \$3 000,00 cuya cuota de depreciación mensual fue de \$25,00; para el cuarto al ambiente se estimó un valor de arriendo de \$20,00.

CUADRO 43. PRESUPUESTO PARCIAL DE DATOS PROMEDIADOS DEL ENSAYO EN POSCOSECHA EN EL CULTIVO DE NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam.) HIBRIDO INIAP Palora.

| CONCEPTO | TRATAMIENTOS | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | A1C1E1 | A1C2E1 | A1C1E2 | A1C2E2 | A2C1E1 | A2C2E1 | A2C1E2 | A2C2E2 | A2C1E1 | A2C2E2 |
| Ingresos | | | | | | | | | | |
| Cantidad (Kg) | 21,70 | 23,40 | 21,75 | 23,25 | 23,10 | 22,15 | 21,84 | 22,24 | 21,84 | 22,24 |
| Precio unitario (USD) | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| TOTAL | 17,36 | 18,72 | 17,40 | 18,60 | 18,48 | 17,72 | 17,47 | 17,79 | 17,47 | 17,79 |
| Costos Variables | | | | | | | | | | |
| Arriendo cuarto frío | --- | --- | --- | --- | 0,13 | 0,13 | 0,15 | 0,15 | --- | 0,15 |
| Arriendo bodega | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Caja de empaque | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Madera | 5,00 | 5,00 | --- | --- | 5,00 | 5,00 | --- | --- | --- | --- |
| Cartón | --- | --- | 7,50 | 7,50 | --- | --- | 7,50 | 7,50 | --- | 7,50 |
| Materia prima | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 50% color amarillo | --- | 12,50 | --- | 12,50 | --- | 12,50 | --- | 12,50 | --- | 12,50 |
| 25% color amarillo | 11,25 | --- | 11,25 | --- | 11,25 | --- | 11,25 | --- | 11,25 | --- |
| TOTAL | 16,28 | 17,51 | 18,78 | 20,02 | 16,38 | 17,63 | 18,90 | 20,15 | 18,90 | 20,15 |
| INGRESOS NETOS | 1,08 | 1,21 | -1,38 | -1,42 | 2,10 | 0,09 | -1,43 | -2,36 | -1,43 | -2,36 |

CUADRO 44. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE DATOS DE RESPUESTA A LA POSCOSECHA EN EL CULTIVO DE NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam.) HIBRIDO INIAP Palora.

| Beneficio neto (\$/Kg.) | Tratamientos | Costos variables (\$/Kg.) |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 2,10 | A2C1E1 | 16,38 |
| 1,21 | A1C2E1 | 17,51 |
| 1,08 | A1C1E1 | 16,28 |
| 0,09 | A2C2E1 | 17,63 |
| -1,38 | A1C1E2 | 18,78 |
| -1,42 | A1C2E2 | 20,02 |
| -1,43 | A2C1E2 | 18,90 |
| -2,36 | A2C2E2 | 20,15 |

CUADRO 45. ANÁLISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS EN LA POSCOSECHA EN EL CULTIVO DE NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam.) HIBRIDO INIAP Palora.

| Cambio con respecto al beneficio próximo superior | | | | | |
|--|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Beneficio neto | Tratamiento | Costo variable | Incremento marginal en B.N | Incremento marginal en C.V | Tasa de retorno marginal |
| (1) | | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 2,10 | A2C1E1 | 16,38 | 1,02 | 0,10 | 1020% |
| 1,08 | A1C1E1 | 16,28 | ----- | -----. | ----- |

Ejemplo de cálculo: (4a) = (2a) – (2b). También (3a) = (1a) – (1b) y (5a) = (3a) / (4a).

B.N. Beneficio neto

C.V. Costo variable

Una vez desarrollado el método de análisis económico de Perrin para los tratamientos del ensayo, se determina que son dos los tratamientos no dominantes, de los cuales el tratamiento A2C1E1 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) es el que presenta la mayor tasa de retorno marginal con el 1 020% que sería el aceptado por los agricultores, esto como regla general en el método ya que valores menores al 40% en la tasa de retorno marginal no serían aceptados.

