

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**CONSERVACIÓN POR MINIMO PROCESO DE LA PIÑA
(*Ananás comosus*), EN RODAJAS Y TIRAS**

TESIS

Para optar por el título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por el bachiller

JOSÉ LUIS PASQUEL REÁTEGUI

TARAPOTO - PERÚ

2009

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CONSERVACIÓN POR MINIMO PROCESO DE LA PIÑA (*Ananás comosus*), EN RODAJAS Y TIRAS

TESIS

Para optar por el título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por el bachiller

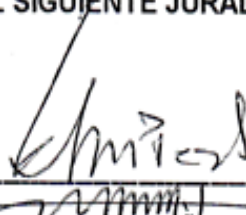
JOSÉ LUIS PASQUEL REÁTEGUI

SUSTENTADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO



Ing.M.Sc. EPIFANIO MARTINEZ MENA

PRESIDENTE



Ing. ANGEL CHÁVEZ SALAZAR

SECRETARIO



Ing. ENRIQUE TERLEIRA GARCÍA

MIEMBRO

Ing.M.Sc. MANUEL CORONADO JORGE

ASESOR

TARAPOTO – PERÚ

2009

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a mis padres: **José Antonio Pasquel Yalta y Etelvina Ines Reátegui García**, porque fueron ellos los que me apoyaron incansablemente durante toda mi formación profesional.

A mis hermanas **Kristel y Kathia**, por su apoyo moral y material durante mi vida estudiantil.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing.M.Sc. MANUEL FERNANDO CORONADO JORGE, por el asesoramiento brindado durante el desarrollo del presente trabajo.

A la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto por las facilidades brindadas para el uso de la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas y demás laboratorios durante la ejecución y análisis del trabajo.

Por ultimo un agradecimiento a todas aquellas personas incógnitas que colaboraron en forma directa e indirecta durante la ejecución del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	14
SUMMARY.....	16
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	20
2.1. La Piña.....	20
2.1.1 Generalidades.....	20
2.1.2. Origen y taxonomía.....	20
2.1.3. Composición de la piña.....	21
2.3. Distribución del cultivo de piña en el Perú.....	22
2.4. Distribución del cultivo de piña en la Región San Martín.....	24
2.5. Alimentos de IV gama.....	24
2.5.1. Fisiología de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas.....	26
2.5.2. Consecuencias de la herida.....	26
2.5.2.1. Inducción a la síntesis de etileno.....	26
2.5.2.2. Degradación de la membrana lipídica.....	27
2.5.2.3. Respiración elevada.....	27
2.5.2.4. Pardeamiento oxidativo.....	28
2.5.2.5. Heridas cicatrizantes.....	29
2.5.2.6. Metabolitos secundarios.....	29
2.5.2.7. Perdida de agua.....	30
2.5.3. Variables que afectan la respuesta del tejido a la herida.....	30
2.5.3.1. Especies y variedades.....	30
2.5.3.2. Madurez fisiológica.....	32
2.5.3.3. Severidad de la herida.....	33
2.5.3.4. Temperatura.....	34
2.5.3.5. Composición atmosférica.....	36
2.5.3.6. Tratamientos químicos.....	36
2.5.4. Etapas generales dentro de un mínimo proceso.....	37

2.5.5. Principales operaciones unitarias iniciales de frutas y hortalizas mínimamente procesadas.....	39
2.5.5.1. Operaciones de manipulación de la materia prima.....	39
2.5.5.2. Recolección de la materia prima.....	40
2.5.5.3. Transporte de la materia prima.....	40
2.5.5.4. Recepción.....	41
2.5.5.5. Almacenamiento.....	42
2.5.5.6. Selección, calibración y categorización.....	42
2.5.5.7. Limpieza, lavado y desinfección.....	44
2.5.5.8. Pelado.....	45
2.5.5.9. Cortado.....	46
2.5.6. Métodos de conservación de frutas y hortalizas mínimamente procesadas.....	47
2.5.7. Alteración microbiológica de frutas refrigeradas mínimamente procesadas.....	49
2.5.8. Calidad nutritiva de frutas sometidas a proceso mínimo.....	50
2.5.9. Comercialización.....	50
III. MATERIALES Y METODOS.....	51
3.1. Lugar de ejecución.....	51
3.2. Materia prima.....	51
3.3. Materiales y equipos.....	52
3.3.1. Materiales.....	52
3.3.2. Equipos.....	52
3.3.3. Reactivos.....	52
3.3.4. Materiales de vidrio.....	52
3.4. Metodología experimental.....	53
3.4.1. Cosecha.....	55
3.4.2. Selección.....	55
3.4.3. Lavado.....	55
3.4.4. Pelado.....	55
3.4.5. Cortado.....	55

3.4.6. Acondicionamiento.....	55
3.4.7. Envasado.....	56
3.4.8. Almacenamiento.....	56
3.5. Análisis físicos y Químicos.....	56
3.5.1. Pérdida de peso.....	56
3.5.2. Sólidos Solubles (°Brix).....	56
3.5.3. Exudación.....	57
3.5.4. pH.....	57
3.5.5. Acidez titulable.....	57
3.6. Análisis sensorial.....	57
3.7. Diseño experimental y análisis estadístico.....	57
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	59
4.1. Resultados de los análisis físicos y químicos de tres días de almacenamiento.....	59
4.2. Resultados del análisis sensorial a los tres días de almacenamiento.....	60
4.3. Resultados de los análisis físicos y químicos de siete días de almacenamiento	63
4.4. Resultados del análisis sensorial a los siete días de almacenamiento	64
4.5. Resultados de los análisis físicos y químicos de catorce días de almacenamiento	67
4.6. Resultados del análisis sensorial a los catorce días de almacenamiento	68
4.7. Discusión de resultados de los análisis físicos, químicos y sensoriales de las rodajas y tiras de piña almacenadas a los tres, siete catorce días.....	71
V. CONCLUSIONES.....	97
VI. RECOMENDACIONES.....	98
VII. BIBLIOGRAFIA.....	99
VIII. ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1: Flujograma para la conservación por mínimo proceso de la piña (Ananás comosus), en rodajas y tiras.....	54
Figura 2: Pérdida de peso de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	71
Figura 3: Pérdida de peso de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	71
Figura 4: Pérdida de peso de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	72
Figura 5: Pérdida de peso de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	73
Figura 6: Pérdida de peso de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	73
Figura 7: Pérdida de peso de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	74
Figura 8: Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	75
Figura 9: Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	75
Figura 10: Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	76
Figura 11: Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	77

Figura 12: Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	77
Figura 13: Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	78
Figura 14: Exudación de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	79
Figura 15: Exudación de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	79
Figura 16: Exudación de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	80
Figura 17: Exudación de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	81
Figura 18: Exudación de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	81
Figura 19: Exudación de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	82
Figura 20: Variación de pH de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	83
Figura 21: Variación de pH de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	83
Figura 22: Variación de pH de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	84
Figura 23: Variación de pH de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	85
Figura 24: Variación de pH de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	85
Figura 25: Variación de pH de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	86
Figura 26: Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	87

Figura 27: Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	87
Figura 28: Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	88
Figura 29: Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	89
Figura 30: Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	89
Figura 31: Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	90
Figura 32: Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	91
Figura 33: Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días.....	91
Figura 34: Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	93
Figura 35: Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días.....	93
Figura 36: Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	95
Figura 37: Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro N° 1: Ubicación taxonómica de la piña.....	21
Cuadro N° 2: Composición general de la piña fresca madura.....	22
Cuadro N° 3: Producción de piña (TM) por región o subregión a nivel nacional (Periodo: 2004-2008).....	23
Cuadro N° 4: Producción de piña (TM.) por provincias a nivel Regional.....	24
Cuadro N° 5: Ejemplos de las frutas procesadas mínimamente y algunas de las operaciones típicas de procesamiento implicado.....	25
Cuadro N° 6: DCA con arreglo factorial de 2x3x3.....	58
Cuadro N° 7: Análisis del ANVA para promedios del atributo Olor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	60
Cuadro N° 8: Análisis del ANVA para promedios del atributo Color de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	60
Cuadro N° 9: Análisis del ANVA para promedios del atributo Sabor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	61
Cuadro N° 10: Análisis del ANVA para promedios del atributo Textura de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	61
Cuadro N° 11: Análisis del ANVA para promedios del atributo Acidez de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	62
Cuadro N° 12: Análisis del ANVA para promedios del atributo Aceptabilidad de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	62

Cuadro N° 13: Análisis del ANVA para promedios del atributo Olor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	64
Cuadro N° 14: Análisis del ANVA para promedios del atributo Color de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	64
Cuadro N° 15: Análisis del ANVA para promedios del atributo Sabor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	65
Cuadro N° 16: Análisis del ANVA para promedios del atributo Textura de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	65
Cuadro N° 17: Análisis del ANVA para promedios del atributo Acidez de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	66
Cuadro N° 18: Análisis del ANVA para promedios del atributo Aceptabilidad de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	66
Cuadro N° 19: Análisis del ANVA para promedios del atributo Olor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	68
Cuadro N° 20: Análisis del ANVA para promedios del atributo Color de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	68
Cuadro N° 21: Análisis del ANVA para promedios del atributo Sabor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	69
Cuadro N° 22: Análisis del ANVA para promedios del atributo Textura de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	69
Cuadro N° 23: Análisis del ANVA para promedios del atributo Acidez de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.....	70

Cuadro N° 24: Análisis del ANVA para promedios del atributo

Aceptabilidad de las rodajas y tiras de piña mínimamente

Procesadas.....70

RESUMEN

Los trabajos de investigación que se conocen en piña (*Ananas comosus*), son acerca de jugos pasteurizados y concentrados, productos congelados y deshidratados, sin tener antecedentes de conservación mediante procesamiento mínimo o de cuarta gama. La mayor parte del consumo del fruto es en fresco y jugo, pero se ve limitado por el difícil manejo postcosecha y el pelado de la fruta. El procesamiento mínimo o alimentos de la IV Gama, puede ser una interesante alternativa de mercado, para su demanda.

El objetivo de esta investigación fue proporcionar al consumidor un producto frutícola (Piña), muy parecido al fresco con una vida útil prolongada y al mismo tiempo, garantizar la seguridad de los mismos, manteniendo una sólida calidad nutritiva y sensorial bajo diferentes concentraciones de Acido cítrico.

El trabajo fue desarrollado en la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, siguiendo el siguiente flujograma: Materia prima – Cosecha – Selección – Lavado – Pelado – Cortado – Acondicionamiento - Envasado - almacenamiento, para los análisis se emplearon un diseño Completamente al azar (DCA) con Arreglo Factorial de 2x3x3 donde: el primer factor fue el tipo de corte de la fruta de piña (Rodajas y Tiras), el segundo factor correspondió a los envases (bolsas de alta densidad, bolsas de media densidad y bolsas de baja densidad), el tercer factor se refirió a las concentraciones de acido cítrico (0.1%, 0.3% y 0.5%).

Una vez realizados los tratamientos, las muestras fueron almacenadas a una temperatura de (1-4°C), con una humedad relativa de (85-95%) y se evaluaron los parámetros físicos (Peso, °Brix, Exudado), químicos (pH, Acidez) y sensoriales (Aceptabilidad y Calidad).

I. INTRODUCCIÓN

La PIÑA es el fruto de una planta de la familia de las Bromeliáceas que contiene alrededor de 1400 especies en todo el mundo. Procede de la zona tropical de Brasil, Argentina y Paraguay. Empezó a cultivarse por primera vez a finales del siglo XIX en la isla de Hawai en su variedad "Smooth Cayenne", que todavía hoy en día es la variedad más habitual que se vende. En la actualidad se cultiva en la mayoría de los países tropicales del mundo, hasta los 800 m. entre los países productores tenemos a Brasil, Tailandia, Filipinas, India, Hawai, México, Indonesia, Vietnam, Costa de Marfil, Costa Rica, Honduras, Ghana y Sudáfrica. Las Filipinas constituyen el mayor exportador del mundo (Según Coveca 2002).

En Perú se cultiva la piña en los Departamentos de Junín, La Libertad, Amazonas y San Martín, constituyendo la Región Junín, particularmente la provincia de Chanchamayo, la de mayor producción. Los frutos de piña producidos en el país, por lo general, no cumplen con las exigencias de calidad del mercado tanto nacional como internacional; esto es debido, en gran medida a deficiencias en el manejo general del cultivo, y de manera muy acentuada a las prácticas inapropiadas de cosecha y recolección, maltrato por empaque y transporte inadecuado. A nivel de mercado mayorista y minorista, el producto es manejado inadecuadamente; se almacena a temperatura ambiente, la cual se hace mayor debido al aumento de la actividad fisiológica del fruto disminuyendo la vida útil del mismo, reportándose pérdidas poscosecha hasta de un 37%.

Dado que la piña es un fruto perecedero es importante alargar su vida de almacenamiento, manteniendo su calidad tanto de la producción que se destina a consumo fresco como aquella dirigida a uso industrial.

Frente a este inconveniente se cuenta actualmente con un procedimiento ya probado para algunas frutas y hortalizas, que facilitara un mayor consumo de piñas. Luego de cosechadas se pueden someter a mínimos procesos, llamados

también IV Gama en donde serán objeto de un corte, pelado o alguna otra operación que altere mínimamente la integridad del producto (Pretel et al., 1994), Deben de ser consumidos sin ningún tipo de operación adicional durante un período de vida útil de unos 7-10 días (Gorris y Peppelenbos, 1999). Los productos mínimamente procesados surgen como respuesta a la demanda del consumidor de productos frescos, sanos, de calidad y que requieren poco tiempo de preparación, conservando sus características originales desde el punto de vista nutricional y organoléptico.

OBJETIVOS

General

- ❖ Proporcionar al consumidor un producto frutícola (Piña), muy parecido al fresco con una vida útil prolongada y al mismo tiempo, garantizar la seguridad de los mismos, manteniendo una sólida calidad nutritiva y sensorial bajo diferentes concentraciones de Acido cítrico.

Específicos

- ❖ Prolongar la vida útil en almacenamiento de las rodajas y tiras de piña (*Ananas comosus*), por mínimo proceso bajo diferentes concentraciones de Acido Cítrico.
- ❖ Determinar las características físico – químicas y sensoriales de las rodajas y tiras de piña (*Ananas comosus*), mininamente procesados.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. LA PIÑA

2.1.1. Generalidades

Según Coveca (2002), la piña es el segundo cultivo tropical de importancia mundial después del banano, aportando más del 20 % del volumen mundial de frutos tropicales.

Según Collins (1949), setenta por ciento de la piña producida en el mundo es consumida como fruta fresca en el país que la produce. Su origen se remonta en forma muy primitiva en Brasil y Paraguay. Todas estas especies son nativas de la cuenca amazónica, y fue dentro de esta vasta región donde indudablemente se domesticó la piña. Se han señalado como el área de origen la cuenca superior del Panamá, entre Brasil, Paraguay y Argentina, las selvas del curso superior de las amazonas, y las regiones semisecas de Brasil, Venezuela y Guyanas.

Según FAO (2004), Tailandia, Filipinas, Brasil y China son los principales productores de piña con cerca del 50 % de la producción mundial. La India junto con Nigeria, Kenya, Indonesia, México y Costa Rica son los países restantes que producen las mayores cosechas de piña (50 %).

La composición en porcentaje de una piña típica de la variedad Cayena lisa es: Pulpa (33 %), corazón (6 %), Cáscara (41 %) y corona (20 %).

2.1.2. Origen y taxonomía

Según Collins (1949, 1960), la temperatura óptima para el cultivo de la piña debe estar entre los 20 a 30°C, siendo 23 - 24°C el óptimo; cuando la temperatura desciende a 10-16 °C, detiene su crecimiento.

Las plantas soportan temperaturas subcongelantes por períodos muy breves; por el contrario, cuando las temperaturas sobrepasan los 30°C, se presentan daños en plantas y/o frutos, porque la respiración y el metabolismo se aceleran; además de afectar tanto la absorción de nutrimentos.

La ubicación taxonómica de la piña es la siguiente:

Cuadro N° 1: Ubicación taxonómica de la piña.

CATEGORÍA	GRUPO
Reino	Vegetal
Phyllum	Pteridófito
Clase	Angiosperma
Sub clase	Monocotiledonea
Orden	Farinosae
Familia	Bromeliaceae
Género	<i>Ananás</i>
Especie	<i>comosus</i>

FUENTE: (Py. et al. 1969).

2.1.3. Composición de la piña

Según Dull (1971), La piña tiene un contenido de humedad de 81.2 a 86.2%, de 13-19% de sólidos totales, de los cuales, la sacarosa, glucosa y la fructuosa son los principales componentes. Los carbohidratos representan hasta el 85% de los sólidos totales y la fibra del 2-3%. De los ácidos orgánicos, el ácido cítrico es el más abundante. La pulpa se caracteriza por la presencia de bajas cantidades de cenizas, compuestos nitrogenados y grasa en 0.1%. Del 25-30% de los compuestos nitrogenados corresponden a la proteína. De esta proporción casi el 80% tiene actividad enzimática proteolítica conocida como Bromelina.

La piña fresca es rica en minerales, tales como calcio, cloro, potasio, fósforo y sodio. En el cuadro 1, se presenta la composición general en la piña fresca.

Cuadro N° 2: Composición general de la piña fresca madura.

ANALISIS	BASE HUMEDA (%)
°Brix	10.8-17.5
Acidez titulable (ácido cítrico)	0.6-1.62
Cenizas	0.3-0.42
Humedad	81.2-86.2
Fibra	0.3-0.61
Extracto etéreo	0.2
Esteres (ppm)	1-250
Pigmentos (ppm de caroteno)	0.2-2.
Nitrógeno total	0.045-0.115
Proteína	0.181
Nitrógeno soluble	0.079
Amoníaco	0.010
Aminoácidos totales	0.331

Fuente: (Dull, 1971)

2.3. DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE PIÑA EN EL PERÚ

En el cuadro N° 3 se aprecia la producción de piña (TM) por departamento a nivel nacional donde se observa que el Departamento de Junín es la que cuenta con mayor producción.

CUADRO N° 3: Producción de piña (TM) por región o subregión a nivel nacional
(Periodo: 2004-2008).

DEPARTAMENTO	2004	2005	2006	2007	2008
Total nacional	143,816	147,034	176,895	184,667	197,124
Tumbes	-	-	-	-	-
Piura	-	-	-	-	-
Lambayeque	-	-			
La Libertad	26,274	27,161	28,474	29,444	31,875
San Martín	3,547	3,847	7,983	9,131	10,548
Chota	158	160	166	170	178
Amazonas	4,631	4,791	6,360	7,608	8,542
Jaén	1,797	1,821	2,059	1,461	1,728
Lima	-	-	-	-	-
Ica	-	-	-	-	-
Huanuco	2,281	2,292	2,689	3,076	3,479
Junín	50,512	50,703	62,553	68,714	75,148
Huancavelica	-	-	-	-	-
Arequipa	-	-	-	-	-
Madre de Dios	844	847	1,085	887	954
Tacna	-	-	-	-	-
Ayacucho	4,251	4,512	4,634	4,761	5,284
Apurímac	-	-	-	-	-
Abancay	-	-	-	-	-
Andahuaylas	-	-	-	-	-
Cusco	3,119	3,148	6,893	7,198	8,452
Puno	3,917	3,925	4,251	4,265	4,382
Loreto	21,511	21,712	23,366	21,446	22,814
Ucayali	21,019	22,115	26,382	26,506	27,216

FUENTE: MINAG – DGIA 2008

2.4. DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE PIÑA EN LA REGIÓN SAN MARTÍN

En el cuadro N° 4 se aprecia la producción de piña (TM.) por provincias a nivel regional donde la provincia de Rioja cuenta con mayor superficie sembrada.

CUADRO N° 4: Producción de piña (TM.) por provincias a nivel Regional.

PROVINCIA	SUPERFICIE VERDE(Has)	PRODUCCION(TM)
SAN MARTIN	47.00	105.91
LAMAS	410.00	428.00
RIOJA	567.50	402.48
HUALLAGA	25.00	83.00
EL DORADO	2.00	8.00
MARISCAL CACERES	61.50	159.00
TOCACHE	157.00	200.00

FUENTE: DIA - San Martín 2007

2.5. ALIMENTOS DE IV GAMA

Según López y Moreno (1997), se define a los alimentos de IV gama, como a, aquellas frutas y hortalizas crudas sin sus partes no comestibles, perfectamente lavadas, peladas y en ciertos casos trozados, rebanados o rayados, posteriormente empacados en plásticos y conservados a temperaturas de refrigeración, garantizando una duración mínima de siete días para su consumo inmediato. Este tipo de proceso se conoce también con el nombre de mínimo proceso, parcial, fresco o ligero y se puede considerar el uso de preservantes.

Las frutas y vegetales que presentan una adecuada firmeza, se consumen en cantidades considerables, y requieren un cierto grado de preparación, son generalmente elegidos para el mínimo proceso. Por el contrario, frutas con un gran contenido de jugo (naranjas, melones), no so comúnmente usados.

En el cuadro 5, se presentan algunas frutas procesadas mínimamente y las operaciones de procesamiento implicados.

Cuadro N° 5. Ejemplos de las frutas procesadas mínimamente y algunas de las operaciones típicas de procesamiento implicado.

PRODUCTO	PROCEDIMIENTO
Manzana	Pelado, descorazonado, rebanado
Pera	
Tomate	Pelado, rebanado
Banana	
Kiwi	
Durazno	Pelado, deshuesado, rebanado
Albaricoque	
Piña	Remoción de la cáscara, rebanado
Melón	
fresa	Rebanado

Fuente: Price y Floros (1993).

Según Hurst (1995), la sanidad juega un rol importante en la industria de frutas y hortalizas por proceso mínimo. Se ha demostrado que un incremento en la población microbiana de estos productos, provocará un impacto directo sobre la vida útil. Algunos tratamientos químicos, se usan en el mismo proceso de frutas y hortalizas, principalmente para controlar la pudrición, reducción de pardeamiento y retención de firmeza. El uso de cloro, como agente sanitizante es una práctica general para facilitar el procesamiento mínimo.

Según Price y Floros (1993), inicialmente muchas enzimas degradativas, presentes en la célula, están ya sea inactivas o separadas de su respectivo sustrato, que se encuentra localizado en la vacuola. El procesamiento mínimo y

otras formas de provocar heridas, permiten que las enzimas compartimentalizadas se mezclen con los sustratos, de ese modo se acelera la destrucción y la calidad de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas.

Según Gawad y Gawad (1997), el primer paso dentro de la línea de proceso mínimo es asegurarse que la fruta sea de alta calidad (madurez adecuada, firmeza, libre de magulladuras y de desordenes internos). Las frutas enteras necesitan ser sanitizadas y después de eso manipuladas bajo condiciones de higiene.

Según Brecht (1995), el manejo de temperatura es sumamente importante, durante las etapas de manipuleo, almacenamiento, transporte y comercialización, para minimizar los efectos (reacciones metabólicas) de las heridas en frutas y hortalizas procesadas mínimamente.

2.5.1. Fisiología de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas

2.5.2. Consecuencias de la herida

El corte y la abrasión de los tejidos en los productos mínimamente procesados producen una herida, señal que se considera como responsable de muchas respuestas fisiológicas. La minimización de los efectos, resultara en un incremento de la vida útil y el mantenimiento en gran manera de la calidad nutricional, apariencia y sabor de estos productos. Entre las consecuencias por defecto de la herida se tiene:

2.5.2.1. Inducción a la síntesis de etileno

Según Abeles (1992), señalan que los tejidos vegetales heridos por efecto de la operación de corte, responden con una elevada producción

de etileno, a veces en pocos minutos, pero usualmente dentro de una hora.

Los efectos de las heridas defieren entre frutas climatéricas y no climatéricas. La elevada producción de etileno por heridas es usualmente mas grande en las frutas con maduración fisiológica y comercial que en la fase senescente de estas; además la producción de etileno, no tiene ningún efecto sobre la maduración de frutos no climatéricos, las altas tasas de producción de etileno por efecto de la herida pueden acelerar el deterioro y senescencia de los tejidos vegetales y adelantar la maduración de frutas climatéricas.

2.5.2.2. Degradación de la membrana lipídica

Según Salveit (1996), comenta que la preparación de productos por mínimo proceso ocasiona ruptura en los tejidos vegetales y pueden causar la degradación de la membrana lipídica.

Una actividad enzimática prolongada se da en sistemas de membranas dañadas, causado por la perdida de componentes lipídicos y la ruptura de la compartamentalización de enzimas y sustratos. La producción de etileno producido en los tejidos vegetales heridos, juega un rol muy importante en este proceso, por el incremento de la permeabilidad de membranas y la reducción de la biosíntesis de los fosfolípidos.

