

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO EN LA VIDA
POSCOSECHA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola*) ECOTIPO
CUMBE”

Presentado por:

FREDY OMAR DE LA CRUZ GONZÁLES

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú
2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO EN LA VIDA POSCOSECHA DE
CHIRIMOYA (*Annona cherimola*) ECOTIPO CUMBE”**

Presentado Por:

FREDY OMAR DE LA CRUZ GONZÁLES

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Julio Toledo Hevia
PRESIDENTE

.....
Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
PATROCINADOR

.....
Ing. Mg. Sc. Marlene Aguilar Hernández
MIEMBRO

.....
Ing. Guillermo Parodi Macedo
MIEMBRO

Lima - Perú

2015

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN:	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA:	10
2.1. La chirimoya	10
2.1.1. Origen de la chirimoya	10
2.1.2. Taxonomía	10
2.1.3. Variedades cultivadas	10
2.1.4. Características generales	11
2.2. Demanda de la chirimoya	12
2.2.1. Mercado externo	12
2.2.2. Mercado interno	12
2.3. Índices de cosecha de la chirimoya	12
2.4. Fisiología poscosecha del fruto	13
2.4.1. Respiración	13
2.4.2. Producción de etileno	14
2.5. Almacenamiento en frío	15
2.6. Índices de madurez	17
2.6.1. Porcentaje de sólidos solubles (%SS)	17
2.6.2. Acidez titulable	18
2.6.3. Pérdida de peso	19
2.7. Desórdenes fisiológicos en almacenamiento de chirimoya	19
2.7.1. Principales síntomas producidos por el daño por frío	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS:	22
3.1. Ubicación	22
3.2. Características de los frutos seleccionados	22
3.3. Procedimiento	22
3.3.1. Recolección	22
3.3.2. Limpieza	22
3.3.3. Almacenamiento	22
3.3.4. Análisis estadístico	23

3.3.5. Evaluaciones	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Pérdida de peso (%).....	26
4.2. Calidad interna.....	32
4.2.1. Sólidos solubles (%)	32
4.2.2. Acidez titulable expresado en función de ácido cítrico (%)	33
4.2.3. Materia seca en pulpa (%MS).....	35
V. CONCLUSIONES.....	37
VI. RECOMENDACIONES.....	38
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Descripción de los tratamientos de almacenamiento empleados en frutos de chirimoya ecotipo Cumbe.	23
CUADRO 2: Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la pérdida de peso (%) en chirimoya ecotipo Cumbe.	26
CUADRO 3: Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre el porcentaje de sólidos solubles (%) en frutos de chirimoya ecotipo Cumbe.	32
CUADRO 4: Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la acidez titulable (%) en frutos de chirimoya ecotipo Cumbe.....	34
CUADRO 5: Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la concentración materia seca de pulpa (%) en chirimoya ecotipo Cumbe.	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Tasa de respiración ($\text{mLCO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) y producción de etileno ($\mu\text{LC}_2\text{H}_4 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) durante la maduración de chirimoyas variedad ‘Concha Lisa’ (Manríquez, 2010).	14
GRÁFICO 2: Apariencia externa e interna de frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento por 7 días	29
GRÁFICO 3: Apariencia externa e interna de frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento por 14 días	30
GRÁFICO 4: Apariencia externa e interna de frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento por 21 días	31
GRÁFICO 5: Evolución en la pérdida de peso en frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento.....	32
GRÁFICO 6: Evolución del porcentaje de sólidos solubles en frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento.	33
GRÁFICO 7: Evolución del porcentaje de acidez titulable en frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento.....	34
GRÁFICO 8: Evolución del porcentaje de materia seca en frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento.....	36

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 1: Tratamiento al medio ambiente a los 7 días de almacenamiento.....	26
FOTO 2: Tratamiento al medio ambiente a los 7 días de almacenamiento.....	27
FOTO 3: Tratamiento 7°C a los 14 días de almacenamiento.....	27
FOTO 4: Tratamiento 7°C a los 14 días de almacenamiento.....	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Análisis estadístico para la concentración de acidez titulable en frutos de chirimoya sometidos a 4 tratamientos durante un período de 7,14 y 21 días de almacenamiento	43
ANEXO 2: Análisis estadístico para el porcentaje de pérdida de peso en frutos de chirimoya sometidos a 4 tratamientos durante un período de 7,14 y 21 días de almacenamiento	45
ANEXO 3: Análisis estadístico para la concentración de sólidos solubles en frutos de chirimoya sometidos a 4 tratamientos durante un período de 7,14 y 21 días de almacenamiento	47
ANEXO 4: Análisis estadístico para la concentración de materia seca de pulpa en frutos de chirimoya sometidos a 4 tratamientos durante un período de 7,14 y 21 días de almacenamiento	49
ANEXO 5: Registro fotográfico de la zona de producción – valle de Cumbe.....	51

RESUMEN:

El objetivo de este ensayo fue determinar la temperatura óptima de almacenamiento para frutos de chirimoya ecotipo Cumbe. Para lo cual los frutos fueron expuestos a períodos de almacenamientos de 7, 14 y 21 días. Este ensayo se realizó bajo condiciones del laboratorio de poscosecha e instalaciones del programa de investigación en hortalizas de la facultad de agronomía de la UNALM. Se empleó el diseño completo al azar (DCA) con cuatro tratamientos, los cuales fueron: Tratamiento 1 (Medio ambiente), Tratamiento 2 (10°C), Tratamiento 3 (12°C) y Tratamiento 4 (7°C), asimismo se contó con unidades experimentales de 3 frutos de chirimoya. Se usaron frutos provenientes de predios ubicados en el valle de Cumbe – provincia de Huarochirí, los cuales se caracterizan por un manejo agronómico tradicional en cuanto a riego por gravedad, cosecha manual, poda y fertilización. Cabe señalar que el manejo poscosecha de los frutos en la zona, genera muchos daños debido a golpes y magulladuras durante el traslado desde la chacra hacia el área de acopio y posterior transporte mediante camión hacia los mercados de Lima. Con los resultados de este ensayo se determinó que las temperaturas de almacenamiento mostraron con un $\alpha = 0.05$ tener el mismo efecto sobre las características internas como son: Concentración de sólidos solubles, acidez titulable y materia seca de pulpa. De otro lado las características externas como porcentaje de pérdida de peso, evidenció un mayor valor en los frutos expuestos al medio ambiente. Esta condición se observó a los 7 días de almacenamiento refrigerado. Asimismo los frutos sometidos al medio ambiente lograron una completa maduración a los 3 días posteriores a la cosecha. Se concluye que los frutos de chirimoya sometidos a 10°C durante un período de 7 días presentan una mejor calidad externa e interna en cuanto a color de cáscara y consistencia de pulpa, en comparación con los demás tratamientos. Asimismo se observó que frutos expuestos a 7°C presentaron daño por frío, el cual se manifestó por el pardeamiento en la cáscara y oscurecimiento en la pulpa. De otro lado, cabe mencionar a la época de cosecha, las condiciones climáticas, el predio de origen de los frutos, el grado de daño mecánico al momento de la cosecha y el transporte hacia el mercado de Lima, como factores que influyen sobre la vida pos recolección de los frutos. Se recomienda mejorar las técnicas de cosecha en la zona, con el objetivo de reducir los daños mecánicos y acondicionar las jabas para el transporte de los frutos, además de realizar investigaciones sobre métodos más eficientes que logren extender la vida poscosecha de los frutos, como por ejemplo el uso de atmósferas modificadas o coberturas vegetales.

Palabras Clave: Chirimoya, Cumbe, Poscosecha, Temperatura, Almacenamiento, Pérdida de peso, Sólidos solubles, Acidez titulable, Materia seca.

I. INTRODUCCIÓN:

La chirimoya es una fruta de origen subtropical, la cual se caracteriza por poseer cualidades organolépticas (aroma, sabor y textura) y propiedades nutritivas relacionadas con sus aportes de vitaminas y hierro que la hacen merecedora de un lugar preferencial en el mercado nacional e internacional.

Las condiciones climáticas y geográficas del Perú permiten obtener frutos de gran calidad que no han podido ser igualados en sabor a los producidos en otros países como España, Chile y el sur de Estados Unidos. En el Perú se cuenta con aproximadamente 3 611 ha cultivadas, de las cuales 1 300 ha se cultivan en el departamento de Lima, concentrándose la producción en el valle de San Mateo de Otao perteneciente a la provincia de Huarochirí, de donde es originaria la chirimoya ecotipo Cumbe.

En la actualidad se viene desarrollando una corriente europea y norteamericana que favorece el consumo de frutas exóticas provenientes de países tropicales y subtropicales, esta tendencia mundial hace que los frutos de chirimoya tengan una mayor demanda en el mercado exterior a un precio muy competitivo. En ese sentido cabe mencionar que durante el primer trimestre del año 2014 se tuvo un incremento de 5 462 kilos de fruta exportada comprendida entre chirimoya y guanábana, respecto al primer trimestre del año anterior. Siendo Canadá, Costa Rica, y España los principales receptores de frutos frescos.

Una de las limitantes que presentan los frutos de chirimoya para su traslado a destinos cada vez más alejados de la zona de producción, es la corta vida poscosecha que experimenta este órgano vegetal luego de alcanzar la madurez fisiológica.

Entre los métodos más usados con el objetivo de alargar la vida poscosecha, optimizando el almacenamiento y transporte de productos hortofrutícolas como la chirimoya, se menciona la frigo-conservación, el uso de atmósferas controladas y el uso de coberturas principalmente.

La frigo-conservación como método que alarga la vida poscosecha de los frutos de chirimoya se enfocara a reducir la respiración, la emisión de etileno y la pérdida de peso, teniendo en cuenta los desórdenes fisiológicos que pueden presentarse durante estos tratamientos. En ese sentido cabe mencionar al daño por frío como una fisiopatía muy común en frutos de origen subtropical como la chirimoya.

Por lo señalado anteriormente, el objetivo del presente trabajo consistió en determinar la temperatura óptima de almacenamiento y evaluar los cambios físicos y químicos de los frutos de chirimoya (*Annona cherimola*) ecotipo Cumbe.

II. REVISIÓN DE LITERATURA:

2.1. La chirimoya

2.1.1. Origen de la chirimoya

La chirimoya es un árbol caducifolio de la familia de las anonáceas, cuyo origen se remonta a los andes peruanos y las montañas de Ecuador, donde crece espontáneamente, aunque algunos historiadores incluyen también las zonas andinas de Chile y Colombia. La provincia de Loja y el llamado valle sagrado de Vilcabamba, en el Ecuador, son los probables centros de biodiversidad (Valencia et al., 1994; mencionado por González, 2013).

Según Calzada (1993); mencionado por Mariano (2003) el origen de la chirimoya se encontraría en las vertientes que desembocan en el Marañón, estando representada mediante dibujos en los vasos de terracota hallados en las sepulturas incas del Perú. Chirimoya proviene del nombre indígena “chirimuya” que significa “semilla fría”. La chirimoya fue distribuida desde el Perú hacia España y otros países del mediterráneo (Francia, Italia, Argelia y Egipto).

2.1.2. Taxonomía

Algunos de los aspectos de la especie *Annona cherimola* relacionados con la sistemática son los siguientes (Popenoe, 1975; mencionado por González, 2013).