4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis A es válida, ya que los frutos de naranjilla híbrido INIAP Palora cosechados con un índice de amarillamiento del 25% prolonga el período de almacenamiento.

No es válida la hipótesis B, ya que el almacenamiento en cajas de cartón no permite un menor deterioro de la fruta, debido a que estas se ablandaron fácilmente por la humedad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

A. Se ha aportado con esta investigación al mejoramiento tecnológico en el manejo poscosecha de los frutos de naranjilla híbrido INIAP Palora, determinando que en la poscosecha el tipo de almacenamiento más recomendable para reducción de pérdidas fueron los tratamientos conservados en cuarto frío a (8°C, 90% HR), considerando $\pm 1^\circ\text{C}$, pudiendo llegar en estas condiciones a un tiempo de almacenamiento de máximo 20 días.

B. Con respecto a las características físico-químicas de los frutos de naranjilla se debe mencionar que la fruta almacenada al ambiente se deterioró totalmente y no se pudieron evaluar ni registrar los datos correspondientes por lo que no se pueden comparar los ambientes; en cuanto a los frutos almacenados en cuarto frío en los análisis realizados a los 30 días de transcurrido el ensayo los tratamientos con frutos con un índice de cosecha del 50% de color amarillo y 50% de color verde e independientemente del tipo de empaque, reportaron el menor incremento en el contenido de cenizas así el tratamiento A2C2E1 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de madera) se incrementó de 4,0 a 4,2% y el tratamiento A2C2E2 (en cuarto frío, 50% de color amarillo y 50% de color verde, caja de cartón) se incrementó de 4,0 a 4,1% a diferencia de los tratamientos con un índice de cosecha del 25% de color amarillo y 75% de color verde de igual forma independientemente del tipo de empaque el incremento en el contenido de cenizas fue mayor, los tratamientos A2C1E1 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de madera) y A2C1E2 (en cuarto frío, 25% de color amarillo y 75% de color verde, caja de cartón) se incrementaron de 5,1 a 5,4% respectivamente; en cuanto a pH el tratamiento A2C2E2 con un pH de 3,26 fue el que más se aproximó al valor consultado en la composición química que es de 3,11. En minerales todos los tratamientos con los dos índices de cosecha y tipos de empaque experimentaron una disminución de los minerales Ca, Fe, K, Cu, Mn Zn y un aumento de Mg. Con respecto al color de la cáscara en general en los tratamientos conservados en cuarto frío el color disminuyó. El color de la pulpa en

los tratamientos se incrementó muy levemente. El contenido de Vitamina C en los frutos de los tratamientos almacenados en cuarto frío sufren un incremento en promedio de 16,65 a 24,09%.

C. En relación al comportamiento de los frutos de naranjilla almacenados en dos índices de cosecha, se asevera que los tratamientos con un índice de cosecha del 25% de color amarillo y 75% de color verde pueden ser almacenados en cuarto frío en donde la pérdida de peso del fruto es directamente proporcional al tiempo de almacenamiento, la deshidratación del fruto fue en mayor porcentaje a partir de los 20 días tiempo considerado como apropiado para la conservación en frío de los frutos de naranjilla híbrido INIAP Palora, debido a que las pérdidas son menores y la apariencia externa de los frutos es buena.

D. Con respecto al tipo de empaque los mejores resultados se dieron con el uso de cajas de madera con una capacidad de 5 kg. ya que facilitan el almacenamiento y transporte de la fruta, con este tipo de empaque existió una reducción de daños y deterioro de la fruta.

5.2. RECOMENDACIONES

A. Almacenar los frutos de naranjilla híbrido INIAP Palora en cuartos fríos a 8°C considerando $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa del 90% para disminuir la pérdida de peso de los frutos y con un índice de cosecha del 25% de color amarillo y 75% de color verde para reducir la pérdida de firmeza de la pulpa, bajo estas circunstancias permite mantener la fruta por un lapso de máximo 20 días en mejores condiciones para ser comercializada.

B. Realizar una nueva investigación con menores intervalos de tiempo en la toma de las lecturas para determinar el tiempo exacto de almacenamiento de la fruta, cabe indicar que los intervalos se deben hacer entre los 0 a 20 días.

