



Universidad Nacional de Lomas de Zamora en
Facultad de Ciencias Agrarias

Tecnicatura Universitaria en Procesamiento
Agroalimentario

Trabajo Final

**Evaluación sensorial de Peras Williams Red Bartlett
conservadas en una cámara refrigerada y ozonizada.**

Autora: María Soledad Lezcano Franco

DNI: 46.438.613

Director: Lic. en Gestión de la Calidad e Inocuidad de los Alimentos Nicolás Marchessi

Co – Directora: Lic. en Gestión de la Calidad e Inocuidad de los Alimentos Antonella Chamorro

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVOS.....	9
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
Breve descripción del Mercado Frutihortícolas	9
Ozono en la industria frutícola.....	11
Calidad de las frutas	13
Análisis sensorial en alimentos	14
PROBLEMÁTICA.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.	15
Análisis Sensorial	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34
Anexo 1. Mediciones de peso y grados Brix de las peras de cada tratamiento en cada momento.	37
Anexo 2. Mediciones de dureza de las peras de cada tratamiento en cada momento	37
Anexo 3. Respuestas libres sobre la preferencia.	39

Índice de figuras

Figura 1. Peras al inicio del periodo de conservación.....	16
Figura 2. Cámaras de conservación. Izquierda; cámara refrigerada. Derecha; cámara refrigerada y ozonizada.	16
Figura 3. Selección, lavado y desinfección con agua clorada y enjuagues con agua potable embotellada	19
Figura 4. Área de evaluación sensorial	20
Figura 5. Preparación de las muestras. Codificación.	20
Figura 6. Preparación y entrega de muestras	21
Figura 7. Peras T0 previas a la selección.....	23
Figura 8. Resultados de <i>Escherichia coli</i> para las peras en T0 y T1	27

Índice de gráficos

Gráfico 1. Frecuencia de elección de atributos para la muestra sin tratar (T0)29

Gráfico 2. Frecuencia de elección de atributos para la muestra tratada (T1).....30

Índice de tablas

Tabla 1. Criterios microbiológicos para cumplir para las frutas frescas.....18

Tabla 2. Pesos de las peras 23

Tabla 3. Grados Brix de las peras 24

Tabla 4. Dureza de las peras 25

Tabla 5. Recuento de mesófilos aerobios totales..... 26

Tabla 6. Prueba de triangulación 28

Tabla 7. Distribución de las respuestas de la aceptación de atributos para la muestra sin tratar de peras (T0)..... 28

Tabla 8. Distribución de las respuestas de la aceptación de atributos para la muestra tratada de peras (T1). 29

Tabla 9. Promedio de las puntuaciones hedónicas de cinco puntos para los atributos evaluados 31

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi mamá, a Lorenzo, a mi familia y a mis amigos por el apoyo y paciencia que me brindaron.

También agradezco a mi Tutor Nicolás Marchessi y a mi Co – Tutora Antonella Chamorro por su orientación y paciencia durante la realización de este Trabajo Final.

Finalmente agradezco a ECOCEROTRES S.A., a Cervi S.R.L y a Belvedere S.R.L. por permitirme realizar el trabajo en sus instalaciones en el Mercado Central de Buenos Aires.

RESUMEN

Las peras constituyen una de las producciones frutihortícolas más importantes de nuestro país. Estas sufren alteraciones y daños desde que son cosechadas hasta su comercialización en los mercados mayoristas. En la actualidad, la ozonización es una estrategia a considerar en la conservación de frutas. Existe gran cantidad de bibliografía sobre los beneficios de la utilización de la ozonización, sin embargo, es de escasa a nula la información relacionada con los efectos sobre las características sensoriales de productos frutihortícolas. En este trabajo se buscó determinar el efecto de la ozonización sobre los parámetros sensoriales de peras Williams Red Bartlett conservadas en cámaras refrigeradas y ozonizadas. Se trabajó en el Mercado Central de Buenos Aires, en condiciones reales de comercialización; en una cámara refrigerada y ozonizada (T1) y en una refrigerada únicamente (T0). Las peras fueron caracterizadas respecto a su peso, grados Brix, dureza y microbiológicamente al iniciar el ensayo (M0) y al finalizar el ensayo (28 días) (M1). Las peras que se encontraban dentro de parámetros comerciales aceptables y libres de patógenos fueron seleccionadas para el ensayo sensorial. En el ensayo sensorial se realizaron tres pruebas: diferenciar la disímil, valoración de atributos y preferencia según la norma IRAM 20008. Fue necesario descartar un tercio de las peras de T0 ya que se encontraban en condiciones comerciales disminuidas y tras la limpieza y desinfección, las peras aptas de ambos tratamientos, fueron utilizadas para el ensayo sensorial donde se determinó que los consumidores identificaron, valoraron mejor y prefirieron las peras ozonizadas y refrigeradas. Se concluye que la refrigeración combinada con la ozonización no ejerce un efecto negativo sobre la calidad sensorial de peras Williams Red Bartlett, permitiendo aumentar su vida útil en condiciones reales de trabajo en mercados mayoristas.

Palabras claves: Peras Williams Red Bartlett, ozonización, conservación, post cosecha, sensorial.

ABSTRACT

Pears constitute one of the most important fruit and vegetable productions in our country. They undergo alterations and damage from the moment they are harvested until they are marketed in wholesale markets. Currently, ozonation is a strategy to consider for fruit preservation. There is a large amount of literature on the benefits of using ozonation; however, there is little to no information regarding its effects on the sensory characteristics of fruit and vegetable products.

The aim of this study was to determine the effect of ozonation on the sensory parameters of Williams Red Bartlett pears stored in refrigerated and ozonated chambers. The study was conducted at the Central Market of Buenos Aires under real commercial conditions: in a refrigerated and ozonated chamber (T1) and in a refrigerated-only chamber (T0). Pears were characterized in terms of weight, °Brix, firmness, and microbiological quality at the beginning of the trial (M0) and at the end of the trial (28 days) (M1). Pears that met acceptable commercial standards and were free of pathogens were selected for the sensory evaluation.

Three sensory tests were conducted: difference discrimination, attribute evaluation, and preference testing, in accordance with IRAM 20008 standards. It was necessary to discard one third of the pears from T0 because their commercial condition had deteriorated. After cleaning and disinfection, suitable pears from both treatments were used in the sensory evaluation, which determined that consumers identified, rated more positively, and preferred the ozonated and refrigerated pears.

It is concluded that refrigeration combined with ozonation does not have a negative effect on the sensory quality of Williams Red Bartlett pears, allowing their shelf life to be extended under real working conditions in wholesale markets.

Keywords: Williams Red Bartlett pears, ozonation, conservation, postharvest, sensory.

INTRODUCCIÓN

Argentina tiene un papel importante en el mercado de frutas latinoamericano debido a su amplia diversidad climática. En el año 2021 la producción de fruta fue de aproximadamente 7.000.000 de toneladas. Entre las frutas con mayor volumen de producción se encuentran las uvas, limones, naranjas, peras, manzanas y mandarinas. Las peras y las manzanas ocupan el cuarto y quinto puesto en la producción aportando 634.000 toneladas y 514.000 toneladas respectivamente para el año 2021 (Marteau *et al.*, 2023).

Las peras pertenecen a la familia Rosáceas dentro del género *Pyrus*, cuya especie más común es *communis*. Es un árbol de forma piramidal con tronco alto y grueso, hojas alternas y simples, generalmente ovaladas, flores blancas con largos pedúnculos que forman corimbos umbeliformes en la terminación de las ramillas y frutos en pomo, estrechado en la base, esta puede ser redondeada o atenuada y prolongada en el pedúnculo (García Loredó, 2011).

Más del 80 % de la producción se da en los valles de las provincias de Río Negro y Neuquén, y en menor medida participa la provincia de Mendoza, con su producción más orientada hacia los destinos industriales (Moavro, 2010).

El 75% de la producción de peras de la Argentina se exporta y el 25% restante es destinado al consumo interno. Los cultivares más importantes son: Williams (45%), Packham Triumph (30%), Beurre D'Anjou (10%), Red Bartlett (Williams Roja) (6%) y Abate Fetel (2%), entre otras, (García Inza, 2022).

La demanda de frutas es constante y la suba del 10% de la producción de peras en los últimos años (Cristiano y Orazi, 2020) han sido determinantes en el desarrollo de tecnologías capaces de conservar la calidad de las frutas para su comercialización en fresco (Guerra y Casquero, 2005).

