

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



Efecto de la Temperatura en la tasa de respiración en zanahoria (*Daucus carota*),
zapallo (*Cucúrbita máxima*) mínimamente procesadas y tratadas con ácido
acético e hipoclorito de sodio.

PRESENTADO POR:

Bach. Marco Larry, YUCRA LIMAHUAYA

Bach. Dianet Yene, ZAPANA COILA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO PERU

2009

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Efecto de la Temperatura en la tasa de respiración en zanahoria (*Daucus carota*), zapallo (*Cucúrbita máxima*) mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio.

PRESENTADO A LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Marco Larry, YUCRALIMAHUAYA

Bach. Dianet Yene, ZAPANA COILA

APROBADO POR:

PRESIDENTE:

Ing. M. Sc. Luis Alberto Jiménez Monroy

PRIMER MIEMBRO:

Ing. M. Sc. Alejandro Coloma Paxi

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. Jhony Mayta Hanco

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. M. Sc. Roger Segura Peña

ASESORES DE TESIS:

Ing. M. Sc. Thomas Ancco Vizcarra

Ing. M. Sc. Alberto Enrique Cohaila Barrios

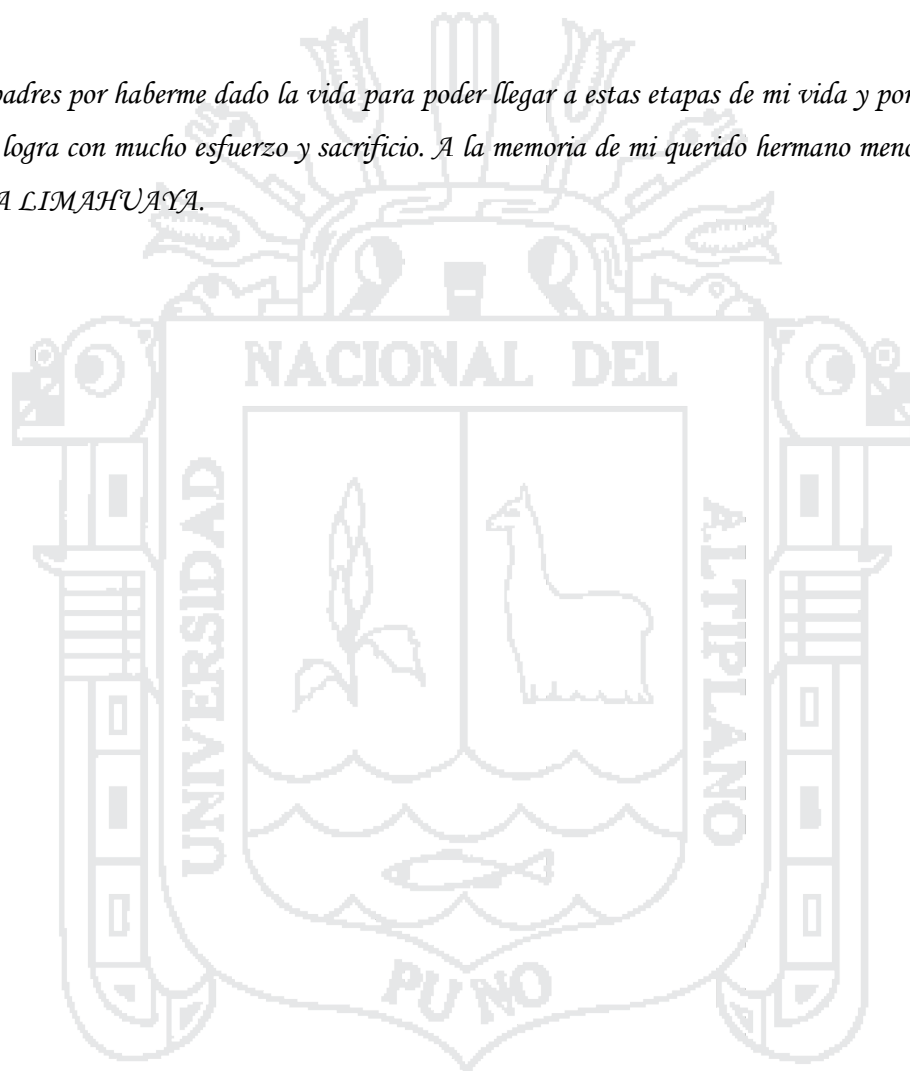
PUNO

PERU

2009

DEDICATORIA

A mis padres por haberme dado la vida para poder llegar a estas etapas de mi vida y por enseñarme que todo se logra con mucho esfuerzo y sacrificio. A la memoria de mi querido hermano menor Lalo Ernesto YUCRA LIMAHUAYA.



A ti DIOS que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa.

A mis padres Paulino y Lucrecia por darme la vida, por todo su amor y brindarme toda su confianza.

A mi hermana Leila por saberme escuchar, por su comprensión y por todo su cariño.

A mi tío Rodolfo por todo su apoyo brindado incondicionalmente.

“Los sueños nunca desaparecen siempre que las personas las mantienen vivas en su corazón”

Dianet.



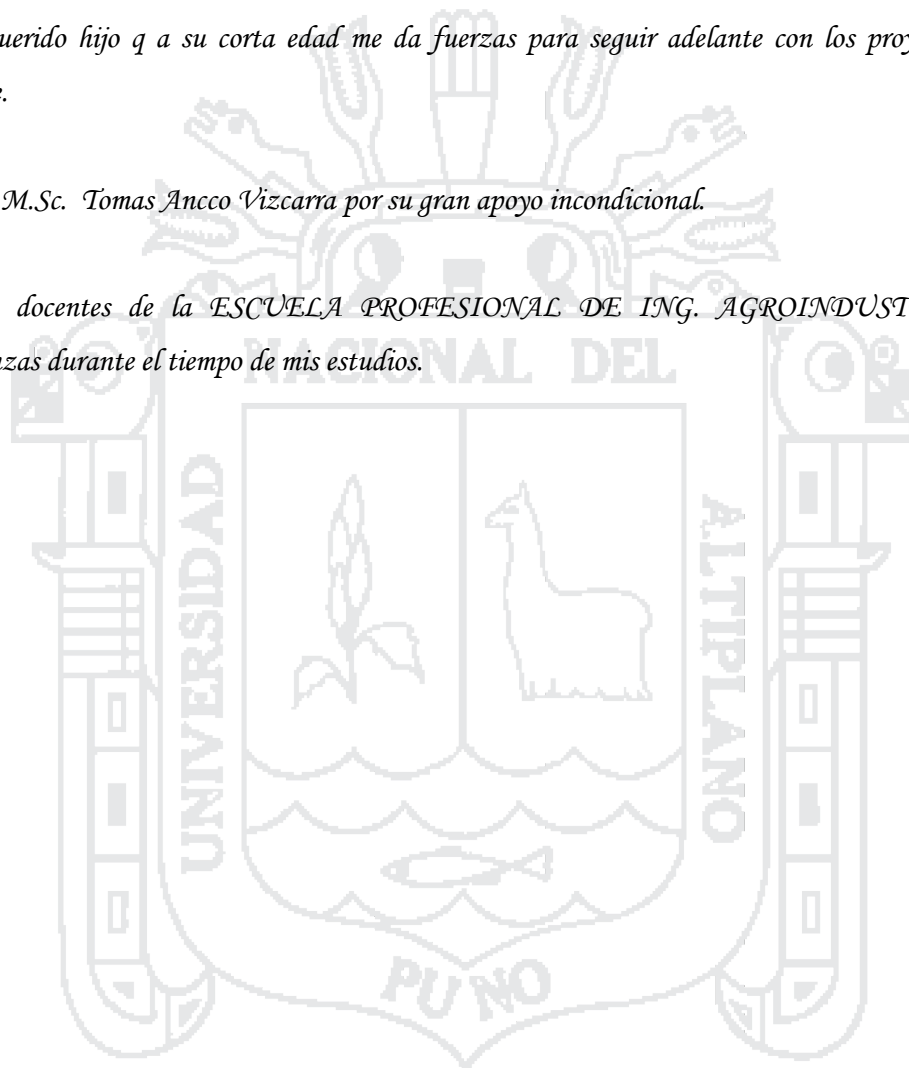
AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres políticos y a mi querida esposa Yanet Soraima SUCACAHUA CHAMBI por comprenderme en lo bueno y malo de las cosas que ocurren día a día.

A mi querido hijo q a su corta edad me da fuerzas para seguir adelante con los proyectos q uno se propone.

Al Ing. M.Sc. Tomas Ancco Vizcarra por su gran apoyo incondicional.

A los docentes de la ESCUELA PROFESIONAL DE ING. AGROINDUSTRIAL por sus enseñanzas durante el tiempo de mis estudios.



Los agradecimientos a todos aquellos quienes de alguna manera u otra me ayudaron alcanzar esta meta:

A la Universidad Nacional del Altiplano en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias por acogerme en sus aulas durante mi Formación Profesional.

A los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por todas sus sabias enseñanzas impartidas.

A mis padres, muchísimas gracias por haber confiado en mí, por sus palabras de aliento, consejos, recomendaciones, su cariño, comprensión y por apoyarme en todo momento a lo largo de todos estos años.

A mi tío Rodolfo por estar siempre ahí pendiente de mí, por apoyarme de una manera incondicional.

Este pequeño trozo de gratitud va dirigido a una persona muy especial, quien me ha guiado y acompañado en todo momento, quien ha estado siempre muy pendiente mí y a quien le estaré eternamente agradecida a mi madrina Elva, gracias por ser mi guía, mi amiga y esencialmente por confiar en mí.

A mi querida hermanita Leila por estar siempre a mi lado en todo momento, por toda su comprensión y cariño.

Al Ing. Thomas Ancco por todo su apoyo brindado incondicionalmente.

A mi buen amigo Saúl, gracias por estar allí cuando te necesité, gracias por escucharme, ayudarme y apoyarme cuando creía que el mundo se venía abajo.

A Juan Rolando gracias por todos los momentos, viajes, paseos y emociones que hemos compartido durante los años de estudio que fueron mas divertidos.

Y finalmente gracias por hacer que estos últimos meses de tesis fueran más divertidos Jerónimo Martin.

Dianet.

INDICE GENERAL

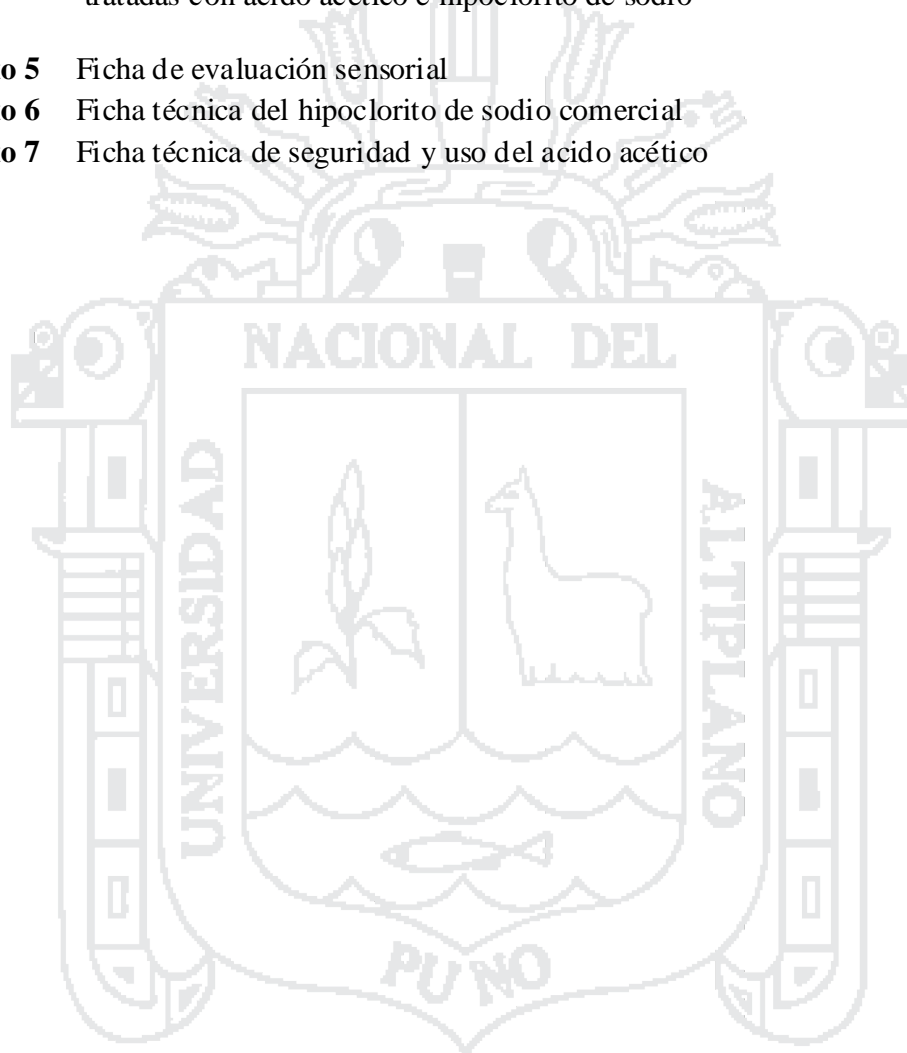
	PAG.
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Alimentos mínimamente procesados	4
2.2. Preparación de los productos frescos cortados	7
2.3. Fisiología de un producto procesado en fresco	11
2.3.1. Aumento en la tasa respiratoria	13
2.4. Efectos de la temperatura en un producto procesado en fresco	16
2.5. Generalidades de la zanahoria	17
2.5.1. Índice de cosecha	18
2.5.2. Temperatura de almacenamiento	19
2.5.3. Humedad relativa de almacenamiento	19
2.5.4. Tasa de respiración	20
2.5.5. Tipos de zanahorias	20
2.5.6. Las fisopatías y desordenes físicos	21
2.5.7. Desordenes patológicos	22
2.6. Generalidades del zapallo	23
2.6.1. Variedades importantes	23
2.6.1.1. Variedad de verano	23
2.6.1.2. Variedad de invierno	23
2.6.2. Índices de cosecha	24
2.6.3. Índices de calidad	24
2.6.4. Temperatura optima	24
2.6.5. Humedad relativa optima (HR)	25
2.6.6. Tasa de respiración	25
2.6.7. Fisopatías	26
2.6.8. Enfermedades	26
III. MATERIALES Y METODOS	27
3.1. Lugar de ejecución	27
3.2. Materia prima	27
3.3. Equipos, materiales y reactivos	27
3.3.1. Equipos	27
3.3.2. Materiales de vidrio	28
3.3.3. Reactivos	28
3.3.4. Materiales diversos	28
3.4. Diseño experimental	29
3.4.1. Recepción de materia prima	29
3.4.2. Lavado y cortado	30
3.4.3. Acondicionamiento	30
3.4.4. Centrifugado y almacenamiento	30

3.5. Metodología de monitoreo y registro de datos O ₂ y CO ₂ , determinación del índice o coeficiente respiratorio	31
3.6. Método de análisis sensorial	31
3.7. Métodos de análisis estadístico	32
3.7.1. Variables independientes	32
3.7.2. Variables dependiente	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	34
4.1. Efecto de la temperatura en el comportamiento de CO ₂ durante el almacenamiento a 4°C, 14°C y 24°C, en zanahorias y zapallos mínimamente procesadas tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio	34
4.1.1. Producción de CO ₂ en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio almacenadas a 4°C, 14°C y 24°C	34
4.1.2. Producción de CO ₂ en zapallos mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio almacenadas a 4°C, 14°C y 24°C	37
4.2. Efecto de la temperatura en el comportamiento de O ₂ durante el almacenamiento a 4°C, 14°C y 24°C, en zanahoria y zapallo mínimamente procesadas tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético	41
4.2.1. Disponibilidad de O ₂ en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético almacenadas a 4°C, 14°C y 24°C	41
4.2.2. Disponibilidad de O ₂ en zapallos mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético almacenadas a 4°C, 14°C y 24°C	43
4.3. Efecto del ácido acético, hipoclorito de sodio y temperatura en la tasa de respiración y apreciación sensorial de color y olor de zanahorias y zapallos mínimamente procesados	46
4.3.1. Tasa de respiración en zanahorias y zapallos mínimamente procesadas tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético	46
4.3.2. Apreciación sensorial en zanahorias mínimamente procesadas tratadas ácido acético e hipoclorito de sodio	49
V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES	56
VII. BIBLIOGRAFIA	57
VIII. ANEXOS	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	REPORTES DE CO₂ (mg/kg/h) DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 4°C, 14°C Y 24°C DE ZANAHORIAS Y ZAPALLOS MINIMAMENTE PROCESADO	66
Tabla 1.	Resultados del CO ₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso tratadas con hipoclorito de sodio	66
Tabla 2.	Resultados del CO ₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso tratadas con ácido acético	66
Tabla 3.	Resultados del CO ₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zapallo con mínimo proceso tratadas con hipoclorito de sodio	67
Tabla 4.	Resultados del CO ₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zapallo con mínimo proceso tratadas con ácido acético	67
Anexo 2.	REPORTES DE O₂ (mg/L) DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 4°C, 14°C Y 24°C DE ZANAHORIAS Y ZAPALLOS MINIMAMENTE PROCESADO	68
Tabla 5.	Resultados del O ₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso tratadas con hipoclorito de sodio	68
Tabla 6.	Resultados del O ₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso tratadas con ácido acético	68
Tabla 7.	Resultados del O ₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zapallos con mínimo proceso tratados con hipoclorito de sodio	69
Tabla 8.	Resultados del O ₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zapallos con mínimo proceso tratadas con ácido acético	69
Anexo 3.	TASA DE RESPIRACION (Btu/tn/día) DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 4°C, 14°C Y 24°C DE ZANAHORIAS Y ZAPALLOS MINIMAMENTE PROCESADO	70
Tabla 9.	Resultados de tasa de respiración a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso tratadas con hipoclorito de sodio	70
Tabla 10.	Resultados de tasa de respiración a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso tratadas con ácido acético	70
Tabla 11.	Resultados de tasa de respiración a 4°C, 14°C y 24°C en zapallos con mínimo proceso tratadas con hipoclorito de sodio	71
Tabla 12.	Resultados de tasa de respiración a 4°C, 14°C y 24°C en zapallo con mínimo proceso tratadas con ácido acético	71
Anexo 4	RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE COLOR Y OLOR EN ZANAHORIAS Y ZAPALLOS MINIMAMENTE PROCESADOS	72
Tabla 13.	Resultados del análisis sensorial de color para zanahorias con mínimo proceso tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio	72

Tabla 14.	Resultados del análisis sensorial de olor para zanahorias con mínimo proceso tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio	72
Tabla 15.	Resultados del análisis sensorial de color para zapallo con mínimo proceso tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio	73
Tabla 16.	Resultados del análisis sensorial de olor para zapallo con mínimo proceso tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio	73
Anexo 5	Ficha de evaluación sensorial	74
Anexo 6	Ficha técnica del hipoclorito de sodio comercial	75
Anexo 7	Ficha técnica de seguridad y uso del ácido acético	77



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de CO_2 a temperatura de 4°C , 14°C y 24°C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio	35
Figura 2. Producción de CO_2 a temperatura de 4°C , 14°C y 24°C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético	36
Figura 3. Producción de CO_2 a temperatura de 4°C , 14°C y 24°C en zapallo mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio	38
Figura 4. Producción de CO_2 a temperatura de 4°C , 14°C y 24°C en zapallo mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético	40
Figura 5. Disponibilidad de O_2 a temperatura de 4°C , 14°C y 24°C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio	42
Figura 6. Disponibilidad de O_2 a temperatura de 4°C , 14°C y 24°C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético	43
Figura 7. Disponibilidad de O_2 a temperatura de 4°C , 14°C y 24°C en zapallo mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio	44
Figura 8. Disponibilidad de O_2 a temperatura de 4°C , 14°C y 24°C en zapallo mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético	45
Figura 9. Tasa de respiratorio (TR) a temperaturas de 4°C , 14°C y 24°C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético	47
Figura 10. Tasa de respiratorio (TR) a temperaturas de 4°C , 14°C y 24°C en zapallos mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Análisis de variancia para el color de las zanahorias mínimamente procesadas	50
Cuadro 2.	Prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN para el color de las zanahorias mínimamente procesadas	50
Cuadro 3.	Análisis de variancia para el olor de las zanahorias mínimamente procesadas	51
Cuadro 4.	Prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN para el olor de las zanahorias mínimamente procesadas	51
Cuadro 5.	Análisis de variancia para el color del zapallo mínimamente procesadas	52
Cuadro 6.	Prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN para el color del zapallo mínimamente procesadas	52
Cuadro 7.	Análisis de variancia para el olor del zapallo mínimamente procesadas	53
Cuadro 8.	Prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN para el olor del zapallo mínimamente procesadas	53

RESUMEN

El estudio se realizó en la Ciudad de Puno, a 3825 m.s.n.m., en las instalaciones de la Universidad Nacional del Altiplano, con el objeto de evaluar el efecto de la temperatura en la tasa de respiración en zanahoria (*Daucus carota*), zapallo (*Cucúrbita máxima*) mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio; Los datos de CO_2 y O_2 , fueron determinados monitoreados permanentemente hasta las 12, 24 y 48 horas, con sensores de marca multilog pro visualizándose los datos en tiempo real con el programa desarrollado en el software Laview, versión 6.10. Los valores de CO_2 producido se emplearon para determinar la tasa de respiración, y se evaluó el comportamiento de O_2 , la apreciación sensorial de color y olor empleando para este último una escala Hedónica de 5 puntos. De los resultados obtenidos las zanahorias y zapallos con hipoclorito de sodio y ácido acético presentaron mayor incremento en la tasa de respiración en las primeras horas, reduciendo a medida que pasa el tiempo, al mismo tiempo se observó que la disponibilidad de O_2 disminuye frente a la producción de CO_2 con mayor incidencia a 24°C ; los atributos sensoriales de 1 y olor presentaron mayor aceptación en zapallos y zanahorias con mínimo proceso los tratamientos con ácido acético, y el tratamiento con hipoclorito de sodio almacenada a 4°C . Concluyéndose que la temperatura de almacenamiento estimula las reacciones bioquímicas generando mayor producción de CO_2 , en zapallo mínimamente procesados frente a zanahorias mínimamente procesadas. Los cambios sensoriales se manifiestan a mayor temperatura tanto en zanahorias y zapallos mínimamente procesados.

