

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL SEDE ATENAS

ÁREA DE TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

ESTUDIO TÉCNICO DE CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDA DE PAPA (*Solanum
tuberosum*) POSCOSECHA EN UNA PLANTA DE LAVADO EN LA ZONA DE SAN
ANTONIO DE NARANJO, COSTA RICA

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA
EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

ARIAS SIBAJA JENNIFER DANIELA

VILLALOBOS LOBO LUANA MARIA

ATENAS, COSTA RICA

2023

DECLARACIÓN JURADA

Yo Jennifer Daniela Arias Sibaja portadora de la cédula de identidad número 604060736 y Luana María Villalobos Lobo portadora de la cédula de identidad número 604240403 estudiantes de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos, conocedora(s) de las sanciones legales con que la Ley Penal de la Republica de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante el(la) Director(a) de carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de graduación es una obra original representando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN, así como con los derechos de autor

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los 13 días del mes de enero del 2023.

Jennifer Arias Sibaja 604060736
(nombre completo del estudiante)
Cédula Número

Luana M^a Villalobos Lobo 604240403
(nombre completo del estudiante)
Cédula número

HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador
como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en
Tecnología de Alimentos



(Ana Maria Bárcenas Parra)
Director de Carrera



(Carolina Herrera González)
Tutor del TFG



(Laura Brenes Peralta)
Lector TFG



(César Durán Morales)
Lector TFG

AGRADECIMIENTOS

Infinitas gracias a Dios, nuestro padre celestial por guiarnos, darnos la sabiduría para seguir adelante y poder afrontar todos esos obstáculos que se nos presentaron en el camino.

A nuestros padres y hermanos por estar ahí en todo momento, dándonos el apoyo día con día, por la comprensión y no dejar que nos rindiéramos, por permitir que cumpliéramos nuestras metas.

A nuestra tutora Carolina Herrera González, nuestra lectora Laura Brenes Peralta, nuestro lector Cesar Durán Morales y a nuestra directora de carrera Ana María Bárcenas Parra por tener la paciencia y apoyarnos durante la elaboración de esta tesis y de igual manera no dejar que nos rindiéramos en este tiempo.

Jennifer Arias Sibaja

Luana Villalobos Lobo

RESUMEN

El incremento de la población mundial podría suponer un factor importante a considerar cuando se analiza la disponibilidad de alimentos para las generaciones futuras en los próximos años. El alto número de personas habitando el planeta, implica la producción de enormes cantidades de alimentos que cubran las necesidades básicas y nutricionales de cada individuo. Una de las problemáticas de esta situación, es la posibilidad de generar pérdida y desperdicio de alimentos (PDA) en las distintas etapas de los sistemas alimentarios, obstaculizando la oportunidad de aprovechar los alimentos correctamente comprometiendo la seguridad alimentaria.

El principal objetivo del presente trabajo es un estudio de caso sobre la evaluación de pérdida postcosecha de papa (*Solanum tuberosum*), mediante la implementación de dos metodologías para la cuantificación de la pérdida alimentaria. Por medio de la cuantificación, la búsqueda de posibles causas de la pérdida alimentaria encontrada en la planta de lavado de papa ubicada en San Antonio de Naranjo, Costa Rica. Se realizaron seis muestreos en la planta de lavado de papa, los cuales fueron divididos en dos periodos, el primer periodo (noviembre-diciembre de 2021 y el segundo periodo que concluyó en enero de 2022.

Para la tipificación de causas, el daño con mayor recurrencia reportado corresponde al patológico con un 83.35%, le sigue el daño mecánico con un 13.25% y por último en menor porcentaje el daño fisiológico con 3.86%. Se adecuó un manual técnico con su respectivo análisis de posibles causas de pérdida alimentaria, así como alternativas de mitigación de la misma y mejoras técnicas.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
I. INTRODUCCION.....	10
1.1. Área de estudio.....	14
1.2. Delimitación del problema	14
1.3. Justificación.....	16
1.4. Antecedentes	20
1.5. Objetivos	27
1.5.1. Objetivo general.....	27
1.5.2. Objetivos específicos	27
1.6. Limitaciones	28
II. MARCO TEÓRICO	29
2.1. Interpretación del concepto pérdida versus desperdicio	30
2.2. Causas de pérdida y desperdicio de alimentos en las cadenas alimentarias	31
2.3. Abordaje de pérdida y desperdicio de alimentos en el contexto desistemas alimentarios	32
2.4. Factores que pueden inferir en la calidad de los alimentos en la postcosecha	34
2.5. Conceptualización y determinación de calidad en productos	

		VII
	postcosecha	36
2.6	Metodologías para cuantificación de PDA	37
2.7	Organización de la agrocadena	41
2.8	Clima y zona de cultivo	41
2.9	Variedades de papa en Costa Rica	42
III.	MARCO METODOLÓGICO	44
3.1.	Enfoque y tipo de investigación	45
3.2.	Sujetos y fuentes de información.....	45
3.3.	Hipótesis o Preguntas generadoras.....	46
3.4.	Población y muestra.....	46
3.5.	Establecimiento de la metodología de cuantificación de PDA.....	46
3.6.	Cuantificación de la PDA	48
3.7.	Abordaje de las causas de PDA (Síntesis / Informe de la cuantificación de PDA) y alternativas de mitigación de PDA.....	50
3.8.	Técnicas e instrumentos para recolección de información	53
IV.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
4.1.	Resultado del establecimiento de la metodología de cuantificación de PDA integrada por <i>Save Food</i> y el Estándar de PDA	56
4.2.1.	Cuantificación de la PDA durante la etapa poscosecha en la planta de lavado de papa y posterior caracterización de los daños	66
4.2.	Síntesis.....	77
4.4.1.	Síntomas precursores de la pérdida	78
4.4.2.	Identificación de posibles causas externas (expertos y literatura)	78
4.4.3.	Buenas prácticas de manufactura	79

		VIII
4.4.4.	Condiciones climáticas.....	81
4.4.5.	Valor económico no percibido por PDA.....	82
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
	Conclusiones de investigación	76
	Recomendaciones.....	77
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	79
	1. Bibliografía citada en el documento.....	80
	2. Bibliografía consultada.....	85
VII.	ANEXOS 86	
	Anexo 1. Resultados de la estadística descriptiva aplicada en este estudio	87
VIII.	APÉNDICES 89	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Papa primera.....	70
Ilustración 2. Papa segunda.....	70
Ilustración 3. Papa Tercera	70
Ilustración 4. Presencia Solanina	77
Ilustración 5. Presencia de Solanina.....	77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tipificación de daños generadores de pérdida de papa durante la etapa de muestreo.....	75
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedades de papa comunes en Costa Rica (Variedades de interés).....	43
Tabla 2. Definición y operacionalización de variables	54
Tabla 3. Lista de fuentes bibliográficas y expertos consultados	57
Tabla 4. Parámetros de selección de la papa establecidos y aplicados en la planta de lavado de acuerdo a su peso, medidas y características físicas para su comercialización según su clasificación	69
Tabla 5. Tipo de papa procesada según los días del programa del muestreo	71
Tabla 6. Reporte de datos y porcentajes extraídos de los lotes de papa procesados por cada día de muestreo según cada formula de contabilización	72

I. INTRODUCCION

La pérdida de alimentos representa una problemática social, económica y ambiental en el mundo. Diversos países alrededor del mundo se han unido y han creado organizaciones para abogar por la implementación de alternativas para disminuir considerablemente la pérdida y desperdicio de alimentos (PDA). Aun así, sigue en riesgo la disposición de comestibles para generaciones futuras, poniendo sobre la mesa el análisis de las consecuencias a futuro que podrían representar la escasez de comida en el mundo, convirtiéndose en un limitante para la seguridad alimentaria.

