



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA**

**Ingeniería Agronómica**

**Pérdidas poscosecha de frutas durante la cadena de comercialización: Cuantificaciones, causas y medios de prevención.**

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:  
Ingeniero/a Agrónomo/a**

**Autor: Cóccaro, Lucio**

**Tutora: Calvo, Gabriela**

**Fecha de defensa:**

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN</b> .....	3
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	8
<b>4. MATERIALES Y METODOS</b> .....	9
<b>5. CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DE FRUTAS DURANTE LA COSECHA, EL ALMACENAMIENTO Y LA COMERCIALIZACIÓN</b> .....	10
5.1 FACTORES BIOLÓGICOS .....	13
5.2 FACTORES EXTERNOS .....	15
5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	17
<b>6. ESTRATEGIAS PARA REDUCIR PÉRDIDAS</b> .....	18
6.1 AVANCES EN LOGÍSTICA Y MANEJO DE LA CADENA DE FRIO ...	19
6.2 AVANCES EN MATERIALES DE EMPAQUE .....	21
6.3 CAMPAÑAS A NIVEL CONSUMIDORES .....	22
6.4 MEDIDAS POLÍTICAS Y LEGISLATIVAS .....	23
<b>7. RELEVAMIENTO</b> .....	24
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	30
<b>9. BIBLIOGRAFIA</b> .....	32

## **1. RESUMEN**

La reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos (PDA) han atraído recientemente mucha atención pública como parte de los esfuerzos mundiales para combatir el hambre global y mejorar la seguridad alimentaria. Estudios realizados por diversos organismos internacionales y nacionales encabezados por la FAO indicaron que alrededor de un tercio de todos los alimentos producidos en el planeta y aproximadamente la mitad de todas las frutas y verduras, se pierden y no se consumen. La PDA se produce durante cinco etapas de la cadena de suministro de alimentos: producción agrícola, manipulación y almacenamiento poscosecha, procesamiento, distribución y consumo. Gran parte de la PDA en los países desarrollados se produce durante la venta minorista y el consumo, y están en gran medida relacionados con las operaciones de gestión logística y los comportamientos de los consumidores.

A la luz de la gran importancia que tiene la reducción de las PDA, el objetivo de esta tesis fue realizar una revisión de la temática, principalmente la cuantificación de las pérdidas de frutas determinando los factores biológicos, externos y un análisis económico de las mismas. A su vez, se realizó un relevamiento de las estrategias para la prevención de pérdidas de frutas, incluidos los avances en logística y gestión de la cadena de frío, embalaje minorista e innovaciones tecnológicas. Se analizaron otros medios para reducir las pérdidas de frutas, incluidas las campañas de concientización del consumidor y publicidad sobre el almacenamiento en el hogar. También se detallaron las medidas políticas y legislativas que existen al respecto de este tema. Complementamos esta información realizando un relevamiento sobre el porcentaje de pérdidas de algunas frutas en el comercio minorista y se evaluaron sus causas más importantes.

## **2. INTRODUCCIÓN**

El Informe Mundial sobre las Crisis Alimentarias (GRFC por sus siglas en inglés), es un trabajo que se publica anualmente, donde se analiza a escala global, regional y país el nivel de inseguridad alimentaria. Es una asociación integrada por 16 partners de reconocimiento mundial, algunos de ellos UE, FAO, UNICEF, OCHA, etc.

Se calcula que 828 millones de personas, 10 % de la población mundial, padecieron hambre (ONU, 2023) y al menos 281,6 millones de personas sufrieron de hambre aguda en el 2023 (GRFC, 2024). Esto quiere decir el 21,5% de las personas de los 59 países/ territorios enfrentan altos niveles de inseguridad alimentaria aguda.

A nivel global, entre un cuarto y un tercio de los alimentos producidos anualmente para consumo humano se pierde o desperdicia. Esto equivale a cerca de 1 300 millones de toneladas de alimentos, lo que incluye el 30% de los cereales, entre el 40 y el 50% de las raíces, frutas, hortalizas y semillas oleaginosas, el 20% de la carne y productos lácteos y el 35 % de los pescados (FAO, 2016). Se calcula que servirían para alimentar a 2.000 millones de personas.

Dentro de lo que es la poscosecha podemos dividir en cadena de comercialización en producción para el comercio – desde la cosecha hasta el comercio – y consumidor – hogares –. Los países industrializados tienen una mayor tasa de pérdidas per cápita, Europa y América del Norte 280 a 300 kg/año mientras que en los países en vía de desarrollo como África subsahariana y Asia meridional y sudoriental 120 a 170 kg/año (FAO, 2011). Cabe destacar que estas pérdidas se encuentran concentradas en el primer parte de la cadena con 110 a 200 kg/año per cápita, aunque los países desarrollados tienen una tasa de desperdicios muy superior en la segunda parte de la cadena.

La cantidad de alimentos per cápita desperdiciada por los consumidores es de 95 a 115 kg/año en Europa y América del Norte, mientras que esta cifra alcanza solo de 6 a 11 kg/año en el África subsahariana y Asia meridional y sudoriental (FAO, 2011).

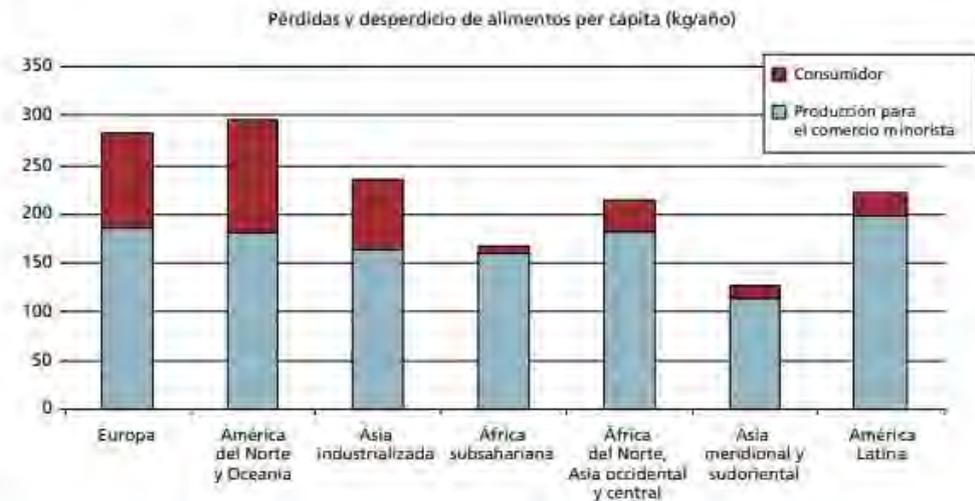


Figura 1. Pérdidas y desperdicio de alimentos per cápita en las fases de consumo y anteriores al consumo en diferentes regiones. Fuente: FAO, 2011

