

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN LOS
CANALES DE ABASTECIMIENTO DEL BANCO DE ALIMENTOS DE
HONDURAS**

POR:

ALONDRA SOFIA GUERRA REINA

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2024

**CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN LOS
CANALES DE ABASTECIMIENTO DEL BANCO DE ALIMENTOS DE
HONDURAS**

POR:

ALONDRA SOFIA GUERRA REINA

CARLOS ORLANDO INESTROZA LIZARDO, PhD.

Asesor principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A Dios

Por nunca desampararme, por cuidar de mí y guiarme por el buen camino.

A mis padres

José Raúl Guerra por ser exigente, a enseñarme a hacer las cosas con dedicación y esmero, por ser estricto, por siempre darme amor y rigor, por apoyarme en mis sueños, por inculcarme buenos valores y por haberme criado como la mujer de bien que soy ahora a **Karla Xiomara Reina** por enseñarme que pese a la dificultades siempre se debe seguir adelante, darme el valor y la fuerza de luchar por mis sueños, por su consejos, por su rigor y amor dado a lo largo de mi vida; y a ambos por su ardua labor a lo largo de estos años, por su disciplina, su confianza, han sido y serán el pilar fundamental en mí, por ser mi motivación constante cada día pese a las dificultades siempre han dado lo mejor de ustedes para que pueda cumplir mis sueños, gracias por creer en mí, esto ha sido posible gracias a ustedes.

A mis hermanos y Sobrino

Lissy Mariela Guerra Reina, Rene Omar Regalado y Raúl José Guerra Reina, por bríndame su cariño y ser una más de mis motivaciones para salir adelante y afrontar el día con día.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi asesor principal de tesis Ph.D. Carlos Inestroza, por su invaluable orientación, dedicación y rigor impuesto a lo largo de este proyecto. Su experiencia y sabiduría han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de esta investigación. así como la de mis asesoras auxiliares M.Sc. Zoila Flores y M.Sc. Arlin Daneri Lobo por su apoyo y consejos.

Mi gratitud se extiende a la Lic. Vanessa Caballero, directora ejecutiva del Banco de Alimentos. Su colaboración y disposición para compartir conocimientos y recursos han sido esenciales para el avance de este trabajo. Aprecio profundamente su compromiso con la causa y su apoyo durante todo el proceso.

Agradezco también al grupo de trabajo del Banco Alimentos de Honduras, cuyo apoyo y esfuerzos en el campo de la seguridad alimentaria han sido una fuente de inspiración y han proporcionado un marco invaluable para esta investigación. Su labor es crucial para la mejora de las condiciones de vida en nuestra comunidad.

Finalmente, un agradecimiento especial a Bryan Archaga por su apoyo, amor y perseverancia, por aconsejarme e impulsarme a ser mejor cada día, y realizar mi trabajo de la mejor manera posible.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE ECUACIONES.....	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Pérdidas de frutas y hortalizas.....	3
3.2. Factores de pérdida en frutas y hortalizas	4
3.3. Deterioros en frutas y hortalizas.....	5
3.4. Consecuencias de las Pérdidas de frutas y hortalizas.....	10
3.5. Estrategias de disminución de pérdidas de frutas y hortalizas	12
IV. MATERIALES Y MÉTODO	13
4.1. Materiales y Equipo	13
4.2. Metodología	14
4.2.1. Etapa I: Recepción y muestreo de frutas y hortalizas	15

4.2.2.	Etapa II. Selección y clasificación de las frutas y hortalizas	16
4.2.3.	Etapa III. Almacenamiento de producto proveniente de Hortifruti	17
4.2.4.	Etapa IV. Selección y clasificación	17
4.2.3.	Etapa V. Cuantificación e identificación de pérdidas	18
4.2.4.	Etapa VI. Propuesta de Estrategias para la reducción de pérdidas	20
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1.	Pérdidas totales de frutas y hortalizas	21
5.1.1.	Pérdidas de frutas y hortalizas por proveedor	23
5.1.2.	Pérdidas totales por Hortaliza provenientes de Hortifruti.....	27
5.2.	Recomendaciones propuestas para la reducción de pérdidas de frutas y hortalizas en el Banco de alimentos de Honduras	35
VI.	CONCLUSIONES	38
VII.	RECOMENDACIONES.....	39
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXOS		42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas para la cuantificación de pérdidas de frutas y hortalizas en el banco de alimentos de Honduras.	14
Figura 2. Recepción y muestreo de frutas y hortalizas.	15
Figura 3. Selección y clasificación de daños de frutas y hortalizas.....	16
Figura 4. Pérdidas totales de frutas y hortalizas, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=28).	21
Figura 5. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de frutas y hortalizas, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=28).	22
Figura 6. Clasificación de las pérdidas de frutas y hortalizas según proveedores, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n= 4,24).	23
Figura 7. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de frutas y hortalizas provenientes de supermercado, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=4).	24
Figura 8. Clasificación (por día de almacenamiento) de las pérdidas totales de frutas y hortalizas, provenientes de Hortifruti en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=12).	25
Figura 11. Clasificación (por día de almacenamiento) de las pérdidas de tomate, en el banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=9).28	
Figura 12. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de tomates, en el Banco de Alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=3).	29
Figura 13. Clasificación (por día de almacenamiento) de pérdidas de Zanahoria, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=9).30	
Figura 14. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de zanahoria, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=3).	31

Figura 15. Clasificación (por día de almacenamiento) de las pérdidas de Cebolla, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=9).	32
Figura 16. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de cebolla, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=3).	33
Figura 17. Clasificación (por día de almacenamiento) de las pérdidas de repollo, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=9).	34
Figura 18. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de repollo, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=3).	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recomendaciones y estrategias propuestas para la reducción de pérdidas de frutas y hortalizas en el Banco de Alimentos de Honduras.	36
--	----

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Masa de los residuos generados (R).....	19
Ecuación 2. Pérdida de frutas y hortalizas totales (PFH).....	19
Ecuación 3. Porcentaje de PFH por etapa (Recepción y almacenamiento)	19
Ecuación 4. Porcentaje de PFH por causante (Deterioro Físico, fisiológico y patógeno)	19

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Muestreo de fruta y hortaliza de Hortifruti en recepción (día cero)	42
Anexo 2. Muestreo de frutas y hortalizas de Supermercados en recepción (día cero)	42
Anexo 3. Muestreo de frutas y hortalizas de Hortifruti durante almacenamiento (día 4-6)	43
Anexo 4. Selección y clasificación de frutas y hortalizas de Hortifruti en recepción (día 0).	43
Anexo 5. Selección y clasificación de frutas y hortalizas de supermercado en recepción (día cero)	44
Anexo 6. Selección y clasificación de frutas y hortalizas de Hortifruti durante almacenamiento (día 4-6).....	45
Anexo 7. Cuantificación de pérdidas de frutas y hortalizas	45
Anexo 8. Observaciones y características de descarte.....	46
Anexo 9. Charlas y capacitaciones al personal del BAH.	49
Anexo 10. Guía de descarte “Dona como si fuera para ti” del Banco de Alimentos de Honduras	49

RESUMEN

Las pérdidas de frutas y hortalizas afectan la seguridad alimentaria y el desarrollo económico, especialmente en países en vías de desarrollo como Honduras; Se estima que el 45 % de la producción mundial de estos alimentos se pierde, lo que destaca la necesidad de estudiar y analizar estas pérdidas. El objetivo de esta investigación fue analizar las pérdidas de frutas y hortalizas en los canales de abastecimiento del banco de alimentos de Honduras. Esta Investigación se realizó mediante un análisis de composición de residuos y pesado directo para cuatro especies (tomate, zanahoria, cebolla y repollo) de HORTIFRUTI y especies variadas de supermercados, realizándose seis etapas, desde la recepción y almacenamiento a 11 °C, hasta la cuantificación de las pérdidas, utilizando una muestra de 10% por lote ingresado, clasificando sus pérdidas por tipo de daño (mecánico, fisiológico y biológico). Las pérdidas totales de frutas y hortalizas registradas en el BAH representan el 41% del total recibido. De estas pérdidas, las provenientes de supermercados superan a las de Hortifruti, alcanzando un 26,7%. Las pérdidas principalmente causadas por daños físicos, que constituyen el 48% de las mismas, atribuibles a un manejo inadecuado y la exposición previa al mercado. Por otro lado, en el caso de las pérdidas de Hortifruti (9.8%), el factor principal son los daños causados por patógenos, que representan un 7.9%, debido a las condiciones inadecuadas de almacenamiento, como la falta de clasificación y control de temperatura. En conclusión, esta investigación ha permitido identificar las magnitudes de estas pérdidas y sus principales causas, como el manejo inadecuado durante la poscosecha, condiciones de almacenamiento ineficientes y la falta de capacitación del personal, así como su impacto en la eficiencia del sistema de distribución de alimentos.

Palabras clave: Pérdidas de alimentos, daño mecánico, daño patológico, daño fisiológico, pérdidas poscosecha.

I. INTRODUCCIÓN

Según datos de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Banco mundial; las pérdidas de alimentos representan cerca de un tercio de los alimentos producidos en el mundo (Brenes-Peralta et al. 2016), identificándose un aumento significativo de las pérdidas de frutas y hortalizas, representada con un 45 % (Acuña Reyes *et al.* 2018); las causas exactas varían dependiendo de sus localidades, predominando en Honduras problemáticas en la producción y procesamiento poscosecha.

La reducción de pérdidas de frutas y hortalizas es fundamental para combatir el hambre, ya que promueve una producción y consumo responsable, lo que a su vez impulsa el desarrollo económico y fortalece la seguridad alimentaria especialmente en los países más pobres del mundo (Brenes-Peralta *et al.* 2016). Sin embargo, en la actualidad solamente se cuentan estimaciones evidenciadas de pérdidas de frutas y hortalizas a nivel latinoamericano, lo que limita la comprensión precisa de la magnitud de este problema. Es crucial, por lo tanto, profundizar en estudios que cuantifiquen y analicen estas pérdidas a nivel nacional, para identificar las principales causas y poder abordarlas de manera efectiva.

En este contexto, Honduras no está exento a esta problemática global. Al analizar detalladamente las pérdidas de productos agrícolas, se podrán desarrollar estrategias más efectivas que contribuyan a reducir los desperdicios y mejorar tanto la disponibilidad de alimentos como el bienestar económico de la población. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es cuantificar las pérdidas de frutas y hortalizas en el Banco de Alimentos, identificar sus principales causas y proponer medidas estratégicas de reducción y así mitigar los elevados niveles de inseguridad alimentaria en la sociedad

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo General

Analizar las pérdidas de frutas y hortalizas que ocurren en los diferentes canales de abastecimiento del Banco de Alimentos de Honduras.

2.2.Objetivos Específicos

- Identificar las principales causas de pérdidas de frutas y hortalizas en los diferentes eslabones de la cadena de suministros en el Banco de Alimentos de Honduras.
- Cuantificar las pérdidas de cuatro especies de frutas y hortalizas abastecidas por supermercados y agricultores de la zona central de Honduras.
- Proponer medidas estratégicas destinadas a reducir las pérdidas de frutas y hortalizas en el Banco de Alimentos de Honduras.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Pérdidas de frutas y hortalizas

Las pérdidas de alimentos son un problema que ha existido siempre. Sin embargo, fue hasta el año de 1978 por INICIATIVA SAVE FOOD con el programa de “Prevención de Pérdidas de Alimentos”, y la campaña de lucha contra el hambre que se inició a estudiar esta problemática mundial. Actualmente, la FAO publicó un estudio que indica que en el mundo se pierde cerca de un tercio de la producción de alimentos destinados al consumo humano, lo que equivale a 1,300 millones de toneladas anuales (Giménez *et al.* 2022).