C. Probar esta investigación con la elaboración de pulpa y determinar el proceso de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

Aldás, H; Romero, E. 1986. Evaluación de pérdidas Post-cosecha de Tomate y Aguacate e inventario de embalajes utilizados. Tesis Ing. Alimentos. Ambato, EC, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 130p.

Cadena, S. 1981. La Problemática Agropecuaria de la Región Amazónica Ecuatoriana. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Colonización de la Región Amazónica Ecuatoriana. Quito, Ecuador.

Celleri, A. 1954. Curso de Botánica Sistemática. Guayaquil. p. 476 – 481.

CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2001. Manejo Poscosecha del Lulo. Antioquia, Colombia.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1987. Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Agroindustria de Frutas Tropicales. Colombia, Manizales. s.e. 78p.

García, M; García, H. 2001. Manejo Cosecha y Poscosecha de Mora, Lulo y Tomate de Árbol. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA. Bogotá.

Gattoni, L.A. s.f. “La naranjilla o lulo”. “La Hacienda”. p. 42-46.

Hoyos, E; Gallo, F. Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Manizales, Colombia. p. 57-62.

IGM (Instituto Geográfico Militar). 1991. Carta geográfica de Ambato. Quito, Ecuador. Esc. 1:50000.

IICA (Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura). 1987. Tecnología de manejo de poscosecha de frutas y hortalizas. Trad. Por Isidro Planelia. Bogotá. 242p.

IIT (Instituto de Investigaciones Tecnológicas). 1964. Informe de los estudios tecnológicos sobre el procesamiento de lulo. Bogotá, Colombia. p. 78.

INIAP (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 1982. Memorias de la primera conferencia internacional de naranjilla. Quito, Ecuador. p.177.

INIAP (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 2006. Ficha técnica Naranjilla híbrido INIAP - Palora. Quito, Ecuador.

Lobo, A.; Girard, E. 1977. El cultivo de lulo. Instituto Colombiano Agropecuario. Curso sobre frutales. Compendio n°.20., Medellín. ICA. p. 161-179.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), Coordinación de la Sierra y Amazonía. 1986. Memoria del Curso de Capacitación Orientado al Manejo Técnico del Cultivo de la Naranjilla en el Ecuador. Sucua – Provincia de Morona Santiago.

MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca), Regional Tungurahua. Anuario 2009

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Técnica de Agricultura. 1955. “La Naranjilla”. El Agro. Ecuador p. 18 – 20.

Pacheco, R. s.f. “El cultivo de la naranjilla en el Ecuador”. Quito, Departamento de Frutales y Hortalizas. 24p.

Pino, J. 1988. Manejo poscosecha e industrialización de lulo. I Seminario Nacional del Cultivo del Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) Departamento de Agricultura de Colombia. p. 60-63.

PROEXANT (Promoción de Exportaciones Agrícolas no tradicionales). 1992. Manejo poscosecha en cultivos hortícolas. Ambato, s, e. 295p.

Reina, C. 1998. Manejo Poscosecha y Evaluación de la Calidad del lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Neiva. 127p.

Romero, R. 1961. Frutos Silvestres de Colombia. Bogotá, Banco de la República. p. 283 – 291.

SICA. 2001. Naranjilla. En Línea. Consultado el 29 de agosto 2009. Disponible en: www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/productos/naranjilla_mag.pdf.

Vargas, Juan. 2008. Caracterización Físico Química del Fruto de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) Variedades amarillo gigante y morado gigante en almacenamiento en cuarto frío y al ambiente. Tesis Ing. Agronómica. Ambato, EC, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 135p.