Sin un impulso por invertir y readaptar los sistemas alimentarios, demasiadas personas seguirán padeciendo hambre en 2030, año en el que la agenda de los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) ha fijado la erradicación de la inseguridad alimentaria y la malnutrición crónica (FAO, 2017, Párr.10).

El objetivo N°12, de los ODS, hace un llamado a garantizar la producción y consumo responsable, y por medio de la meta 12.3 se pretende crear alternativas que ayuden a mitigar la pérdida y desperdicio de alimentos en el mundo.

Cuando se toma un alimento listo para ser consumido y se desecha una parte de este, hay que adoptar un pensamiento autocrítico y responsable. Rehacer es un posible escenario de lo que pudo ser el proceso industrial de ese alimento que no se está consumiendo; los comestibles se desperdician a lo largo de toda la cadena de suministro de alimentos, partiendo del campo hasta teniéndolo servido en la mesa (FAO,2012, p.11).

Según la acotación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO):

Las causas exactas de las pérdidas de alimentos varían en las diferentes partes del mundo. En términos generales, las pérdidas de alimentos están influenciadas por las elecciones tomadas en la producción de cultivos y sus patrones, la infraestructura y capacidad internas, las cadenas comerciales y los canales de distribución, así como por las compras de los consumidores y las prácticas de uso de alimentos. Las pérdidas de alimentos deberían mantenerse al mínimo en cualquier país, independientemente de su nivel de desarrollo económico y de la madurez de sus sistemas (FAO, 2012, p.1).

Costa Rica viene haciendo su tarea en cuanto al estudio y manejo de pérdida alimentaria, por ejemplo, se encuentra el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), el cual actúa como coordinador de la Red Costarricense para la Disminución de Pérdida y Desperdicio de Alimentos que está integrada por instituciones públicas y privadas (TEC, s.f).

A la fecha se han realizado estudios de caso para conocer la situación en algunas agrocadenas, así como actividades de sensibilización a distintos sectores, capacitación, detección de posibles estrategias de disminución y prevención de pérdidas alimenticias, comunicación en medios y en las organizaciones relacionadas; también, se confeccionó la de una guía para medición del desperdicio de alimentos en cocinas comerciales e institucionales. El TEC actúa como coordinador de esta Red y la representación de FAO en Costa Rica, como Secretaría Técnica (TEC, s.f.).

Para este estudio se emplearon dos metodologías de cuantificación de pérdida alimentaria. La primera y usada como base fue el “Estándar Global de Contabilidad y Reporte de Pérdida y Desperdicio de Alimentos” (Estándar de PDA) el cual fue

desarrollado por un Comité Directivo de PDA que lo conforma: el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *Nestlé*, FAO, Instituto Mundial de Recursos (WRI), este último es el ente encargado de dirigir la redacción y revisión de este protocolo, entre otros miembros activos; la segunda fue creada por la FAO (2015) bajo la Metodología Evaluación de Pérdida de Alimentos: Causas y Soluciones (Traducción al español por Laura Brenes Peralta)¹. Esta metodología fue acoplada al Estándar de PDA para efectuar la cuantificación de pérdida de papa postcosecha, además de determinar las posibles causas generadoras de la pérdida,

Dando continuidad a la importancia de los ODS, el Estándar de PDA (WRI,2016), hace énfasis en el objetivo 12.3 así:

- Invita a reducir a la mitad el consumo mundial de alimentos per cápita a nivel minorista y de consumo y reducir las pérdidas de alimentos a lo largo de las cadenas productivas y de suministro (incluidas las pérdidas postcosecha) para 2030 (WRI,2016).

El objetivo de este estudio fue lograr cuantificar, mediante las metodologías mencionadas anteriormente, la pérdida de papa postcosecha en una planta de lavado, así como la tipificación de las posibles causas que la generaron pérdida de este producto.

¹ De aquí en adelante se nombrara como Metodología Save Food.

1.1. Área de estudio

El área de estudio de este trabajo de investigación pertenece a la Ingeniería en Tecnología de Alimentos, como una rama de conocimiento dedicada a la innovación, transformación e investigación. En este caso, en el ámbito de pérdida y desperdicios alimentarios mediante la aplicación de una metodología de cuantificación de pérdida de papa postcosecha, permitiendo realizar la contabilización requerida, así como la tipificación de posibles causas de daño en el tubérculo.

1.2. Delimitación del problema

Costa Rica ha querido sumarse a las iniciativas de cambio en *pro* de la concienciación e implementación de alternativas que disminuyan las PDA y con ello dio lugar a la creación de la Red Costarricense para la Disminución de Pérdida y Desperdicio de Alimentos, la cual inicia una serie de aportes con fines investigativos e informativos. En el país existe escasez de información acerca de estudios que muestren datos actualizados de pérdida de papa antes y luego de su cosecha.

La Universidad de Costa Rica (UCR) ha realizado también sus aportes en el estudio de esta temática en conjunto con el Centro de Investigación Agrícola y Desarrollo Agroempresarial (CIEDA), quienes estimaron que en Costa Rica se pierden aproximadamente “365.609 toneladas desperdiciadas al año. Además, se estima que en cada costarricense desperdicia 72 kilogramos al año lo que equivale a aproximadamente dos porciones de arroz al día (100 gramos)” (Molina, 2021).

El estudio de casos y la generación de datos con respecto a la PDA, alrededor del mundo, muestra la realidad del desaprovechamiento de los alimentos producidos para el consumo humano, además, posibilita la proyección de posibles escenarios a futuro que pueden suponer un riesgo en cuanto a la disponibilidad de alimentos.

La aplicación de herramientas de contabilización o fórmulas de PDA, permiten realizar estimaciones en cuanto a cantidades de alimentos perdidos y desperdiciados, así como el estudio y seguimiento de sus causas. Lipinski (como se citó en Hanson, 2022, (p.5), para el año 2015, gobiernos nacionales de todo el mundo se comprometieron con los ODS;

Basado en lo anterior, según Hanson (2022), se diseñaron los índices de pérdida y desperdicio de alimentos, esto como una iniciativa para que cada país realizara sus propias evaluaciones en cuanto a la implementación de acciones que se estuviesen aplicando para reducir la pérdida y el desperdicio de suministros basadas en la meta del objetivo 12.3 de los ODS. Además, esto les ayudaría a autoevaluarse y determinar en ¿qué aspectos han logrado avanzar y en cuáles deben de sustentar y apoyar más? sirviendo también como referencia entre países para comparar progresos en materia de PDA (Hanson,2022).