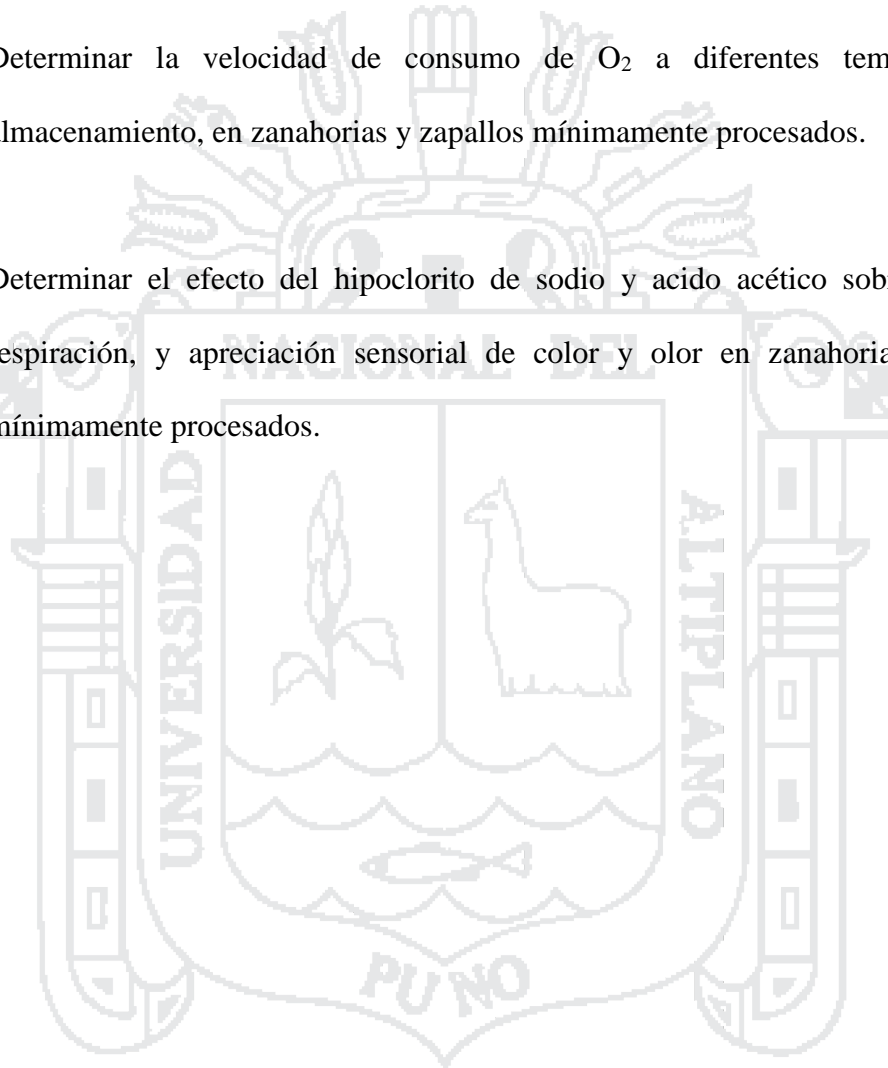
I. INTRODUCCION

Los hábitos de alimentación humana han cambiado mucho en las dos últimas décadas. El actual ritmo de vida, con escaso tiempo para preparar comidas equilibradas, ha provocado la demanda de productos vegetales naturales, frescos y saludables para consumir, como los mínimamente procesados en fresco (MPF), denominados comercialmente de la “Cuarta gama” de la alimentación. Así, la oferta de productos MPF ha aumentado notablemente en los países industrializados, y son muy competitivos sostenibles para garantizar la calidad sensorial, nutritiva y seguridad alimentaria del consumidor.

Esta tendencia moderna de consumo de alimentos mínimamente procesados, que conlleva al desarrollo de procesos no invasivos que provoquen la mínima alteración en las características físico-químicas y sensoriales de los alimentos, implica también que al mismo ritmo se desarrollen y adapten técnicas de control para los estudios precisos y confiables del comportamiento en el ritmo respiratorio del producto con proceso mínimo; en este contexto los antisépticos naturales juegan también un rol preponderante y se catalogan como una excelente alternativa para cumplimentar estas demandas, ya que incrementan la vida útil de los alimentos, minimiza la alteración, y mejoran la seguridad alimentaria con una mínima alteración de sus características.

Es por ello que en el área de postcosecha ha sido de gran utilidad los estudios del efecto del hipoclorito de sodio y el ácido acético en diversos vegetales, además de sus efectos en las frutas y hortalizas frescas para prolongar la vida útil y reducir la proliferación microbiana, por ello en el presente trabajo se planteo los siguientes objetivos:

- ❖ Determinar el efecto de la temperatura en la producción de CO_2 a diferentes temperaturas de almacenamiento, en zanahorias y zapallo mínimamente procesados.
- ❖ Determinar la velocidad de consumo de O_2 a diferentes temperaturas de almacenamiento, en zanahorias y zapallos mínimamente procesados.
- ❖ Determinar el efecto del hipoclorito de sodio y ácido acético sobre la tasa de respiración, y apreciación sensorial de color y olor en zanahorias y zapallos mínimamente procesados.



II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Alimentos mínimamente procesados

Los cambios socioculturales de los últimos años han multiplicado la demanda de alimentos de consumo fácil y rápido. El factor determinante de las nuevas tendencias del consumo es el creciente interés por alimentos sanos, seguros, libres de aditivos, es decir, productos frescos o con características similares a los frescos y obtenidos de forma respetuosa con el medio ambiente. Si a esto, se añade el aumento en el poder adquisitivo, el resultado es una creciente demanda de frutas y hortalizas procesadas en fresco (Baldwin *et al.*, 1995; Brackett, 1997; Pérez *et al.*, 2002). Éstas necesitan un tiempo mínimo de preparación y poseen las mismas características nutricionales del producto entero del cual proceden (Ahvenainen, 1996).

Las denominaciones que reciben estos productos son muy diversas: en los países de influencia francófona se les llama casi exclusivamente de la cuarta gama de alimentación (“4^{ème} Game”) y en los de influencia anglosajona, mínimamente o ligeramente procesados (“minimally processed”, “lightly processed”, “slightly processed”), parcialmente procesados (“partially processed”), dispuestos para consumir (“pre-prepared”, “ready to eat”, “ready to use”), así como, frescos cortados o recién cortados (“fresh-processed”, “fresh-cut”) (Artés, 2000).

Recientemente, en EEUU a estos productos procesados se les ha incorporado carne u otros productos alimentarios constituyéndose así una nueva gama, concretamente los llamados “home replacement meals” (Cantwell y Suslow, 2002).

Rolle y Chism (1987), sugirieron que el procesado mínimo incluía todas las operaciones (Lavado, clasificación, pelado, cortado en rodajas, etc.). Que puedan hacerse antes del escaldado en una línea de procesado convencional, considerando a todos estos productos como tejidos vivos. Shewfelt (1987), añade a esta definición la posible utilización de bajos niveles de irradiación, envasados individuales y conservación en refrigeración.

Para Huxsoll y Bolin (1989), un producto mínimamente procesado es fresco y las células de los tejidos están vivas, pero no se exige que cumplan estas características. Además, incluyen todos aquellos productos no destinados a su consumo directo, sino también los que conservando sus características de productos frescos pueden ser posteriormente transformadas por técnicas tradicionales.

Cantwell (1991), llamó a estos productos “frutas y hortalizas troceadas ligeramente procesadas”. Wiley (1997), incluye en la definición de frutas y hortalizas mínimamente procesadas todas aquellas que mantienen tejidos vivos, así como, aquellas que han sufrido ligeras modificaciones en sus características de frescura, incluyendo como métodos de conservación la refrigeración y la modificación y control de la atmósfera de envasado.

Según Wiley (1997), en función del estado físico de los productos, la tendencia ha sido a incluir solamente los sólidos, semisólidos y semilíquidos como las frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas, si bien los líquidos refrigerados y zumos, se deberían incluir también en esta clase de alimentos. En la definición que establece el Codex Alimentarius, Commission de procesado mínimo, añade que deben mantenerse bajo refrigeración, son procesados con métodos alternativos a los tratamientos térmicos tradicionales, su pH es mayor de 4,6 y su actividad de agua superior a 0,92, son envasados

no necesariamente de forma hermética y pueden requerir un calentamiento antes de su consumo. Si bien esta definición es genérica y engloba a una gran cantidad de productos alimenticios existentes en el mercado actual, King y Bolin (1989), Watada *et al.*, (1990), Brecht (1995), Burns (1995), Ahvenainen (1996), Cantwell (1996), Garret (1997) y Artés (2000), reducen esta gama al acotar las operaciones de acondicionamiento de estos productos hortofrutícolas a métodos más simples como lavado, deshojado, deshuesado, cortado, partido, troceado, rallado u otros.

Dentro de la amplia gama de productos mínimamente procesados existe un grupo de productos vegetales elaborados a partir de frutas, hortalizas e incluso plántulas que han sufrido una o varias sencillas operaciones de procesado por métodos físicos (lavado, deshojado, deshuesado, cortado, partido, troceado, rallado u otros), en las que el producto elaborado permanece vivo y preparado para su consumo inmediato con casi idénticas características correspondientes al estado fresco y entero del cual proceden y con la disponibilidad de la totalidad de la parte comestible (Artés, 2000).

Este procesado parcial lesiona los tejidos disminuyendo drásticamente la vida útil del producto comparados con el entero del cual proceden (Ahvenainen, 1996; Brackett, 1992; Burns, 1995; Nguyen-the y Carlin, 1994; Schlimme, 1995; Watada *et al.*, 1990) de ahí que estén obligados a la permanencia constante bajo refrigeración y envasado en atmósfera modificada (EAM), que salvaguarde con eficacia el producto elaborado frente a las posibles alteraciones mecánicas, microbiológicas y biológicas (Artés *et al.*, 1999), higienizados mediante derivados clorados, peróxido de hidrógeno, ozono, antimicrobianos naturales y otros; tratados con agentes estabilizadores de color tales como ácido ascórbico y eritórbico, retenedores de firmeza (sales de calcio) y envasados en bolsas o bandejas con

la inyección de distintos sistemas gaseosos que permitan mantener una atmósfera modificada en su interior (Soliva-Fortuny y Martín Belloso, 2003). Son conservados, distribuidos y comercializados bajo refrigeración (2-5°C) y están listos para ser consumidos durante 7 a 14 días según el producto y técnica de conservación utilizada (Ahvenainen, 1996).

2.2. Preparación de los productos frescos cortados

La preparación de un producto procesado en fresco engloba varias etapas que pueden ser divididas en operaciones unitarias específicas. Cada una de estas operaciones debe realizarse adecuadamente para asegurar una óptima calidad, seguridad alimentaria y vida útil en el producto terminado.

Hay que tener presente que los productos procesados en fresco no reciben ningún tipo de tratamiento, salvo la cloración (o más raramente la ozonización) y acidificación del agua de lavado, que posibilite la reducción de su carga microbiana natural o añadida; En consecuencia, las armas fundamentales para luchar contra los procesos degradativos son, la perfecta higiene de proceso, la refrigeración permanente de los productos a una temperatura inferior a 5°C, que además deberán estar debidamente protegidos de contaminaciones secundarias o cruzadas (Artés, 2000; Gorny y Kader, 1996).

La temperatura ambiente en la selección y clasificación debe ser inferior a 12°C, mientras que en las etapas posteriores, como lavado, cortado y envasado deben mantenerse una temperatura entre 4 y 6°C. A partir del cortado, la temperatura del producto no debe sobrepasar los 4°C (Willocx, 1995 citado por Jacxsens *et al.*, 2002).

La efectividad del lavado de un producto procesado puede optimizarse con una limpieza

previa del producto entero (Simons y Sanguansri, 1997), para ello, Huxsoll y Bolin (1989) recomiendan utilizar de 5-10 L/Kg de producto entero. Tanto el agua de lavado del material entero como aquella utilizada tras el cortado y/o pelado deben tener una adecuada calidad microbiológica. Además, se recomienda que su temperatura sea inferior a 5°C (Ahvenainen, 1996; Ahvenainen, 2000).

La eliminación de la capa más externa de una fruta u hortaliza se denomina pelado, raspado, despellejado, descortezado, descascarillado, etc. Algunas frutas y hortalizas como las patatas, zanahorias, manzanas, melones, requieren de un pelado antes de ser cortadas. El pelado puede hacerse manual, con vapor o agua caliente, por medios mecánicos, con vapor a presión elevada (López, 1987). Sin embargo, la operación de pelado industrial de grandes volúmenes de productos se realiza normalmente mecánicamente (tambores de carborundo), químicamente o en peladoras de vapor a presión elevada (Yildiz, 1997).

El pelado debe hacerse de la forma más delicada posible. El método ideal es el pelado a mano con cuchillos afilados pero es el lento y costoso. Normalmente, tras el pelado y/o cortado, debe realizarse un segundo lavado. Éste constituye un paso crítico en la línea de procesado, e influirá de forma decisiva en la calidad, seguridad y vida útil del producto terminado (Yildiz, 1997). No existe ningún tratamiento que destruya a los microorganismos y desactive los enzimas. El lavado tras el pelado y/o cortado tiene como objetivo disminuir la temperatura del producto, eliminar la suciedad del producto, la carga microbiana y los fluidos de los tejidos, para reducir durante el subsiguiente almacenamiento el crecimiento microbiano y desórdenes fisiológicos, como la oxidación enzimática y (Ahvenainen, 1996; Simons y Sanguansri, 1997). La calidad sensorial y microbiología de esta agua de lavado debe ser óptima y la temperatura no superior a 5°C

(Ahvenainen, 1996; Bolin y Huxsoll, 1989; Brackett, 1987).

La cantidad recomendada para lavar un producto cortado es inferior a la consumida cuando el producto es entero, normalmente es suficiente con 3 L/Kg (Ahvenainen, 1996). La eficiencia del lavado puede mejorarse con la incorporación de soluciones de cloro, y otros compuestos antibacterianos.

El cloro es el desinfectante más empleado para productos procesados en fresco, su forma más efectiva es la del ácido hipocloroso (HOCl). Pero la disociación del HOCl depende del pH del agua y el equilibrio entre éste y el ión hipoclorito (OCl⁻), el cual se mantiene incluso cuando el HOCl se consume por su acción antimicrobiana (Beuchat, 1992). Las distintas reacciones que se desarrollan tras incorporar el desinfectante comercial (Ca(OCl)₂ o NaOCl) se exponen a continuación (Garret, 1992).

La concentración recomendada para la inhibición de patógenos entéricos es de 60-80 ppm de cloro durante un mínimo de 30 segundos (Hobbs y Gilbert, 1978). Kabir (1994), recomienda 70 mg/L durante 13 segundos. Adams *et al.*, (1989) mostraron que niveles de 100 mg /L de cloro libre redujeron el número de bacterias a 100 veces menos. Concentraciones similares y oscilan entre 100-200 mg/L para el lavado tanto antes como después del pelado y/o cortado (Ahvenainen, 1996; Kabir, 1994; Yildiz, 1997).

Los productos procesados que sufren severos desórdenes fisiológicos como el amarillamiento del brócoli, blanqueamiento en zanahorias, pardeamiento en lechuga, ablandamiento, etc. podrían reducirse con la aplicación de disoluciones apropiadas a través de baños o espráis. Éstos pueden incorporarse en el agua de lavado o tras el enjuague. Para evitar el pardeamiento, podríamos citar agentes reductores (ácido ascórbico), acidulantes

(ácido cítrico), e incluso quelante (pirofosfato de sodio) (Artés *et al.*, 1998; Beck 1992; Dziezak, 1988).

Estos baños pueden incluir la aplicación de películas comestibles que reducen las pérdidas de agua y protegen al producto del O₂, retrasando las reacciones de pardeamiento. Pueden prevenir la alteración microbiana y evitan pérdidas de sabor y aroma, textura y nutrientes (Baldwin *et al.*, 1995).

Se han utilizado películas a base de calcio como puente de unión a las sustancias pécticas en la pared celular y lámina media y proteger la superficie cortada del pardeamiento. No obstante, la aplicación principal del calcio es mejorar la firmeza disminuyendo el ablandamiento, para ello, el calcio debe fijarse en el ácido péctico de la pared celular formando pectato cálcico. También sirve de unión entre proteínas que intervienen en la adhesión intercelular. Además, el calcio puede inhibir la actividad de aquellos enzimas que degradan la pared celular. El calcio interacciona con los polímeros pécticos proporcionando substratos inservibles, inaccesibles para la actividad enzimática.

Finalizado el enjuague y la adición de productos, cuando sea necesario, para evitar el ablandamiento, se realiza el secado por centrifugación automática o semiautomática, aire caliente o infrarrojos hasta que la superficie del producto procesado esté libre de agua. Tras esta etapa se pueden incorporar otros productos procesados (distintas especies, cultivares o variedades) para obtener así, ensaladas de frutas o ensaladas de hortalizas (Yildiz, 1997).

Tanto en el envasado en bolsa como en bandejas, la película plástica utilizada se habrá seleccionado correctamente en función a la permeabilidad a los gases (O₂, CO₂). En ambos

métodos podemos obtener un envasado en atmosfera modificada pasiva o activa, si inyectamos una atmósfera preparada exteriormente antes de cerrar el envase. Estas atmósferas activas suelen estar empobrecidas en O₂ empleando barrido de N₂, y con frecuencia enriquecida en CO₂ para facilitar un efecto más rápido de la modificación de la atmósfera sobre el producto. En general, la composición gaseosa es de 5-10 kPa de CO₂ y 2-5 kPa de O₂ y el resto de N₂ en combinación con el almacenamiento refrigerado (< 7°C) (Ahvenainen, 2000; Lee *et al.*, 1995; Garret, 1997; Kader *et al.*, 1989; Philips, 1996).

2.3. Fisiología de un producto procesado en fresco

Cuando una hortaliza se aproxima al momento de recolección, se encuentra en el estado de desarrollo más sensible a sufrir daños o heridas que en estados prematuros de desarrollo. Los tejidos vegetales comienzan a envejecer y el balance en las reacciones degradativas (catabólicas) supera a las de biosíntesis (anabólicas). Este proceso conduce a cambios como el colapso de los lípidos, desorganización de membranas celulares y de sus orgánulos, y deacilación de los glicolípidos de los tilacoides en los cloroplastos (Mazliak, 1983). En este proceso de senescencia, la estructura celular y la integridad de la membrana se debilitan y los tejidos maduros aumentan su susceptibilidad al proceso de deterioro.

La deacilación de los glicolípidos fosfolípidos y galactolípidos de la membrana, se liberan y acumulan en forma de ácidos grasos libres, los cuales son tóxicos para muchos procesos celulares. Éstos son capaces de interrumpir los sistemas biológicos provocando la lisis de orgánulos e inactivando proteínas. Los ácidos grasos poliinsaturados libres pueden también ser transformados en hidroperóxidos por acción de las hidroxidasas y lipoxigenasas. Los hidroperóxidos son muy inestables y pueden formar radicales libres, volátiles y otros productos finales responsables del daño en los alimentos (Mazliak, 1983). Además, los

radicales libres reaccionan con otros compuestos a través de la sustitución del hidrógeno (oxidación). Con estas reacciones, los lípidos y las proteínas de membrana son dañadas químicamente alterándose la selectividad de la membrana celular para la difusión y dejando escapar contenidos celulares que dañan a células adyacentes (Omarkhayyam, 1986).