2.5.2.3. Respiración elevada

Según Salveit (1996), menciona que una rápida e importante respuesta a la herida, es el incremento de la respiración como consecuencia de las elevadas tasas de etileno. Estos incrementos pueden ocurrir a través de mezclas incontrolables de componentes celulares

(rompimiento de la semipermeabilidad de membranas) o a través de mecanismos restauradores de células.

Ambos procesos producen calor que puede incrementar la temperatura del tejido, la herida, puede de ese modo, incrementar la tasa basal de la producción de calor y la cantidad de calor producido porque el tejido esta metabolizando más rápido a una temperatura elevada. Este incremento en la producción de calor se puede tomar en cuenta en el diseño de empaques y las condiciones de almacenamiento para productos cortados, frescos, de tal forma que previenen las elevadas temperaturas, factor que reduce la vida útil de almacenamiento. El incremento incontrolable en el consumo de oxígeno es a menudo una indicación del pardeamiento oxidativo que puede ser enzimático o no enzimático.

2.5.2.4. Pardeamiento oxidativo

Según Salveit (1996), reporta que una célula vegetal contiene muchos componentes que son mantenidos en compartimentos separados por membranas semipermeables. Una membrana celular rodea el citoplasma viviente de la célula y establece un límite entre la célula y su medio externo. La membrana rodea el compartimiento más grande, la vacuola, separa al citoplasma, de sus muchas enzimas, de los ácidos orgánicos y componentes fenólicos. La decoloración de los tejidos ocurre en la superficie de corte de las frutas y hortalizas, que han sido mínimamente procesados, producto de la interrupción de compartimentos, ya que las células se rompen, permitiendo que los sustratos y enzimas (oxidazas) entren en contacto.

Por eso, la intensidad del pardeamiento en diversos tejidos y cultivos, puede ser afectado por la actividad relativa de la oxidasa y las

concentraciones de sustrato. El pardeamiento oxidativo en la superficie de corte es el factor limitante en la conservación de las frutas y hortalizas por mínimo proceso durante el periodo de almacenamiento.

2.5.2.5. Heridas cicatrizantes

Según Burton (1982), menciona que los procesos fisiológicos desarrollados en los tejidos, como respuesta de corte en las frutas y hortalizas mínimamente procesadas, tienen como rol biológico la cicatrización final del sitio de la lesión. El término "cicatrización de heridas", generalmente se usa para referirse a la producción de lignina y suberina y la acumulación en las partes celulares, del sitio de la herida, posiblemente favorecido por la división celular de bajo de la capa suberizada para formar un pardeamiento en la herida.

El primer cambio observable en la superficie de corte del tejido vegetal, es la desecación de la primera capa de células heridas y adicionalmente se van formando otras capas celulares. El proceso fisiológico de suberización de las capas celulares adyacentes ocurre en muchos tejidos de varios cultivos, como papa, camote, papas dulces, zanahorias, raíces, guisantes, vainas, tomates y pepinos, como respuesta al daño ocasionado por heridas. La lignificación es otro proceso que también ocurre en los sitios heridos de la piel de naranja.

2.5.2.6. Metabolitos secundarios

Según Salveit (1996), menciona que la respuesta a las heridas, los tejidos vegetales sintetizan compuestos secundarios formados, muchos de los cuales parecen estar relacionados a la cicatrización de heridas o la defensa frente al ataque de insectos y microorganismos. El complemento, específico de los compuestos secundarios formados,

depende de las especies vegetales y los tejidos involucrados, en ciertos casos estos componentes pueden afectar el aroma, sabor, apariencia, valor nutritivo o seguridad de los productos mínimamente procesados. Los diferentes compuestos, sintetizados por los tejidos heridos de las frutas y hortalizas, son compuestos fenólicos fenilpropanoides, policetonas fenólicas, flavonoides, terpenoides, alcaloides, taninos, glucosinatos y una larga cadena de ácidos grasos y alcoholes.

2.5.2.7. Pérdida de agua

Según Burton (1982), reporta que los tejidos vegetales están en equilibrio con una atmosfera a la misma temperatura y una humedad relativa de 99% a 99.5%. Cualquier relación de la presión de vapor de agua en la atmosfera, por de bajo de aquella presión en el tejido, resulta en una perdida de agua.

La diferencia en la proporción de perdida de agua entre superficies de tejidos vegetales intactos y lesionados varia aproximadamente de 5 a 10 veces, para órganos con superficies ligeramente suberizados.

2.5.3. Variables que afectan la respuesta del tejido a la herida

Las consecuencias fisiológicas de los tejidos heridos descritos anteriormente, son los que padecen el deterioro acelerado y la senescencia y pueden verse afectados por diversos factores en una mayor o menor intensidad, que a continuación se detalla:

2.5.3.1. Especies y variedades

Según Kader (2002), encontró que las frutas y hortalizas son diferentes en su fisiología, ellos representan numerosos tejidos y estructuras

morfológicas. Los productos hortícolas han sido clasificados de acuerdo a sus tasas de respiración y modelos respiratorios, producción de etileno, sensibilidad a las lesiones por frío y perecibilidad relativa.

Las especies difieren en perecibilidad y una alta perecibilidad generalmente se refleja en altas tasas de respiración. Los mejores resultados se obtienen con fruta firme, alto nivel de sólidos solubles y alta acidez. Frutas con mayor madurez tienen menor vida de post cosecha, pero desde el punto de vista de la calidad organoléptica es la fruta que persiste con mayor valor, por mejor relación azúcar ácidos finales.

Las tasas de producción de etileno pueden variar 1000 veces entre especies, efectuando la perecibilidad no solamente de las especies, que la producen, sino también de otros productos que están expuestos al etileno, como ensaladas mixtas.

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas, son siempre más perecibles que sus contrapartes intactas; por lo tanto puede ser importante seleccionar variedades con características favorables de vida de almacenamiento.

Tal selección podría incluir mutantes o cultivos genéticamente modificados con maduración lenta, mejorando la retención de textura o características favorables de sabor. Por otro lado la selección de variedades que presentan tolerancia a las lesiones por frío, permitirán una mayor flexibilidad en el manejo de la temperatura, para la obtención de productos mínimamente procesados de calidad y mejor vida útil de almacenamiento.

2.5.3.2. Madurez fisiológica

Según Brecht (1995), afirma que las consecuencias negativas de las heridas, son agrandadas tanto en fase temprana y tardía del desarrollo en frutas y hortalizas. Los cultivos tales como brócoli y maíz dulce, cuando son cosechados en las etapas iniciales de su desarrollo, se encuentran generalmente en una fase rápida de crecimiento, y caracterizados por una intensa actividad metabólica y bajo niveles de componentes de reserva en almacenamiento. Las heridas causadas por la preparación de productos mínimamente procesados incrementan las tasas de respiración y producción de etileno, así como otras reacciones metabólicas.

Por eso, se ha observado que frutos inmaduros consumen sus escasas reservas de almacenamiento y se deterioran rápidamente. Cultivos como la papa, frutales y calabazas de invierno cosechados tardíamente, o sea cuando el crecimiento está casi terminado, tienden a tener una actividad metabólica relativamente baja y una alta reserva de almacenamiento. En estas condiciones, su respuesta al daño es manejable y potencialmente la vida útil es más larga. Las frutas climatéricas algunas veces se cosechan, cuando están en una madurez de consumo, pero a veces se cosechan con madurez fisiológica, lo que permite un mejor manejo comercial para prolongar la vida útil, controlando el inicio de la producción de etileno para retrasar la maduración. En contraste, las frutas no climatéricas son cosechadas cuando están llenas o cercanamente maduras; así, algunos son más perecibles que las frutas climatéricas.

En vista que los productos mínimamente procesados se destinan, para un consumo inmediato y las frutas deben ser bien maduras o cercanamente maduras. La selección de la madurez óptima de la fruta

para el mínimo proceso es un importante factor para llevar a cabo la mejor combinación posible de calidad y la vida de almacenamiento.

2.5.3.3. Severidad de la herida

Según Abeles (1998), en muchos tejidos vegetales, la producción de etileno es mayor al aumentar la severidad de la herida, como en manzana, tomate, papa dulce, habichuela y tallos de guisante.

El modo de preparación de los productos mínimamente procesados, puede tener un efecto negativo sobre la vida útil de estos, se comprobó que usando cuchillos bien afilados, se incrementa la vida útil de almacenamiento de un desmenuzado de hojas de lechuga frente a unas hojas que fueron desmenuzados con cuchillos sin filo, además se observa que a mayor número del tamaño de tiras, menor es la vida útil de las lechugas.

Las diferencias fisiológicas (pérdida de agua, tasas de dióxido de carbono y oxígeno) entre dos ejidos de zanahoria; se nota un corte limpio cuando se hace uso de un cuchillo afilado, pero el daño es mayor cuando se corta con un cuchillo desafilado.

Por lo tanto la menor ruptura, resulta en una mejor exudación de la savia de la célula, incrementándose la vida útil de almacenamiento de la zanahoria.

No sólo la cantidad de cortes es interesante, sino la dirección de los cortes afecta al deterioro de los primeros verdes mínimamente procesados. Cuando los pimientos se cortan longitudinalmente en amplias tiras de 10 mm, y transversalmente en 10 mm de ancho en forma de anillos, el más lento deterioro ocurrió con los anillos

transversales y esto se asocia con la mayor solubilización de pectina en la superficie de corte de los cortes longitudinales.

2.5.3.4. Temperatura

Según Brecht (1995), el manejo de la temperatura, es la más útil e importante técnica para minimizar los efectos de las heridas en frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Las reacciones metabólicas en frutas y hortalizas se reducen alrededor de dos o tres veces por cada 10°C de reducción en temperatura. El incremento en las tasas de producción de respiración y etileno, también como otras reacciones asociado con las heridas, por lo tanto se minimizan cuando el producto fresco se procesa a bajas temperaturas. El lavado en agua fría seguido del proceso (esencialmente hidrocongelado), puede ser beneficioso para bajar o ayudar a mantener las temperaturas. La temperatura del área de procesamiento y agua para el lavado, se debe mantener tan cerca como sea posible 0°C para un máximo beneficio de los productos mínimamente procesados. La temperatura de pulpa es el principal factor relacionado con el resultado final de la atmósfera. La temperatura del fruto define la tasa respiratoria del producto, y por lo tanto, la capacidad de consumo en el sistema como la producción de CO₂ en el medio. El concepto más utilizado para definir la relación de la temperatura con la respiración es el término Q₁₀, que consiste en el incremento o disminución de un proceso por cada 10°C de cambio de temperatura valor que fluctúa generalmente entre 2 y 3.

La temperatura, por otro lado aumenta la permeabilidad del material a los gases, lo que en definitiva alivia las posibilidades de anaerobiosis del sistema. Por último el resultado final se deberá a una interacción entre estos efectos. La permeabilidad del material a la temperatura es variable, ejemplo, utilizando polietileno de baja densidad, la

permeabilidad del O₂ aumenta 2.5 veces entre los 0 y 15 grados centígrados. Esta propiedad del material se expresa en términos de energía de activación (Ea). Una alta energía de activación es imprescindible en envoltorios que están sujetos a cambios de temperatura, lo que implica que el material aumentará su permeabilidad con pequeños aumentos de temperatura.

En resumen, la mantención de un nivel mínimo de oxígeno que evite la fermentación en un sistema donde las variaciones de temperatura ocurren fácilmente, depende de la interacción que se genera entre el aumento de la respiración y la energía de activación del plástico. Otro factor importante del envoltorio ligado a la energía de activación es la permeabilidad que posea al oxígeno. Envoltorios de alta energía de activación muchas veces no son muy permeables al oxígeno o para que lo sean deben ser demasiados delgados lo que los hace inviables comercialmente.

En términos generales mantener una condición de aerobiosis en situaciones de atmósfera modificada con fluctuaciones térmicas es difícil de conseguir, por lo tanto, la herramienta más importante al incursionar en esta tecnología es la mantención de las frutas y hortalizas en condiciones de temperatura baja durante todo el tiempo que dure este sistema, aunque el mantenimiento de la temperatura óptima, desde el principio hasta el final del manipuleo, es crítico para las frutas y hortalizas mínimamente procesadas.

Las bajas temperaturas durante el transporte, almacenaje y venta al por mejor, manifiesta una maduración lenta y otros procesos metabólicos, reduce el deterioro y puede minimizar los efectos del etileno.

2.5.3.5. Composición atmosférica

Según Kader (1998), las atmósferas modificadas o controladas, permiten mantener la calidad y largar la vida útil de los productos mínimamente procesados, por inhibición de la actividad metabólica, pudrición y especialmente la acción y biosíntesis de etileno. La atmósfera más común consiste en la reducción de las concentraciones de oxígeno y elevación de dióxido de carbono. El monóxido de carbono algunas veces influye para la inhibición del pardeamiento y crecimiento de microorganismos. El empaque en atmósfera modificada se usa ampliamente para frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Los films de plástico semipermeables, se eligen para empaques de atmósfera modificada, de tal modo que la permeabilidad del film y el producto de la respiración se pueden combinar para producir una deseable atmósfera de estado estable dentro del empaque.

La perecibilidad del producto mínimamente procesado, radica en la composición atmosférica de los empaques de atmósfera modificada, que es a menudo establecido por la extracción de un ligero vacío y posteriormente una inyección de una mezcla de gas deseable.

2.5.3.6. Tratamientos químicos

Según Brecht (1995), menciona que los tratamientos químicos se usan en frutas y hortalizas mínimamente procesadas, principalmente para controlar la pudrición, reducción de pardeamiento y retención de firmeza. El uso de cloro como un agente de saneamiento, es una práctica estándar para facilitar el mínimo proceso. El pH de las soluciones de cloro debe ser mantenida cercana a 7, para mantener el cloro en la forma de ácido hipocloroso activo. Además soluciones de

ácido orgánico a pH bajo y ácido sórbico se usan para controlar bacterias y hongos.

Los agentes sulfitantes se consideran como el estándar, para la inhibición de reacciones de pardeamiento enzimático en frutas y vegetales, sin embargo existe preocupación sobre posibles reacciones alérgicas de algunos consumidores, esto ha conducido al uso de agentes antipardeamiento alternativos, como derivados de ácido ascórbico e isómeros, ácido dihidroacético de sodio, ácido cítrico, cloruro de zinc más cloruro de calcio.

El calcio estabiliza sistemas de membrana y mantiene la estructura de la pared celular en frutas y hortalizas. El calcio y una combinación de tratamiento de calcio y ácido ascórbico fueron efectivos en la prevención de la decoloración de manzanas y peras además el calcio mantiene la firmeza de rebanadas de fresa y pera.

2.5.4. Etapas generales dentro de un mínimo proceso

Según López y Moreno (1994), el grado de intensidad del proceso, al que están sometidas frutas y hortalizas existen cinco gamas.

- Primera Gama : Frutas y vegetales sin ningún tipo de proceso.
- Segunda Gama: Frutas y hortalizas en conservas.
- Tercera Gama : Frutas y vegetales congelados.
- Cuarta Gama : Frutas y vegetales crudos sin sus partes no comestibles, perfectamente lavados, pelados y en ciertos casos trozados, rebanados o rayados, posteriormente embolsados en plásticos en atmósfera modificada y conservada a temperatura de refrigeración garantizando una duración mínima de siete días para su consumo inmediato.

Según Schlimme (1990), este tipo de proceso se conoce también con el nombre de proceso mínimo, parcial, fresco o ligero y puede considerarse el uso de preservantes:

- Quinta Gama : Productos vegetales envasados al vacío, que se someten a un proceso térmico, para luego ser mantenidos en condiciones de refrigeración entre seis semanas y seis meses.

El proceso para obtener productos vegetales de cuarta gama, comienza con la selección y desarrollo de variedades apropiadas, y continúa con adecuadas prácticas culturales de precosecha y un manejo de post – cosecha, en donde la cadena de frío debe ser cuidadosamente vigilada, hasta que el producto llega al consumidor.

Según Hurst (1995), la higiene y sanidad asociados a un producto procesado en forma ligera, permiten prolongar la vida útil de este al disminuir su carga microbiana inicial, siendo la primera forma de controlar la salubridad en plantas que elaboran vegetales de cuarta gama, el uso de hipoclorito de sodio, medido en función de la cantidad de cloro libre presente en el agua, usada durante las etapas de lavado (1 ppm de cloro libre residual en agua fría, a un pH 6.5 a 7.0). Además se debe considerar dentro del proceso el uso de registros y análisis de peligros en los puntos críticos de control (HACCP).

Durante la etapa de picado o seccionado de hortalizas frescas se produce una ruptura celular, provocando la exudación de fluidos desde su interior que contienen sistemas enzimáticos activos, acelerando el daño fisiológico y disminuyendo la vida de almacenaje a valores cercanos a 50%. El corte en los productos acelera la respiración, provoca daños mecánicos y ablanda el tejido vegetal. Los tejidos cortados constituyen barreras menos eficaces a la difusión de los gases y toleran concentraciones más elevadas de O₂ y niveles inferiores de CO₂ que los productos intactos. De ahí que los productos troceados deban enfriarse a 4°C inmediatamente después del cortado.

Los acuerdos entre el suministrador y la planta de proceso incluyen normas legales requeridas. Durante la recepción es deseable que la evaluación de la calidad de los productos frescos se realice rápidamente y por procedimientos no destructivos. En esa evaluación se incluyen aspectos sobre la seguridad de los productos tales como residuos de pesticidas, elevadas cargas microbianas, metales tóxicos compuestos indeseables naturalmente presentes y reguladores de crecimiento de plantas.

Una vez que los productos han sido recibidos deben transferirse inmediatamente a las áreas de almacenamiento adecuadas (-1°C a +6°C, ó 6°C a +13°C ó + 13°C a +18°C) dependiendo de las características de enfriamiento que requiera cada producto.

2.5.5.5. Almacenamiento

Según Bolín y Huxsoll (1991), Las frutas y hortalizas frescas se guardan a granel en forma pre envasado, en almacenes refrigerados convencionalmente. Además de la refrigeración se utiliza, para mejorar la calidad y vida útil, ciertos métodos de almacenamiento con humedades relativas, AC/AM/aire/vacío y baja presión o hipobárico.

Todos estos métodos se aplican en locales completamente herméticos, contenedores con el producto a granel o en envases individuales. También todos estos métodos llevan implícito el control de la humedad para evitar deshidrataciones y mantener la turgencia de los productos.

2.5.5.6. Selección, calibración y categorización

Según Bolín y Huxsoll (1991), Esta operación sirve para dar uniformidad y estandarizar a los productos acabados a la hora de la compra-venta.

Los factores más importantes a tener en cuenta para clasificar son: tamaño, forma, color, firmeza, flavor, friabilidad, magulladuras, superficies cortadas, composición química, alteración y solidez. Los productos sobre maduros, de menor tamaño y defectuoso se separan de los que tienen una calidad aceptable. La selección y categorización son las últimas etapas antes del procesado. Si no se entresacan los productos dañados y alterados probablemente transmitan la alteración al resto de los productos. La operación de vaciado de los contenedores, donde se echan los productos durante la recolección, a las cintas de selección y la caída del producto a las unidades seleccionadoras puede producir importantes daños.

Según Dull (1986), en la selección y categorización de frutas y hortalizas se utilizan diferentes dispositivos y aparatos que facilitan y mecanizan las operaciones de clasificación. Para ello se utilizan seleccionadoras de cinta plana, de tambores, de rodillos, vibratorias y de cinta de rodillo. Como sistema de selección no destructivo y para examen interno de los alimentos se utilizan de selección no destructiva y para examen interno de los alimentos se utilizan la transmitancia de la luz, en ocasiones la clasificación se realiza manualmente por personas entrenadas que son capaces de comprobar varios factores *simultáneamente*. Si bien la clasificación automática tiene ventaja de la rapidez, fiabilidad y menor coste de mano de obra. El consumidor es capaz de reconocer en la mayoría de las frutas y hortalizas sus preferencias en orden decreciente de superior, selecto, estándar y segunda.

Un producto de calidad superior es normalmente aquel que puede obtenerse en las mejores condiciones de cosechado en una estación dada.

2.5.5.7. Limpieza, lavado y desinfección

Según Anón (1989), en una línea de procesado de frutas y hortalizas, *mínimamente procesadas*, la operación de lavado se hace generalmente en una cámara aislada con una restricción de entradas, de forma que el contacto humano con los productos esté limitado. La adición de cloro al agua de lavado previene la contaminación microbiana. El cloro es el único producto que se permite en el lavado; el cloro se elimina del producto en una etapa final.

El agua constituye un elemento esencial en la calidad de los productos *mínimamente procesados*. La procedencia y calidad del agua debe ser tomada en cuenta. En el lavado de frutas y hortalizas se controlan tres parámetros.

- Cantidad de agua utilizada : 5 – 10 l/Kg. de producto
- Temperatura de agua : 4°C para enfriar el producto
- Concentración de cloro activo : 100 mg/l.

Después del lavado. El secado centrífugo del producto depende de la velocidad y tiempo de rotación de la centrífuga siendo suficiente, para la mayoría de los productos, con unos pocos minutos de centrifugación. Teóricamente, después del lavado se pueden utilizar antioxidantes, si bien son pocos los productos químicos permitidos en los alimentos *mínimamente procesados*; están permitidos el ácido ascórbico y sus sales y el ácido cítrico y sus sales hasta una dosis máxima de 300 ppm (mg/l ó mg/Kg.).

Todas las operaciones de procesado de las frutas y hortalizas, es decir *cortado, lavado y secado centrífugo* pueden hacerse en 20 minutos. La capacidad de limpieza de agua de lavado puede mejorarse con otras operaciones físicas y mecánicas auxiliares. Las frutas y hortalizas

pueden lavarse mediante remojo en agua estática o en circulación o bien en salmueras, utilizando pulverizadores de agua, tambores rotatorios, cepillos giratorios o lavadoras. Al diseñar el equipo más conveniente del lavado debería tenerse en cuenta la naturaleza de los productos hortícolas, la necesidad de la eliminación máxima de suciedad con el mínimo de agua, el evitar en el producto y el rendimiento del proceso. Algunos productos como las cebollas maduras, champiñones, papas y camotes no deben lavarse nunca o hacerlo después del almacenamiento ya que no es conveniente aumentar la humedad de estos productos.

La operación del lavado se ha estudiado específicamente para determinados productos y se han optimizado etapas del proceso tales como periodo de remojo, presión del agua y uso y concentración de los detergentes añadidos al tanque del lavado. Las lavadoras de tambor giratorio se utilizan en la limpieza de manzanas, peras, melocotones, nabos; el agua se pulveriza a presión elevada sobre los productos de forma que estos no estén en contacto con el agua sucia. De las lavadoras cilíndricas de verduras, se pulveriza agua a media presión para el lavado de espinacas, lechugas, perejil.

2.5.5.8. Pelado

Según López (1997), la eliminación de la capa más externa de una fruta u hortaliza se denomina pelado, raspado, despellejado, descortezado, descascarillado, etc.

El pelado puede hacerse manual, con vapor o agua caliente, con lejía o álcalis (NaOH, KOH), mediante pelado cáustico seco con calentamiento infrarrojos, con llama, por medios mecánicos, con vapor a presión elevada, por congelación y con ácidos.

La operación de pelado industrial de grandes volúmenes de productos puede acabarse mecánicamente, químicamente o en peladoras de vapor a presión elevada. Los tubérculos tales como papas, remolachas, zanahorias, nabos y cebollas pueden pelarse por medios mecánicos o con lejía.

El pelado de lejía con productos tales como melocotones, peras, albaricoques y tomates, originan menos pérdidas y permiten una manipulación rápida, si bien requiere de grandes cantidades de agua, NaOH y una fuente de calor. El pelado a mano es costoso, lento y produce muchos desperdicios.

El desgranado de maíz, el descascarillado de guisantes y el recortado de los extremos de las habichuelas, pueden hacerse con máquinas a gran velocidad.

2.5.5.9. Cortado

Según Bolin y Huxsoll (1991), el corte de los productos acelera la respiración, provoca daños mecánicos y ablanda el tejido vegetal. Los tejidos cortados disminuyen barreras menos eficaces a la difusión de los gases y toleran concentraciones más elevadas de O₂ y niveles inferiores de CO₂ que los productos intactos. De ahí que los productos troceados deban enfriarse después del cortado.

Los productos hortofrutícolas frescos se cortan en rodajas, en cubitos y en tiras mediante máquinas automáticas de alta velocidad.

Los equipos de corte más satisfactorios son aquellas cuyas cuchillas están afiladas y son tan delgadas como estructuralmente sea posible.

Las cuchillas de una cortadora deben mantenerse afiladas de forma que deben afilarse después de cada ocho horas de operación.

El equipo de corte debe lavarse perfectamente después de cada operación. También es posible obtener productos cortados en rodajas o en cubitos asépticos, usando cuchillas estériles y condiciones asépticas.