Las peras al igual que otras frutas como las manzanas, los kiwis y las bananas, se acopian en cámaras de conservación refrigeradas que pueden o no tener control de gases. Estas, siguen madurando luego de la cosecha con la consecuente producción natural de etileno. El etileno es una hormona que acelera la maduración de los frutos,

lo que afecta la conservación de la calidad y reduce la vida útil del vegetal (Gavin, 2021).

El ozono posee un alto poder neutralizante sobre el etileno, reacciona con este y produce dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O) (Arnal *et al.*, 2005; Parzanese, 2013 y Basile *et al.*, 2016).

Existe gran cantidad de bibliografía como Vall *et al.*, 2004; Souza, 2018; Andrade *et al.*, 2018; Marchessi *et al.*, 2020 y Saeteros Pérez, 2020 que señala efectos benéficos de la ozonización en la conservación frutihortícola basada en la neutralización del etileno y en su efecto antimicrobiano.

Sin embargo, más allá de las tecnologías aplicadas en los mercados, luego de la cosecha, disminuye paulatinamente la firmeza de la pulpa, va perdiendo el aroma, se reduce el contenido de ácidos y sacarosa, hay pérdidas de peso por transpiración, y bajo ciertas condiciones, también algunas fisiopatías y podredumbres indeseadas, lo que condiciona la comercialización de los productos frutihortícolas (Benítez, 2001).

La efectividad del ozono en el control del crecimiento microbiano y la calidad, tanto en productos frescos como procesados, tales como uvas, jugos de naranja, fresa y mora ha sido documentada; Gaite en 2011, comprobó que el tratamiento con ozono retrasa entre un 20% a un 30% la maduración de muchos vegetales, lo que permite la prolongación de su vida útil. Un estudio realizado en Brasil en la Universidad Federal de Viçosa, Departamento de Agricultura e Ingeniería, estableció que la aplicación de ozono permite un aumento de la vida útil de la zanahoria sin alterar el peso, la firmeza y el color (Souza, 2018).

Los procedimientos utilizados en la conservación de frutos se basan en la prolongación máxima del período comprendido entre la madurez de recolección y el mantenimiento de la calidad física, química y sensorial. Este período reúne los aspectos relativos a la maduración propiamente dicha, así como al desarrollo de los caracteres organolépticos y comerciales del fruto (Guerra y Casquero, 2005).

La conservación de los productos frutihortícolas es fundamental para el abastecimiento del mercado y en dicho abastecimiento es necesario mantener la

calidad de las frutas. La utilización del ozono no se encuentra ampliamente extendida en la industria y la documentación científica es de escasa a nula respecto al impacto del ozono sobre las características sensoriales de los alimentos, por esta razón este trabajo tiene por objetivo determinar el impacto de la conservación en cámaras ozonizadas y refrigeradas en el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) sobre las percepciones de los consumidores respecto a las características organolépticas de peras Williams Red Bartlett.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- 🍏 Evaluar la calidad sensorial de Peras Williams Red Bartlett almacenadas en una cámara refrigerada y ozonizada en el Mercado Central de Buenos Aires.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 🍏 Establecer si se puede diferenciar sensorialmente la pera que estuvo almacenada en una cámara refrigerada y ozonizada de una pera almacenada en una cámara refrigerada.
- 🍏 Evaluar atributos de calidad sensorial de las peras ozonizadas respecto a las no ozonizadas.
- 🍏 Establecer si hay preferencias por parte del consumidor por las peras almacenadas en cámaras refrigeradas y ozonizadas con respecto a las peras almacenadas en cámara refrigeradas.

MARCO TEÓRICO

Breve descripción del Mercado Frutihortícolas

El mercado de frutas y verduras frescas se valoró en 246 mil millones de dólares en 2024. Se espera que este mercado crezca hasta aproximadamente los 350 mil millones de dólares para el 2035. La tasa de crecimiento anual compuesta de este mercado alcanzará cerca del 3.23% durante el periodo 2025 – 2035, (WiseGuy Reports, 2025).

El mercado mundial, se concentra en Asia (50%), América (20%) y el resto se distribuye entre Europa y África. La reducción y uso de las hectáreas cultivables, se encuentra ligada a los hábitos de consumo y a los mercados donde se comercializan las frutas,

(WiseGuy Reports, 2025). En este contexto las exportaciones y consumo de productos frutihortícolas está experimentando cambios significativos impulsados por diversos factores del mercado y tendencias emergentes. Uno de los factores clave es la tendencia al consumo de alimentos frescos por sus beneficios nutricionales y el otro es la creciente demanda de productos orgánicos libres de pesticidas (WiseGuy Reports, 2025).

De acuerdo con los datos provistos por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Argentina produjo para el 2021 aproximadamente 7 millones de toneladas de fruta, por esa razón y por la diversidad climática, nuestro país es un actor destacado a nivel mundial y regional (Marteau *et al.*, 2023).

Entre las frutas con mayor volumen de producción en la Argentina se encuentran las uvas, los limones, las naranjas, las peras, las manzanas y las mandarinas. La uva es el cultivo con mayor volumen de producción que, según los registros fue de 2.241.419 toneladas en el año 2021, seguida por los limones y las naranjas con 1.378.020 y 1.037.318 toneladas respectivamente (Giacobone *et al.*, 2018).

La producción frutihortícola, tiene un impacto económico y social importante. Produce empleo genuino en casi todo el territorio nacional debido a que es una actividad de mano de obra intensiva, principalmente en las zonas de Río Negro, Neuquén, Mendoza, San Juan, Tucumán y Buenos Aires, debido a la diversidad climática, también a la disponibilidad de infraestructura y capacidad tecnológica para abastecer a los mercados concentradores urbanos (Giacobone *et al.*, 2018).

Las peras y las manzanas ocupan el cuarto y quinto lugar en la producción nacional, aportando 634.000 toneladas las primeras y 514.000 toneladas las segundas (Marteau *et al.*, 2023). Las exportaciones de frutas frescas en el 2022 alcanzaron un total de 2.041 millones de dólares que representaron un 2.3% del total de las exportaciones argentinas (INDEC, 2023), lo que dinamizó las economías regionales y generó ingreso de divisas.

Los datos del mercado son alentadores para la producción nacional. Acompañar la creciente demanda, con estrategias de conservación amigables con el medio ambiente

nos permitirá obtener alimentos más duraderos y de calidad comercial adecuada, lo que favorecerá el acceso a los productos frutihortícolas.

Conservación frutihortícola

La necesidad de abastecer el mercado obliga a los productores y a los comercializadores a implementar estrategias para mantener la calidad comercial de la fruta por periodos prolongados de tiempo, con el fin evitar la estacionalidad y mantener la oferta de productos perecederos durante todo el año (Calvo, 2012).

En la actualidad disponer de cámaras con atmósferas modificadas o aplicar este principio a los envases, se volvieron las dos estrategias más utilizadas y con mejores resultados positivos para el mantenimiento de la calidad de las frutas y verduras (Parzanese, 2013).

Dentro de las atmosferas modificadas se encuentran, las que aprovechan las altas concentraciones de dióxido de carbono o al uso de generadores de ozono, para neutralizar el etileno, en ambos casos se combina con refrigeración (Parzanese, 2013).

Por otro lado, existe la tecnología de radiación, la cual no solo actúa directamente sobre los microorganismos presentes en la superficie de los alimentos, sino que también contribuye a evitar cambios indeseados como la germinación de cebollas y ajos (Parzanese, 2013).

Hace una década que la revista Alimentos Argentinos promueve la ozonización como estrategia de conservación frutihortícola, debido a su versatilidad y la minimización de residuos químicos (Parzanese, 2013).

Ozono en la industria frutícola

El ozono (O_3), es termodinámicamente inestable, junto con el flúor (F_2) es uno de los agentes oxidantes más potentes que se conoce. Este poder oxidante promueve su uso como bactericida alternativo a la cloración, ya que el producto final de la reacción desinfectante es el oxígeno " O_2 " que resulta inocuo (Villacis Aveiga y Costa, 2009).

Los vegetales son alimentos frágiles al momento de almacenarlos, debido a que contienen un alto porcentaje de agua (cerca al 90%). Su conservación es una tarea difícil pero necesaria para que exista disponibilidad constante de dichos alimentos.