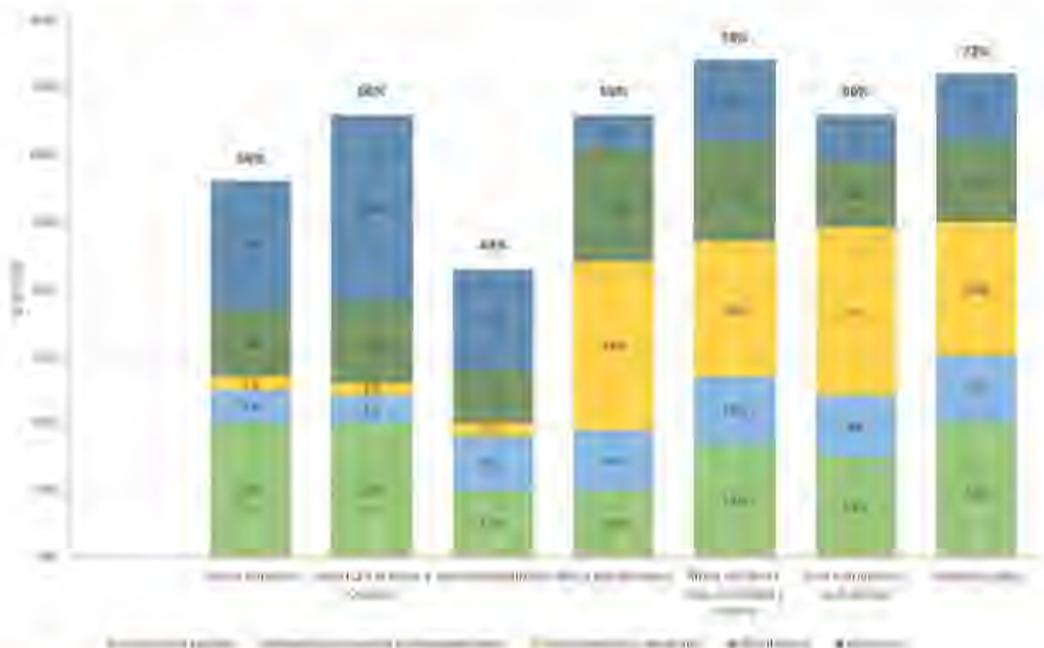


Figura 2. Porcentaje de pérdidas y desperdicios de frutas. Fuente: FAO 2011

La categoría donde están las frutas siempre es el grupo con mayor porcentaje de pérdidas, entre el 40 y el 50% de las raíces, frutas, hortalizas y semillas oleaginosas (FAO,2016), Frutas y hortalizas de 15 a 30 % (FAO, 2011) y en todas las regiones.

Cómo se puede observar en la Figura 2, en la producción a campo es el punto con las mayores pérdidas en casi todas las regiones y conserva entre un 10% y un 20% de pérdidas, mientras que luego se diferencia entre los países desarrollados, con mayores pérdidas en los consumidores y en los países en vía de desarrollo, que las mayores pérdidas se dan en el medio de la cadena, sobre todo en el procesamiento y envasado.

En los países industrializados se pierden (tirar) alimentos cuando la producción excede la demanda. En ocasiones, los agricultores, con el fin de garantizar la entrega de las cantidades acordadas y anticipándose al impredecible mal tiempo o a los ataques de plagas, hacen planes de producción, calculando cantidades superiores a las necesitadas, incluso si las condiciones son «regulares». Cuando se produce más de lo necesario, una parte del excedente se vende a los procesadores de alimentos o como comida para animales (FAO, 2011).

En los países en desarrollo, y a veces en los países desarrollados, se pierden alimentos debido a una recolección prematura. En ocasiones, los agricultores pobres recolectan los cultivos demasiado pronto debido a deficiencias alimentarias o a la necesidad desesperada de efectivo durante la segunda mitad de la campaña agrícola. De esta manera, los alimentos tienen un menor valor nutritivo y económico y pueden desperdiciarse si no son adecuados para el consumo (FAO, 2011).

En los países en desarrollo, las escasas instalaciones de almacenamiento y la falta de infraestructura causan pérdidas de alimentos durante la poscosecha. Los productos frescos (como frutas, hortalizas, carne y pescado) directos de la explotación o tras la cosecha pueden estropearse en climas cálidos debido a la

falta de infraestructura para el transporte, el almacenamiento, la refrigeración y los mercados (Rolle, 2006; Stuart, 2009).

En los países industrializados, la gran cantidad de alimentos en las estanterías y la amplia variedad de productos y marcas disponibles conllevan el desperdicio de alimentos. Las tiendas piden una variedad de tipos de alimentos y de marcas al mismo proveedor para obtener precios ventajosos. Por su parte, los consumidores esperan tener a su disposición una amplia gama de productos en las tiendas. Sin embargo, el hecho de disponer de tanta variedad de productos aumenta las posibilidades de que algunos de ellos caduquen antes de que se vendan, por lo que se desperdician. Los consumidores esperan que las estanterías estén llenas al hacer la compra, pero, aunque es seguramente beneficioso para las estadísticas de venta, abastecer continuamente las estanterías de suministros significa que el consumidor ignora a menudo los productos alimentarios que vayan a caducar pronto (SEPA, 2008).

El desperdicio de alimentos por parte de los consumidores es mínimo en los países en desarrollo. Para aquellos que viven en la pobreza o con unos ingresos familiares limitados, desperdiciar alimentos es algo inaceptable.

A nivel mundial, se estima que entre el 30% y el 50% de las frutas producidas nunca llegan al consumidor debido a pérdidas poscosecha. Estas pérdidas se deben a factores como el manejo inadecuado, almacenamiento deficiente, problemas de transporte, plagas, enfermedades y condiciones ambientales.

Argentina es un importante productor de frutas como manzanas, peras, cítricos y uvas. Las principales zonas productoras incluyen el Alto Valle del Río Negro y Neuquén (peras y manzanas), y el noreste del país (cítricos). Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, las pérdidas poscosecha en Argentina pueden oscilar entre el 10% y el 30% dependiendo de la fruta y la infraestructura disponible.

### **3. OBJETIVOS**

Para este trabajo nos hemos planteado como objetivos principales:

- Cuantificar las pérdidas de frutas en toda la cadena de comercialización, es decir desde su cosecha hasta los hogares y clasificarlos por sus causas como factores biológicos y factores externos.
- Describir estrategias y métodos de prevención para mitigar esas pérdidas, desde distintos puntos de vista; 1) cadena productiva, 2) consumidores y 3) político y legal.

Los objetivos secundarios, que nos permiten justificar nuestro objetivo de estudio, son:

- Describir la cadena comercial para entender los puntos críticos de pérdidas.
- Estudiar los medios de prevención y conservación de la fruta.
- Hacer un relevamiento de pérdidas y sus causas en las principales cadenas frutícolas de la Argentina.

#### **4. MATERIALES Y METODOS**

Para realizar este trabajo final de graduación se utilizaron diferentes fuentes de información, que las podemos clasificar en primarias y secundarias.

La fuente secundaria utilizada, fue una recopilación de varios trabajos, documentos y bibliografía especializada, con la que se intenta dar un marco general a la situación de estudio planteada. Se caracterizo por un lado el problema que representan las pérdidas de fruta poscosecha, así como la descripción de los métodos de control necesarios para reducirlas.

Para completar el trabajo se accedió a fuentes primarias de información por medio de encuestas realizadas en distintos eslabones de las principales cadenas frutícolas. La información relevada en dichas encuestas nos permitió reforzar y complementar la información obtenida de la fuente secundaria.

La información fue procesa y evaluada generando tablas y gráficos informativos, que expresan los resultados obtenidos.

## **5. CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DE FRUTAS DURANTE LA COSECHA, EL ALMACENAMIENTO Y LA COMERCIALIZACIÓN**

Todas las frutas, hortalizas y bulbos de raíces son partes vivas de plantas que contienen entre un 65% y un 95% de agua y continúan con sus procesos vitales después de la cosecha. La vida de poscosecha de los productos frescos depende de la tasa a la cual sus reservas alimenticias son consumidas y de la tasa de pérdida de agua.

Las frutas se clasifican en climatéricas y no climatéricas, según su patrón respiratorio y de producción de etileno durante la maduración organoléptica o de consumo.

Las frutas climatéricas incrementan marcadamente su ritmo respiratorio y producción de etileno durante la maduración organoléptica. De igual manera, los cambios asociados con esta etapa de desarrollo (color, sabor, aroma, textura) son rápidos, intensos y variados. En las frutas no climatéricas, los procesos de desarrollo y maduración organoléptica son continuos y graduales; manteniendo éstas, en todo momento, niveles bajos de respiración y de producción de etileno.