En la prolongación de la vida útil de zanahorias cortadas se ha visto que es importante el lavado abundante con agua sola para eliminar los restos celulares que se liberan de la operación de cortado. Las cuchillas de agua son una reciente innovación en las que las frutas y hortalizas se cortan por medio de una fina boquilla de agua a alta presión (3000 kPa).

2.5.6. Métodos de conservación de frutas y hortalizas mínimamente procesadas

Según López (1997), La conservación de frutas y hortalizas mínimamente procesadas es un proceso especialmente complejo en el que participan células vegetales dañadas o marchitas y también las células intactas y no dañadas ni lesionadas. En otras palabras, las células se encuentran respirando a velocidades normales, las células dañadas pueden hacerlo a velocidades muy elevadas y otras células se encuentran virtualmente muertas o inactivas.

Como métodos de conservación para prolongar la vida útil de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas se puede utilizar mucho de los clásicos procedimientos de conservación de los alimentos, en general se pueden utilizar métodos usuales tales como:

Conservación por calor. Utilizando tratamientos térmicos suaves seguidos de enfriamiento rápido. El principal problema en las frutas y hortalizas mínimamente procesadas es que el calor origina destrucción del flavor, textura, calor y calidad nutritiva de los productos tratados.

El calor podría también reducir los microorganismos que competirían con los patógenos existentes. Lo que significa que los tratamientos térmicos, si se usan deben controlarse cuidadosamente y utilizarse escasamente, o no del todo, para mantener la calidad de los productos semejantes a los frescos.

Conservación química. Que incluye acidificantes, antioxidantes, cloración, sustancias antimicrobianas y otros productos similares, se han utilizado en el control de la alteración y el almacenamiento de la calidad de hortalizas poco ácidas, hortalizas acidificadas a una acidez baja y frutas altamente acidificadas. Los conservadores que actúan como agentes antimicrobianos son los que mejor se ajustan a la definición de conservación; sin embargo aquellos conservadores que sirven como antioxidantes son también muy importantes en frutas y hortalizas mínimamente procesadas para prevenir las reacciones de pardeamiento; y también lo son los que producen la decoloración de los pigmentos; y los que protegen a los productos frente a la pérdida de flavor, cambio de textura y pérdida de valor nutritivo.

Conservación por el frío. El almacenamiento enfriado/refrigerado/conservado por el frío durante la distribución y la venta al por menor en una etapa necesaria y exigible en las frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Esto se basa en la idea de que las temperaturas de refrigeración lentifican el crecimiento de la mayoría de los microorganismos y son eficaces para reducir la actividad enzimática. La congelación, aunque eficaz en la reducción de los microorganismos y la actividad enzimática, puede cambiar algunas propiedades de frescura de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas.

Conservación por irradiación. El término irradiación se refiere fundamentalmente a radiaciones electromagnéticas donde están incluidas los rayos infrarrojos, microondas, luz ultravioleta y radiaciones ionizantes.

Existen un gran número de formas de energía ionizantes de utilización de alimentos. Esta forma de conservación debería de considerarse como suplementaria de la refrigeración u otros tratamientos post – cosecha. Esta idea se corresponde fielmente con el uso del concepto obstáculo o barrera para conservación/prolongación de la vida útil. El principal problema en la utilización de las radiaciones ionizantes en frutas y hortalizas es que estos productos son particularmente sensibles a cualquier tipo de situación estresante, pudiéndose incrementar estos problemas con las operaciones unitarias utilizadas en preparar dichos productos.

Reducción de la humedad. Mediante disminución de la cantidad de agua que en frutas y hortalizas mínimamente procesadas reducirá seriamente la turgencia y consistencia de los productos.

Conservación con gases y atmosferas modificadas. También pueden utilizarse la combinación de los anteriores métodos de conservación bien en forma específica o al azar de forma que aprovechen las ventajas del sinergismo de los distintos obstáculos o barreras.

2.5.7. Alteración microbiológica de frutas refrigeradas mínimamente procesadas

Según Harvey (1978), las frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas (RMP) o mínimamente procesadas y refrigeradas han constituido siempre un grupo importante de la dieta. Sin embargo, recientemente los consumidores se han hecho más conscientes de la importancia de estos productos en el mantenimiento de la salud. En consecuencia, los

consumidores están comprando y consumiendo más productos frescos y demandan una mayor variedad de estos productos en el mercado.

2.5.8. Calidad nutritiva de frutas sometidas a proceso mínimo

Según López (1997), las frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas (RMP) son productos ligeramente modificados que retienen todas las características de frescura durante su prolongada vida útil. Las frutas y hortalizas frescas, utilizadas como materia prima de estos productos RMP suministran más de la cuarta parte del ácido ascórbico y alrededor de una cuarta parte de la vitamina A de la dieta americana.

Según Wiley (1989), las frutas y hortalizas RMP se preparan inicialmente mediante una o más operaciones unitarias -pelado, cortado en rodajas, etc. seguido de un tratamiento de conservación parcial tal como calentamiento mínimo, conservadores o irradiación. A continuación, las frutas y hortalizas pueden experimentar algún tipo de atmósfera controlada (AC), atmósfera modificada (AM) o envasado a vacío (EV) y posteriormente ser mantenidas a una temperatura por encima del punto de congelación durante su almacenamiento. Por razones de seguridad y al objeto de retener sus excelentes cualidades sensoriales y nutritivas, las frutas y hortalizas RMP deben mantenerse a bajas temperaturas durante todas las operaciones de preparación, conservación, distribución y comercialización.

2.5.9. Comercialización

Según López (1997), los productos frescos mínimamente procesados llegan al mercado terminal que incluyen centros de distribución de alimentos, mayoristas, minoristas y lugares de consumo. Los centros de distribución de alimentos son importantes por cuanto reducen la estacionalidad y facilitan la distribución. Las típicas operaciones centrales de distribución implican

recepción, almacenamiento y comercialización. Los sistemas de distribución de alimentos mínimamente procesados buscan rentabilizar el tiempo y el espacio o valor económico de los productos consiguiendo y disponiendo los alimentos en el lugar que son requeridos en el tiempo que se desea y a un coste razonable.

Las pérdidas en cantidad y calidad de los alimentos mínimamente procesados se producen en el campo en las plantas procesadoras en el traslado a los *almacenes* y en los locales de venta al por menor. Se ha señalado que las pérdidas durante el transporte representa el 3.63% de productos duraderos tales como frutas desecadas, el 5.42% de las frutas y el 10.3% de las *hortalizas frescas*.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El estudio se realizó en frutos de piña (*Ananás comosus*), de la variedad Nativa Lamas. Esta fue evaluada en los laboratorios de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales (ANACOMPA), en la planta Piloto de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial y los trabajos de Análisis Sensorial en el laboratorio de Control de Calidad; de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

3.2. MATERIA PRIMA

Se utilizó como materia prima el fruto de la piña (*Ananás comosus*), de la variedad Nativa Lamas.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. Materiales

- Contenedores de plástico.
- Bolsas de polietileno de Alta, Media y Baja densidad.
- Acido cítrico (0.1%,0.3%,0.5%)
- Material de vidrio.
- Cuchillo.
- Tabla de picar.

3.3.2. Equipos

- Congeladora.
- Refractómetro.
- Balanza analítica.
- pHmetro.
- Cámara fotográfica.

3.3.3. Reactivos

- Fenolftaleína.
- Hidróxido de Sodio (NaOH) 0.1N.

3.3.4. Materiales de vidrio

- Vasos de precipitación.
- Pipeta.
- Buretas.
- Vasos de 50 ml.
- Matraces y otros.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Previo a los tratamientos los frutos de la piña fueron lavadas, peladas y cortadas en rodajas y tiras en un espesor de 2 cm. Aproximadamente, la unidad experimental fué de 100 gr. de piña, que fueron sometidos al tratamiento de ácido cítrico a diversas concentraciones (0.1%,0.3%,0.5%).

Una vez realizados los tratamientos, las muestras fueron almacenadas a una temperatura de (1-4°C), con una humedad relativa de (85-95%) y se evaluaron el comportamiento a los 3,7 y 14 días. Los parámetros evaluados fueron físicos (Peso, °Brix, Exudación), químicos (pH, Acidez titulable) y sensoriales.

En la presente figura se detalla el flujograma para el estudio del comportamiento durante la conservación de la piña (*Ananás comosus*) mínimamente procesadas.

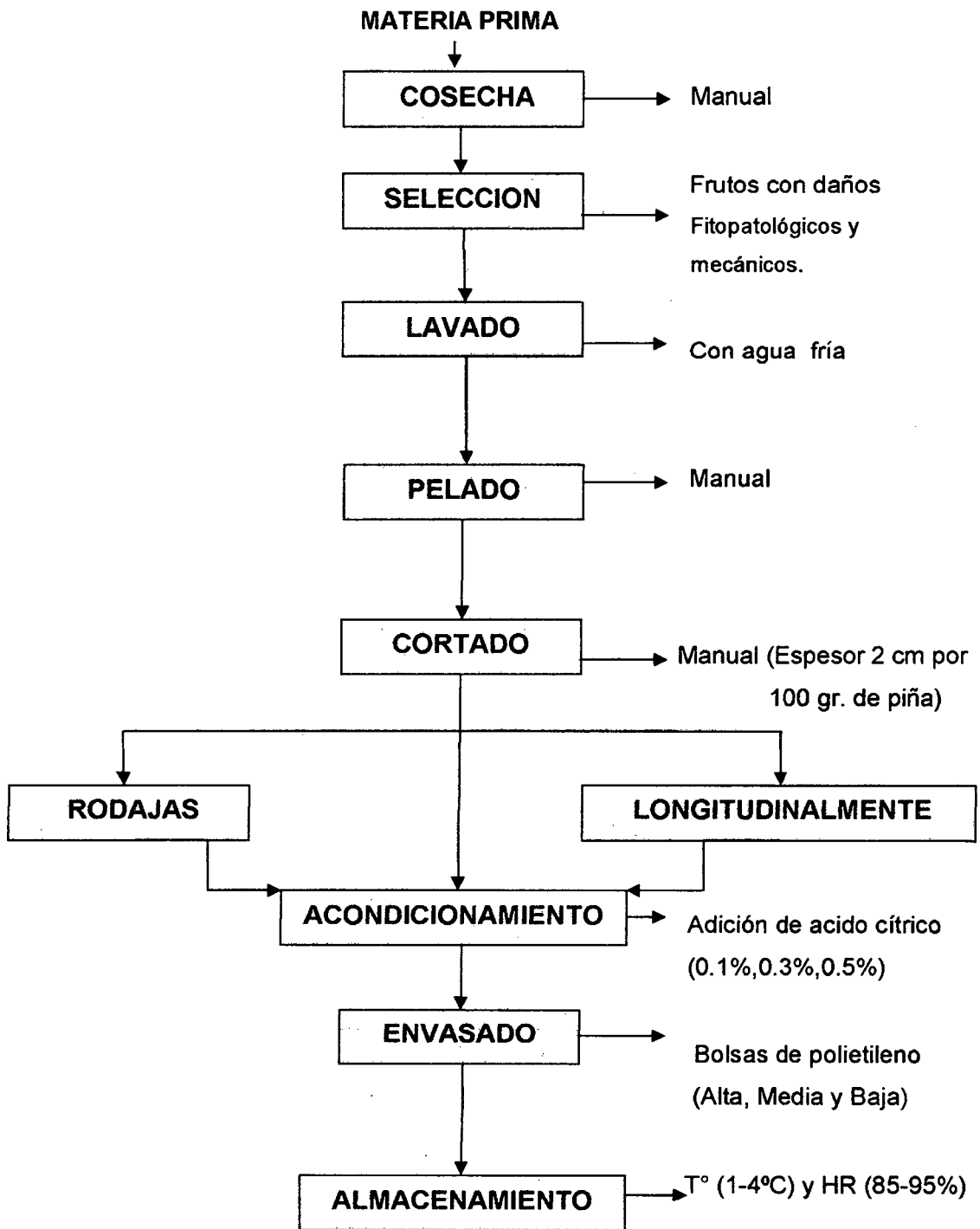


FIGURA N° 1: flujograma para la conservación por mínimo proceso de la piña (Ananás comosus), en rodajas y tiras.

3.4.1. Cosecha

Se recolectaron frutos de piña (*Ananás comosus*), de la variedad Nativa Lamas en estado de madurez comercial, cosechadas en la provincia de Lamas, departamento de San Martín.

3.4.2. Selección

Se hizo manualmente para eliminar frutos con daños Fitopatológicos, fisiológicos y mecánicos.

3.4.3. Lavado

Las piñas fueron lavadas con agua potable fría por inmersión para eliminar restos de materia extraña del fruto.

3.4.4. Pelado

Se removió la cáscara de la fruta (piña), en forma manual con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable bien afilado para no dañar los tejidos de la fruta.

3.4.5. Cortado

Se cortaron en rodajas y tiras con un espesor de 2 cm. aproximadamente y la unidad experimental fue de 100 gr. de piña.

3.4.6. Acondicionamiento

El fruto de piña cortada en rodajas y tiras, fueron sumergidos en una solución de ácido cítrico a diferentes concentraciones (0.1%,0.3%,0.5%), a

un tiempo de 30 segundos aproximadamente con la finalidad de bajar el pH superficial de la muestra y así inactivar las enzimas existentes y de esta forma prolongar la vida útil de las rodajas y tiras de piñas (*Ananás comosus*), mínimamente procesadas.

3.4.7. Envasado

Se envasaron en bolsas de polietileno de alta, media y baja densidad.

3.4.8. Almacenamiento

La piña mínimamente procesada se almacenó en una congeladora a una temperatura de (1-4°C) en la planta piloto de Frutas y Hortalizas de la facultad de Ingeniería Agroindustrial.

3.5. ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS

3.5.1. Pérdida de peso

Se determinó el porcentaje de pérdida de peso de la Piña (*Ananás comosus*) mínimamente procesada; por medio de una balanza, con el fin de controlar la deshidratación producida en la superficie de corte.

3.5.2. Sólidos solubles (°Brix)

El contenido de sólidos solubles se midió con un refractómetro en el jugo obtenido de cada fruto mínimamente procesado. Dicho valor se expresó en grados °Brix.

3.5.3. Exudación

Se determinó con la ayuda de una balanza. Durante el periodo de almacenamiento a una temperatura de refrigeración de (1-4°C) y una Humedad Relativa de (85-95%).

3.5.4. pH

Este parámetro se midió con un Phmetro. En el jugo que se extrajo de cada *tratamiento*.

3.5.5. Acidez titulable

Se determinó mediante la titulación con hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N. Con 10 ml. De jugo estrujado, para luego agregar 3-4 gotas de fenolftaleína, se titulo hasta un cambio de coloración de la muestra.

3.6. ANÁLISIS SENSORIAL

Se seleccionó una muestra de cada tratamiento, y se sometió a una evaluación sensorial con un grupo de panelistas no entrenados de 12 personas midiendo las características de calidad en base a olor, color, sabor, textura y acidez, utilizando el método afectivo de escala hedónica de siete puntos. Estas características se evaluaron a los tres (3), siete (7) y catorce (14) días de almacenamiento.

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar si los tratamientos se diferencian se uso un Diseño Completamente al azar (DCA) con Arreglo Factorial de 2x3x3 donde: el primer factor fue el tipo de corte de la fruta de piña (Rodajas y tiras), el segundo factor

correspondió a los envases (bolsas de alta, media y baja densidad), el tercer factor se refirió a las concentraciones de ácido cítrico (0.1%, 0.3% y 0.5%).

Cuadro N° 6. DCA con arreglo factorial de 2x3x3.

Rodajas (R1)		Tiras (R2)
Bolsas baja densidad (B1)	Bolsas media densidad (B2)	Bolsas alta densidad (B3)
Acido cítrico al 0.1% (C1)	Acido cítrico al 0.3% (C2)	Acido cítricos al 0.5% (C3)

Cortes: (R)

R1: Rodajas

R2: Tiras

Empaques: (B)

B1: Bolsas de baja densidad

B2: Bolsas de media densidad

B3: Bolsas de alta densidad

Concentraciones: (C)

C1: Acido cítrico al 0.1%

C2: Acido cítrico al 0.3%

C3: Acido cítricos al 0.5%

Para establecer posibles diferencias en la variable considerada (análisis sensorial), entre empaques (Bolsas de alta, media densidad y baja densidad) y concentraciones de ácido cítrico (0.1%,0.3% y 0.5%), Los datos se sometieron a un paquete estadístico (SPSS Statistics 17), donde se analizó mediante el análisis de varianza (ANVA) con un nivel de significancia de 5%, de existir diferencia significativa se realizó la prueba de medias de DUNCAN al 5% de probabilidad para elegir el mejor tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE TRES DÍAS DE ALMACENAMIENTO.

TRATAMIENTOS	PESO INICIAL	PERDIDA DE PESO	SÓLIDOS SOLUBLES	EXUDACIÓN	pH	ACIDEZ TITULABLE
(R1,B3,C1)	98.5	88.4	13	1.4	3.96	0.42
(R1,B2,C1)	94.3	86.3	13	8.4	4	0.35
(R1,B1,C1)	122.4	110.53	12	2.2	4.1	0.36
(R1,B3,C2)	89.5	80.3	10	0.4	3.91	0.28
(R1,B2,C2)	112.2	109.72	9	0	3.96	0.17
(R1,B1,C2)	11.36	108.33	8	3	4.1	0.24
(R1,B3,C3)	124.5	120.55	13	3	3.66	0.34
(R1,B2,C3)	160.2	153.45	11	1.6	3.84	0.37
(R1,B1,C3)	93.3	66.2	15	2.4	3.72	0.51
(R2,B3,C1)	98.3	88.2	16	10.6	3.7	0.53
(R2,B2,C1)	92.7	54.53	10	4.6	3.9	0.31
(R2,B1,C1)	97.8	70.5	13	0	3.76	0.24
(R2,B3,C2)	124.5	120.5	14	1.2	3.58	0.44
(R2,B2,C2)	116.8	113.67	12	8.6	3.66	0.38
(R2,B1,C2)	127.6	123.22	12	0.2	4	0.26
(R2,B3,C3)	93.6	66.5	14	0.2	3.7	0.45
(R2,B2,C3)	94.5	84.8	11	8.2	3.69	0.44
(R2,B1,C3)	93.7	66.6	11	0	3.75	0.26

4.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL A LOS TRES DÍAS DE ALMACENAMIENTO.

Los resultados obtenidos de esta evaluación sensorial para los atributos de Olor, Color, Sabor, Textura y Acidez se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 7. Análisis del ANVA para promedios del atributo Olor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F _c	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	60.1	2.726	77.8	n.s
CORTES(C)	2	1.8861	3.6624	104.64	**
ENVASES(E)	3	11.512	12.618	360.51	n.s
CON. ACIDO(M)	3	10.51	5.255	150.1	**
CE	6	3.2749	1.0916	31.18	**
CM	6	12.5835	2.0972	59.92	**
ME	9	3.4857	1.74285	49.79	n.s
CME	18	9.2407	1.5401	44.02	n.s
ERROR	62	1.7062	0.035		
TOTAL	126	64.4062			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0,042	0,036	0,029	0,060	0,074	0,052	0,106

Cuadro N° 8. Análisis del ANVA para promedios del atributo Color de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F _c	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	1918.1518	83.39	60.629	**
CORTES(C)	2	323.8015	147.94	107.56	**
ENVASES(E)	3	137.7805	137.78	100.17	n.s
CON. ACIDO(M)	3	667.6423	333.82	242.7	**
CE	6	140.3677	46.789	34.018	n.s
CM	6	242.4354	40.4059	29.378	n.s
ME	9	70.0169	35.0084	25.453	**
CME	18	216.098	36.016	26.18	n.s
ERROR	62	66.02348	1.3754		
TOTAL	126	1984.1753			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.2562	0.2192	0.1753	0.3707	0.4685	0.3183	0.6569

Cuadro N° 9. Análisis del ANVA para promedios del atributo Sabor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F _c	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	2,376	0,10335	1,62671	n.s
CORTES(C)	2	1,446	0,482	7,58995	**
ENVASES(E)	3	0,01024	0,0102	0,161247	n.s
CON. ACIDO(M)	3	0,4785	0,2392	3,76741	**
CE	6	0,00527	0,00175	0,02766	n.s
CM	6	0,44046	0,07341	1,15597	n.s
ME	9	-0,0020233	-0,00101	-0,0159	n.s
CME	18	-0,001746	-0,00029	-0,00458	n.s
ERROR	62	2,13289	0,04443		
TOTAL	126	4,50889			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.0494	0.04300	0.0349	0.07024	0.084	0.0606	0.12167

Cuadro N° 10. Análisis del ANVA para promedios del atributo Textura de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F _c	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	146	6,347809	2,21561	**
CORTES(C)	2	79,62	26,54	9,26351	**
ENVASES(E)	3	5,0138	5,0138	1,75001	n.s
CON. ACIDO(M)	3	32,941	16,4705	5,74882	**
CE	6	3,0595	1,01983	0,35596	n.s
CM	6	23,219	3,8698	1,35072	n.s
ME	9	0,3435	0,17175	0,05994	n.s
CME	18	1,8032	0,30053	0,10489	n.s
ERROR	62	137,52	2,865		
TOTAL	126	283,52			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.3987	0.3453	0.2820	0.5640	0.6900	0.4884	0.976

Cuadro N° 11. Análisis del ANVA para promedios del atributo Acidez de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	3,21	0,13922	5,3389	**
CORTES(C)	2	0,453	0,151	5,77636	**
ENVASES(E)	3	0,0499	0,0499	1,9088	n.s
CON. ACIDO(M)	3	0,61	0,305	11,6675	n.s
CE	6	0,03195	0,01065	0,40740	n.s
CM	6	0,62445	0,10475	3,98129	**
ME	9	0,007291	0,00364	0,13945	n.s
CME	18	1,4334	0,2389	9,1389	**
ERROR	62	1,2548	0,026147		
TOTAL	126	4,4648			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.0379	0.031	0.0267	0.0537	0.04600	0.0454	0.09333

Cuadro N° 12. Análisis del ANVA para promedios del atributo Aceptabilidad de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	66,5896	2,8952	4,4460	**
CORTES(C)	2	42,3628	14,1209	21,6851	**
ENVASES(E)	3	2,98647	2,98647	4,58624	n.s
CON. ACIDO(M)	3	15,2934	7,6467	11,7428	**
CE	6	0,7128	0,2376	0,36487	n.s
CM	6	10,2358	1,70597	2,6198	**
ME	9	0,623587	0,31175	0,47881	n.s
CME	18	0,2431	0,04051	0,06222	n.s
ERROR	62	31,2537	0,65111		
TOTAL	126	97.8433			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.0448	0.03362	0.022414	0.08965	0.13448	0.06724	0.26897

4.3. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE SIETE DÍAS DE ALMACENAMIENTO.

TRATAMIENTOS	PERDIDA DE PESO	SOLIDOS SOLUBLES	EXUDACIÓN	pH	ACIDEZ TITULABLE
(R1,B3,C1)	93.54	11	3	3.58	0.36
(R1,B2,C1)	105.9	12	0.2	3.53	0.31
(R1,B1,C1)	107.15	10	4.4	3.76	0.25
(R1,B3,C2)	102.7	10	4	3.5	0.33
(R1,B2,C2)	108.7	11	4.2	3.84	0.12
(R1,B1,C2)	103.36	11	0	3.8	0.13
(R1,B3,C3)	122.19	12	12	3.54	0.41
(R1,B2,C3)	136.45	10	5.8	3.42	0.35
(R1,B1,C3)	133.75	10	2.4	3.3	0.48
(R2,B3,C1)	74.5	10	2	3.75	0.22
(R2,B2,C1)	79.64	11	6	3.72	0.26
(R2,B1,C1)	84.8	12	2.2	3.7	0.26
(R2,B3,C2)	64.58	12	1.4	3.26	0.45
(R2,B2,C2)	101.17	11	1	3.34	0.64
(R2,B1,C2)	75.5	10	0.6	3.57	0.29
(R2,B3,C3)	79.31	11	4	3.4	0.41
(R2,B2,C3)	71.32	12	1	3.31	0.36
(R2,B1,C3)	71.89	6	2.8	3.24	0.42

4.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL A LOS SIETE DÍAS DE ALMACENAMIENTO.