Según Souza en 2018 existen numerosos estudios han evaluado la efectividad del ozono en el control del crecimiento microbiano y la calidad, tanto en productos frescos como procesados, tales como uvas, jugos de naranja, fresa y mora. Además, se comprobó que el tratamiento con ozono retrasa del 20% al 30% la maduración de muchos vegetales, lo que permite la prolongación de su vida útil.

Especialistas en citricultura del INTA Concordia comprobaron que la ozonización inhibe la esporulación de *Penicillium* sp. sobre naranjas en cámaras de conservación (Vázquez *et al.*, 2010).

La ozonización continua o intermitente del ambiente de las cámaras a concentraciones de 0,3 ppm (Límite máximo para exposiciones de hasta 15 minutos según la legislación de los EEUU) no resulta fitotóxica e inhibe de forma importante el crecimiento aéreo de micelio y la esporulación en frutos conservados en frío (4-5°C), pudiendo así reducir la carga de inóculo fúngico presente en los almacenes y también evitar la proliferación de cepas patógenas resistentes a los fungicidas (Vall *et al.*, 2004).

Investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ) y ECO 03, realizaron ensayos en cámaras de conservación frutihortícolas en el Mercado Central de Buenos Aires donde se evaluó el efecto de la ozonización combinada con la refrigeración para la conservación de plantas de brócoli y encontraron que la ozonización combinada con la refrigeración retarda el amarilleo en plantas de brócoli (100% plantas con amarilleo en cámara con refrigeración, 0% de plantas con amarilleo en cámaras con ozonización y refrigeración luego de 7 días de conservación). Por otro lado, se trabajó para evaluar si la ozonización es capaz de inhibir el desarrollo de *Penicillium* sp. en limones, y se determinó que la ozonización reduce la proporción de limones con daño fúngico (control 100% vs. Ozonizados 45% luego de 32 días de tratamiento) y daña sub letalmente a *Penicillium* sp. inhibiendo su esporulación minimizando las posibilidades de contaminaciones entre los limones (Marchessi *et al.*, 2020).

Los beneficios aportados a la conservación de frutas y hortalizas se deben principalmente a la acción del ozono sobre el etileno ($H_2C=CH_2$), compuesto orgánico que actúa en el inicio de la maduración de frutas y verduras. El alto poder oxidante del ozono reacciona con el etileno transformándolo en dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) (Baicocchi, 2012 y Parzanese, 2013).

Calidad de las frutas

Los frutos presentan más de un 80% de agua, poco aceite y gran cantidad de vitaminas y minerales (calcio, potasio y magnesio), además poseen compuestos bioactivos esenciales como los ácidos pantoténico y ascórbico y otros no esenciales como el caféico y el ursólico. Adicionalmente posee aminoácidos esenciales como la arginina y la leucina. Otra característica importante es el alto contenido de fibras solubles y taninos (García, 2011).

En las etapas posteriores a la cosecha y en los mercados de ventas mayoristas y minoristas, cuidar la calidad comercial es una tarea difícil pero determinante. Se deben evitar daños y pérdida de agua de los frutos, con el fin de aumentar la disponibilidad de los mismos para lograr un buen abastecimiento en buenas formas de calidad e inocuidad.

La calidad comercial de las frutas está vinculada directamente a su composición, a la sanidad y a las operaciones post cosecha, lo que se traduce en particularidades físico – químicas y organolépticas requeridas por los consumidores; que, junto a su visión de valor sobre aspectos relacionados con la responsabilidad empresarial y conservación del medio ambiente, deciden la compra de estos productos (Coronado, 1988).

Particularmente, las peras de variedad Williams / Bartlett, tienen una aceptación para consumo en fresco muy alta, tanto para el consumo interno como para el externo. Las características deseadas responden, a una textura jugosa y crujiente no arenosa, sabor y aroma intenso debido a su alto contenido de azúcar y acidez y un color amarillo o rojo propio de la variedad, además deben presentarse en los mercados libres de daños mecánicos y sin signos de enfermedades (Bruzzone, 2008; Valenciano y Giacinti, 2012).

Análisis sensorial en alimentos

El análisis sensorial es una disciplina científica donde el hombre es el instrumento de medición. La división de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de los Alimentos en 1975 dictó que el análisis sensorial “es la rama de la ciencia utilizada para obtener, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos y materiales, tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído”, también la Norma UNE 87-001-86 dice que “es el examen de las propiedades organolépticas de un producto, realizable con los sentidos”.

La determinación sensorial de los alimentos implica respuestas humanas, estas no se obtienen al azar, sino que se plantea un ensayo estructurado con límites claros en donde el panel, ya sea entrenado o no, decide sobre las características que se le consultan sobre los atributos específicos de calidad sensorial.

Los atributos sensoriales evaluados responden con la calidad comercial requerida por el cliente, específicamente en peras, ellos son: la aceptabilidad general, el aroma, la apariencia general, el color de la cáscara y pulpa, la consistencia y el sabor. Estos atributos son determinados por el panel con la ayuda de sus sentidos (la vista, el tacto, el olfato, el gusto y el oído) y en su mayoría la respuesta se debe al placer o falta de este que el consumidor perciba.

El consumidor desea que los alimentos posean atributos que reúnan todas las características adecuadas para satisfacer la calidad de servicio, la de uso y la de nutrición.

En el caso de los productos perecederos en general y, en particular, el vegetal tiene una vida útil corta, y continúan sus procesos fisiológicos disminuyendo su calidad comercial, es por ello, que los análisis sensoriales tradicionales, con paneles, pueden volverse algo complejos de aplicar en la industria frutihortícolas, por tal motivo existen, hoy en día, instrumentos para realizar el seguimiento del color, la textura y el aroma (Ibáñez, 2001).

Dichos instrumentos agilizan las tareas en la industria, por su rapidez, su reproducibilidad, y por la cantidad de análisis que se pueden efectuar. Sin embargo, esto no reemplaza al análisis sensorial efectuado por consumidores (expertos o no) ya que estos proporcionan una mayor visión de la calidad organoléptica de los productos e incluyen la subjetividad de las personas (Ibáñez, 2001 y Ramírez – Navas, 2012).

PROBLEMÁTICA

Los productos frutihortícolas sufren alteraciones y daños desde que son cosechados hasta que llegan a los mercados mayoristas. Los productores deben asegurarse de que la calidad de sus productos no sufra pérdidas importantes, para brindarles a los consumidores alimentos que satisfagan sus necesidades y que se encuentren disponibles la mayor cantidad de tiempo posible. La ozonización combinada con la refrigeración, aún no se encuentra extendida en la industria frutihortícola, si bien existe bibliografía sobre los beneficios de la utilización de esta tecnología para la conservación, es de escasa a nula la información relacionada con los efectos de este tipo de conservación sobre las características sensoriales de productos frutihortícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Las peras se conservaron en condiciones de trabajo en el Mercado Central de Buenos Aires. Esto implicó que las peras se mantuvieron en sus contenedores originales durante el tiempo que duró el ensayo. Se utilizó un cajón de peras por tratamiento (esto fue por razones de disponibilidad de espacio y para no afectar las operaciones comerciales en las cámaras). El cajón se rotuló y se estió junto a otros cajones de peras y manzanas que ya se encontraban en las cámaras.

Peras: Se utilizaron peras de igual calibre, facilitadas por la comercializadora Belvedere. Las peras fueron cosechadas en la primera semana de marzo del año 2025 y provinieron de Valle Medio, Río Negro (figura 1).

Figura 1. Peras al inicio del periodo de conservación.



Fuente: elaboración propia.

Condiciones de conservación en el Mercado Central de Buenos Aires:

T0: Cámara refrigerada a 4°C.

T1: Cámara refrigerada a 4°C y Ozonizada.

Figura 2. Cámaras de conservación. Izquierda; cámara refrigerada. Derecha; cámara refrigerada y ozonizada.



Fuente: elaboración propia.

Ambas cámaras presentan condiciones adecuadas y similares de Buenas Prácticas de Manufactura y de manejo para la conservación frutihortícola. Cabe destacar que pueden existir fluctuaciones de temperatura en ambas cámaras debido a que las mismas se abren y se cierran con frecuencia.