En San Antonio de Naranjo, una planta dedicada al proceso de industrialización de papa tiene como principal función ejecutar el recibo, lavado, selección y empaque de este tubérculo. Este establecimiento recibe diariamente papa de diferentes productores, además, lavan la papa que es producida y cosechada por el dueño de la planta de lavado.

La manipulación del tubérculo, antes de llegar a la planta, se ve influenciada por la labor de varias personas entre ellas, productores (son los que entregan la papa a la planta de lavado) y trabajadores operativos de campo, se desconoce el tipo de manipulación o prácticas que utilizan para el manejo de la papa, ya que podrían ser aspectos detonantes para la pérdida de la misma.

En cada proceso de lavado ocurren pérdidas de papa, esto según sea, el productor, sus prácticas y tipo de papa e incluso señalan que las estaciones del año (invierno-verano) inciden directamente en la pérdida de papa. A pesar que este fenómeno está presente en toda la cadena de producción de la papa, la problemática presentada por la planta es la ausencia de registros que faciliten el control de datos cuantitativos acerca del almacenamiento que respalden la existencia de pérdida de este tubérculo.

Tampoco existe una tipificación de daños encontrados en los lotes de papa ingresados a la planta para su lavado, selección y empaque, por ende, prevalece una dificultad por caracterizar cualitativa y cuantitativamente la pérdida. De parte de la administración de la planta se sabe que existe pérdida durante los procesos de lavado, pero no registros que respalden ¿cuál es el porcentaje de pérdida de papa hallado en el proceso y qué alternativas de mejora pueden ser implementadas para la disminución de dicha pérdida?

1.3. Justificación

La producción de alimentos en un ámbito industrial conlleva la implementación de recursos obtenidos del ambiente, por ello, la importancia de manejar responsablemente la producción, manejo y consumo de alimentos, ya que esto

integra aspectos de interés social y económico.

Gobiernos a través del mundo han asumido un papel destacado en la lucha por sostener la seguridad alimentaria, trabajando en la creación de políticas que promuevan la innovación en los modelos productivos con mayor eficiencia garantizando un acceso seguro a una alimentación permanente, justa y equitativa, supliendo las necesidades nutricionales demandadas por la población, en la busca de alternativas para disminuir la PDA y que a su vez disminuyan el impacto colateral que genera la pérdida y desperdicio de alimentos en el ambiente.

Beltrán (2022) manifiesta que la producción de alimentos genera emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático además de generar un gasto de recursos que no son infinitos, como el agua, la tierra, recursos marinos, etc..., empleados en la producción de alimentos que, en ocasiones, no se llegan a consumir y se desperdician.

Cabe resaltar que no solamente al momento de producir los alimentos es que existe la utilización de recursos, sino que hay eslabones dentro de los sistemas alimentarios como lo son el transporte y el almacenamiento, dónde hay utilización de fuentes de energía, como lo son los combustibles y la energía eléctrica para el mantenimiento de las cadenas de frío para conservar los alimentos y que estos puedan llegar a sus destinos de aprovechamiento. Sin embargo, como lo decía Beltrán (2022) en el párrafo anterior, cuando esos alimentos no llegan a ser aprovechados, todos los recursos implementados se desperdician e impacta negativamente al ambiente.

Además, la producción de alimentos no solamente implica el uso de recursos medioambientales, sino también el capital económico que invierten las empresas (mano de obra, pago de servicios públicos, mantenimiento de las instalaciones, materia prima, etc), sin dejar de lado la inversión que realizan también los productores agrícolas en cuanto a la producción en campo para mantener los cultivos (fertilizantes, productos para exterminación de plagas, mano de obra, etc).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2022), el índice de pérdida de alimentos se centra en las pérdidas de alimentos que se producen desde la producción hasta el nivel minorista (sin incluir este). El porcentaje de alimentos perdidos tras la cosecha en la explotación agrícola y en las etapas de transporte, almacenamiento, venta al por mayor y elaboración se estima que alcanzó un 13 % en 2016 y un 13,3 % de 2020.

La papa se ha caracterizado por ser parte esencial en la alimentación de diversas personas alrededor del mundo; Avilés *et.al.* (2017), indica que la tasa de crecimiento de este tubérculo en países en desarrollo se ha incrementado desde el año 2005. De las más de 300 millones de toneladas de papa que anualmente se producen en el mundo, más del 50 % proviene de las naciones en desarrollo, siendo el tercer alimento con mayor consumo en el mundo superado por el arroz y el trigo (p.7).

Este tubérculo es uno de los productos agrícolas más consumidos en Costa Rica. En el país existen alrededor de 3100 hectáreas cultivadas, según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG,2016, como se citó en Avilés *et al.* 2017).

Esta investigación desarrolló también, un análisis cualitativo y cuantitativo de posibles causas generadoras de pérdida alimentaria en el proceso de lavado de papa. Además, con este análisis de caso se puede manejar una noción real de la cantidad de papa que se pierde en un proceso de lavado en Costa Rica y que no llega a cumplir con el destino para el cual fue cultivada, perdiéndose y disminuyendo la disponibilidad de alimento al consumidor. La papa es un elemento esencial de la canasta básica, la pérdida de este tubérculo implica un valor económico para las empresas que la están derrochando, también genera un impacto ambiental. Con base en lo anterior, como plantea Avilés *et al.* (2017);

El cultivo de papa en Costa Rica tiene una gran importancia económica y social y forma parte de la dieta del costarricense. Se encuentra incluido dentro de los alimentos que componen la canasta básica alimentaria por su gran valor nutritivo, disponibilidad y acceso durante todo el año (p.5).

A pesar de que el acceso a estudios de pérdida de papa poscosecha es limitado en Costa Rica, de acuerdo con una encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el año 2020;

Se presenta información de la distribución de algunas especies agrícolas de Costa Rica, entre ellas la papa cosechada y la pérdida postcosecha, según el estudio realizado, la producción anual del tubérculo fue de 47.619,3 TM, y la pérdida postcosecha corresponde para 314,6 TM, lo cual representa un 0,66% de pérdida postcosecha (INEC,2021, p.30).

Mediante la implementación de las metodologías de cuantificación que se adaptaron al caso en estudio, se generó información relacionada a la pérdida postcosecha de papa, generando datos preliminares, ya que no se pudo encontrar

datos oficializados y recientes que muestren cantidades de pérdida de papa postcosecha halladas con metodologías de cuantificación aplicadas en las plantas de lavado de papa en Costa Rica.

1.4 Antecedentes

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), ha sido pionera realizando sus aportes en la investigación de la temática de pérdidas y desperdicios de alimentos alrededor del mundo, trabajando en alianza con otras organizaciones. Fue para entonces, que en el año 2011 inicia con algunas estimaciones de lo que representaba la realidad en cuanto a la pérdida y desperdicio de alimentos en el mundo para ese momento, generando consciencia y preocupación en la población.