Los resultados obtenidos de esta evaluación sensorial para los atributos de Olor, Color, Sabor, Textura y Acidez se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 13. Análisis del ANVA para promedios del atributo Olor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	623.5349	27.11	934.82	**
CORTES(C)	2	87.40125	29.134	1004.62	n.s
ENVASES(E)	3	354.1791	354.1791	1221.38	**
CON. ACIDO(M)	3	40.8339	20.417	704.03	n.s
CE	6	71.30435	23.768	819.58	**
CM	6	44.399	7.399	255.14	n.s
ME	9	4.3719	2.1859	75.37	**
CME	18	21.0453	3.50755	120.95	**
ERROR	62	1.4204	0.029		
TOTAL	126	624.9553			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.04	0.0347	0.0283	0.0567	0.069	0.049	0.098

Cuadro N° 14. Análisis del ANVA para promedios del atributo Color de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	1860.523	80.89	150.38	**
CORTES(C)	2	407.5523	135.8507	252.60	n.s
ENVASES(E)	3	510.9872	510.9872	950.14	**
CON. ACIDO(M)	3	543.9209	271.96	505.68	n.s
CE	6	25.8106	8.6035	15.99	n.s
CM	6	57.5069	9.5845	17.82	**
ME	9	189.1023	94.551	175.81	n.s
CME	18	125.7429	20.957	38.968	**
ERROR	62	25.8191	0.5378		
TOTAL	126	1886.442			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.172	0.149	0.022	0.244	0.299	0.2116	0.423

Cuadro N° 15. Análisis del ANVA para promedios del atributo Sabor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	4,5676	0,19859	5,80101	**
CORTES(C)	2	1,438	0,47933	14,0017	**
ENVASES(E)	3	0,022	0,022	0,642637	n.s
CON. ACIDO(M)	3	2,6147	1,30735	38,1887	**
CE	6	0,2905	0,09683	2,82858	n.s
CM	6	0,47205	0,07867	2,29816	n.s
ME	9	0,003525	0,00176	0,05148	n.s
CME	18	0,02732	0,004553	0,133006	n.s
ERROR	62	1,64323	0,034233		
TOTAL	126	6.21083			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.04361	0.03776	0.03084	0.0616	0.07553	0.05341	0.1068

Cuadro N° 16. Análisis del ANVA para promedios del atributo Textura de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	130,8588	5,68951	2,3251	**
CORTES(C)	2	80,25	26,75	10,932	**
ENVASES(E)	3	8,45	8,45	3,4532	n.s
CON. ACIDO(M)	3	25,7559	12,877	5,2628	**
CE	6	0,12415	0,0413	0,0169	n.s
CM	6	14,86515	2,4775	1,01249	n.s
ME	9	0,68105	0,3405	0,13916	n.s
CME	18	0,73255	0,12209	0,0498	n.s
ERROR	62	117,4532	2,4469		
TOTAL	126	248,312			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.3686	0.3193	0.2607	0.5214	0.6386	0.4515	0.9031

Cuadro N° 17. Análisis del ANVA para promedios del atributo Acidez de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	1,068	0,04643	2,2525	**
CORTES(C)	2	0,118	0,03933	1,90808	n.s
ENVASES(E)	3	0,022	0,022	1,06723	n.s
CON. ACIDO(M)	3	0,367	0,1835	8,9017	**
CE	6	0,006122	0,00204	0,0989	n.s
CM	6	0,529483	0,088247	4,28093	**
ME	9	0,01684	0,00842	0,40846	n.s
CME	18	0,00855	0,001425	0,06912	n.s
ERROR	62	0,9895	0,020614		
TOTAL	126	2.0575			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.03384	.02931	0.02393	0.0478	0.05861	0.04144	0.08289

Cuadro N° 18. Análisis del ANVA para promedios del atributo Aceptabilidad de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	51,6523	2,24575	4,42059	**
CORTES(C)	2	33,12397	11,04132	21,7348	**
ENVASES(E)	3	1,88624	1,88624	3,712924	n.s
CON. ACIDO(M)	3	12,326	6,163	12,13141	**
CE	6	0,70984	0,23661	0,46575	n.s
CM	6	24,25367	4,042278	7,95692	n.s
ME	9	0,5932	0,2966	0,58383	n.s
CME	18	0,01832	0,00305	0,00601	n.s
ERROR	62	24,3854	0,50802		
TOTAL	126	76,0377			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.16799	0.14549	0.11879	0.1375	0.19098	0.20575	0.4115

4.5. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE CATORCE DÍAS DE ALMACENAMIENTO.

TRATAMIENTOS	PERDIDA DE PESO	SOLIDOS SOLUBLES	EXUDACIÓN	pH	ACIDEZ TITULABLE
(R1,B3,C1)	109.12	11	6.2	3.82	0.38
(R1,B2,C1)	111.1	10	5.8	3.99	0.26
(R1,B1,C1)	137.46	14	5.6	3.91	0.35
(R1,B3,C2)	119.3	11	4.4	3.65	0.32
(R1,B2,C2)	119.97	11	4	4.17	0.14
(R1,B1,C2)	138.68	14	0	3.83	0.37
(R1,B3,C3)	115.03	12.08	7.6	3.57	0.33
(R1,B2,C3)	119.65	13	14.6	3.75	0.37
(R1,B1,C3)	110.02	14.2	7.8	3.51	0.42
(R2,B3,C1)	78.5	15	15.2	3.72	0.46
(R2,B2,C1)	103.5	13	7	3.7	0.42
(R2,B1,C1)	91.97	13.6	8	3.66	0.44
(R2,B3,C2)	53.7	13.6	5.4	3.5	0.43
(R2,B2,C2)	83.6	13.2	6.6	3.72	0.41
(R2,B1,C2)	75.15	13.2	3	3.93	0.28
(R2,B3,C3)	89.78	13	10	3.67	0.28
(R2,B2,C3)	71.6	12	5	3.8	0.26
(R2,B1,C3)	84.93	13	5	3.34	0.61

4.6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL A LOS CATORCE DÍAS DE ALMACENAMIENTO.

Los resultados obtenidos de esta evaluación sensorial para los atributos de Olor, Color, Sabor, Textura y Acidez se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 19. Análisis del ANVA para promedios del atributo Olor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	1407.4567	61.194	194.39	**
CORTES(C)	2	243.84	81.28	258.19	**
ENVASES(E)	3	734.0196	734.019	2331.7	**
CON. ACIDO(M)	3	77.1959	38.5979	122.6	n.s
CE	6	38.811	12.937	41.0951	n.s
CM	6	171.784	28.63	90.95	n.s
ME	9	20.2391	10.119	32.144	**
CME	18	121.5665	20.261	64.36	n.s
ERROR	62	15.1104	0.3148		
TOTAL	126	1422.567			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.132	0.114	0.0935	0.1870	0.229	0.162	0.324

Cuadro N° 20. Análisis del ANVA para promedios del atributo Color de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	2073.653	90.159	215.9	**
CORTES(C)	2	662.9614	220.98	529.17	**
ENVASES(E)	3	533.7189	533.7189	1278	**
CON. ACIDO(M)	3	376.433	188.22	450.73	n.s
CE	6	29.3373	9.779	23.417	n.s
CM	6	314.084	52.347	125.35	n.s
ME	9	91.8422	45.921	109.967	**
CME	18	65.2501	10.875	26.042	**
ERROR	62	20.044	0.41759		
TOTAL	126	2093.697			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.1523	0.13190	0.1077	0.2154	0.2638	0.18654	0.373091

Cuadro N° 21. Análisis del ANVA para promedios del atributo Sabor de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	7,389	0,32126	14,0386	**
CORTES(C)	2	4,142	1,38066	60,3332	**
ENVASES(E)	3	0,08757	0,08757	3,82669	n.s
CON. ACIDO(M)	3	2,491	1,2455	54,4266	**
CE	6	0,00637	0,00212	0,09278	n.s
CM	6	0,65385	0,108975	4,76206	**
ME	9	0,00438	0,00219	0,0957	n.s
CME	18	0,0067	0,00111	0,04879	n.s
ERROR	62	1,09845	0,022884		
TOTAL	126	8.48745			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.3566	0.0308	0.02521	0.0504	0.06175	0.04366	0.08733

Cuadro N° 22. Análisis del ANVA para promedios del atributo Textura de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	148,46976	6,455201	3,54806	**
CORTES(C)	2	89,6339	29,87796	16,42224	n.s
ENVASES(E)	3	9,32399	9,32399	5,12487	**
CON. ACIDO(M)	3	30,7705	15,38525	8,4564	**
CE	6	0,53405	0,17801	0,09784	n.s
CM	6	17,3659	2,89431	1,59084	n.s
ME	9	0,41199	0,2059	0,11322	n.s
CME	18	0,42943	0,07157	0,03933	n.s
ERROR	62	87,3295	1,81936		
TOTAL	126	235,79926			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.3179	0.2753	0.2248	0.4496	0.5506	0.3894	0.7787

Cuadro N° 23. Análisis del ANVA para promedios del atributo Acidez de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	1,4533	0,06318	3,87601	**
CORTES(C)	2	0,079	0,02633	1,6153	n.s
ENVASES(E)	3	0,028	0,028	1,71758	n.s
CON. ACIDO(M)	3	0,8996	0,4498	27,5917	**
CE	6	0,1184	0,0394	2,42097	n.s
CM	6	1,43	0,2383	14,6193	**
ME	9	0,94	0,47	28,83083	**
CME	18	0,01617	0,0026	0,16534	n.s
ERROR	62	0,7825	0,0163		
TOTAL	126	2,2358			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.03009	0.02606	0.02127	0.04255	0.0521	0.03685	0.07371

Cuadro N° 24. Análisis del ANVA para promedios del atributo Aceptabilidad de las rodajas y tiras de piña mínimamente procesadas

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTOS	17	38,271964	1,66399	4,61018	**
CORTES(C)	2	18,52369	6,17456	17,10689	**
ENVASES(E)	3	1,20558	1,20558	3,34011	n.s
CON. ACIDO(M)	3	12,35281	6,1764	17,1119	**
CE	6	0,68514	0,22838	0,63273	n.s
CM	6	17,52391	2,92065	8,091792	**
ME	9	0,88245	0,4412	1,22243	n.s
CME	18	0,2462	0,04103	0,11368	n.s
ERROR	62	17,3254	0,360945		
TOTAL	126	55,577364			

	CORTES	CON. ACIDO	ENVASES	CXE	CXM	MXE	TRATAMIENTO
SY	0.1396	0.12223	0.12113	0.2003	0.24517	0.17543	0.35896

4.7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y SENSORIALES DE LAS RODAJAS Y TIRAS DE PIÑA ALMACENADAS A LOS TRES, SIETE Y CATORCE DÍAS.

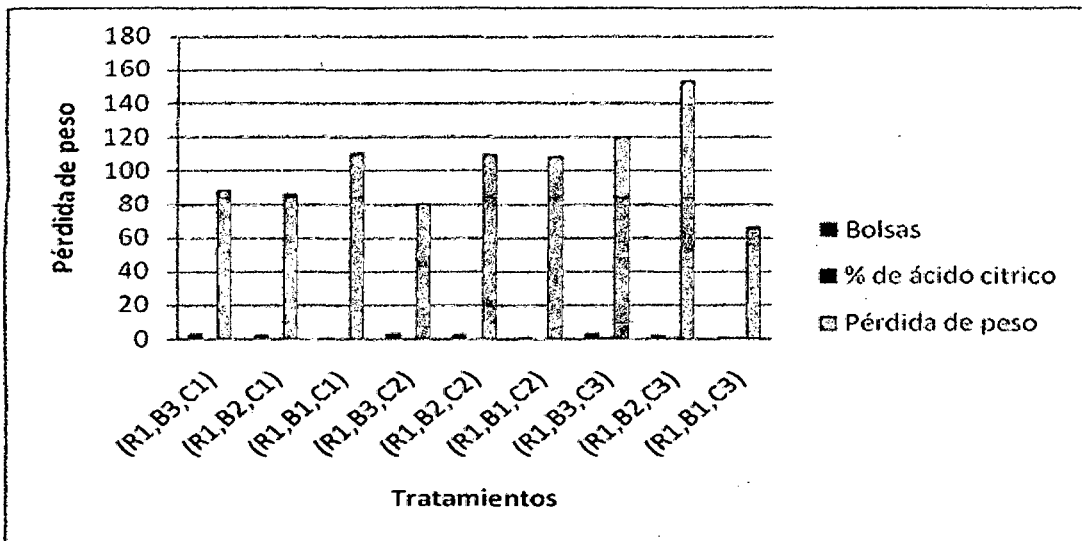


Fig. 2 Pérdida de peso de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

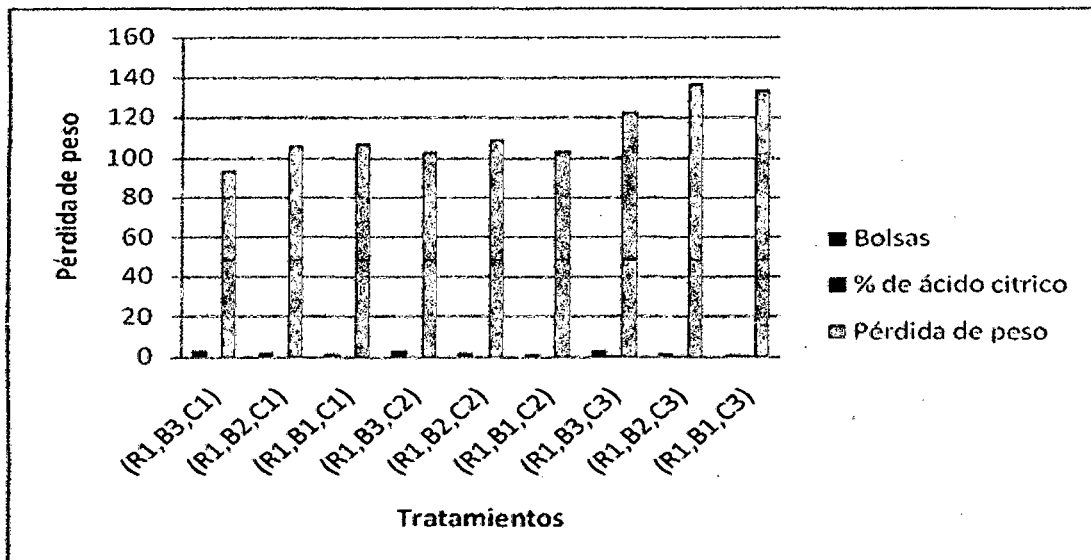


Fig. 3 Pérdida de peso de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

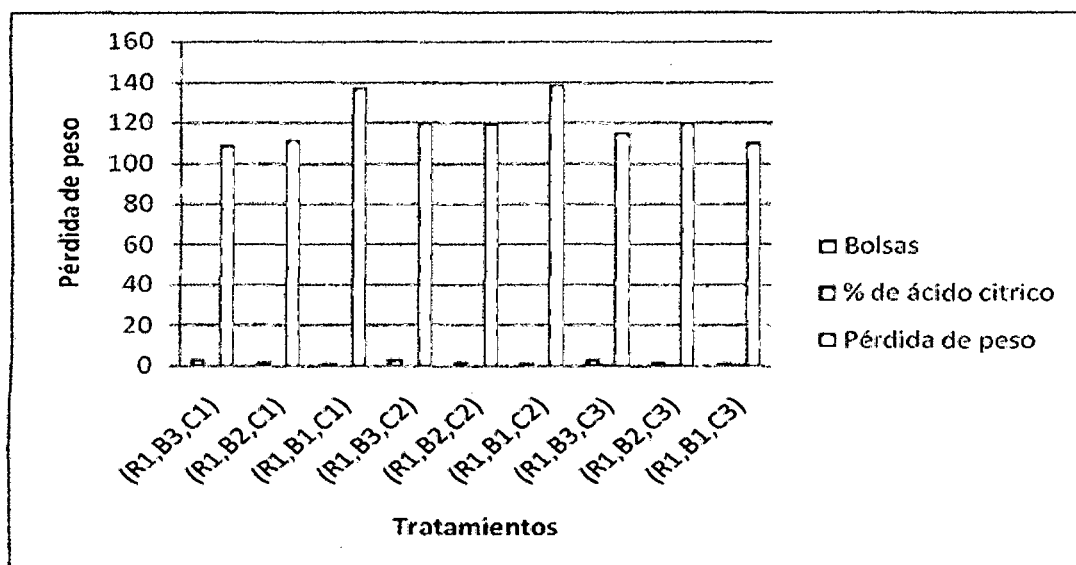


Fig. 4 Pérdida de peso de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

A los 3 días de almacenaje las piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas presentó pérdida de peso en todos los tratamientos; este deterioro se observó en los tres tipos de bolsas y fue variando con el tiempo, mostrando diferentes pesos entre los tratamientos, especialmente en las bolsas de media densidad con ácido cítrico al 0.5% (R1, B2, C3). Además los valores obtenidos en el tratamiento con ácido cítrico al 0.5% presentó la menor pérdida, siendo la bolsa de baja densidad (R1, B1, C3) la menos afectada (Figura 2). A los 7 días de evaluación los mayores incrementos de pérdida de peso se registraron en las bolsas de media densidad con ácido cítrico al 0.5% (R1, B2, C3) (Figura 3). La pérdida de peso también se pudo apreciar a los 14 días de almacenaje en las bolsas de baja densidad pero a distintos tratamientos de ácido cítrico (Figura 4).

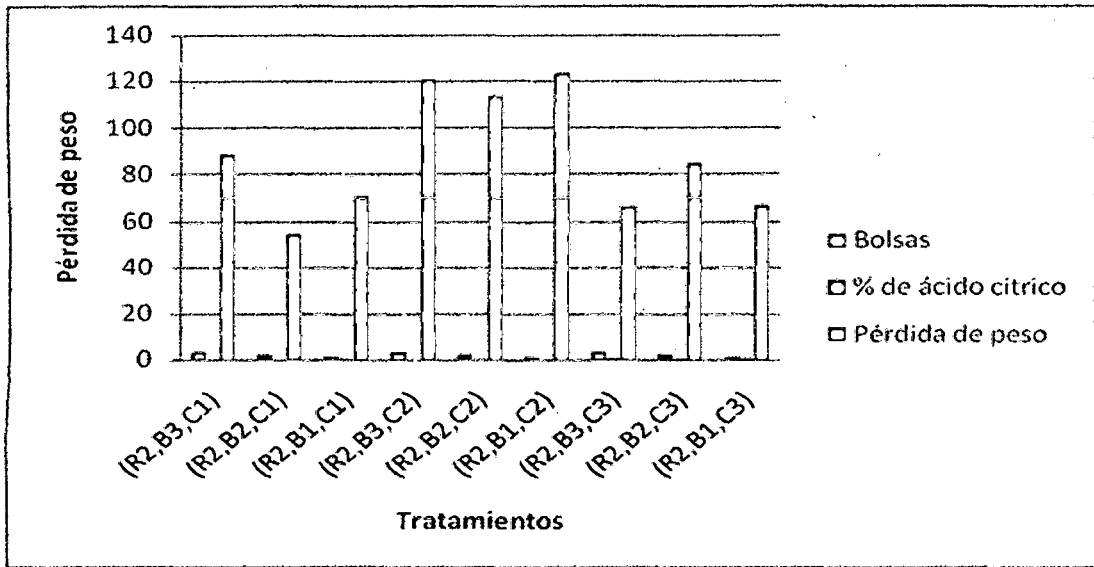


Fig. 5 Pérdida de peso de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

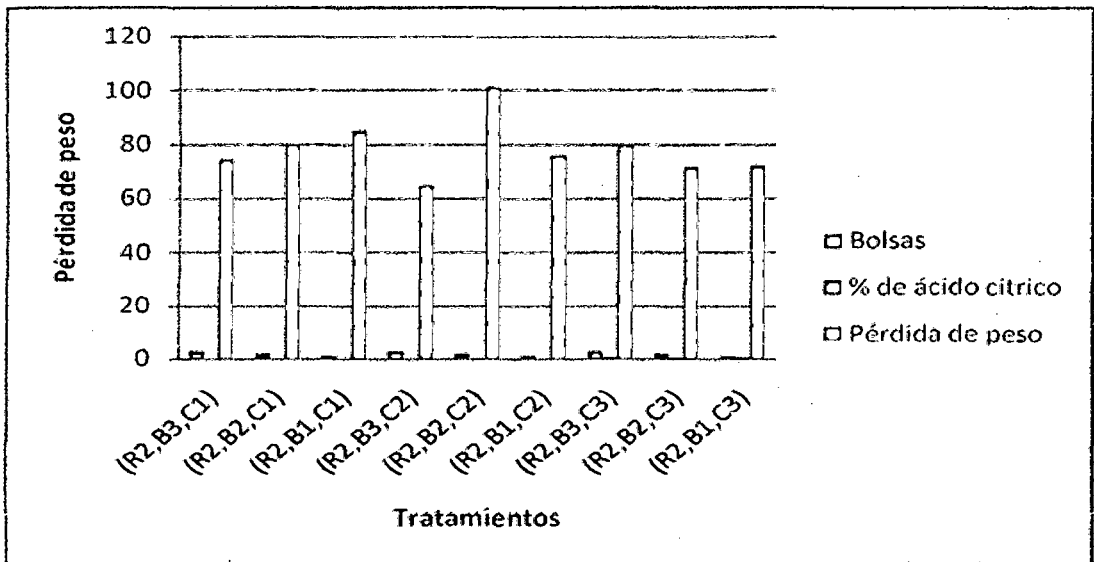


Fig. 6 Pérdida de peso de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

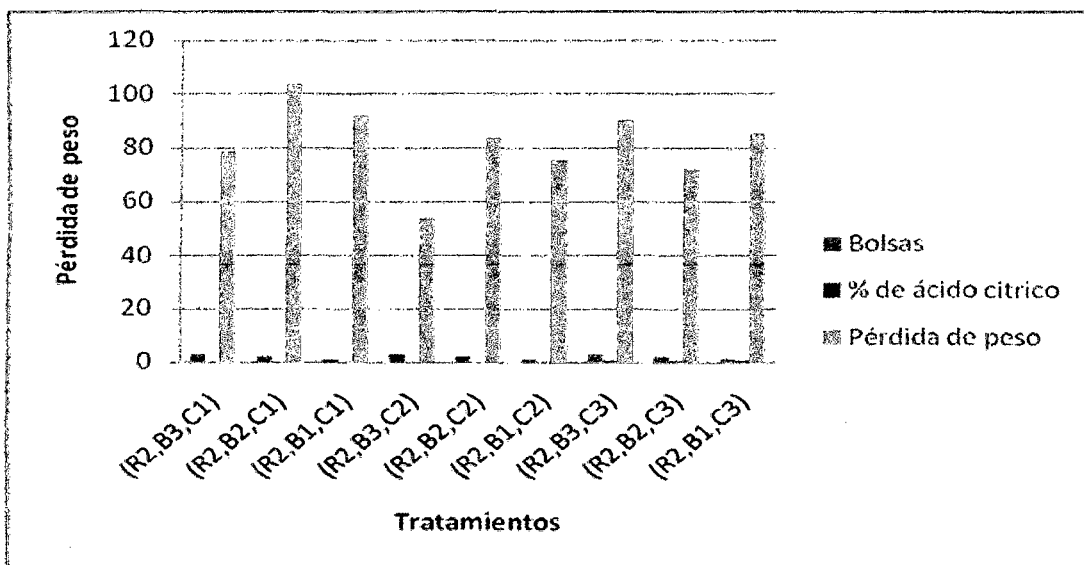


Fig. 7 Pérdida de peso de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

En vista, de la excesiva pérdida de peso que se presento en las piñas cortadas en rodajas. Se pudo apreciar que las piñas cortadas en tiras a los 3 días de almacenaje presento mayor perdida de peso en las bolsas de baja y alta densidad a distintas concentraciones de acido cítrico. Además el valor obtenido en el tratamiento con acido cítrico al 0.1% presento la menor perdida, siendo la bolsa de media densidad (R2, B2, C1) la menos afectada (Figura 5). A los 7 días de evaluación los mayores incrementos de perdida de peso se registraron en las bolsas de media densidad con acido cítrico al 0.3% (R2, B2, C2) (Figura 6). En el día 14 el incremento de perdida de peso fue mayor en la bolsa de media densidad (R2, B2, C1) (Figura 7).