ETAPA 1. Caracterización inicial y verificación de aptitud de las peras para el ensayo sensorial

Se utilizaron 10 peras tomadas al azar de cada tratamiento al iniciar el período de conservación (Momento 0) y otras 10 peras tomadas al azar al finalizar dicho período (28 días) (Momento 1), con el fin de realizar una caracterización descriptiva de calidad comercial y microbiológica según el Código Alimentario Argentino (CAA). Estas determinaciones se efectuaron para describir la condición inicial del material y, al finalizar la conservación, verificar la aptitud comercial y microbiológica de las peras previo a su inclusión en el ensayo sensorial.

Determinaciones realizadas:

- 🍏 **Peso:** cada una de las 10 peras muestreadas de cada tratamiento se pesó con una balanza digital (Ohaus Adventurer de precisión de 0,01 gramo).
- 🍏 **Grados Brix:** el refractómetro determina la materia seca de un fruto expresada en grados Brix. A partir del porcentaje de sólidos solubles se pueden determinar los azúcares totales, ya que existe una relación directa entre ambos (Valero y Ruiz, 1998). Para esta determinación se dejaron las peras a temperatura ambiente, hasta que alcanzaron los 20° C de temperatura, que se determinó utilizando un termómetro digital de punción (APPA 55). Una vez alcanzada esta temperatura, se retiró la epidermis de la zona ecuatorial de los frutos y se hizo presión perpendicularmente con un elemento cilíndrico hasta que salieron gotas de jugo del fruto, estas gotas se colocaron en un refractómetro de mesa tipo ABBE marca ATAGO 1 T, el cual se calibró antes de cada una de las mediciones utilizando agua destilada. Una vez efectuada la calibración se procedió a medir los grados Brix de cada una de las 10 peras.
- 🍏 **Dureza:** a cada una de las peras muestreadas se les retiró la epidermis en caras opuestas y se determinó la resistencia a la penetración de los frutos con un penetrómetro. El penetrómetro consta de un pistón que se acopla a un muelle graduado, el cual está conectado a una escala graduada. Se utilizó un pistón de 8.0 mm de diámetro para la medición de la dureza de las peras. El cabezal del penetrómetro, el puntal de penetración y la propia fruta deben estar en línea.

Se evitaron giros o movimientos del puntal y la penetración será completamente perpendicular, la misma se realizó lenta y uniformemente hasta alcanzar la muesca marcada en el puntal, este procedimiento debió durar no menos de 2 segundos. La dureza se determinó en lb/pulg².

- 🍌 **Calidad microbiológica:** El CAA, en el Artículo 925 quater de la Resolución Conjunta SPRel y SAV N 4 – E/2017, que las frutas frescas deben cumplir con los siguientes criterios microbiológicos (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios microbiológicos para cumplir para las frutas frescas.

Parámetro	Criterio microbiológico	Método de referencia ⁽¹⁾
<i>E. coli</i> NMP/g	n=5, c=2, m=10, M=100	BAM-FDA: 2002, método I o II
<i>Salmonella</i> spp.	n=5, c=0, Ausencia en 25g	BAM-FDA: 2011 ISO 6579: 2002, Co:2004
<i>E. coli</i> O157: H7/NM	n=5, c=0, Ausencia en 25g	BAM-FDA: 2011 ISO 16654:2001
<i>E. coli</i> no O157 ⁽²⁾	n=5, c=0, Ausencia en 25g	ISO 13136: 2012 BAM-FDA: 2014

En función de lo exigido y expuesto en la tabla anterior se procedió con las determinaciones microbiológicas.

Mesófilos Aerobios Totales en superficie: se tomaron 10 gramos de cáscaras de peras elegidas al azar de las 10 peras muestreadas, cuidando de obtener trozos de cáscaras de la totalidad de las peras. Con estos 10 gramos se formó un homogenato y se procedió según el método horizontal para recuento en placa (ANMAT, 2014).

***Salmonella* spp.:** se realizó un homogenato con 25 gramos de cáscaras en 225 ml. de agua peptonada bufferada, para luego realizar un enriquecimiento selectivo en caldo rappaport-vasiliadis y finalmente se sembró en medios de cultivo selectivos y diferenciales (SS, Verde Brillante y Caldo Mc. Conkey) de hallar colonias típicas en dichos medios selectivos y diferenciales, se deben purificar las colonias típicas y se sembrar para pruebas bioquímicas en Triple Azúcar Hierro (TSI) y en Lisina Hierro Agar (LIA).

Escherichia coli: se sembró 1 ml. de la dilución 10-1 obtenida anteriormente sobre placa Petrifilm 3m para recuento de *Escherichia coli* y coliformes.

Al finalizar la conservación, únicamente las peras que presentaron aptitud comercial y microbiológica fueron consideradas para el análisis sensorial.

ETAPA 2. Análisis Sensorial

Acondicionamiento de las muestras

Se seleccionaron las peras que al final del periodo de conservación se encontraban en condiciones aptas para el consumo (físicoquímica y libres de patógenos) y se procedió a lavar para posteriormente desinfectar con agua clorada (5 litros de agua con 10 ml. de lavandina marca Ayudín de concentración de cloro 25 gramos / litro; obteniendo una concentración final aproximada de 50 ppm. de cloro activo). Las peras se sumergieron en la solución por un tiempo máximo de 5 minutos (de 3 a 5 minutos). Luego se enjuagaron dos veces con abundante agua potable embotellada (Figura 3).

Figura 3. Selección, lavado y desinfección con agua clorada y enjuagues con agua potable embotellada.



Fuente: elaboración propia.

Selección de panelistas y manejo dentro del área de evaluación sensorial

Se trabajó con panelistas consumidores (evaluadores no entrenados). Los criterios de exclusión fueron personas que no consumen peras y personas que presentan alergia al producto.

El panel se conformó con personas mayores de 18, seleccionados mediante convocatoria abierta en la población universitaria de la FCA - UNLZ. No hubo

segmentación preestablecida según sexo y el valor responde al azar dentro de la población que participó del ensayo. Los participantes fueron convocados y se organizaron en grupos de 12 personas, media hora antes de la prueba (Figura 4).

Figura 4. Área de evaluación sensorial.



Fuente: elaboración propia.

Una vez los panelistas en el área de ensayo, se les explicó a los panelistas el marco legal y regulatorio del ensayo y se les solicitó que firmaran un consentimiento, confeccionado para la prueba. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación sensorial.

Todas las muestras se entregaron codificadas con números de 4 dígitos (1284 y 2813 para las peras con tratamiento (T1) y 2671, 0173 y 1985 para las peras sin tratamiento (T0)) y se intercambiaron el orden de entrega de estas con el fin de evitar sesgos (Figuras 5 y 6).

Figura 5. Preparación de las muestras. Codificación.



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Preparación y entrega de muestras.



Fuente: elaboración propia.

Se realizaron las siguientes pruebas:

🍌 **Prueba de triangulación según los lineamientos de la norma IRAM 20008 (2012).**

Es una evaluación de respuesta forzada. Los evaluadores recibieron un conjunto de tres muestras de características homogéneas, preparadas de la misma forma, y se les informó que dos de ellas eran iguales y una era diferente (dos del T0 y una del T1). En el cuestionario debían marcar cuál de las muestras percibían diferente, incluso si dicha selección estuvo basada en el azar. Se agregó un espacio para que indiquen en qué basaban su elección.

🍌 **Prueba de aceptación por atributos según lineamientos de la norma IRAM 20029 (2019).**

En este caso, los evaluadores recibieron dos muestras codificadas con números al azar de cuatro dígitos, de forma simultánea, con orden de presentación balanceado entre los participantes y un cuestionario para realizar la evaluación. Los atributos a evaluar fueron: apariencia general, aroma, color, sabor, y consistencia. Se evaluó la aceptabilidad utilizando una escala hedónica de 5 puntos (Donde: Me disgusta mucho = "1" y Me gusta mucho = "5").

Prueba de aceptación pareada según lineamientos de la norma IRAM 20007 (2012).

En este caso, se realizó una elección forzada de una muestra sobre la otra. La prueba se realizó luego de la prueba de aceptación de atributos.