Reino: Vegetal
Subreino: Embriophyta
División: Spermatophyta
Subdivisión: Angiospermae
Clase: Dicotyledoneae
Orden: *Ranales*
Suborden: Magnoliales
Familia: *Annonaceae*
Subfamilia: *Annonoideae*
Género: *Annona*
Especie: *Annona cherimola* Miller

2.1.3. Variedades cultivadas

Las variedades y ecotipos comerciales más conocidas en el mercado nacional son:

Chirimoya ecotipo Cumbe:

Es una selección obtenida a partir de líneas procedentes de semillas. La yema de esta planta franca ha sido injertada en la comunidad de Cumbe (cuenca de Canchacalla, distrito de San Mateo de Otao, provincia de Huarochirí, Lima).

Actualmente el ecotipo Cumbe es la más importante, ya que presenta los mayores márgenes unitarios y genera la mayor cantidad de divisas por unidad exportada (Franciosi, 1995; mencionado por Mariano, 2003).

Chirimoya Criolla:

Produce frutos medianos con protuberancias, abundantes y uniformes, es precoz, de forma ovalada, de color verde oscuro y ligero tono negruzco en ciertas partes y es muy susceptible al ataque de la mosca de la fruta (Mariano, 2003).

Chirimoya Yampa:

Originaria del departamento de Cajamarca (localidad de San Pablo), es muy precoz, de buena productividad y calidad siendo sus frutos grandes y uniformes de color verde oscuro. Apropia para consumo fresco, es resistente al transporte y de forma lisa (De la Rocha, 1965; mencionado por Mariano, 2003).

2.1.4. Características generales

A. La planta:

El chirimoyo es un árbol provisto de raíces poco profundas, tiene una altura que raramente alcanza los 8 metros. El tallo es cilíndrico, de corteza gruesa y lisa, de color verde grisáceo. Los entrenudos son largos, hasta 20 cm en árboles jóvenes y las ramas muy densas con tendencia a inclinarse, por lo que resulta un árbol frondoso de rápido crecimiento. Sus hojas son simples, lanceoladas, enteras, de bordes lisos de unos 12-25 cm de longitud, de color verde oscuro. Las flores poseen un tamaño pequeño y son poco visibles, son hermafroditas y aromáticas y tienen el pedúnculo un poco más corto que la flor (Ibar, 1979; mencionado por Bejarano, 1992).

B. El fruto:

El fruto de la chirimoya es un conjunto carnosos (sincarpo) de forma primitiva con los carpelos dispuestos en espiral que se unen después de la fructificación. Cada segmento de pulpa, es decir cada uno de los frutos, contiene una única semilla dura de color negro en forma de judía. El fruto es cónico o en forma de corazón, alcanza entre 10 y 25 cm de longitud y hasta un máximo de 15 cm de anchura y pesa por término medio de 250 a 800 gramos. Cuando alcanza la madurez se torna de un color verde pálido o

cremoso; se considera que está demasiado maduro cuando la piel adquiere un tono marrón oscuro o negro. La piel, delgada o gruesa, puede ser suave, con marcas que se asemejan a huellas dactilares, o estar cubierta de protuberancias de forma cónica o redondeada que quedan de las flores (Van Damme et al., 2013).

2.2. Demanda de la chirimoya

2.2.1. Mercado externo

La chirimoya es un fruto de clima subtropical y es considerada la mejor en su género por sabor, aroma y fina textura, características que le otorgan grandes posibilidades de exportación (Gardizabal y Rosenberg, 1986; mencionado por Undurraga et al., 1998).

Los mercados de destino son principalmente Europa, Estados Unidos y Japón. Se sabe que sólo en Estados Unidos, la demanda anual de chirimoya es de 3 000 t/año. Las exportaciones de chirimoya alcanzaron los US\$ 26,8 mil (FOB) durante el período enero - mayo del 2010; es decir, 75 veces más respecto al mismo período del año anterior. De otro lado Canadá se ha convertido en el principal destino con un 96,4% de las exportaciones FOB; es decir, un valor de US\$ 25,8 mil. Cabe mencionar que al país norteamericano se le enviaron aproximadamente 10 t de chirimoyas durante el período enero - mayo del 2010 (Sánchez, 2011).

En el mercado, las variedades 'Yampa' y 'Criolla' se orientan al consumo interno y el ecotipo Cumbe, se destina al mercado internacional como fruta fresca (Revista agropecuaria, 1996; mencionado por Mariano, 2003).

2.2.2. Mercado interno

Existe un incremento en la preferencia de la población por el consumo de fruta, es así, que en los años 80 el consumo de fruta era inferior a los 8 mil kilos, en los 90 superaron los 10 mil kilos y en la actualidad el consumo es mayor a 20 mil kilos por año. El mercado nacional a la fecha tiene más de 3 600 hectáreas de chirimoya, de las cuales más del 98% se cosechan en los meses de marzo a junio (Sánchez, 2011).

2.3. Índices de cosecha de la chirimoya

En chirimoya se recomienda que la cosecha se realice después de que ha finalizado el segundo período de alargamiento celular, esto ocurre alrededor de los 130 y 140 días después de la polinización (Yonemoto y Nakao, 1993; mencionado por Hernández, 2008).

Los criterios para estimar el momento de la cosecha de los frutos no están claramente definidos y los índices que tradicionalmente se han tomado son: los cambios en la coloración de la epidermis de verde oscuro a verde claro, el desprendimiento de las

semillas en el interior del fruto, el desarrollo de una superficie tuberculosa, la protuberancia de carpelos y la forma del fruto y cambios en la densidad de tricomas epidérmicos (Merodio y De La Plaza, 1997; mencionado por Hernández, 2008). Los tricomas epidérmicos se presentan durante el desarrollo y hasta la madurez fisiológica del fruto, y son de un color blanco opaco. Estos tricomas son pluricelulares con un número de 6 a 7 células, las cuales en algún momento en forma indeterminada, comienzan a necrosarse, generando en los tricomas una división. Esta condición hace que el fruto tome una coloración amarillenta o ligeramente bronceada debido al desprendimiento de los tricomas (Undurraga, 1996; mencionado por Mariano, 2003).

2.4. Fisiología poscosecha del fruto

2.4.1. Respiración

Los productos cosechados después de su madurez fisiológica, presentan un ascenso notable en su actividad respiratoria llamado climaterio, por lo que se les conoce como frutos climatéricos (Villomiza, 1995; mencionado por Mariano, 2003).

La respiración es un proceso de degradación oxidativa de los productos más complejos normalmente presentes en las células como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos a dióxido de carbono y agua con la consiguiente liberación de energía (Wills et al., 1998; mencionado por Hernández, 2008).

En guanábana (*Annona muricata*), se observó un patrón de respiración que presenta dos picos máximos, presentándose el primer incremento al segundo día después de la cosecha de los frutos y con una producción de etileno no detectable, con el transcurso del proceso de maduración se presentó el segundo pico de producción de dióxido de carbono, el cual coincidió con un drástico incremento en la producción de etileno. Un comportamiento similar en cuanto a patrón de respiración se observó en chirimoya var. ‘Fino de Jete’ almacenadas a 20°C, presentando el primer incremento al primer día después de la cosecha y el segundo incremento a tres días después (Alique et al., 1994; mencionado por Hernández, 2008). Asimismo en la chirimoya var. ‘Chaffey’ se observó ablandamiento y desarrollo de compuestos aromáticos justo al momento de la aparición del segundo incremento respiratorio entre el octavo y noveno día de almacenamiento, al día seis se presentó la óptima madurez de consumo de los frutos (Kosiyachinda y Yong, 1975; mencionado por Hernández, 2008), esto coincide con lo señalado por Gardiazabal y Rosemberg (1993); mencionado por Hernández (2008). En el gráfico 1 se observa el comportamiento de la var. ‘Concha Lisa’ frente al proceso respiratorio.

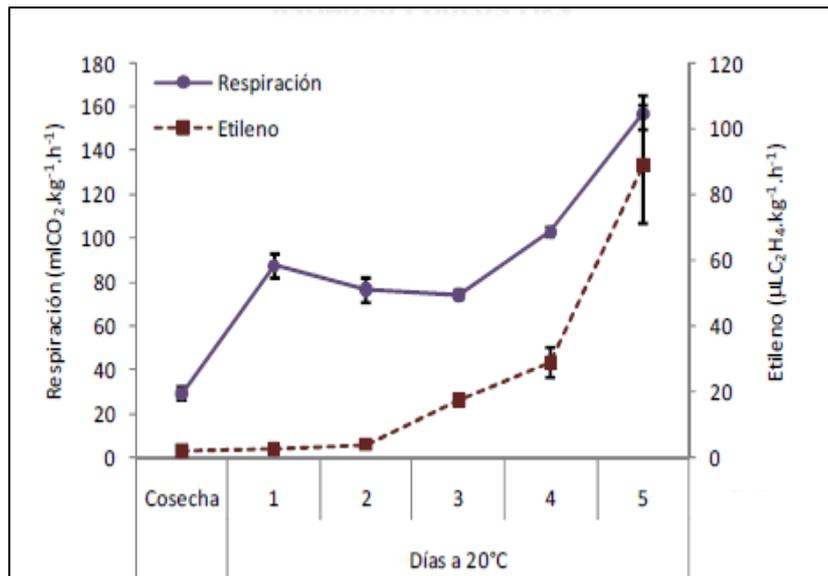


GRÁFICO 1: Tasa de respiración (mLCO₂.Kg⁻¹.h⁻¹) y producción de etileno (μLC₂H₄.Kg⁻¹.h⁻¹) durante la maduración de chirimoyas variedad ‘Concha Lisa’ (Manríquez, 2010).

Los frutos de chirimoya presentan una tasa respiratoria que va entre 25 a 100, 45 a 150 y 75 a 250 mLCO₂/Kg.h correspondientes a temperaturas de almacenamiento de 10, 15 y 20 °C, respectivamente (Kader y Arpaia, 1999).

2.4.2. Producción de etileno

En chirimoyas ‘Baldwin’ y ‘Deliciosa’, el inicio de la producción de etileno coincidió con el primer pico respiratorio y se presentó el incremento notable alrededor de los siete (07) días después del inicio climatérico. El pico de producción de etileno coincidió con el segundo pico respiratorio (siete días después del inicio de la respiración) y fue este momento en el que los frutos también alcanzaron su óptima calidad comestible (Brown et al., 1988; mencionado por Hernández, 2008). Asimismo en chirimoyas var. ‘Fino de Jete’ el pico de producción de etileno coincidió también con el pico respiratorio, ligado también a otros cambios bioquímicos como la degradación de almidón, incremento en el contenido de azúcares y oscurecimiento por lo que se presume que la chirimoya presenta un típico patrón de frutos climatéricos (Sola et al., 1994; mencionado por Hernández, 2008).

La rápida producción de etileno se limita a solo dos o tres días, suficientes para provocar la senescencia del órgano vegetal inmediatamente después de haber sido cosechado (Martínez et al., 1993; mencionado por Hernández, 2008).

En términos cuantitativos se ha reportado la emisión de etileno con una concentración de hasta 100 a 300 μL/Kg.h durante la maduración a 20°C, esto depende de la variedad analizada (Kader y Arpaia, 1999).