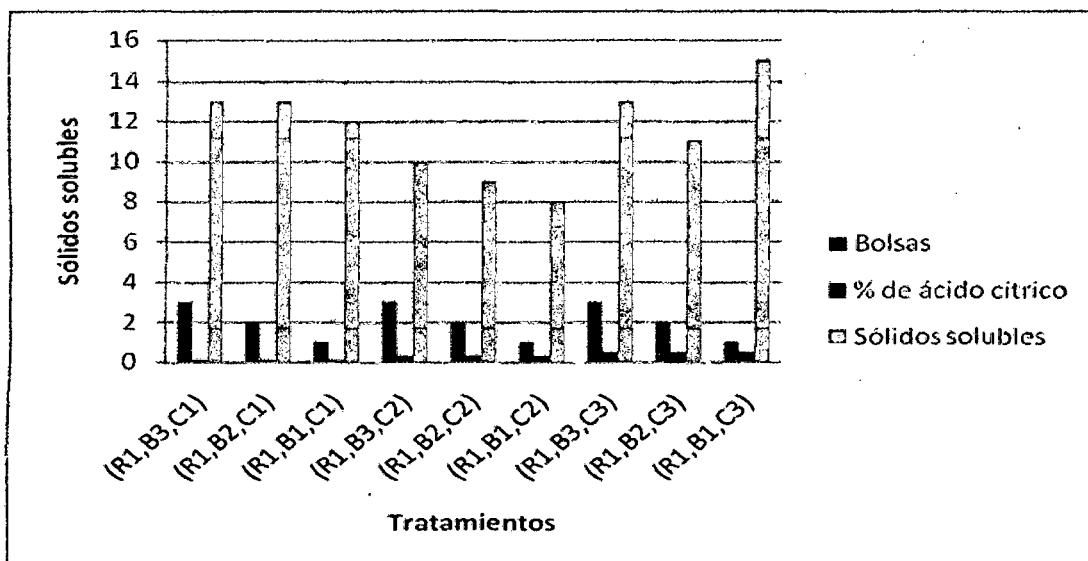


Fig. 8 Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

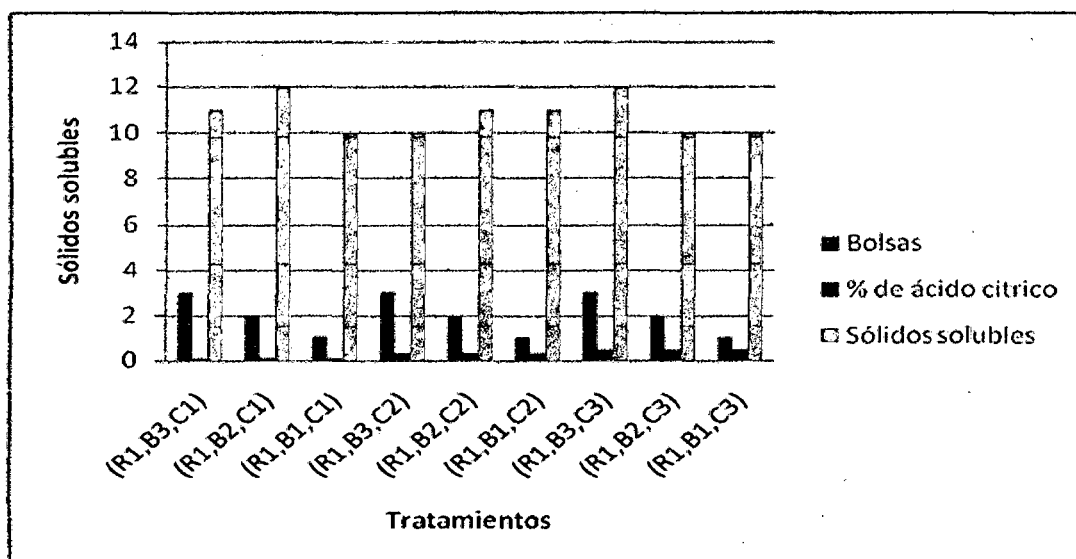


Fig. 9 Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

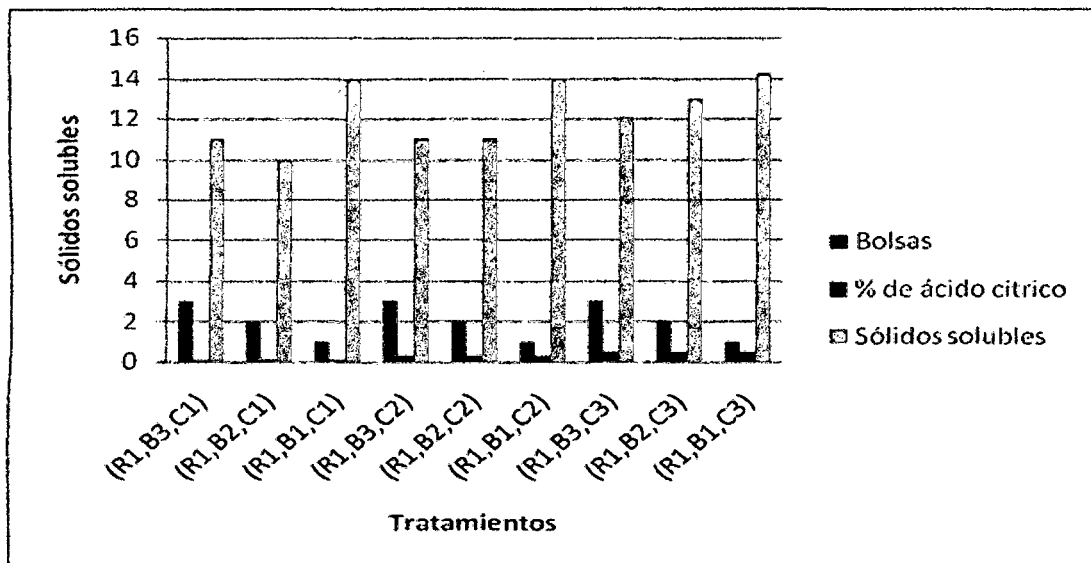


Fig. 10 Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

Las piñas cortadas en rodajas en el día 3 (Figura 8), presento niveles de sólidos solubles de 15°brix en las bolsas de baja densidad a una concentración de 0.5% (R1, B1, C3) y menor contenido de sólidos solubles en las bolsas de baja densidad a una concentración de ácido cítrico de 0.3% (R1, B1, C2); mostrando 8°brix. A partir de la evaluación del día 7 el contenido de sólidos solubles presento una estabilización de 10°brix a 12°brix en los diferentes tratamientos (Figura 9). Sin embargo a los 14 días de evaluación el contenido de sólidos solubles de las piñas cortadas en rodajas independientemente del tipo de bolsa y dosis de ácido cítrico, tendió a estabilizarse a un valor promedio de 14°brix en las bolsas de baja densidad (Figura 10).

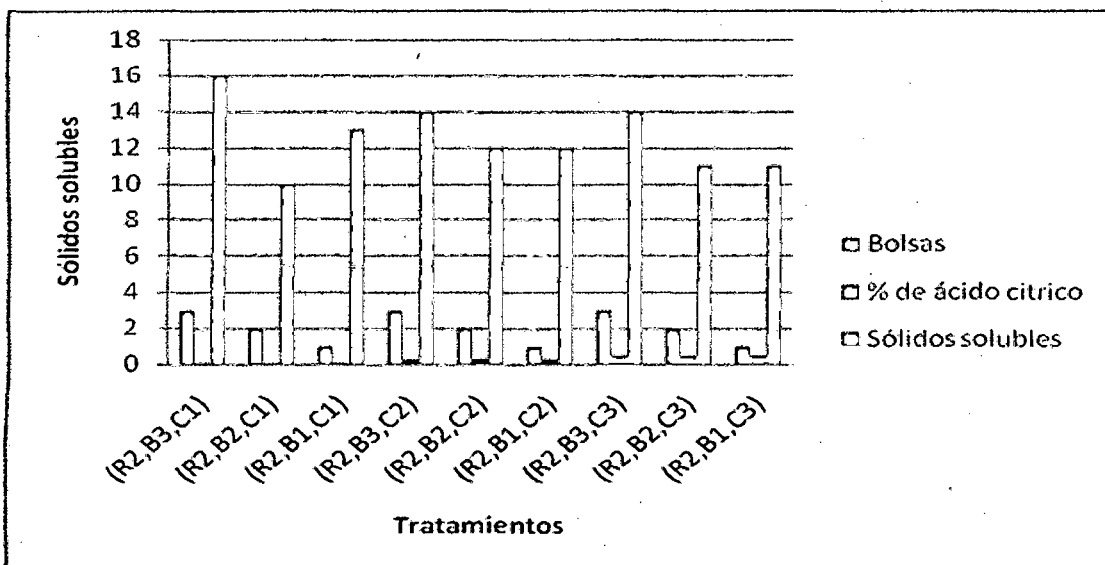


Fig. 11 Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

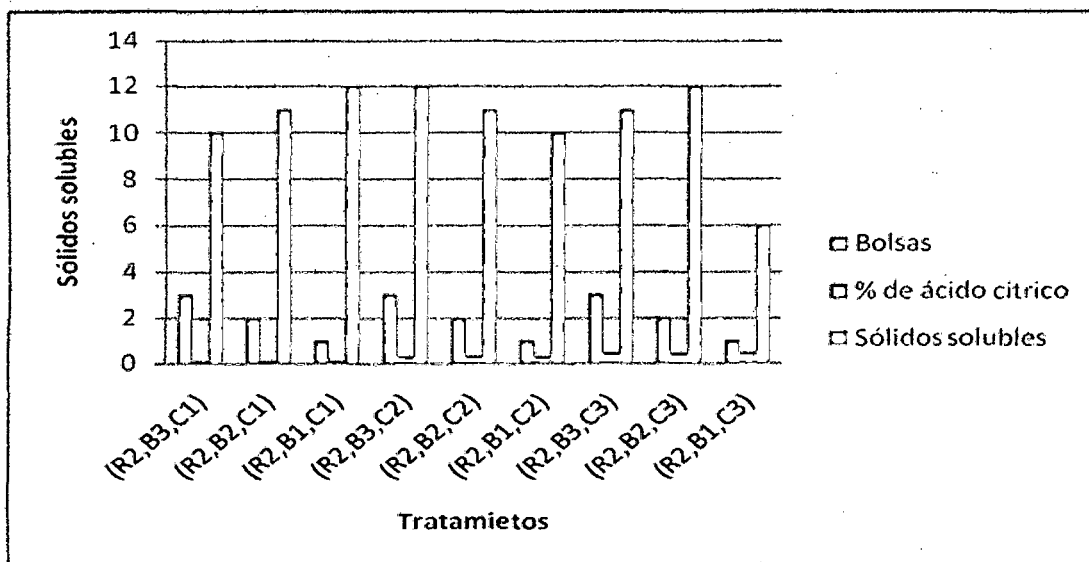


Fig. 12 Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

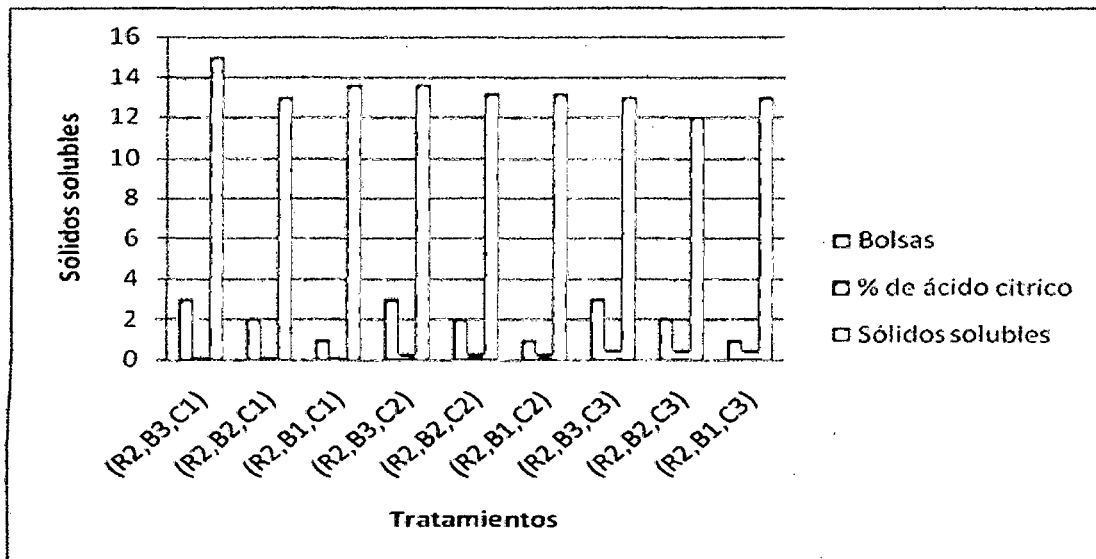


Fig. 13 Variación del contenido de Sólidos solubles de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

El tratamiento evaluado en el día 3 presento un contenido de sólidos solubles de 16 °brix (R2, B3, C1), siendo la mas elevada respecto a todos los tratamientos tanto en rodajas como en tiras (Figura 11). Al día 7 las piñas cortadas en tiras y con inmersión en ácido cítrico al 0.5% (R2, B1, C3), registro el menor descenso del contenido de sólidos solubles (Figura 12). A los 14 días el contenido de sólidos solubles se estabilizo para la mayoría de los tratamientos a un valor de 13°brix (Figura 13). Este ligero cambio de sólidos solubles, se observo también en fresas, duraznos y melones mínimamente procesadas (Watada, 1997).

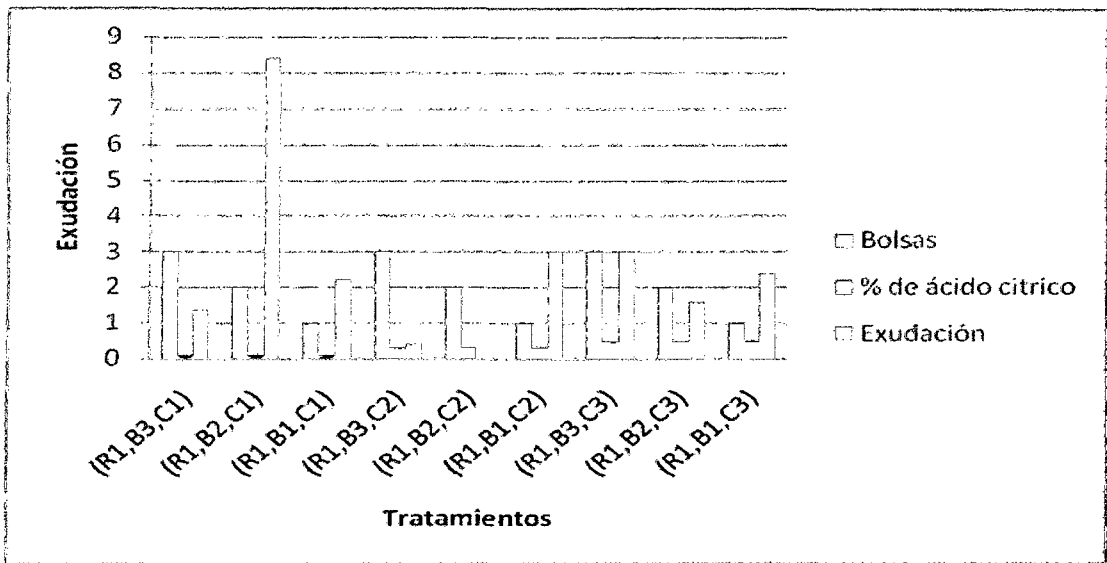


Fig. 14 Exudación de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

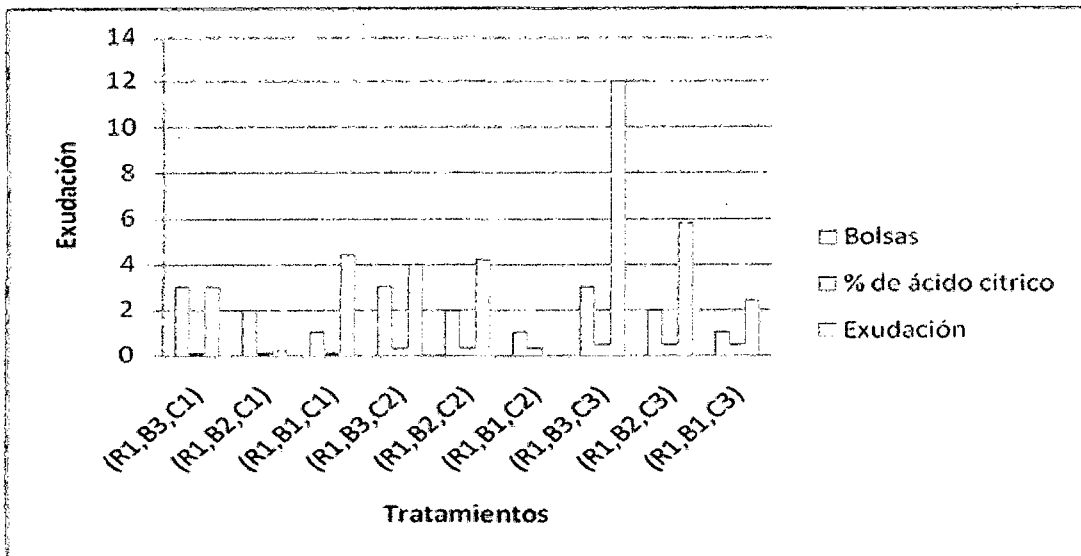


Fig. 15 Exudación de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

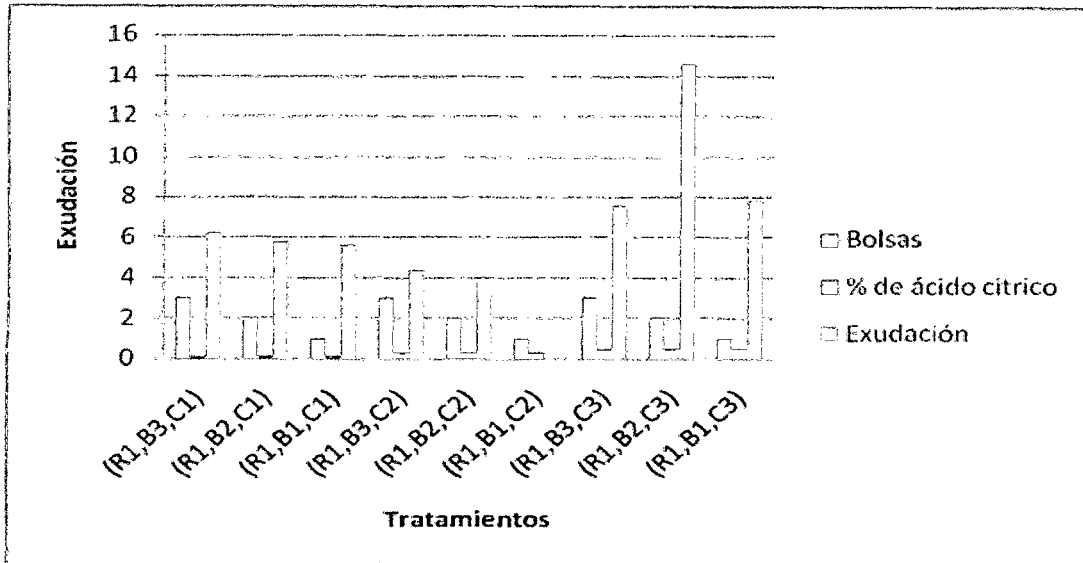


Fig. 16 Exudación de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

La evaluación a los 3 días de las piñas cortadas en rodajas muestran que las bolsas de media densidad y a una concentración de ácido cítrico al 0.1% (R1, B2, C1), mostraron una mayor liberación de fluidos celulares procedente del fruto, en comparación con los demás tratamientos (Figura 14). En el día 7 de almacenamiento la exudación del fruto fue de 12 ml en las bolsas de alta densidad (R1, B3, C3) (Figura 15), sin embargo en el día 14 hubo una liberación considerable de fluidos celulares procedentes del fruto en las bolsas de media densidad (R1, B2, C3). Esta respuesta se debe a la acción del ácido cítrico, que provocó una mayor difusión de líquido celular (Figura 16).

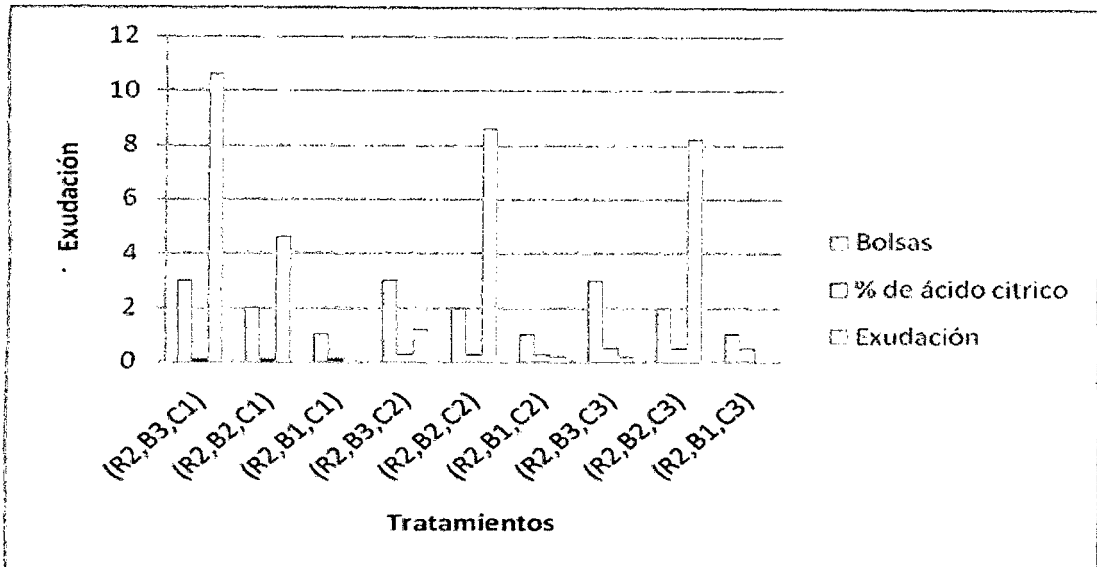


Fig. 17 Exudación de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

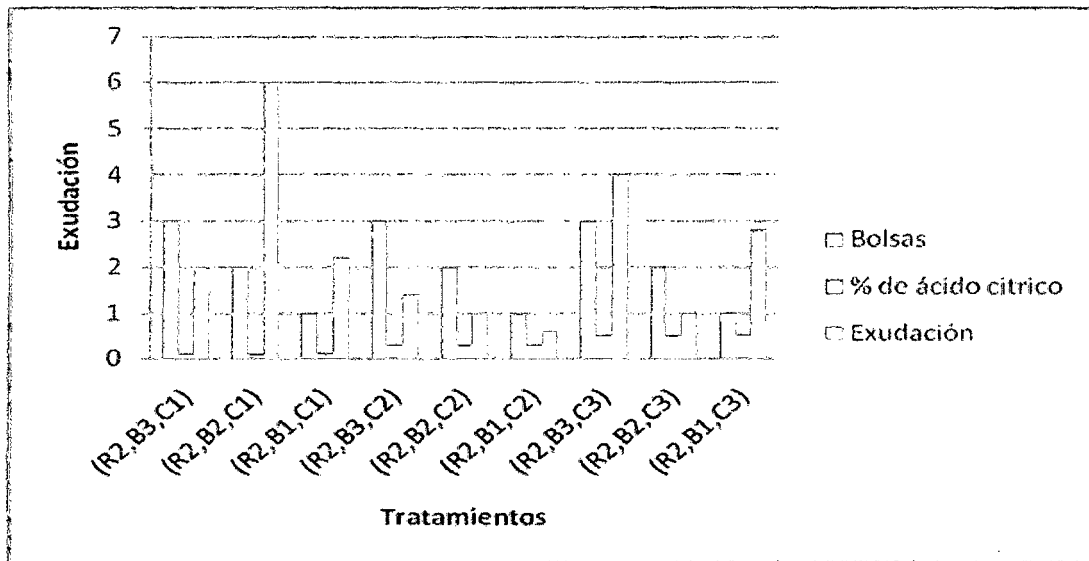


Fig. 18 Exudación de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

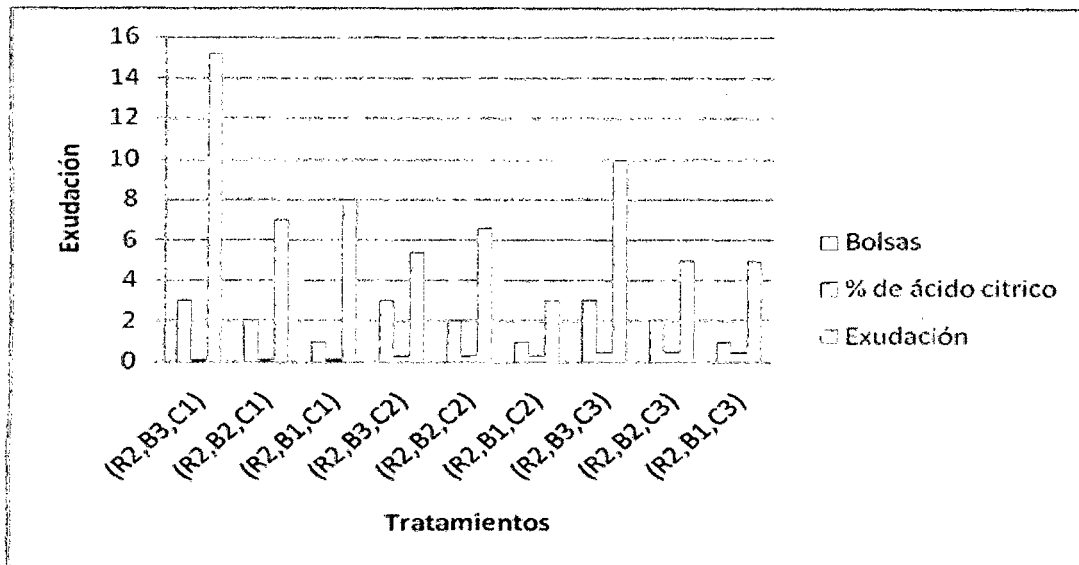


Fig. 19 Exudación de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

La exudación de las piñas cortadas en tiras se incremento considerablemente en el día 14 en las bolsas de alta densidad y a una concentración de ácido cítrico de 0.1% (R2, B3, C1), respecto a los demás días de evaluación, esta perdida de liquido por exudación no se esperaba, por que la finalidad del ácido cítrico es reducir el crecimiento microbiano durante el almacenaje (Burton, 1982). En algunos tratamientos especialmente en el día 3 algunas piñas cortadas en rodajas y tiras no pudieron ser medidas por la baja cantidad de líquido exudado.