Procesamiento de datos y análisis estadístico

Se empleó el software de Microsoft, MS-Excel (Redmond, Washington, USA) para realizar los análisis estadísticos y los gráficos. Para la evaluación sensorial, se efectuó por medio de la prueba triangular y la preferencia pareada fue por medio del método de distribución binomial, considerando el número de integrantes del panel, con un ensayo a dos colas y un nivel de significación de 5 %, y para la Prueba de aceptación por atributos se realizaron por medio de ANOVA y el test de Bonferroni (IRAM 20008, 2012; Kendall y Stuart, 1967).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ETAPA 1. Caracterización inicial y verificación de aptitud de las peras para el ensayo sensorial

La presente etapa tuvo carácter descriptivo y se realizó al inicio y al finalizar el período de conservación, con el fin de describir la condición inicial del material y verificar la aptitud comercial y microbiológica de las peras antes de su inclusión en el análisis sensorial.

Un tercio de las peras que se encontraban en la cámara que solamente estaba refrigerada fue excluida por presentar características incompatibles con un ensayo sensorial (sobre madurez muy acentuada, presencia de daños físicos, pardeo excesivo y / o presencia de hongos) (Figura 7). Los resultados de esta etapa se efectuaron sobre 10 peras muestreadas aleatoriamente al inicio y al final del ensayo y deben interpretarse como criterios de aptitud comercial y microbiológica para el ensayo sensorial.

Figura 7. Peras T0 previas a la selección.



Fuente: elaboración propia.

🍏 **Peso de las peras**

En la tabla 2 se pueden apreciar los pesos medios de las peras al inicio y al finalizar el periodo de conservación para ambos tratamientos. La tabla completa puede verse en el Anexo 1.

Tabla 2. Pesos de las peras.

<i>Tratamiento</i>	<i>Momentos</i>	Peso en gramos
<i>T0</i>	M0	162,25 (a)
<i>T0</i>	M1	153,95 (a)
<i>T1</i>	M0	169,10 (b)
<i>T1</i>	M1	170,11 (b)

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

No hubo diferencias significativas respecto al peso de las peras al finalizar el ensayo para ambos tratamientos ($T0$; $p=0.3542$ y $T1$; $p= 0.8927$), aunque hay una tendencia marcada a medias menores para las peras que se mantuvieron en la cámara que solo contaba con refrigeración ($T0$).

Estos resultados coinciden con Poveda Pérez (2015) quienes encuentran que el peso de las peras disminuye debido a la pérdida de agua, lo cual también se manifiesta en la pérdida de la dureza de la pulpa. Las peras tratadas, prácticamente no muestran pérdidas de peso, diferente a la tendencia observada en las peras almacenadas sin ozono debido a la sobre maduración de las mismas. Además, los resultados son

compatibles con lo descrito por Alonso Salinas *et al.*, (2022) donde especifican que los frutos climatéricos tratados en cámaras donde se elimina el etileno tienden a perder menos peso e incluso a mantenerlo durante la conservación, respecto a los mismos frutos almacenados en cámaras donde el etileno no fue controlado.

Grados Brix:

En la tabla 3 se muestran las medias para los grados Brix para los dos tratamientos en los dos momentos estudiados. Los registros completos se encuentran en el Anexo 1.

Tabla 3. Grados Brix de las peras.

Tratamiento	Momentos	Grados Brix
T0	M0	11,6 (a)
T0	M1	11,6 (a)
T1	M0	12,25 (b)
T1	M1	11,73 (b)

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Como se observa en la tabla 3, los sólidos solubles totales (expresados en grados Brix), no muestran diferencias significativas entre momentos dentro de los tratamientos ($p > 0.9999$ y $p = 0.4852$).

Estos resultados no coinciden a lo encontrado por Poveda Pérez, 2015 quien señala que los grados Brix aumentan a medida que la fruta madura, asociado a una disminución de la acidez y el aumento del dulzor de la fruta en la maduración comercial (López y Camelo, 2003). Cabe recordar que los resultados de este estudio responden únicamente a las peras que no se descartaron del tratamiento sin ozonizar; la pérdida ya mencionada de un 1/3 del cajón por sobre madurez podría haber influido en los resultados.

Dureza de las peras

En la tabla 4 se pueden ver las medias obtenidos a partir de la medición de la dureza efectuada con el penetrómetro (en lb/pulg²) para los dos tratamientos en los dos momentos. La tabla completa puede verse en el Anexo 2.

Tabla 4. Dureza de las peras.

Tratamiento	Momentos	Dureza en lb/pulg ²
T0	M0	13,81 (a)
T0	M1	10,49 (b)
T1	M0	13,34 (A)
T1	M1	13,08 (A)

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Como se ve en la tabla 4, las peras que se encontraban en la cámara ozonizada y refrigerada no presentaron diferencias de dureza al finalizar el ensayo ($p= 0.8114$, T10: 13.34 y T11 13.08 lb/pulg²) en cambio, en la conservación de las peras en la cámara que se encontraba solo refrigerada existen diferencias significativas entre los momentos (T0 M0: 13.81 y T0 M1: 10.49 lb/pulg², con $p=0.0010$).

Según los resultados obtenidos puede verse cierta tendencia a que la dureza de las peras se reduce con el tiempo debido a la maduración de los frutos y, como indica Parra – Coronado *et al.*, (1989) esto es debido a que disminuye el grado de polimerización del ácido urónico y por ende aumenta el contenido de pectinas solubles. El Protocolo de Calidad para peras frescas 2017, determina que el valor mínimo de cosecha debe ser de 12 lb/pulg² y según Delhom, (1985) la dureza para peras Williams Red Bartlett al momento de la cosecha debe ser de entre 13 y 15 lb/pulg².

Si bien no hay un valor establecido para la calidad comercial, Delhom (1985) sugiere que el valor mínimo de dureza para peras es de 7.7 lb/pulg².

Por lo dicho, las peras estudiadas (tanto para el T1 como para T0) se encuentran dentro de valores comerciales aceptables, aunque las peras sin tratar presentan niveles de dureza menores.

Resultados Microbiológicos

Mesófilos Aerobios Totales

En la tabla 5, se observan los recuentos de mesófilos aerobios totales, al inicio y al final del periodo de conservación.

Tabla 5. Recuento de mesófilos aerobios totales.

Tratamiento	Momentos	UFC/gramo de pera
T0	M0	260
T0	M1	Valor estimado 4×10^4
T1	M0	264
T1	M1	Valor estimado 1×10^4

En ambos casos al finalizar el ensayo se encontró un valor estimado del orden de 10^4 UFC/gramo de pera previo al acondicionamiento para el ensayo sensorial.

La estabilidad química y, por ende, el efecto antimicrobiano del ozono, es mayor a temperaturas bajas y humedad relativa alta (Bataller – Venta, *et al.*, 2010). Mayor estabilidad implica mayor exposición de los contaminantes microbianos al ozono, y las condiciones reales de trabajo en el Mercado Central ponen en manifiesto fluctuaciones de temperatura que atentan contra la estabilidad del gas.

Además, en las cámaras de conservación del Mercado Central existen condiciones ambientales complejas, debido a la presencia natural de etileno, de otros contaminantes y a la imposibilidad de mantener las cámaras constantemente cerradas. Estas condiciones interfieren con el ozono generado por los equipos y no favorecen la interacción del gas con los microorganismos presentes en la superficie de las frutas. Por lo expuesto, no fue posible documentar, en las condiciones reales de trabajo del MCBA, un efecto antimicrobiano claro del ozono sobre los microorganismos presentes en la superficie de las peras.

Salmonella spp.

En los estudios realizados para ambas muestras no se encontraron colonias típicas de *Salmonella spp.* en 25 gramos de cáscaras de peras; esto indica AUSENCIA de *Salmonella spp.* en 25 gramos de cáscaras de peras.

Escherichia coli

En la figura 8 se pueden ver los crecimientos sobre placas Petrifilm 3 m para la detección de coliformes y *Escherichia coli*.

Figura 8. Resultados de *Escherichia coli* para las peras en T0 y T1.



Fuente: elaboración propia.

No se observan colonias típicas de *Escherichia coli* (azules) aunque si hay presencia de colonias típicas de coliformes (T01: Muy Numerosas para ser Contadas, MNPC y T11: 20 UFC equivalente a 200 UFC/gramo de pera).

Según estos resultados, las peras no presentaron *Escherichia coli*, cumpliendo con lo exigido en el CAA en el Artículo 925 quater de la Resolución Conjunta SPRel y SAV N 4 – E/2017, (es importante destacar que estos resultados corresponden con la pera sin lavar).

Como ya se dijo, esta etapa tuvo por finalidad describir la condición inicial del material y verificar, al finalizar la conservación, la aptitud comercial y microbiológica de las peras destinadas al ensayo sensorial. Solo los frutos que cumplieron con dichas condiciones fueron incluidos en la etapa 2 de análisis sensorial.