Actualmente las frutas y hortalizas son el alimento con mayor nivel de pérdidas (45 % de la producción mundial); así mismo, en la región de América Latina el 34 % de las pérdidas es enfocada a este grupo alimenticio. Uno de los mayores factores de estas pérdidas se debe a deficiencias en la producción agrícola representada con un valor de 13.4%, seguido por el inadecuado manejo poscosecha con un 7.5% y los altos estándares de calidad establecidos para la venta, como el color, tamaño y forma (Acuña Reyes *et al.* 2018).

En zonas o países desarrollados con ingresos medianos y altos, las pérdidas de frutas y hortalizas se producen principalmente durante las etapas de distribución y el consumo, debido al exceso de oferta y logística ineficiente, mientras que en los países subdesarrollados como Honduras, se producen durante las etapas de producción agrícola y poscosecha debido a limitaciones en infraestructura, tecnología, prácticas agrícolas inadecuadas y falta de acceso a mercados eficientes (Acuña Reyes *et al.* 2018); generando consecuencias en el balance de otros recursos como los sociales, ambientales y económicos (Brenes-Peralta *et al.* 2016)

3.2. Factores de pérdida en frutas y hortalizas

Las pérdidas de cultivos hortofrutícola son inevitables, ya que estos se producen en cada eslabón de la cadena alimenticia; en Honduras se cuenta con ingresos bajos, por lo cual, el mayor número de pérdidas de frutas y hortalizas se produce desde la producción en campo hasta el procesamiento, debido a altas deficiencias en buenas prácticas poscosecha, infraestructura, calidad e inocuidad en nuestros productos (Gustavsson et al. 2012).

La cosecha prematura y el inadecuado manejo poscosecha de las frutas y hortalizas influyen en gran parte en el aumento de pérdidas, ya que por falta de capacitación y deficiencias económicas en los agricultores, estos se ven forzados a la recolección de los cultivos obteniendo frutas y hortalizas con un menor valor nutritivo y económico, causando rechazos de los supermercados al imponer estándares altos de calidad para los productos frescos que conllevan a la pérdida, rechazando algunas frutas y hortalizas debido a peso, tamaño y apariencia (Gustavsson *et al.* 2012).

Uno de los factores más importantes en la etapa de poscosecha de los productos hortofrutícola es la temperatura, ya que afecta directamente la respiración, la transpiración y la producción de etileno, } las cuales están vinculadas a procesos que implican el deterioro y la pérdida del producto vegetal; el etileno se asocia al control de diferentes procesos fisiológicos y está estrechamente vinculado con la senescencia, con el ataque de plagas y enfermedades, y diversos tipos de estrés (Chiesa. 2010).

Así mismo, la humedad relativa es un factor poscosecha a considerar durante el almacenamiento, debido a que la pérdida de agua depende del déficit de vapor de agua, cuanto menor sea éste también lo serán las pérdidas de agua y por ende su calidad. A los factores ya mencionados se les debe sumar la composición atmosférica las cuales reducen la incidencia de los desórdenes fisiológicos, las alteraciones por microorganismos y los deterioros bioquímicos, cada uno de los

cuales originan cambios en las características organolépticas, como color, textura y sabor, al igual el desaprovechamiento o mal manejo de las atmósferas modificadas que contribuyen a disminuir el pardeamiento enzimático, ya que el aumento en la concentración de dióxido de carbono limita la producción de compuestos fenólicos, y la reducción en la producción de etileno y en los niveles de oxígeno (Chiesa. 2010).

Así mismo, en los países en desarrollo, muchas veces se cuenta con escasas instalaciones de almacenamiento y la falta de infraestructura, lo cual ocasiona pérdidas durante la poscosecha, debido a que los productos como frutas y hortalizas, son susceptibles al deterioro en climas cálidos por un mal transporte, almacenamiento y refrigeración, favoreciendo el deterioro por contaminación microbiológica, daño físico y cambio de color asociado a reacciones oxidativas (Acuña Reyes *et al.* 2018).

3.3.Deterioros en frutas y hortalizas

Desde el momento en que un fruto es separado de la planta, se vuelve susceptible a trastornos físicos, químicos, y microbiológicos; los cuales pueden ocurrir en cualquier etapa de las operaciones de poscosecha, transporte, selección y almacenamiento del fruto conduciendo a la pérdida prematura de calidad.

- **Deterioro Mecánicos**

El deterioro mecánico en frutas y hortalizas se produce por un inadecuado manejo del producto durante la cosecha y la poscosecha, los cuales pueden hacerse evidentes de manera instantánea, o en algunos casos tras un periodo de incubación para su visibilidad de 12 horas, como resultado de una excesiva fuerza ocasionando daños como magulladuras, roces o abrasión, deformación, cortes, punciones, fisuras o fracturas; provocando deformaciones, ruptura superficial o destrucción de tejido vegetal que da mayor susceptibilidad a la invasión fúngica

y pérdidas de agua, afectando las características físico-morfológicas, como volumen, forma y composición conduciéndolos a la senescencia (González et al. 2017).

- **Deterioro por golpe o magulladura**

Es uno de los más importantes, puede ocurrir durante la cosecha manipulación y transporte de frutas y hortalizas; se produce como resultado de la acción de una fuerza externa excesiva sobre la superficie de la fruta u hortaliza contra un cuerpo rígido o presiones entre ellos, los cuales no llegan a romper la epidermis, pero dejan una evidencia física de hematomas como resultado de la rotura celular que libera enzimas citoplasmáticas en los espacios intercelulares y reaccionan con el contenido vacuolar, lo que puede generar cambios de sabor y color del producto (Gamez-Villazana y Núñez 2022).

- **Deterioro por abrasión o cortes**

Este se produce por el roce de los vegetales entre sí o contra las paredes donde se almacenan o transportan, causando daños en forma de raspones, cortes o perforaciones, causando daños en su apariencia haciéndolas menos atractivas, pérdida de humedad exponiendo el tejido vegetal al aire, contribuyendo al crecimiento patógeno como punto de entrada de hongos y bacterias, y a la pudrición de las mismas (Vega. 2014).

- **Deterioro por desórdenes Fisiológicos**

Como consecuencia de factores adversos de naturaleza abiótica (no patogénica) tales como temperaturas extremas, atmósferas inadecuadas o desbalances nutricionales del cultivo, se presentan una serie de alteraciones en la fisiología normal de la fruta que afectan su calidad debido a su pérdida de sustancias de reserva, pérdida de permeabilidad de las membranas,

acumulación de productos tóxicos y el aumento la actividad enzimática que induce a la destrucción de tejidos provocando una pérdida de apariencia en peso y textura (Velázquez y Hevia. 2017). A continuación, se mencionan los desórdenes fisiológicos de mayor importancia en poscosecha.

- **Daño por Frio**

El almacenamiento a temperaturas inferiores a la mínima tolerable (alrededor de 12, 8 y 4 °C en frutas y hortalizas), pero superior a la temperatura de congelación puede influenciar en el desarrollo de desórdenes fisiológicos en la respiración y la maduración que son altamente influenciados por la temperatura, afectando las reacciones y composición química, así como la integridad física de las frutas y hortalizas (Inestroza Lizardo et al. 2016), causando alteraciones como el desarrollo de sabores y aromas atípicos, decoloraciones, ablandamientos, ennegrecimiento, deterioro de los tejidos e incremento de la susceptibilidad del producto al ataque de patógenos secundarios, causando consecuencias al deterioro de la calidad del producto (Murray. 2020).

- **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. La temperatura también modifica el efecto del etileno y de los niveles residuales de oxígeno y altos de dióxido de carbono 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 desarrollo de patógenos debido al aumento de actividad enzimática. Adicionalmente, se sufre de pérdida de agua por transpiración; todo lo cual deteriora a cualquier especie de fruta u hortaliza (Velázquez y Hevia. 2017).

- **Daño por baja concentración de oxígeno (O₂) y alta concentración de dióxido de carbono (CO₂)**

Bajos niveles de oxígeno en el ambiente pueden inducir procesos de fermentación en las frutas y hortalizas 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 es deficiente. Estos cambios son favorecidos por altas temperaturas. Mientras tanto en la acumulación de dióxido de carbono 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 (Velázquez y Hevia. 2017).

- **Daño por pérdida de agua**

La fruta y hortalizas cosechadas pierden 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, como el ablandamiento, marchitamiento y decoloraciones, los cuales pueden ocasionarse por baja humedad ambiental, exposiciones a altas temperaturas y exposiciones al aire, dando paso a la evaporación (Velázquez y Hevia. 2017).

- **Producción de Etileno**

El etileno es un gas producido naturalmente por algunas frutas y hortalizas, y es conocido como la hormona vegetal que coordina o regula variados procesos fisiológicos como la maduración de frutos climatéricos y senescencia, entre otros. El etileno es el responsable de los cambios en

la textura, consistencia, color, sabor y otros procesos involucrados en la maduración de los frutos climatéricos causando el deterioro, pérdida de valor nutricional y comercial. La producción de etileno en los frutos no climatéricos es en pequeñas proporciones y su concentración también es mínima, para lograr una mejora en la vida poscosecha de frutas y hortalizas es necesario mantener niveles bajos de etileno en la atmosfera, evitando que las grandes productoras de este gas se coloquen junto a las sensibles durante su almacenamiento (Loayza Agila y Tumbaco. 2020).

Aunque es esencial para la maduración de frutas y hortalizas, también puede acelerar su deterioro. La sensibilidad al etileno varía entre diferentes tipos de productos, con algunas frutas y verduras siendo más susceptibles que otras. Por ejemplo, las frutas que producen etileno, como manzanas, plátanos y tomates, pueden provocar la maduración y senescencia en productos sensibles al etileno, como verduras de hoja verde, pepinos y fresas, cuando se almacenan juntos. (Loayza Agila y Tumbaco. 2020).

- **Deterioro por patógenos**

Los patógenos más importantes que causan pérdidas poscosecha en frutas y hortalizas son normalmente bacterias y hongos. Las bacterias son a menudo la causa más importante de deterioro en hortalizas, aunque no la más frecuente. Las bacterias más comunes en poscosecha son las pertenecientes al género *Erwinia*, que causan pudriciones suaves o también diferentes especies del género *Pseudomonas* (Herrera et al. 2022).

El crecimiento óptimo de estos patógenos es de 20 – 25 °C, aunque toleran temperaturas de hasta 38 °C. Por otro lado, temperaturas inferiores a 15 °C inhiben su crecimiento y desarrollo, aunque algunos hongos como *P.expansum*, *B. cinérea*, *A. alternata* y *C. herbarum* pueden hacerlo incluso a -1 °C. Los géneros que habitualmente se detectan en la poscosecha de productos hortofrutícolas son la *Alternaria*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Fusarium*, *Rhizopus* y *Mucor*. La mayor parte de estos microorganismos sólo pueden invadir productos dañados. Solamente unos pocos, como

Colletotrichum, son capaces de penetrar a través de la epidermis de frutos sanos (Herrera *et al.* 2022).

3.4. Consecuencias de las Pérdidas de frutas y hortalizas

Las consecuencias derivadas de las pérdidas de frutas y hortalizas se deben a la disminución de la cantidad de este grupo alimenticio durante la cadena de suministros; Estas elevadas pérdidas, no solo implican pérdidas alimenticias, sino también de otros recursos importantes, causando un impacto significativo en los ámbitos económicos, ambientales, y sociales contribuyendo al incremento de la inseguridad alimentaria en la población.