2.5. Almacenamiento en frío

A. Temperatura y humedad relativa:

Según Villomiza (1995); mencionado por Mariano (2003), señala que la temperatura es el factor que más afecta la intensidad de la respiración porque influye en la velocidad de las reacciones enzimáticas del proceso respiratorio, dicha velocidad se regula con la temperatura aplicando la ecuación de Arrhenius, que determina el aumento exponencial de la velocidad de reacción enzimática con la inversa de la temperatura.

La humedad relativa tiene un efecto directo sobre la transpiración de los frutos, porque durante la transpiración se pierde agua en forma de vapor, en ese sentido se señala que la evaporación es inversamente proporcional al DPVA (déficit de presión de vapor de agua) en su medio ambiente. En consecuencia, una humedad relativa alta equivale a un bajo DPVA (Villomiza, 1995; mencionado por Mariano, 2003).

Los frutos frescos contienen principalmente agua en un proporción de 80 a 85% del peso fresco, que se pierde cuando están en la planta o cuando ya están cosechados. La pérdida de agua se traduce como pérdida de peso, que es más rápida a altas temperaturas que a bajas e incluso cuando la humedad relativa es la misma. Sin embargo las fuertes deshidrataciones detectadas en los ensayos realizados tanto a temperatura ambiente como en almacenaje en diferentes temperaturas, hacen pensar que los niveles de humedad relativa para un buen almacenaje no deben bajar de 80-85% de humedad relativa (Villomiza, 1995; mencionado por Mariano, 2003).

B. Técnica de almacenamiento post-recolección:

El período de almacenamiento en refrigeración dependerá del mercado al cual se destina el producto, debido a que se tiene que considerar el tiempo en refrigeración más el tiempo de exposición al medio ambiente para que alcance una adecuada madurez de consumo.

En trabajos realizados en Chile muestran que el encerado y el uso de absorbentes de etileno no alteran las características organolépticas, ni tienen efectos negativos sobre la madurez de los frutos almacenados en ambientes refrigerados a temperaturas entre 7 a 9°C. Los límites de conservación obtenidos en Chile bordean los 20 días. Se han probado ceras como la Prima-Fresh que han dado adecuados resultados porque resalta su color natural, reduce la deshidratación y atenúa la manifestación de problemas fisiológicos relacionados con el almacenaje. Asimismo no se encontró efectos sobre el retraso en la madurez, pero si se observó la tendencia de los frutos a mantenerse más firmes durante el período de almacenaje (SICA, 2008; mencionado por Hernández, 2010).

De otro lado, se señala que las condiciones óptimas para el almacenamiento de frutos de chirimoya, se encuentra entre 10 a 13°C con 90 a 95% de humedad relativa teniendo un período de conservación de 2 a 3 semanas. Si se mantiene a 20°C, estos maduran entre 3 a 4 días. El almacenamiento está limitado por el oscurecimiento de la piel, la desecación y pudriciones debido al daño por frío. Cuando se tiene fruta madura suave debe mantenerse entre 0 a 5°C (Paull y Chen, 2002).

Es de conocimiento el corto período de conservación de la chirimoya, teniéndose así máximos períodos de conservación de entre 7 a 15 días a temperaturas de 18 a 7°C, respectivamente. En ese sentido, se han realizado trabajos de almacenamiento refrigerado con la var. 'Fino de Jete', en el cual se observó un período de conservación superior a los 15 días a una temperatura de 10°C (Gialnet, 1997; mencionado por Hernández, 2010).

Alique et al. (1994), realizaron pruebas de refrigeración a 6, 8 y 10°C con la variedad 'Fino de Jete' y obtuvieron que al reducir los valores térmicos se logra reducir la tasa respiratoria y emisión de etileno, en ese sentido constataron que a 10°C de temperatura de almacenamiento de los frutos, estos alcanzan su estado de madurez óptima en 6 días, en el otro tratamiento a 8°C se consideró un período de almacenamiento de 12 días posterior al cual se removieron a una temperatura de 20°C donde los frutos alcanzaron una óptima madurez de consumo. De otro lado el tratamiento a 6°C se mantuvo por un período de 12 días, posterior al cual se trasladaron las muestras a 20°C, en estas condiciones se observó inhibición en la maduración, la inhibición casi completa en la síntesis de etileno y un severo pardeamiento en la epidermis.

Cabe mencionar la existencia de trabajos sobre otras anonas, que presentan similar comportamiento a la chirimoya. En ese sentido, Batten (1990) realizó ensayos con atemoya var. 'African Pride' donde encontró a 4°C de almacenamiento un rápido deterioro en la apariencia de la piel y en menor medida en la pulpa. La exposición a 4°C por más de un día generó en la fruta una condición comercialmente inaceptable. Curiosamente, el sabor de la fruta no se deterioró incluso con 5 días de almacenamiento a 4°C. El almacenamiento a 8°C durante 5 días dio lugar a una ampliación de la vida postcosecha total (según sus siglas en inglés TPHL) de 9 días, equivalente a la obtenida a 4°C, pero sin deterioro detectable en la apariencia de la piel, la pulpa, o el sabor. El almacenamiento a 12°C durante 6 días dio un TPHL de casi 9 días, similar al obtenido con 5 días de exposición a 8°C. Posterior a los 6 días de almacenamiento a 12°C se observó un deterioro considerable en la piel, aunque el aspecto interno no presentaba un deterioro significativo hasta pasados los 10 días, en el cual también se vio afectado el sabor de la pulpa.

2.6. Índices de madurez

Los índices de madurez catalogados como fisicoquímicos pueden ser considerados como tradicionales en el mundo de la frutas. Su aplicación puede ser sencilla y los resultados se obtienen en poco tiempo, aunque su correlación con el grado de maduración y con la calidad según el criterio del consumidor rara vez es completamente satisfactoria. De hecho suele ser necesario utilizar varios de ellos conjuntamente para garantizar un control adecuado de la madurez en la fruta analizada. Los indicadores fisicoquímicos más utilizados son la firmeza, la acidez, la colorimetría tradicional, la concentración de sólidos solubles y el índice de almidón (Crisóstomo, 1994; mencionado por Céspedes, 2008).

2.6.1. Porcentaje de sólidos solubles (%SS)

El cambio más relevante en la composición química de las frutas de Anona durante la madurez, es la disminución en el contenido de almidón y el aumento en la concentración de azúcar en forma progresiva (Wills et al., 1984; mencionado por Undurraga et al., 1998).

La chirimoya es un fruto que acumula almidón en su etapa de crecimiento. Este almidón durante la maduración se hidroliza, dando lugar a un incremento en la concentración de glucosa, fructosa y sacarosa (Gardiazabal y Rosemberg, 1986; mencionado por Palma et al., 1993). No se registra información disponible sobre el patrón de la hidrólisis del almidón en la chirimoya, pero en *Annona squamosa* se han observado disminuciones de almidón y un consecuente incremento de sacarosa desde el inicio de la maduración hasta alcanzar el pico climatérico, mientras que la glucosa y la fructosa se acumulan hasta la etapa final de maduración (Broughton y Guat, 1979; mencionado por Palma et al., 1993). Este mismo comportamiento se ha observado en la atemoya (Wills y col, 1984; mencionado por Palma et al., 1993) y en *Annona muricata* (Paull et al., 1983; mencionado por Palma et al., 1993).

Los sólidos solubles se elevan de forma concomitante con el aumento de la tasa respiratoria (De la Plaza, 1980; Reginato, 1980; mencionado por Palma et al., 1993) y están en un máximo después del primer pico hasta el inicio del segundo pico climatérico. Este aumento coincide con el óptimo sabor y mejores condiciones sensoriales (Reginato, 1980; mencionado por Palma et al., 1993). Se ha observado una correlación entre el contenido de sólidos solubles totales y el sabor de la fruta (Fuster y Prestamo, 1980; mencionado por Palma et al., 1993) y, aunque hay diferencias entre variedades, una chirimoya en plena maduración debe llegar entre 18 a 24 °Brix (Broughton y Guat, 1979; De la Plaza, 1980; Reginato, 1980; Peralta, 1984; Univ. Catól. Valparaíso, 1988; mencionados por Palma et al., 1993). Los cambios en la tasa de respiración debido a la temperatura también afectan la concentración de los sólidos solubles. Las bajas temperaturas reducen la intensidad respiratoria y consecuentemente

reducen la acumulación de sólidos solubles (Peralta, 1984; mencionado por Palma et al., 1993).

En chirimoya var. 'Fino de Jete', el almidón es la principal forma de almacenamiento de carbono, constituyendo entre el 10 al 12% del peso fresco de chirimoya en madurez fisiológica. El almidón se hidroliza totalmente durante la maduración de las frutas almacenadas a temperaturas de no enfriamiento (22°C ó 12°C), convirtiéndose principalmente en glucosa y fructosa en concentraciones equimolares, con la acumulación transitoria de sacarosa. El almacenamiento a temperaturas de refrigeración (4 °C ó 1 °C) produjo una disminución en la velocidad de hidrólisis del almidón y por consiguiente en la concentración de monosacáridos. Cuando las chirimoyas fueron llevadas a 22°C después de un período de almacenamiento de 11 días en condiciones de frío, se llevó a cabo la activación de la hidrólisis del almidón. En estos frutos llevados a 22°C después de almacenamiento en frío, la acumulación de glucosa y fructosa era menor comparada con la obtenida en los frutos almacenados a medio ambiente desde el inicio. Cabe señalar que las concentraciones finales de monosacáridos dependen de la gravedad del daño por frío (Gutiérrez et al., 1993). En estos trabajos específicamente se reportó un incremento del %SS desde 8.3 a 22% durante 4 días de maduración a 22°C; de otro lado el almacenamiento a 1°C durante 27 días dio lugar a un aumento de tan solo 2% en la concentración de sólidos solubles (Gutiérrez et al., 1994; mencionado por Pareek et al., 2011).

En trabajos realizados en guanábana (*Annona muricata*) se encontró que los sólidos solubles (%SS) aumentan de 10% a cerca de 16% luego de 3 días de maduración, esto se debería al aumento en la concentración de azúcares provenientes de la degradación del almidón (Paull y Duarte, 2012).

2.6.2. Acidez titulable

La concentración de ácidos disminuye durante la maduración en la mayoría de las frutas por ser usados como sustrato de respiración o estructura de otras sustancias sintetizadas (Gil, 2001; mencionado por Pentzke, 2006).

El comportamiento de los diferentes ácidos presentes en el fruto es independiente entre sí, en cuanto a acumulaciones y cambios de estos mismos, en cada especie o variedad (Ulrich, 1970; mencionado por Pentzke, 2006). Según esto, la chirimoya podría presentar algún mecanismo bioquímico que permita la producción y acumulación diferencial del ácido en el fruto durante la maduración (Reginato y Lizana, 1980; mencionado por Pentzke, 2006).

La concentración de ácido ascórbico varía mostrando primeramente una disminución, luego un ligero incremento para volver a disminuir al completarse la maduración (De Oliviera et al., 1994; Reginato y Lizana, 1980; mencionado por Pentzke, 2006).

En trabajos realizados con chirimoya se reportó lo siguiente. En la selección ‘Selene’, la acidez titulable se incrementó de 0.17 a 0.37%; asimismo en la var. ‘Concha Lisa’ la acidez se incrementó de 0.23 a 0.46% al sexto día de almacenamiento presentándose una ligera reducción al noveno día a 0.41 %; en la var. ‘White’ también ocurrió un incremento en la acidez titulable de 0.26 a 0.49 % hasta el sexto día después de la cosecha; y para finalizar en la var. ‘Campas’ sucedió un comportamiento similar al incrementarse la acidez titulable de 0.3 a 0.42 % (Hernández, 2008).