ETAPA 2. Análisis sensorial

Se determinó que las peras poseen características comerciales aceptables y sin presencia de microorganismos patógenos, según lo que indica el CAA. Por lo tanto, se pudo proceder con los análisis sensoriales.

Se presentaron 67 personas, 30 mujeres y 37 varones de entre 18 y 76 años. No hubo segmentación preestablecida según sexo dentro de la población que participó del ensayo y el panel final quedo conformado por 49 personas ya que se excluyeron las que no consumían peras.

Prueba de triangulación

En la prueba de triangulación se les entregó a los panelistas tres muestras codificadas; dos correspondientes al T0 y una al T1. En la tabla 6 se puede ver el número de personas que detectaron la muestra disímil (T1) y las que no la detectaron.

Tabla 6. Prueba de triangulación.

Cantidad de personas	
Detectaron la disímil	31
No detectaron la disímil	18

Fuente: elaboración propia.

El 63.2 % de los panelistas (49 de 31) fueron capaces de distinguir la muestra disímil. Al interpretar estos resultados con una tabla de triangulación y un nivel de confianza del 0,05%, se puede decir que los resultados son altamente significativos, ya que con que solo 23 personas detecten la muestra disímil indicaría que los panelistas pudieron diferenciar la muestra tratada de la no tratada.

Prueba de aceptación por atributos

En esta prueba, los panelistas recibieron dos muestras codificadas una correspondiente al T0 y otra del T1. Respondieron acerca de atributos característicos de las peras. Los resultados pueden verse en las tablas 7 y 8.

Tabla 7. Distribución de las respuestas de la aceptación de atributos para la muestra sin tratar de peras (T0).

	Me disgusta mucho	Me disgusta	Indiferente	Me gusta	Me gusta mucho
Apariencia general	3	13	15	17	1
Color de la cáscara	1	11	17	17	3
Color de la pulpa	2	6	14	24	3
Aroma	1	4	17	21	6
Sabor	3	8	10	23	5
Consistencia	3	12	12	18	4

Evaluación sensorial de Peras Williams Red Bartlett conservadas en una cámara refrigerada y ozonizada.

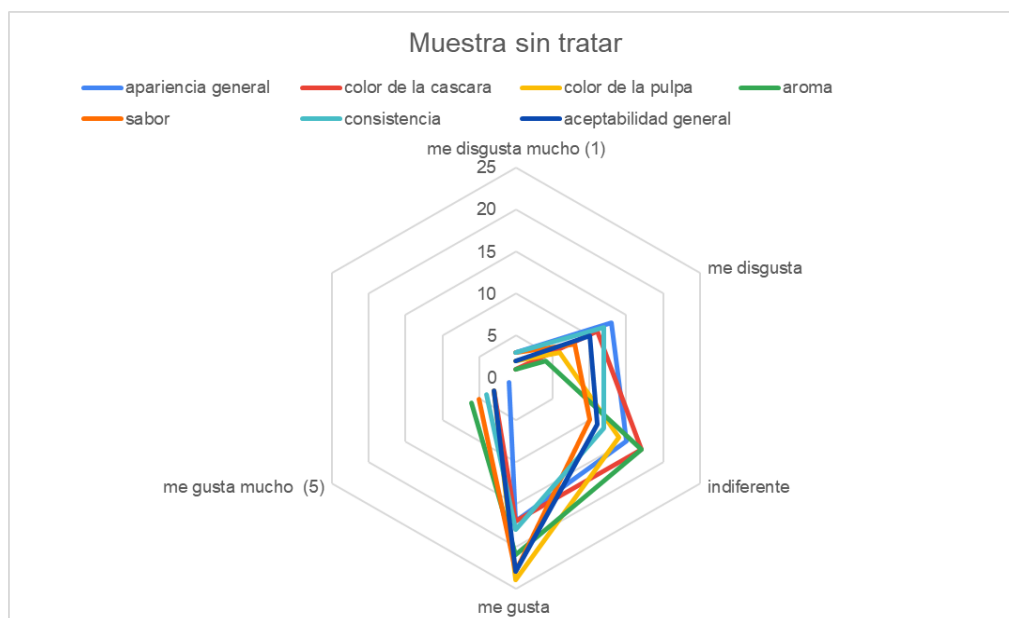
Aceptabilidad general	2	10	11	23	3
------------------------------	---	----	----	----	---

Tabla 8. Distribución de las respuestas de la aceptación de atributos para la muestra tratada de peras (T1).

	Me disgusta mucho	Me disgusta	Indiferente	Me gusta	Me gusta mucho
Apariencia general	1	4	12	24	8
Color de la cáscara	0	3	12	27	7
Color de la pulpa	0	3	11	27	8
Aroma	0	4	22	19	4
Sabor	1	6	7	26	9
Consistencia	2	8	9	24	6
Aceptabilidad general	1	5	12	22	9

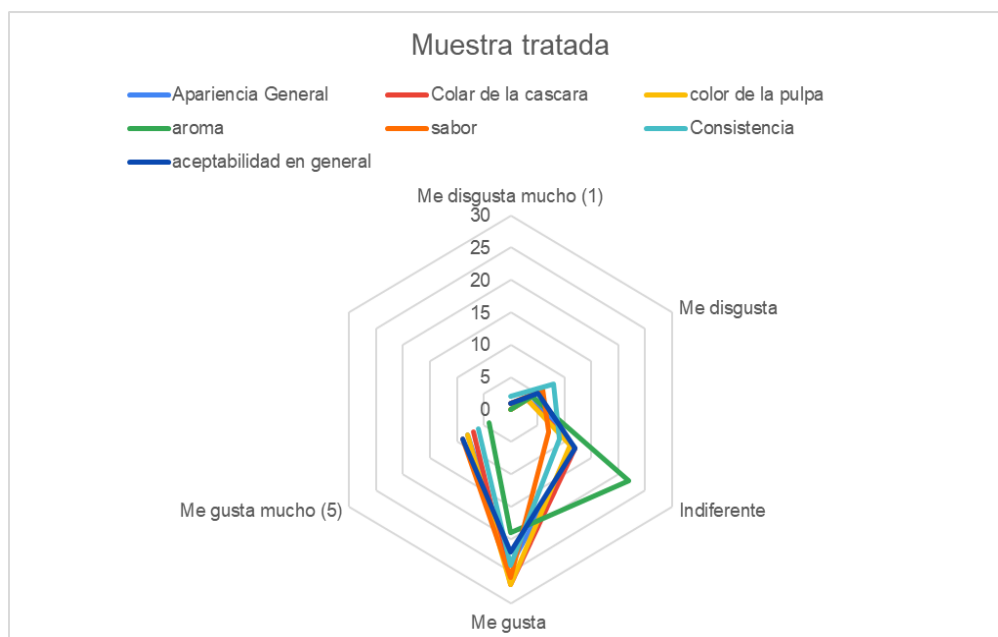
Con los datos de las tablas 7 y 8 se obtuvieron gráficos de frecuencias con el fin de visualizar la información y analizar cualitativamente las apreciaciones de los panelistas.

Gráfico 1. Frecuencia de elección de atributos para la muestra sin tratar (T0).



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 2. Frecuencia de elección de atributos para la muestra tratada (T1).



Fuente: elaboración propia.

En este análisis preliminar y descriptivo cualitativo, las evaluaciones sensoriales de las muestras sin tratar (T0) y tratadas (T1) revelan diferencias importantes en varios atributos (apariencia general, color de la cáscara, color de la pulpa y aceptabilidad general). Puede verse como para la muestra tratada los panelistas concentraron sus respuestas en la categoría “Me gusta” y en la muestra sin tratar los resultados fueron más dispersos y se volcaron a las categorías de “Me gusta” y de otras menos puntuadas (“Indiferente” y “Me disgusta”).

Respecto al atributo aroma, existe similitud entre tratamientos donde los panelistas eligieron la categoría de “Indiferente”, lo cual indica que el aroma se alejó de sus preferencias. Similar observación se puede hacer para consistencia y sabor donde los panelistas eligieron por las categorías “Me gusta”, “Indiferente” y “Me disgusta” con una leve tendencia a mayores resultados en la muestra tratada (T1).