- **Económicos**

Desde una perspectiva económica, las pérdidas de frutas y hortalizas afectan de diversas maneras, desde los productores, hasta las personas en general; los productores sufren de pérdidas económicas debido a rechazos significativos de la materia orgánica, causa de la producción en cantidades excedentes, déficit de calidad (estéticas, dimensionales, etc.) y por la pérdida de recursos invertidos, los cuales estiman pérdidas económicas (Karlen *et al.* 2022), impulsando al aumento de los precios, produciendo escases y dificultades al acceso de los consumidores a este grupo alimenticio, contribuyendo a la inseguridad alimentaria, y generando desafíos financieros para los productores obteniendo un menor número de ganancias en dicha producción debido a productos no vendidos (FAO 2023).

- **Sociales**

En el año 2022, más de un tercio (38 %) de la población del mundo, se vio afectada por inseguridad alimentaria moderada o grave, afectando más de 90 millones de personas, esta

situación se debió en gran medida a la falta de acceso a frutas y hortalizas, que son una fuente crucial de nutrientes esenciales, llevándonos a una escasez de alimentos provocando deficiencias nutricionales y problemas de salud en la población (FAO 2023).

Reducir los niveles de pérdidas de frutas y hortalizas podría tener un impacto significativo en la mitigación de la inseguridad alimentaria, ya que muchas veces el problema radica en el acceso como poder adquisitivo y el precio de las frutas y hortalizas, por lo cual se priva de productos nutritivos y saludables a gran parte de la población. Así mismo en un contexto donde miles de personas padecen de hambre o tiene acceso limitado de alimentos nutritivos, las pérdidas de frutas y hortalizas pueden agravar la pobreza y la desigualdad al elevar los precios y disminuir la disponibilidad de alimentos para comunidades vulnerables (Gustavsson *et al.* 2012).

- **Ambientales**

En el impacto ambiental se ejercen presiones sobre el ecosistema debido a las demandas de frutas y hortalizas de la población, perdiendo recursos naturales como la tierra donde se cultiva, que reflejan un incremento de la huella de carbono, así mismo, se ha reflejado alrededor de un 30 % de incremento en el consumo total de energía y un 34 % del total de emisiones de gases invernadero debido a la descomposición de estos productos, los cuales contribuyen al cambio climático. La producción de frutas y hortalizas implica el uso de grandes cantidades de agua, fertilizantes, pesticidas y otros insumos agrícolas, cuando estos productos se pierden, también se están perdiendo todos aquellos recursos utilizados en su producción, lo que aumenta la presión sobre los recursos naturales y problemas de sostenibilidad (Calvimontes Baltodano *et al.* 2023).

3.5.Estrategias de disminución de pérdidas de frutas y hortalizas

Prevenir y reducir las pérdidas de frutas y hortalizas es esencial para obtener un sistema sostenible, mejorar la cadena de suministro y mitigar la inseguridad alimentaria, lo cual nos lleva a implementar estrategias que promuevan sistemas alimentarios más eficientes (Calvimontes Baltodano et al. 2023), entre las cuales se pueden mencionar: el establecer ordenes de prioridades que permitan organizar los diferentes tipos de acciones según el nivel de beneficio en la reducción de pérdidas, inversiones de mejora en infraestructura y transporte, técnicas de enfriamiento, creación de puntos de control para manejo de humedad relativa y temperatura, y optar por la adopción de tecnologías de almacenamiento (Hanson *et al.* 2022).

Por último, un aspecto fundamental es ofrecer capacitaciones al personal vinculado a la poscosecha, haciendo énfasis en los daños más comunes, como los ocasionamos y cómo podemos prevenirlos o disminuirlos; cómo manejar las temperaturas adecuada, sus clasificación de acuerdo a su vulnerabilidad a ciertas temperaturas y producción de etileno; así mismo capacitaciones concientizadoras destacando la importancia del aprovechamiento de frutas y hortalizas que aun cuentan con una calidad nutricional promoviendo el desarrollo de productos, para un adecuado aprovechamiento

IV. MATERIALES Y MÉTODO

La investigación se realizó, en el Banco de Alimentos de Honduras, organización sin fines de lucro ubicada en la Colonia 21 de octubre, salida a Valle de Ángeles, contiguo a SAT Honduras, Tegucigalpa, Francisco Morazán 11101, HN.

4.1. Materiales y Equipo

- **Material Orgánico:** Se utilizaron distintas especies de frutas y hortalizas provenientes de la zona central de Honduras, donadas por sus principales proveedores, Hortifruti y supermercados. Las frutas y hortalizas provenientes de supermercados se encontraban mezcladas dentro de una misma cesta (distintas especies); de forma diferente, el producto proveniente de Hortifruti, se encontraba almacenado de forma individual, es decir una especie en cada cesta.
- El trabajo se realizó utilizando cuatro especies provenientes de Hortifruti (tomate, zanahoria, cebolla y repollo), las cuales fueron escogidas por su recurrencia y cantidad ingresada a las instalaciones. Además, se incluyen diversas especies de supermercado. Para ambos orígenes, se tomó una muestra del 10 % de la cantidad total ingresada, estudiándose a profundidad la magnitud de esta problemática.
- **Materiales complementarios:** Cestas, formularios para registrar la pérdida, calculadora y cámara fotográfica
- **Equipos e instrumentos:** Balanza industrial de pedestal, cámara frigorífica, termómetro infrarrojo.

4.2. Metodología

La cuantificación de las pérdidas de frutas y hortalizas se realizó mediante un análisis de composición de residuos y pesado directo, proceso utilizado para identificar y clasificar las pérdidas generadas de material orgánico, ayudando a tener una visión detallada de la cantidad y tipo de residuo. El análisis se realizó mediante un método de estudio descriptivo–cuantitativo observacional, cuyo objetivo fue describir y registrar un comportamiento por medio de la observación, verificando los aspectos físicos de las distintas especies analizadas. Para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados, se realizaron tres repeticiones para cada uno de los productos en las distintas etapas. Este análisis se desarrolló durante la recepción y almacenamiento del producto en el Banco de alimentos de Honduras. La investigación se desarrolló en seis etapas, las cuales se describen en la **Figura 1**.

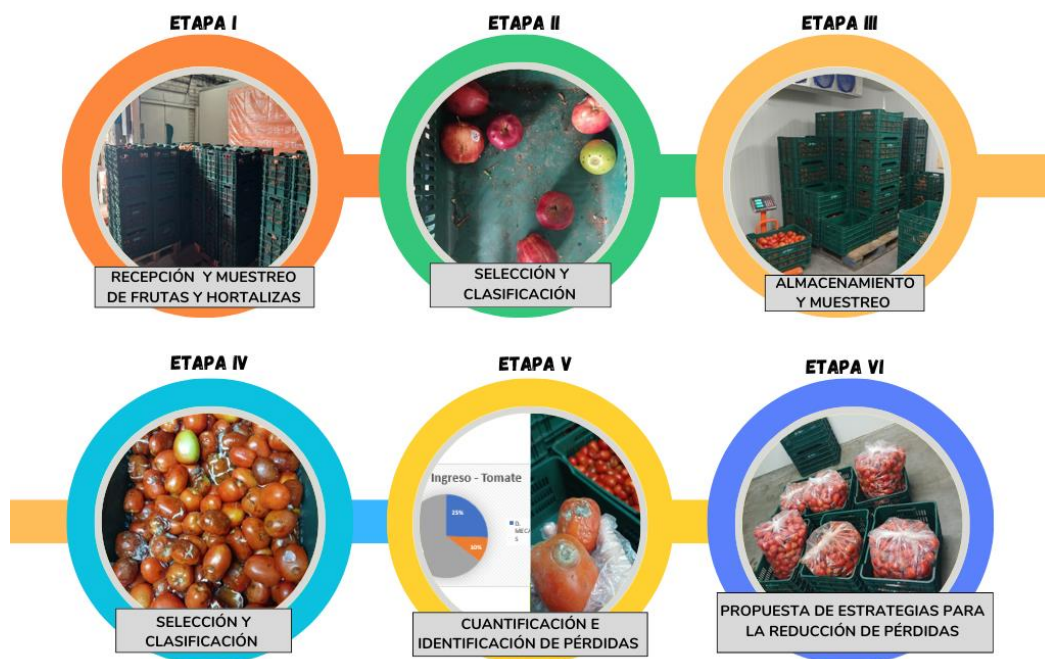


Figura 1. Etapas para la cuantificación de pérdidas de frutas y hortalizas en el banco de alimentos de Honduras.

4.2.1. Etapa I: Recepción y muestreo de frutas y hortalizas

Posterior a la recolección de las frutas y hortalizas en Hortifruti o supermercados, se realizó un control de ingreso a las instalaciones del BAH, especificando la fecha y cantidad para cada especie. En el caso del producto proveniente de supermercados, solamente se identificaron las cantidades totales ingresadas, sin especificación de cada especie; mientras que para el producto proveniente de Hortifruti se conocieron las cantidades exactas ingresadas por cada especie. Una vez determinada la cantidad total de frutas y hortalizas ingresadas, se procedió a tomar una muestra correspondiente al 10 % del total de las frutas y hortalizas registradas; para ello, se numeraron todas las cestas y se seleccionaron de manera aleatoria utilizando el programa App Sorteos. En el caso de los productos provenientes de Hortifruti, la muestra fue tomada por especie específica (tomate, zanahoria, cebolla y repollo) (Figura 2). En cambio, para los productos provenientes del supermercado, la muestra se extrajo en función del peso total del material ingresado, dado que las cestas contenían varias especies.



Figura 2. Recepción y muestreo de frutas y hortalizas.

4.2.2. Etapa II. Selección y clasificación de las frutas y hortalizas

Después de obtener las muestras se procedió a la selección; seleccionando y clasificando todos los frutos que sufrían de daños fisiológicos, mecánicos y patógenos, presentando afecciones como, deshidrataciones, sobre madurez, daños mecánicos severos, machucones, pudriciones y hongos (Figura 3), misma que se realizó utilizando la guía de descarte “Dona como si fuera para ti” del Banco de Alimentos de Honduras. Al culminar esta clasificación para cada uno de los productos (Hortifruti y supermercados) o especies en el caso de Hortiftuti, se procedió a pesar el descarte, los resultados fueron medidos en kilogramos de producto descartado en una balanza electrónica industrial (CORETTO), estimando la cantidad de pérdidas obtenidas de acuerdo a su causa, procediendo a almacenar todo el producto apto para consumo a una temperatura aproximada de 11 °C su almacenamiento.



Figura 3. Selección y clasificación de daños de frutas y hortalizas

4.2.3. Etapa III. Almacenamiento de producto proveniente de Hortifruti

En esta etapa de almacenamiento, se trabajó con los productos seleccionados previamente como aptos para el consumo. Se realizó el segundo análisis, llevándose un control de la cantidad de cada una de las especies analizadas (tomate, zanahoria, cebolla y repollo) entre los días 4 y 6 en el cuarto de almacenamiento. El objetivo fue determinar la cantidad total de producto disponible en dicho cuarto, para luego tomar una muestra de análisis correspondiente al 10 % de esa cantidad. La selección de la muestra se realizó de manera aleatoria, utilizando cestas enumeradas elegidas al azar con la ayuda de la aplicación App Sorteos. Este proceso se llevó a cabo únicamente para las especies provenientes de Hortifruti, ya que los productos provenientes de supermercados presentan una rotación inmediata debido a sus características organolépticas más afectadas y a su rápida senescencia, derivada principalmente de daños mecánicos preexistentes.