Todos estos cambios que se desarrollan durante la senescencia de un producto entero aumentan en uno procesado inducidos por el daño físico que sufre en el pelado y cortado. Esta respuesta se manifiesta particularmente en las células y tejidos adyacentes a los dañados por el corte, dado que se liberan ácidos y enzimas hidrolíticos que antes del procesado estaban confinados en la vacuola. El daño en la membrana celular desemboca en un aumento de la permeabilidad, un trastorno que conduce a la descompartimentación celular que pone en contacto a enzimas y sustratos. (King y Bolin, 1989; Mazliak, 1983; Saltveit, 1996; Solomos, 1997; Watada, 1990). Con esta descompartimentación se mezclan metabolitos (antes separados) con el sistema generador de etileno, así se estimula la evolución del mismo, lo que se identifica con “el etileno de herida o de estrés” (Mazliak, 1983).

La fisiología de un producto procesado en fresco es esencialmente la del tejido dañado. Este comportamiento se traducirá en un aumento de la respiración (emisión de CO₂, consumo de O₂, producción de calor, respiración anaerobia) y emisión de etileno, acumulación de metabolitos secundarios, daños físicos y químicos como pardeamientos y oxidaciones lipídicas, alteraciones del metabolismo fenólico (síntesis de fitoalexinas), inducción de síntesis de sustancias cicatrizantes (lignina y suberina). Además, el corte favorece la contaminación microbiana, la deshidratación (Brecht, 1995; Yildiz, 1997),

acelera la maduración y senescencia (Mencarelli y Saltveit, 1988) e induce la biosíntesis de enzimas asociadas con un aumento de la velocidad de otras reacciones bioquímicas responsables del cambio de color (pardeamiento enzimático), sabor, aroma, textura y valor nutritivo (azúcares, ácidos y vitaminas) (Cantwell y Suslow, 2002; Pittia *et al.*, 2002).

2.3.1. Aumento en la tasa respiratoria

La respiración consiste en la oxidación de sustratos como almidón, azúcares, ácidos orgánicos a moléculas simples como CO₂, agua y la correspondiente obtención de energía, parte se transforma en calor y parte es necesaria para los procesos metabólicos. Conforme se crea una atmósfera modificada, la respiración comienza a disminuir en respuesta a esa nueva atmósfera, se reduce la producción de CO₂, el consumo de O₂ y el calor. El resultado es disminuir la actividad metabólica, reduce la actividad catabólica y procesos degradativos, prolongando la vida útil (Artés, 2000; Kader, 1987; Zagory y Kader, 1988).

Teóricamente, los niveles de O₂ que inducen en la célula una respiración anaerobia son alrededor de 0,2 kPa pero la concentración exterior en el producto oscila de 1 a 3 kPa de O₂. Un producto procesado en fresco puede tolerar niveles de O₂ y CO₂ más extremos que un producto entero al carecer de cutícula que restrinja la difusión gaseosa y la distancia de la difusión gaseosa desde el centro al exterior del producto es mucho menor que en el producto entero (Watada y Qi, 1999).

En un producto intacto, las distintas etapas que componen el proceso respiratorio y la cadena de transporte de electrones, se encuentran controladas, sin embargo, cuando un tejido se procesa, estas etapas se desbloquean. Este aumento en la respiración en tejidos dañados es consecuencia del aumento en la emisión de etileno, el cual estimula la

respiración. Para curar esa herida y alimentar esa “respiración inducida”, aumenta la degradación del almidón, se acelera el catabolismo de los azúcares (vía glicolisis) y se activa el ciclo de los ácidos tricarbóxicos y la cadena de transporte de electrones, con ello, se permite sintetizar ATP (adenosin trifosfato) (Laties, 1978).

En general, un producto no climatérico tiene mayor tasa respiratoria en los estados tempranos de desarrollo y se reduce conforme evoluciona la madurez. Sin embargo, en un fruto climatérico también tiene una mayor respiración en los estados más tempranos de desarrollo, para disminuir posteriormente hasta volver a aumentar al coincidir con la madurez gustativa o senescencia. López-Gálvez *et al.*, (1996) observaron una mayor tasa respiratoria en rodajas de pimiento inmaduro que en verdes-maduros, pintones y rojos-maduros.

La respiración climatérica también puede estar afectada por las heridas. McLeod *et al.*, (1976), comprobaron que cuando un tomate era magullado tanto la respiración como la emisión de etileno aumentaban en comparación al testigo, y además, se adelantaba la maduración. La respuesta de la respiración a la herida también depende, como en el etileno, de la magnitud del estrés. A mayor grado de procesado mayor tasa respiratoria (Cantwell y Suslow, 2002).

En un producto procesado en fresco, cuando la temperatura se incrementa de 0 a 10°C, la tasa respiratoria aumenta de forma significativa, con un Q_{10} de 3,4 a 8,3 (Watada, 1996).

Un indicador de la tasa de respiración es la velocidad de respiración de frutas y hortalizas se mide ya sea como oxígeno consumido, dióxido de carbono producido o ambos. La

mayor parte de la energía requerida por las frutas y hortalizas se obtiene mediante respiración aeróbica. (Baldwin *et al.*, 1995), además, se puede evaluar mediante el coeficiente o índice respiratorio, debido a que la absorción de O_2 y la producción de CO_2 son los fenómenos globales mas evidentes que pueden medirse y determinar que un vegetal respira. Los grandes procesos fisiológicos que caracterizan la respiración están fundamentados sobre las mediciones de esos intercambios gaseosos.

La intensidad respiratoria (IR), Se define como la cantidad de gas, intercambiado (CO_2 producido o O_2 absorbido) por unidad de tiempo y por unidad de materia respirante; en tanto el Cociente respiratorio (QR), Es una magnitud fisiológica que da un primer indicador cualitativo sobre la naturaleza de las combustiones respiratorias; y se define QR como la relación entre la cantidad de CO_2 producido y la cantidad de O_2 absorbido en un tiempo dado, por una misma masa de materia respirante: (Fonseca *et al.*, 2002)

La respiración esta afectada por numerosas propiedades intrínsecas de los productos frescos así como por diferentes factores extrínsecos, pero generalmente hablando, la vida útil alcanzable por un producto empaquetado en atmósfera modificada es inversamente proporcional a la intensidad de la respiración; La reducción en O_2 y el enriquecimiento en CO_2 son consecuencias naturales del desarrollo de la respiración cuando las frutas y hortalizas frescas se almacenan en un envase o contenedor herméticamente cerrado. Estas modificaciones en la composición de la atmósfera provocan un descenso en la intensidad de respiración del material vegetal. Si el producto esta encerrado en un film impermeable, los niveles de oxígeno en el interior del paquete, podrían descender a concentraciones muy bajas en las que se podría iniciar la respiración anaerobia. La anaerobiosis, con acumulación de etanol, acetaldehído y ácidos orgánicos normalmente se asocia con olores

y sabores y con una marcada degradación en calidad del producto. Además, existe un riesgo de crecimiento de organismos patógenos anaerobios, como *Clostridium Botulinum*. Por lo tanto se recomienda un mínimo del 2-3% O₂, para asegurar que no se crean condiciones potencialmente peligrosas. Durante la respiración, la glucosa se convierte en piruvato, el cual eventualmente se metaboliza a dióxido de carbono, vía el ciclo del ácido tricarbóxico. Si el oxígeno es limitante, lo que algunas veces ocurre en algunos empaques, cubiertas y condiciones de almacenamiento, este tejido puede experimentar respiración anaeróbica. En este caso la glucosa se convierte a piruvato, el cual se metaboliza ya sea a ácido láctico o a acetaldehído y etanol (fermentación). (Wills *et al.*, 1981). La prolongación de la respiración anaeróbica puede conducir al deterioro del producto debido al desarrollo de malos olores y envejecimiento acelerado. (Baldwin *et al.*, 1995).

2.4. Efectos de la temperatura en un producto procesado en fresco

En los productos procesados en fresco, la temperatura, es el principal parámetro para mantener una adecuada calidad visual, reducir la respiración, frenar el ablandamiento y reducir el crecimiento microbiano (Artés *et al.*, 2002; Brackett, 1987; Cantwell y Suslow, 2002; Jacxsens *et al.*, 2002; Kader *et al.*, 1989; Zagory, 1996), y mantener la calidad del los frutos procesado en fresco (Madrid y Cantwell, 1993) por encima del envasado en atmósfera modificada (EAM).

Las bajas temperaturas minimizan las diferencias en la respiración y emisión de etileno entre un producto procesado en fresco y el intacto del cual procede (Cantwell y Suslow, 2002; Watada *et al.*, 1996). La temperatura de un producto debe disminuirse a un nivel justo por encima del punto de congelación del tejido o justo por encima de la temperatura

umbral que produce daño por el frío en productos sensibles a las bajas temperaturas. La temperatura es el factor ambiental más efectivo para retrasar la maduración y por ello, las frutas y hortalizas, siempre que se pueda, deben mantenerse a 0°C (Kader, 1989).

Temperaturas excesivas (>7°C) o una refrigeración inadecuada, son las principales factores para el desarrollo de patógenos en un producto procesado (Brackett, 1999; Bryan, 1988). Normalmente, estas temperaturas inapropiadas se desencadenan durante la distribución y exposición en los supermercados (Kaneko *et al.*, 1999) y son prácticas comunes de los comercios, de ahí la necesidad de predecir, a través de la modelización, las concentraciones gaseosas internas y el crecimiento microbiano simulando la cadena de distribución en el “peor de los casos” (Jacxsens *et al.*, 2002). Según estos, una temperatura superior a 10°C puede encontrarse en la cadena de frío de un producto procesado en fresco durante el transporte y descarga al supermercado, almacenamiento y exposición en vitrinas y finalmente en los refrigeradores domésticos. Un estudio de LeBlanc *et al.*, (1996) reveló el uso de temperaturas excesivas en tiendas o al por menor. De 746 productos analizados en invierno y verano, el 87% y el 93% de las muestras respectivamente, que deberían conservarse a 4°C se mantenían sobre esta temperatura alcanzando incluso los 8,4°C.

2.5.Generalidades de la zanahoria

Parece ser que su origen botánico se localiza en Asia menor, donde puede encontrársela en estado espontáneo, y de cuya forma original, a partir de selecciones iniciadas en el siglo XVII, producen las formas actuales. Fue cultivada desde hace dos mil años y fue muy parecida por determinadas clases sociales en la Grecia antigua. Forma parte importante en la alimentación moderna actual, por su alto contenido vitamínico, en vitaminas A, B y C, siendo muy apreciada principalmente por su contenido en caroteno, precursor de la vitamina A. (Maroto, 1989).

Trevor, (2009) mencionado por el Centro de Investigación e Información de Tecnología Postcosecha, recomiendan los siguientes aspectos:

2.5.1. Índice de cosecha

Que el índice de cosecha en la práctica, las decisiones de cosecha en zanahorias están basadas en diversos criterios dependiendo del mercado y punto de venta, asimismo las zanahorias son típicamente cosechadas en un estado inmaduro cuando las raíces han alcanzado suficiente tamaño para llenar la punta y desarrollar un adelgazamiento uniforme, y también la longitud puede usarse como índice de madurez para la cosecha de zanahorias para procesado (cortadas y peladas), de acuerdo a la eficiencia de proceso deseada; Existen muchas propiedades visuales y organolépticas que diferencian las diversas variedades de zanahoria para mercado fresco y mínimo proceso . En general, las zanahorias deberían ser:

- ❖ Firmes (no flácidas o lacias).
- ❖ Rectas con un adelgazamiento uniforme desde los ‘hombros’ hasta la ‘punta’
- ❖ Color naranja brillante.
- ❖ Debería haber pocos residuos de raicillas laterales.
- ❖ Ausencia de "hombros verdes" o "corazón verde" por exposición a la luz solar durante la fase de crecimiento.
- ❖ Bajo amargor por compuestos terpénicos.
- ❖ Alto contenido de humedad y azúcares reductores es deseable para consumo fresco.

2.5.2. Temperatura de almacenamiento

En cuanto a las temperaturas óptimas de almacenamiento son a 0 °C (32 °F), la vida de almacenaje a 0 °C es típicamente: atadas: 10-14 días, raíces inmaduras: 4-6 semanas, cortadas frescas: 3-4 semanas (mínimamente procesadas), raíces maduras: 7-9 meses.

Las condiciones de almacenaje de largo plazo raramente logran mantener la temperatura óptima para prevenir pudriciones, brotación y deshidratación. A temperaturas de almacenaje de 3-5 °C, las zanahorias maduras pueden ser almacenadas con un desarrollo mínimo de pudriciones por 3-5 meses. Las zanahorias empacadas en 'Cello-pack' son típicamente inmaduras y pueden ser guardadas exitosamente por 2-3 semanas a 3-5°C. Las zanahorias atadas son muy perecibles debido a la presencia de los tallos. Generalmente se logra mantener una buena calidad por sólo 8-12 días, aún en contacto con hielo. Las zanahorias mínimamente procesadas (frescas-cortadas, cortadas y peladas) pueden mantener una buena calidad por 2-3 semanas a 3-5°C.

2.5.3. Humedad relativa de almacenamiento

En cuanto a la humedad relativa óptima es de 98-100 %; por lo que es esencial una humedad relativa alta para prevenir deshidratación y pérdida de crocancia. La humedad libre del proceso de lavado o la condensación no evaporada, comunes con bolsas plásticas en bins (y debido a fluctuaciones de temperatura), promueven el desarrollo de pudriciones.

2.5.4. Tasa de respiración

La tasa de respiración se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Tasa de respiración en zanahorias a diferentes temperaturas.

Temperatura de almacenamiento		ml CO ₂ / kg-h	
°C	(°F)	Sin tallo	Atadas
0	32	10-20	18-35
5	41	13-26	25-51
10	50	20-42	32-62
15	59	26-54	55-106
20	68	46-95	87-121
25	77	NA	NA

Post Harvest (2009).

Además la CNP (2001) indica que la tasa de respiración en zanahorias es de 2200 a 4400 Btu/ton/día a 5°C.

2.5.5. Tipos de zanahorias.

Existen variedades cuya raíz es amarilla y cuya forma suele ser alargada como la amarilla larga. En general, las variedades más apreciadas son las de raíces rojo-anaranjadas, dentro de cada grupo existe una gran variabilidad en función de su longitud, que puede ser:

- ❖ Largas, de longitud superior a los 20 – 25 cm, como Hicolor, bercoro, flacoro, Saint, valeri, Scarla.
- ❖ Semilargas, cuya longitud es de 15 – 20 cm, como Primato, Nantesa, Tip-Top, forto, Express, slendero, Marko, Romosa.
- ❖ Semicortas, cuya longitud es de 10 – 12 cm, como obtusa, Guerande, Foran, Chantenay.

- ❖ Cortas, cuya longitud es inferior a los 10 cm, como roja de Nancy, Early French Frame, corta de Guerande.

De este grupo, sin duda alguna las de mayor aceptación para el mercado en fresco son las semilargas. Para la industria, principalmente se cultivan variedades de unos 10 cm de longitud y 1 -2 cm de diámetro.

También puede indicarse que en EE.UU se prefiere un tipo de zanahoria cónica, puntiaguda y larga, mientras que en algunos Países de Europa se tiende hacia variedades cilíndricas y semilargas.

La adaptación varietal a una determinada circunstancia climática (meses cálidos y fríos) es así mismo un carácter importante, de cara a la clasificación de las distintas cultivares.

En los últimos años se están desarrollando ampliamente los cultivares híbridos, habiendo introducido en los genitores femeninos la androesterilidad, mediante dos genes distintos, uno que produce antenas petaloides y otro que origina antenas marrones.

Entre los muchos cultivares híbridos existentes pueden citarse las variedades: Spartan, Tancar, Nandor, Revo, Nanco, Camillo, Figaro, Montan, Pioneer, Buror, Conmander, Rondino, Tiana, Tamino, Nevesta, Bingo, Caropak, Paramount, Mokun, Lady, Cebollunch, etc, que suelen pertenecer a los grupos de raíces largas y semi largas. (Maroto, 1989).

2.5.6. Las Fisiopatías y desórdenes físicos

Se presentan en la siguiente forma:

Raíces intactas, magulladuras, perforaciones y puntas quebradas son señales de un manejo

descuidado. Las zanahorias tipo "Nantes" son particularmente susceptibles. La brotación ocurre cuando las zanahorias desarrollan nuevos tallos después de cosechadas. Esta es una razón por la cual es esencial el manejo de baja temperatura en postcosecha. Desórdenes comúnmente asociados incluyen el marchitamiento, la deshidratación o el desarrollo de textura "gomosa" debido a la desecación. Raíces blancas es una Fisiopatías debida a condiciones de producción subóptimas que resultan en parches o rayas de bajo color en las raíces de la zanahoria.

Intactas o frescas-cortadas, amargor puede resultar por stress de pre cosecha (frecuencia inadecuada de riego) o exposición a etileno proveniente de cámaras de maduración o de mezclas con otros productos tales como manzanas. El daño por congelamiento resulta típicamente a temperaturas de -1.2°C (29.5°F) o inferiores. Zanahorias congeladas generalmente exhiben un anillo externo de tejido infiltrado, visto en forma transversal, el cual se ennegrece en 2-3 días.

Frescas-cortadas (mínimamente procesadas), blanqueamiento, debido a deshidratación de los tejidos cortados o pelados por abrasión, ha sido un problema en zanahorias cortadas frescas. El uso de hojas de cuchillos bien afiladas y humedad residual en la superficie de las zanahorias procesadas puede atrasar significativamente el desarrollo del desorden.

2.5.7. Desordenes patológicos

En cuanto a los desórdenes Patológicos se presentan las siguientes:

Las enfermedades de postcosecha de mayor consideración son moho gris (*Botrytis rot*), pudrición acuosa (*Sclerotinia rot*), Pudrición de Rhizopus, pudrición bacteriana blanda, inducida por *Erwinia carotovora subesp. carotovora* y Pudrición Amarga (*Geotrichum*).

Un manejo adecuado y bajas temperaturas durante el almacenaje y transporte son los mejores métodos para minimizar las pérdidas.

2.6. Generalidades del zapallo.

El zapallo pertenece a la familia de las cucurbitáceas, existen numerosas especies de zapallo *C. argyrosperma*, *C. cordata*, *C. digitata*, *C. ecuadorensis*, *C. ficifolia* (*alcayote*), *C. foetidissima*, *C. lundelliana*, *C. maxima* (calabaza), *C. moschata*, *C. okeechobeensis*, *C. palmata*, *C. pedatifolia*, *C. pepo* – (calabacín, zucchini, zapallito), *C. radicans*, y con diferentes nombres comunes, Calabaza, Calabazas, Zapallo, Calabacera, abóbora", "gerinum", "moranga", "cabotya" (portugués), "pumpkin" (inglés). (Keuroglan, 1989).

El fruto es una baya grande cuyas paredes externas endurecen y las más internas permanecen suaves y carnosas. La forma del pedúnculo en *C. maxima* es cónica o cilíndrica, sin surcos ni expansión basal, suave y casi esponjoso, con estrías finas longitudinales. La forma, tamaño y color del fruto son muy variables. Los cultivares de frutos elipsoidales y ovalados u ovoides son comunes, con frutos gigantes hasta de un metro de longitud (Keuroglan, 1989).

2.6.1. Variedades importantes

2.6.1.1. Variedad de Verano

Zapallos italianos como Zucchini y Cocozelle.

2.6.1.2. Variedad de Invierno

Macre, Chilete, Pepinillos, Calabaza común, Zapallo pepo, Zapallón.

2.6.2. Índices de cosecha

Los principales indicadores externos de la madurez apropiada para el corte son el acorchado del tallo y un cambio sutil en el color de la cáscara (de verde brillante a verde opaco en "Kabocha", por ejemplo). En las frutas inmaduras el tallo es succulento, en las que están madurando es parcialmente corchoso y en las ya maduras, completamente corchoso. El color interno debe ser intenso y típico del cultivar. Las concentraciones de los carotenoides, responsables del color amarillo-anaranjado, por lo general aumentan sólo ligeramente durante el almacenamiento. El factor más determinante del color interno es el estado de madurez al momento de la cosecha. Las frutas inmaduras tendrán una calidad comestible pobre debido a que contienen menos carbohidratos almacenados. Las frutas inmaduras tienen también más pudriciones y pérdida de peso durante el almacenamiento que las cosechadas en el estado apropiado de madurez de corte.

2.6.3. Índices de calidad

Las calabazas y los zapallos deben haber desarrollado su tamaño final y estar bien formados y con el tallo intacto. Deben encontrarse en la madurez apropiada y presentar un buen desarrollo de la cáscara, típica de cada cultivar. Los atributos internos de calidad son un color intenso debido a un alto contenido de carotenoides y valores altos de peso seco, azúcares y almidón.