Para el procesamiento cuantitativo de los datos obtenidos en las encuestas proseguimos con el estudio de las medias y de sus desvíos estándar (Tabla 9).

Tabla 9. Promedio de las puntuaciones hedónicas de cinco puntos para los atributos evaluados.

Muestras	Apariencia General	Color de la Cáscara	Color de la Pulpa	Aroma	Sabor	Consistencia	Aceptabilidad General
Peras sin tratar (T0)	3.00 ± 0.98 ^b	3.20 ± 0.93 ^b	3.41 ± 0.93 ^b	3.55 ± 0.89 ^a	3.39 ± 1.08 ^a	3.16 ± 1.09 ^a	3.18 ± 0.90 ^b
Peras tratadas (T1)	3.69 ± 0.92 ^a	3.78 ± 0.77 ^a	3.82 ± 0.78 ^a	3.47 ± 0.77 ^a	3.73 ± 0.97 ^a	3.49 ± 1.04 ^a	3.67 ± 0.96 ^a

Los valores se expresan como media ± el desvió estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Se destaca congruencia con lo observado previamente en el análisis cualitativo. Existen diferencias significativas para los atributos: apariencia general ($p=0.0005$), color de la cáscara ($p=0.0014$), color de la pulpa ($p=0.0210$) y aceptabilidad general ($p=0.0111$) con medias mayores para las muestras tratadas, lo que significa que los resultados se acercan más a categorías positivas que los elegidos para las muestras sin tratar. Los atributos aroma ($p=0.6280$), sabor ($p=0.0976$) y consistencia ($p=0.1325$) arrojaron medias similares, sin diferencias significativas.

Se destaca la aceptabilidad general mayor y significativa ($p=0.0111$) para las peras almacenadas en la cámara ozonizada y refrigerada respecto a las peras sin tratar.

Este trabajo basó sus descriptores en la calidad comercial de peras según cómo el consumidor la detecta; desde lo externo (apariencia general y color de la cáscara) a lo interno (sabor, color de la pulpa, aroma y consistencia) para finalmente llegar a una aceptabilidad general del producto. Los panelistas al tomar las muestras y morderlas apreciaron los atributos de textura inicial y el olfato que es sensible a un conjunto de sustancias volátiles que constituyen el olor de la pera cuando alcanzan la nariz y desencadenan una serie de sensaciones olfativas que pueden gustar más o menos. Con la masticación se aprecian los atributos de textura masticatoria que incluyen apreciaciones como la firmeza, la jugosidad, la arenosidad, la fibrosidad, la granulosidad, la cohesividad y fundencia, por medio de las sensaciones dentales, linguales y palatales, que se originan tanto por la resistencia mecánica de los tejidos

como por la geometría de la masa alimentaria y la liberación de líquidos en el interior de la cavidad bucal. Estos conjuntos de apreciaciones constituyen una buena idea de la aceptabilidad de las peras por parte del consumidor (Viñas Almenar *et al.*, 2013).

No se encontraron antecedentes de análisis sensoriales de peras almacenadas con ozono y refrigeración. Sin embargo, si se pueden encontrar en Gaité, 2011 el uso de cámaras con atmósferas controladas y su efecto en las características sensoriales, donde se pudo establecer, al igual que en este trabajo, mayor aceptación de las peras almacenadas en cámaras controladas que en las almacenadas sin control de gases.

Prueba de aceptación pareada

Una vez que el panelista terminó sus elecciones respecto a los atributos, se lo solicitó que eligiera su muestra preferida.

El 55.1% (27 de 49) de los panelistas prefirieron la muestra con tratamiento (ozono y refrigeración). Considerando la tabla para una distribución binomial para 49 evaluadores en este tipo de pruebas, 23 consumidores que elijan la misma muestra hacen que el resultado sea significativo y se transforme en una preferencia (con un nivel de confianza del 95%).

Cabe destacar que, si bien se observa una preferencia, el número de evaluadores no es suficiente para poder hacer conclusiones generales y se limita a la elección de los 49 consumidores con los que se llevó a cabo la prueba. Pero, como resultado preliminar es muy interesante, si se quiere asegurar el resultado se recomienda aumentar la cantidad de evaluadores. Idealmente acercarse a un valor que asegure la distribución normal (112 participantes) (Hough *et al.*, 2006).

Por otro lado, en la pregunta abierta (indique por que la prefiere), los evaluadores que prefirieron la muestra conservada en condiciones de ozono y refrigeración indicaron que la preferían principalmente por el sabor y por la consistencia. En línea con lo descrito anteriormente el aroma no fue un atributo para la decisión de preferencia (En el Anexo 3 pueden verse las respuestas expuestas por todos los panelistas).

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se puede concluir que:

- 🍏 Los panelistas de este trabajo lograron diferenciar las peras refrigeradas y conservadas con ozono de las peras almacenadas en una cámara refrigerada.
- 🍏 La evaluación de los atributos de calidad fue mejor percibida en las peras refrigeradas y ozonizadas para los atributos de apariencia general, color de la cáscara, color de la pulpa y aceptabilidad general.
- 🍏 Preliminarmente los consumidores prefirieron la pera refrigerada y ozonizada.

La combinación de la refrigeración con la ozonización, en las condiciones del ensayo, fue capaz de mantener la calidad comercial de las peras y diferenciarlas positivamente de las conservadas solo con refrigeración.

Por tales motivos se puede pensar que la tecnología de la ozonización es una herramienta que se podría incorporar en los mercados mayoristas durante el almacenamiento ya que puede contribuir a mejorar la vida útil sin afectar la calidad sensorial de las peras Williams Red Bartlett.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso Salinas, R., Acosta Motos, J. R., Caravaca Hernández, J. J., y Santiago, L. M. (2022). Combinación de tecnologías de eliminación de etileno para alargar la conservación postcosecha de frutos climatéricos. *Alimentaria*, 529, 98–104.

ANMAT. (2014). *Microorganismos indicadores. Metodología analítica oficial*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf

Andrade-Cuvi, M. J., Guijarro-Fuertes, M. E., Jara-Gómez, S., Narváez-López, P., Moreno-Guerrero, C., y Concellón, A. (2018). Efecto del tratamiento con ozono gaseoso sobre la calidad fisicoquímica y capacidad antioxidante de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2), 115–132. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541004>

Arnal, L., Salvador, A., y Martínez-Jávega, J. M. (2005). Efecto del ozono en la calidad de caqui 'Rojo Brillante'. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 6(2), 99–106.

Baiocchi, A. (2012). *Ozono como desinfectante*. COPAL.

Basile, S. M., Rissola, M. G., Chindamo, M., y Manfreda, V. T. (2016). *Efectos de la hormona vegetal etileno en diversas especies vegetales*. Universidad Nacional del Centro. <https://www.unicen.edu.ar/content/efectos-de-la-hormona-vegetal-etileno-en-diversas-especies-vegetales>

Bataller-Venta, M., Santa Cruz-Broche, S., y García-Pérez, M. A. (2010). El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 41(3), 155–164.

Benítez, C. E. (2001). *Cosecha y poscosecha de peras y manzanas en los valles irrigados de la Patagonia*. INTA – EEA Alto Valle.

Bruzzone, I. (2008). Manzana y pera. *Alimentos Argentinos*, (47), 19–24. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/revista/ediciones/47/cadenas/r47_05_ManzanaPera.pdf

Calvo, G., y Candan, A. P. (2012). *Tendencias para la conservación de frutas de pepita*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 13(2), 153–159

Coronado, A. P. (1989). Comercialización de frutas y hortalizas. *Ingeniería e Investigación*, (19), 14–19.

Cristiano, G., y Orazi, S. (2020). Análisis de la competitividad del sector de peras y manzanas en Argentina. *Cuyonomics*, 4(6), 31–55. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics/article/view/4325>

de Pablo Valenciano, J., y Giacinti, M. A. (2012). Competitividad en el negocio de las peras. *Revista Fruticultura*, (19), 40–51.

Gaite, M. A. A. (2011). *Caracterización sensorial y físico-química de manzanas Reineta y pera Conferencia* (Tesis doctoral). Universidad de León.

García Loredo, A. B. (2011). *Textura y reología de tejidos vegetales mínimamente procesados* (Tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires.