Durante el almacenamiento y proceso de distribución del material de Hortifruti, el producto se encontraba en el cuarto de almacenamiento a una temperatura aproximada de 11 °C, el cual se manejó bajo el sistema de "primeras entradas, primeras salidas" (PEPS). Los lotes se organizaron dentro del cuarto de almacenamiento, colocándolos en pallets con un estibado de 6x5 en cada una de ellas con el fin de evitar el contacto con el suelo

4.2.4. Etapa IV. Selección y clasificación

Después de haber permanecido durante un período de 4 a 6 días en el cuarto de almacenamiento a una temperatura aproximada de 11 °C, y tras haber tomado las muestras de cada material orgánico existente dentro del cuarto de almacenamiento, se procedió a un exhaustivo proceso de selección y clasificación mediante una evaluación visual detallada. El objetivo principal fue identificar cualquier tipo de daño en los frutos provenientes de Hortifruti. Este análisis se realizó dentro del cuarto de almacenamiento, manteniendo una temperatura controlada de entre 10 y 14 °C. Para llevar a cabo la clasificación, se utilizaron tres canastas, cada una destinada a

un tipo específico de daño: mecánico, fisiológico y patógeno. En la primera canasta se colocaron los frutos con daños mecánicos severos, luego los daños fisiológicos, como deshidrataciones y símbolo de sobre madurez; y en la tercera, las pudriciones o señales de hongos. Este procedimiento de selección fue llevado a cabo para cada una de las especies provenientes de Hortifruti. Cada fruta y hortaliza fue inspeccionada de manera individual, separando aquellos que presentaban daños visibles de cualquier tipo.

4.2.3. Etapa V. Cuantificación e identificación de pérdidas

Una vez que las frutas y hortalizas han sido clasificadas según el tipo de daño (mecánico, fisiológico o patógeno), se procedió a realizar la cuantificación de las pérdidas. Para ello, se pesó en una balanza Electrónica industrial (CORETTO) cada una de las cestas que contenía los productos afectados, separadas por tipo de daño, lo que permitió obtener tanto la cantidad inicial de pérdidas al momento de la inspección como las pérdidas registradas después de un período de 4 a 6 días de almacenamiento. Los resultados se expresaron a en kilogramos. Posteriormente, se calculó la cantidad de pérdida (kg) por tipo de daño para cada una de las especies, determinando así las pérdidas en ambas etapas. Al sumar estas pérdidas por etapa, se obtuvo el total de pérdida por lote analizado, lo cual se vio reflejado en la **Ecuación 1 y 2**. Estos valores pueden convertirse en porcentajes para cada etapa o tipo de daño utilizando las **Ecuaciones 3 y 4**.

Para la identificación de las causas de las pérdidas de frutas y hortalizas, se llevó a cabo un análisis detallado de las condiciones óptimas de almacenamiento de las especies. Además, se realizaron mediciones de temperatura en las distintas áreas (cuarto de almacenamiento y unidad de transporte) dos veces al día: al inicio y al final de la jornada laboral, utilizando un termómetro infrarrojo; También se realizó un seguimiento observacional del trabajo del personal encargado de la manipulación directa de las frutas y hortalizas, con el fin de identificar daños físicos causados por el exceso de peso en las cestas o por un manejo inadecuado al

organizar y distribuir las frutas y hortalizas, factores principales que contribuyen al deterioro de los productos

- **Ecuación 1.** Masa de los residuos generados (R)

$$R = R_I + R_A$$

Donde:

R_I = Residuos generados en la etapa de recepción.

R_A = Residuos generados en la etapa de almacenamiento.

- **Ecuación 2.** Pérdida de frutas y hortalizas totales (PFH).

$$PFH = R$$

Donde:

R = Residuos Generados

PFH_x = Pérdidas de frutas y hortalizas por etapa (Recepción y almacenamiento)

- **Ecuación 3.** Porcentaje de PFH por etapa (Recepción y almacenamiento)

$$\% PFH_x = \frac{R_x}{PFH} \times 100$$

- **Ecuación 4.** Porcentaje de PFH por causante (Deterioro Físico, fisiológico y patógeno)

$$\% PFH_{Causa} = \frac{PFH_x}{C_x} \times 100$$

Donde:

R_x = Residuos generados por etapa

PFH_x = Pérdida generada por etapa

C_x = Causa por etapa (Recepción y almacenamiento)

4.2.4. Etapa VI. Propuesta de Estrategias para la reducción de pérdidas

Durante este periodo, se realizó una serie de actividades con el objetivo de fortalecer el proceso de almacenamiento y las operaciones con un enfoque claro a la reducción de pérdidas. Entre estas actividades se llevaron a cabo capacitaciones intensivas en el manejo de alimentos perecederos (Anexo 9), buenas prácticas de manufactura (BPM) y procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES). Estas capacitaciones fueron diseñadas para mejorar las competencias del personal y garantizar que las frutas y hortalizas se manipularan bajo condiciones óptimas, lo que a su vez contribuye con la disminución de pérdidas durante el proceso; además, al culminar este periodo todos los resultados fueron presentados al Banco de alimentos de Honduras, ofreciendo recomendaciones para la adquisición de equipo, control del personal y control en el cuarto de almacenamiento (Tabla 3).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Pérdidas totales de frutas y hortalizas

Los resultados muestran que en promedio se pierden alrededor de 16.8 kg de frutas y hortalizas por cada lote que ingresa al banco de alimentos de Honduras. Esto significa que en un periodo de 2 meses (se analizan 5 lotes), se obtuvo una merma de 251.9 kg; cantidad de alimento suficiente para alimentar a 630 personas, pues según recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, para tener una dieta saludable, se deben consumir 0.4 kg de frutas y hortalizas por día (Mena Roa, 2023).

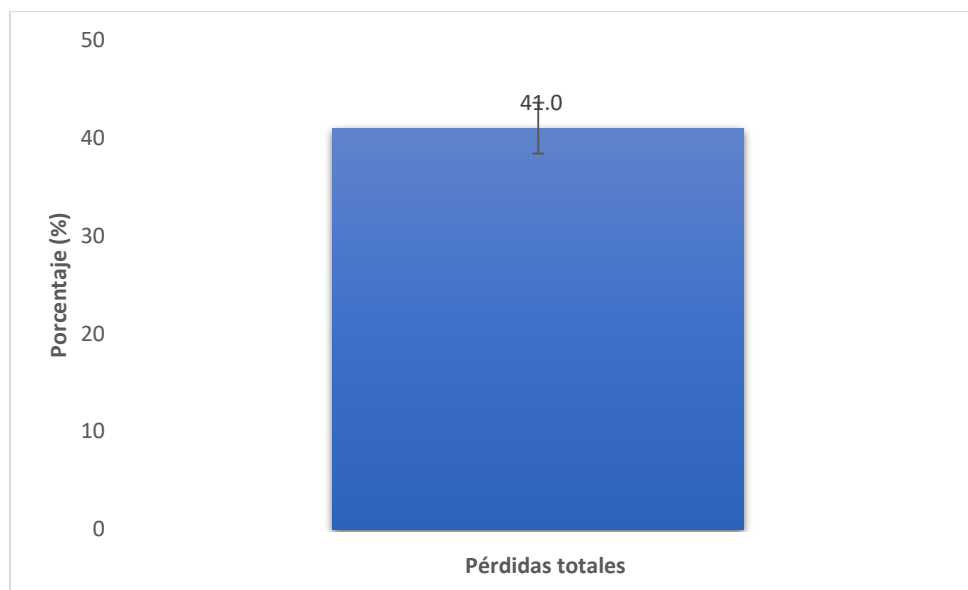


Figura 4. Pérdidas totales de frutas y hortalizas, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=28).

En la figura 4 de pérdida totales de frutas y hortalizas se observa que las pérdidas de frutas y hortalizas en el Banco de alimentos de Honduras alcanzan un 41% de todo el material orgánico ingresado, este valor es considerablemente alto, ya que significa que casi la mitad de los productos que llegan a las instalaciones no pueden ser distribuidos a las personas que los necesitan (Figura 4). La falta de clasificación adecuada de los productos a su ingreso, como el inadecuado manejo del etileno son las razones por las cuales las frutas y hortalizas se deterioran rápidamente. Además, en el contexto de las pérdidas de frutas y hortalizas a nivel global, estas alcanzan un porcentaje similar, ya que a nivel mundial se estiman en torno al 45% de la producción total.

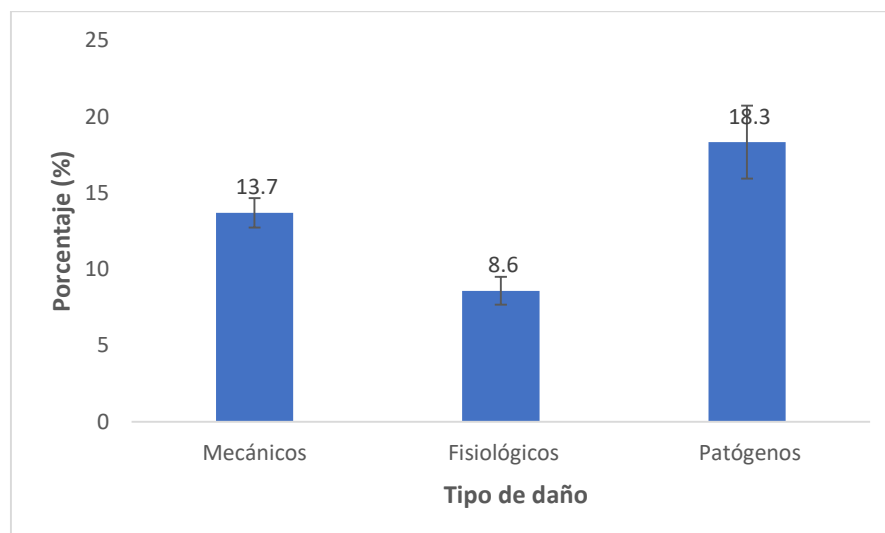


Figura 5. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de frutas y hortalizas, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=28).

En la figura 5 se observa las principales causas de pérdidas de frutas y hortalizas, del cual los daños por patógenos se presentan en mayor proporción, alcanzando 18.3 %, mientras que las pérdidas por daños Mecánicos representan un 13.7% y por daños fisiológicos un 8.6% (Figura 5). La falta de clasificación adecuada de los productos a su ingreso es la principal causa de pérdidas, por lo que al momento de no descartar todo ese producto contaminado patológicamente este produce una contaminación cruzada a los alimentos sanos.

5.1.1. Pérdidas de frutas y hortalizas por proveedor

En el Banco de Alimentos de Honduras, se reciben productos hortícolas provenientes de dos proveedores principales, los cuales son los más frecuentes en el abastecimiento. Estos proveedores son Hortifruti y Supermercados (la colonia, la despensa, pricemart etc.), quienes juegan un papel fundamental en la distribución y entrega de alimentos frescos y nutritivos.

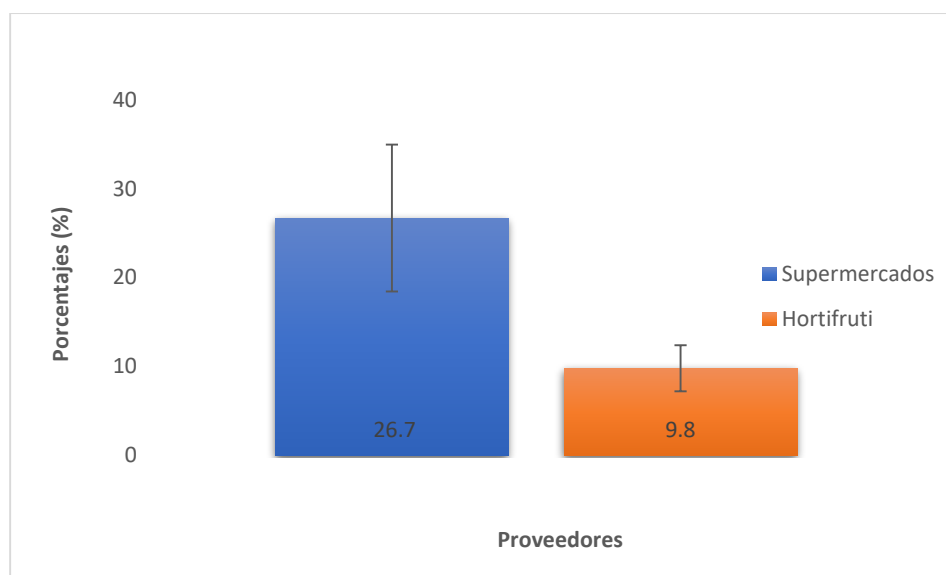


Figura 6. Clasificación de las pérdidas de frutas y hortalizas según proveedores, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n= 4,24).