Para el año 2011, requirió de la colaboración del Instituto Sueco de Alimentos y Biotecnología (SIK) para la ejecución de dos estudios que pudiesen determinar las causas, los efectos y alternativas en la prevención de la pérdida y desperdicio alimentario. Lo anterior para generar información con respaldo científico para el congreso *Save Food*, además, que ambos estudios pudiesen ser aplicados en países de alto poder adquisitivo, así como en países con ingresos medios y bajos, y poder realizar comparaciones (Gustavsson *et al.*, 2011, p.1).

Una de las conclusiones a las que se llegó fue que en países en desarrollo e industrializados (comprendiendo geográficamente América del Norte, Europa y algunas áreas de Asia);

Las pérdidas de alimentos en los países industrializadas son tan altas como en los países en desarrollo, pero hay que tener en cuenta que en los países en

desarrollo más del 40 % de las pérdidas de alimentos se produce en las etapas de poscosecha y procesamiento, mientras que en los países industrializados más del 40 % de las pérdidas de alimentos se produce en la venta minorista y el consumo (p.5).

Para el año 2015, se crean los Objetivos de Desarrollo Sostenible, con el fin de que fuesen replicados en muchos países alrededor del mundo como medio para impulsar el desarrollo y la sostenibilidad ambiental, transformación social y económica, aprovechamiento de tecnologías, entre otros. Dentro de los diecisiete objetivos planteados, se encuentra el objetivo #12: Producción y consumo responsables. El objetivo anterior, va paralelo a la temática de mitigación de pérdida y desperdicio de alimentos, ya que alude a la reducción de la huella material como una responsabilidad mundial, en pocas palabras, este término se refiere a: “Cantidad total de materia prima extraída para satisfacer la demanda de consumo final...La huella material aumentó de 43 mil millones de toneladas métricas el año 1990 a 54 mil millones el 2000, y a 92 mil millones en el 2017” [sic] (Naciones Unidas, 2019, p.46).

El objetivo anterior se divide en otras secciones, una de ellas es el subobjetivo 12.3.1, el cual se enfoca en la medición de la pérdida y del desperdicio de alimentos como dos indicadores distintos y de manera individual.

Siguiendo con la línea del tiempo de acontecimientos de la FAO, recientemente para el año 2021, presenta el informe,

El Estado mundial de la agricultura y la alimentación (SOFA) que es una de las publicaciones principales que realiza la FAO, que ayuda a definir y articular

cuestiones en materia de políticas relacionadas con el estado mundial de la alimentación y la agricultura (Dongyu, 2021).

El informe anterior, que los sistemas agroalimentarios podrían tornarse más resilientes a las tensiones que suceden alrededor del mundo como la situación del cambio climático, además, hace énfasis en la situación pandemia por la que atravesó el mundo entero, dejando expuestas las debilidades de los sistemas agroalimentarios, comprometiendo la seguridad alimentaria.

El evento de la degradación climática irá en aumento, poniendo el jaque el compromiso por hacer cumplir el objetivo Cero Hambre para el año 2030, encontrándose para el año 2021 una cantidad de 3000 millones de personas que no pueden tener acceso a una alimentación saludable, indicando, además, que esta cifra podría ir en aumento, pensando en que alguna eventualidad provocase la reducción de los ingresos económicos de la población, limitando poder subsidiar una alimentación digna y saludable (Dongyu, 2021).

En Costa Rica inicia por su parte a trabajar en la materia y se da la creación de la Red Costarricense para la Disminución de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos, la cual integran diversos sectores productivos del país, así como instituciones de enseñanza pública y privada. Este grupo ha ejecutado una serie de investigaciones relacionadas al estudio y cuantificación de pérdidas y desperdicio alimentario en el país.

El Instituto Tecnológico de Costa Rica², es una de las instituciones públicas que forma parte de la Red Costarricense para la Disminución de Pérdidas y Desperdicio

² De acá en adelante se nombrará por su abreviatura: TEC.

de Alimentos, para ello dicha institución realizó un estudio en donde Brenes *et al.* (2015) exponen:

Se tuvo así en el planteamiento de este proyecto, el objetivo general de “Diagnosticar las pérdidas y desperdicios en dos canales de comercialización de la agrocadena de tomate costarricense como primer paso ante una estrategia de disminución de pérdidas y desperdicio en Costa Rica”. De esta manera se pudo empezar a probar la metodología que aún está en validación por FAO, y aclarar el panorama de las pérdidas alimenticias para el caso estudiado de esta agrocadena, establecido en fincas pequeñas y medianas de tomateros de la Región Central que comercializaran su producto a través del Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (CENADA). (p.6).

Este proyecto ejecutado por el TEC planteó el uso de la Iniciativa 4S, como metodología de cuantificación, en este caso se examina la agrocadena de comercialización del tomate; el presente estudio adapta el mismo método de cuantificación contemplando solamente la etapa de postcosecha, en un producto distinto, la papa.

La aplicación de este método plantea la identificación de las causas generadoras de pérdida, por tipo y por cantidad detectable. Según los resultados del estudio en cuánto a porcentajes de daño tipificado en el tomate son:

- a. Se observa que el porcentaje más alto de daños detectados correspondió a los mecánicos, determinado en un 48% de las cajas analizadas en la muestra y submuestra. Estos pueden ser ocasionados en la precosecha,

cosecha o postcosecha. Entre los daños originados previamente están las cicatrices, quemaduras por viento o “rayaduras” las cuales consisten en marcas que pueden causar insectos o las mismas ramas y amarras del cultivo cuando el fruto es rozado por estos. La cáscara termina por sanar, pero puede dejar una marca que, según la profundidad y superficie abarcada, puede llegar a incidir en el descarte o disminución de precio, fundamentado en los procesos de selección por calidad.

- b. Le siguen los daños fisiológicos (18%) los cuales pueden deberse a sobre maduración, problema de cierre o deformaciones, propios de factores como el riego, las variaciones de temperatura, deficiencias nutricionales o polinización. El daño entomológico resultó ser observado en un 15% de los casos, siendo mayormente causado por el “gusano alfiler” (*Tutta absoluta* o *Keiferia* sp).
- c. Finalmente, los daños o defectos patológicos, presentes en un 10% de la muestra, pudieron deberse a bacterias, virus y hongos, siendo los más comunes *Pseudomonas* spp, *Phytophthora* sp o *Alternaria* sp [sic] (p.39).

Entidades de educación pública en Costa Rica han mostrado mayor interés en el estudio de las causas de pérdida y desperdicio de alimentos, entre esos aportes está el realizado por Hidalgo *et al.* (2021) quienes midieron el desperdicio de alimentos en tres servicios de alimentación de la sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica.

La metodología empleada para llevar a cabo la cuantificación en el estudio se

basó en la *Guía de medición del desperdicio de alimentos en cocinas institucionales y comerciales*, creada en el 2017 por la Red Costarricense para la Disminución de la PDA. Realizaron un total de 15 muestreos entre el periodo de mayo-junio del año 2018 y 2019. Las tres áreas involucradas para efectos de cuantificación de desperdicio de alimentos dentro de los servicios de alimentación fueron: almacenamiento, producción y servicio.