ANEXOS

ANEXO 1. PESO INICIAL DE LOS FRUTOS (kg.).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 2 | A1C2E1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 3 | A1C1E2 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 4 | A1C2E2 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 5 | A2C1E1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 6 | A2C2E1 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 7 | A2C1E2 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 8 | A2C2E2 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |

ANEXO 2. PESO DE LOS FRUTOS A LOS 10 DÍAS (kg.).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 4,60 | 4,70 | 4,65 | 4,60 | 4,65 | 4,64 |
| 2 | A1C2E1 | 4,75 | 4,70 | 4,65 | 4,60 | 4,70 | 4,68 |
| 3 | A1C1E2 | 4,60 | 4,60 | 4,60 | 4,70 | 4,70 | 4,64 |
| 4 | A1C2E2 | 4,65 | 4,70 | 4,60 | 4,60 | 4,70 | 4,65 |
| 5 | A2C1E1 | 5,00 | 4,80 | 5,00 | 4,80 | 4,90 | 4,90 |
| 6 | A2C2E1 | 4,90 | 5,00 | 4,90 | 4,85 | 4,90 | 4,91 |
| 7 | A2C1E2 | 4,70 | 4,60 | 4,80 | 4,80 | 4,80 | 4,74 |
| 8 | A2C2E2 | 4,90 | 4,80 | 4,80 | 4,90 | 4,80 | 4,84 |

ANEXO 3. PESO DE LOS FRUTOS A LOS 20 DÍAS (kg.).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 4,30 | 4,45 | 4,35 | 4,25 | 4,35 | 4,34 |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | 4,30 | 4,35 | 4,28 | 4,45 | 4,37 | 4,35 |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 4,90 | 4,70 | 4,87 | 4,70 | 4,80 | 4,79 |
| 6 | A2C2E1 | 4,60 | 4,72 | 4,76 | 4,60 | 4,75 | 4,69 |
| 7 | A2C1E2 | 4,50 | 4,50 | 4,67 | 4,71 | 4,60 | 4,60 |
| 8 | A2C2E2 | 4,70 | 4,64 | 4,60 | 4,80 | 4,60 | 4,67 |

ANEXO 4. PESO DE LOS FRUTOS A LOS 30 DÍAS (kg.).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | | | | | | |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | | | | | | |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 4,75 | 4,50 | 4,70 | 4,55 | 4,60 | 4,62 |
| 6 | A2C2E1 | 4,40 | 4,45 | 4,45 | 4,35 | 4,50 | 4,43 |
| 7 | A2C1E2 | 4,25 | 4,28 | 4,43 | 4,48 | 4,40 | 4,37 |
| 8 | A2C2E2 | 4,47 | 4,40 | 4,35 | 4,62 | 4,40 | 4,45 |

ANEXO 5. PÉRDIDA DE PESO DE LOS FRUTOS A LOS 10 DÍAS (%).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 8,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 7,00 | 7,20 |
| 2 | A1C2E1 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 6,00 | 6,40 |
| 3 | A1C1E2 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 6,00 | 6,00 | 7,20 |
| 4 | A1C2E2 | 7,00 | 6,00 | 8,00 | 8,00 | 6,00 | 7,00 |
| 5 | A2C1E1 | 0,00 | 4,00 | 0,00 | 4,00 | 2,00 | 2,00 |
| 6 | A2C2E1 | 2,00 | 0,00 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 1,80 |
| 7 | A2C1E2 | 6,00 | 8,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 5,20 |
| 8 | A2C2E2 | 2,00 | 4,00 | 4,00 | 2,00 | 4,00 | 3,20 |

ANEXO 6. PÉRDIDA DE PESO DE LOS FRUTOS A LOS 20 DÍAS (%).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 14,00 | 11,00 | 13,00 | 15,00 | 13,00 | 13,20 |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | 14,00 | 13,00 | 14,40 | 11,00 | 12,60 | 13,00 |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 2,00 | 6,00 | 2,60 | 6,00 | 4,00 | 4,12 |
| 6 | A2C2E1 | 8,00 | 5,60 | 4,80 | 8,00 | 5,00 | 6,28 |
| 7 | A2C1E2 | 10,00 | 10,00 | 6,60 | 5,80 | 8,00 | 8,08 |
| 8 | A2C2E2 | 6,00 | 7,20 | 8,00 | 4,00 | 8,00 | 6,64 |