2.6.4. Temperatura optima

Las calabazas y los zapallos son muy sensibles al daño por frío cuando se les almacena a temperaturas inferiores a 10 °C (50 °F). Dependiendo del cultivar, la vida esperada de almacenamiento es de 2 a 6 meses a 12.5-15 °C (55-59 °F). Investigaciones recientes

llevadas a cabo en la Universidad del Estado de Oregón, mostraron que 8 cultivares producidos actualmente de zapallo, almacenados a 10-15 °C (50-59 °C) fueron comerciables en 90%, 70% y 50% después de 9, 15 y 20 semanas de almacenamiento, respectivamente. En las variedades de cáscara verde el almacenamiento a 15 °C (59 °F) puede causar desverdizado, amarilleamiento indeseable y pérdida de textura. Estas variedades de cáscara verde pueden almacenarse a 10-12 °C (50-55 °F) para prevenir el desverdizado, aunque algún daño por frío se puede presentar a 10 °C (50 °F). Las temperaturas altas de almacenamiento (>15 °C) causan una excesiva pérdida de peso y de color, y una pobre calidad comestible.

2.6.5. Humedad relativa óptima (HR)

La humedad relativa de almacenamiento debe ser de 50-70%; el 60% considerada generalmente como óptima. Para un máximo período de almacenamiento, son esenciales una humedad relativa moderada y una buena ventilación. Las humedades altas promueven pudriciones. Una HR entre 50-70% reduce las pudriciones durante el almacenamiento pero provoca una excesiva pérdida de peso. Por ejemplo, la calabaza "Kabocha" madura pierde entre 1.0 y 1.5% de su peso fresco por semana de almacenamiento a 12.5 °C (59 °F) y 20 °C (68 °F), respectivamente.

2.6.6. Tasa de respiración

La tasa de respiración en zapallos se de 30-60 mLCO₂/kg/h a 25 °C (77 °F), y para calcular el calor producido multiplique ml CO₂/kg/h por 440 para obtener BTU/ton/día o por 122 para obtener Kcal/ton métrica/día, la tasa de respiración expresado en Btu/ton/día para el zapallo es de 3100 a 4200 a 5 °C (CNP, 2001).

2.6.7. Fisiopatías

Dentro de las Fisiopatías que se presentan se tiene a los siguientes:

Daño por frío: Se presenta si las calabazas y los zapallos se almacenan a temperaturas inferiores a 10-12.5 °C (50-55 °F). Los síntomas de esta Fisiopatías son depresiones en la superficie y alta incidencia de pudriciones una vez que la fruta es removida del almacén. El almacenamiento de la fruta por 1 mes a 5 °C (41 °F) es suficiente para causar síntomas de daño por frío. Dependiendo del cultivar, el almacenamiento por algunos meses a 10 °C (50 °F) puede causar algún daño por frío.

Daño por congelación. Puede ocurrir a temperaturas inferiores a -0.8 °C (30.5 °F).

2.6.8. Enfermedades

Algunos hongos están asociados con pudriciones durante el almacenamiento de los zapallos. *Fusarium*, *Pythium*, *antracnosis-anthrachnose (Colletotrichum)* y la roya del tallo gomoso-gummy stem blight o pudrición negra-black rot (*Mycosphaerella*) son hongos comunes. La pudrición por *Alternaria* se desarrolla en zapallos dañados por frío. Las frutas que se cosechan sobre maduras (después de 2 semanas del punto óptimo de cosecha) tienden a presentar más pudriciones en el almacenamiento.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

Los estudios para monitorear el efecto de la temperatura en la tasa de respiración se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial laboratorio de Post cosecha de la Universidad Nacional del Altiplano Puno entre los meses de Octubre 2008 a Abril 2009.

3.2. Materia prima

Como materia prima se empleó zanahoria de la variedad del tipo criolla y zapallos variedad tambeño procedentes de la Ciudad de Arequipa, y adquiridas del mercado de abasto de la Ciudad de Puno.

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Equipos

- ❖ Sensor de CO₂ marca Multilog.
- ❖ Sensor de O₂ marca Multilog.
- ❖ 2 Termocuplas de tipo K.
- ❖ Transformador de 5 y 9 voltios.
- ❖ Tarjeta de adquisición de datos NIDAQ 8.5.
- ❖ Laptop.
- ❖ Incubadora.
- ❖ Termómetro digital.
- ❖ Refrigeradora marca FAEDA.

- ❖ Balanza Semianalítica de capacidad de 1 Kg.
- ❖ Balanza analítica electrónica de 100 g.
- ❖ Mini centrifuga adecuada con motor de licuadora.

3.3.2. Materiales de vidrio

- ❖ Envase de vidrio
- ❖ Pipetas de 10 ml.
- ❖ Vasos de precipitado de 5 ml.

3.3.3. Reactivos

- ❖ Acido acético 5% (Anexo 5)
- ❖ Hipoclorito de Sodio al 5%. (Anexo 6)

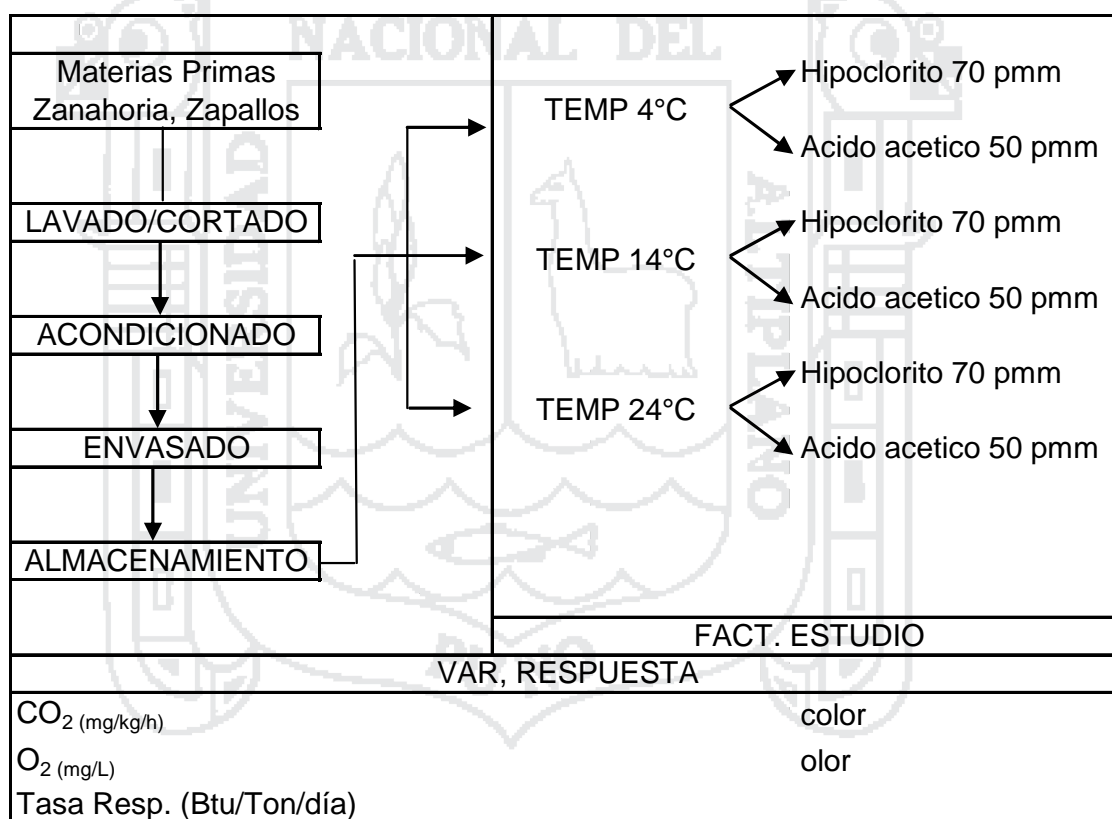
3.3.4. Materiales diversos

- ❖ Baldes de capacidad de 10 L.
- ❖ Cuchillos.
- ❖ Tablas de picar.

3.4. Diseño experimental

El diseño experimental empleado se presenta en la Figura 1, donde se observa la secuencia de etapas incurridas en el desarrollo del proyecto de tesis.

Figura 1. Diseño experimental para el efecto de la temperatura en la tasa de respiración de zanahoria (*Daucus carota*), zapallo (*Cucúrbita maxima*) mínimamente procesadas tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio.



Las operaciones incurridas para la determinación de CO₂ y O₂, fueron las siguientes:

3.4.1. Recepción de materia prima

Se compró y recepciono las zanahorias y zapallos frescos en estado de madurez

comercial, limpia, sana y libre de deterioro físico.

3.4.2. Lavado y cortado

Las zanahorias y zapallos se lavaron eliminando impurezas adheridas a la dermis, para luego trocearlos en tamaños regulares de aproximadamente 1cm de lado, en tanto los zapallos a 3cm x 2 cm de lado.

3.4.3. Acondicionamiento

El acondicionamiento se hizo para almacenar y realizar las pruebas de laboratorio, consistentes en determinación de consumo de O₂ y producción de CO₂, para lo cual las zanahorias y zapallos previamente troceados y/o cortados se sumergieron en ácido acético a 50 ppm, así como hipoclorito de sodio a 70 ppm. Por un tiempo de 1 a 10 segundos aproximadamente.

3.4.4. Centrifugado y almacenamiento

Los productos acondicionados se centrifugaron para eliminar la solución tanto de ácido acético y de hipoclorito de sodio, y el material libre de humedad de impregnación se colocó en un envase de vidrio la cantidad de 1 kilo con las que se realizó las pruebas y determinaciones del índice o coeficiente respiratorio, previamente a ello se determinó el consumo O₂ y producción de CO₂, en un tiempo de 12, 24 y 48 horas, a temperaturas de 4, 14 y 24 °C, y para su almacenamiento se utilizó una refrigeradora y una incubadora para el control de la temperatura de almacenamiento.

3.5. Metodología de monitoreo y registro de datos O₂ y CO₂, determinación del Índice o coeficiente respiratorio

El monitoreo y adquisición de datos de CO₂, O₂ y temperatura durante el almacenamiento de las zanahorias y zapallos mínimamente procesadas se hicieron con sensores, para lo cual se desarrolló e implementó para el registro y verificación de datos en tiempo real, con una tarjeta de adquisición de datos con interfaz al Software Laview, para lo cuál se hizo desarrollar la arquitectura del programa para visualizar el consumo y producción de O₂ y CO₂, cuyos datos se registran en el programa y pueden ser recuperados en un archivo de hoja electrónica de Excel, con las que se realizó los cálculos para la tasa de respiración (TR), utilizando para ello la formula siguiente.

$$TR = \frac{CO_2 \text{ producido} \times 220}{M}$$

Donde:

TR: Tasa de respiración en Btu/ton/días

CO₂: Producción de CO₂ mg/kg

M: Masa del producto en Kg

220: factor de conversión (Fonseca, 2002).

3.6. Método de análisis sensorial

Las muestras se analizaron por pruebas de apreciación sensorial de color y olor tras cada salida de conservación por un panel de 10 jueces bajo una escala de 1 a 5 puntos como se muestra en el Anexo 4, para lo cual se adecuó la metodología descrita por Watts (1985).

3.7. Métodos de análisis estadístico

Para la evaluación de datos de pruebas sensoriales de color y olor, se utilizó el modelo estadístico de solo factor para determinar las diferencias estadísticas en los productos mínimamente procesados de zanahorias y zapallo almacenado, se efectuaron también comparaciones de Duncan para diferenciar los tratamiento con mayor o menor apreciación sensorial, las evaluaciones estadísticas se hicieron a un nivel de confiabilidad del 95%, considerando para ello lo siguiente:

3.7.1. Variables independientes

- ❖ Zanahorias con ácido acético e hipoclorito de sodio, sometidos a Temperatura 4 °C, Temperatura 14 °C y Temperatura 24 °C, definidas de la siguiente forma:

Zanahoria 4°C - ácido	M1
Zanahoria 14°C - ácido	M2
Zanahoria 24°C - ácido	M3
Zanahoria 4°C - sodio	M4
Zanahoria 14°C - sodio	M5
Zanahoria 24°C - sodio	M6

- ❖ Zapallo con ácido acético e hipoclorito de sodio, sometidos a Temperatura 4 °C, Temperatura 14 °C y Temperatura 24 °C definidas de la siguiente forma:

Zapallo 4°C-ácido	M1
Zapallo 14°C -ácido	M2
Zapallo 24°C -ácido	M3

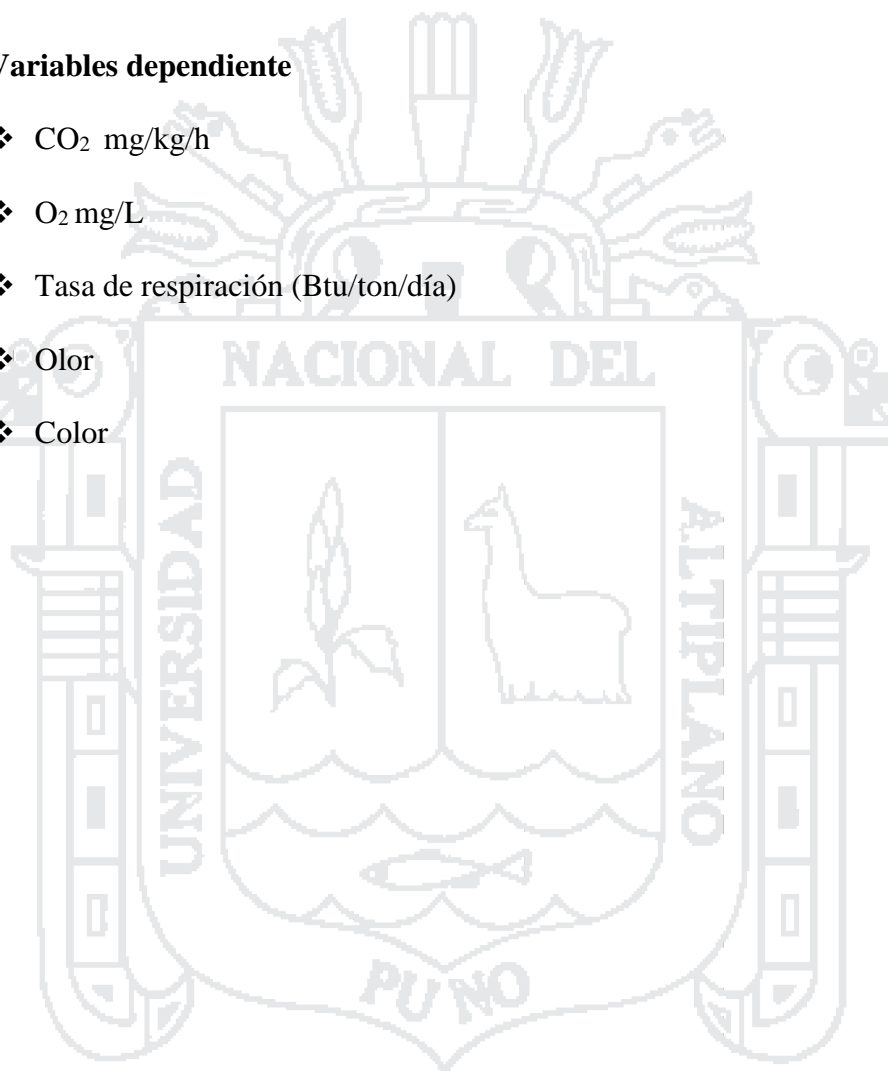
Zapallo 4°C-sodio M4

Zapallo 14°C - sodio M5

Zapallo 24°C - sodio M6

3.7.2. Variables dependiente

- ❖ CO₂ mg/kg/h
- ❖ O₂ mg/L
- ❖ Tasa de respiración (Btu/ton/día)
- ❖ Olor
- ❖ Color



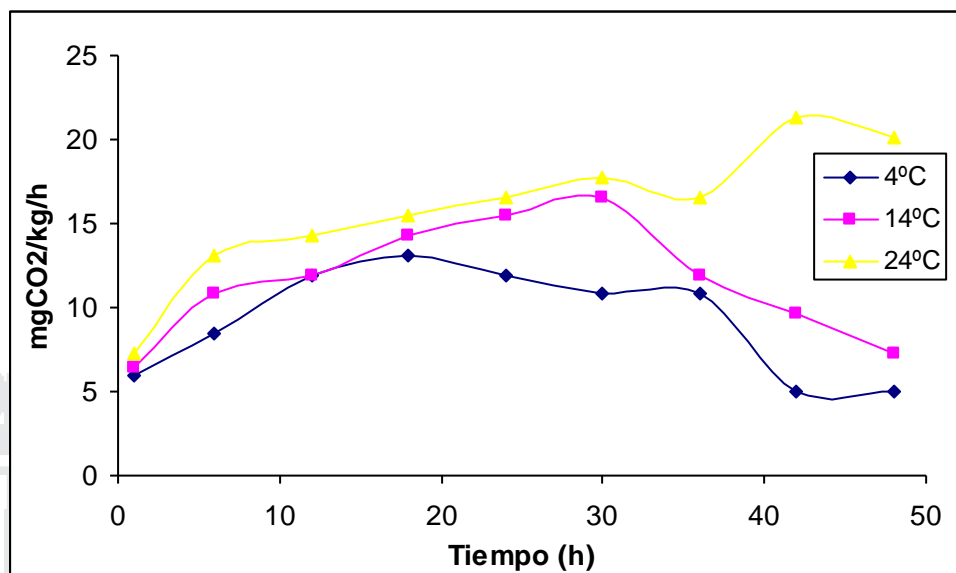
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Efecto de la temperatura en el comportamiento de CO₂ durante el almacenamiento a 4°C, 14°C y 24°C, en zanahorias y zapallos mínimamente procesadas tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio

4.1.1. Producción de CO₂ en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio almacenadas a 4°C, 14°C y 24°C

En el Anexo 1, Tabla 1, se presenta los resultados del registro del comportamiento del CO₂, expresados en mg/kg/h y en la Figura 1 se observa el comportamiento de CO₂ de las zanahorias mínimamente procesadas tratadas con hipoclorito de sodio, donde podemos observar que las manifestaciones de producción del CO₂ fluctúan en un rango de 4,9 a 21,25 mgCO₂/Kg/h, con un promedio de 9,19 mgCO₂/Kg/h. Para las zanahorias mínimamente procesadas y almacenadas a 4 °C. 11,58 mgCO₂/Kg/h a 14 °C y 15,82 mgCO₂/Kg/h a 24 °C. Se observa que a temperatura de 4 °C la producción de CO₂ es relativamente menor comparando con las zanahorias mínimamente procesadas y almacenadas a 14 y 24 °C, donde la producción de CO₂ es mayor, llegando a un pico respiratorio de 21,26 mgCO₂/kg/h a 24 °C en 42 horas y 16,60 mgCO₂/kg/h a 14°C en 30 horas, en tanto a 4°C 13,10 mgCO₂/kg/h en 18 horas.

Figura 1. Producción de CO_2 a temperatura de 4 °C, 14 °C y 24 °C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio.

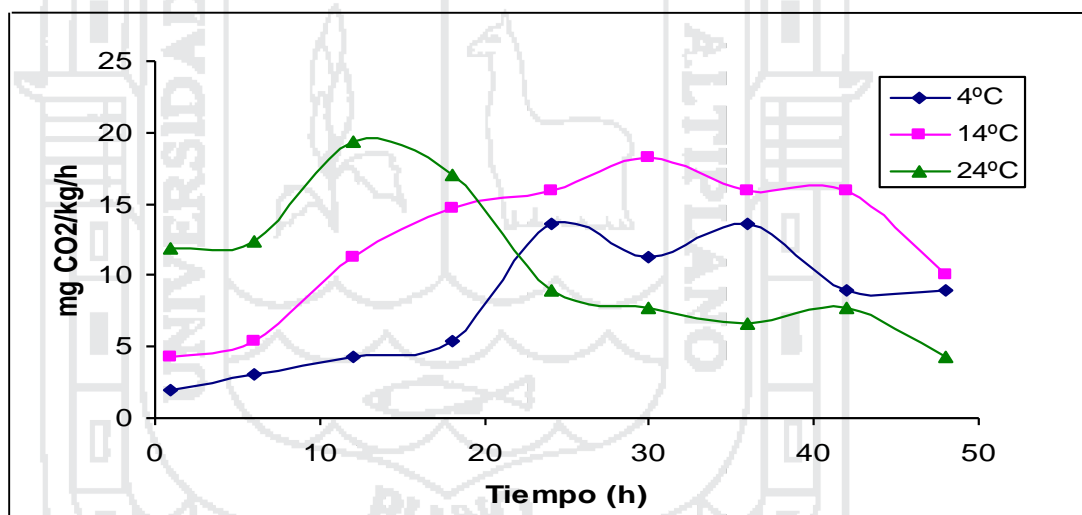


Es importante mencionar que el comportamiento de producción de CO_2 a 12, 24 y 48 horas como manifestaciones del ritmo respiratorio en las zanahorias, es variable conforme incrementa la temperatura, llegándose a determinar a las 12 horas, 11,94 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ para 4 °C y 14 °C. 14,27 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 24 °C. En tanto a las 24 horas 11,94 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 4 °C. 15,43 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 14 °C y 16,60 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 24 °C. Finalmente a 48 horas se encontró reportes de CO_2 de 4,94 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 4 °C, 7,27 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 14 °C y 20,09 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 24 °C, como se puede observar en los reportes de la Tabla 1 del Anexo 1.