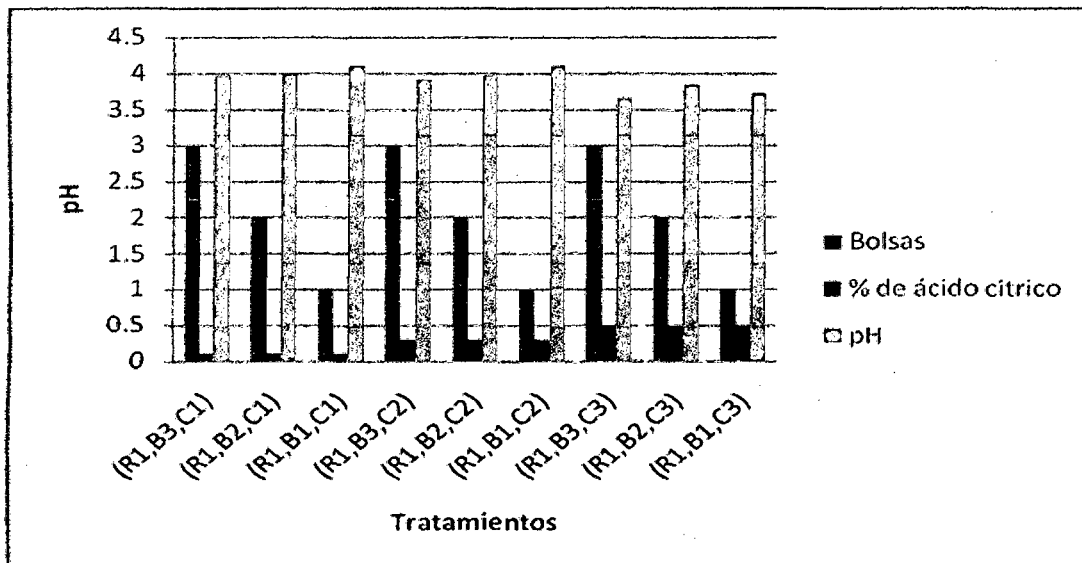


Fig. 20 Variación de pH de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

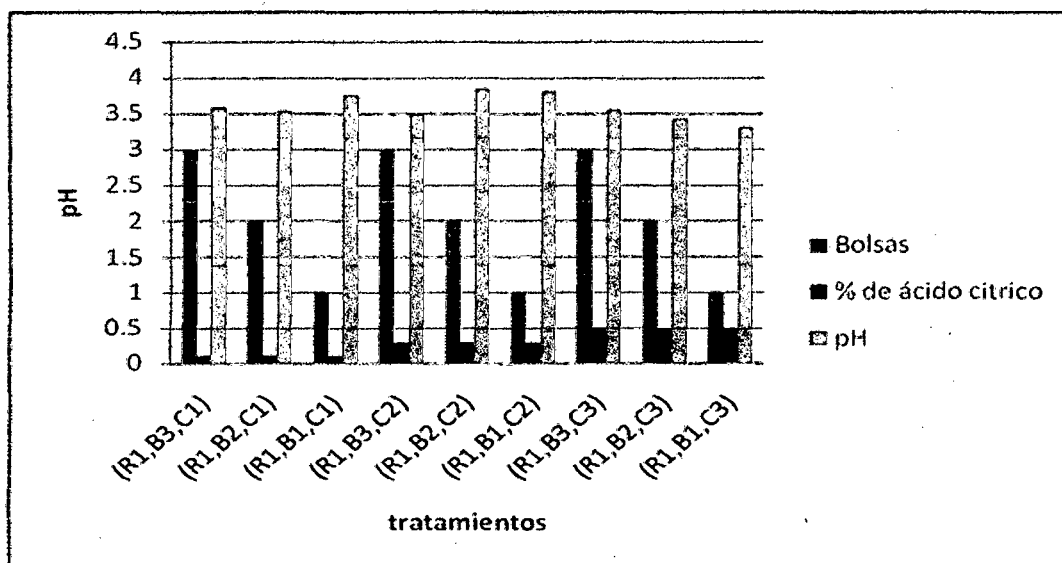


Fig. 21 Variación de pH de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

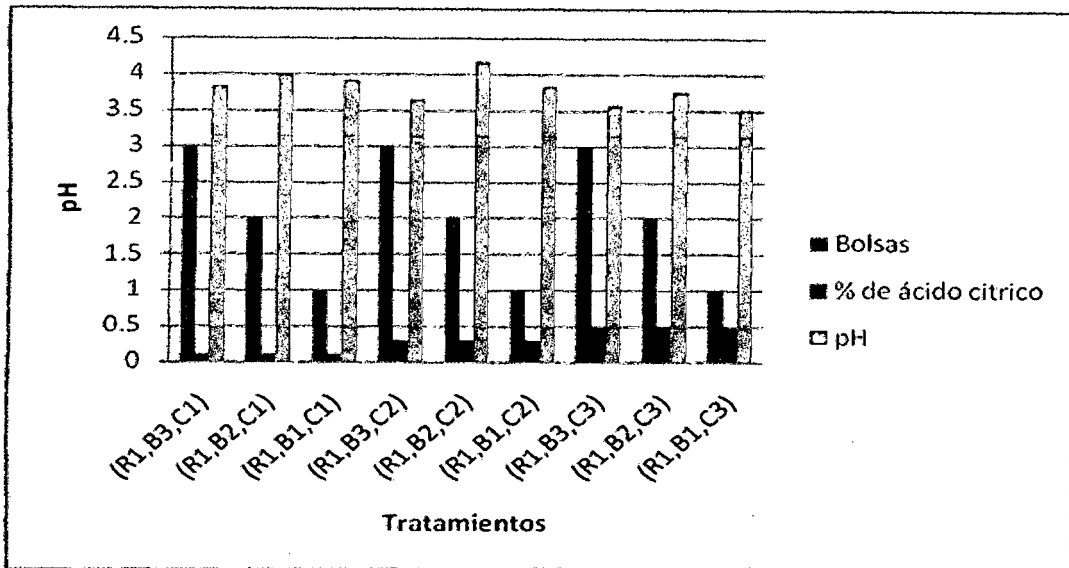


Fig. 22 Variación de pH de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

En la evaluación del día 3, las piñas cortadas en rodajas envasadas en los tres tipos de bolsas, con inmersión en ácido cítrico. Los tratamientos presentaron una ligera modificación del pH. Los tratamientos con inmersión en ácido cítrico al 0.5% mostraron un mayor descenso de este parámetro tanto en las piñas cortadas en rodajas como en tiras, estos incrementos de pH, se debe muy posiblemente a los elevados niveles de CO₂ (Kader, 1986). Las frutas envasadas en las bolsas de alta y media densidad presentaron una estabilidad casi promedio de 3.8 desde el día 3 hasta el final de la evaluación. Sin embargo a los 14 días de evaluación, las piñas cortadas en rodajas y envasadas en bolsas de baja densidad a una concentración de ácido cítrico al 0.5% (R1.B1, C3) mostraron el mayor descenso en pH con un valor de 3.5.

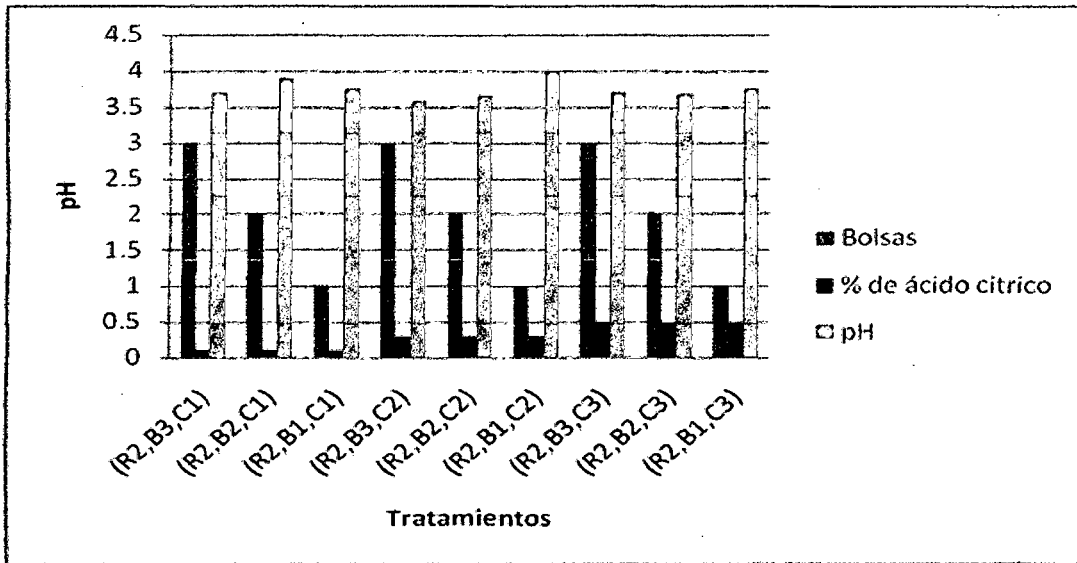


Fig. 23 Variación de pH de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

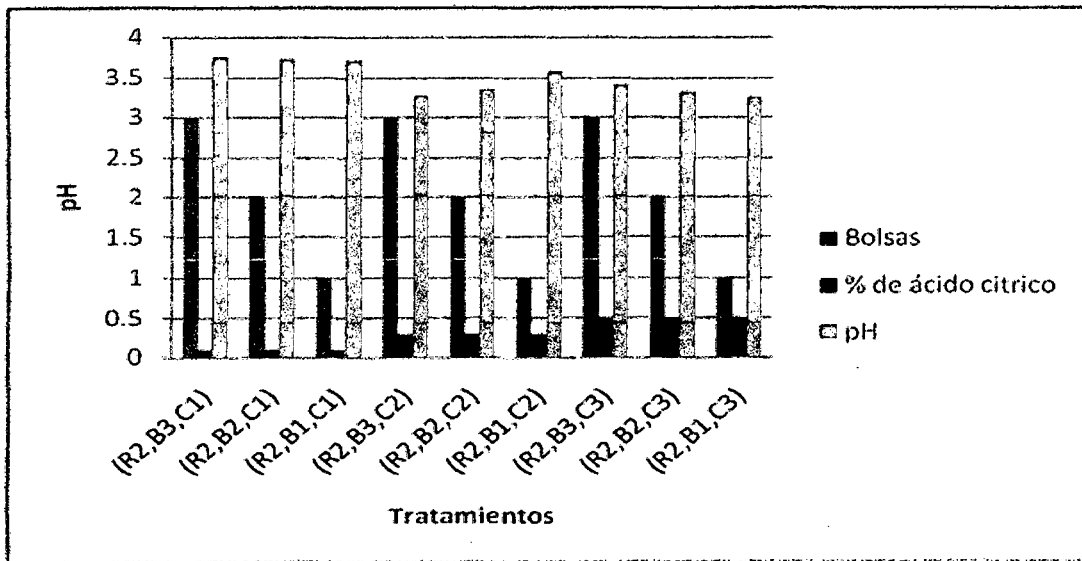


Fig. 24 Variación de pH de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

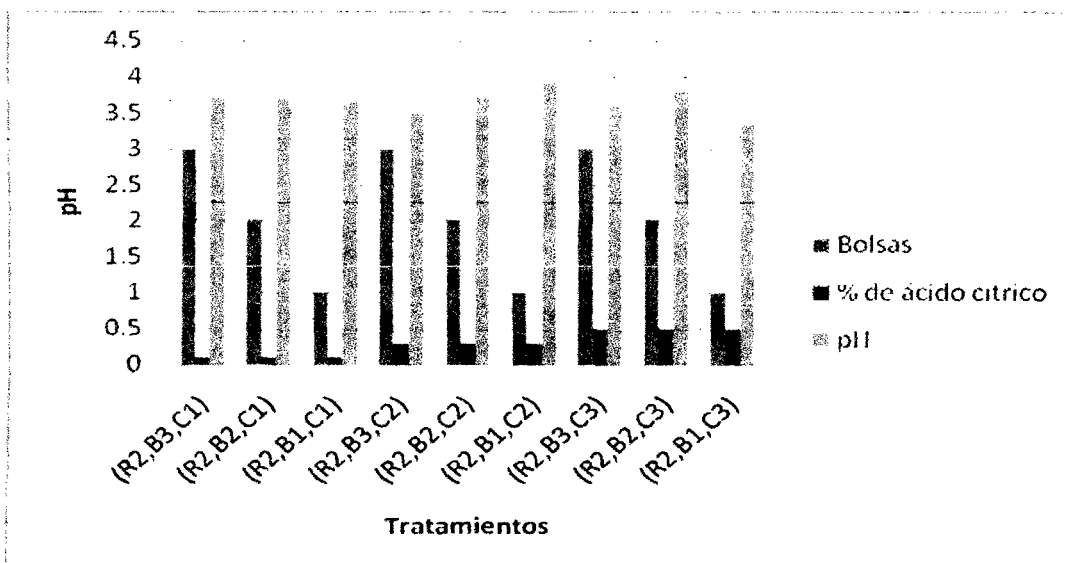


Fig. 25 Variación de pH de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

Los valores de pH en las piñas cortadas en tiras, envasadas en los tres tipos de envases y con inmersión en ácido cítrico, presentaron el mayor descenso de pH tanto para la piñas cortadas en tiras como en rodajas con un valor de 3.34, en las bolsas de baja densidad, a una concentración de 0.5% de ácido cítrico (R2, B1, C3) en el día 14.

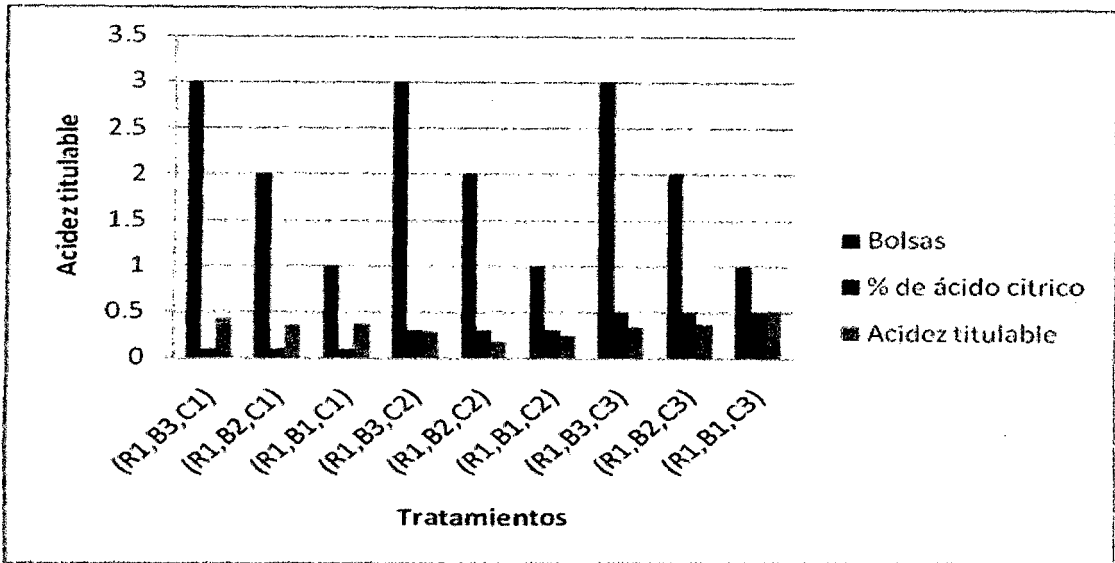


Fig. 26 Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

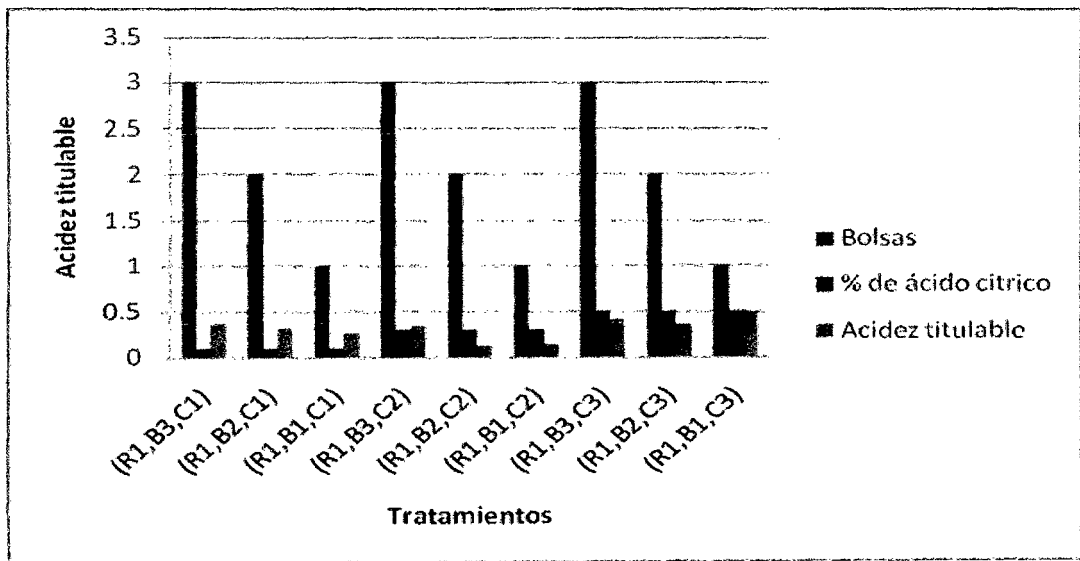


Fig. 27 Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

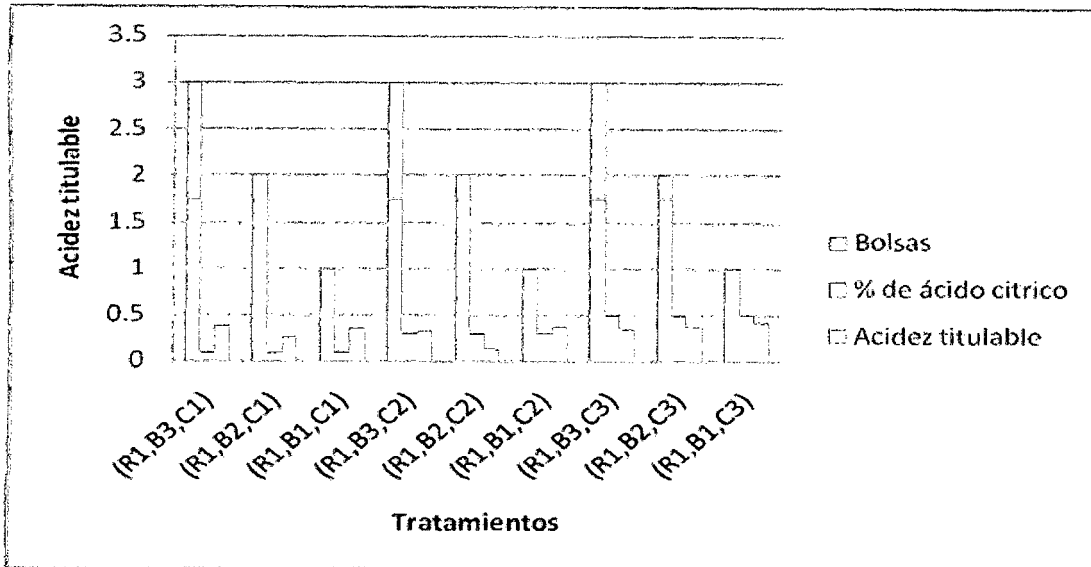


Fig. 28 Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

Los valores de acidez titulable encontrados en las piñas cortadas en rodajas durante los días de evaluación presentaron cierta diferencia en los tratamientos, observándose que las bolsas de baja densidad a una concentración de ácido cítrico de 0.5% (R1, B1, C3) de los días 3, 7 y 14 presentaron cierto incremento de la acidez mientras que en los demás tratamientos el porcentaje de acidez se mantuvo sin mucha variación. Podemos observar que la moderada acidez que presentaron los frutos de piña estuvo sujeta a variación en el proceso de maduración.