ANEXO 7. PÉRDIDA DE PESO DE LOS FRUTOS A LOS 30 DÍAS (%).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | | | | | | |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | | | | | | |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 5,00 | 10,00 | 6,00 | 9,00 | 8,00 | 7,60 |
| 6 | A2C2E1 | 12,00 | 11,00 | 11,00 | 13,00 | 10,00 | 11,40 |
| 7 | A2C1E2 | 15,00 | 14,40 | 11,40 | 10,40 | 12,00 | 12,64 |
| 8 | A2C2E2 | 10,60 | 12,00 | 13,00 | 7,60 | 12,00 | 11,04 |

ANEXO 8. FIRMEZA DE LA PULPA AL INICIO (lb. de presión).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 3,00 | 2,85 | 2,50 | 2,36 | 2,90 | 2,72 |
| 2 | A1C2E1 | 2,15 | 2,20 | 3,23 | 2,82 | 3,10 | 2,70 |
| 3 | A1C1E2 | 2,90 | 2,80 | 3,10 | 2,65 | 2,94 | 2,88 |
| 4 | A1C2E2 | 2,20 | 2,10 | 2,32 | 2,28 | 2,44 | 2,27 |
| 5 | A2C1E1 | 5,90 | 5,20 | 4,62 | 4,53 | 4,74 | 5,00 |
| 6 | A2C2E1 | 4,40 | 4,65 | 4,36 | 4,82 | 4,80 | 4,61 |
| 7 | A2C1E2 | 4,20 | 4,60 | 4,40 | 4,76 | 5,10 | 4,61 |
| 8 | A2C2E2 | 2,40 | 2,53 | 3,00 | 2,86 | 2,80 | 2,72 |

ANEXO 9. FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS (lb. de presión).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 2,10 | 2,00 | 1,86 | 1,50 | 2,00 | 1,89 |
| 2 | A1C2E1 | 1,50 | 1,72 | 2,00 | 1,50 | 2,00 | 1,74 |
| 3 | A1C1E2 | 1,82 | 1,70 | 1,90 | 1,68 | 1,78 | 1,78 |
| 4 | A1C2E2 | 1,20 | 1,09 | 1,23 | 1,10 | 1,25 | 1,17 |
| 5 | A2C1E1 | 3,59 | 3,13 | 2,18 | 2,36 | 2,28 | 2,71 |
| 6 | A2C2E1 | 2,39 | 2,68 | 2,50 | 2,69 | 2,74 | 2,60 |
| 7 | A2C1E2 | 2,87 | 2,45 | 2,40 | 2,68 | 2,97 | 2,67 |
| 8 | A2C2E2 | 1,23 | 1,72 | 1,65 | 1,50 | 1,74 | 1,57 |

ANEXO 10. FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS (lb. de presión).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 1,20 | 1,12 | 0,94 | 0,72 | 1,10 | 1,02 |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | 0,72 | 1,00 | 0,85 | 0,70 | 0,60 | 0,77 |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 1,31 | 1,20 | | 1,20 | 1,21 | 1,23 |
| 6 | A2C2E1 | | | 0,12 | 0,12 | 0,36 | 0,20 |
| 7 | A2C1E2 | 1,30 | 1,18 | | 1,36 | 1,20 | 1,26 |
| 8 | A2C2E2 | 0,24 | 0,20 | 0,15 | | 0,12 | 0,18 |

ANEXO 11. FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 30 DÍAS (lb. de presión).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|-----|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | | | | | | |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | | | | | | |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 0,12 | | | 0,13 | 0,10 | 0,12 |
| 6 | A2C2E1 | | | | | | |
| 7 | A2C1E2 | 0,16 | 0,10 | | 0,12 | 0,12 | 0,13 |
| 8 | A2C2E2 | | | | | | |

ANEXO 12. PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 10 DÍAS (%).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 30,00 | 29,82 | 25,60 | 36,44 | 31,03 | 30,58 |
| 2 | A1C2E1 | 30,23 | 21,82 | 38,08 | 46,81 | 35,48 | 34,48 |
| 3 | A1C1E2 | 37,24 | 39,29 | 38,71 | 36,60 | 39,46 | 38,26 |
| 4 | A1C2E2 | 45,45 | 48,10 | 46,98 | 51,75 | 48,77 | 48,21 |
| 5 | A2C1E1 | 39,15 | 39,81 | 52,81 | 47,90 | 51,90 | 46,32 |
| 6 | A2C2E1 | 45,68 | 42,37 | 42,66 | 44,19 | 42,92 | 43,56 |
| 7 | A2C1E2 | 31,67 | 46,74 | 45,45 | 43,70 | 41,76 | 41,86 |
| 8 | A2C2E2 | 48,75 | 32,02 | 45,00 | 47,55 | 37,86 | 42,24 |