Las frutas climatéricas pueden ser maduras organolépticamente en la planta o después de cosechadas. Las frutas no climatéricas sólo maduran para consumo en la planta (FAO, 2007).

La maduración es el conjunto de procesos de desarrollo y cambios observados en la fruta. Como consecuencia de la maduración la fruta desarrolla una serie de características fisicoquímicas que permiten definir distintos estados de madurez de la misma.

Pérdidas poscosecha de frutas durante la cadena de comercialización

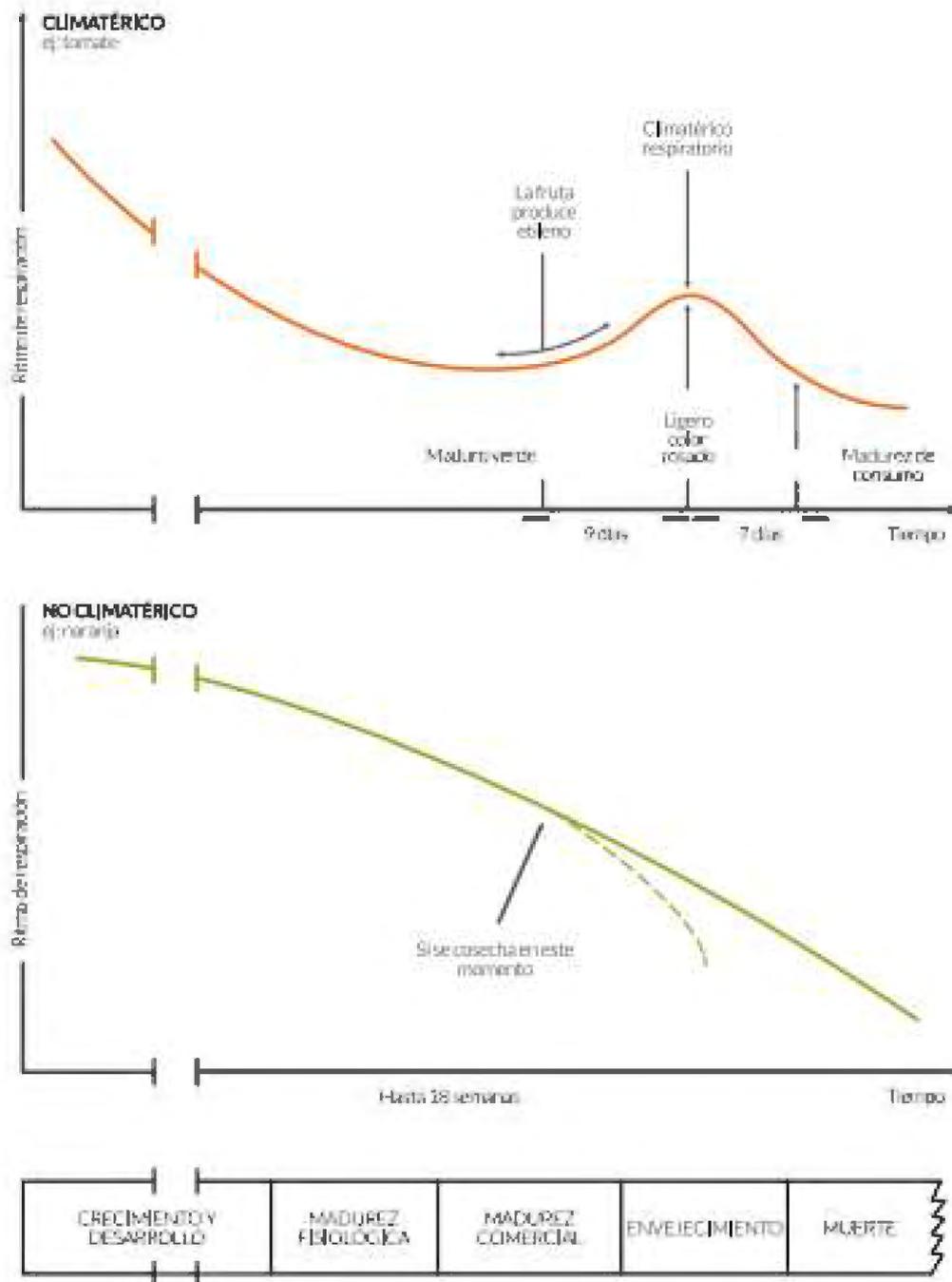


Figura 3. Frutos climáticos y no climáticos. Fuente: guía sobre el manejo en poscosecha de frutas y verduras.

Con relación a los estados de madurez de la fruta, es conveniente conocer y distinguir de manera precisa el significado de los siguientes términos, de uso común en poscosecha:

- **Madurez fisiológica:** Una fruta se encuentra fisiológicamente madura cuando ha logrado un estado de desarrollo en el cual ésta puede continuar madurando normalmente para consumo aún después de cosechada. Esto es una característica de las frutas climatéricas.
- **Madurez hortícola:** Es el estado de desarrollo en que la fruta se encuentra apta para su consumo u otro fin comercial. La madurez hortícola puede coincidir o no con la madurez fisiológica.
- **Madurez de consumo u organoléptica.** Estado de desarrollo en que la fruta reúne las características deseables para su consumo (color, sabor, aroma, textura, composición interna) (FAO,2007).

Desde la cosecha hasta los hogares las frutas pasan por varias etapas donde pueden ser afectadas por factores biológicos y factores externos:

- **Camiones y cámaras:** cuando la fruta es recogida en campo se traslada hasta los almacenes en camiones. Este es realmente el primer proceso de la poscosecha. Es importante que el vehículo que se emplee esté debidamente acondicionado para ello, habiendo sido limpiado y desinfectado. Lo mismo ocurre con las cámaras en las que se vayan a conservar dichos frutos.
- **Drencher, balsa y online:** una vez la fruta ha llegado al almacén se somete a un primer tratamiento que puede ser vía drencher, en balsa u catarata online. Este proceso tiene como finalidad eliminar todos los residuos y posibles problemas patógenos que pueda haber adquirido la fruta en el campo.

- Lavadora: después la fruta se somete a una fase de lavado en la que se aplican productos para terminar de desinfectar los frutos y eliminar restos de polvo y suciedad.
- Aplicadores de cera y recubrimientos comestibles: tras secar la fruta adecuadamente llega el proceso de encerado, durante el cual se aplica a los alimentos una serie de recubrimientos para mejorar su aspecto y retrasar los procesos de envejecimiento de la piel y pérdidas de peso.

Los factores biológicos (internos) de deterioro incluyen la tasa respiratoria, la producción de etileno, cambios en la composición (asociados con color, textura, sabor y valor nutritivo), daños mecánicos, estrés hídrico, desórdenes fisiológicos y patológicos. La tasa de deterioro biológico depende de varios factores ambientales (externos), incluida la temperatura, la humedad, velocidad del aire y composición atmosférica (concentraciones de oxígeno, dióxido de carbono y etileno) y procedimientos sanitarios. A continuación, se detallan estos factores.

## 5.1 FACTORES BIOLÓGICOS

Mediante la **respiración**, la fruta obtiene la energía necesaria para llevar a cabo una serie de procesos biológicos esenciales. Este proceso respiratorio utiliza las sustancias de reserva, como azúcares y almidones, que son oxidadas, consumiendo oxígeno ( $O_2$ ) y produciendo dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Además, la respiración genera calor (calor vital), que al liberarse en el entorno que rodea a la fruta, puede afectar el producto cosechado, acelerando su senescencia, reduciendo el valor nutritivo para el consumidor, generando pérdida del sabor, pérdida de peso (Kader, 1992).

El **etileno** es una hormona producida por las frutas. Incluso en niveles bajos, menores a 1 parte por millón (ppm), el etileno es fisiológicamente activo y tiene una gran influencia en los procesos de maduración y senescencia de las frutas, afectando así su calidad. El nivel de etileno en las frutas aumenta con la madurez del producto, el daño físico, la incidencia de enfermedades y las altas temperaturas.