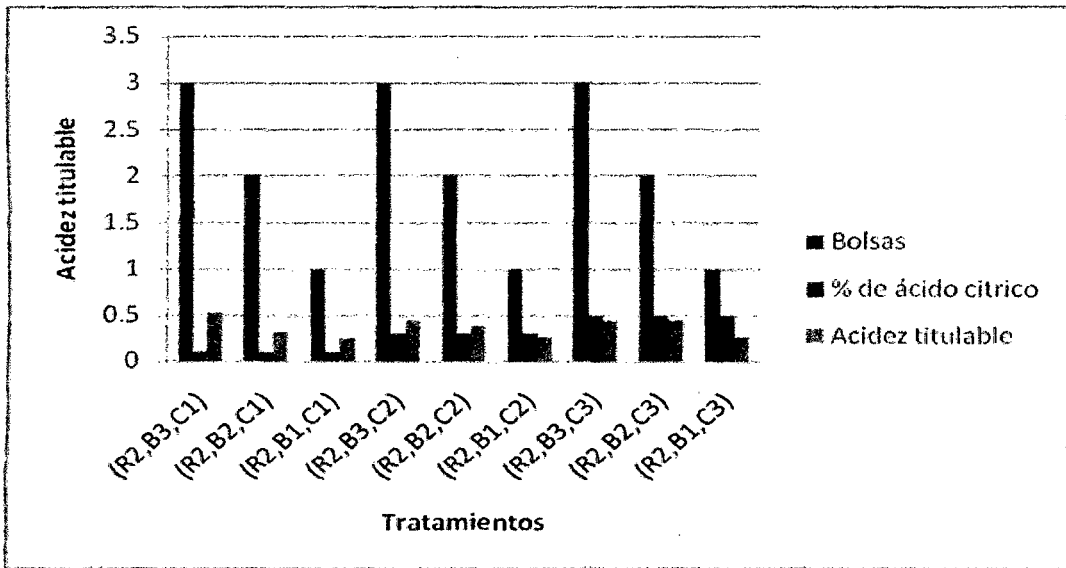


Fig. 29 Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

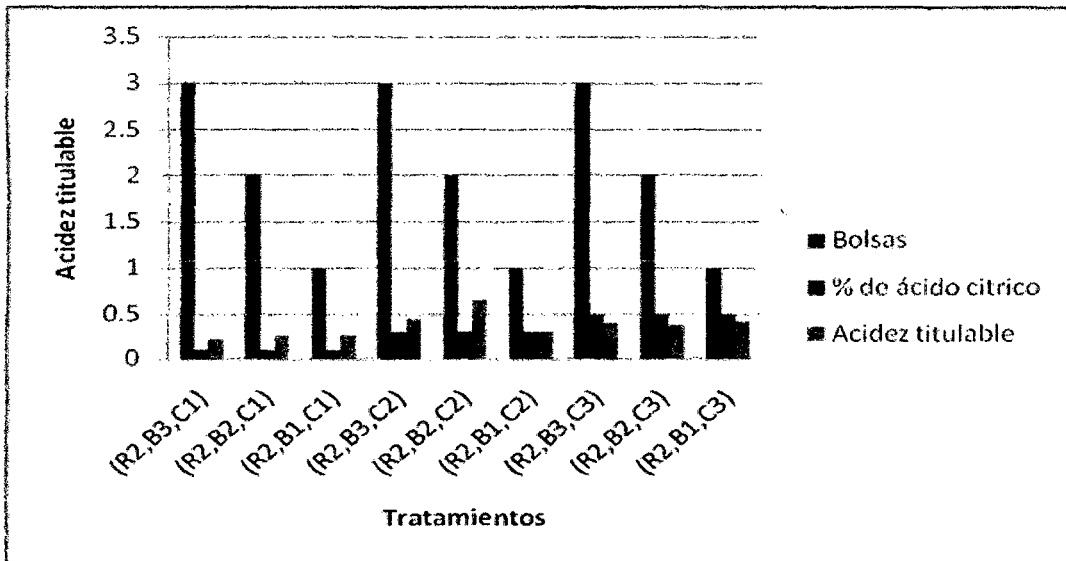


Fig. 30 Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

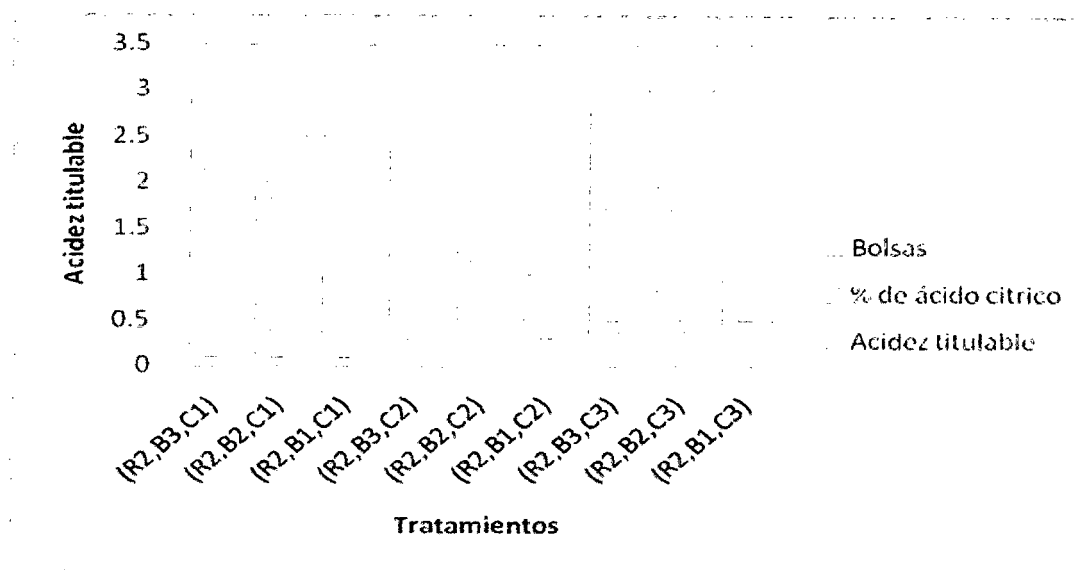


Fig. 31 Variación de la acidez titulable de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

Durante el monitoreo de la acidez en las piñas cortadas en tiras del día 7, se observó que los tratamientos de ácido cítrico al 0.3% en la bolsa de media densidad (R2, B2, C2), presentaron el mayor ascenso de acidez con respecto a los demás tratamientos, tipo de corte y días de evaluación. Sin embargo en los días 3 y 14 se observó que el contenido de acidez en algunos tratamientos era casi constante. La disminución del contenido de acidez y aumento de los sólidos solubles se debe a que la piña es una planta CAM. Éstas se caracterizan por presentar carboxilaciones separadas en el tiempo, es decir absorben el CO₂ durante la noche y realizan fotosíntesis durante el día (Kader, 1986).

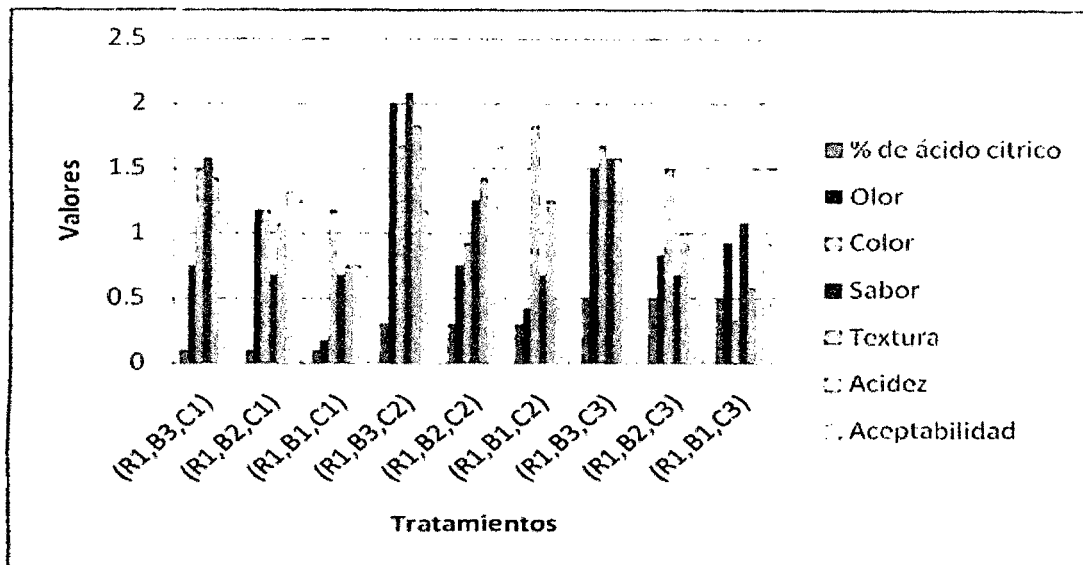


Fig. 32 Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

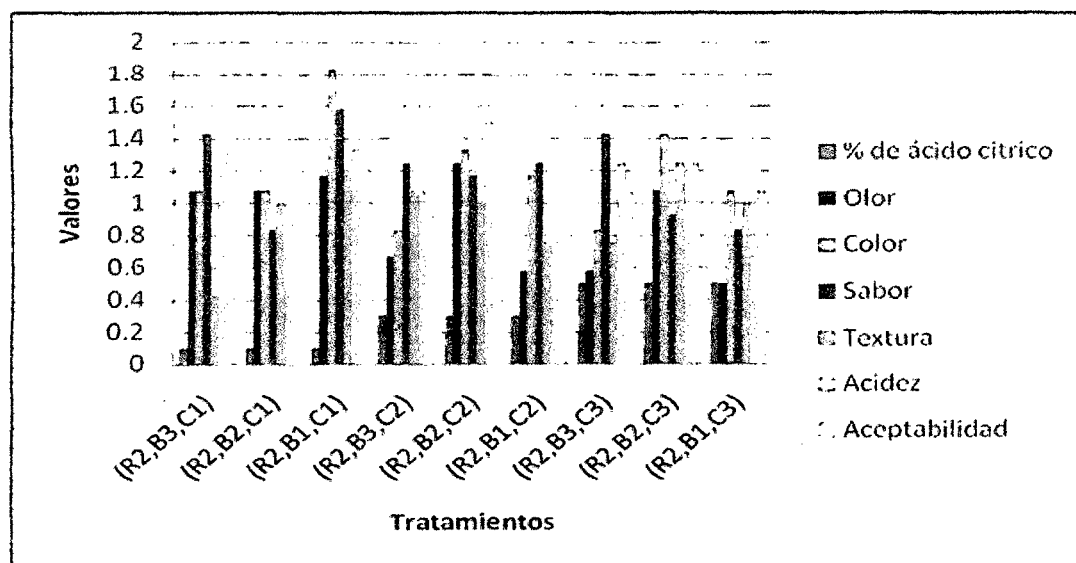


Fig. 33 Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 3 días

Olor: El olor de la piña cortada en rodajas y con inmersión en ácido cítrico en el día 3 (figura 32), mantuvo una calificación de “Me agrada mucho”, en la bolsa de alta densidad al 0.3% de ácido cítrico (R1, B3, C2) siendo la más aceptada por los panelistas. En cambio las bolsas de baja densidad y al 0.1% de ácido cítrico tuvo más rechazo. Sin embargo en las piñas cortadas en tiras (figura 33), los panelistas adjudicaron la calificación de “Me agrada poco” siendo la muestra más resaltante la (R2, B2, C2).

Color: Se observó que las piñas cortadas en rodajas presentaron el menor descenso de color en las bolsas de baja densidad y al 0.5% de ácido cítrico (R1, B1, C3) en comparación a los demás tratamientos. En los tratamientos de las piñas cortadas en tiras la bolsa de baja densidad al 0.1% de ácido cítrico presentó mayor color en comparación a los demás tratamientos.

Sabor: El sabor durante el día 3 (figura 32), de evaluación de las piñas cortadas en rodajas, mantuvo una calificación de “levemente alto”, en la bolsa de alta densidad a 0.3% de ácido cítrico (R1, B3, C2), los puntajes tanto para las piñas con corte en tiras y rodajas presentaron una calificación normal en los demás tratamientos.

Textura: En este atributo se observó desde el inicio un deterioro y pérdida de firmeza de la textura tanto en piñas cortadas en rodajas como en tiras esto se debería a la pérdida de líquido celular, favorecido por la inmersión en ácido cítrico (Castillo, 1997). Salvo la muestra (R1, B3, C2) que presentó una calificación “Me gusta ligeramente”.

Acidez: Los puntajes de la acidez tanto en piñas cortadas en rodajas como en tiras fue el mismo casi en todos los tratamientos. Sin embargo a los 3 días de almacenaje la piña cortada en tira al 0.3% de ácido cítrico, bolsa de media densidad (R2, B2, C2) fue calificada como levemente ácido.

Aceptabilidad: En la evaluación del día 3, las piñas cortadas en rodajas tuvieron mas aceptación por los panelistas que las piñas cortadas en tiras, así se pudo apreciar en el tratamiento (R1, B3, C3). Además el tratamiento a una concentración de ácido cítrico al 0.1% (R1, B1, C1) del día 3 tubo mayor rechazo por los panelistas.

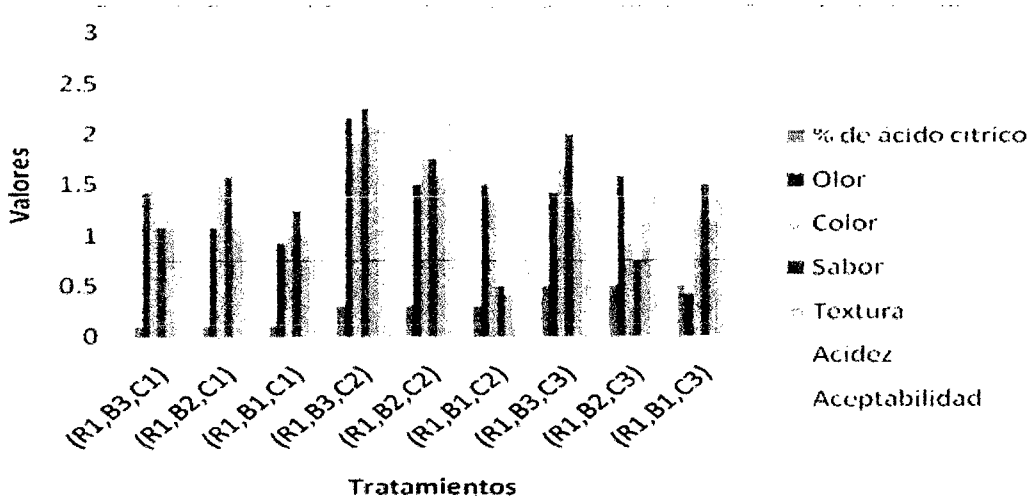


Fig. 34 Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

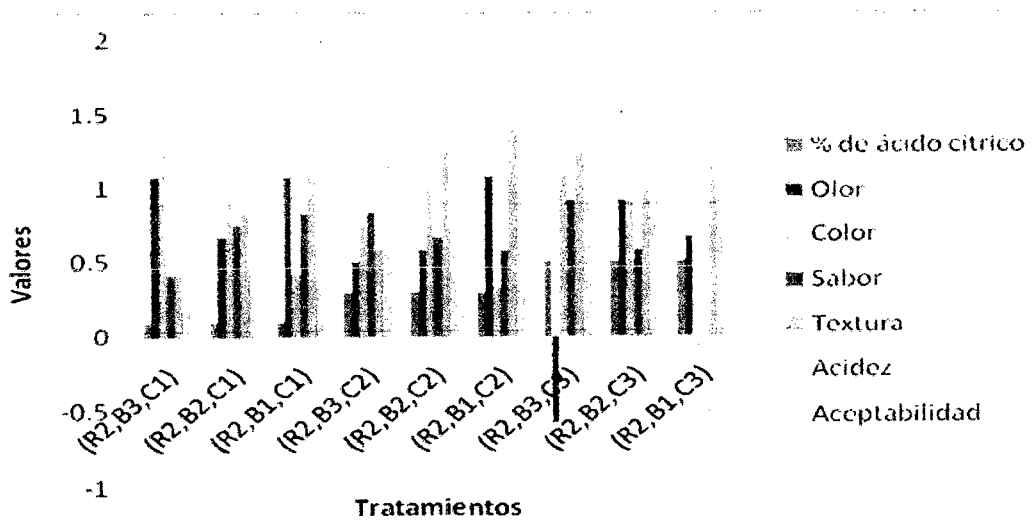


Fig. 35 Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 7 días

Olor: La piña cortada en rodajas y con inmersión en ácido cítrico en el día 7 (figura 34), mostraron la calificación más alta con respecto al día 3, en la bolsa de alta densidad al 0.3% de ácido cítrico (R1, B3, C2) siendo la más aceptada por los panelistas. En cambio en las piñas cortadas en tiras hubo un rechazo por parte de los panelistas a la muestra (R2, B3, C3).

Color: Se observó que conforme transcurren los días de evaluación, las muestras de las piñas tanto cortadas en rodajas como en tiras van mostrando cambio de color, este cambio de color observado principalmente en la bolsa de alta densidad al 0.5% de ácido cítrico, no corresponde a un pardeamiento enzimático, se debería a la difusión del líquido celular que se presentó por exudación, durante el almacenamiento (Kader, 1986).

Sabor: La evaluación del sabor en el día 7 (figura 34), de las piñas cortadas en rodajas, mantuvo una calificación de "levemente alto", en la bolsa de alta densidad a 0.3% de ácido cítrico (R1, B3, C2), y en las piñas cortadas en tiras la aceptación por los jueces fue disminuyendo considerablemente.

Textura: Como se menciona en el día 3 la textura desde un inicio mostró deterioro tanto en piñas cortadas en rodajas como en tiras, esta pérdida de textura de la fruta tiene una relación directa con la pérdida de peso (Kader, 1986). La evaluación del día 7 (figura 34), no fue la aceptación salvo la muestra (R1, B3, C2) que presentó una calificación aceptable por los panelistas "Me gusta ligeramente".

Acidez: La acidez de la fruta a los 7 (figura 34), días de evaluación para las piñas cortadas en rodajas mostraron un incremento de la acidez en las bolsas de alta densidad con 0.3% de ácido cítrico (R1, B3, C2). Sin embargo las piñas cortadas en tiras presentaron también cierto incremento como se pudo apreciar en la muestra (R2, B1, C2), lo cual se debería al área de contacto que se tuvo con la solución de ácido cítrico.

Aceptabilidad: A los 7 días de evaluación, las piñas cortadas en rodajas y tiras mostraron una calificación en la mayoría de los tratamientos de “Me gusta ligeramente”, salvo en los tratamientos (R1, B3, C2); (R1, B2, C3); (R2, B1, C2) y (R2, B2, C3) que mostraron una calificación de “Me gusta mucho”.

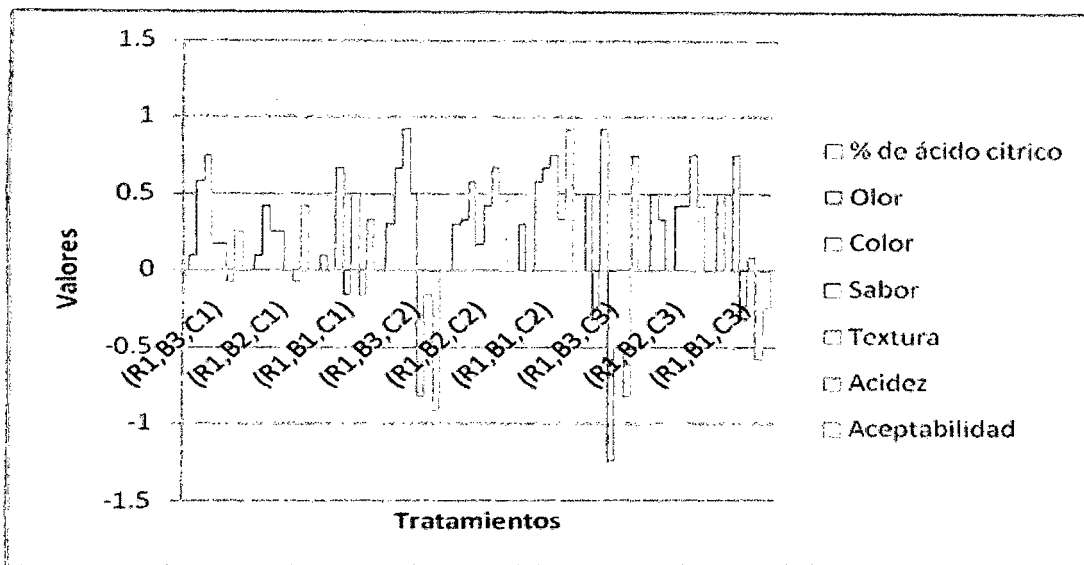


Fig. 36 Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en rodajas, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

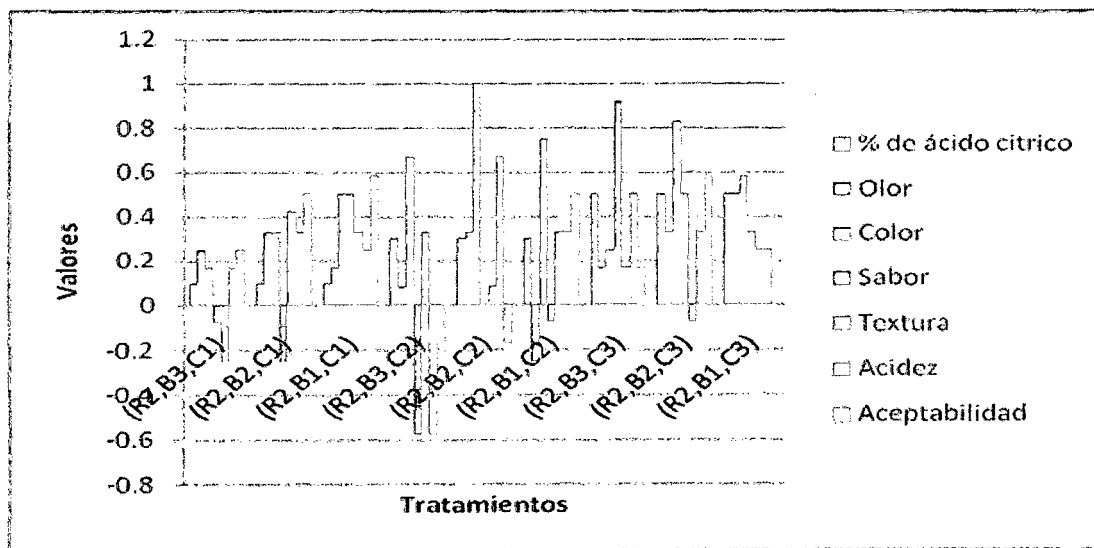


Fig. 37 Variación en la calidad y aceptabilidad sensorial de piñas cortadas en tiras, mínimamente procesadas, luego de un almacenaje de 14 días

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial de las piñas cortadas en rodajas y tiras en el día 14 de almacenaje mostraron que las características sensoriales evaluados en dicho día fueron rechazados por los panelistas enfáticamente en los tres tipos de bolsas, esta baja puntuación sensorial, se relaciona con la abundante pérdida de líquido celular. Dichos resultados demostraron que la *aceptabilidad del producto va variando según los días*, como se pudo constatar que a partir del día 14 hubo un rechazo general del producto por parte de los panelistas.

V. CONCLUSIONES

- ❖ El tipo de corte influye mucho en la vida útil del producto (Abeles, 1992). Observándose que el tipo de corte en rodajas tuvo más aceptabilidad que el tipo de corte en tiras.
- ❖ La mayor exudación se presentó en bolsas de alta densidad cuyo tipo de corte de la fruta (Piña) fue en tiras y a una concentración de ácido cítrico de 0.1% (R2, B3, C1) esta pérdida de líquido por exudación no se esperaba, porque la finalidad del ácido cítrico es reducir el crecimiento microbiano durante el almacenaje (Burton, 1982). Además el ácido cítrico provocó descenso en el pH y aumento de la acidez.
- ❖ La aceptabilidad para el consumidor de Frutas y Hortalizas mínimamente procesadas, depende principalmente de la textura y apariencia. Durante el consumo la textura se detecta antes del gusto y por lo tanto la percepción es importante (Price y Floros, 1993).
- ❖ En conclusión y según los resultados el tiempo máximo para la conservación es mayor a los 14 días. Sin embargo se observó un desarrollo de colonias de mohos y levaduras al día 14, con una población de 5×10^4 ufc/g y 7×10^3 ufc/g respectivamente.
- ❖ Los microorganismos es uno de los factores más importantes que afectan a las frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Los microorganismos pueden afectar de forma adversa tanto a la calidad sensorial como a la seguridad de estos productos.
- ❖ Uno de los métodos para controlar los cambios deseables producidos por microorganismos y enzimas en la muestra, es mantener a bajas temperaturas durante el almacenamiento y comercialización ($1-4^{\circ}\text{C}$) (Abeles, 1992).

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Los resultados obtenidos a lo largo de las evaluaciones nos permiten hacer las siguientes recomendaciones sobre la conservación por mínimo proceso de la piña (Ananás comosus), en rodajas y tiras. Para trabajos futuros se recomienda utilizar bolsas de Media densidad, con tipo de corte en rodajas y una concentración de ácido cítrico al 0.5%.
- ❖ Se recomienda almacenar los frutos de piña por mínimo proceso a una temperatura de (1-4°C), ya que conserva y alarga la vida del producto unas semanas más.
- ❖ El agua es una importante fuente de patógenos, en consecuencia, únicamente se debe utilizar agua de alta calidad higiénica para el lavado.
- ❖ Minimizar las lesiones producidas por el pelado y el cortado así como por cualquier otra operación de reducción de tamaño.
- ❖ Identificación de una atmósfera modificada óptima que lentifique la senescencia, la actividad enzimática y el crecimiento microbiano pero que no desencadene el metabolismo anaeróbico (esta identificación debe estudiarse para cada producto).

VII. BIBLIOGRAFIA

1. **ANON** (1989). "Technology International Fruit Word I". pp 194 – 207 Aeschengraben 16, basel Switzerland.
2. **ABELES, B. MORGAN, P** (1992). "Salve it Ethylene in plant biology". Ed. Academic. San Diego.
3. **BURTON, W. G.** (1982). "Postharvest physiology of food crops". Longmam. London.
4. **BOLIN, H. and HUXSOLL, C.** (1991). "Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce". Journal of food Science.
5. **BRECHT, J.** (1995). " Physiology of lightly processed fruit vegetables". HortSci. 30(1): 18 – 21.
6. **BERRANG, M.E, RE BRACKETT, AND L. R. BEUCHAT** (1989). "Growth of Liseria Monicytogenes on fresh vegetables Stored under a controlled atmosthere. J. Food prot. 52 : 702 – 705
7. **BOLIN, H; STAFFORD, A; KING, A. AND HUXOLL** (1997). "Factors affecting the storage stability of shred lettuce. Journal of food Science.
8. **CODEXALIMENTARIUS.** (2004). "normas de calidad de la piña", normas de la piña (en línea) 1: 1-5 Disponible en ITF (www.codexalimentarius.net).
9. **COLLINS, J.L.** (1949). "History, taxonomy and culture of the pineapple". Economic Botany 3(4): 335 p.
10. **COLLINS, J. L.**(1960). "The pineapple". Leonard Hill. London. 294.
11. **COVECA.** (2002). "Comisión veracruzana de comercialización agropecuaria". Gobierno del Estado de Veracruz, México .303 p.
12. **DULL G.G** (1986). "Mondestructive evaluation of quality of stored fruits and vegetables". Food Technology.
13. **DULL, G. G.** (1971) "The pineapple": general. In: A. C. Hulme (ed.), The biochemistry of fruits and their products, Academic Press, New York. vol. 2: p. 303-324.