ANEXO 13. PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 20 DÍAS (%).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 60,00 | 60,70 | 62,40 | 69,49 | 62,07 | 62,93 |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | 75,17 | 64,29 | 72,58 | 73,58 | 79,59 | 73,04 |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 77,80 | 76,92 | | 73,51 | 74,47 | 75,68 |
| 6 | A2C2E1 | | | 97,25 | 97,51 | 92,50 | 95,75 |
| 7 | A2C1E2 | 69,05 | 74,35 | | 71,43 | 76,47 | 72,82 |
| 8 | A2C2E2 | 90,00 | 92,09 | 95,00 | | 95,71 | 93,20 |

ANEXO 14. PÉRDIDA DE FIRMEZA DE LA PULPA A LOS 30 DÍAS (%).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|-------|-----|-------|-------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | | | | | | |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | | | | | | |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 97,97 | | | 97,13 | 97,89 | 97,66 |
| 6 | A2C2E1 | | | | | | |
| 7 | A2C1E2 | 96,19 | 97,83 | | 97,48 | 97,65 | 97,29 |
| 8 | A2C2E2 | | | | | | |

ANEXO 15. SÓLIDOS SOLUBLES AL INICIO (° Brix).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 7,50 | 6,20 | 6,40 | 6,10 | 6,20 | 6,48 |
| 2 | A1C2E1 | 6,20 | 6,80 | 7,40 | 7,00 | 6,10 | 6,70 |
| 3 | A1C1E2 | 7,20 | 6,10 | 5,90 | 6,40 | 6,10 | 6,34 |
| 4 | A1C2E2 | 7,30 | 6,10 | 7,00 | 7,30 | 7,30 | 7,00 |
| 5 | A2C1E1 | 7,20 | 6,30 | 6,20 | 6,50 | 6,40 | 6,52 |
| 6 | A2C2E1 | 7,20 | 7,70 | 7,80 | 7,00 | 6,80 | 7,30 |
| 7 | A2C1E2 | 7,30 | 6,20 | 7,40 | 6,50 | 6,50 | 6,78 |
| 8 | A2C2E2 | 7,40 | 6,10 | 7,60 | 7,10 | 7,50 | 7,14 |

ANEXO 16. SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 10 DÍAS (° Brix).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 6,30 | 5,00 | 5,50 | 5,00 | 5,00 | 5,42 |
| 2 | A1C2E1 | 5,00 | 7,20 | 7,00 | 6,00 | 4,50 | 5,94 |
| 3 | A1C1E2 | 6,50 | 5,00 | 5,10 | 6,00 | 5,00 | 5,52 |
| 4 | A1C2E2 | 7,10 | 5,50 | 6,30 | 7,00 | 7,10 | 6,60 |
| 5 | A2C1E1 | 6,90 | 5,00 | 5,00 | 5,10 | 5,10 | 5,42 |
| 6 | A2C2E1 | 7,00 | 7,50 | 7,40 | 6,20 | 5,50 | 6,72 |
| 7 | A2C1E2 | 6,80 | 5,00 | 7,10 | 6,30 | 6,00 | 6,24 |
| 8 | A2C2E2 | 7,10 | 5,30 | 7,00 | 6,40 | 6,80 | 6,52 |

ANEXO 17. SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 20 DÍAS (° Brix).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 5,00 | 4,80 | 4,90 | 4,50 | 4,80 | 4,80 |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | 5,80 | 4,50 | 4,80 | 5,00 | 4,50 | 4,92 |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 6,90 | 6,50 | 5,00 | 4,50 | 4,70 | 5,52 |
| 6 | A2C2E1 | 6,90 | 7,00 | 6,20 | 6,00 | 5,20 | 6,26 |
| 7 | A2C1E2 | 6,50 | 5,50 | 3,50 | 5,90 | 5,00 | 5,28 |
| 8 | A2C2E2 | 6,80 | 5,00 | 5,40 | 6,00 | 6,50 | 5,94 |

ANEXO 18. SÓLIDOS SOLUBLES A LOS 30 DÍAS (° Brix).