En el Anexo 1, Tabla 2, se presenta los resultados de CO_2 en zanahorias tratadas con ácido acético y en la Figuras 2 se presenta el comportamiento de CO_2 en mg/kg/h , de las zanahorias sometidas a 4 °C, 14 °C y 24 °C, donde podemos

observar que las manifestaciones de producción del CO_2 fluctúan en un rango de 1,91 a 19,39 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$, determinándose un promedio de 7,87 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 4 °C.; 12,40 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 14 °C y 10,65 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 24 °C respectivamente, picos respiratorios de producción de CO_2 de 19,39 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 24 °C en un tiempo de 12 horas, 18,23 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a temperatura 14 °C en un tiempo de 30 horas y 13,57 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 4 °C en 36 horas.

Figura 2. Producción de CO_2 a temperatura de 4 °C, 14 °C y 24 °C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético.



El comportamiento de CO_2 a 12, 24 y 48 horas como manifestaciones del ritmo respiratorio es variable conforme incrementa la temperatura, llegándose a determinar a las 12 horas, 4,24 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$, para 4 °C, en tanto a 14 °C. 11,23 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ determinándose también 19,39 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 24 °C, en tanto a 24 horas 13,57 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 4 °C. 15,90 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 14 °C y 8,90 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a 24 °C, en tanto a 48 horas se encontró reportes de CO_2 de 8,90 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ a

4 °C. 10,07 mgCO₂/kg/h a 14 °C y 4,24 mgCO₂/kg/h a 24 °C, como se puede observar en los reportes de la Tabla 2 del Anexo 1.

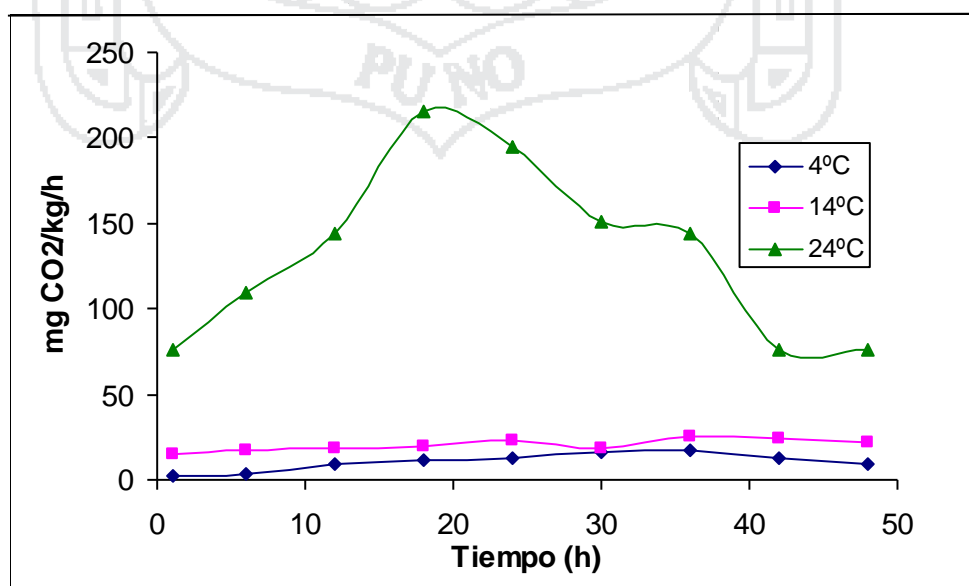
Los resultados obtenidos de producción de CO₂ tanto con hipoclorito de sodio y ácido acético observándose un incremento a medida que transcurre el tiempo para luego disminuir paulatinamente como lo manifiesta López Gálvez (1996), presentan comportamiento similar al descrito por (Wills *et al.*, 1981) y (Baldwin *et al.*, 1995) quienes manifiestan que durante la respiración, la glucosa se convierte en piruvato, metabolizándose a dióxido de carbono, vía el ciclo del ácido tricarboxílico, Asimismo referente a las temperaturas de almacenamiento cabe inferir que a mayor temperatura la producción de CO₂ es mayor comparativamente a 4 °C, que se corrobora también con lo manifestado por la IFPA, (1996), por lo que es importante señalar que un control adecuado de la temperatura resulta indispensable para la optimización del material en el momento de la elección del mismo como lo manifiesta (Kato-Noguchi y Watada, 1997). Y contribuirán mejor en su reducción las temperaturas bajas donde se minimizan las diferencias de respiración en un producto cortado o mínimamente procesado, retardando además el crecimiento microbiano (Cantwell y Suslow, 2002). Y con ello se puede alargar la vida útil como lo manifiesta (Baldwin *et al.*, 1995) quien recomienda temperaturas de almacenamiento entre 4 a 15 °C.

4.1.2. Producción de CO₂ en zapallos mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio almacenadas a 4°C, 14°C y 24°C

En el Anexo 1, Tabla 3, se presenta los resultados del registro del comportamiento del CO₂, expresados en mg/kg/h en zapallos mínimamente procesados y en la

Figura 3 se presenta el comportamiento de CO_2 tratadas con hipoclorito de sodio, donde podemos observar que las manifestaciones de producción del CO_2 fluctúan en rango de 2,33 y 215,65 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$. los reportes encontrados independientemente para cada temperatura de almacenamiento fueron picos de 17,49 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 4 °C. 25,65 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 14 °C y 215,65 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 24 °C, con promedios de producción de 10,64; 20,60 y 131,85 $\text{mgCO}_2/\text{kg/h}$ para 4 °C, 14 °C y 24 °C respectivamente. A las 12 horas de almacenamiento se encontró manifestaciones de CO_2 de 9,33 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$, 18,65 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ y 144,54 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$, en zapallos mínimamente procesados almacenados a 4 °C, 14 °C y 24 °C; a 24 horas de almacenamiento se reportaron 12,83 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 4 °C, 23,32 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 14 °C y 194,67 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 24 °C.; y a 48 horas 9,33 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 4 °C, 22,15 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 14 °C y 75,77 $\text{mgCO}_2/\text{Kg/h}$ a 24 °C, datos que pueden observarse en la Tabla 3 del Anexo 1.

Figura 3. Producción de CO_2 a temperatura de 4 °C, 14 °C y 24 °C en zapallo mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio

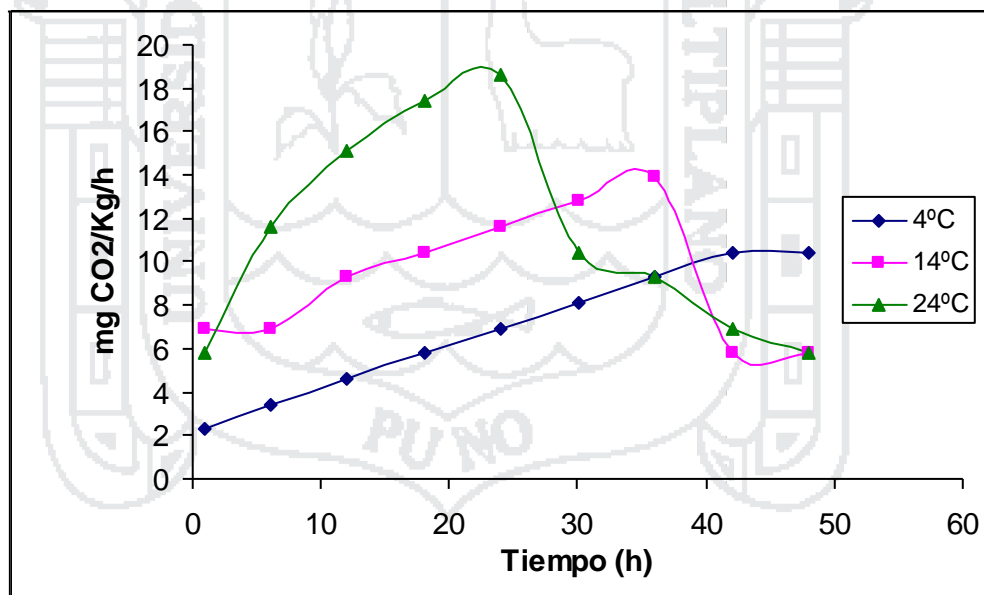


En la Figura 4 se presenta el comportamiento de CO₂ en zapallos mínimamente procesadas tratadas con ácido acético sometidas a 4, 14 y 24 °C, cuyos reportes se presentan en el Anexo 1, Tabla 4, donde podemos observar que las manifestaciones de producción del CO₂ fluctúan en rango de 2,27 a 18,59 mg CO₂/Kg/h, asimismo se encontraron valores máximos de producción de CO₂ para 12 horas de 4,60 mgCO₂/Kg/h a 4°C, 9,27 mgCO₂/Kg/h a 14 °C y 15,10 mg CO₂/Kg/h a 24 °C, en tanto a 24 horas se reportaron 6,94 mgCO₂/Kg/h a 4°C. 11,60 mgCO₂/Kg/h a 14°C y 18,59 mgCO₂/Kg/h a 24 °C, y a 48 horas 10,43 mgCO₂/Kg/h a 14°C, 5,77 mgCO₂/Kg/h a 14 °C y 24 °C respectivamente.

Estos resultados determinados, son menores a los reportes de Post Harvest (2009), donde se encontraron valores de 54-108 mgCO₂/Kg/h, todo ello se atribuye al tratamiento del zapallo trozado con hipoclorito y ácido acético que retardan el proceso respiratorio como lo manifiesta (Artés *et al.*, 1998; Beck 1992; Dziezak, 1988), por otro lado la temperatura de almacenamiento influyó en la generación de CO₂, con mayor intensidad a 24 °C donde la producción de dióxido de carbono fue mayor y en menor tiempo frente al producto almacenado a 4 °C donde las manifestaciones de CO₂ fueron menores como lo manifiesta (Cantwell y Suslow, 2002; Watada *et al.*, 1996 y Kader, 1989). Este último investigador indica que un producto debe almacenarse a bajas temperaturas para conservar su calidad visual, reducir la respiración, frenar el ablandamiento y reducir el crecimiento microbiano manifestaciones corroborado por Artés *et al.*, 2002; Brackett, 1987; Cantwell y Suslow, 2002; Jacxsens *et al.*, 2002; Kader *et al.*, 1989; Zagory, 1996, por lo que es necesario cuidar dentro de la cadena de comercialización las temperaturas de manejo ya que bajas o altas temperaturas podrían dañar el tejido

del producto almacenado, estimulando el aumento o disminución de la respiración al dañarse los tejidos y aumentar la degradación del almidón, lo que acelera el catabolismo de los azúcares (vía glicolisis) y se activa el ciclo de los ácidos tricarboxílicos y la cadena de transporte de electrones, con ello, se permite sintetizar ATP (adenosin trifosfato) como lo indica (Laties, 1978), todo ello ocasionado por la rotura celular ya que a mayor grado de procesado mayor tasa respiratoria indicado por (Cantwell y Suslow, 2002).

Figura 4. Producción de CO_2 a temperatura de 4°C , 14°C y 24°C en zapallo mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético.

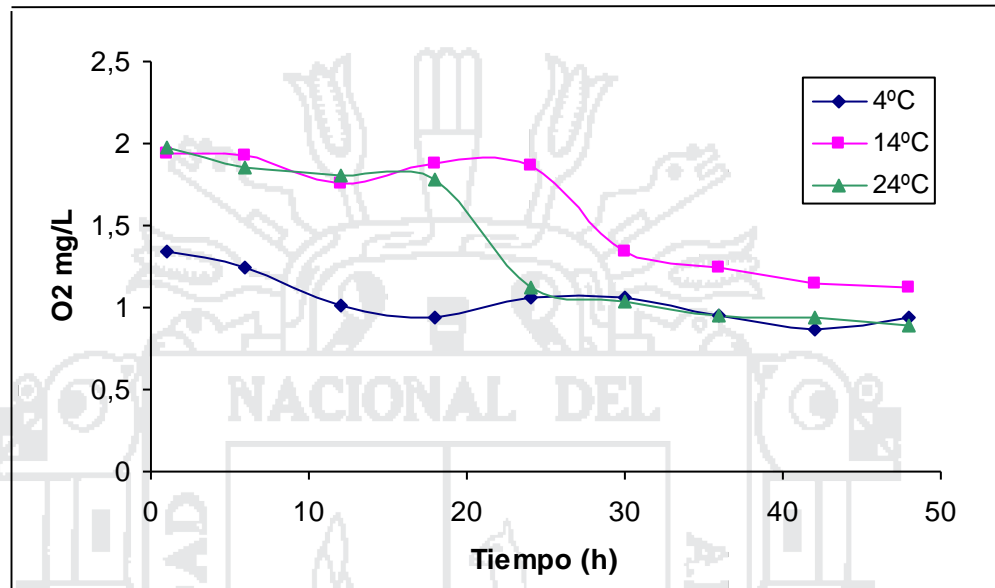


4.2.Efecto de la temperatura en el comportamiento de O₂ durante el almacenamiento a 4 °C, 14 °C y 24 °C, en zanahoria y zapallo mínimamente procesadas tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético

4.2.1. Disponibilidad de O₂ en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético almacenadas a 4 °C, 14 °C y 24 °C

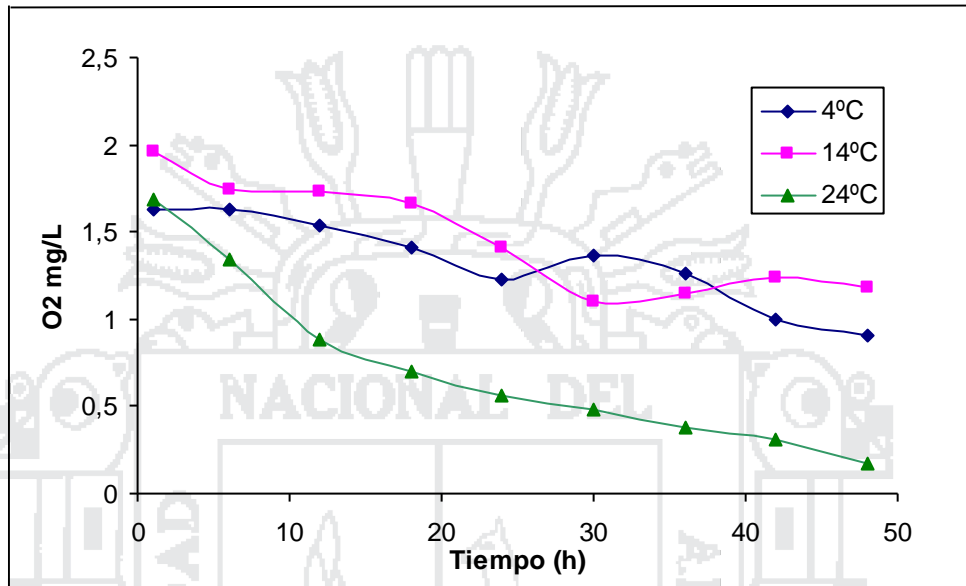
En el Anexo 2, Tabla 5, se presenta los reportes de O₂ (mg/L) durante el almacenamiento a 4 °C, 14 °C y 24 °C de zanahorias mínimamente procesado, expresados en mg/L ó ppm y tratadas con hipoclorito de sodio, en las Figura 5, se presenta su comportamiento del O₂, donde podemos observar que la disponibilidad de oxígeno a 4 °C se reduce de 1,24 mg/L a 0,87 mg/L de oxígeno disuelto en el ambiente de almacenamiento, comparativamente a las zanahorias mínimamente procesadas almacenadas a 14 °C donde disminuye la disponibilidad de 1,93 mg/L a 1,12 mg/L y de 1,85 mg/L a 0,88 mg/L a 24 °C.

Figura 5. Disponibilidad de O₂ a temperatura de 4 °C, 14 °C y 24 °C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio



En tanto en la Figura 6, de los datos de la Tabla 6 del Anexo 1, se presenta el comportamiento del O₂ de las zanahorias tratadas con ácido acético, donde podemos observar que la disponibilidad de oxígeno a 4 °C se reduce de 1,62 mg/L a 0,90 mg/L de oxígeno disuelto en el ambiente de almacenamiento, comparativamente a las zanahorias mínimamente procesadas almacenadas a 14°C donde disminuye la disponibilidad de 1,74 mg/L a 1,10 mg/L y de 1,33 mg/L a 0,17 mg/L a 24 °C

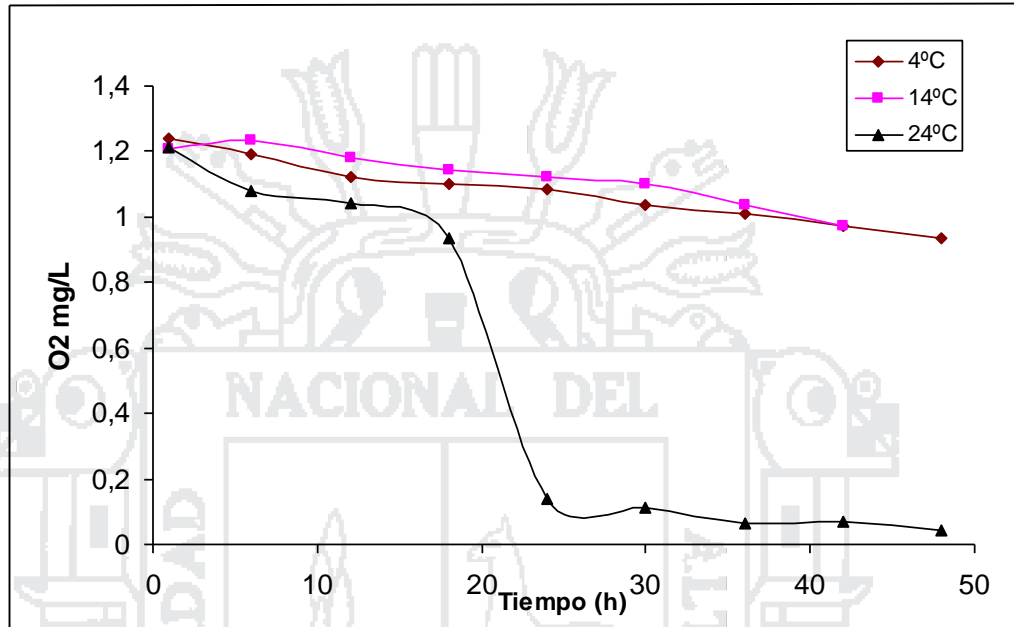
Figura 6. Disponibilidad de O_2 a temperatura de 4 °C, 14 °C y 24 °C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético



4.2.2. Disponibilidad de O_2 en zapallos mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético almacenadas a 4 °C, 14 °C y 24 °C

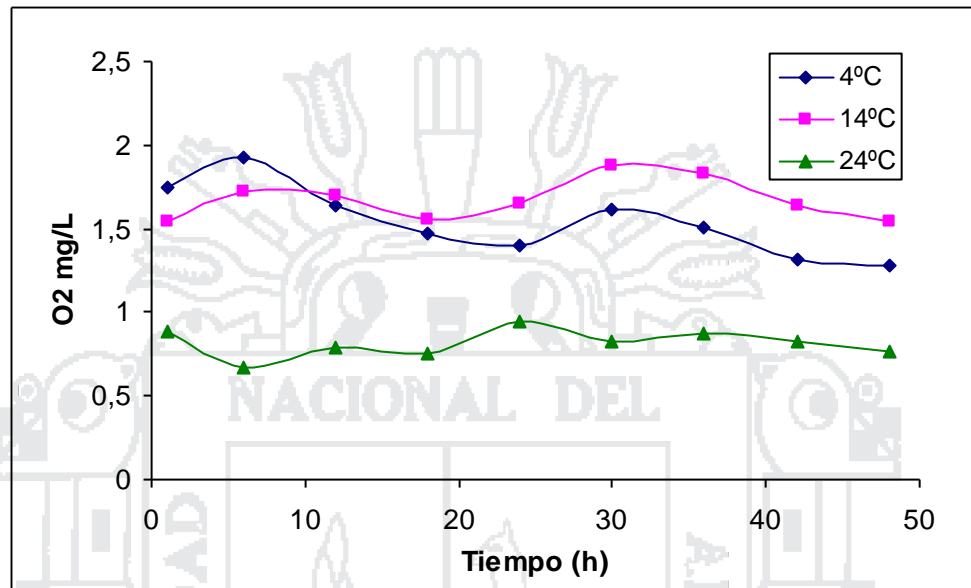
En el Anexo 2, Tabla 7 se presenta los resultados del O_2 a 4 °C, 14 °C y 24 °C en zapallos con mínimo proceso e hipoclorito de sodio y en la Figura 7 se presenta el comportamiento de O_2 , donde podemos observar que la disponibilidad de oxígeno a 4 °C varía de entre 1,19 a 0,93 mg/L de oxígeno disuelto ppm, comparado a los zapallos almacenados a 14 °C donde varía entre 1,23 a 0,93 mg/L y a 24 °C donde varía entre 1,08 a 0,04 mg/L. observándose que a medida que incrementa la temperatura el consumo de oxígeno es mayor.