La mayor parte del deterioro observado en las frutas se debe a una serie de reacciones fisiológicas causadas por **estrés**, como respuesta a factores adversos como daños físicos, desórdenes fisiológicos o enfermedades ocasionadas por diversos patógenos.

Los **daños mecánicos** son causados por un manejo descuidado durante la cosecha, empaque, transporte, almacenamiento e incluso algunos animales e insectos son responsables. Los daños como magulladuras y roturas facilitan la invasión de patógenos, saprófitos o parásitos, e incrementa la tasa de pérdida de agua del producto y el intercambio gaseoso.

La **trspiración**, pérdida de agua, es una de las causas principales del deterioro, de peso, apariencia, calidad de textura y de valor nutricional (Kader, 1992).

Ciertos **microorganismos** producen la formación de enzimas que hidrolizan las paredes celulares, ocasionando un ablandamiento de los tejidos y una degradación más rápida del proceso de envejecimiento de toda la fruta.

Los patógenos pueden producir o inducir la síntesis de una serie de productos tóxicos que ocasionan, **podredumbre**, malos olores y sabores que hacen que la fruta no sea apta para el consumo humano. La susceptibilidad de las frutas al deterioro por enfermedades aumenta con el tiempo de almacenamiento. Esto está relacionado con el proceso de senescencia durante el cual se incrementa la permeabilidad de las membranas celulares y se produce una eventual desorganización total de la estructura del producto. Con la edad del producto

también disminuye la capacidad de síntesis de sustancias fungistáticas naturales (fitoalexinas) que protegen a las frutas.

El contenido de las frutas en ácidos orgánicos es suficiente para producir pH inferiores a 4,6 favoreciendo que las formas microbianas predominantes en el fruto sean de origen fúngico, principalmente mohos (Viñas, 1990). Las pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades de poscosecha representan actualmente uno de los principales problemas de la fruti-horticultura mundial (Harvey, 1978; Kelman, 1989).

Cada organismo patógeno tiene un efecto distinto en los frutos, pero las consecuencias más habituales derivadas de estas enfermedades son la podredumbre, la degradación, la pérdida de sabor y los malos olores.

En las frutas, estas enfermedades son ocasionadas por hongos de diversos géneros (*Penicillium*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Monilinia*, *Geotrichum*, *Phytophthora*, *Phomopsis*, *Diplodia*, *Rhizopus*) (FAO, 2017).

## 5.2 FACTORES EXTERNOS

**Daño por bajas temperaturas:** Las frutas tropicales y subtropicales son susceptibles de sufrir alteraciones fisiológicas en un rango de temperatura de aproximadamente 5 a 14°C. Los síntomas más comunes son fallas en la maduración, desarrollo de sabores y aromas atípicos, decoloración, ennegrecimiento y deterioro de los tejidos, e incremento de la susceptibilidad del producto al ataque de patógenos secundarios. Si bien algunas frutas de clima templado como las manzanas son menos sensibles a las temperaturas mencionadas anteriormente, el daño por frío se puede presentar a temperaturas cercanas al punto de congelamiento del producto (FAO, 2007).

**Daño por alta temperatura:** La temperatura es el factor ambiental que más influye en el deterioro del producto cosechado. En general, el ritmo de deterioro

del producto es 2 a 3 veces mayor por cada incremento de 10 °C por encima de la temperatura óptima de conservación de los productos. La temperatura también modifica el efecto del etileno y de los niveles residuales de O<sub>2</sub> y altos de CO<sub>2</sub> en el producto cosechado, además, afecta directamente el ritmo respiratorio de las frutas y la germinación de esporas de los hongos y el posterior desarrollo de patógenos. Por encima de 40°C, se observan severos daños en el producto y a 60°C aproximadamente, cesa toda actividad enzimática. Adicionalmente, la fruta sufre excesiva pérdida de agua por transpiración (FAO, 2007).

**Daño por baja concentración de oxígeno (O<sub>2</sub>):** Bajos niveles de O<sub>2</sub> en el ambiente pueden inducir procesos de fermentación en las frutas ocasionando la producción de malos olores y sabores y el deterioro del producto. Esto es común cuando la ventilación del ambiente en el cual se encuentran las frutas es deficiente. Estos cambios son favorecidos por altas temperaturas (FAO, 2007).

**Daño por alta concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** La acumulación de CO<sub>2</sub> puede retrasar el normal ablandamiento y pérdida del color verde de algunas frutas. En otros casos, se observa decoloración y deterioro internos por la acumulación de este gas en la atmósfera de almacenamiento, así como también, mal sabor y depresiones superficiales en la cáscara de la fruta (pitting) (FAO, 2007).

**Daño por pérdida de agua:** La fruta cosechada pierde agua por transpiración de manera irreversible. Como consecuencia, el producto sufre una serie de alteraciones fisiológicas que aceleran los procesos de senescencia, síntesis de etileno y deterioro de tejidos. Esto, juntamente con los síntomas externos de marchitez y arrugamiento del producto, afectan seriamente su calidad comercial. En general, se puede decir que un 5% de pérdida de agua es aproximadamente el valor máximo permisible en frutas. La pérdida de agua por transpiración es mayor a temperatura alta y humedad relativa baja (FAO, 2007).

### 5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Las pérdidas poscosecha de frutas a nivel mundial varían entre un 20% y un 50% (FAO, 2017) dependiendo la región, el tipo de fruta y las prácticas de manejo. Se distribuye en:

- **Cosecha y Manipulación Inicial:** las causas principales de los desperdicios son por daños mecánicos durante la recolección, manipulación inadecuada, falta de capacitación del personal. Esto hace que el porcentaje de desperdicio sea aproximadamente 10% a 15%.
- **Transporte y Almacenamiento:** las principales causas son las condiciones inadecuadas de transporte y almacenamiento, fluctuaciones de temperatura, ventilación insuficiente. Alrededor de 10% a 25% son desperdicios.
- **Procesamiento y Empaque:** las principales causas son los defectos en el empaque, procesos de selección y clasificación que eliminan productos comestibles, falta de tecnologías adecuadas. Las pérdidas son entre un 5% y 10%.
- **Distribución y Comercialización:** las principales causas son las condiciones inadecuadas de almacenamiento en puntos de venta, manipulación por parte de los consumidores, políticas de devolución y eliminación de productos no vendidos. Aproximadamente 5% a 10% de pérdidas.

Estas pérdidas se estiman en 400 mil millones de dólares anualmente.

En Argentina la producción y exportación de frutas es un mercado importante que supera los 1.000 millones de dólares anuales.

Considerando tanto las pérdidas directas de productos, 30%, como los costos adicionales de almacenamiento y transporte, se calcula aproximadamente 450 millones de dólares anuales de desperdicio (INTA, 2013).

## **6. ESTRATEGIAS PARA REDUCIR PÉRDIDAS**

Las pérdidas poscosecha de frutas pueden reducirse mediante diversas estrategias que abordan cada etapa de la cadena de comercialización. En primer lugar, la capacitación de los productores y trabajadores es esencial para mejorar el manejo poscosecha, reduciendo los daños físicos durante la recolección, el embalaje y el transporte (Kader, 1992). Las buenas prácticas agrícolas (GAPs, por sus siglas en inglés) también desempeñan un papel clave en la reducción de pérdidas al optimizar el uso de recursos y minimizar los daños a los cultivos. La recolección en el momento óptimo de maduración, el uso de herramientas adecuadas y la capacitación para manejar frutas sensibles son esenciales para reducir las pérdidas (Parra et al., 2021).