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | | | | | | |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | | | | | | |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 5,90 | 4,00 | 2,00 | 4,10 | | 4,00 |
| 6 | A2C2E1 | 4,50 | 4,90 | 5,10 | 4,80 | 4,50 | 4,76 |
| 7 | A2C1E2 | 5,20 | 5,20 | 2,80 | 5,00 | 3,80 | 4,40 |
| 8 | A2C2E2 | 5,50 | | | 3,80 | | 4,65 |

ANEXO 19. pH AL INICIO.

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 3,60 | 3,52 | 3,56 | 3,54 | 3,58 | 3,56 |
| 2 | A1C2E1 | 3,68 | 3,62 | 3,49 | 3,45 | 3,51 | 3,55 |
| 3 | A1C1E2 | 3,32 | 3,46 | 3,44 | 3,39 | 3,40 | 3,40 |
| 4 | A1C2E2 | 3,50 | 3,49 | 2,32 | 3,41 | 3,35 | 3,21 |
| 5 | A2C1E1 | 3,56 | 3,53 | 3,55 | 3,58 | 3,50 | 3,54 |
| 6 | A2C2E1 | 3,48 | 3,44 | 3,54 | 3,31 | 3,49 | 3,45 |
| 7 | A2C1E2 | 4,50 | 3,40 | 3,51 | 3,45 | 3,41 | 3,65 |
| 8 | A2C2E2 | 3,41 | 3,52 | 3,43 | 3,30 | 3,36 | 3,40 |

ANEXO 20. pH A LOS 10 DÍAS.

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 3,55 | 3,43 | 3,50 | 3,48 | 3,60 | 3,51 |
| 2 | A1C2E1 | 3,62 | 3,55 | 3,40 | 3,38 | 3,40 | 3,47 |
| 3 | A1C1E2 | 3,25 | 3,38 | 3,30 | 3,28 | 3,31 | 3,30 |
| 4 | A1C2E2 | 3,39 | 3,41 | 3,27 | 3,32 | 3,22 | 3,32 |
| 5 | A2C1E1 | 3,49 | 3,46 | 3,38 | 3,39 | 3,31 | 3,41 |
| 6 | A2C2E1 | 3,39 | 3,36 | 3,56 | 3,20 | 3,43 | 3,39 |
| 7 | A2C1E2 | 3,80 | 3,21 | 3,27 | 3,23 | 3,29 | 3,36 |
| 8 | A2C2E2 | 3,24 | 3,30 | 3,20 | 3,24 | 3,32 | 3,26 |

ANEXO 21. pH A LOS 20 DÍAS.

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | 3,49 | 3,37 | 3,61 | 3,40 | 3,25 | 3,42 |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | 3,20 | 3,25 | 3,18 | 3,21 | 3,20 | 3,21 |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 3,38 | 3,40 | 3,24 | 3,32 | 3,23 | 3,31 |
| 6 | A2C2E1 | 3,42 | 3,33 | 3,42 | 3,18 | 3,37 | 3,34 |
| 7 | A2C1E2 | 3,27 | 3,25 | 3,41 | 3,15 | 3,20 | 3,26 |
| 8 | A2C2E2 | 3,00 | 3,20 | 3,53 | 3,18 | 3,30 | 3,24 |

ANEXO 22. pH A LOS 30 DÍAS.

| Tratamiento | | Repeticiones | | | | | Promedio |
|-------------|---------|--------------|------|------|------|------|----------|
| No. | Símbolo | I | II | III | IV | V | |
| 1 | A1C1E1 | | | | | | |
| 2 | A1C2E1 | | | | | | |
| 3 | A1C1E2 | | | | | | |
| 4 | A1C2E2 | | | | | | |
| 5 | A2C1E1 | 3,66 | 3,53 | 3,30 | 3,72 | | 3,55 |
| 6 | A2C2E1 | 3,52 | 3,53 | 3,68 | 3,32 | 3,52 | 3,51 |
| 7 | A2C1E2 | 3,44 | 3,55 | 3,41 | 3,45 | 3,43 | 3,46 |
| 8 | A2C2E2 | 3,41 | | | 3,45 | | 3,43 |

ANEXO 23. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam.) HÍBRIDO INIAP Palora.