La figura 6 presenta una diferencia significativa entre las pérdidas de frutas y hortalizas provenientes de supermercados y de su mayor proveedor Hortifruti. En las pérdidas iniciales los supermercados experimentan un porcentaje de pérdida significativamente mayor (26.7%) en comparación a Hortifruti (9.8%) (Figura 6). El producto proveniente de supermercados presenta un mayor porcentaje de deterioro debido a que ha sido expuesto a la venta por un determinado periodo de tiempo, en el cual sus características organolépticas y fisiológicas se han ido deteriorando.

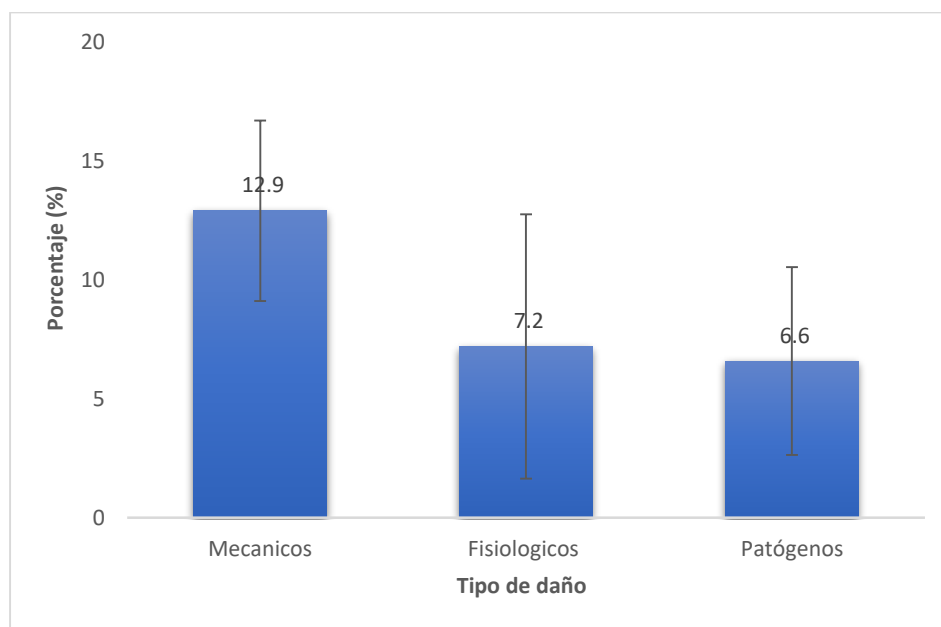


Figura 7. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de frutas y hortalizas provenientes de supermercado, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=4).

Las pérdidas de frutas y hortalizas provenientes de supermercados se deben principalmente a daños mecánicos, predominando con un 26.7%. Estas pérdidas son causadas por sobre manipulación, inadecuado manejo durante el transporte y almacenamiento; obteniendo como resultado frutas y hortalizas con afecciones como golpes, cortes, magulladuras y abrasiones que comprometen su integridad. Mientras tanto las pérdidas por daños fisiológicos y patológicos representan un 7.2 % y 6.6%, respectivamente (Figura 7).

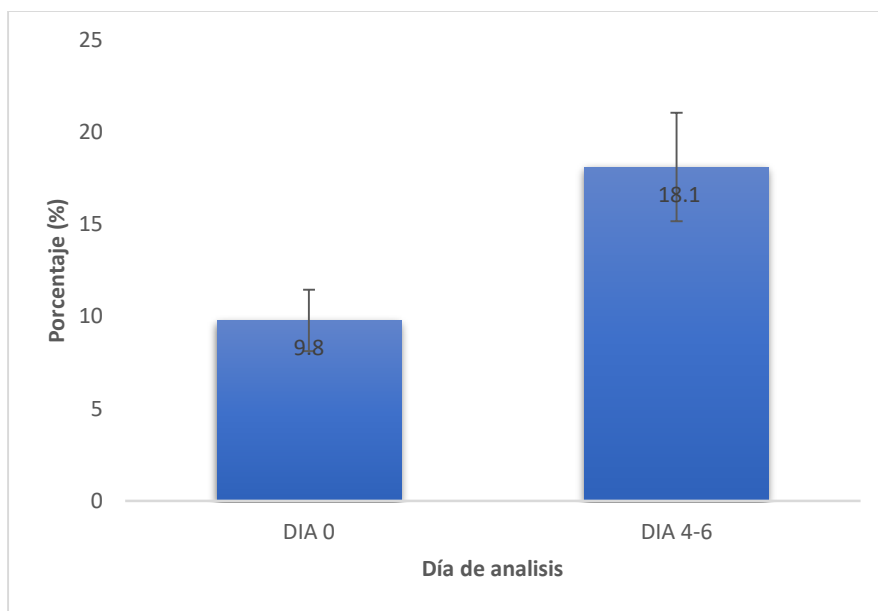


Figura 8. Clasificación (por día de almacenamiento) de las pérdidas totales de frutas y hortalizas, provenientes de Hortifruti en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=12).

En la figura 8 se muestra un incremento significativo en el porcentaje de pérdidas de productos obtenidos de Hortifruti, observando que la pérdida inicial de las especies era de un 9.8%, del cual al transcurrir 4-6 días se duplicó a 18.1%. Estas pérdidas se atribuyen principalmente a la contaminación cruzada, ya que las pérdidas por daños patógenos representan el 56.9% de las pérdidas totales, ya que por falta de personal no se realiza una preselección del material orgánico, permitiendo la proliferación de hongos y bacterias a productos sanos en condiciones de temperaturas inadecuadas causando pudriciones y otros tipos de daños (Figura 8).

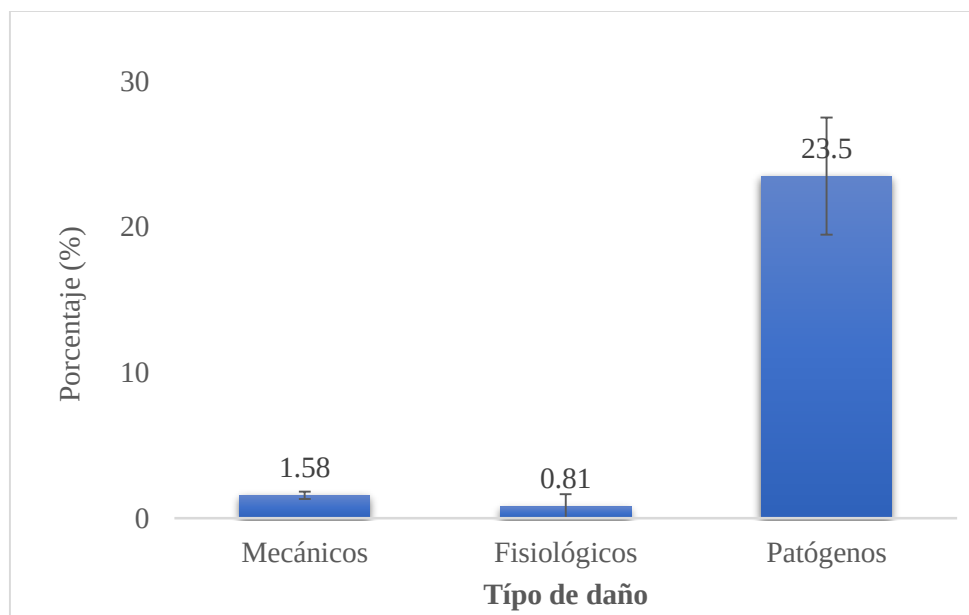


Figura 9. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas totales de frutas y hortalizas provenientes de Hortifruti, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=8).

La Figura 9 muestra que dentro las pérdidas totales provenientes de Hortifruti, los principales hallazgos son los daños patógenos, los cuales representan el 23.6% de las pérdidas totales, mientras tanto, la suma de los daños mecánicos y fisiológicos no superan el 3% de las pérdidas totales (Figura 9). El principal causante de estas pérdidas indica que diversos patógenos como hongos y bacterias están afectando a las diferentes especies de productos hortícolas (tomate, zanahoria, cebolla, repollo) obtenidos por Hortifruti; el bajo porcentaje de las pérdidas por daños mecánicos y fisiológicos se deben a que Hortifruti es un centro de distribución especializado en frutas y hortalizas, asegura condiciones de almacenamiento óptimas y adaptadas a cada tipo de producto, lo que contribuye a retrasar su senescencia.

5.1.2. Pérdidas totales por Hortaliza provenientes de Hortifruti

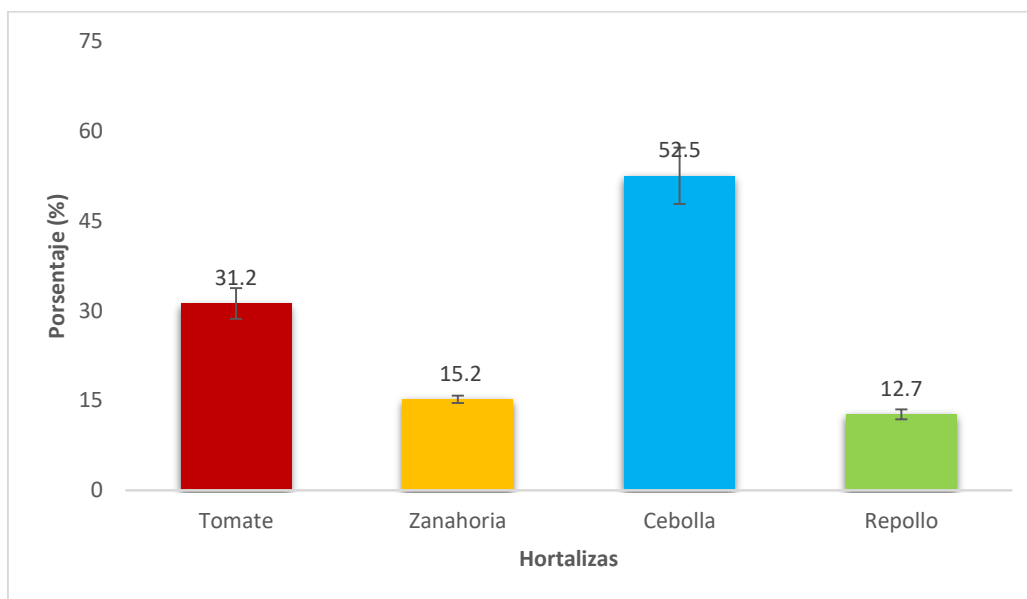


Figura 10. Clasificación (por especie) de las pérdidas de frutas y hortalizas provenientes de Hortifruti, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=6).

Las especies que presentaron mayor porcentaje de pérdidas durante todo el periodo de almacenamiento fueron el tomate y la cebolla (31.2 y 52.5 %, respectivamente), mientras la zanahoria y el repollo presentaron pérdidas de 15.2 y 12.7 %, respectivamente (Figura 10). La cebolla presenta un mayor índice de pérdida (52.5%), ya que es un producto propenso a daños fisiológicos y biológicos, como el desarrollo de mohos y pudriciones, especialmente si no se mantienen las condiciones óptimas de almacenamiento. Mientras tanto, el tomate presenta un índice de 31.2%, debiéndose a su alta perecibilidad, ya que es un producto susceptible a daños mecánicos, enfermedades y sobremaduración durante la manipulación, transporte y almacenamiento (Brenes-Peralta et al. 2016).