14. **FAO.** (2004). "Statistical database". Tropical foods commodity notes (en línea) 1: 1-8 Disponible en ITF (www.fao.org)
15. **FAO.** (2002). Procesamiento de Frutas y Hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala. Chile.
16. **GAWAD H. A. AND GAWAD K. Y.** (1997). "Handling responses of fresh – cut apples. In: controlled atmosphere research Conferences. University of California. pp. 13 – 18.
17. **GORRIS Y PEPPELENBOS.** (1999). "Nuevas experiencias en la IV Gama. Hortofruticultura.
18. **HURST, W** (1995). "Sanitation of lightly processed fruits and vegetables- HortSci. 30(1): 22- 24
19. **KADER, A. A.** (1998). Postharvest Technology Research and Information Center Department of Pomology, University of California, Davis, CA .Paw. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality.
20. **KADER, A.** (2002). Potential for improving quality and extending postharvest life of stone fruits by genetic manipulation. p. 58-60. Segundo Seminario Internacional en Mejoramiento Genético de Frutales de Carozo. Actualizaciones en mejoramiento genético y postcosecha y su relación con el mercado. Santiago, Chile, 12 y 13 de noviembre de 2002. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
21. **LOPEZ M. y MORENO J.** (1994). "IV Gama en España. Hortofruticultura" 3: 33 – 35.
22. **LOPEZ, A** (1997). "Complete course in canning". Vol. III Baltimore: The canning trade.
23. **PÉREZ, C.** (1997). "Evaluación del Efecto de Cinco Dosis de Etefon (Ethrel) en la Inducción de Floración en piña (*Ananas comusus*, Merr)", pp. 88.
24. **PÉREZ, C.** (1999). "Manejo Agronómico del Cultivo de Piña para la Exportación", Seminario sobre Fitosanidad en el Cultivo de Piña. Proyecto OIRSA-VIFINEX, Panamá, pp. 10.
25. **PRETELT DE, P. E.; PÉREZ, C.; GRATACOS, N.** (1994). "Buenas Prácticas de Cultivo en Piña". Proyecto OIRSA – VIFINEX. pp 44.
26. **PURSEGLOVE, J. W.** (1968). "Tropical crops: Monocotyledons", Vol. 1. John Wiley & Sons. New York. 334 p.

27. **PY, C. Y M. TISSEAU.** (1969). "La piña tropical". Ed. Blumé. Barcelona. 278.
28. **PRICE, J. and FLOROS, J.** (1993). "Quality decline in minimally processed fruit and vegetables" 405 – 427.
29. **SARH.** (1994). Uriza A.D., Rebolledo M.A., Mendez R.Z., Moreno J.D., Montesinos J.J y Mosqueda V.R."Manual de producción de piña para Veracruz y Oaxaca: Bajo Papaloapan". 405p.
30. **SALVEIT, Jr** (1996). "Wounded – induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce". *Physiol. Plant.* 76 : 412 – 418.
31. **SCHILMME, D. V.** (1990). "Personal Communications", University of Maryland, college park, MD.

VIII. ANEXOS

FICHA DE ENCUESTA PARA DETERMINAR LA PREFERENCIA DE LOS PANELISTAS

Formato de evaluación sensorial: prueba afectiva

MÉTODO ESCALA HEDONICA DE 7 PUNTOS

Pautas Para Evolución Sensorial

ESCALA	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	ACIDEZ
Me gusta muchísimo					
Me gusta mucho					
Me gusta ligeramente					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta mucho					
Me disgusta muchísimo					

EVALUACIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN.

Marque con una (X), en el lugar que indique su opinión acerca de cada muestra.

CÓDIGO	XY	XZ	YZ
ESCALA			
Me gusta muchísimo			
Me gusta mucho			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta muchísimo			

OBESERVACIONES:.....

Diseño de un plan HACCP para el proceso de Conservación por mínimo Proceso de la Piña (*Ananas comosus*), en rodajas y tiras.

El Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos conocido como HACCP es un método sistemático, preventivo, dirigido a la identificación, evaluación y control de los peligros asociados con las materias primas, ingredientes, procesos, comercialización y su uso por el consumidor, a fin de garantizar la inocuidad del alimento. El objetivo de este estudio fue diseñar un plan HACCP para su implementación en el proceso de elaboración de queso tipo Gouda en una industria de productos lácteos. La metodología empleada está basada en la aplicación de los siete principios del HACCP, la información obtenida en la planta respecto al cumplimiento de los prerrequisitos (70-80%), la experiencia del equipo HACCP y la secuencia señalada en la norma COVENIN 3802 para la implementación del sistema HACCP. Se elaboró un plan HACCP que contiene: el alcance, la selección del equipo HACCP, la descripción del producto y su uso, el diagrama de flujo del proceso, el análisis de peligros y la tabla de control del plan con los puntos críticos de control (PCC). Los PCC hallados fueron pasteurización, coagulación y maduración.

INTRODUCCION.

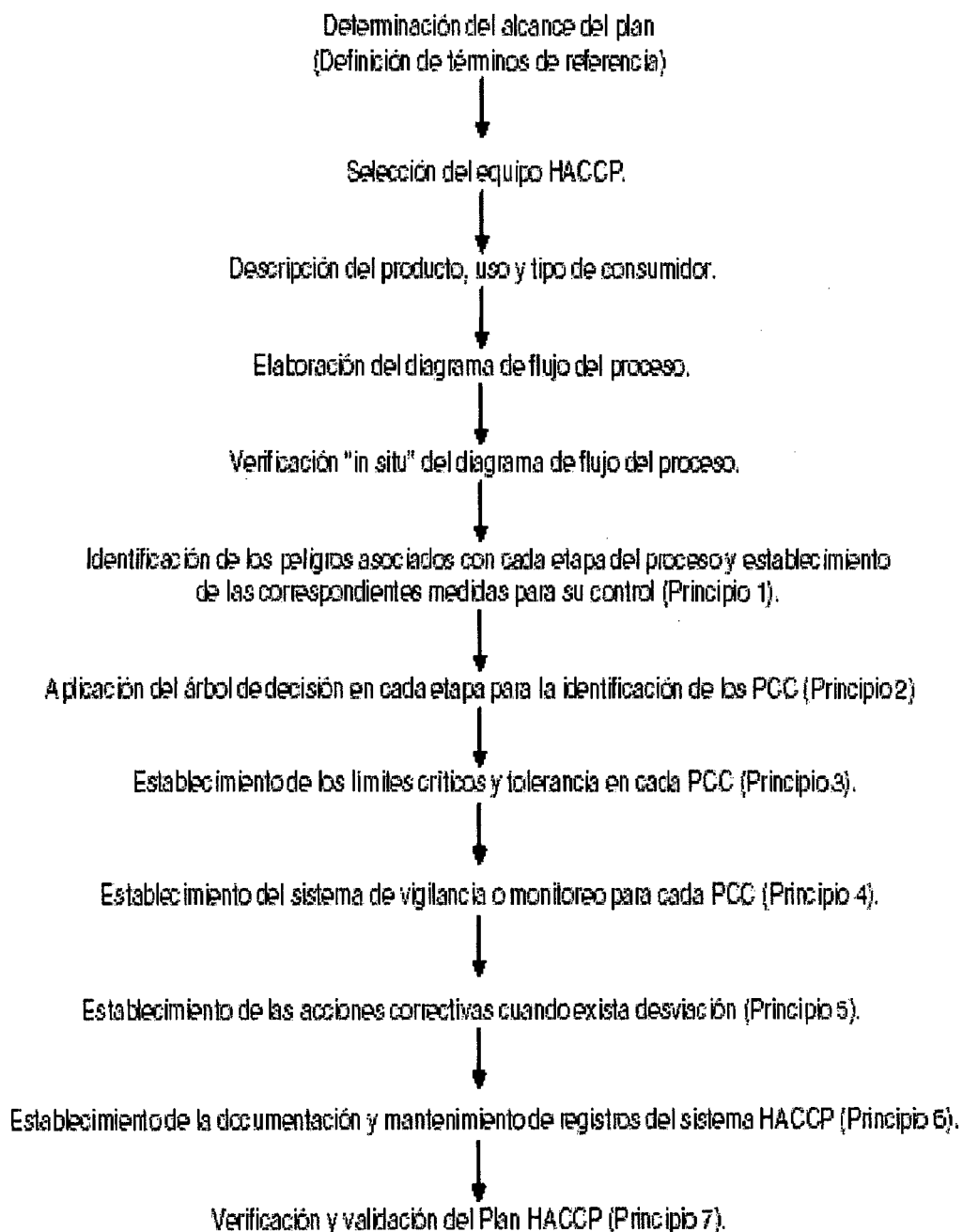
El Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos conocido como HACCP es un método sistemático, dirigido a la identificación, evaluación y control de los peligros asociados con las materias primas, ingredientes, procesos, ambiente, comercialización y su uso por el consumidor, a fin de garantizar la inocuidad del alimento. Este sistema de carácter preventivo está enfocado hacia el control de las etapas críticas para la inocuidad del alimento a diferencia del control tradicional que se basa en la inspección de las instalaciones y el análisis del producto final. El sistema HACCP es un documento formal que contiene básicamente dos componentes: el análisis de peligros y el plan HACCP, basado en los principios del HACCP. En la tabla de control del plan HACCP se presentan todos los detalles de las etapas del proceso donde existen puntos críticos de control (PCC), la

identificación de los peligros significativos asociados a cada PCC, los límites críticos, los procedimientos de vigilancia o monitoreo, la frecuencia de dicha vigilancia, la acción correctiva cuando exista alguna desviación y la persona responsable de cada etapa. La aplicación de un sistema HACCP es de gran importancia para la industria de alimentos y en particular para los alimentos de la cuarta gama para reducir las pérdidas y para generar confianza en el consumidor por la producción de alimentos mínimamente procesado y de calidad consistente.

MATERIALES Y METODOS

Se analizó el proceso **para la Conservación por mínimo Proceso de la Piña (*Ananas comosus*), en rodajas y tiras**. Realizado en la planta piloto de la facultad de Ingeniería Agroindustrial. Para el diseño del plan HACCP se aplicaron los siete principios establecidos (Figura 1). Utilizando el diagrama de flujo como guía (Figura 2), se identificaron todos los peligros potenciales biológicos, químicos y físicos que eran razonables de prever en cada etapa del proceso, se efectuó un análisis de peligros para determinar y justificar si el peligro identificado era significativo para la inocuidad del alimento y finalmente mediante la aplicación del árbol de decisión (Figura 3) se determinó si la etapa en estudio era o no un PCC.

FIGURA 1. Secuencia lógica para la implementación de un sistema HACCP



Fuente: COVENIN (2002)

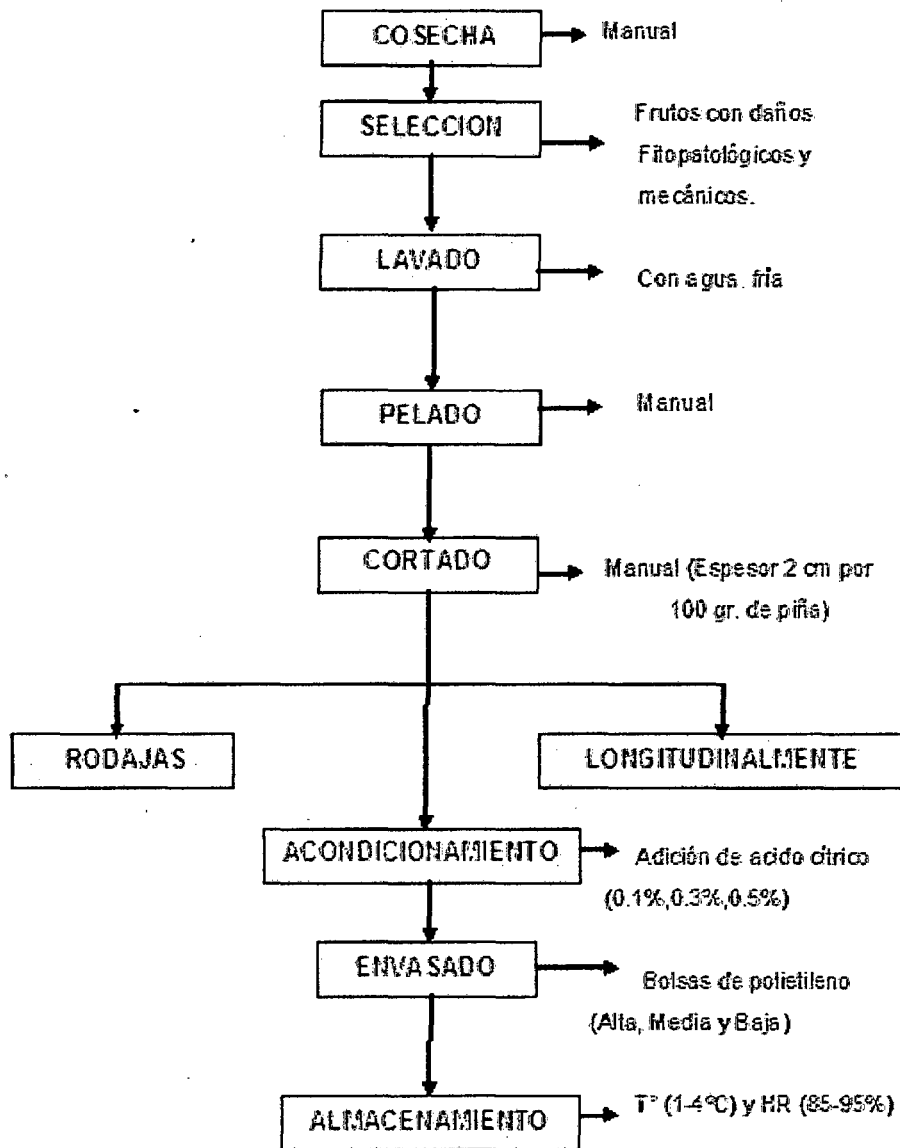
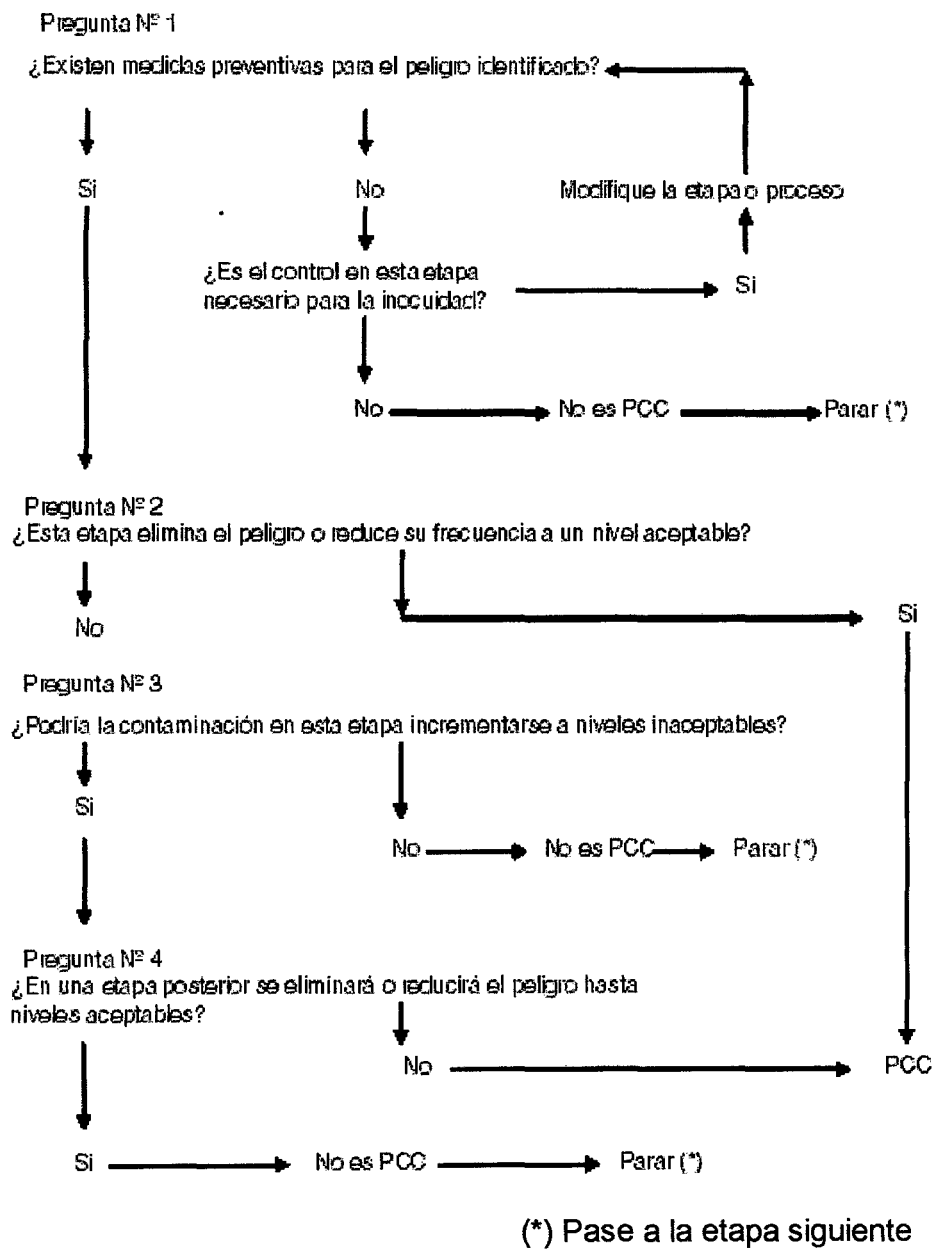


FIGURA N° 02: flujograma para la conservación por mínimo proceso de la piña (Ananás comosus), en rodajas y tiras.

FIGURA 3. Árbol de decisión para identificar los PCC



Fuente: COVENIN (2002)

Luego de identificar los PCC en el proceso de Conservación por mínimo Proceso de la Piña (*Ananas comosus*), en rodajas y tiras, se fijaron los límites críticos en cada PCC y la tolerancia de los mismos, quedando establecidos así, los niveles de referencias u operacionales que son más rigurosos que los límites críticos. Los límites críticos representan algún parámetro de rápida y fácil medición (temperatura, tiempo, humedad, pH, aw, análisis químicos, observaciones visuales del producto, entre otros), que además permitan obtener una respuesta oportuna, técnica y económicamente factible para garantizar la inocuidad del producto.

RESULTADOS

Luego de evaluar la efectividad higiénica de la planta en relación con el cumplimiento de las BPF y POES (prerrequisitos del plan HACCP) por lo menos en un 70% (estudio previo), se procedió a seguir la secuencia de las etapas señaladas en la Fig. 1, para la implementación de un plan HACCP.

Análisis de peligros

En la Tabla 1, se visualizan los posibles peligros físicos, químicos y microbiológicos, las medidas de control para cada peligro identificado y los PCC obtenidos siguiendo la secuencia de preguntas del "árbol de decisión". Con la información obtenida se completó el plan HACCP.

Plan HACCP

En la Tabla 2 se presenta la carta resumen del plan HACCP, indicando los PCC y los límites críticos correspondientes. No se consideran los puntos de control, sino como fallas higiénicas en equipos, manipuladores y ambiente, las cuales deben ser corregidas antes de aplicar un plan. Se hallaron los siguientes PCC: cortado, acondicionamiento, envasado y almacenamiento.

Tabla 01: Análisis de los peligros e identificación de los PCC según la técnica del árbol de decisión

Etapa del proceso	Peligros potenciales	¿Es este peligro significativo para la inocuidad del producto?	Justifique su decisión	Medidas de control de los peligros	PCC
Cosecha (manual)	Contaminación por manipulación incorrecta	SI	Mal información durante la cosecha y manipulación	Transporte adecuado y manipulación correcta durante la cosecha	NO
Selección	Frutos con daños patológicos y mecánicos.	SI	La piña debe permanecer libre de daños.	Piñas seleccionadas sin ningún daño para facilitar el trabajo	NO
Lavado (agua fría)	Contaminación debido al agua usada y limpieza deficiente de equipos.	SI	Fallas durante el lavado pueden producir ETA.	Limpieza efectiva	NO
Pelado (manual)	Contaminación de la fruta de la piña al momento del pelado	SI	Los microorganismos presentes en los equipos pueden ocasionar ETA, pero su presencia se puede controlar con las BPF.	Vigilancia y control del medio ambiente	NO
Cortado (manual en forma de tiras y rodajas)	Contaminación por utensilios, manipuladores y ambiente	SI	La presencia de microorganismos en equipos y personal puede producir ETA.	Realizar previamente una efectiva limpieza de los equipos de corte	SI
Acondicionamiento (ácido cítrico al 0.1%, 0.3% y 0.5%)	Contaminación por deficiente limpieza de los equipos durante la adición de ácido cítrico.	SI	La presencia de microorganismos en equipos y personal puede producir ETA.	Vigilancia y control durante el acondicionamiento de ácido cítrico y buenas prácticas de fabricación	SI
Envasado (bolsas de alta, media y baja densidad)	Contaminación del producto antes del envasado a través de los manipuladores y medio ambiente y falla en la aplicación del vacío.	SI	Los microorganismos transportados por los manipuladores pueden producir ETA y la aplicación del vacío y sellado inhibe el crecimiento de microorganismos.	Vigilancia y control del medio ambiente y correcta aplicación del vacío durante el sellado	SI
Almacenamiento (T° 1-4°C y HR 85 – 95%)	Crecimiento de microorganismos patógenos por falla de la refrigeración.	SI	La refrigeración retarda el crecimiento de la mayoría de los microorganismos patógenos.	Control de la temperatura durante el almacenamiento	SI

Tabla 02: Plan HACCP para la Conservación por mínimo Proceso de la Piña (*Ananas comosus*), en rodajas y tiras

PCC	Peligros significativos	Límites críticos	Monitoreo				Acciones correctivas	Verificación	Registro
			Qué	Cómo	Frecuencia	Quién			
Acondicionamiento	Deficiencia en la calidad del producto mínimamente conservado	Controlar el tiempo sumergido (30 seg), de las rodajas y tiras en el ácido cítrico.	Tiempo sumergido	Registrado en un cronometro	En cada muestra	Supervisor de la línea de proceso (tesista)	Repetir la muestra si el tiempo sumergido sobrepasa los 30 segundos	Revisión durante el acondicionamiento	Registro del tiempo y preparación del conservante
Cortado	Contaminación durante el tipo de corte	verificar el filo del cuchillo y la dirección de corte	Tipo y dirección de corte	Apuntar los tipos de cortes que se realizan	En cada muestra	Supervisor de corte (tesista)	Revisar si el cuchillo esta bien afilado	Revisar durante el corte si se producen daños	Registro de la dirección de corte de la piña
Envasado	Deficiencia en la calidad del sellado de las bolsas	Controlar la presión durante el sellado	Presión del envasado	Adecuado uso del equipo al vacío	En cada envase	Supervisor de envasado (tesista)	Repetir el sellado del envase si pasa de la presión establecida	Revisión durante el sellado	Registro de inspección de cada muestra envasada
Almacenamiento	Crecimiento de microorganismos por una refrigeración inadecuada	Controlar la temperatura de almacenamiento (T° 1-4°C y HR 85 – 95%)	Temperatura y humedad relativa	Vigilando la temperatura y humedad relativa	Al inicio y final de cada día	Supervisor de almacenamiento (tesista)	Revisar si el congelador esta en funcionamiento adecuado	Revisión diaria	Registro de las temperaturas de almacenamiento

DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se aprecia que los peligros están desde la cosecha, transporte y almacenamiento o contaminación con patógenos por deficiente limpieza de los equipos a utilizar, del medio ambiente. El hecho de que los prerrequisitos se estén cumpliendo en la planta antes de implementar el sistema HACCP, permite disponer de un plan con la menor cantidad posible de PCC facilitando su implementación y control. En la Tabla 2 se observan los siguientes PCC: acondicionamiento, envasado y almacenamiento. Los productos minimamente deben permanecer refrigerada a una temperatura de 1-4°C.

CONCLUSIONES

El análisis de peligros para el proceso de **Conservación por mínimo Proceso de la Piña (*Ananas comosus*), en rodajas y tiras**, arrojó que los peligros biológicos son los que principalmente afectan la inocuidad del producto final. En la tabla de control del plan HACCP se indican los PCC, los límites críticos, los procedimientos de vigilancia, las acciones correctivas, los registros y los procedimientos de verificación (comprobación) lo que facilitará el control en esta línea de producción. Los PCC hallados fueron: cortado, acondicionamiento, envasado y almacenamiento.

PELADO DE LAS PIÑAS



MUESTRAS SUMERGIDAS EN ACIDO CITRICO



**MUESTRAS DE PIÑA (ANANAS COMOSUS), EN RODAJAS Y TIRAS
MINIMAMENTE DURANTE EL ALMACENAMIENTO**