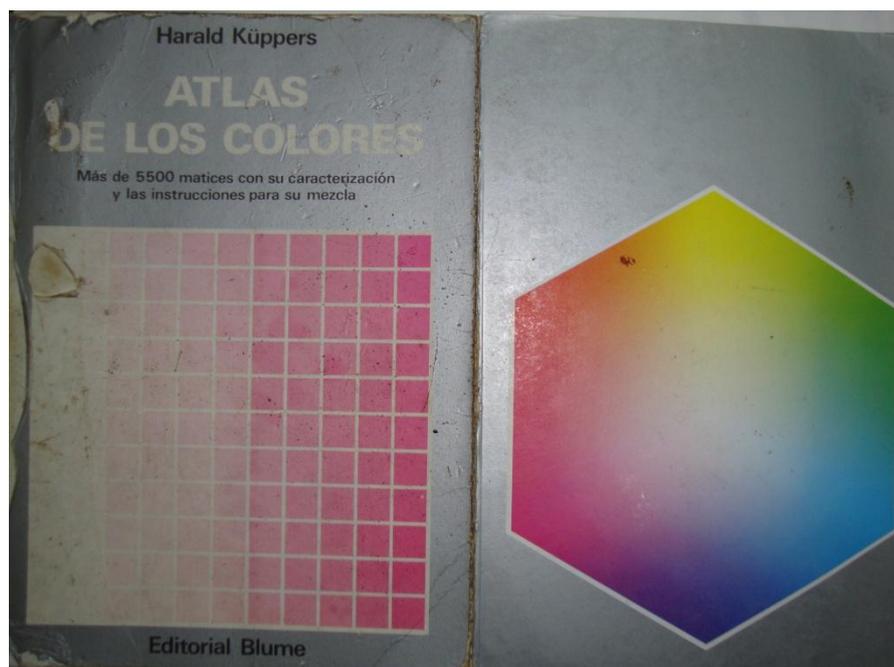
| COMPUESTO | CANTIDAD |
|---------------------------|-----------------|
| Humedad (%) | 91,62 |
| Cenizas (%) | 0,52 |
| Proteína (%) | 0,41 |
| Fibra (%) | 1,22 |
| Acidez (%) | 2,22 |
| Alcaloides totales (%) | 0,05 |
| Sólidos solubles (° Brix) | 5,70 |
| Sólidos totales (%) | 8,38 |
| Azúcares totales (%) | 1,93 |
| pH | 3,11 |
| Vitamina C (%) | 30,80 |
| Calcio (ppm) | 157,20 |
| Fósforo (ppm) | 94,70 |
| Hierro (ppm) | 10,10 |
| Potasio (ppm) | 17,00 |

Fuente: Departamento de Nutrición y Calidad INIAP 2006.

ANEXO 24. BÁSCULA ROMANA UTILIZADA PARA TOMAR EL PESO EN FRESCO DE LOS FRUTOS EN KILOGRAMOS.



ANEXO 25. ATLAS DE LOS COLORES DE HARALD KÜPPERS UTILIZADO PARA IDENTIFICAR EL COLOR DE LA CÁSCARA Y PULPA.



ANEXO 26. PENETRÓMETRO MANUAL UTILIZADO PARA TOMAR LA FIRMEZA DE LA PULPA DE LOS FRUTOS EN lb. DE PRESIÓN.



ANEXO 27. REFRACTÓMETRO CON ESCALA DE 0 - 32% UTILIZADO PARA TOMAR LAS LECTURAS DE SÓLIDOS SOLUBLES DE LOS FRUTOS EN GRADOS BRIX.





ANEXO 28. pH METRO UTILIZADO PARA TOMAR LAS LECTURAS DE pH DE LOS FRUTOS.