Los altos niveles de deterioro principalmente en la cebolla, zanahoria y repollo, se deben a condiciones inadecuadas de almacenamiento, ya que estas deberían almacenarse a temperaturas de entre 0 y 5 °C (López Camelo 2003). Sin embargo, la temperatura del cuarto de almacenamiento

de las instalaciones del BAH es de aproximadamente 11 °C, temperatura óptima para el almacenamiento del tomate. Sin embargo, las exposiciones al etileno y corrientes de aire es otro factor que influye en el deterioro debido a que el espacio entre los pallets es reducido y las cestas de cada especie se encuentran sobrecargadas.

A. Pérdidas de Tomate

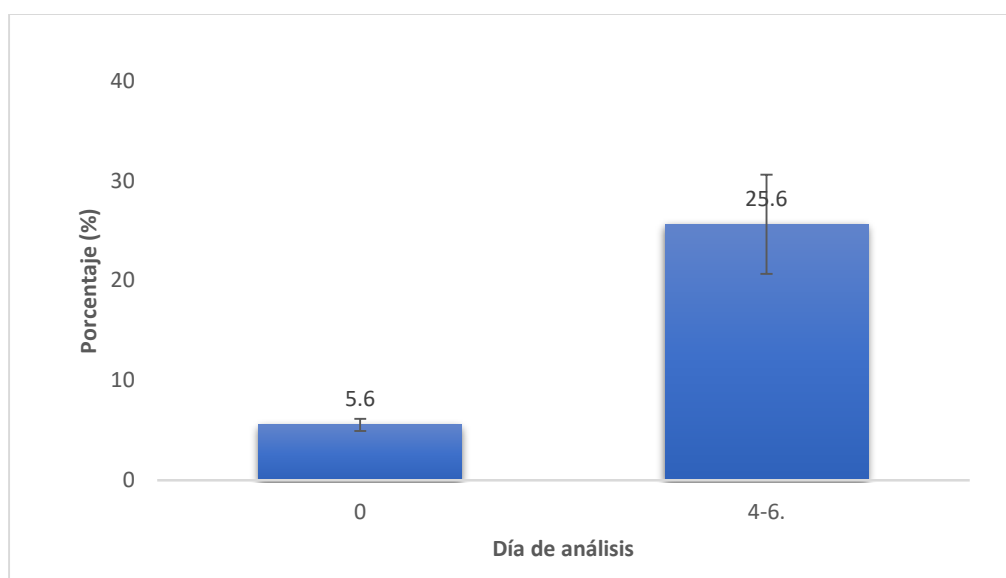


Figura 9. Clasificación (por día de almacenamiento) de las pérdidas de tomate, en el banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=9).

En la Figura 11 se percibe que al momento que ingresó el tomate (día cero), este presentó un porcentaje de daño equivalente a 5.6 % y luego de 4 – 6 días de almacenamiento a una temperatura de 11 °C, aumentó cinco veces su valor (25.6 %) (Figura 11). En este aumento en el porcentaje de deterioro Una de las razones del aumento de este porcentaje fue la falta de selección de la especie al momento de ingresar; es decir, que todo el lote ingresa con productos en mal estado y no se realiza una selección ni descarte adecuado del material orgánico, lo cual permite la contaminación cruzada entre los productos deteriorados y los sanos.

Además, se observa una falta de clasificación conforme a la producción de etileno de las distintas especies; lo que aumenta el riesgo de deterioro del tomate. El etileno acelera la maduración y senescencia de los frutos, y a niveles elevados, puede hacer que los tomates maduren y se deterioren más rápido. Esto es especialmente problemático en entornos de almacenamiento mixto, donde los tomates sanos pueden entrar en contacto con otros frutos que ya emiten etileno, provocando una sobremaduración prematura. Un control adecuado del etileno es esencial para prevenir estas pérdidas sobremaduración (Brenes-Peralta et al. 2016).

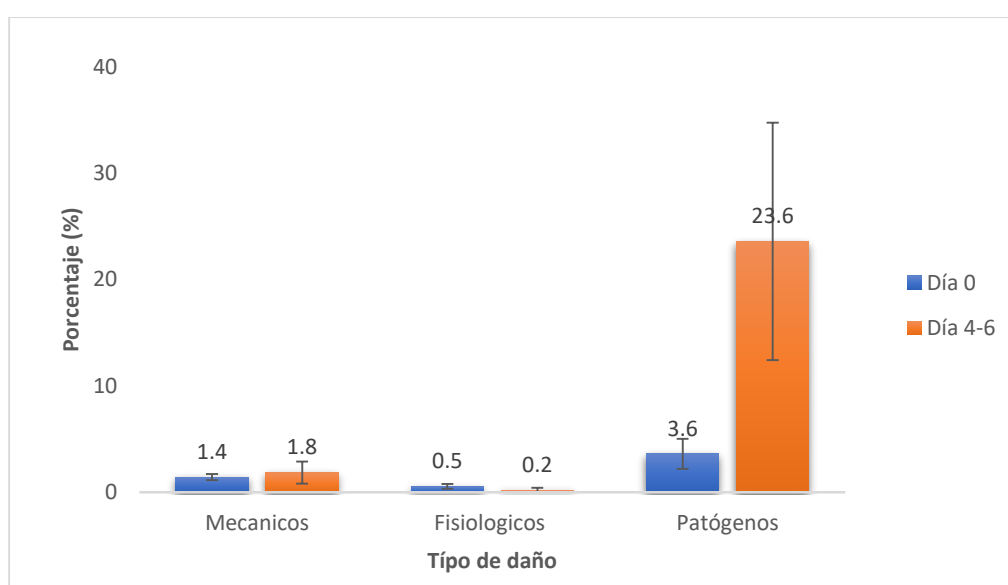


Figura 10. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de tomates, en el Banco de Alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=3).

En la Figura 12 se puede observar los porcentajes de pérdida inicial (día cero) y pérdida después de 4-6 días de almacenamiento a una temperatura de aproximadamente 11 °C, identificándolas por su tipo daño; observando que el daño que ocasionó las mayores pérdidas de tomate durante el almacenamiento fue el daño por patógenos, obteniendo un valor de 3.6 % en la recepción y un 23.6 % luego de 4-6 días de almacenamiento, mientras que los daños mecánicos (1.4 y 1.8 %) y fisiológicos (0.5 y 0.2 %) son mínimos (Figura 12).

Las pérdidas por patógenos en su mayoría se deben a la falta de selección de la especie al momento de ingresar a las instalaciones, lo que nos indica que al momento del almacenamiento dentro de aproximadamente 24 de las cestas se encuentre 1% de presencia de frutos con daños patógenos, como *Geotrichum Candidum* comúnmente llamada Podredumbre ácida.

B. Pérdidas de Zanahoria

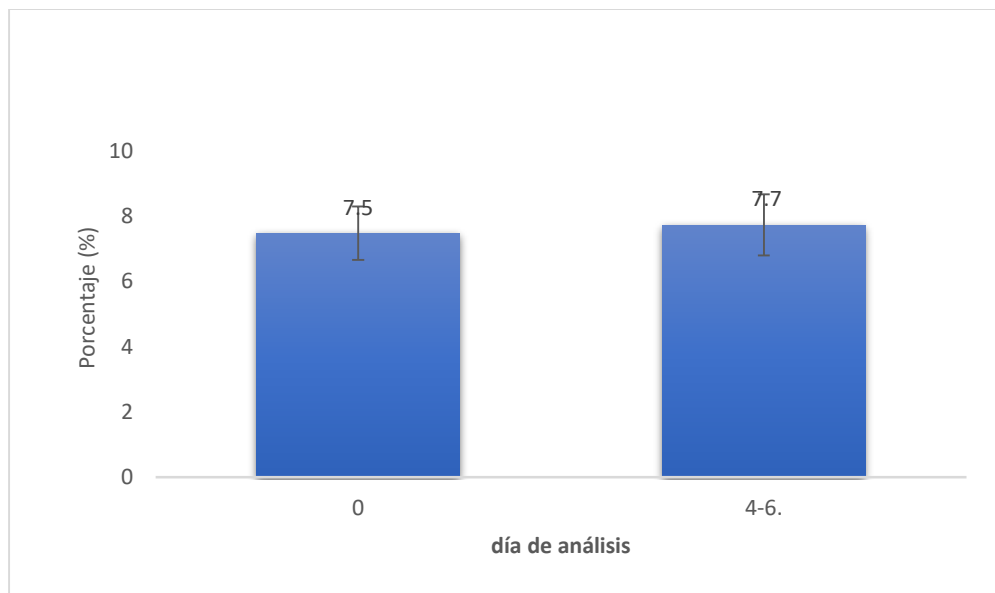


Figura 11. Clasificación (por día de almacenamiento) de pérdidas de Zanahoria, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=9).

En Figura 13 se observa un ligero aumento (0.2%) de las pérdidas al día de recepción con un 7.5% y a los días 4-6 de almacenamiento a una temperatura de 11 °C un aumento a 7.7 % (Figura 13). Al comparar el nivel de pérdidas de zanahoria con las del tomate, estas son aproximadamente tres veces menores a las pérdidas al día 4-6 de tomate.

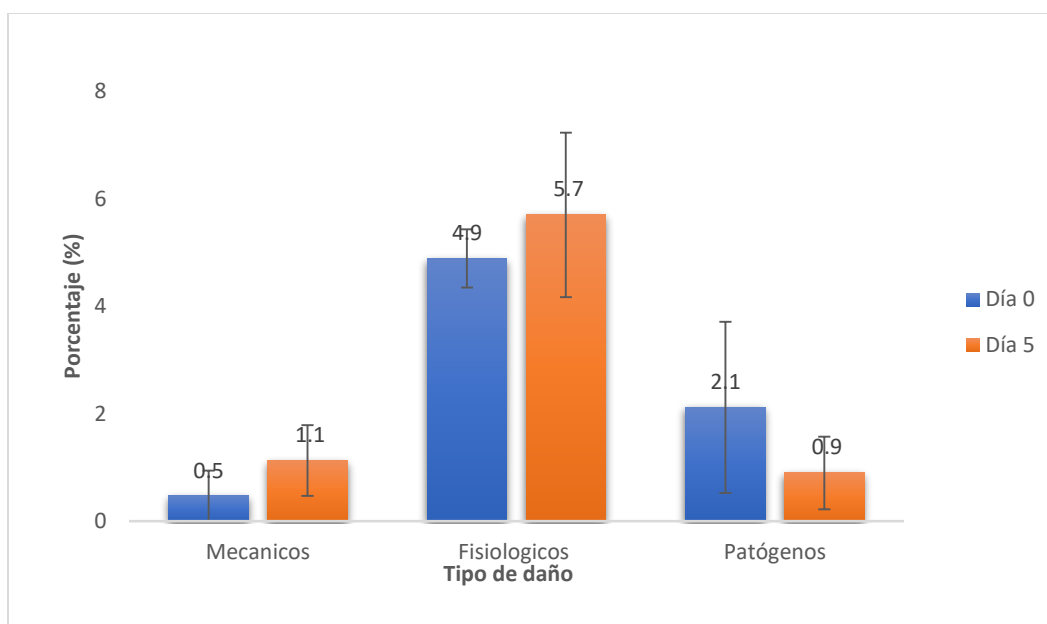


Figura 12. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de zanahoria, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=3).