El uso de tecnologías innovadoras está ayudando a identificar el momento exacto de cosecha y a optimizar el uso de insumos, lo que mejora la calidad de las frutas. Además, la implementación de sistemas de trazabilidad permite hacer un seguimiento de los productos desde el campo hasta el consumidor final, ayudando a identificar rápidamente los puntos críticos donde pueden ocurrir pérdidas y a implementar medidas correctivas (FAO, 2019). La inversión en infraestructuras de procesamiento, como plantas de deshidratación o elaboración de productos secundarios, también puede reducir significativamente las pérdidas al aprovechar la fruta que no cumple con los estándares estéticos del mercado fresco.

## 6.1 AVANCES EN LOGÍSTICA Y MANEJO DE LA CADENA DE FRÍO

El manejo eficiente de la cadena de frío es fundamental para mantener la calidad y reducir las pérdidas de las frutas durante la poscosecha. A nivel mundial, se están desarrollando innovaciones en la logística de transporte y la implementación de sensores inteligentes que monitorean en tiempo real la temperatura, la humedad y la concentración de gases durante el transporte, lo que permite detectar rápidamente cualquier cambio que pudiera comprometer la calidad del producto (INTA, 2023).

Los sistemas de refrigeración de precisión y las cámaras frigoríficas con control de humedad y temperatura, ayudan a mantener las condiciones óptimas para la conservación de frutas. Estas tecnologías no solo previenen el deterioro de las frutas, sino que también extienden su vida útil, lo que reduce las pérdidas.

Los sensores permiten un control más eficiente de los envíos y una toma de decisiones más rápida ante cualquier incidente. La expansión de tecnologías como el uso de camiones refrigerados y la infraestructura de almacenamiento en frío en regiones con menos recursos está siendo impulsada en países en desarrollo, lo que ayuda a cerrar la brecha de pérdidas entre estas regiones y las desarrolladas (Gustavsson et al., 2011).

El transporte y almacenamiento de frutas bajo condiciones controladas son fundamentales para prevenir el deterioro y las pérdidas poscosecha. La cadena de frío, que incluye el uso de cámaras frigoríficas y vehículos refrigerados, asegura que las frutas mantengan su frescura durante más tiempo, lo que reduce significativamente las pérdidas (Gustavsson et al., 2011).

La capacitación del personal en el manejo adecuado de la cadena de frío es importante. Al igual que asegurarse de que todos los involucrados en la cadena de suministro entiendan la importancia de mantener las condiciones correctas y cómo manejar los equipos de refrigeración puede reducir pérdidas. Programas de

formación y certificación para operadores y técnicos son pasos importantes para mejorar la gestión de la cadena de frío.

Los sistemas de monitoreo en tiempo real permiten el seguimiento constante de la temperatura y la humedad durante el transporte y almacenamiento detectando rápidamente cualquier cambio de las condiciones óptimas. Los sistemas de alarma automáticos alertan a los operadores sobre cualquier problema, lo que permite tomar medidas correctivas antes de que las frutas se deterioren. Estos sistemas también proporcionan datos valiosos para la optimización continua de los procesos de conservación.

La eficiencia energética en la cadena de frío también ha mejorado. Los nuevos sistemas de refrigeración son más eficientes en términos de consumo energético, lo que no solo reduce los costos operativos, sino que también minimiza el impacto ambiental. La implementación de tecnologías de refrigeración que utilizan refrigerantes más ecológicos contribuye a una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero.

La integración de tecnologías de trazabilidad permite seguir el recorrido de las frutas desde el campo hasta el consumidor. Esto no solo ayuda a identificar y resolver problemas rápidamente, sino que también proporciona información valiosa para ajustar los procesos y mejorar la eficiencia en toda la cadena de suministro.

En Argentina, muchas regiones aún carecen de instalaciones adecuadas de refrigeración, lo que limita la capacidad para mantener condiciones óptimas durante el almacenamiento y transporte. Las inversiones en tecnologías modernas de refrigeración y monitoreo en tiempo real están en aumento, pero la adopción es desigual. En particular, las pequeñas y medianas empresas enfrentan dificultades para implementar estas tecnologías debido a los altos costos y la falta de subsidios específicos (García et al., 2023).

La mejora en la infraestructura logística, como la modernización de centros de distribución y el uso de tecnologías de monitoreo en tiempo real, está permitiendo a los productores frutícolas optimizar el manejo de sus productos durante el transporte. Esto es importante para el país, dado que gran parte de su producción frutícola se destina a la exportación, lo que requiere un manejo eficiente y sostenible (INTA, 2023).

## 6.2 AVANCES EN MATERIALES DE EMPAQUE

El empaque es importante para la protección de las frutas durante su transporte y almacenamiento. En los últimos años, se han desarrollado materiales de empaque que no solo protegen físicamente las frutas, sino que también interactúan con ellas para prolongar su vida útil

Los envases activos son una innovación que ayuda a mantener la frescura de las frutas al interactuar con el entorno interno del envase. Estos envases pueden liberar compuestos que absorben etileno, un gas que acelera la maduración y deterioro de las frutas. Algunos envases activos están diseñados para controlar la humedad y evitar la formación de condensación, lo que reduce el riesgo de crecimiento de moho y hongos.

Los envases modificados son los que alteran la atmósfera interna para ralentizar el proceso de maduración. Por ejemplo, los envases de atmósfera controlada o modificada reducen la concentración de oxígeno y aumentan la concentración de dióxido de carbono, lo que retrasa el deterioro. Esta tecnología es útil para frutas que son perecederas y requieren condiciones específicas para su conservación.

Los envases sostenibles, biodegradables y reciclables, están hechos con materiales se descomponen más fácilmente y tiene menor impacto ambiental.

Los envases diseñados con tecnologías de amortiguación y soporte estructural previenen daños durante el transporte y manejo. Esto incluye el uso de materiales

acolchados y formas de envase que minimizan el movimiento de las frutas dentro del contenedor.

En Argentina, se está explorando el uso de materiales de envase biodegradables y reciclables para reducir el impacto ambiental de la industria frutícola, una tendencia que ha cobrado fuerza en los últimos años debido a la creciente conciencia sobre la sostenibilidad (INTA, 2023). Los envases activos y modificados están comenzando a ser más comunes en las grandes exportadoras de frutas, como las que operan en la región de Cuyo y el noreste del país. Sin embargo, la implementación generalizada de envases sostenibles y biodegradables aún es limitada debido a los altos costos de estos materiales y la falta de incentivos gubernamentales para su adopción (Sánchez et al., 2022).

### 6.3 CAMPAÑAS A NIVEL CONSUMIDORES

Es importante que el consumidor tome conciencia sobre el manejo y consumo adecuado de las frutas, para lo cual se realizan campañas que buscan educarlos sobre como planificar mejor sus compras y almacenar correctamente las frutas en el hogar para evitar desperdicios. En países como Argentina, iniciativas gubernamentales como "Cuidemos los Alimentos" han comenzado a fomentar prácticas responsables de consumo (Ministerio de Agricultura, 2020). Estas campañas también promueven la compra de frutas locales y de temporada, reduciendo el impacto ambiental del transporte y contribuyendo a minimizar las pérdidas en las etapas finales de la cadena de suministro.

Las campañas educativas para informar a los consumidores sobre el almacenamiento adecuado, las condiciones óptimas de temperatura y humedad para mantener las frutas frescas en casa ayudan a prolongar su vida útil y reducir el desperdicio (Jones et al., 2019).

Las campañas que promuevan el consumo de frutas maduras y la utilización de frutas que están cerca de su fecha de vencimiento pueden ayudar a reducir el desperdicio. Enseñar a los consumidores a identificar signos de deterioro y cómo

manejar las frutas correctamente puede prevenir la eliminación prematura de productos aún consumibles.