2.6.3. Pérdida de peso

La pérdida de peso está relacionada directamente con la deshidratación. En ese sentido se aprecia que la pérdida de peso en chirimoya var. ‘Concha Lisa’ supera el 9% por lo que habría una deshidratación aparente (arrugamiento de la piel en los frutos) lo que sería importante desde un punto de vista comercial. Esto se reportó después de un período de almacenamiento de 30 días (Pentzke, 2006).

La chirimoya presenta una alta composición de agua y carbohidratos, lo que unido a la presencia de lenticelas y estomas en su epidermis y a su elevado metabolismo, hacen que esta fruta esté sujeta a un elevado deterioro una vez cosechada (Wills et al., 1987; Gardiazabal y Rosemberg, 1993; mencionado por Pentzke, 2006).

Los frutos de chirimoya pueden alcanzar altos niveles de deshidratación sin presentar síntomas visibles durante su maduración (Herrera, 1989; mencionado por Pentzke, 2006). Cabe señalar que esta condición se ve afectada por la temperatura de almacenamiento. En ese sentido se encontró que la variedad ‘Cocha Lisa’ en condiciones de almacenamiento a 6°C +/- 1°C durante los 21 primeros días presentó una pérdida de humedad no significativa para posteriormente subir a 6.3% a los 42 días de almacenaje afectando así su calidad organoléptica (Undurraga et al., 1998).

En el caso de la chirimoya la pérdida de agua debe ser mayor al 9% para poder observar sintomatología visible de disminución en la calidad (Undurraga y Olaeta, 1987; mencionado por Undurraga et al., 1998).

2.7. Desórdenes fisiológicos en almacenamiento de chirimoya

La chirimoya al ser considerado un fruto de origen subtropical, es susceptible a daños fisiológicos por bajas temperaturas (chilling injury) durante el almacenamiento. Por tal motivo se recomiendan temperaturas de almacenamiento de entre 8 a 12 °C para evitar daño por frío o chilling injury, la cual presenta como síntomas principales un oscurecimiento y endurecimiento en la cáscara, depresiones, incapacidad de desarrollar buen sabor, y pulpa “harinosa” (Kader y Arpaia, 1999).

En chirimoya var. ‘Fino de Jete’ se encontró que una temperatura de almacenamiento de 6°C durante 9 días produce un alto grado de desorganización de los tejidos y una

degradación del mesocarpio de los frutos. Estos frutos experimentaron separación celular, contracción del citoplasma y una pérdida de redondez, lo cual evidenciaba un cierto grado de colapso celular. En las células se observó la separación de la lámina media y el material celular, observándose así en el espacio intercelular cantidades considerables de solutos solubles y un poco de material insoluble, esto indica que las membranas plasmáticas habían comenzado a separarse de la pared celular y que presentaban una interrupción avanzada (Goñi et al., 2010).

Reginato y Lizana (1900); mencionado por Velezmoro (1988) investigaron las diferentes alteraciones que se presentaron al almacenar frutos de chirimoya de la variedad ‘Concha Lisa’, a 7, 11 y 15°C con 85 a 90% de humedad relativa, después de 35, 21 y 15 días respectivamente.

Entre las anormalidades fisiológicas internas detectadas se observó lo siguiente:

- Nervio central coloreado.
- Hipodermis coloreada (mayor incidencia a 15°C).
- Manchas acuosas en la pulpa (se presenta después del almacenamiento).
- Pudriciones internas (debida a agentes patógenos, sobre todo a 11 y 15°C).

Entre las alteraciones externas se observó lo siguiente:

- Russet de la piel (moteado superficial, afecta hasta un 30% de la fruta a 11 y 15°C).
- Pardeamiento superficial o epidermal (áreas oscurecidas de 2 a 3 cm², afecta mayormente a frutos almacenadas a 7°C).

2.7.1. Principales síntomas producidos por el daño por frío

Entre estos trastornos o desórdenes fisiológicos, normalmente asociados a bajas temperaturas, se han mencionado algunas como: puntuaciones necróticas (pitting), (Undurraga, 1996; mencionado por Undurraga et al., 1998); moteado y pardeamiento epidermal (Loyola, 1988; mencionado por Undurraga et al., 1998).

En trabajos realizados con chirimoyas variedad ‘Concha Lisa’ cosechadas con índice de cambio de color de la epidermis y almacenadas a 6±1°C y 90% de humedad relativa desarrollan los desórdenes fisiológicos mencionados anteriormente después de un almacenaje de más de 35 días (Undurraga et al., 1998).

La característica histológica del “pitting” aún cuando presenta proliferación de braquiesclereidas, corresponde a un engrosamiento de las paredes celulares primarias de la epidermis con la presencia de altos cúmulos de celulosa. De otro lado la característica histología del pardeamiento epidermal y moteado corresponde a una alta proliferación de células pétreas o branquiesclereidas en el tejido hipodermal, que al

incrementar su tamaño, provocan ruptura de las células contiguas liberando almidón y taninos que dan astringencia y pardeamiento a la pulpa. Esta misma situación genera una fuerte lignificación, con aumento del contenido de celulosa, que da origen a una clara estratificación afectando la textura de los frutos (Undurraga et al., 1998).

Como consecuencia de la aparición de estos desórdenes fisiológicos en el almacenamiento en frío, se han realizado algunos trabajos para reducir estos daños. En ese sentido se probaron aplicaciones de etileno y 1-MCP (Metil ciclo propano) a frutos de chirimoya antes de ser almacenados a 4°C y posteriormente transferidos a 20°C, estos ensayos dieron como resultado que los compuestos aplicados no influyeron en el desarrollo de los daños por frío, pero si en la capacidad respiratoria del órgano vegetal (Sánchez-Bel et al., 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1. Ubicación

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de poscosecha e instalaciones del programa de investigación en hortalizas del departamento de horticultura perteneciente a la facultad de agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se utilizaron frutos de chirimoya ecotipo Cumbe provenientes de la localidad de Cumbe / distrito de San Mateo de Otao, los cuales fueron proporcionados por el señor Fredy De La Cruz Cisneros.

3.2. Características de los frutos seleccionados

Se seleccionaron 240 frutos de chirimoya ecotipo Cumbe, los cuales fueron cosechados el 10 de octubre de 2013. Estos frutos debieron de poseer un peso aproximado de entre 300 a 500 gramos, además de una adecuada forma, color característico y sin daños de ninguna clase.

3.3. Procedimiento

3.3.1. Recolección

Los frutos fueron cosechados considerando su madurez fisiológica, el cual se caracteriza por poseer 0.19% de acidez titulable y 7.7% de sólidos solubles. Asimismo se consideró la calidad externa de los frutos, en cuanto a color y ausencia de tricomas. La recolección se hizo de forma tradicional y tal como se realiza en la localidad de Cumbe, para esto se efectuó una cosecha manual, mediante el cual se extrae el fruto sin pedúnculo para posteriormente colocarlo en jabs cosecheras.

3.3.2. Limpieza

Los frutos fueron llevados al laboratorio de poscosecha de la Universidad Nacional Agraria La Molina, una vez en el lugar se procedió a realizar una selección y distribución de los frutos por cada tratamiento, posteriormente se procedió a realizar una limpieza superficial, haciendo uso de un paño seco, con el cual se logró retirar todas las partículas de polvo impregnadas.

3.3.3. Almacenamiento

Una vez que los frutos estuvieron limpios, estos se etiquetaron y se colocaron en cajas de plástico de 10 kilogramos de capacidad. Posteriormente los frutos de chirimoya fueron llevados a las cámaras de almacenamiento en frío correspondientes a cada tratamiento y por períodos de 7, 14 y 21 días.

CUADRO 1: Descripción de los tratamientos de almacenamiento empleados en frutos de chirimoya ecotipo Cumbe.

Tratamientos	Temperatura de almacenamiento
Tratamiento 1	Medio ambiente
Tratamiento 2	10 °C (90% HR)
Tratamiento 3	12 °C (90% HR)
Tratamiento 4	7 °C (90% HR)

3.3.4. Análisis estadístico

El diseño experimental empleado fue el completamente al azar (DCA) con 4 repeticiones. Para el ensayo se contó con 240 frutos de chirimoya, las cuales fueron distribuidas en 3 tratamientos y un testigo al medio ambiente, cada tratamiento conto con 4 repeticiones y cada repetición con 3 unidades (frutos), los valores obtenidos en estos 3 frutos se promediaran para obtener un solo dato. Una vez realizado el análisis de varianza se empleó la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$ para comparar medias.

3.3.5. Evaluaciones

Los frutos fueron sometidos a evaluaciones de sus parámetros físico-químicos, los cuales se realizaron a los 7, 14 y 21 días posteriores a la salida del almacenamiento en frío y considerando además un tiempo de exposición al medio ambiente para que los frutos alcancen una óptima madurez organoléptica.

Se evaluaron las siguientes características:

- % Pérdida de peso
- % Sólidos solubles
- % Acidez titulable expresado en función de ácido cítrico
- % Materia seca de pulpa y cáscara

A. Porcentaje de pérdida de peso:

El peso se determinó con un balanza de marca “AE” de +/- 0.1 gr. de precisión. Estas medidas se realizaron en todos los tratamientos, al momento de recepción en el laboratorio de poscosecha cuando los frutos se encontraban en madurez fisiológica, obteniéndose así un valor inicial, posteriormente se realizó un pesado cuando fueron retirados de las cámaras de frío a los 7, 14 y 21 días de almacenamiento.

Características internas del fruto:

Al inicio del ensayo se procedió a evaluar las características de 4 frutos en madurez fisiológica, esto con el objetivo de tener valores iniciales para realizar comparaciones futuras.

De otro lado, posterior a los 7, 14 y 21 días se extrajeron los frutos consecutivamente para ser expuestos al medio ambiente por alrededor de 3 días para alcanzar su madurez de consumo, en el tratamiento 2 y 3 se observó maduración incluso antes de los 3 días al medio ambiente, caso contrario del tratamiento 4, el cual necesito alrededor de una semana para presentar ablandamiento de la pulpa y poder efectuar las mediciones correspondientes.

B. Porcentaje de sólidos solubles:

Antes de realizar las evaluaciones fue necesario obtener un puré de pulpa mediante el uso de una extractora de jugos. Posterior a esto se utilizó 5 gramos de puré de pulpa diluida en 5 ml de agua destilada, la cual se homogeneizó utilizando un agitador. Con el sobrenadante obtenido se midieron los sólidos solubles mediante un refractómetro termocompensado digital marca ATAGO y un papel filtro, los resultados se expresaron en grados Brix ó % SS, una vez multiplicados por el factor de dilución (x 2).

C. Porcentaje de acidez titulable expresado en función de ácido cítrico:

Para estas evaluaciones se hará uso del puré de pulpa extraído de cada fruta, la misma que fue usada para medir sólidos solubles. En ese sentido se tomó una dilución de 5 gramos del puré de pulpa en 5 mL de agua destilada, el cual fue colocado en una probeta graduada para posteriormente rellenarlo con agua hasta un volumen de 50 mL. Luego se procedió a titular con NaOH 0,1 N hasta un pH cercano a 7.0 por lo cual se usó de 4 a 5 gotas de indicador fenolftaleína. Los resultados de gasto de NaOH se registraron y se multiplicaron por el factor de dilución (x2).