Figura 7. Disponibilidad de O_2 a temperatura de 4 °C, 14 °C y 24 °C en zapallo mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio



En la Figura 8 se presenta el comportamiento de O_2 en zapallos mínimamente procesadas tratadas con ácido acético, donde podemos observar que la disponibilidad de oxígeno a 4 °C fluctuó entre 1,92 a 1,28 mg/L, y a 14 °C entre 1,88 a 1,54 mg/L con mayor fluctuación a 24 °C entre 0,94 a 0,66 mg/L de oxígeno disuelto durante el almacenamiento.

Figura 8. Disponibilidad de O_2 a temperatura de 4 °C, 14 °C y 24 °C en zapallo mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético



Los productos tratados con ácido acético presentan menor consumo de oxígeno disuelto comparados con los productos tratados con hipoclorito de sodio y a medida que transcurre el tiempo existe una mayor la respiración de las zanahorias y zapallos mínimamente procesados causando una disminución paulatina de oxígeno comportamiento similares con otros productos según los estudio de Kader, (1986), Baldwin *et al.*, (1995) , esta disminución de oxígeno en las temperaturas a las que se almaceno las zanahorias y zapallos trozados, se pueden usar como una magnitud fisiológica que da un primer indicador cualitativo sobre la naturaleza de las combustiones respiratorias, pero se debe tener cuidado en no bajar el nivel de oxígeno al punto de extinción de darse ello contribuiría a dar inicio la respiración anaeróbica, ya que dichas reacciones pueden resultar ocasionando un catabolismo del producto con resultados de malos olores, conservación anormal y deterioro (Fonseca *et, al.*, 2002).

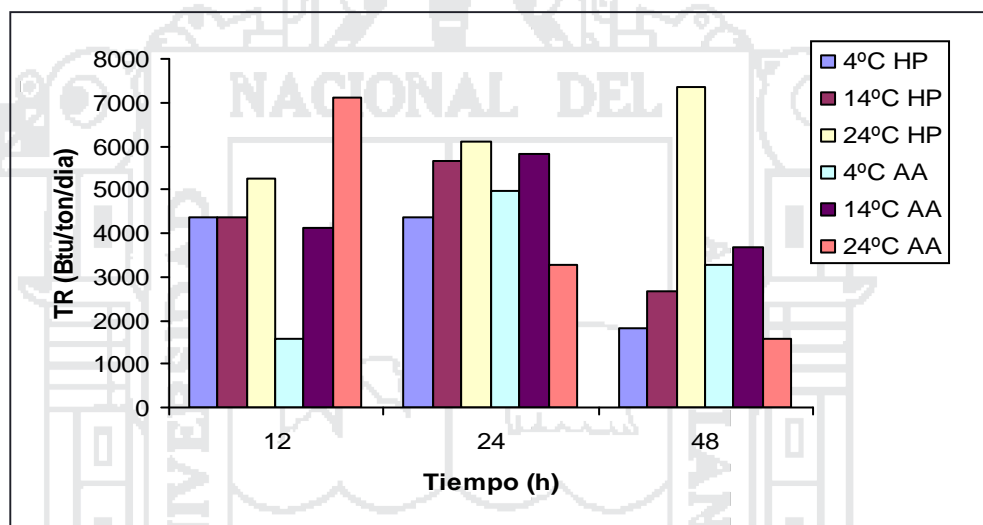
4.3.Efecto del ácido acético, hipoclorito de sodio y temperatura en la tasa de respiración y apreciación sensorial de color y olor de zanahoria y zapallo mínimamente procesados.

4.3.1. Tasa de respiración en zanahorias y zapallos mínimamente procesadas tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético.

En el Anexo 3, Tablas 9 y 10 se presenta los resultados de la tasa de respiración de las zanahorias mínimamente procesadas, y en la Figura 9 se presenta el comportamiento de la tasa de respiración a 4 °C, 14 °C y 24 °C, donde podemos observar que existe variación en la tasa de respiración a medida que incrementa la temperatura de almacenamiento asimismo la tasa de respiración de zanahorias mínimamente procesadas tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético, determinándose una alta tasa de respiración a medida a las 12 y 24 horas de almacenamiento, con una disminución de la tasa de respiración a las 48 horas excepto para el tratamiento con hipoclorito de sodio almacenadas a 24 °C, esto muy posiblemente se atribuya a la rotura y daño celular ocasionado por el hipoclorito contribuido por la temperatura, estos resultados son muy próximos al CNP, (2001), quienes establecieron una tasa de respiración entre 3100 a 4200 Btu/Ton/días para ayote almacenado a 5 °C, esto nos permite inferir que a medida que incrementa la temperatura de almacenamiento existirá un pico mayor en tasa de respiración reduciéndose paulatinamente, esto debido a la baja disponibilidad de oxígeno disuelto en el ambiente de almacenamiento como lo manifiesta (Brecht, 1995; Yildiz, 1997), quienes indican también que al producirse emisión de CO₂, consumo de O₂, producción de calor, y emisión de etileno, con acumulación de

metabolitos secundarios, se ocasionan daños físicos y químicos como pardeamientos y oxidaciones lipídicas, alteraciones del metabolismo fenólico en los productos almacenados.

Figura 9. Tasa de respiratorio (TR) a temperaturas de 4 °C, 14 °C y 24 °C en zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético.



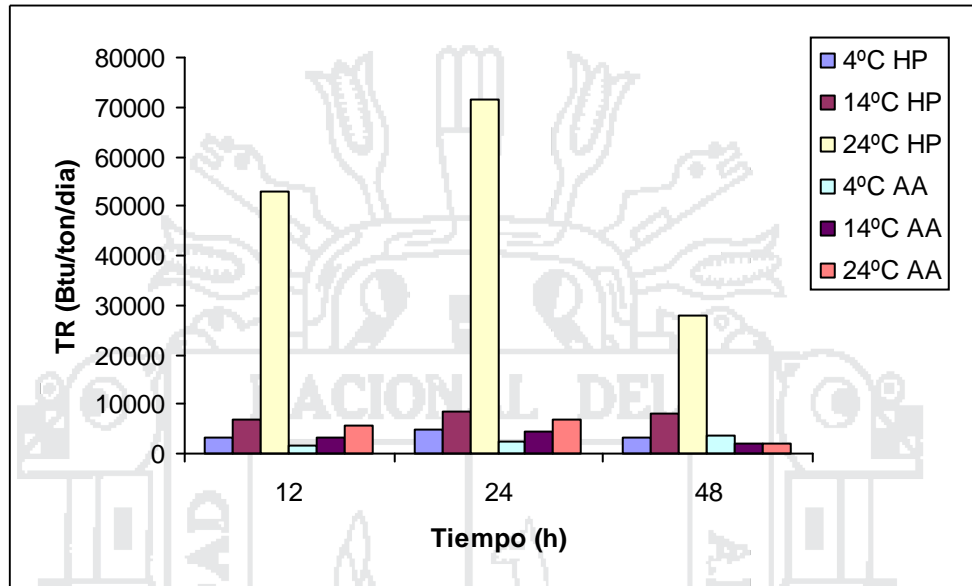
Asimismo el uso de hipoclorito de sodio asociado al corte de la zanahoria mínimamente procesado ocasiona daños en el tejido de las zanahorias mínimamente procesadas como lo mencionan Brecht, (1995); Yildiz, (1997), y Watada y Qi, (1999), además de acelera la maduración y senescencia como lo indican Mencarelli y Saltveit, (1988) e induce la biosíntesis de enzimas con un aumento de la velocidad de reacciones bioquímicas (Laties, 1978), responsables del cambio de color (pardeamiento enzimático), sabor, aroma, textura y valor nutritivo (azúcares, ácidos y vitaminas) (Cantwell y Suslow, 2002; Pittia *et al.*, 2002). Lo cual se debe de tener cuidado, ya que finalmente en la respiración se oxidan sustratos como almidón, azúcares, ácidos orgánicos a moléculas simples como CO₂, agua y la

correspondiente obtención de energía, (Artés, 2000; Kader, 1987; Zagory y Kader, 1988). Con la consecuente senescencia del producto como lo indica López-Gálvez *et al.*, 1996, Cantwell y Suslow, 2002, Baldwin *et al.*, 1995).

En el Anexo 3, Tabla 11 y 12 se presenta los resultados de la tasa de respiración del zapallo mínimamente procesadas con hipoclorito de sodio y ácido acético, y en la Figura 10 se presenta su comportamiento en la tasa de respiración a 4 °C, 14 °C y 24 °C, donde podemos observar que existe variación en la tasa de respiración a medida que incrementa la temperatura de almacenamiento y baja la tasa de respiración en el tiempo, esto muy posiblemente debido a la baja disponibilidad de oxígeno en el ambiente como lo menciona Brecht (1995); y Yildiz (1997). Los resultados de la tasa de respiración en el zapallo mínimamente procesado están dentro de los valores determinados y establecidos por la CNP (2001), quienes encontraron un rango de 3100 a 4200 Btu/Ton/día, almacenadas a 5 °C y a medida que incrementa la temperatura este valor incrementa siempre en cuando haya disponibilidad de oxígeno para desencadenar los procesos bioquímicos durante la fisiología de almacenamiento del zapallo mínimamente procesado como lo menciona Laties (1978), induciendo a la senescencia de los zapallos mínimamente procesados (Cantwell y Suslow, 2002; Pittia *et al.*, 2002).

Asimismo es necesario resaltar que con el ácido acético los zapallos mínimamente procesados presentan menos tasa de respiración comparativamente a los tratados con hipoclorito de sodio, el cual se presume que ocasiona un leve daño en el tejido del zapallo trozado como lo indica Brecht, (1995); Yildiz, (1997), y Watada y Qi, (1999).

Figura 10. Tasa de respiratorio (TR) a temperaturas de 4 °C, 14 °C y 24 °C en zapallos mínimamente procesadas y tratadas con hipoclorito de sodio y ácido acético



4.3.2. Apreciación sensorial en zanahorias mínimamente procesadas tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio

En el Anexo 4 se presenta los resultados de las apreciaciones sensoriales de color y olor, y en Cuadro 1 se presenta el análisis de variancia para el color de las zanahorias mínimamente procesadas, donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas al 95% de probabilidades entre tratamientos, es decir que las zanahorias tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio difieren en color, siendo las más aceptables las zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético, e hipoclorito de sodio evaluadas a 4 °C codificadas como M1 y M4 respectivamente, seguidas de las muestras M2 y M5 evaluadas a 14 °C y finalmente las muestras M3 y M6 evaluadas a 24 °C respectivamente como se observa en el Cuadro 2 de comparaciones múltiples de DUNCAN.

Cuadro 1. Análisis de variancia para el color de las zanahorias mínimamente procesadas

F.V.	S.C.	GL	C.M.	F. C.	SIGN.
Entre tratamientos	31,2113	5	6,24225	18,59	0,0000
Dentro de tratamiento	17,7972	53	0,335797		
Total	49,0085	58			

Cuadro 2. Prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN para el color de las zanahorias mínimamente procesadas

Muestras	N° Obs.	Promedio	Significancia ente grupos
M1	10	3,45	a
M4	10	2,9	b
M2	10	2,5	b
M5	9	1,94	c
M3	10	1,55	c
M6	10	1,45	c

En el Cuadro 3 se presenta el análisis de variancia para el olor de las zanahorias mínimamente procesadas, donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas al 95% de probabilidades entre los tratamientos, es decir que las zanahorias tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio difieren en olor, siendo las más aceptables las zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético, e hipoclorito de sodio evaluadas a 4°C codificadas como M1 y M4 respectivamente, seguidas de las muestras M5 y M2 evaluadas a 14°C y finalmente las muestras M6 y M3 evaluadas a 24 °C respectivamente como se observa en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Análisis de variancia para el olor de las zanahorias mínimamente procesadas

F. V.	S.C.	GL	C.M.	F.C.	SIGN.
Entre grupos	36,1708	5	7,23417	23,86	0,0000
Dentro del grupo	16,375	54	0,303241		
Total	52,5458	59			

Cuadro 4. Prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN para el olor de las zanahorias mínimamente procesadas

Muestras	N° Obs.	Promedio	Significancia ente grupos
M1	10	3,35	a
M4	10	3,25	a
M5	10	2,7	b
M2	10	2,5	b
M6	10	1,45	c
M3	10	1,4	c

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de variancia para el color del zapallo mínimamente procesada, donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas al 95% de probabilidades entre tratamientos, donde las zapallo tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio difieren en color, siendo las más aceptable las zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético, e hipoclorito de sodio evaluadas a 4°C codificadas como M1 y M4 respectivamente, seguidas de las muestras M2 y M5 evaluadas a 14°C y finalmente las muestras M6 y M3 evaluadas a 24 °C respectivamente como se observa en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Análisis de variancia para el color de los zapallos mínimamente procesados

F. V.	S.C.	GL	C.M.	F.C.	SIGN.
Entre grupos	32,2	5	6,44	29,47	0,0000
Dentro del grupo	11,8	54	0,218519		
Total	44,0	59			

Cuadro 6. Prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN para el color del zapallo mínimamente procesadas

Muestras	N° Obs.	Promedio	Significancia ente grupos
M1	10	3,55	a
M4	10	3,15	a
M2	10	2,7	b
M5	10	2,35	b
M6	10	1,85	c
M3	10	1,4	d

En el Cuadro 7 se presenta el análisis de variancia para el olor del zapallo mínimamente procesada, donde se observa que existe diferencias estadísticas significativas al 95% de probabilidades entre tratamientos, donde las zapallos tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio difieren en color, siendo las más aceptables las zanahorias mínimamente procesadas y tratadas con ácido acético, e hipoclorito de sodio evaluadas a 4°C codificadas como M1 y M4 respectivamente, seguidas de las muestras M2 y M5 evaluadas a 14°C y finalmente las muestras M6 y M3 evaluadas a 24 °C respectivamente como se observa en el Cuadro 8.

Cuadro 7. Análisis de variancia para el olor de los zapallos mínimamente procesados

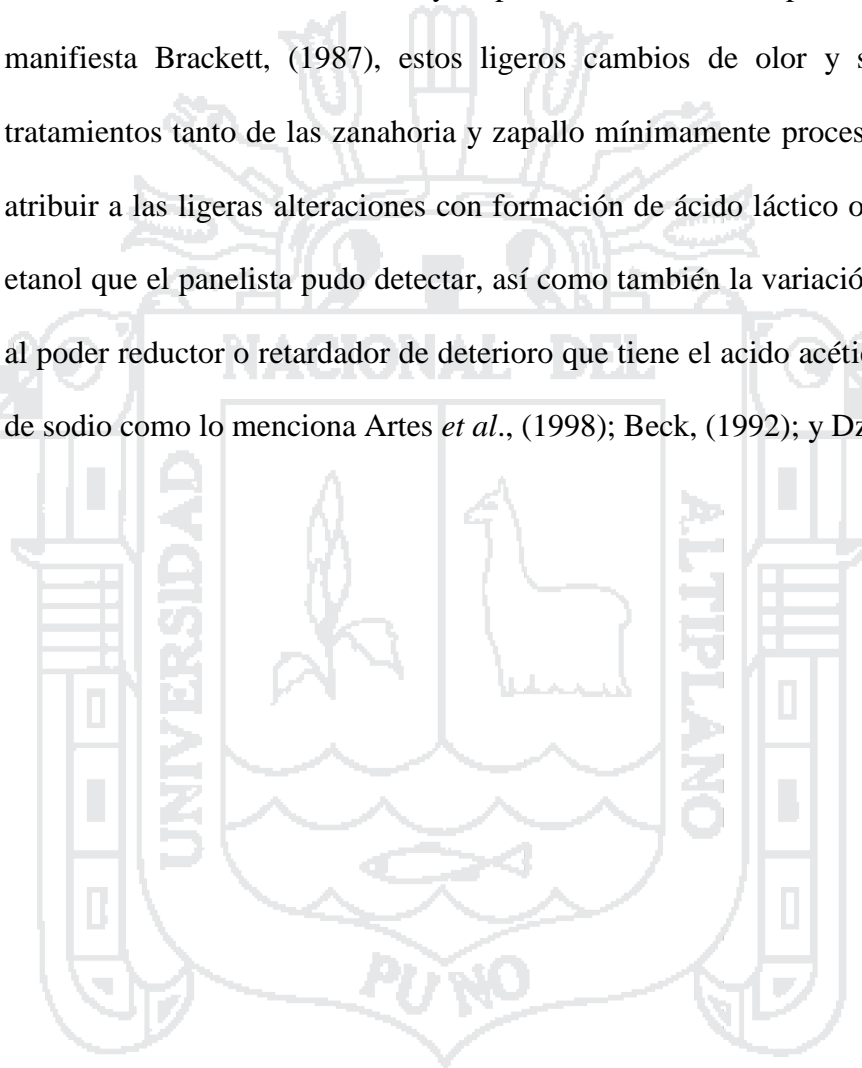
F. V.	S.C.	GL	C.M.	F.C.	SIGN.
Entre grupos	24,4708	5	4,89417	15,48	0,0000
Dentro del grupo	17,075	54	0,316204		
Total	41,5458	59			

Cuadro 8. Prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN para el olor del zapallo mínimamente procesadas

Muestras	N° Obs.	Promedio	Significancia ente grupos
M1	10	3,45	a
M4	10	2,9	b
M2	10	2,5	cb
M5	10	2	dc
M6	10	1,95	d
M3	10	1,55	d

Estos resultados de las evaluaciones sensoriales de olor y color; nos permiten inferir y atribuirle estas variaciones en el olor y color de la zanahoria al daño del tejido vegetal debido procesamiento mínimo como lo manifiesta (Hoffman *et al.*, 1982; MacLeod *et al.*, 1976) así mismo con la posible producción de metabolitos secundarios (Bell, 1981), que en alguna medida contribuirían en la alteración o variación del olor de las zanahorias mínimamente procesadas, y sus manifestaciones se manifiesta cuando el producto es sometido a pruebas extremas de temperaturas como lo indica Henstrand *et al.*, (1987), donde las mezcla de enzimas y sustratos que producen reacciones enzimáticas indeseables (como ejemplos: con la polifenol oxidasa y compuestos fenólicos producen melaninas,

lipoxigenasas y lipasas, con los lípidos de la membrana producen hidroperóxidos y radicales de ácidos grasos), salida de iones y otros componentes celulares y pérdida de humedad, por lo tanto, turgor. Contribuirían al cambio en el olor y color tanto de las zanahorias y zapallos mínimamente procesados como lo manifiesta Brackett, (1987), estos ligeros cambios de olor y sabor entre los tratamientos tanto de las zanahoria y zapallo mínimamente procesados se pueden atribuir a las ligeras alteraciones con formación de ácido láctico o acetaldehído y etanol que el panelista pudo detectar, así como también la variación se le atribuye al poder reductor o retardador de deterioro que tiene el ácido acético e hipoclorito de sodio como lo menciona Artes *et al.*, (1998); Beck, (1992); y Dziezak, (1988).



V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye:

La temperatura de almacenamiento estimula las reacciones bioquímicas generando mayor producción de CO₂, en zapallos mínimamente procesados frente a zanahorias mínimamente procesadas, y en los productos tratados con hipoclorito de sodio el CO₂ es mayor frente a los tratados con ácido acético.