Las campañas para fomentar a los consumidores a comprar solo la cantidad de frutas que realmente necesitan y a planificar sus compras con base en el consumo esperado puede evitar el excedente que a menudo lleva al desperdicio.

En algunos países, se han implementado etiquetas inteligentes que permiten a los consumidores identificar la frescura del producto mediante un cambio de color, lo que también ayuda a reducir el desperdicio (Aday & Yener, 2015). Estas tecnologías, combinadas con campañas educativas, no solo ayudan a reducir las pérdidas, sino que también fomentan un consumo más consciente y sostenible.

#### 6.4 MEDIDAS POLÍTICAS Y LEGISLATIVAS

Las leyes que establecen estándares para el almacenamiento y transporte de frutas pueden asegurar que se mantengan las condiciones óptimas en toda la cadena de suministro (FAO, 2021). La implementación de normas y regulaciones que exijan el uso de tecnologías de conservación y el manejo adecuado de la cadena de frío puede reducir las pérdidas.

Otras medidas que ayudan a reducir las pérdidas son fomentar el desarrollo de políticas de apoyo a la investigación y tecnologías de conservación, así como, ofrecer subsidios o incentivos fiscales para la inversión en infraestructura de almacenamiento refrigerado o tecnologías de envase. Estas medidas pueden motivar a los agricultores y empresas a adoptar prácticas que reduzcan las pérdidas.

A nivel internacional, algunos países han implementado leyes que fomentan la donación de alimentos aptos para el consumo, pero que de otro modo serían desechados (FAO, 2019). En Argentina, se están desarrollando marcos regulatorios que incentivan la adopción de mejores prácticas de manejo poscosecha y la inversión en infraestructura, como es el caso del programa "Cosecha y Poscosecha" del INTA, que busca mejorar la competitividad de los

pequeños y medianos productores mediante el acceso a tecnologías de almacenamiento y transporte eficientes (INTA, 2023),

A nivel internacional, la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye un objetivo específico para reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos (ODS 12.3), está impulsando la implementación de políticas y programas en muchos países. Estas iniciativas, acompañadas de incentivos económicos y normativas claras, están promoviendo la inversión en tecnologías y la capacitación de los actores de la cadena de comercialización, fomentando un manejo más eficiente y sostenible de los recursos frutícolas (Gustavsson et al., 2011).

## 7. RELEVAMIENTO

Se realizó un relevamiento con el objetivo de estudiar el porcentaje de pérdidas de frutas en el mercado minorista, que están asociados a las principales podredumbres, a las condiciones inadecuadas de almacenamiento y a daños mecánicos. En el caso de las podredumbres las pérdidas podrían reducirse con buenas prácticas agrícolas (BPA), haciendo un uso adecuado de los fungicidas, de las condiciones de conservación y haciendo un uso eficiente de los métodos de conservación y envase.

Para ello se determinó, según un relevamiento del mercado central de Buenos Aires, cuáles eran las 5 frutas más consumidas en el país. A su vez, se estableció según información del Manual de *poscosecha de frutas: manejo integrado de patógenos* (INTA,2019), cuáles son las principales causas de descarte en poscosecha de esas frutas y se llegó a las siguientes conclusiones:

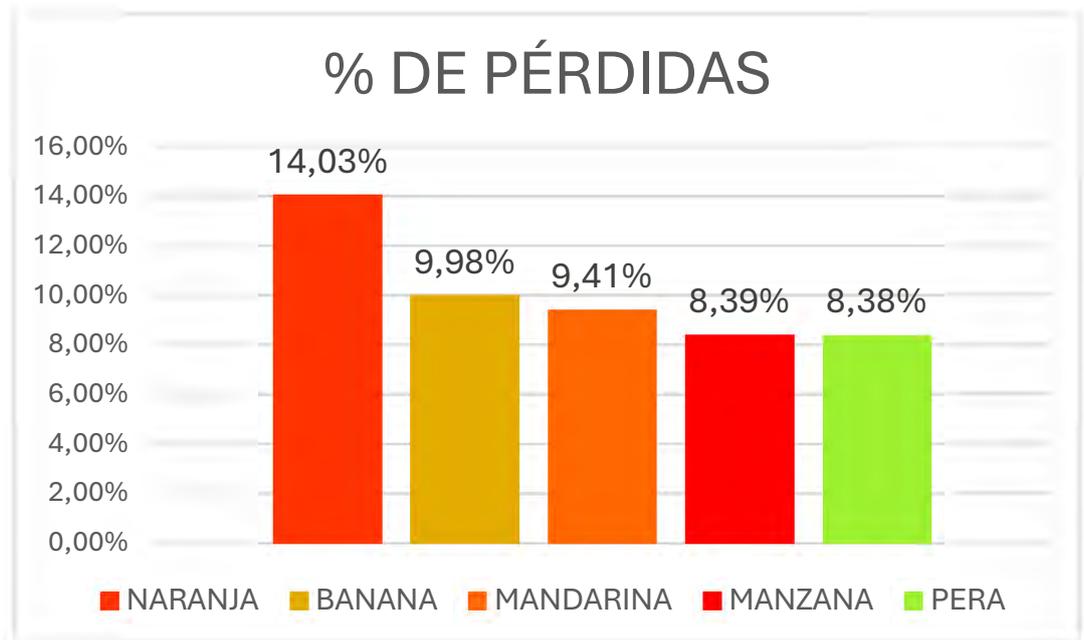
FRUTA	CAUSA
MANZANA	MOHO AZUL (Penicilium)
	PUDRACION AMARGA (Glomerella)
	MOHO GRIS (Botrytis)

	ESCALDADO SUPERFICIAL (bajas temperaturas)
PERA	MANCHA NEGRA ( <i>Stemphylium</i> )
	PUDRICION PARDA ( <i>Monilinia</i> )
	MOHO GRIS ( <i>Botrytis</i> )
	ESCALDADO SUPERFICIAL (bajas temperaturas)
BANANA	PUDRICION POR ANTRACNOSIS ( <i>Collectotrichum</i> )
	DESCOMPOSICIÓN INTERNA
	ESCALDADO SUPERFICIAL (bajas temperaturas)
NARANJA	MOHO AZUL ( <i>Penicilium</i> )
	PODREDUMBRE MARRÓN ( <i>Phytophthora</i> )
	MANCHA POR ALTERNARIA
	DESHIDRATACIÓN
MANDARINA	MOHO VERDE ( <i>Penicilium</i> )
	PODREDUMBRE MARRÓN ( <i>Phytophthora</i> )
	MANCHA POR ALTERNARIA
	DESHIDRATACIÓN

El relevamiento se hizo sobre una población de quince mercados minoristas de Lomas de Zamora, zona sur del AMBA.

Cada mercado fue evaluado durante dos semanas haciendo un relevamiento de las causas de las pérdidas de las cinco frutas elegidas.

Para ello, se les pido a cada verdulería que separasen todas las pérdidas de cada envase de la fruta. En fusión de ese dato, se determinó el porcentaje de las pérdidas totales y las pérdidas de cada una de las enfermedades elegidas para esa fruta. A continuación, se presenta los resultados obtenidos:



*Figura 4. Porcentaje de pérdidas totales en naranja, banana, mandarina, manzana y pera.*

Como se puede observar en este grafico en el mercado minorista, para los tipos de frutas elegidos, hay pérdidas entre en el 8% y el 14% de frutas por envase.

Para la siguiente parte del relevamiento, se evaluaron las principales causas de las pérdidas de cada fruta.