Para calcular la acidez se usará la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Acidez titulable} = \frac{K \times G \times N}{\text{mL de jugo}} \times 100$$

K = 0.064 (Constante del ácido cítrico)

G = Gasto de NaOH en mL

N = 0.1 (Normalidad del NaOH)

D. Porcentaje de materia seca:

Se evaluó el porcentaje de materia seca de pulpa y cáscara en cada fruto de chirimoya. Para esto se midió el peso fresco de una porción de fruto sin semillas y después se llevó a una estufa marca Memmert, con una temperatura de entre 60-70°C para el proceso de secado, esto por un máximo período de aproximadamente 1 semana, debido al elevado contenido de azúcares en la pulpa. Después del secado se procedió a medir el peso seco y estimar el porcentaje de materia seca según se indica a continuación.

$$\%MS = \frac{PS}{PF} \times 100$$

Dónde:

MS: Materia seca

PS: Peso seco

PF: Peso fresco

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Pérdida de peso (%)

El análisis de los datos obtenidos determinó que la pérdida de peso (%) de los frutos, se vio afectada significativamente por los tratamientos a los 7, 14 y 21 días de almacenamiento refrigerado.

CUADRO 2: Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la pérdida de peso (%) en chirimoya ecotipo Cumbe.

Temperaturas de almacenamiento	Pérdida de peso (%)		
	7 días	14 días	21 días
T1 (Medio ambiente)	12.020 a*	-	-
T2 (10 °C)	0.924 b	1.724 b	2.766 c
T3 (12 °C)	1.318 b	2.497 b	4.643 b
T4 (7 °C)	3.898 b	7.320 a	10.312 a

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

En el cuadro 2, se resumen las pérdidas de peso en frutos de chirimoya como resultado de las temperaturas de almacenamiento y tiempo de almacenamiento. En ese sentido la mayor pérdida de peso se observó en frutos almacenados al medio ambiente. Esto se debe básicamente a que estos frutos estuvieron expuestos a estas condiciones durante 7 días después de haber sido cosechados, tiempo en el cual experimentaron procesos de deshidratación, además de cambios físicos y químicos que conllevaron a su madurez de consumo y posterior senescencia (Ver fotos 1 y 2)



FOTO 1: Tratamiento al medio ambiente a los 7 días de almacenamiento



FOTO 2: Tratamiento al medio ambiente a los 7 días de almacenamiento

A los 14 días de almacenamiento refrigerado, los tratamientos 2, 3 y 4 experimentaron un incremento en el porcentaje de pérdida de peso de aproximadamente el doble, comparados con los resultados obtenidos a los 7 días. Asimismo el tratamiento a 7°C fue el que presentó mayor pérdida de peso debido probablemente al inicio de los síntomas de daño por frío, el cual pudo generar en la fruta una desorganización y un constante deterioro de los tejidos, esta condición posiblemente promovió la muerte celular, incrementando así la tasa respiratoria (Ver fotos 3 y 4).

Según Kader y Arpaia (1999), los síntomas de daño por frío se muestran de la siguiente forma: oscurecimiento y endurecimiento de la cáscara, depresiones, incapacidad de desarrollar buen sabor, y pulpa “harinosa” y se presentan a temperaturas de almacenamiento menores a 8°C.



FOTO 3: Tratamiento a 7°C a los 14 días de almacenamiento



FOTO 4: Tratamiento a 7°C a los 14 días de almacenamiento

A los 21 días de almacenamiento, en los tratamientos a 10°C, 12°C y 7°C se pudo observar que la pérdida de peso aumentó debido posiblemente al avanzado deterioro con muerte celular en los frutos, lo cual produjo una considerable deshidratación.

A partir del análisis estadístico y del gráfico 5, se observa que el tratamiento al medio ambiente presentó la mayor pérdida de peso a la primera semana. Asimismo en los otros tratamientos el % de pérdida de peso se fue incrementando de forma constante hasta los 21 días de almacenamiento refrigerado.

Cabe mencionar que el tratamiento a 10°C presentó mejor apariencia externa e interna a los 7 días de almacenamiento refrigerado. En ese sentido se observó una mejor textura de la cáscara, piel con una coloración verde amarillo, y una buena consistencia en la pulpa como se puede apreciar en el gráfico 2. En los gráficos 3 y 4 se puede observar la apariencia de los frutos sometidos a cada uno de los tratamientos por períodos de 14 y 21 días.

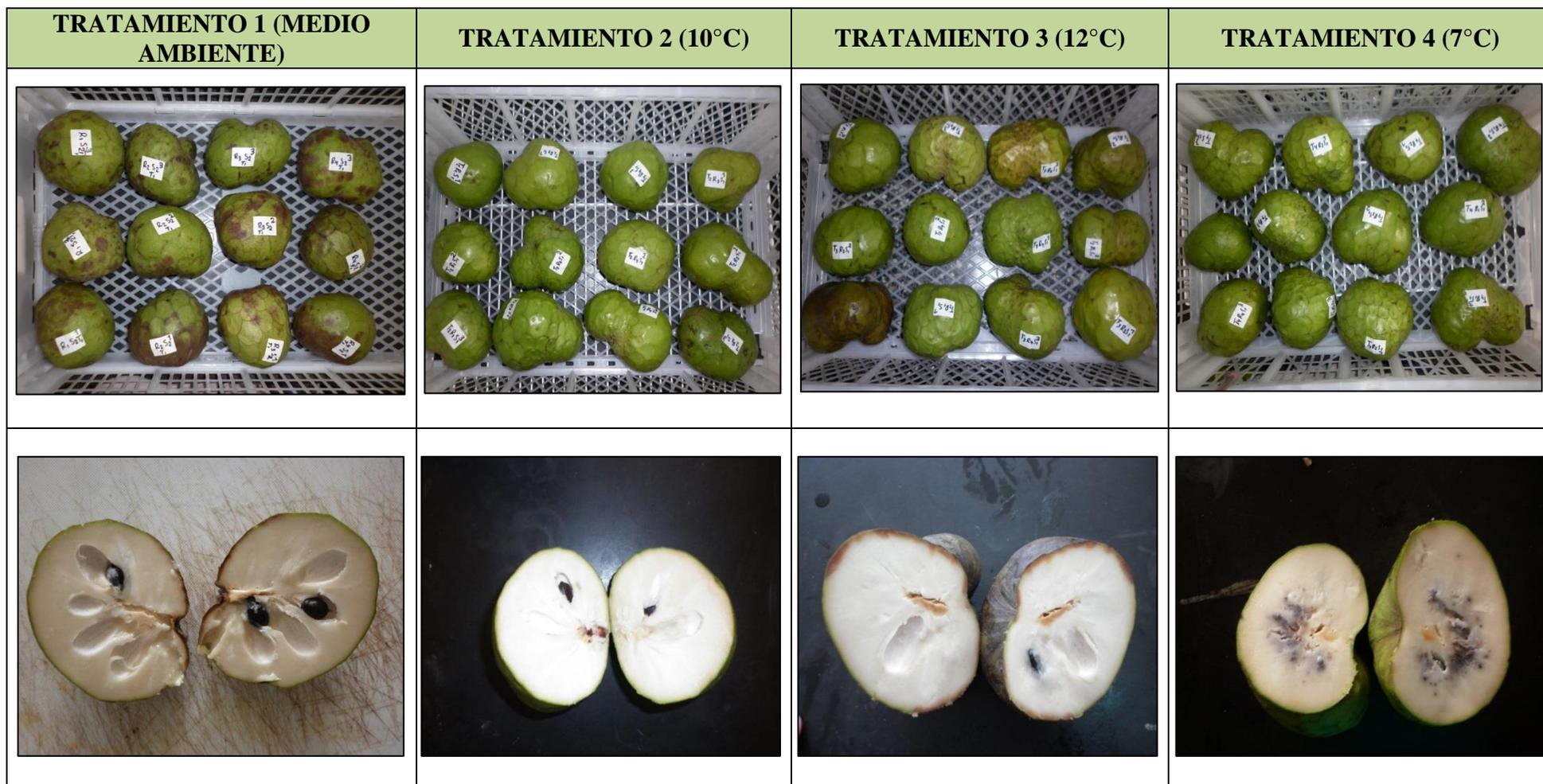


GRÁFICO 2: Apariencia externa e interna de frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento por 7 días

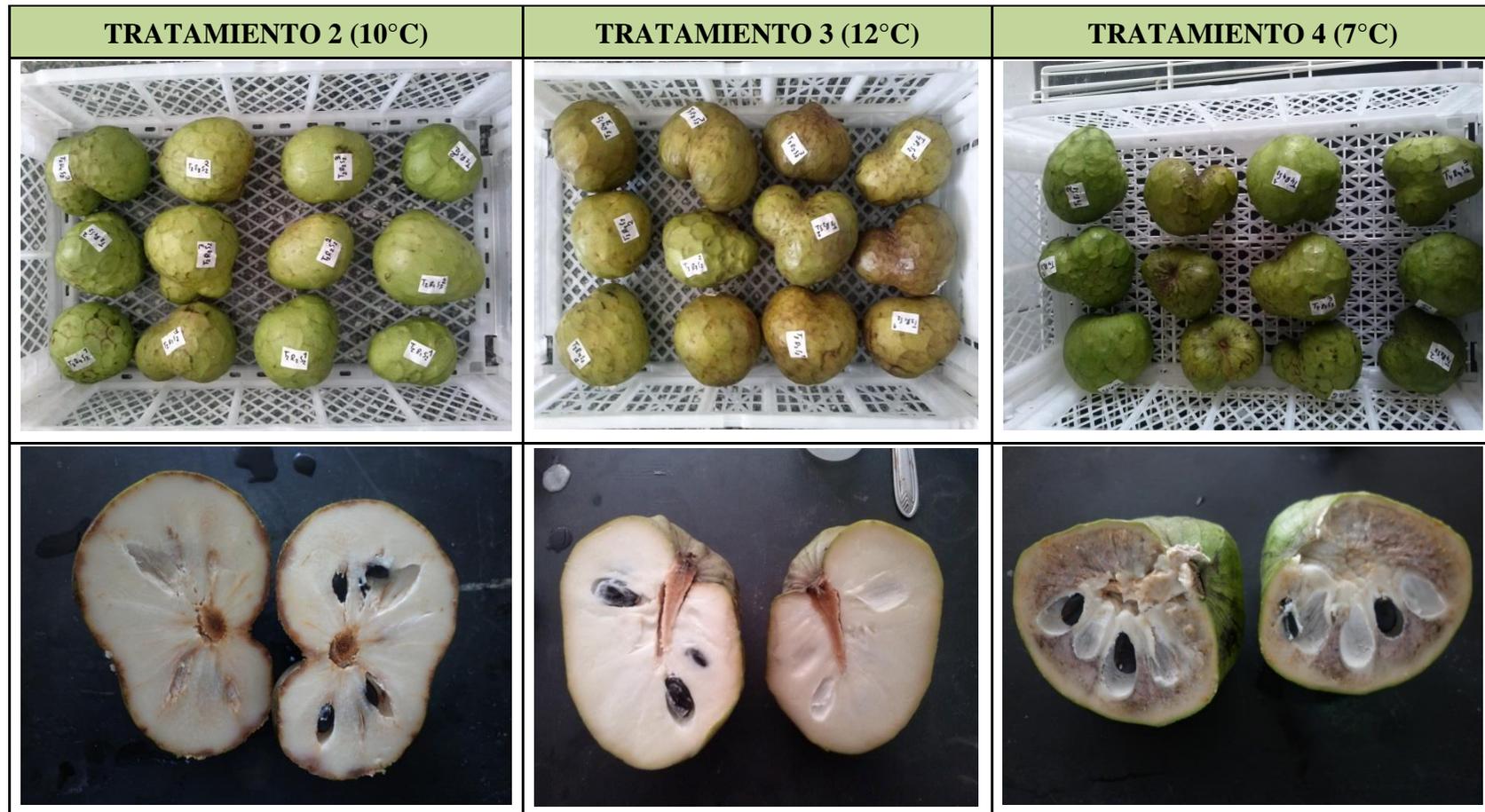


GRÁFICO 3: Apariencia externa e interna de frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento por 14 días