En la Figura 14 se observa que los mayores porcentajes de pérdida en la zanahoria ocurrieron debido a daño fisiológico (71.5% de las pérdidas totales) representadas con un 4.9 % al día de recepción y un 5.7% entre en día 4-6 de almacenamiento, debido a la flacidez, pérdida de agua y cambio de coloración en el fruto, manifestándose por medio de decoloraciones de la piel y el amarillamiento, especialmente en la zona cercana a las puntas, así mismo la aparición de manchas oscuras lo cual se le acredita a la transpiración y oxidación del fruto. Mientras tanto los valores de pérdidas por daños mecánicos y fisiológicos son casi nulos (Figura 14).

El elevado nivel de transpiración observado en esta especie es consecuencia de un manejo inadecuado de las temperaturas durante su almacenamiento. Actualmente en el banco de alimentos de Honduras se conserva a temperaturas de entre 10 -14 °C; sin embargo, lo recomendable para esta especie es mantenerse a temperaturas entre 3-5 °C dentro del cuarto de almacenamiento (López Camelo 2003). Este desajuste térmico favorece un aumento en la tasa de transpiración, lo que a su vez, acelera el proceso de deterioro (Verdugo-Fuentes et al. 2021).

C. Pérdidas de Cebolla

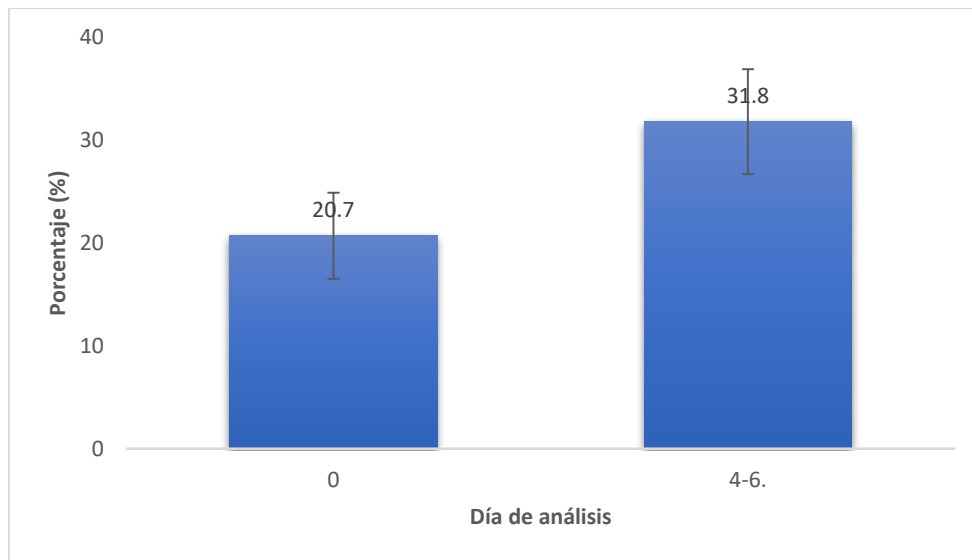


Figura 13. Clasificación (por día de almacenamiento) de las pérdidas de Cebolla, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=9).

En la Figura 15 se observa que desde el ingreso a las instalaciones esta especie cuenta con un alto porcentaje de pérdidas, representado por un 20.7%, el cual al día 4-6 de almacenamiento bajo una temperatura de 11 °C, este aumentó un 11.1%. Este incremento se debe a que, en el caso de la cebolla, cuando se presentan daños, no se descarta el producto en su totalidad, sino que únicamente se eliminan las capas exteriores afectadas, sin importar si son daños físicos o patógenos (Figura 15).

Según la USDA (Servicio de Inocuidad e inspección de alimentos del departamento de agricultura de Estados Unidos 2010), especies como la cebolla se pueden rescatar, recomendando cortar un centímetro arriba de este daño, aunque si estas presentan un alto contenido de humedad pueden estar contaminados debajo de la superficie, lo cual se veía presente en las cebollas almacenadas.

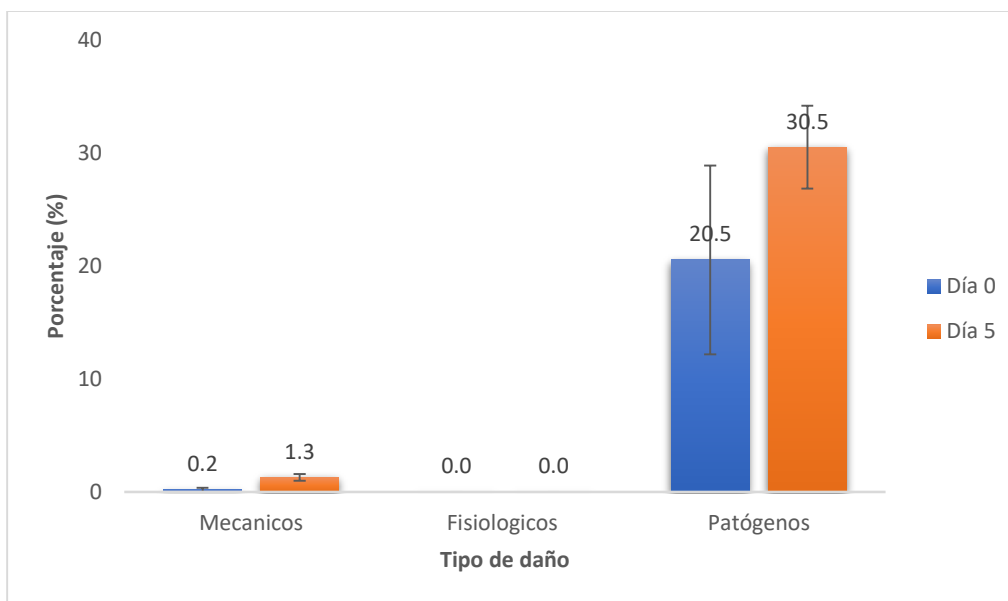


Figura 14. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de cebolla, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=3).

En la Figura 16 se observa que el día de la recepción del producto (día cero), la pérdida por daños mecánicos y fisiológicos en la cebolla fue casi nula; Por el contrario, las pérdidas ocasionadas debido al daño por patógenos en recepción (día cero) fueron de 20.5%, luego de 4-6 días dentro del cuarto de almacenamiento a una temperatura de 11 °C e estas pérdidas aumentaron a 30.5 % (Figura 16), observándose mayormente infecciones por moho negro, azul y podredumbre de cuello.

D. Pérdidas de Repollo

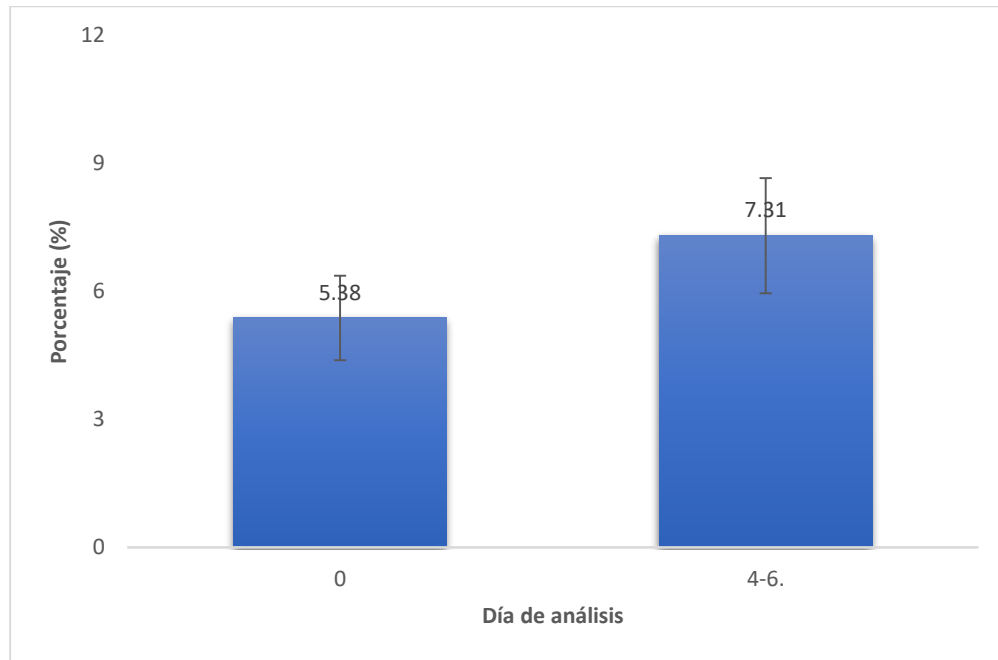


Figura 15. Clasificación (por día de almacenamiento) de las pérdidas de repollo, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=9).

En la Figura 17 se muestra un aumento gradual en el porcentaje de pérdidas de repollo a lo largo de 4-6 días de almacenamiento. Se observó que durante la recepción (día cero) las pérdidas eran de un 5.38%, mientras que al día 4-6 de almacenamiento a 11 °C este porcentaje se elevó a un 7.31% (Figura 17). Este deterioro acelerado se debe principalmente al inadecuado manejo de las temperaturas. Las temperaturas superiores a las recomendadas (0 °C) provocan un envejecimiento prematuro, descomposición y una pérdida más rápida de calidad en los productos, lo que resalta la importancia de mantener condiciones de almacenamiento adecuadas para preservar la frescura y minimizar las pérdidas (Rullán 2012).

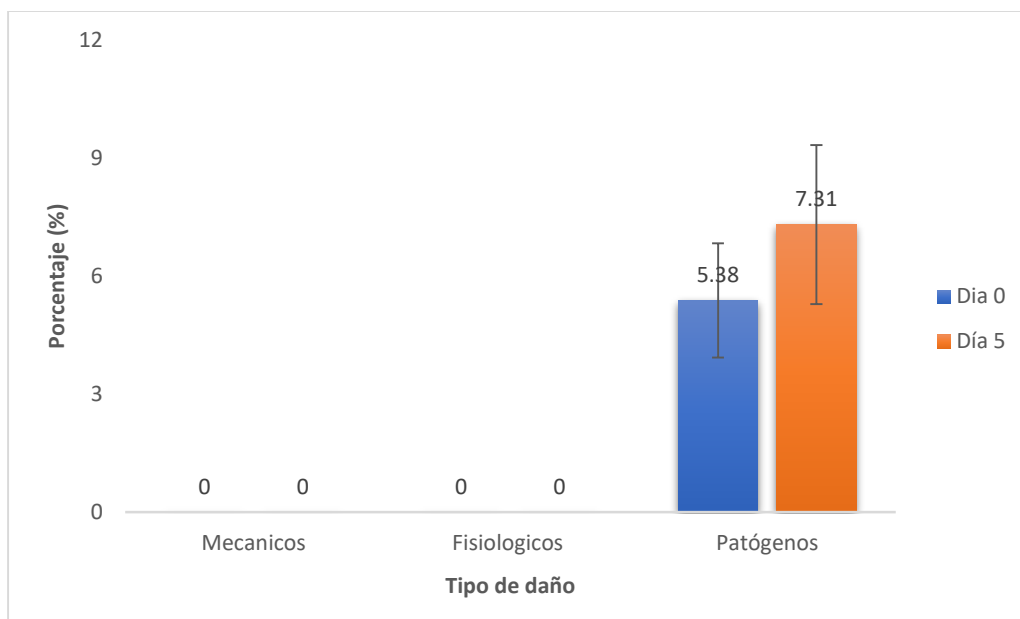


Figura 16. Clasificación (por tipo de daño) de las pérdidas de repollo, en el Banco de alimentos de Honduras. Las barras verticales representan el error estándar de las medias (n=3).

En la Figura 18 se observa que tanto para la recepción (día cero), como para el día 4-6 de almacenamiento (11 °C) la presencia por daños mecánicos y fisiológicos son nulos, en cambio para los daños causados por patógenos, el producto ingresó a las instalaciones del banco de alimentos con un porcentaje de pérdidas de 5.38%, convirtiéndose a un 7.31% con el transcurso de los días dentro del cuarto de almacenamiento (Figura 18).