Según Hidalgo *et al.* (2021) el proceso se llevó a cabo de la siguiente manera:

En las áreas de preparación se cuantificó la masa en kg de los alimentos, antes y después de los procesos y se evaluó si el residuo correspondía a desgaste (fracción no comestible) o a desperdicio (alimento o parte del alimento consumible). En el área de bodega se cuantificó la masa en kg de alimentos que correspondía a desperdicio. También se midió el desperdicio en los platos de comida de los comensales cuando estos terminaron de comer. Con base en las mediciones, se cuantificó un porcentaje de desperdicio por área y una, cuantificación total del desperdicio diario del SA³ (p.147).

El estudio en resumen argumenta que; el desperdicio total está compuesto por los desperdicios generados en el área de bodegas (del 2 al 20%), preparación (del 4 al 30 %) y en residuos de platos servidos (del 29 al 81%)” (p.152).

Otro ejemplo de estudio de cuantificación de pérdida, fue realizado en Colombia por Rubiano (2017) en su tesis de maestría: *Estimación de las pérdidas de papa criolla en los canales de distribución y estrategias para el mejoramiento de la SAN*⁴;

El objetivo de esta investigación fue estimar las pérdidas que se presentan a lo

³ La abreviatura SA, corresponde a Servicio de Alimentación

⁴ La abreviatura SAN, corresponde a Seguridad Alimentaria y Nutricional.

largo de la cadena de papa amarilla, con el fin de generar estrategias que abordaran dicha problemática y aportaran al mejoramiento de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de los actores relacionados a la cadena. Se usó la metodología de Circuitos de Producto de Origen Campesino y el *Global Food Loss and Waste Measurement Protocole* [sic] (p. IV).

Este trabajo basa su metodología de muestreo, en tres lotes de papa ubicados en tres puntos geográficos distintos, efectuando una estimación del rendimiento en cada uno de los tres lotes. Los datos arrojados de la medición se presentan según la calidad del producto cosechado. A su vez, y luego de la estimación de las pérdidas generadas en cosecha realizaron el análisis de los porcentajes de daños observados a partir de un análisis visual con la ayuda de ingenieros agrónomos expertos para cada cantidad en los estudios de caso.

La cuantificación de pérdida generada dentro de la cadena de comercialización de la papa amarilla, abarcando la etapa de selección y lavado fue de 2,85%. Esta se da a causa de daños mecánicos, fisiológicos y asociadas a plagas o enfermedades (Rubiano,2017, p.60).

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo general*

Evaluar la pérdida postcosecha de papa (*Solanum tuberosum*) mediante la aplicación de metodologías de cuantificación para la determinación y tipificación de porcentajes y causas de pérdida alimentaria en una planta de lavado de papa en la zona de San Antonio de Naranjo, Costa Rica.

1.5.2 *Objetivos específicos*

1. Establecer una metodología de cuantificación basada en herramientas de determinación de pérdidas alimentarias que proporcione un método estandarizado para la contabilización de la pérdida de papa en la planta de lavado.
2. Cuantificar el porcentaje de pérdida de papa en la etapa de acondicionamiento postcosecha mediante la aplicación de la metodología de cuantificación establecida.
3. Tipificar las causas de pérdida del tubérculo durante la etapa de acondicionamiento postcosecha basadas en el análisis de criterios de selección utilizados en la planta de proceso de lavado de papa como así también la estimación de costo económico que esto genera.
4. Analizar las causas de pérdida de acuerdo con la información recolectada, para la generación de alternativas de mejora implementadas por la planta de lavado según la problemática evidenciada.

1.6 Limitaciones

Una de las principales limitantes de este proyecto fue la situación que atravesó el país con la pandemia del Covid-19, lo cual provocó que se realizaran cambios tanto, en el alcance como en los objetivos y se tuviera que hacer un replanteamiento en la estructura del estudio, ya que la planta de lavado mantuvo sus operaciones de manera interrumpida y eso provocó que las visitas al lugar se tuvieran que reprogramar en reiteradas ocasiones, por lo cual las fechas seleccionadas para realizar los muestreos fueron modificadas. El acceso a la captura de fotografías fue un poco limitado, ya que no se pudo fotografiar las instalaciones de la planta, ni del equipo utilizado en el proceso de lavado, así como otro tipo de información que estuviese relacionada a las operaciones de la planta.

II. MARCO TEÓRICO

El siguiente apartado se presentan datos para la interpretación de conceptos como la diferencia entre pérdida y desperdicio de alimentos. Además, la interpretación de la PDA dentro de los sistemas alimentarios y el papel que este cumple para el aseguramiento de la seguridad alimentaria de poblaciones.

El abordaje de la conceptualización de calidad, los factores que influyen en su determinación para seleccionar el producto destinado al comercio y se detallan las metodologías de cuantificación de PDA a implementar en este estudio.

2.1. Interpretación del concepto pérdida versus desperdicio

El concepto de pérdida o desperdicio suele confundirse e inclusive se tiende a interpretarlos como uno sólo, sin embargo, ambos difieren en su significado; según como citan Cleva *et.al.*, 2017:

Se puede establecer que *la pérdida de alimentos* es la reducción involuntaria de alimentos disponibles para el consumo humano que se deriva de las ineficiencias en las cadenas de suministro: infraestructura y logística inadecuadas, falta de tecnología, habilidad y conocimientos, y capacidad de gestión insuficiente. Ocurre principalmente en las etapas de producción, postcosecha y procesamiento. En segundo lugar, respecto al desperdicio de alimentos, El desperdicio de alimentos hace referencia a desechar de forma intencionada alimentos comestibles, sobre todo por los minoristas y consumidores, y se debe al comportamiento de empresas y particulares (p.14-15).

Las pérdidas de alimentos son importantes en los esfuerzos para luchar contra el hambre, aumentar ingresos y mejorar la seguridad alimentaria en los

países. Estas afectan la seguridad, la calidad y la inocuidad alimentaria, el desarrollo económico y al medioambiente. Económicamente las pérdidas de alimentos pueden evitarse, estas tienen un impacto negativo directo en los ingresos, tanto de los agricultores como de los consumidores.

2.2 Causas de pérdida y desperdicio de alimentos en las cadenas alimentarias

La determinación de causas de PDA puede llegar a ser compleja, ya que hay una serie de factores y etapas que intervienen en una cadena alimentaria, es necesario hacer esa búsqueda para realizar una tipificación adecuada de aquellos aspectos que dan origen a la dicha problemática; así con una clasificación previa se determina que acciones pueden atacar de raíz esas causas o cuales alternativas propiciarían la disminución de la PDA.