## Pérdidas poscosecha de frutas durante la cadena de comercialización

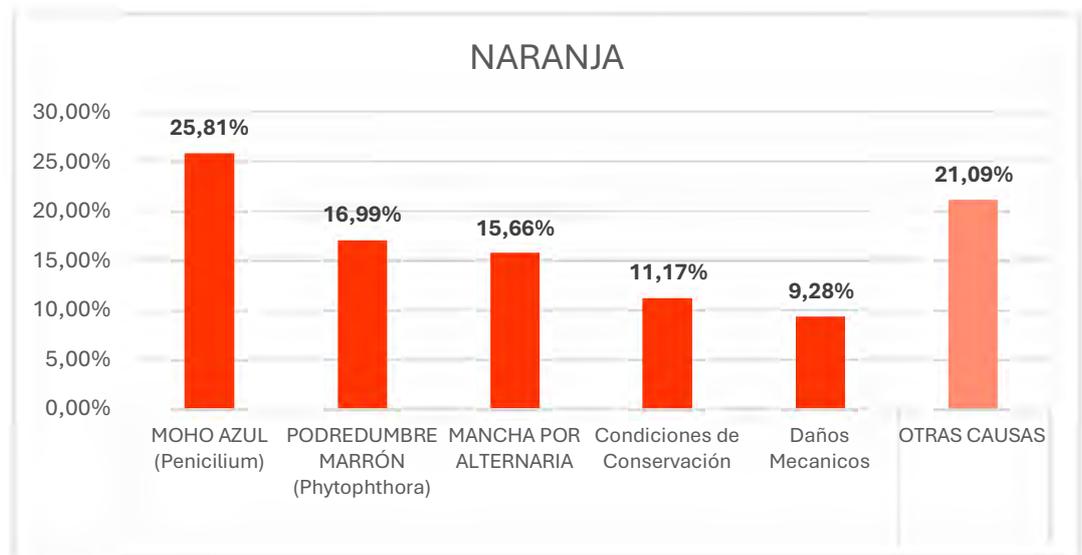


Figura 5: Principales causas de descarte en naranja.

Este grafico muestra que, del total de las perdidas en naranjas, el 58,46% se deben a podredumbres, el 11,17% a condiciones de conservación y el 9,28% a daños mecánicos; mientras que solo el 21,09% se explica por otras causas.

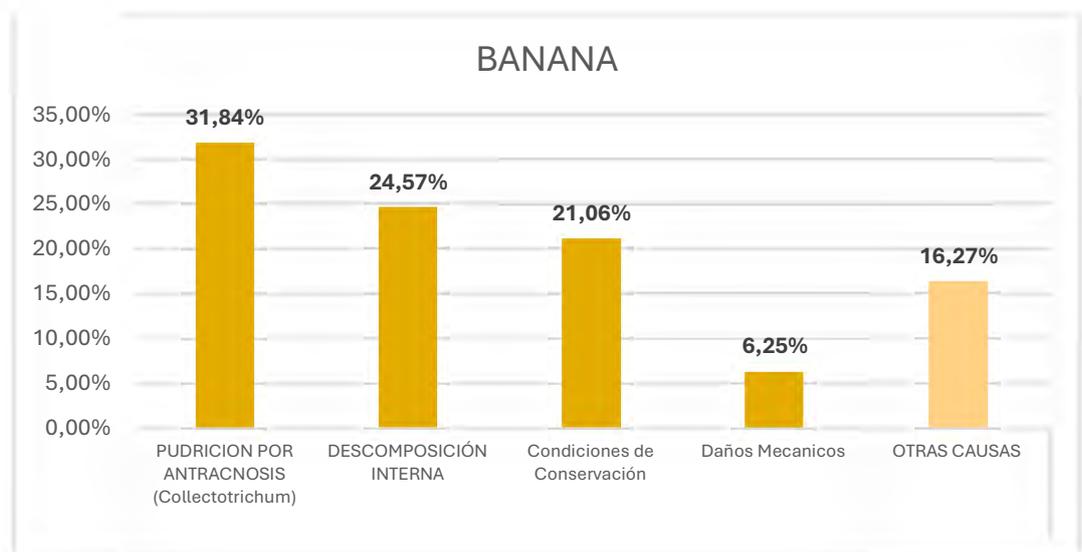


Figura 6: Porcentaje de causas de descarte en banana.

Este grafico muestra que, del total de las perdidas en bananas, el 31,84% se deben a podredumbres, 24,57% a descomposición interna, 21,06% a condiciones

de conservación y el 6,25% daños mecánicos; mientras que solo el 16,27% se explica por otras causas.

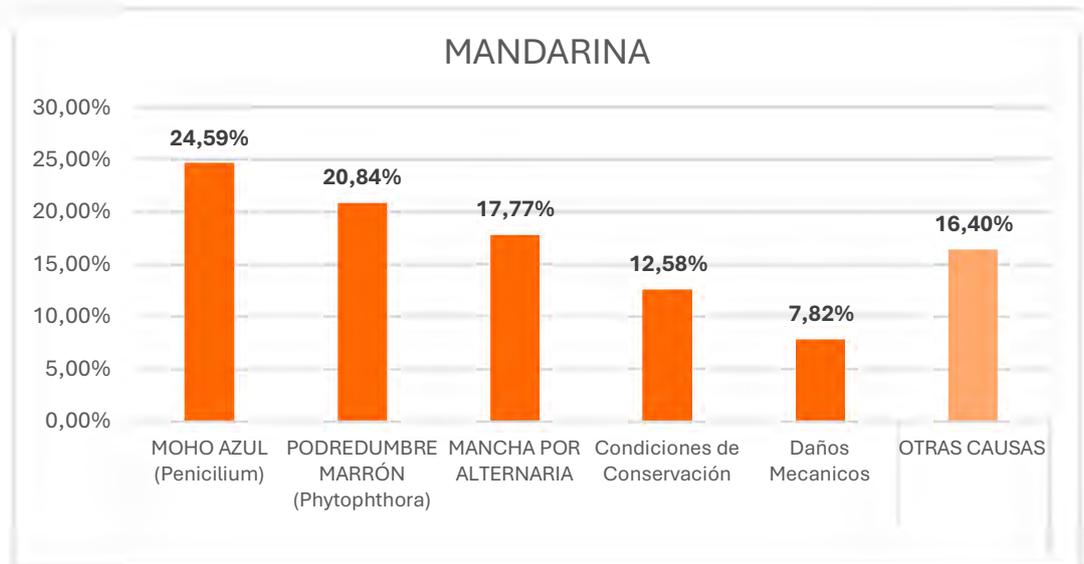


Figura 7. Porcentaje de causas de descarte en mandarina.

Este grafico muestra que, del total de las perdidas en mandarina, el 63,11% se deben a podredumbres, el 12,58% a las condiciones de conservación y el 7,82% los daños mecánicos; mientras que solo el 16,40% se explica por otras causas.

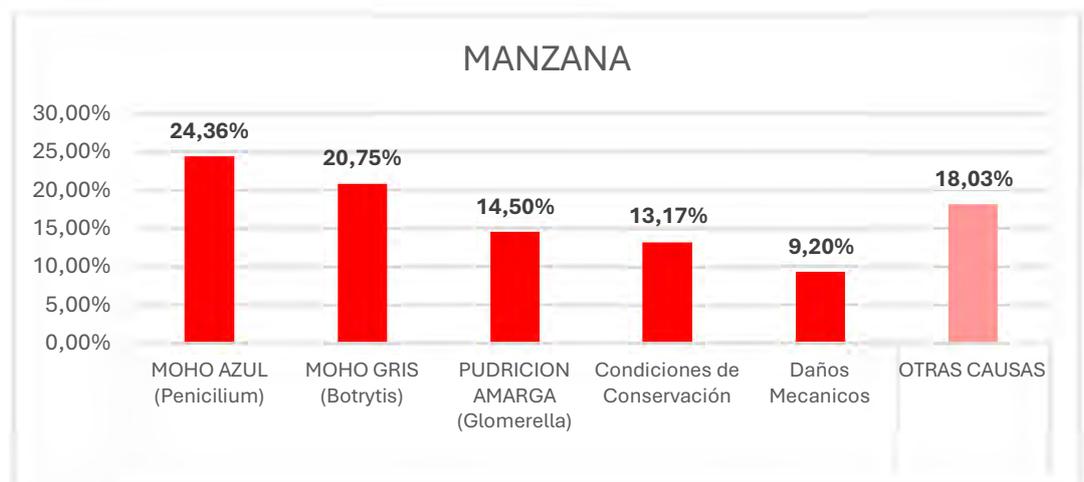


Figura 8. Porcentaje de causas de descarte en manzana.