García Inza, G. P. (2022). Sistemas de producción frutícolas. En P. L. Fernández y P. B. Lombardo (Coords.), *Agroecosistemas: caracterización, implicancias ambientales y socioeconómicas* (pp. 143–167). Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. <https://ri.agro.uba.ar/files/download/libros/L9789873738388.pdf>

Gavin, C., Barzallo, D., Vera, H., & Lazo, R. (2021). Revisión bibliográfica: Etileno en poscosecha, tecnologías para su manejo y control. *Ecuadorian Science Journal*, 5(4), 163-178.

Giacobone, G., Castronuovo, L., Tiscornia, V., y Allemandi, L. (2018). *Análisis de la cadena de suministro de frutas y verduras en Argentina*. Fundación Inter Americana del Corazón. https://www.ficargentina.org/wp-content/uploads/2018/03/1812_CadenaValor.pdf

Guerra, M., y Casquero, P. A. (2005). Evolución de la madurez de variedades de manzana y pera en almacenamiento frigorífico conjunto con absorbedor de etileno. *Información Tecnológica*, 16(4), 11–16.

Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers, E., Gallardo, I. M., y Alves, L. R. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 17(6), 522–526. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.002>

Ibáñez, F. C. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Taylor y Francis.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2023). *Informe de complejos exportadores 2022*. Ministerio de Economía. https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/complejos_22_03_23.pdf

IRAM 20003. (2012). *Análisis sensorial – Guía para la instalación de locales de ensayo* (ISO 8589:2007).

IRAM 20008. (2012). *Análisis sensorial – Ensayo triangular* (ISO 8589:2007).

López Camelo, A. (2003). *Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas*. FAO.

Marteau, S. A., Gaillard, M. C., Graiver, N. G., y Perego, L. H. (2023). Conservación de frutas postcosecha en Argentina. Procesos, métodos y tecnologías. *Ingenio Tecnológico*, 5, e039. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/234857/CONICET_Digital_Nro.914fc331-7a71-4f59-8506-e5657a7b4ede_B.pdf

Marchessi, N., Galián, L., Chamorro, A., Del Rio, E., Corbalán, G., Pezuk, P., Ramos, D., Alonso, D., Trejo, N., y Benavidez, E. (2020). La ozonización como propuesta para la conservación frutihortícola. *Revista Agropecuaria UNLZ*, 7(3), 42–48.

Mayra O. Bataller, L. A. Fernández y E. Veliz. (2010). Eficiencia del empleo de ozono en recursos hídricos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 26(1), 85–95.

Moavro, I. A. (2010). Peras y manzanas. *Alimentos Argentinos*, (48), 1–3. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/revista/ediciones/48/cadenas/r48_12_PerasManzanas.pdf

Parra-Coronado, A., Hernández Hernández, J. E., y Camacho-Tamayo, J. H. (2006). Comportamiento fisiológico de la pera variedad Triunfo de Viena. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28, 46–50.

Parzanese, M. (2013). *Técnicas para la Industria Alimentaria: Ozono en alimentos* (Informe H2720). Secretaría de Agricultura.

Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 15(2), 1–12.
https://www.researchgate.net/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor

Saeteros Pérez, E. E. (2020). *Guía de prácticas de higiene en frutas y hortalizas para centros de acopio que garanticen la inocuidad de sus productos* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Chimborazo.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7206/2/7.%20TESIS%20-%20Guia%20de%20practicas%20de%20higiene%20de%20frutas%20y%20hortalizas.pdf>

Souza, L. P., Faroni, L. R. D. A., Heleno, F. F., Cecon, P. R., Gonçalves, T. D. C., da Silva, G. J., & Prates, L. H. F. (2018). Effects of ozone treatment on postharvest carrot quality. *Lwt*, 90, 53-60.
[Effects of ozone treatment on postharvest carrot quality - ScienceDirect](#)

Valero Ubierna, C., y Ruiz-Altisent, M. (1998). Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. *Fruticultura Profesional*, (95), 38–45.

Vall, L. P., Smilanick, J. L., y Crisosto, C. H. (2004). Conservación frigorífica de cítricos en atmósferas ozonizadas. *Levante Agrícola*, (372), 321–328.

Vázquez, D. E., Meier, G. E., Bello, F., Cocco, M., y Almirón, N. J. (2010). Aplicación de oxígeno ionizado en conservación de naranja. En *Congreso Argentino de Citricultura*.

Villacís Aveiga, M., y Costa, A. M. (2009). *Determinación de la cinética de inactivación de Escherichia coli con ozono* (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).
https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11978/1/ozone_thesis_1_.pdf

Viñas Almenar, M. I., Usall Rodie, J., Echeverría Cortada, G., Graell Sarle, J., Lara Ayala, I., y Recasens, G. (2013). *Poscosecha de pera, manzana y melocotón*. Ediciones Mundi-Prensa.

WiseGuy Reports. (2025, Agosto 18). *Tamaño del mercado de frutas y verduras frescas*.
<https://www.wiseguyreports.com/es/reports/fresh-fruits-and-vegetables-market>

ANEXOS

Anexo 1. Mediciones de peso y grados Brix de las peras de cada tratamiento en cada momento.

<i>Tratamiento / Momento</i>	<i>Peso en gramos</i>	<i>Grados Brix</i>
T0 / 0	145,63	13.6
T0 / 0	161,63	9.8
T0 / 0	185,8	11.1
T0 / 0	173,94	15.5
T0 / 0	144,25	8
T1 / 0	166,76	11.9
T1 / 0	173,02	12.6
T1 / 0	159,22	10.5
T1 / 0	186	12.6
T1 / 0	160,49	13.8
T0 / 1	145,68	9
T0 / 1	157,28	13.25
T0 / 1	160,35	13
T0 / 1	155,75	11.25
T0 / 1	150,67	11.5
T1 / 1	177,8	11.25
T1 / 1	174,67	12.92
T1 / 1	178,45	10.5
T1 / 1	170,25	13
T1 / 1	149,38	11

Anexo 2. Mediciones de dureza de las peras de cada tratamiento en cada momento.

<i>Tratamiento / Momento</i>	<i>Dureza</i>
T0 / 0	11.02
T0 / 0	14.33

Evaluación sensorial de Peras Williams Red Bartlett conservadas en una cámara refrigerada y ozonizada.

T0 / 0	17.75
T0 / 0	11.13
T0 / 0	14.33
T0 / 0	12.79
T0 / 0	14.33
T0 / 0	11.02
T0 / 0	15.98
T0 / 0	15.43
T0 / 1	9.92
T0 / 1	9.92
T0 / 1	10.69
T0 / 1	8.27
T0 / 1	11.13
T0 / 1	11.46
T0 / 1	11.24
T0 / 1	9.15
T0 / 1	9.92
T0 / 1	13.23
T1 / 0	12.12
T1 / 0	14.33
T1 / 0	12.68
T1 / 0	12.12
T1 / 0	13.78
T1 / 0	11.57
T1 / 0	11.02
T1 / 0	16.53
T1 / 0	14.88
T1 / 0	14.33
T1 / 1	10.80
T1 / 1	15.43

T1 / 1	18.74
T1 / 1	15.65
T1 / 1	11.02
T1 / 1	12.01
T1 / 1	14.33
T1 / 1	10.80
T1 / 1	9.92
T1 / 1	12.12

Anexo 3. Respuestas libres sobre la preferencia.

La 2813 es más uniforme, de sabor dulce y firme
Es bastante diferente a la otra. Mejor color, sabor y consistente.
Por el gusto
Textura-sabor-consistencia
Aspecto y sabor
Es más firme y jugosa a pesar de no tener tanto aroma y sabor
Tiene mejor aspecto visual y un gusto mejor
Me gustó más, por qué era más dulce, y firme.
No es muy dura
Mejores condiciones generales
Tiene un poco más de sabor
Mejor gusto y consistencia, mejor color y buena visualmente
Ambas me son igual de ricas en gusto, pero la 2813 me pareció de mejor textura
Es más apetecible en varios aspectos
Suave, dulce, blanda, lindo color, buen aroma muy buena
Sobre todo, la muestra 2813 es en todo aspecto, mejor que la muestra 1985
Mucho más rica, color de piel intenso, buen sabor y firmeza de tejido
Por sabor y consistencia.
Es más rica
Color, más atractiva, mejor sabor, es más dulce
Visualmente es más agradable
Firmeza, sabor y coloración externa.
Por la consistencia y sabor
En general superior en gusto y paciencia
Por la consistencia
Se adapta más a mi paladar.
Sabor bueno, consistencia excelente