HLPE (2014, p.45) argumenta que se pueden organizar las causas de PDA en tres niveles diferentes:

- a) **Micro causas:** Son causas que ocurren en cada fase particular de la cadena alimentaria, desde producción hasta consumo.
- b) **Meso causas:** Son causas secundarias o estructurales, pueden encontrarse en la misma fase o en una fase de la cadena distinta a la fase en la que ocurren las PDA. Las meso causas pueden contribuir a la existencia de micro causas, o determinar su alcance.
- c) **Macro causas:** A este nivel superior pertenecen las causas más sistémicas de las PDA, como un sistema alimentario que no funciona bien y la falta de condiciones institucionales o políticas para facilitar la coordinación de actores. Las

macro causas son aquellas que favorecen la aparición del resto de las causas de las PDA, es decir, las meso causas y las micro causas.

2.3 Abordaje de pérdida y desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios

Los sistemas alimentarios cumplen un papel importante en garantizar la seguridad alimentaria, así como el aseguramiento al derecho de acceso a una nutrición sana a generaciones futuras. Reúnen un conjunto de elementos como recursos ambientales, mano de obra, procesos, insumos, etc; dando lugar a la producción de comestibles dirigidos al consumo, así como a su distribución y demás etapas involucradas.

Se han creado legislaciones a favor de la implementación de medidas que abogan alrededor del mundo para contrarrestar la disminución de la pérdida y desperdicio de alimentos y otras repercusiones negativas que, también, acarrear aspectos socioeconómicos y ambientales que pueden obstaculizar el desarrollo y la sostenibilidad en los sistemas alimentarios. De aquí la importancia de desarrollar el concepto de sistema alimentario.

Según el Instituto Interamericano de la Cooperación para la Agricultura (IICA) un sistema alimentario se define como; “Aquel que suministra una alimentación nutritiva y accesible para todos y que en la gestión de los recursos naturales preserva los ecosistemas para respaldar la satisfacción de las necesidades humanas y futuras” (2019, párr. 2.).

Los sistemas alimentarios han sido sometidos a diversos cambios generados por la globalización, acarreando pérdidas de alimentos, una problemática que es inherente al uso desproporcionado de los recursos, consumo desmedido e

implementación de prácticas agrícolas poco controladas.

Los alimentos obtenidos durante la producción agrícola tienden a perderse más cuando en la selección son clasificados de acuerdo con inspecciones de calidad basadas en percepción visual como el color, tamaño, forma, entre otros, y no por normativas reglamentarias; lo anterior conlleva a los aspectos que integran un sistema alimentario no sean justos e inclusivos, impidiendo el acceso a la alimentación no sea segura y sostenible para las generaciones actuales y futuras.

Un sistema alimentario correctamente controlado da cabida al uso adecuado de los recursos disponibles, generando, por ejemplo, buenas cosechas que den como resultado un producto hortícola de calidad, el que en su momento de ingresar a una línea de proceso postcosecha pueda ser aprovechado en su mayor parte generando un mínimo de pérdida, cumpliendo con un producto de seguridad alimentaria y estándares de calidad adecuados para el consumo humano.

Según el grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial (HLPE):

Las PDA se presentan a menudo en relación con la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, o más bien con su insostenibilidad, ya sea como resultado de sistemas alimentarios insostenibles o como causa de ellos. Por tanto, las PDA obstaculizan el objetivo global de garantizar una seguridad alimentaria sostenible. En esta sección, se describen las relaciones entre las PDA y la sostenibilidad de los sistemas alimentarios como base para comprender los vínculos entre las PDA y la seguridad alimentaria (2014, p.35).

2.4 Factores que pueden inferir en la calidad de los alimentos en la postcosecha

Las frutas y hortalizas son alimentos muy susceptibles al daño debido a su naturaleza química, por lo que aspectos como las técnicas de cultivo, tratamientos durante su crecimiento, su manejo durante la cosecha, temperaturas de almacenamiento, condiciones durante el transporte, entre otros factores pueden interferir para bien o para mal en la calidad final del alimento; por ello, en la etapa postcosecha, suelen darse cambios en la calidad de algunos productos, tal y como señala el informe de HLPE (2014).

En el caso del cultivo de frutas, hortalizas, raíces y tubérculos, las lesiones mecánicas durante la recolección constituyen un importante factor de degeneración de PDA. Las zonas y los tejidos dañados no solo sirven como puntos de entrada de agentes patógenos, sino que incrementan la pérdida de agua y la generación de etileno, agravando el problema (p.49).

Las técnicas agrícolas empleadas para cultivar y cosechar pueden variar de un productor a otro, y esto puede incidir en ventajas o desventajas en términos de rendimiento del producto cosechado. Así existen técnicas de campo que son determinantes en la calidad de algunos alimentos, como la papa, y una de esas prácticas es la defoliación que consiste en la eliminación del follaje de la planta cuando esta ha alcanzado su grado de madurez fisiológica.

Rikolto (2017-2019) ratifica el porqué es importante saber ejecutar correctamente la técnica de defoliación;

El objetivo principal de la defoliación es que la piel logre una buena consistencia

para que al momento de la cosecha no se desprenda del tubérculo, comúnmente se llama que no se “pele”. Este proceso es conocido como “suberización”. La planta debe permanecer defoliada por espacio de 15 a 21 días aproximadamente, esto dependerá de la variedad, ya que hay unas que fijan la piel más rápido que otras (p.51).

Cuando el nódulo, aún, se mantiene en el campo, está en una etapa crucial, ya que, es aquí donde surgen aspectos que pueden ser determinantes en la vida útil del tubérculo. Si existen anomalías que no logran ser controladas antes de la cosecha, durante la postcosecha difícilmente puedan ser controlados.

En el caso de la papa, el cuidado que esta requiere en su cosecha no se limita al campo; requiere de un manejo adecuado postcosecha para minimizar las incidencias de pérdida. El manejo de la papa en el camión, cuando se transporta a la planta de lavado, la forma en la cual se descarga el tubérculo, e incluso el tipo de equipo que se utiliza para la limpieza, podrían influir también como factores que potencialicen el daño y posteriormente la pérdida del tubérculo. Además, una de las ventajas comerciales de la papa, es que esta no requiere de una cadena de frío para poder extender su vida útil, aunque su tasa de respiración es baja, sin embargo, no la exceptúa de otros cuidados durante su manejo. Caso contrario con algunos alimentos, que tienen mayor capacidad de retención de agua, y que por su alto contenido de nutrientes les hace ser propensos al deterioro.

Como lo explica *La PennState Extension* (2018), para extender la vida útil en un producto agrícola fresco, la tasa de pérdida de agua tiende a ser baja. Además, la tasa de pérdida de agua podría variar según el tipo de producto. Según grosor o la

porosidad de algunos vegetales su respiración cambia, por ende, la adaptabilidad de estos a los distintos ambientes de proceso, almacenaje o transporte definen la durabilidad y estabilidad de estos. Por eso la papa es un tubérculo con vida de anaquel prolongada, siempre y cuando se le maneje de correcta manera.

2.5 Conceptualización y determinación de calidad en productos postcosecha

Para definir el concepto de calidad, la FAO (s.f.) señala dos tipos de clasificación para este término; menciona la calidad genérica haciendo referencia a la calidad con la que debe de contar un producto para poder comercializarse y que debe de estar sujeto a alguna normativa, luego está la calidad específica, la cual no se rige por parámetros previamente estandarizados, es más a criterio individual y además añade valor al producto, va más orientada al comportamiento y demanda social (mercado).