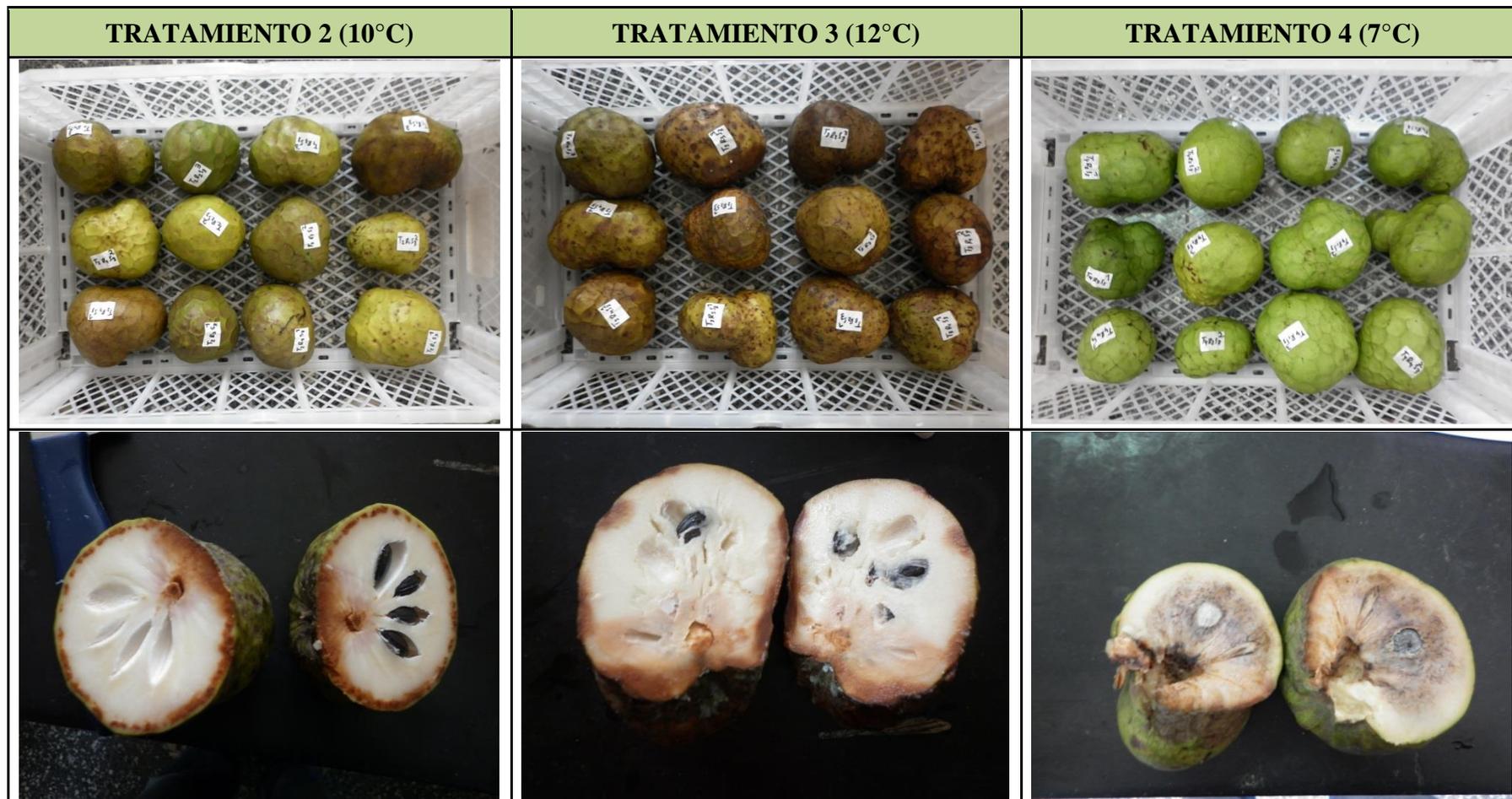


GRÁFICO 4: Apariencia externa e interna de frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento por 21 días

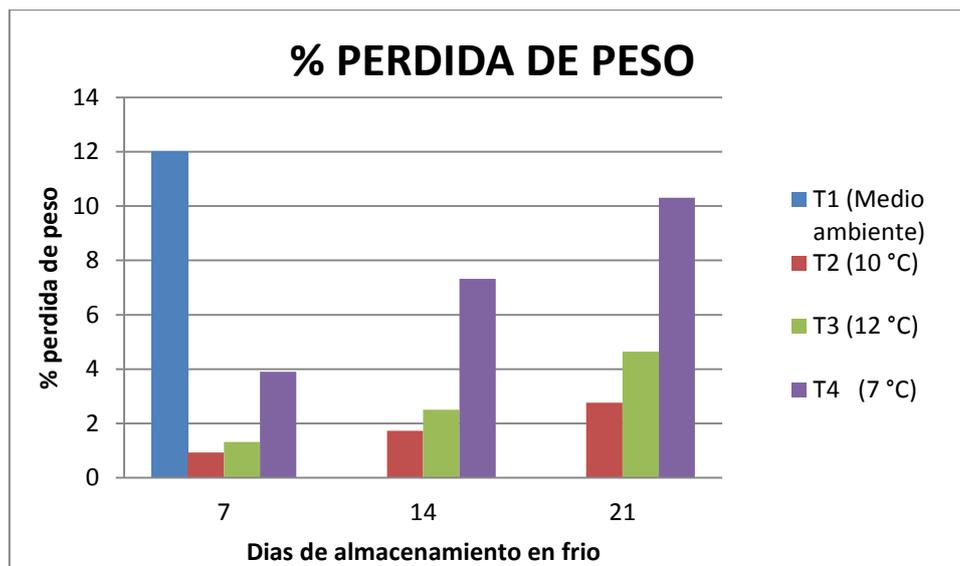


GRÁFICO 5: Evolución en la pérdida de peso en frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento

4.2. Calidad interna

4.2.1. Sólidos solubles (%)

El análisis de los datos obtenidos determinó que los sólidos solubles (%) de los frutos, no se vio afectada significativamente por los tratamientos a los 7, 14 y 21 días de almacenamiento refrigerado.

Según el cuadro 3, a los 7 días de almacenamiento refrigerado en los 4 tratamientos se observó un gran incremento en los niveles de sólidos solubles respecto al valor inicial de 7.7 %, llegado así alrededor de 22 %. Esto se debió probablemente a que todo el almidón acumulado durante el crecimiento, experimento durante la fase de maduración una hidrólisis, dando lugar a un incremento en la concentración de glucosa, fructosa y sacarosa, esto según Gardiazabal y Rosemberg (1986); mencionado por Palma et al., (1993).

CUADRO 3: Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre el porcentaje de sólidos solubles (%) en frutos de chirimoya ecotipo Cumbe.

Temperaturas de almacenamiento	Sólidos solubles (%)			
	Valor inicial	7 días	14 días	21 días
T1 (Medio ambiente)	7.700	22.9165 a*	-	-
T2 (10 °C)	7.700	24.2500 a	22.8335 a	22.9333 a
T3 (12 °C)	7.700	23.7668 a	23.9168 a	21.5335 a
T4 (7 °C)	7.700	23.4835 a	22.5165 a	22.7918 a

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

A los 14 y 21 días de almacenamiento refrigerado en los 3 tratamientos restantes no se observó una diferencia considerable con los datos obtenidos a los 7 días. Esto probablemente además de deberse a una característica genética del ecotipo Cumbe, se deba posiblemente a que los frutos alcanzaron su pico climatérico a los 7 días de almacenamiento, momento en el cual ocurrió una degradación total del almidón hacia sacarosa, este comportamiento fue reportado en *Annona squamosa* por Broughton y Guat (1979); mencionado por Palma et al., (1993).

Según el análisis estadístico y el gráfico 6, se observa a los 4 tratamientos seguir el mismo comportamiento independientemente de la temperatura de almacenamiento. Esto nos indica que la conversión a azúcares durante los primeros siete días de almacenamiento se incrementó a ritmos similares independientemente de la temperatura. Además se puede observar que luego de 7 días no ocurren mayores cambios, de igual forma independientemente de la temperatura de almacenamiento.

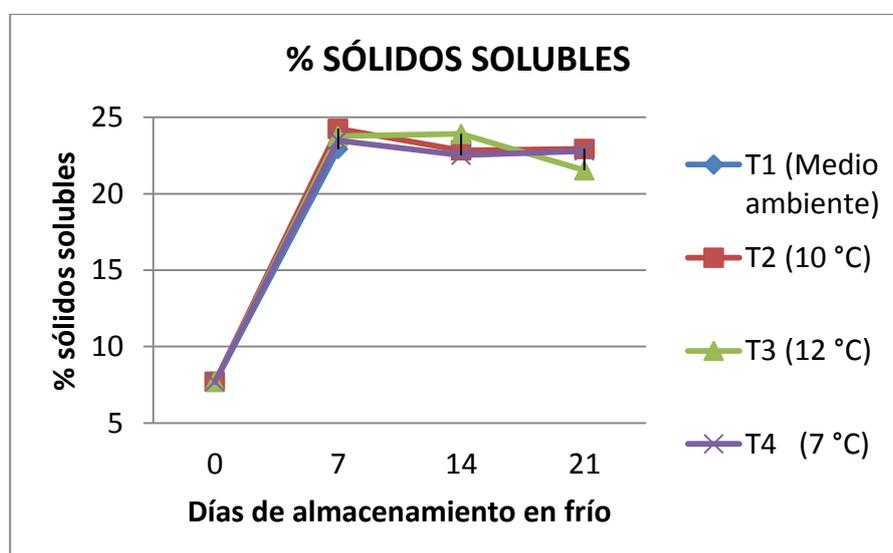


GRÁFICO 6: Evolución del porcentaje de sólidos solubles en frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

4.2.2. Acidez titulable expresado en función de ácido cítrico (%)

El análisis de los datos obtenidos determinó que el porcentaje de acidez titulable de los frutos se vio afectado significativamente por las temperaturas de almacenamiento de 10 y 12 °C, a los 7 y 14 días, respectivamente. De otro lado a los 21 días de almacenamiento no se apreció diferencia significativa entre los tratamientos.