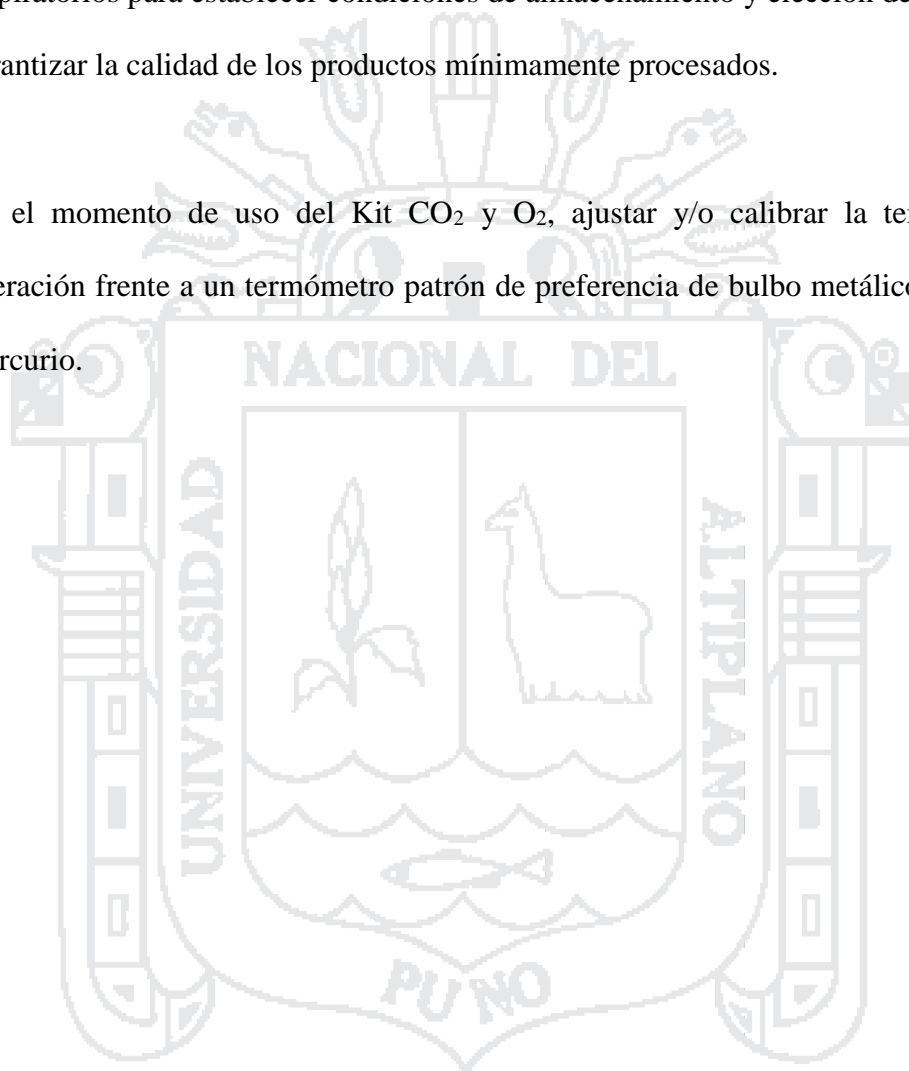
Durante el almacenamiento de zanahorias y zapallos mínimamente procesadas la disponibilidad de oxígeno disminuye a medida que transcurre el tiempo generando menor tasa de respiración a menor temperatura.

Los cambios sensoriales se manifiestan a mayor temperatura 24°C, con pérdida de calidad en zapallos mínimamente procesados frente a zanahorias mínimamente procesadas.

VI. RECOMENDACIONES

Del estudio se recomienda realizar pruebas y determinaciones de coeficientes respiratorios para establecer condiciones de almacenamiento y elección de envases para garantizar la calidad de los productos mínimamente procesados.

En el momento de uso del Kit CO₂ y O₂, ajustar y/o calibrar la temperatura de operación frente a un termómetro patrón de preferencia de bulbo metálico y capilar de mercurio.



VII. BIBLIOGRAFIA

- Adams, M.R., Hartley, A.D., Cox, L.J. (1989): Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. *Food Microbiol.*, 6, 69-77.
- Ahvenainen R. (1996): New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.* 7: 179-187.
- Artés, F. (2000): Productos vegetales procesados en fresco. En: *Aplicación del Frío a los Alimentos*. Ed.: M. Lamúa. Edit: Mundi Prensa. Cap. 5, 127-141.
- Artés, F., Conesa, M.A., Hernández, S. y Gil, M.I. (1999), Keeping quality of fresh-cut tomato. *Postharvest Biol. Technol.* 17, 153-162.
- Baldwin, E., *et al.* (1995): Use of Edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. *Critical reviews in Food Science And Nutrition*, 35(6):509-524.
- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. y Baker, R.A. (1995): Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30 (1), 35-37.
- Barry-Ryan, C. y O'Beirne, D. (1998): Quality and shelf-life of fresh-cut carrot slices as affected by slicing method. *J. Food Sci.*, 63, 851-856.
- Beck, R.G. (1992): Compositions and methods for inhibiting browning of processed produce. United States patent
- Beuchat, L.R. (1992): Surface disinfection of raw produce. *Dairy, Food Environmental Sanitation*, 12 (1), 6-9.
- Brackett, R. (1987): Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *J. of Food Quality*. 10:195.

- Brackett, R.E. (1997): Alteración microbiológica y microorganismos patógenos de frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas. En: Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. R.C. Wiley. Ed: Acibia. Cap. 7., 263-304.
- Brecht, J.K. (1995): Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30, 18-22.
- Brecht J. (2003): Underground storage organs. In: *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. Bartz J, J Brecht (Eds.). Editorial: Marcel Dekker Inc.: New York, 625-647.
- Burns, J.K. (1995): Lightly processed fruits and vegetables: Introduction to the Colloquium. *HortScience*, 30 (1), 14.
- Cameron, A.C., Talasila, P.C. y Joles, D.W. (1995): Predicting film permeability needs for modified atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30 (1), 25-34.
- Cantwell, M. (1991): Physiology of cut fruits and vegetables. Abstract 10. American Chemical Society Annual Meeting, New York.
- Cantwell M, T Suslow. (2002): Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. In: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Kader, A. (Eds.). University of California, Oakland. p.p 445-463.
- Cantwell, M.I. y Suslow, T.S. (2002): Postharvest handling systems: Fresh-cut fruits and vegetables. En: A. A. Kader, (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3rd Edition. University of California Agriculture Pub., 3311, USA. 445-464.
- Concejo Nacional de Producción "CNP" (2001): Rol de la temperatura en el almacenamiento de productos frescos. San José - Costa Rica

- Chu, C.L. y Wang, S.L. (2001): Effect of cutting style, low-oxygen atmosphere and cold temperature on the respiration rate of minimally processed vegetables. Proc. 4th Conference on Postharvest. Eds. R. Ben-Arie y S. Philosoph-Hadas. Acta Hort. 553, 691-692.
- Dziezak, J.D. (1988): Monsanto's new product extends produce freshness. Food Technol. 42, (9), 98.
- Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garret, E.H. y Busta, F.F. (2003): Microbial safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. Comprehensive reviews in food science and food safety, 2 (suplemento), 142-160.
- Fonseca S.C. Oliveira, F.A.R. Breth, J.K. (2002): Modelling Respiration rate of fresh Fruits and vegetables for modified atmosphere packages: Journal of Food Engineering. Vol 52, 99 - 119.
- Frezza, Diana, León Adrián Y Chiesa Ángel (2007): Calidad de apio (*Apium graveolens* Var Dulce) mínimamente procesado según sistema de producción y temperatura de almacenamiento. Cátedra de Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina
- Garret, E. (1997): Fresh-cut produce and food safety. Journal of the association of food and drug officials. 61 (1) 26-29.
- González-Aguilar GA, Ruiz-Cruz S, Soto-Valdéz H, Vázquez-Ortíz F, Pacheco-Aguilar R, Wang CY (2005): Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents. int. J. Food Sci. Technol. 40: 377-383.
- Gorny, J.R. y Kader, A.A. (1996a): Fresh cut fruit products. En: Fresh-cut products: Maintaining quality and safety. Ed. Univ. of California. Postharv. Hort. Ser.10.

- Gorny J. (2001): A summary of CA and MA recommendations for selected fresh cut fruits and vegetables. In: Proc 8th Int Controlled Atmosphere Research Conference. Oosterhaven J, H Peppelenbos. (Eds). The Netherlands.
- Henstrand, J. y Handa, A. (1989): Effect of ethylene action inhibitors upon wound-induced gene expression in tomato pericarp. *Plant. Physiol.* 91:157.
- Hobbs, B.C. y Gilbert, R.J. (1978): *Food poisoning and Food Hygiene*, 4th ed. Edward Arnold, London, p.366.
- Hoffman, N. y Yang, S. (1982): Enhancement of wound-induced ethylene synthesis by ethylene in preclimacteric cantaloupe. *Plant. Physiol.* 69:317.
- Huxsoll C.C., Bolin, H.R. (1989): Physicochemical changes and treatments for lightly processed fruits and vegetables. En: *Quality factors of fruits and vegetables*. J.J. Jen (Ed.). ACS Symp. Ser. N° 405, Washington, DC, Cap. 16, 203-215.
- Huxsoll, C. C. and Bolin, H. R. (1989): Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*, 43: 124.
- IFPA. (1996): *Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry*. 3ª Ed. Alexandria, V.A. international Fresh-Cut Produce Association (IFPA).
- Izumi H, A Watada. (1995): Calcium treatments to maintain quality of zucchini squash slices. *J. food Sci.* 60: 789-793.
- Jacxsens, L., Devlieghere, F. y Debevere, J. (2002a): Temperature dependence of shelf-life as affected by microbial proliferation and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh produce. *Postharvest Biol. Technol.*, 26, 59-73.
- Kabir, H. (1994): 'Fresh-cut Vegetables'. En *Modified Atmosphere Food Packaging* (Brody, A.L., ed.). Institute of Packaging Professionals, Herndon, VA, USA, 155-160.

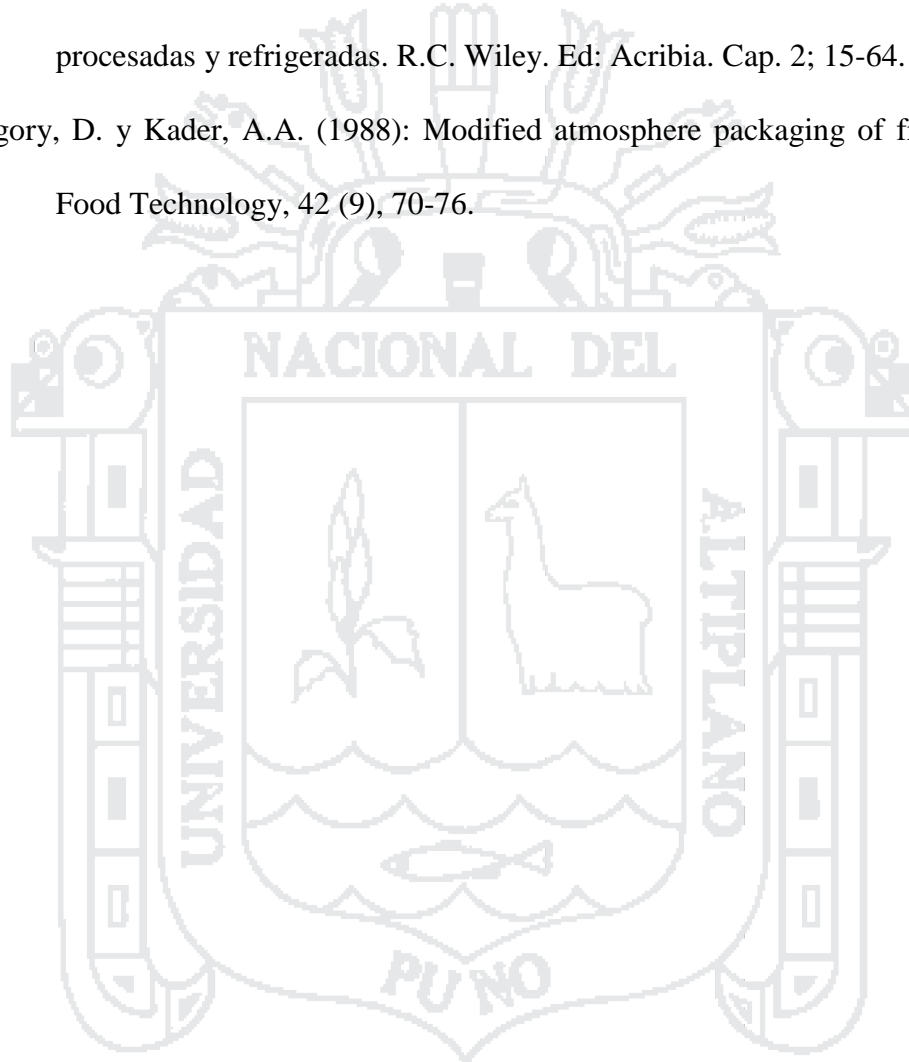
- Kader, A. (1986): Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*. 40:99.
- Kader, A.A., (1992): *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311: California. USA. 296 pp.
- Kader, A.A. y Watkins, C. (2000): Modified atmosphere packaging: toward 2000 and beyond. *HortTechnology*, 10, (3), 483-486.
- Kader, A.A., Zagory, D. y Kerbel, E.L. (1989): Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28, 1-30.
- Kaneko, K., Hayashidani, H., Ohtomo, Y., Kosuge, J., Kato, M., Takahashi, K., Shiraki, Y. y Ogawa, M. (1999): Bacterial contamination of ready-to-eat foods and fresh products in retail shops and food factories. *J. Food Prot.*, 62, 644-649.
- Kato-Noguchi H, A Watada (1997): Effects of low-oxygen atmosphere on ethanolic fermentation in fresh-cut carrots. *J. Amer. Soc. Hort. Scie.* 122:107-111.
- King, A.D. y Bolin, H.R. (1989): Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Overview outstanding symposia in food science & technology*. *Food Techol.* 132-135.
- Kwon, H. R. and Lee, D. S. (1995): Modified atmosphere poackaging of precut and prepared vegetables. *Foods and Biotechnology*. Volo 4, N° 3, pp 169-173.
- Laties, G.G. (1978): The development and control of respiratory pathways in slices of plant storage organs. En: *Biochemistry of wounded tissues*, ed. G. Kahl, p. 421. Walter de Gruyter y Co., Berlín.42-51.

- LeBlanc, D.I., Stark, R., MacNeil, B., Goguen, B. y Beaulieu, C. (1996): Perishable food temperatures in retail stores. En: *New Developments in refrigeration for food safety and quality*, Refrigeration Science and Technology. Paris. International Institute of Refrigeration, 16 p.
- López-Gálvez, G., El-Bassuoni, R., Nie, X. y Cantwell, M. (1997): Quality of red and green fresh-cut peppers stored in controlled atmosphere. In. J.R. Gorny (Ed.), *Proceeding of the 7th international controlled atmosphere research conference*, Davias, CA, USA. Vol. 5, 152-157.
- López-Gálvez, G., Salveit, M. y Cantwell, M. (1996): Wound-induced phenylalanine ammonia lyase activity: affecting its induction and correlation with the quality minimally processed lettuces. *Postharvest Biol. Technol.* 9, 223-233.
- Maroto Borrego J. V. (1989): *Horticultura herbácea especial*, 1.5, 46-48. y 4.1, 173-176.
- MacLeod, R.F., Kader, A.A. y Morris, L.L. (1976): Stimulation of ethylene and carbon dioxide production of mature-green tomatoes by impact bruising. *HortScience*, 11, 604-606.
- Madrid, M. y Cantwell, M. (1993): Use of high CO₂ atmosphere to maintain quality of intact and fresh-cut melon. En: *Proc. 6th Int. Controlled Atmosphere Research Conf.*, Ithaca, NY, 736-745.
- Mathooko, F.M. (1996): Regulation of respiratory metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. *Postharvest Biol. Technol.*, 9, 247-264.
- Mazliak, P. (1983): Plant membrane lipids: Changes and alterations during aging and senescence. En: *“Postharvest Physiology and Crop Preservation”*. Ed. M.Lieberman, p.123. Plenum Press, New York.

- Mencarelli, F. y Saltveit, M.E. Jr. (1988): Ripening of mature-green tomato fruit slices. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 113 (5), 742-745.
- Myers, R.A. (1989): Packaging considerations for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*, 129-131.
- Nguyen-the, C. y Carlin, F. (1994): The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 34, 371-401.
- Omarkhayyam, R. (1986): Free radicals and senescence. En: "Processes and Control of Plant Senescence", ed. Y.Y. Leshem, A.H. Havelly y C. Frenkel, p.100. Elsevier Press, New York.
- Pérez, S., Cháfer, M. y Ortolá, M.D. (2002): Elaboración y factores de calidad en ensaladas procesadas en fresco. *Alimentaria*, 11, 77-85.
- Philips, C. (1996): Review: Modified atmosphere packaging and its effects on the microbial quality and safety of produce. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 31, 463-479.
- Pittia, P., Nicoli, M.C., Comi, G. y Massini, R. (1999): Shelf-life extension of fresh-like ready-to-use pear cubes. *J. Sci. Food Agric.*, 79, 955-960.
- Rivera-López J, Vázquez-Ortiz F, Ayala-Zavala F, Sotelo-Mundo R, González-Aguilar G (2005): Cutting shape and storage temperature affect overall quality of fresh-cut papaya cv. "Maradol". *J. Food Sci.* 70: s482-s489.
- Rolle, R.S. y Chism, G.W. (1987): Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *J. Food Quality*, 10, 157-177.
- Saltveit, M.E. (1996): Fresh-cut product biology. En: Fresh-cut products. Maintaining quality and safety. Ed. Univ. of California. Postharv. Hort. Ser.10.
- Saltveit, M.E. (1999): Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.*, 15, 279-292.

- Shewfelt, R.L. (1987): Quality of minimally processed fruits and vegetables. *J. Food Qual.*, 10, 143-156.
- Simons, L.K. y Sanguansri, P. (1997): Advances in the washing of minimally processed vegetables. *Food Australia*, 49 (2), 75-80.
- Sinigaglia, M., Albenzio, M. y Rosaria-Corbo, M. (1999): Influence of process operations on shelf-life and microbial population of fresh-cut vegetables. *J. Industrial Microbio. Biotechnol.*, 23, 484-488.
- Soliva-Fortuny RC, Martín-Belloso O (2003): New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. *Trends Food Sci. Technol.* 14: 341-353.
- Solomos, T. (1997): Principios físicos y biológicos del envasado en atmósferas modificadas. En: *Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas*. R.C. Wiley. Ed: Acribia. Cap. 5, 179-220.
- Viña, S. (2001): Hortalizas mínimamente procesadas: producción y conservación. *Boletín hortícola*, Abril.
- Watada AE, Abe K, Yamauchi N (1990): Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technol.* 44: 116, 118, 120-122.
- Watada, A.E. y Qi, L. (1999): Quality of fresh-cut produce. *Postharv. Biol. Technol.*, 15, 201-205.
- Watada, A.E., Ko, N.P. y Minott, D.A. (1996): Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest. Biol. Technol.*, 9, 115-125.
- Wiley, R.C. (1997): Introducción a las frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas En: *Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas*. R.C. Wiley. Ed: Acribia. Cap. 1; 1-14.
- Wills, R. *et al.* (1981): *Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables*. AVI Publishing Co. Inc. Westport, CT.

- Yahia, E. (1998): Modified and controlled atmospheres for tropical fruits. *Horticult. Rev.* 22: 123-183.
- Yildiz, F. (1997): Preparación inicial, manipulación y distribución de frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. En: *Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas*. R.C. Wiley. Ed: Acribia. Cap. 2; 15-64.
- Zagory, D. y Kader, A.A. (1988): Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technology*, 42 (9), 70-76.