Este grafico muestra que, del total de las perdidas en manzanas, el 59,61% se debe a podredumbres, el 13,17 % a las condiciones de conservación y el 9,20% a los daños mecánicos; mientras que solo el 18,03% se explica por otras causas.

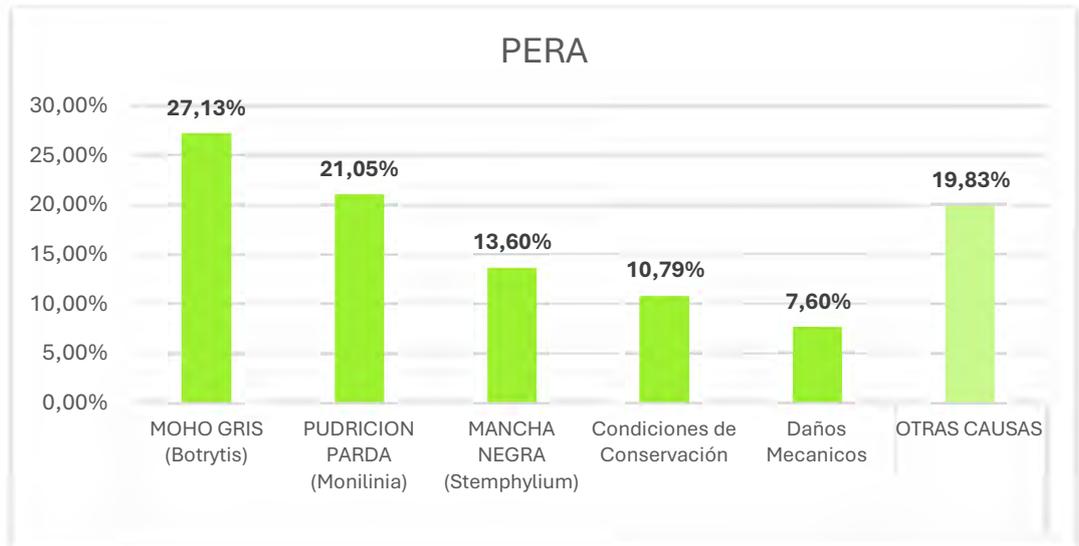


Figura 8. Porcentaje de causas de descarte en pera.

Este grafico muestra que el 61,78% de las pérdidas de las peras se deben a podredumbres, 10,79% a condiciones de conservación y 7,60% a daños mecánicos; mientras que solo el 19,83% se explica por otras causas.

## **8. CONCLUSIONES**

Este trabajo permitió analizar e investigar los temas referentes a las pérdidas poscosecha, haciendo énfasis en la parte de comercialización minorista, donde se realizó un trabajo de relevamiento estadístico.

Para el trabajo se recopiló información de distintas fuentes, y se describió toda la cadena y los eventos donde participa la fruta desde su cosecha hasta llegar a los hogares. Se investigó las distintas causas posibles de pérdidas, porcentajes y su representación económica.

Se estima que las pérdidas poscosecha a nivel mundial oscilan entre los 30% y 50 % y en Argentina entre un 10% y 30 %, lo que significan pérdidas económicas de 400 mil millones de dólares y 1.000 millones de dólares anuales respectivamente.

La reducción de pérdidas poscosecha en frutas requiere estrategias integrales que aborden cada etapa de la cadena de comercialización. La capacitación de productores y trabajadores en buenas prácticas agrícolas y el adecuado manejo poscosecha son fundamentales para minimizar daños durante la recolección, embalaje y transporte. El uso de tecnologías, como sensores para monitoreo de maduración y sistemas de trazabilidad, permiten optimizar la cosecha y mejorar el control de calidad. La logística, la cadena de frío y los empaques cumplen un papel esencial prolongando la vida útil de los productos y garantizar su calidad.

En cuanto al relevamiento se hizo en la localidad de Banfield, partido de Lomas de Zamora, sur del AMBA, Argentina, en el mes de septiembre del año 2024. Se puede concluir que aproximadamente el  $11\% \pm 3\%$  de las frutas que llegan al mercado minorista (verdulerías) se pierde.

También se pudo concluir que, coincidiendo con lo descrito en la bibliografía, las podredumbres son las que más pérdidas ocasionan en las frutas (59,65%),

seguidas de malas condiciones de conservación (14,23%) y daños mecánicos (7,96%).

Para reducir estas pérdidas, es necesario hacer un uso más eficiente de fungicidas y rotando sus principios activos, capacitar al personal y a los actores de la cadena de comercialización. De esta forma se reducirían aproximadamente en un 82% las pérdidas de estas frutas en los mercados minoristas.

Vale la pena aclarar que durante toda la cadena hasta los hogares se denomina “pérdidas”, porque son productos que se pierden de ser comercializados óptimamente, en el mercado que es más rentable, pero que esas pérdidas son utilizadas en otros destinos como subproductos. En los hogares las pérdidas se las denomina “desechos” porque van directo a la basura.

El mercado central de Buenos Aires, con sus pérdidas hace donaciones a comederos, hogares de niños y ancianos y con lo que ya no es consumible hace compostaje en el mismo predio donde está el mercado.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Aday, M. S., & Yener, M. E (2015). Smart packaging technologies for food: An overview, *Food Engineering Reviews*, (7), 57-75.
2. Arias Velázquez, C., & Toledo Hevia, J., *Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales*, Roma, FAO, 2007, págs. 9-17.
3. FAO. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación, progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*, Roma, FAO, 2019
4. FAO. *Reflexiones sobre el sistema alimentario en América Latina y el Caribe y perspectivas para su sostenibilidad*, Santiago de Chile, 2017.
5. FAO. *The State of Food and Agriculture: Climate change, agriculture and food security*, Roma, FAO, 2016, págs. 20-35.
6. FAO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021*, Roma, FAO, 2021, págs. 20-196.
7. García, M., Rodríguez, J., & Fernández, A. (2023), Innovaciones en refrigeración y manejo poscosecha en Argentina, *Revista de Tecnología Agrícola*, (35), 45-60.
8. Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo: alcance, causas y prevención*, Roma, FAO, 2011, págs. 1-42.
9. INTA. (2023). "Proyecto de sensores inteligentes para reducir pérdidas poscosecha". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

10. Jones, E., Williams, R., & Smith, J. (2019). Consumer Education and Its Impact on Food Waste: A Review. *Waste Management & Research*, 37(5): 39-69.
11. Kader, A. (1992). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, University of California Agriculture and Natural Resources:311-324
12. Ministerio de Agricultura. (2020) *Cuidemos los Alimentos: Campañas de concientización en Argentina\**. Buenos Aires, Ministerio de Agricultura
13. Parra, L., Martínez, F., & Gómez, R. (2021) *Mejores prácticas agrícolas y su impacto en la reducción de pérdidas*, *Agronomía Latinoamericana*, (42): 30-45.
14. Sánchez, R., Martínez, P., & Gómez, L. (2022), *Innovations in Packaging Materials for Fruits in Argentina*, *Journal of Packaging Technology*, 8(4): 73-85.
15. Yahaya S., & Mardiyya A., (2019), *Review of Post-Harvest Losses of Fruits and Vegetables*, Kano University of Science and Technology, Wudil, Nigeria:1-9.