5.2.Recomendaciones propuestas para la reducción de pérdidas de frutas y hortalizas en el Banco de alimentos de Honduras

El Banco de Alimentos de Honduras desempeña un papel crucial en la lucha contra la inseguridad alimentaria en el país, al recolectar y distribuir alimentos a comunidades vulnerables. Sin embargo, uno de los desafíos más importantes que enfrenta esta institución es la alta tasa de pérdidas de frutas y hortalizas, que representan una parte significativa de los productos que recibe. Estas pérdidas no solo afectan la disponibilidad de alimentos para quienes más lo necesitan, sino que también contribuyen al desperdicio de recursos valiosos. Por lo tanto, es esencial desarrollar y

aplicar recomendaciones efectivas para reducir estas pérdidas, mejorando así la eficiencia en la gestión de los alimentos y fortaleciendo la misión del Banco de Alimentos de promover la seguridad alimentaria en Honduras.

Tabla 1. Recomendaciones y estrategias propuestas para la reducción de pérdidas de frutas y hortalizas en el Banco de Alimentos de Honduras.

RECOMENDACIONES Y ESTRATEGIAS PROPUESTAS	JUSTIFICACIÓN
Retomar el diagrama de flujo de Rescate Verde, realizando la selección de todo lo que ingresa a las instalaciones.	Las especies dañadas albergan patógenos que pueden propagarse a las frutas y hortalizas sanas, comprometiendo la calidad de todo el lote.
Clasificar por especies el material orgánico variado que se encuentra en las cestas de supermercado.	La producción de Etileno dentro de las cestas produce maduraciones incontroladas.
Establecer rutas diarias de recolección.	El producto de cada proveedor llegará en mejores condiciones para su rescate.
Destinar cestas de un solo color para el arrastre.	Reducen el riesgo de contaminación cruzada entre diferentes especies o entre productos sanos y dañados.
Separación de especies por tarimas dentro del cuarto de almacenamiento.	Algunos frutos emiten etileno, gas que acelera la maduración. Al separar las cestas, se minimiza la exposición y se puede controlar mejor la maduración.
Establecer límites de llenado en las canastas.	Reduce el riesgo de magulladuras y deterioro por daños físicos, además mejora la circulación de aire controlando así su temperatura.

- Ofrecer mantenimiento semanal a las unidades de recolección (control de los amortiguadores y suspensión). Reduce las vibraciones y golpes, lo que ayuda a preservar la integridad de las frutas y hortalizas, disminuyendo las pérdidas por daño físico.
 - Implementar el uso del Higrómetro Ayuda a controlar la humedad relativa, previniendo la deshidratación de frutas y hortalizas, así como para evitar la descomposición y el desarrollo de moho y enfermedades.
 - Establecer una separación definida para las tarimas dentro del cuarto de almacenamiento. Ayudará a una adecuada circulación de aire es esencial para evitar la acumulación de humedad, a que brinde una temperatura uniforme y a prevenir maduraciones incontroladas.
-

VI. CONCLUSIONES

- Las pérdidas de frutas y hortalizas en el BAH se deben a múltiples factores, incluyendo un manejo inadecuado durante la poscosecha, condiciones de almacenamiento ineficientes y la falta de capacitación del personal, lo que resalta la necesidad de abordar estos problemas de manera integral.
- Las pérdidas de frutas y hortalizas en el Banco de Alimentos de Honduras alcanzan un 41%, siendo la cebolla y el tomate el producto con el mayor índice de deterioro, mientras que la zanahoria y el repollo presentan menor porcentaje de las pérdidas.
- La implementación de medidas estratégicas, como la capacitación del personal, mejoras en la infraestructura de almacenamiento y la clasificación adecuada de productos, puede reducir significativamente las pérdidas y mejorar la eficiencia en la cadena de suministro alimentaria.

VII. RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de capacitación continua para el personal involucrado en el manejo poscosecha, que incluya técnicas de manejo adecuado, almacenamiento eficiente y prevención de daños.
- Establecer un sistema de monitoreo y evaluación para identificar las principales causas de pérdidas en tiempo real.
- Realizar inversiones en infraestructura adecuada para el almacenamiento de frutas y hortalizas, como cámaras frigoríficas y sistemas de control de temperatura y humedad. Además, considerar la implementación de tecnologías de monitoreo que ayuden a mantener las condiciones óptimas durante el almacenamiento y transporte.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña Reyes, D; Domper Rodrig, A; Eguillor, P; Gonzáles, CG; Zacarias Hásbun, I. eds. 2018. Manual de pérdidas y desperdicios de alimentos. Santiago, Chile, s.e. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/191779/Manual-de-perdidas-y-desperdicios-de-alimentos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Brenes-Peralta, IL; Jimenez-Morales, IMF; Gamboa-Murillo, IM. 2016. Diagnóstico de Pérdidas y Desperdicio Alimenticio en dos canales de comercialización de la Agrocadena de Tomate Costarricense para su posterior Disminución. Disponible en https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6458/diagnostico_perdidas_desperdicio_alimenticio.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Calvimontes Baltodano, C del C; Espinoza Quintanilla, L; Orozco Soto, DM; Pérez Corrales, WJ; Sánchez Montiel, MG; Sedó Masis, P; Ureña Retana, I; Ureña Retana, AR; López Santisteban, M del P. 2023. La sustentabilidad de frutas y hortalizas Minimizando su pérdida y desperdicio. Disponible en <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4939>.
- Chiesa, A. 2010. Factores precosecha y postcosecha que inciden en la calidad de la lechuga. Horticultura Argentina. Disponible en <https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/factores-precosecha-y-postcosecha-que-inciden-en-la-calidad-de-la-lechuga.html>.
- FAO, F. 2023. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023: Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Rome, Italy, FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, (El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo, no. 2023). 337 p. Disponible en <https://www.fao.org/documents/card/es/c/cc3017es>.
- Gamez-Villazana, J; Nuñez, Á. 2022. Aspectos Preliminares del daño mecánico en frutas y hortalizas. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/361497566_aspectos_preliminares_del_dano_mecanico_en_frutas_y_hortalizas_Preliminary_aspects_of_mechanical_damage_in_fruits_and_vegetables
- Giménez, AM; Montoli, P; Curutchet, MR; Ares, G. 2022. Estrategias para reducir la pérdida y el desperdicio de frutas y hortalizas en las últimas etapas de la cadena agroalimentaria: avances y desafíos. Agrociencia Uruguay 25(NE2). DOI: <https://doi.org/10.31285/agro.25.813>.
- González, JAH; González, EV; Madrigal, L. 2017. Proporciones de daños mecánicos y su efecto en calidad poscosecha de aguacate 'Hass'. Disponible en <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.659>

Gustavsson, J; Cederberg, C; Sonesson, U; van Otterdijk, R; Meybeck, A. 2012. Perdidas y Desperdicios de alimentos en el mundo. Disponible en <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>.

Hanson, C; Lipinski, B; Vinueza, AN; Antonioli, V; Espinoza, L; Kenny, S; Sturzenegger, G; Espinola, N. 2022. A Playbook for Reducing Food Loss and Waste in Latin America and the Caribbean | Publicaciones. Disponible en <https://publications.iadb.org/es/publications/english/viewer/A-Playbook-for-Reducing-Food-Loss-and-Waste-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>.

Herrera, L del C; Domínguez, D; Miraval, D; Morales, L; Pérez, L; Tapullima, HA; Zeballos, J. 2022. Practica 1 Perdida Poscosecha de Productos Hortofrutícolas | pdf | Cosecha | Mango. Disponible en <https://es.scribd.com/document/600747325/practica-1-perdida-poscosecha-de-productos-hortifruticolas>.

Inestroza Lizardo, CO; Voigt, V; Muniz, AC; Gómez - Gómez, H. 2016. Métodos de enfriamiento aplicables a frutas y hortalizas enteras y mínimamente procesadas. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 17(2), 149-161.

Karlen, J; Salum, EY; Masferrer, MNP. 2022. Hortalizas en el comercio minorista de la ciudad de Córdoba.

Loayza Agila, KL; Tumbaco, GM. 2020. Diseño de un sistema postcosecha de frutas y hortalizas para la red de productores y comercializadores de la Fundación Maquita. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/50381>.

López Camelo, AF. 2003. Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. Disponible en <https://www.fao.org/3/Y4893S/y4893s00.htm#Contents>.

Mena Roa, M. 2023. Infografía: Frutas y verduras: ¿quiénes las consumen habitualmente? Disponible en <https://es.statista.com/grafico/30593/encuestados-en-paises-seleccionados-que-consumen-frutas-y-verduras-regularmente>.

Servicio de Inocuidad e inspección de alimentos del departamento de agricultura de Estados Unidos, U. 2010. Hongos en los Alimentos: ¿Son Peligrosos? | . Disponible en <http://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/hongos-en-los-alimentos-son>.

Velázquez, CJA; Hevia, JT. 2007. Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Disponible en <https://www.fao.org/3/ac304s/ac304s.pdf>.

Verdugo-Fuentes, A; Peñuelas-Rubio, O; Argente-Martínez, L; Leyva-Ponce, JA; González-Aguilera, J. 2021. Algunas consideraciones sobre el manejo poscosecha de la zanahoria. Acta Agrícola y Pecuaria 7(1). Disponible en <https://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/184>.

ANEXOS

Anexo 1. Muestreo de fruta y hortaliza de Hortifruti en recepción (día cero)



Anexo 2. Muestreo de frutas y hortalizas de Supermercados en recepción (día cero)



Anexo 3. Muestreo de frutas y hortalizas de Hortifruti durante almacenamiento (día 4-6)



Anexo 4. Selección y clasificación de frutas y hortalizas de Hortifruti en recepción (día 0).



Anexo 5. Selección y clasificación de frutas y hortalizas de supermercado en recepción (día cero)



Anexo 6. Selección y clasificación de frutas y hortalizas de Hortifruti durante almacenamiento (día 4-6).



Anexo 7. Cuantificación de pérdidas de frutas y hortalizas



Anexo 8. Observaciones y características de descarte







Anexo 9. Charlas y capacitaciones al personal del BAH.



Anexo 10. Guía de descarte “Dona como si fuera para ti” del Banco de Alimentos de Honduras

GUIA DE DESCARTE

Banco de Alimentos de Honduras

Daños físicos	Daños fisiológicos	Daños Patógenos
• Daño mecánico leve y severo • Machucón leve y severo • Roces • Cortes	• Pudrición • Sobre madurez leve y severa • Daño por frío	• Deshidratación • Oxidación • Deformación • Decoloración • Hongos

Defectos con posibilidad

Daños físicos

- Daño mecánico leve
- Roces
- Machucón leve

Daños fisiológicos

- Deshidratación
- Manchas
- Oxidación
- Deformación
- Sobre madurez leve
- Decoloración

Defectos sin posibilidad

Daños físicos

- Daño mecánico severo
- Machucón

Daños fisiológicos

- Pudrición
- Sobre madurez severa
- Daño por frío

Daños Patógenos

- Hongos

BANANA

- Oxidación
- Maduración leve
- Manchas

- Pudrición
- Sobre madurez severa
- Daño mecánico severo
- machucón

PEPINO

- Oxidación
- Manchas leves
- Daño mecánico leve
- Deformación

- Magullada (no es firme por dentro)
- Hongos
- Sobre madurez severa
- Daño mecánico severo

ZANAHORIA

- Daño mecánico leve
- Deformación
- Manchas leves

- Pudrición
- Hongos
- Daño mecánico severo
- machucón

CHILE DULCE

- Deformación
- Sobre madurez
- Manchas leves

- Magullada (no es firme por dentro)
- Hongos
- Sobre madurez severa
- Daño mecánico severo