Por otra parte, en término calidad puede ser muy subjetivo ya que, puede diferir la percepción entre un sujeto y otro;

Picado (2006), cita que por un lado algunas características en los índices de calidad de la papa son la época y la forma de eliminación del follaje, especialmente en la madurez del tubérculo; por otro, la textura también es importante para definir la calidad de un tubérculo, el color y el sabor.

Las características de alta calidad comercial incluyen: tubérculos bien formados, colores brillantes (especies rojas, amarillas y blancas), uniformidad, firmeza y ausencia de tierra adherida, libre de daño por golpes (manchas negras o *shatterbruising*), abrasiones, partiduras de crecimiento, brotación, daño por

insectos, cancro negro por *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia* black scurf), pudriciones, reverdecimiento u otros defectos [sic] (pp.39-40,41).

2.6 Metodologías para cuantificación de PDA

En 2017, la FAO indicó métodos para la medición de pérdida y desperdicio de alimentos, entre ellos se encuentran:

- ✓ Pesaje directo: El cual se utiliza para cuantificar masa de alimentos desaprovechada.
- ✓ Conteo: Es la evaluación del número de elementos que componen las PDA y usar los resultados para determinar el peso.
- ✓ Evaluación por volumen: Uso de dispositivos en combinación con desplazamiento de agua o evaluación visual.
- ✓ Análisis de composición de residuos: Es la separación física, pesaje y la categorización de la pérdida de desperdicio de alimentos.
- ✓ Encuestas: Es la recopilación de información sobre las cantidades de PDA.
- ✓ Balance de masa: Medición de las entradas y salidas en las distintas etapas de la cadena de suministro de alimentos, entre otros.

Estos métodos de medición dependen del sector alimentario y las prioridades de la parte interesada en esta aplicación (FAO,2017).

En el presente, el primer método de medición de cuantificación utilizado es el Estándar Global de Contabilidad y Reporte de Pérdida y Desperdicio de Alimentos (Estándar de PDA), está conformado por un Comité Directivo de PDA, integrado por el Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente (PNUMA), Nestlé, FAO, Instituto Mundial de Recursos (WRI), este último es el ente encargado de

dirigir la redacción y revisión de este protocolo, entre otros miembros activos alrededor del mundo. Así como lo indica el Estándar de PDA (WRI,2016), definiéndose a sí mismo como;

Una asociación de múltiples actores interesados que ha desarrollado el *Estándar Global de Contabilidad y Reporte de Pérdida y Desperdicio de Alimentos (o Estándar de PDA)* para cuantificar alimentos y/o partes no comestibles retiradas de la cadena de suministro de alimentos (Denominado comúnmente “pérdida y desperdicio de alimentos” y abreviado PDA). La misión del Protocolo de PDA es desarrollar un estándar de contabilidad y reportes de PDA internacionalmente aceptada y herramientas asociadas, y promover su adopción para que las entidades estén mejor informadas y motivadas a tomar las medidas apropiadas para minimizar la PDA (p.5).

El segundo utilizado es el *Save Food* (FAO,2015); esta iniciativa según FAO (citado en Brenes *et al.*,2014) indica que se ha definido como objetivo principal de la aplicación de esta metodología de estudio de casos, la identificación (en cantidad y causa) de las principales causas de pérdida de alimento en las cadenas de suministro de alimento seleccionadas, de manera que, al pasar por sus cuatro fases, se conduzca a propuestas concretas y factibles para la reducción de pérdidas de alimento (p. 10).

El Estándar de PDA establece un orden de pasos de contabilización a seguir, de los cuales algunos son opcionales. Esta herramienta brinda flexibilidad y se acopla a cualquier caso de estudio; los pasos se mencionan a continuación:

1. Definir metas: Aquí se define el objetivo por el cual se va a realizar la

cuantificación de la PDA y ¿cómo se va a realizar dicho conteo? Además, la meta (as) pueden estar definidas por tres objetivos: la seguridad alimentaria, impacto económico y sostenibilidad ambiental.

2. Establecimiento de los principios de contabilización y presentación de reportes:

✓ Pertinencia: Asegura que el método de cuantificación sirva para atender las necesidades de la toma de decisiones.

✓ Integridad: Asegura que el inventario cubra toda la PDA dentro del alcance seleccionado, sin excluir componentes que puedan comprometer la integridad del inventario.

✓ Coherencia: Se basa en el uso de métodos coherentes para permitir el seguimiento de la PDA con el tiempo.

✓ Transparencia: Se basa en una documentación clara, se maneja de manera objetiva, neutra y comprensible. La información debe de ser analizada y registrada de manera que de credibilidad a los revisores.

✓ Precisión: Los datos cuantificados deben de ser lo suficientemente precisos para que permitan a quienes revisen el trabajo tomar decisiones bajo la confianza de que la información suministrada es verídica.

3. Establecer el alcance: Se determina el calendario, tipo de material, destino, limite que será cubierto por el inventario de PDA.

4. Decidir como cuantificar la PDA: Se decide ¿qué tipo de método se va a

utilizar para la cuantificación?

5. Recopilar y analizar datos: Se reúnen los datos necesarios para realizar la cuantificación.
6. Calcular los resultados del inventario: Una vez reunidos los datos, se calculan los resultados. La PDA se expresa en unidades de medida.
7. Evaluar la incertidumbre: En este paso se identifican y se documentan las fuentes de incertidumbre.
8. Realizar revisión: (Opcional)
9. Informar del inventario de PDA: Al completar los pasos se reporta la PDA. Se agrega a un informe de inventario.
10. Establecer un objetivo y seguimiento a largo plazo:(Opcional)

El segundo método utilizado es el *Save Food* (FAO,2015), esta iniciativa según FAO (citado en Brenes *et al.*,2014) indica que se ha definido como objetivo principal de la aplicación de esta metodología de estudio de casos, la identificación (en cantidad y causa) de las principales causas de pérdida de alimento en las cadenas de suministro de alimento seleccionadas, de manera que, al pasar por sus cuatro fases, se conduzca a propuestas concretas y factibles para la reducción de pérdidas de alimento. (p. 10)

La metodología se basa en cuatro métodos que se describen a continuación.

- 1) Revisión preliminar (*Screening*): Esta se basa en información secundaria, documentos, reportes y consultas a expertos.

- 2) **Sondeo (*Survey*):** Consiste en la aplicación de cuestionarios, observaciones y metodologías de observación participativa a productores, procesadores, distribuidores y demás actores y procesos de la agrocadena en estudio.
- 3) **Muestreo (*Sampling*):** En este paso se realiza trabajo de campo, seleccionando muestras de producto al que se le realiza un análisis cualitativo y cuantitativo en cualquiera (una o varias) fases/canales de la cadena.
- 4) **Síntesis (*Synthesis*):** En esta fase se triangula la información, se discuten y valoran posibles soluciones y se genera un reporte que pueda apoyar a establecer un programa de intervención que disminuya las pérdidas de alimento.