ANEXOS

Anexo 1. REPORTES DE CO₂ (mg/kg/h) DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 4°C, 14°C Y 24°C DE ZANAHORIAS Y ZAPALLOS MINIMAMENTE PROCESADO

Tabla 1. Resultados del CO₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso tratadas con hipoclorito de sodio

TIEMPO	CO ₂ PRODUCIDO (mg CO ₂ /kg/h)		
Horas	4°C	14°C	24°C
1	5,91896	6,37621	7,27781
6	8,44346	10,77475	13,10604
12	11,94039	11,94039	14,27168
18	13,10604	14,27168	15,43733
24	11,94039	15,43733	16,60297
30	10,77475	16,60297	17,76862
36	10,77475	11,94039	16,60297
42	4,94652	9,60910	21,26555
48	4,94652	7,27781	20,09991

Tabla 2. Resultados del CO₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso y ácido acético

TIEMPO	CO ₂ PRODUCIDO (mg CO ₂ /kg/h)		
Horas	4°C	14°C	24°C
1	1,913945	4,24523	11,83158
6	3,07959	5,41088	12,40475
12	4,24523	11,23910	19,39862
18	5,41088	14,73604	17,06733
24	13,57039	15,90168	8,907815
30	11,23910	18,23297	7,74217
36	13,57039	15,90168	6,576525
42	8,90781	15,90168	7,74217
48	8,90781	10,07346	4,245235

Tabla 3. Resultados del CO₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zapallo con mínimo proceso tratadas con hipoclorito de sodio

TIEMPO Horas	CO ₂ PRODUCIDO (mg CO ₂ /kg/h)		
	4°C	14°C	24°C
1	2,33959	15,161685	75,775225
6	3,67701	17,492975	109,57893
12	9,33346	18,65862	144,54828
18	11,66475	19,824265	215,652625
24	12,830395	23,3212	194,671015
30	16,32733	18,65862	150,376505
36	17,492975	25,65249	144,54828
42	12,830395	24,486845	75,775225
48	9,33346	22,155555	75,775225

Tabla 4. Resultados del CO₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zapallo con mínimo proceso y ácido acético

TIEMPO Horas	CO ₂ PRODUCIDO (mg CO ₂ /kg/h)		
	4°C	14°C	24°C
1	2,278235	6,940815	5,77517
6	3,44388	6,940815	11,603395
12	4,609525	9,272105	15,10033
18	5,77517	10,43775	17,43162
24	6,940815	11,603395	18,597265
30	8,10646	12,76904	10,43775
36	9,272105	13,934685	9,272105
42	10,43775	5,77517	6,940815
48	10,43775	5,77517	5,77517

Anexo 2. REPORTES DE O₂ (mg/L) DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 4°C, 14°C Y 24°C DE ZANAHORIAS Y ZAPALLOS MINIMAMENTE PROCESADO

Tabla 5. Resultados del O₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso e hipoclorito de sodio

TIEMPO Horas	O ₂ DISPONIBLE (mg/L)		
	4°C	14°C	24°C
1	1,335663196	1,9371755	1,9726255
6	1,2494475	1,9327445	1,8547545
12	1,0137055	1,7608125	1,8006935
18	0,9383745	1,874252	1,783855
24	1,0624495	1,868048	1,1209415
30	1,055359	1,3356632	1,0323165
36	0,947237	1,24413	0,9525545
42	0,8710195	1,1493015	0,9383745
48	0,9374885	1,1253725	0,889631

Tabla 6. Resultados del O₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso y ácido acético

TIEMPO Horas	O ₂ DISPONIBLE (mg/L)		
	4°C	14°C	24°C
1	1,63096966	1,9637635	1,6899125
6	1,6296475	1,7430875	1,3371855
12	1,5321605	1,7315665	0,886086
18	1,4116305	1,6571215	0,6999735
24	1,2326085	1,4080855	0,5599465
30	1,3602285	1,10233	0,4810705
36	1,262741	1,1484155	0,3738345
42	1,0021845	1,24413	0,3064795
48	0,9055835	1,184751	0,1770875

Tabla 7. Resultados del O₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zapallos con mínimo proceso e hipoclorito de sodio

TIEMPO	O₂ DISPONIBLE (mg/L)		
Horas	4°C	14°C	24°C
1	1,2396985	1,2060215	1,213111
6	1,191841	1,231722	1,0810605
12	1,1244865	1,1794335	1,040293
18	1,0987855	1,1430975	0,936602
24	1,0863775	1,1244865	0,1398655
30	1,034975	1,0987855	0,109733
36	1,0101605	1,034975	0,0636475
42	0,972938	0,972938	0,071624
48	0,936602	0,936602	0,0441505

Tabla 8. Resultados del O₂ a 4°C, 14°C y 24°C en zapallos con mínimo proceso y ácido acético

TIEMPO	O₂ DISPONIBLE (mg/L)		
Horas	4°C	14°C	24°C
1	1,74552098	1,54483228	0,8896305
6	1,9283135	1,7244765	0,6671825
12	1,6402825	1,694344	0,79303
18	1,467464	1,5605205	0,754921
24	1,395678	1,65269	0,946351
30	1,61724	1,8804555	0,825821
36	1,509118	1,8325985	0,872792
42	1,3132575	1,634079	0,830252
48	1,2848975	1,548999	0,7699875

Anexo 3. TASA DE RESPIRACION EN (Btu/tn/día) DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 4°C, 14°C Y 24°C DE ZANAHORIAS Y ZAPALLO MINIMAMENTE PROCESADO

Tabla 9. Resultados de tasa de respiración a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso con hipoclorito de sodio

TIEMPO	Tasa de respiración en Btu/tn/h		
Horas	4°C	14°C	24°C
1	2170,2887	2337,94408	2668,53217
6	3095,93533	3950,74167	4805,548
12	4378,14483	4378,14483	5232,95117
18	4805,548	5232,95117	5660,35433
24	4378,14483	5660,35433	6087,7575
30	3950,74167	6087,7575	6515,16067
36	3950,74167	4378,14483	6087,7575
42	1813,72583	3523,3385	7797,37017
48	1813,72583	2668,53217	7369,967

Tabla 10. Resultados de tasa de respiración a 4°C, 14°C y 24°C en zanahoria con mínimo proceso y ácido acético

TIEMPO	Tasa de respiración en Btu/tn/h		
Horas	4°C	14°C	24°C
1	701,7798333	1556,58617	4338,24877
6	1129,183	1983,98933	4548,40833
12	1556,586167	4121,00517	7112,82733
18	1983,989333	5403,21467	6258,021
24	4975,8115	5830,61783	3266,19883
30	4121,005167	6685,42417	2838,79567
36	4975,8115	5830,61783	2411,3925
42	3266,198833	5830,61783	2838,79567
48	3266,198833	3693,602	1556,58617

Tabla 11. Resultados de tasa de respiración a 4°C, 14°C y 24°C en zapallos con mínimo proceso con hipoclorito de sodio

TIEMPO Horas	Tasa de respiración en Btu/tn/h		
	4°C	14°C	24°C
1	857,849667	5559,2845	27784,2492
6	1348,237	6414,09083	40178,941
12	3422,26867	6841,494	53001,036
18	4277,075	7268,89717	79072,6292
24	4704,47817	8551,10667	71379,3722
30	5986,68767	6841,494	55138,0518
36	6414,09083	9405,913	53001,036
42	4704,47817	8978,50983	27784,2492
48	3422,26867	8123,7035	27784,2492

Tabla 12. Resultados de tasa de respiración a 4°C, 14°C y 24°C en zapallo con mínimo proceso y ácido acético

TIEMPO Horas	Tasa de respiración en Btu/tn/h		
	4°C	14°C	24°C
1	835,352833	2544,9655	2117,56233
6	1262,756	2544,9655	4254,57817
12	1690,15917	3399,77183	5536,78767
18	2117,56233	3827,175	6391,594
24	2544,9655	4254,57817	6818,99717
30	2972,36867	4681,98133	3827,175
36	3399,77183	5109,3845	3399,77183
42	3827,175	2117,56233	2544,9655
48	3827,175	2117,56233	2117,56233

Anexo 4. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE COLOR Y OLOR EN ZANAHORIA Y ZAPALLO MINIMAMENTE PROCESADOS

Tabla 13. Resultados del análisis sensorial de color par zanahorias con mínimo proceso tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio.

COLOR	Zanahoria 4°C-acido	Zanahoria 14°C- acido	Zanahoria 24°C- acido	Zanahoria 4°C-sodio	Zanahoria 14°C - sodio	Zanahoria 24°C - sodio
Jueces	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	3,5	3	2	3,5	1,5	1
2	3,5	2	1,5	3,5	2,5	2
3	3	4	1	2	2	1
4	3,5	2	1	3,5	2	1,5
5	3	2	1	4	1,5	1
6	3,5	3,5	1	2	2	1
7	4	2	2,5	3	2	1
8	4	2	2	2		2
9	3,5	2	1	2,5	2	2
10	3	2,5	2,5	3	2	2

Tabla 14. Resultados del análisis sensorial de olor par zanahorias con mínimo proceso tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio.

OLOR	Zanahoria 4°C-acido	Zanahoria 14°C- acido	Zanahoria 24°C- acido	Zanahoria 4°C-sodio	Zanahoria 14°C - sodio	Zanahoria 24°C - sodio
Jueces	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	4	3	2	3,5	3,5	1
2	3	2	1	4	3	2
3	3	3,5	1	2	3,5	1
4	3,5	2	1,5	4	2	1,5
5	3	2,5	1	4	3	1
6	3,5	3,5	1	3,5	2	1,5
7	4	2	2	3	2	1,5
8	3	2	2	3	3	1
9	3,5	2	1	2,5	3	2
10	3	2,5	1,5	3	2	2

Tabla 15. Resultados del análisis sensorial de color par zapallo con mínimo proceso tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio.

COLOR	Zapallo 4°C-acido	Zapallo 14°C- acido	Zapallo 24°C- acido	Zapallo 4°C-sodio	Zapallo 14°C - sodio	Zapallo 24°C - sodio
Jueces	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	4	3	1,5	3,5	2,5	1,5
2	3,5	3	1,5	3,5	2,5	2
3	3	4	1	3	3	2
4	4	3	1	3,5	2	1,5
5	3	2	1	3,5	3	2
6	3	3	1	3	2	2
7	4	2	1,5	3	2	1,5
8	4	2	2	3	2,5	1,5
9	4	2,5	1	2,5	2	2,5
10	3	2,5	2,5	3	2	2

Tabla 16. Resultados del análisis sensorial de olor par zapallo con mínimo proceso tratadas con ácido acético e hipoclorito de sodio.

OLOR	Zapallo 4°C-acido	Zapallo 14°C- acido	Zapallo 24°C- acido	Zapallo 4°C-sodio	Zapallo 14°C - sodio	Zapallo 24°C - sodio
Jueces	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	3,5	3	2	3,5	1,5	2,5
2	3,5	2	1,5	3,5	2,5	2
3	3	4	1	2	2	2,5
4	3,5	2	1	3,5	2	1,5
5	3	2	1	4	1,5	1,5
6	3,5	3,5	1	2	2	2
7	4	2	2,5	3	2	1,5
8	4	2	2	2	2,5	2
9	3,5	2	1	2,5	2	2
10	3	2,5	2,5	3	2	2

ANEXO 5.

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

NOMBRE :

FECHA :

PRODUCTO :

INSTRUCCIONES.

Se le presenta 6 muestras (M1, M2, M3, M4, M5, M6) en la que se le pide evaluar el color y olor asignando un puntaje a las muestras en el orden de preferencia o aceptación. Sigue la siguiente escala:

- Excelente 5 puntos.**
- Muy bueno 4 puntos.**
- Bueno 3 puntos.**
- Regular 2 puntos.**
- Malo 1 punto.**

ATRIBUTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
COLOR						
OLOR						

OBSERVACIONES.....
.....

ANEXO 6. Ficha técnica del hipoclorito de sodio comercial

Preparación de solución de 0,5% de cloro

Para preparar una solución de cloro, se puede utilizar:

1. **Lejía líquida de casa.** (Hipoclorito de sodio)
2. **Lejía en polvo.** Compuestos de cloro disponibles en forma de polvo (Hipoclorito de calcio o polvo de blanqueo)
3. **Pastillas de cloro.** (Dicloroisocianurato de sodio).

Por su disponibilidad y poco precio, se recomienda el uso de la lejía líquida o en polvo para preparar las soluciones de cloro.

Calcule la cantidad de cloro "activo":

Se describen los compuestos de cloro en términos de contener un tanto por ciento de cloro "activo" (o *disponible*). En estos productos, es el cloro activo lo que mata los microorganismos. La cantidad de cloro activo varía de producto en producto y se expresa usualmente como un porcentaje. Es importante saber esto para poder preparar una solución de cloro "activo" de 0,5%.

Nota: En los países donde se utilizan productos franceses, la proporción de cloro activo se expresa usualmente en "grados de cloro." Un grado de cloro se equivale a un 0,3% de cloro activo.

1. Al usar lejía de casa en forma líquida

El cloro que está presente en la lejía líquida puede ser de concentraciones variadas. Sea de la concentración que sea, se puede usar cualquier lejía líquida para preparar una solución de 0,5% de cloro recurriéndose a la fórmula siguiente:

[% de cloro de la lejía líquida dividido por 0,5%] menos 1 = partes de agua por cada parte de lejía*

*Nótese que sea de la unidad de medida que sea (p.ej. onzas, litros, galones), se puede usar el término "partes", aun con unidades más generales o indefinidas (p.ej. jarras, recipientes).

Ejemplo: Para preparar una solución de 0,5% de cloro usando un concentrado de 3,5% de cloro, hay que usar 1 parte de cloro y 6 partes de agua:



$[3,5\% \text{ dividido por } 0,5\%] \text{ menos } 1 = [7] \text{ menos } 1 = 6$ partes de agua por cada parte de cloro

2. Al usar lejía en polvo

Nótese que al usar lejía en polvo, es probable que salga medio opaca o turbia la solución de cloro que resulte. Si se utiliza la lejía en polvo, use la siguiente fórmula para calcular la proporción de agua a lejía:

$[\% \text{ de cloro deseado dividido por } \% \text{ de cloro de la lejía en polvo}] \text{ multiplicado por } 1000 = \text{Gramos de polvo por cada litro de agua}$

Ejemplo: Para preparar una solución de 0,5% de cloro usando hipoclorito de calcio en polvo que contiene un 35% de cloro disponible:

$[0,5\% \text{ dividido por } 35\%] \text{ multiplicado por } 1000 = [0,0143] \text{ multiplicado por } 1000 = 14,3$

Así, para llegar a preparar una solución de 0,5% de cloro, hay que disolver en un litro de agua 14,3 gramos de hipoclorito de calcio en polvo.

3. Al usar pastillas de cloro

Como la proporción de cloro activo varía de producto en producto, hay que seguir las instrucciones del fabricante. Si las pastillas no vienen de su casa de suministros acompañados de instrucciones del uso, pida la hoja de instrucciones del producto o diríjase al fabricante.

ANEXO 7. Ficha Técnica de Seguridad y Uso del Acido Acético.**1.- Identificación del producto y la empresa fabricante:**

Identificación del producto: **Ácido Acético.**

Presentación: Bidones de 5 lts.

Código del producto: AA-99.

Formula química: CH₃COOH.

Numero CAS: 64-19-7.

Uso del producto: Bactericida. Utilizado en lavados químicos de equipos de hemodiálisis como antiincrustante (disoluciones entre 2,5% y 5%).

Fraccionado y distribución:

Oxidial SRL / Química fg SC

Rosales 8240 - Mar del Plata

Tel. (0223) 4827000 – 0800

www.grupofg.com.ar

2.- Composición e información de componentes:

Ingrediente	Formula	Porcentaje	por peso	Numero CAS
Ácido Acético	CH ₃ COOH	99	%	64-19-7

3.- Propiedades físicas y químicas:

- ❖ Aspecto físico: líquido, límpido, incoloro, olor característico picante (vinagre)
- ❖ pH 2,5 (10 g/l)
- ❖ Punto de fusión: 16° C
- ❖ Punto de ebullición: 118° C
- ❖ Punto de inflamación: 40° C (formación de mezclas explosivas)
- ❖ Temperatura de auto ignición: 485° C
- ❖ Solubilidad: Miscible con el agua
- ❖ Densidad: 1.05 gr./cm³

4.- Identificación de peligros:

Los efectos de la toxicidad se relacionan con sus propiedades altamente corrosivas.

Inflamable. Provoca quemaduras graves.

El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.

Las vías de entrada pueden ser:

- ❖ Inhalación: Irritación de nariz y garganta, dificultad para respirar, tos, flema.
- ❖ Contacto con la piel: Riesgo de irritaciones y quemaduras severas.
- ❖ Ojos: Irritación severa de los ojos, lesiones oculares graves.
- ❖ Ingestión: Irritación, quemadura y perforación del tracto gastrointestinal.

Nauseas y vómitos. Dificultad para respirar. Moderadamente tóxico.

5.- Primeros auxilios:

Recomendaciones:

- ❖ Equipo de protección personal al manipularlo (mascara, guantes resistentes, gafas, overoles y botas impermeables).
- ❖ Lavar con agua la ropa y equipos antes de sacárselos.
- ❖ En caso de inhalación llevar a lugar fresco y bien aireado.
- ❖ En caso de salpicadura en los ojos, enjuague lo antes posible con agua corriente por lo menos 15 minutos manteniendo los párpados abiertos. Si no se pudieron mantener los párpados abiertos aplicar colirio analgésico en la zona afectada.
- ❖ Quitar ropa y calzado contaminados en caso de derrame (bajo una ducha si es necesario) y lave con abundante agua la piel afectada.
- ❖ En caso de ingestión, enjuague boca y suministre agua fresca. Si no estuviera consciente no suministre nada por la boca. No provocar vomito. En todos los casos consulte con un medico inmediatamente o traslade a la persona al hospital.

6.- Medidas para combatir incendio:

- ❖ Mantener alejado de fuentes de ignición.
- ❖ Combustible. Se pueden formar mezclas explosivas con el aire.
- ❖ En caso de que el producto se viera envuelto en un incendio pueden formarse vapores de ácido acético y gases venenosos durante la combustión. Estos vapores son más pesados que el aire, por lo que pueden desplazarse a nivel del suelo.
- ❖ Intervenir siempre con agua desde una distancia prudencial, siendo también adecuados otros métodos de extinción como Dióxido de carbono (CO₂), espuma o polvo seco. Mantener frío los bidones y demás instalaciones.

- ❖ Evacue a todo el personal no capacitado.
- ❖ Utilizar mascarar y equipo de protección adecuado en caso de intervención.

Avisar inmediatamente a los bomberos si pasara a mayores.

7.- Medidas en caso de fugas accidentales:

- ❖ No inhalar los vapores. Utilizar equipo de protección completo.
- ❖ Diluir con abundante agua. Si la perdida es grande contener con arena y tierra (no aserrín) o en contenedores para residuos para su posterior eliminación según normativas vigentes.

No añada productos químicos. Solo si se quiere neutralizar utilizar soluciones diluídas de hidróxido o carbonato sódico.

- ❖ De ninguna manera devolver el producto recuperado al envase original.
- ❖ Corroe los metales.

8.- Manipulación y almacenamiento:

Manipulación:

- ❖ Operar en área bien ventilada y fresca.
- ❖ Evitar el contacto en la manipulación con cualquier sustancia oxidante, bases fuertes o materia orgánica.
- ❖ Una vez utilizado cerrar nuevamente ya que a partir de los 20° C mediante evaporación se puede alcanzar una concentración nociva en el aire.
- ❖ Nunca devuelva el producto no utilizado al envase original.
- ❖ Utilice protección personal adecuada para tal fin. (véase sec.5)

Almacenamiento:

- ❖ Conservar en área ventilada y fresca alejado de fuentes de calor, como por ejemplo: llamas, líneas de vapor o sol directo.
- ❖ Mantenga lejos de productos incompatibles (véase sec. 9)
- ❖ Mantenga cerrado con todo su empaque original.
- ❖ A temperaturas de almacenamiento inferiores a los 16° C el producto se solidifica. Se aconseja para su correcto uso mantener por encima de la misma pero esto no modifica sus propiedades.

9.- Estabilidad y reactividad:

Estable bajo condiciones normales de uso. Mantenga estrictamente las condiciones de manipulación y almacenamiento mencionadas. Reacciona violentamente con oxidantes tales como trióxido de cromo, permanganato de potasio y bases fuertes.

Materiales y sustancias que se deben evitar:

- ❖ Agua.
- ❖ Anhídridos / Aldehídos.
- ❖ Halógenos de halógeno.
- ❖ Agentes oxidantes (entre otros ácido perclórico, percloratos, halogenatos, CrO_3 , halóxidos, ácido nítrico, óxidos de nitrógeno, óxidos no metálicos, ácido cromo sulfúrico)
- ❖ Metales con formación de gas combustible (hidrógeno).
- ❖ Hidróxidos alcalinos.
- ❖ Materiales orgánicos.
- ❖ Sustancias inflamables.

10.- Información toxicológica

Toxicidad aguda:

DL50 oral rata: 3310 mg/Kg.

DL termal conejo: 1060 mg/Kg.

Valor umbral de olor: 0.21 a 1.0 ppm.

Control límite de exposición: VLA 15 ppm o 37 mg/m³

Puede causar espesamiento, grietas en la piel o dermatitis ante exposición prolongada.

11.- Información ecológica:

Es fácilmente metabolizada por la mayor parte de los organismos vivos. Biodegradable.

Utilizar el producto según las correctas prácticas de trabajo evitando su dispersión en su estado puro en el medio ambiente. Altamente tóxico en medios acuáticos (en función de la concentración de vertido y la variación del pH).

12.- Consideraciones sobre su eliminación:

No hay establecidas pautas homogéneas sobre eliminación de residuos químicos, con lo que el mismo tiene carácter de residuo especial, quedando sujeto su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada región. No reutilizar los envases y embalajes.

13.- Información sobre el transporte:

- ❖ Clase 8
- ❖ Grupo de embalaje II
- ❖ Denominación técnica: Ácido Acético Glacial.
- ❖ Bajo ninguna circunstancia alterar su embalaje original (envases primario, secundario y terciario). No transportar con alimentos y piensos.

14.- Información reglamentaria:

- ❖ Etiquetado

15.- Información complementaria:

Azul: Rojo: Amarillo:

Peligro para la salud Inflamabilidad Reactividad

4- Mortal 4- Debajo de 25° C 4- Puede explotar

3- Muy peligroso 3- Debajo de 37° C 3- Puede explotar en caso de

2- Peligroso 2- Debajo de 93° C choque o calentamiento

1- Poco peligroso 1- Encima de 93° C 2- Cambio químico violento

0- Normal 0- No arde 1- Inestable en caso de calentamiento

Blanco: 0- Estable

Peligro específico

ACID – Ácido

ALK – Alcalino

COR – Corrosivo

OXY – Oxidante

P – Polimeriza

Nota: Recomendamos que el encargado de su manipulación tenga la información sobre su aplicación y los riesgos específicos del producto. Esta hoja fue redactada por el Depto.

Técnico de **Oxidial SRL** basado en conocimientos propios y de nuestro proveedor a la fecha de su emisión. La misma se refiere únicamente al producto indicado y puede no ser válida si es utilizado de forma inadecuada o en combinación con otros. En cada caso es responsabilidad del usuario determinar como esta información debería ser.

HISTORIA E IDENTIFICACION DE CAMBIOS

Historia e Identificación de Cambios				
Versión	Fecha	Preparado por:	Aprobado por:	Cambios Efectuados
01	17/11/06	E.R.	H.Y.	
02	30/05/08	E.R.	H.Y.	Revisión de datos.