Según el cuadro 4, a los 7 días de almacenamiento refrigerado en el tratamiento al medio ambiente los frutos experimentaron un incremento en el porcentaje de acidez titulable de 0.82 %, el cuál fue mayor a los demás tratamientos. Esta condición se debe probablemente que en el tratamiento al medio ambiente se logró completar el proceso

de maduración, para lo cual ocurrieron una serie de cambios bioquímicos que permitieron la producción y acumulación de acidez titulable. Esto coincide con lo señalado por Reginato y Lizana (1980); mencionado por Pentzke (2006).

CUADRO 4: Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la acidez titulable (%) en frutos de chirimoya ecotipo Cumbe.

Temperaturas de almacenamiento	Acidez titulable (%)			
	Valor inicial	7 días	14 días	21 días
T1 (Medio ambiente)	0.190	0.82275 a*	-	-
T2 (10 °C)	0.190	0.69450 b	0.15375 b	2.9353 a
T3 (12 °C)	0.190	0.60600 b	0.32225 a	2.7563 a
T4 (7 °C)	0.190	0.58275 b	0.16825 b	2.9173 a

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

A los 14 días de almacenamiento refrigerado en los 3 tratamientos restantes se observó una disminución en los valores de % acidez titulable, respecto a la evaluación anterior realizada a los 7 días. Estos resultados posiblemente se debieron a que estos compuestos fueron usados como sustratos de la respiración ó para sintetizar otras sustancias (Gil, 2001; mencionado por Pentzke, 2006).

En el gráfico 7 se observa que los cuatro tratamientos muestran el mismo comportamiento, independientemente de la temperatura de almacenamiento. En la primera semana se apreció un ligero incremento en el % de acidez titulable, para posteriormente disminuir a los 14 días e incrementarse en gran intensidad hasta los 21 días de almacenamiento en frío.

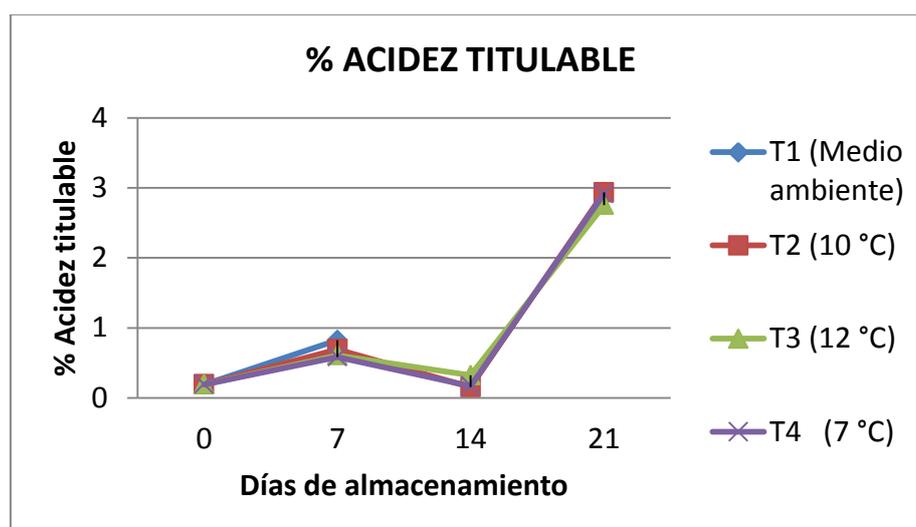


GRÁFICO 7: Evolución del porcentaje de acidez titulable en frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

4.2.3. Materia seca en pulpa (%MS)

El análisis de los datos obtenidos determinó que el % MS en pulpa de los frutos no se vio afectado significativamente por los tratamientos, a los 7 y 14 días de almacenamiento. De otro lado a los 21 días de almacenamiento se apreció diferencia significativa entre el tratamiento a 7°C y el resto (cuadro 5).

CUADRO 5: Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la concentración materia seca de pulpa (%) en chirimoya ecotipo Cumbe.

Temperaturas de almacenamiento	Materia seca de pulpa (%)			
	Valor inicial	7 días	14 días	21 días
T1 (Medio ambiente)	23.94	27.892 a*	-	-
T2 (10 °C)	23.94	27.149 a	27.530 a	25.979 b
T3 (12 °C)	23.94	27.338 a	26.403 a	25.764 b
T4 (7 °C)	23.94	27.594 a	28.073 a	28.880 a

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$).

Según el cuadro 5, a los 7 y 14 días de almacenamiento refrigerado en todos los tratamientos, se pudo observar valores bajos de % de materia seca, asimismo no se observó diferencia significativa entre los tratamientos. Esto debido a que la pulpa de chirimoya se caracterizan por concentrar una gran cantidad de agua de alrededor de 77.5% de su composición físico química (INIAP, 2003).

De otro lado, a los 21 días de almacenamiento se observó diferencia significativa entre el tratamiento a 7°C y los tratamientos a 10 y 12°C, debido probablemente al avanzado daño por frío, con una consecuente pérdida de agua y daño en los tejidos.

En el gráfico 8 se observa a los cuatro tratamientos seguir el mismo comportamiento independientemente de la temperatura de almacenamiento hasta los 14 días. Posteriormente a los 21 días el tratamiento a 7°C experimenta un ligero incremento por lo explicado anteriormente.

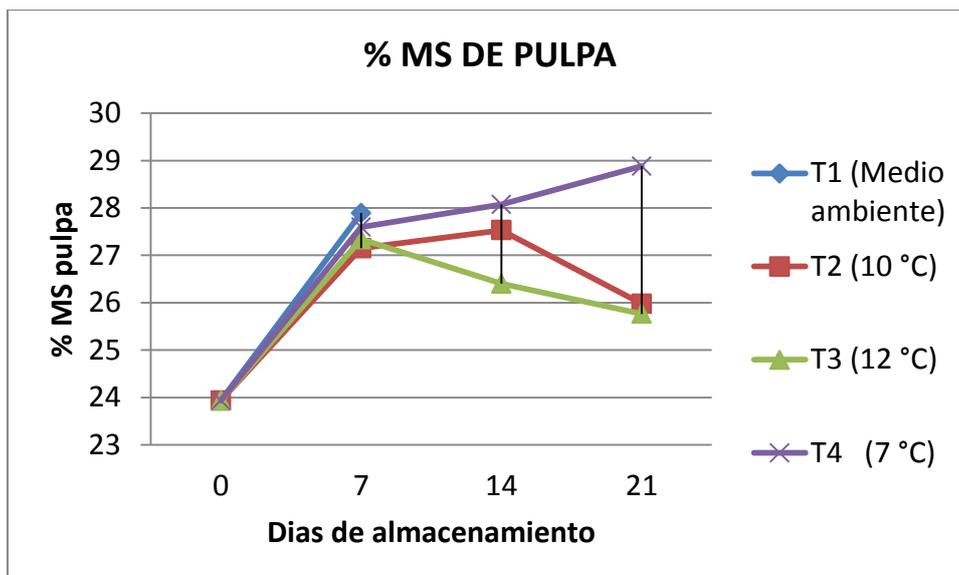


GRÁFICO 8: Evolución del porcentaje de materia seca en frutos de chirimoya bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

V. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones del presente ensayo se ha determinado que la temperatura de 10°C con 90 % HR y con un período de almacenamiento de 7 días, es la óptima para frutos de chirimoya ecotipo Cumbe, ya que a los 7 días de almacenamiento a 10 °C presenta la menor pérdida de peso y la mejor calidad externa e interna.
- La chirimoya ecotipo Cumbe experimenta un incremento notable respecto a la concentración de sólidos solubles desde la madurez fisiológica con 7.7% hasta 22% en un lapso de aproximadamente 7 días después del almacenamiento refrigerado, para posteriormente mantenerse constante a los 14 y 21 días de almacenamiento a temperaturas que varían entre un rango de 7 a 12 °C.
- La evolución en la concentración de la acidez titulable expresado en función de ácido cítrico desde la madurez fisiológica no experimenta mayores variaciones hasta los 14 días de almacenamiento. Posteriormente, a los 21 días se presenta un gran incremento en su concentración desde 0.3% hasta 2.8 % en promedio. Esto ocurrió entre un rango de temperatura de 7 a 12 °C.
- La concentración de materia seca no sufre mayores variaciones a temperaturas de almacenamiento de entre 7 a 12 °C por un período de almacenamiento de 7 y 14 días.
- Los frutos de chirimoya almacenados a 7 °C durante un período de 7, 14 y 21 días respectivamente, sufrieron daño por frío, el cual se manifestó por la aparición de manchas pardas y endurecimiento en la cáscara, así como oscurecimiento de la pulpa.

VI. RECOMENDACIONES

- Investigar el uso de coberturas de origen vegetal como la cera de carnauba o de candelilla.
- Investigar otros métodos más eficientes que logren retardar la madurez de la chirimoya. Dentro de estos métodos cabe mencionar el uso de atmósferas modificadas y el uso de inhibidores de la maduración como es el 1-Metilciclopropeno (1-MCP).
- Mejorar las técnicas de cosecha con el objetivo de minimizar los daños mecánicos sobre los frutos, además de mantener una cadena de frío durante el transporte hacia los mercados de distribución.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Alique, R.; Zamorano, J.P.; Calvo, M.L.; Merodio, C. and De la Plaza, J.L.** (1994). Tolerance of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) to cold storage. Journal of the American Society for Horticultural Science 119(3). 524-528.
2. **Batten, D.J.** (1990). Effect of temperature on ripening and postharvest life of fruit of atemoya (*Annona cherimola* Mill. × *A. squamosa* L.) cv. 'African Pride'. Scientia Horticulturae. 45. 129-136.
3. **Bejarano N., L.M.** (1992). Efecto de la variación de pH sobre la actividad enzimática de la peroxidasa en pulpa de chirimoya (*Annona cherimola*) fresca y congelada. Tesis (Ing. Ind. Alimentarias). Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 167 p.
4. **Céspedes R., R.** (2008). Influencia del uso de enzimas para el tratamiento de pulpa de guanábana (*Annona muricata* Linnaeus C.). Tesis (Mag. Sc. Tecnología de alimentos). Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 151 p.
5. **FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).** “Chirimoya”. [Publicación en línea]. Disponible en internet http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/Pfrescos/CHIRIMOYA.HTM. [Fecha de acceso: 28 de junio, 2014].
6. **González V., M.E.** (2013). Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. Cultivos Tropicales. 34(3). 52-63.
7. **Goñi, O.; Sánchez-Ballesta, M.T.; Merodio, C.; Escribano, M.I.** (2010). Potent cryoprotective activity of cold and CO₂ - regulated cherimoya (*Annona cherimola*) endochitinase. Journal of Plant Physiology. 167. 1119-1129.
8. **Gutiérrez, M.; Sola, M.; Pascual, L. and Vargas, A.M.** (1993). Postharvest Changes of Sugar Concentrations in Chilled-Injured Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). Journal of Plant Physiology 143. 27-32.
9. **Hernández H., C.** (2008). Evaluación poscosecha de genotipos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) con potencial comercial cosechados diferentes estados de desarrollo. Tesis (Maestro en ciencias recursos genéticos y productividad fruticultura). Montecillo. México. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 92 p.
10. **Hernández P., A.** (2010). Evaluación del almacenamiento refrigerado y al ambiente de cuatro ecotipos seleccionados de chirimoya (*Annoona cherimola* Mill.). Tesis (Ing. Agropecuario). Sangolquí. Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército. 125 p.

11. **Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).** “Aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales para el tratamiento de frutas tropicales y andinas para exportación”. [Publicación en línea]. Disponible en internet http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Aplicaci%C3%B3n_nuevas_tecnolog%C3%ADas_agroindustriales_tratamiento_frutas_tropicales_andinas_exportaci%C3%B3n.pdf. [Fecha de acceso: 28 de Diciembre, 2014].
12. **Kader, A.A. and Arpaia, M.L.** “Cherimoya (Atemoya & Sweetsop): Recommendations for Maintaining Postharvest Quality”. [Publicación en línea]. Disponible en internet <http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Cherimoya/>. [Fecha de acceso: 28 de Diciembre, 2014].
13. **Manríquez B., D.** síntesis de volátiles responsables del aroma durante la maduración de chirimoyas variedad Concha Lisa. [diapositivas]. Santiago. 2010.
14. **Mariano R., M.E.** (2003). Efecto de la radiación gamma en el proceso de maduración de la chirimoya (*Annona cherimola*). Tesis (Ing. Ind. Alimentarias). Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 169 p.
15. **Palma, T.; Aguilera, J.M. and Stanley, D.W.** (1993). A review of postharvest events in cherimoya. *Postharvest physiology and technology*. 2. 187-208.
16. **Pareek, S.; Yahia, E.M.; Pareek, O.P.; Kaushik, R.A.** (2011). Postharvest physiology and technology of Annona fruits. *Food Research International* 44. 1741-1751.
17. **Paull, R.E. and Chen, N.** “Cherimoya”. [Publicación en línea]. Disponible en internet <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/051cherimoya.pdf>. [Fecha de acceso: 02 de julio, 2014].
18. **Paull, R.E. and Duarte, O.** (2012). Annonas: Soursop and Rollinia. In your: *Tropical fruits*. 2^a edición. London. MPG Books Ltd. 1-24.
19. **Pentzke V., M.** (2006). Efecto del oxígeno ionizado y el triacilglicerol en la calidad de poscosecha de frutos de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) cv. Concha lisa, provenientes de altas y bajas densidades de plantación, en almacenaje refrigerado. Tesis (Ing. Agrónomo). Quillota. Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Escuela de Agronomía. 92 p.
20. **Retamales, J., Defilippi, B., Manríquez, D. and Campo-Vargas, R.** “Inhibition of ethylene action in cherimoya fruit is effective in blocking autocatalytic ethylene production and prolonging postharvest life”. [Publicación en línea]. Disponible en internet

http://platina.inia.cl/postcosecha/docs/posters/2003/Retamales_chirimoya_USA.pdf.

[Fecha de acceso: 20 de junio, 2014].

21. **Sánchez C., M. T.** (2011). Ficha técnica del cultivo de chirimoya. Lima. Perú. Gobierno Regional de Lima. Dirección Regional de Agricultura Lima.
22. **Sánchez-Bel, P. et al.**, “Tecnología de poscosecha – frutas”. [Publicación en línea]. Disponible en internet http://www.poscosecha.com/es/noticias/los-tratamientos-con-etileno-y-l-mcp-no-influyeron-en-el-desarrollo-de-danos-por-frio-en-frutos-de-chirimoya/_id:79354/. [Fecha de acceso: 10 de julio, 2014].
23. **Undurraga M., P.; Olaeta C., J.A.; Mac-Lean B., H.** (1998). Identificación y caracterización de desórdenes fisiológicos en chirimoyas (*Annona cherimolla* Mill.) cv. Concha lisa en refrigeración. Revista Chapingo Serie Horticultura 4(1): 5-12.
24. **Van Damme, P. y Scheldeman, X.** “El fomento del cultivo de la chirimoya en América Latina”. [Publicación en línea]. Disponible en internet <http://www.fao.org/docrep/x2450s/x2450s09.htm>. [Fecha de acceso: 09 de julio, 2014].
25. **Velezmoro S., C.E.** (1988). Conservación de pulpa de chirimoya (*Annona cherimola*). Tesis (Mag. Sc. Tecnología de alimentos). Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 143 p.

ANEXOS

ANEXO 1: Análisis estadístico para la concentración de acidez titulable en frutos de chirimoya sometidos a 4 tratamientos durante un período de 7,14 y 21 días de almacenamiento

Análisis del acidez titulable después de 7 días de almacenamiento

Procedimiento
ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	0.161898	0.026983	5.77	0.0102
Error	9	0.042062	0.00467356		
Total corregido	15	0.20396			

Coef Var: 10.10546

Prueba del rango múltiple de Duncan para acidez titulable a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 9
Error de cuadrado medio 0.004674

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T1(Medio ambiente)	4	0.82275	a
T2 (10°C)	4	0.6945	b
T3 (12°C)	4	0.606	b
T4 (7°C)	4	0.58275	b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Análisis del acidez titulable después de 14 días de almacenamiento

Procedimiento
ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	0.08144425	0.01628885	6.35	0.0218
Error	6	0.015392	0.00256533		
Total corregido	11	0.09683625			

Coef Var: 23.58515

Prueba del rango múltiple de Duncan para acidez titulable a los 14 días de almacenamiento

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 6
 Error de cuadrado medio 0.002565

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T2 (10°C)	4	0.15375	b
T3 (12°C)	4	0.32225	a
T4 (7°C)	4	0.16825	b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Análisis del acidez titulable después de 21 días de almacenamiento

Procedimiento ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	0.16890558	0.03378112	1.63	0.2836
Error	6	0.12446533	0.02074422		
Total corregido	11	0.29337092			

Coef Var: 5.019145

Prueba del rango múltiple de Duncan para acidez titulable a los 21 días de almacenamiento

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 6
 Error de cuadrado medio 0.020744

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T2 (10°C)	4	2.9353	a
T3 (12°C)	4	2.7563	a
T4 (7°C)	4	2.9173	a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

ANEXO 2: Análisis estadístico para el porcentaje de pérdida de peso en frutos de chirimoya sometidos a 4 tratamientos durante un período de 7,14 y 21 días de almacenamiento

Análisis de la pérdida de peso después de 7 días de almacenamiento

Procedimiento

ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	333.0750489	55.5125081	16.31	0.0002
Error	9	30.6392896	3.4043655		
Total corregido	15	363.7143384			

Coef Var: 40.64248

Prueba del rango múltiple de Duncan para la pérdida de peso a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 9

Error de cuadrado medio 3.404366

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T1(Medio ambiente)	4	12.02	a
T2 (10°C)	4	0.924	b
T3 (12°C)	4	1.318	b
T4 (7°C)	4	3.898	b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Análisis de la pérdida de peso después de 14 días de almacenamiento

Procedimiento

ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	75.11900833	15.02380167	56.27	<.0001
Error	6	1.60183533	0.26697256		
Total corregido	11	76.72084367			

Coef Var: 13.4305

Prueba del rango múltiple de Duncan para pérdida de peso a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 6
 Error de cuadrado medio 0.266973

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T2 (10°C)	4	1.724	b
T3 (12°C)	4	2.497	b
T4 (7°C)	4	7.3205	a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Análisis de la pérdida de peso después de 21 días de almacenamiento

Procedimiento ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	127.3704476	25.4740895	53.15	<.0001
Error	6	2.8758633	0.4793106		
Total corregido	11	130.2463109			

Coef Var: 11.71955

Prueba del rango múltiple de Duncan para pérdida de peso a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 6
 Error de cuadrado medio 0.479311

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T2 (10°C)	4	2.7668	c
T3 (12°C)	4	4.6433	b
T4 (7°C)	4	10.3123	a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

ANEXO 3: Análisis estadístico para la concentración de sólidos solubles en frutos de chirimoya sometidos a 4 tratamientos durante un período de 7,14 y 21 días de almacenamiento

Análisis de sólidos solubles después de 7 días de almacenamiento

Procedimiento

ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	5.59089487	0.93181581	0.5	0.7966
Error	9	16.88780356	1.87642262		
Total corregido	15	22.47869844			

Coef Var: 5.803317

Prueba del rango múltiple de Duncan para sólidos solubles a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 9

Error de cuadrado medio 1.876423

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T1(Medio ambiente)	4	22.9165	a
T2 (10°C)	4	24.25	a
T3 (12°C)	4	23.7668	a
T4 (7°C)	4	23.4835	a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Análisis de sólidos solubles después de 14 días de almacenamiento

Procedimiento

ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	10.86453042	2.17290608	1.6	0.2897
Error	6	8.1349965	1.35583275		
Total corregido	11	18.99952692			

Coef Var: 5.043122

Prueba del rango múltiple de Duncan para sólidos solubles a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 6
 Error de cuadrado medio 1.355833

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T2 (10°C)	4	22.8335	a
T3 (12°C)	4	23.9168	a
T4 (7°C)	4	22.5165	a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Análisis de sólidos solubles después de 21 días de almacenamiento

Procedimiento ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	10.30365017	2.06073003	1.63	0.2833
Error	6	7.58614283	1.26435714		
Total corregido	11	17.889793			

Coef Var: 5.015439

Prueba del rango múltiple de Duncan para sólidos solubles a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 6
 Error de cuadrado medio 1.264357

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T2 (10°C)	4	22.9333	a
T3 (12°C)	4	21.5335	a
T4 (7°C)	4	22.7918	a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

ANEXO 4: Análisis estadístico para la concentración de materia seca de pulpa en frutos de chirimoya sometidos a 4 tratamientos durante un período de 7,14 y 21 días de almacenamiento

Análisis de materia seca de pulpa después de 7 días de almacenamiento

Procedimiento

ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	3.2295535	0.53825892	0.24	0.954
Error	9	20.6139565	2.29043961		
Total corregido	15	23.84351			

Coef Var: 5.504746

Prueba del rango múltiple de Duncan para materia seca de pulpa a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 9

Error de cuadrado medio 2.29044

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T1(Medio ambiente)	4	27.892	a
T2 (10°C)	4	27.149	a
T3 (12°C)	4	27.338	a
T4 (7°C)	4	27.594	a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Análisis de materia seca de pulpa después de 14 días de almacenamiento

Procedimiento

ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	9.72625492	1.94525098	0.63	0.687
Error	6	18.591666	3.098611		
Total corregido	11	28.31792092			

Coef Var: 6.439545

Prueba del rango múltiple de Duncan para materia seca de pulpa a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 6
 Error de cuadrado medio 3.098611

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T2 (10°C)	4	27.53	a
T3 (12°C)	4	26.403	a
T4 (7°C)	4	28.073	a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Análisis de materia seca de pulpa después de 21 días de almacenamiento

Procedimiento ANOVA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	39.08093717	7.81618743	3.03	0.1048
Error	6	15.47631383	2.57938564		
Total corregido	11	54.557251			

Coef Var: 5.976098

Prueba del rango múltiple de Duncan para materia seca de pulpa a los 7 días de almacenamiento

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 6
 Error de cuadrado medio 2.579386

Tratamiento	N	Media	Agrupamiento de Duncan
T2 (10°C)	4	25.979	b
T3 (12°C)	4	25.764	b
T4 (7°C)	4	28.88	a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

ANEXO 5: Registro fotográfico de la zona de producción – valle de Cumbe.

Planta de chirimoya ecotipo Cumbe



Campo de donde se extrajeron los frutos de chirimoya



Campo de donde se extrajeron los frutos de chirimoya



Frutos de chirimoya ecotipo Cumbe en desarrollo