2.7 Organización de la agrocadena

En esta agrocadena de la papa se da el proceso de lavado, selección, empaque y almacenamiento de papa, los cuales cumplen parámetros en la selección establecidos por ellos mismos dentro de esta área.

Primeramente, se da el almacenamiento de la papa, la cual pasa por un proceso de lavado para quitar cualquier suciedad que esta tenga, después se da un proceso de preselección, secado y selección; Aquí es donde se define si la papa es apta para el consumo o se determina como una perdida; aquí se selecciona por tamaño y características que tenga la papa, posterior a esta se hace el empaque y almacenamiento de la misma para ser entregada a los diferentes productores.

2.8 Clima y zona de cultivo

La papa se puede cultivar en lugares donde la temperatura mínima nocturna sea de 18°C como máximo, sin importar mucho la temperatura diurna, aunque se prefieren climas con temperaturas bajas. Conforme la temperatura mínima es más



alta la producción disminuye; en cambio, entre 12°C y 18°C la producción es mejor tanto de follaje y tallos como de tubérculos (MAG, s.f).

La principal zona productora de papa en el país (citado en Vignola *et al.*,2017) es la provincia de Cartago o región oriental, donde se cultivan alrededor del 72.8% de la producción nacional en 2553.6 hectáreas, seguida por Zarcero con 686.2 hectáreas que representa un 19.6% (p.4).

2.9 Variedades de papa en Costa Rica

En Costa Rica el cultivo de papa se ha visto influenciado por las investigaciones que el MAG ha realizado en conjunto con el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología (INTA), lo cual ha servido, para que la variedad del cultivo del tubérculo sea más amplia. En la Tabla 1 se detallan la diversidad de papa que se cultiva en el país.

Tabla 1*Variedades de papa comunes en Costa Rica (Variedad de interés)*

Especie	Usos	Comentarios	Imagen representativa
Granola	Consumo fresco	<p>Ingreso al país en 1985 procedente de Alemania e introducida por la cooperativa COOPETIERRABLANCA. Fue evaluada y recomendada por el MAG en su momento. Este tipo de papa presenta piel lisa de coloración amarilla, igual que la pulpa.</p>	
Floresta	Consumo en fresco e industria	<p>Introducida del CIP como un clon en 1990. Actualmente es la de mayor demanda de siembra por los productores del país. Este tipo de papa presenta forma ovalada, piel lisa y pulpa blanca.</p>	

Fuente: (Avilés y Piedra,2017)

Según los datos de la tabla anterior, el tipo de papa que mayormente se da en Costa Rica es el de tipo Floresta, las características del tubérculo cultivado corresponden a una coloración blanca y bastante productiva. Cubre aproximadamente el 80% del área de siembra nacional.

III. MARCO METODOLÓGICO

La sección metodológica de este trabajo aborda el enfoque del presente estudio de caso realizado en una planta de lavado de papa ubicada en San Antonio de Naranjo, Costa Rica. Para dicho análisis, se empleó la integración de dos metodologías de cuantificación para pérdida de alimentos. El planteamiento metodológico inicia con una de las metodologías, para posteriormente integrar la otra herramienta en el desarrollo esquemático del estudio en la etapa de diseño de muestreo para la respectiva recolección de datos y cuantificación de PDA como tal.

3.1. Enfoque y tipo de investigación

El enfoque del proyecto es mixto, conlleva trabajo cualitativo y cuantitativo (tomando en cuenta seis muestreos). El tipo de investigación es exploratoria y descriptiva, el desarrollo del estudio fue tanto visual como física, requiriendo documentar datos, para determinar posibles causas de pérdida del tubérculo.

3.2. Sujetos y fuentes de información

Los datos obtenidos de primera mano corresponden a información de fuentes primarias, como los datos suministrados por el administrador de la planta y las entrevistas realizadas a personas externas a la planta que se dedican a la actividad agrícola del cultivo de papa y a un ingeniero agrónomo que facilitó información. Entre las fuentes secundarias están bibliografías consultadas en documentos oficiales y actualizados, como: el Manual de medidas y definiciones (MAG), Manual de cultivo de papa en Costa Rica (MAG), también información divulgada por el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), el cual trabaja conjuntamente con la Red Costarricense para la Disminución de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos e información sustraída del Estándar de PDA.

3.3. Hipótesis o Preguntas generadoras

El presente trabajo se fundamenta en las siguientes preguntas generadoras:

1) ¿La metodología de cuantificación seleccionada, puede adaptarse al diseño de trabajo planteado para realizar este estudio? 2) ¿Cuál es el porcentaje de pérdida de papa en durante un día de proceso de recibo, lavado y selección en una planta de proceso de papa? 3) ¿Cuáles son las causas de pérdida más comunes y los posibles factores que inciden sobre esta? 4) ¿Con el aporte académico de este estudio? 5) ¿Qué alternativas de mejora podrían considerarse a implementar en la planta de lavado de papa?

3.4. Población y muestra

Se considera objeto de estudio el proceso postcosecha de papa en las etapas de recibo, lavado y selección, en la planta de limpieza de papa ubicada en San Antonio de Naranjo, durante los días seleccionados del periodo de muestreo calendarizado en este estudio. Para cada día de muestreo, se contabilizó toda la papa de un día de proceso.

En cuanto a la muestra, corresponde a los lotes de papa ingresados a la planta de proceso durante los seis días seleccionados de manera aleatorio para efectuar la tarea de muestreo de noviembre- diciembre 2021 y enero 2022.

3.5. Establecimiento de la metodología de cuantificación de PDA

Se inició con la metodología que propone el Estándar de Contabilización y Reporte sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos Versión 1.0 (WRI,2016) que facilita la contabilización de alimentos y partes no comestibles que han sido retiradas de la cadena de suministro en el desarrollo esquemático de esta herramienta se abre paso a la unificación de la metodología *Save Food* (FAO,2015)

que se basa en el enfoque 4S y fue la metodología que se utilizó en la etapa de diseño del plan de muestreo, recolección de datos y cuantificación de PDA.

El estudio inició con una etapa de revisión preliminar y un sondeo, etapas que conforman la metodología *Save Food* (FAO,2015), las cuales se emparejaron con las etapas de definición de metas de cuantificación, determinación del alcance y la definición de ¿cómo cuantificar la PDA? Las cuantificaciones realizadas en este análisis se realizaron basadas en los principios del Estándar de PDA: pertinencia, integridad, consistencia, transparencia y precisión; estos representan una aplicación justa y brindan garantía de que los datos e información suministrada en el inventario es verídica.

En la etapa de revisión preliminar se llevó a cabo la recolección de información, extraída de literatura relacionada con la temática de la pérdida de alimentos y de las metodologías para la cuantificación de PDA.

Con base en una visita inicial a la planta, se realizaron observaciones que fueron determinantes para la formulación de preguntas, las cuales darían origen a la estructura de entrevistas para ser aplicadas en etapas posteriores.

En la etapa de sondeo, se aplicó una entrevista semiestructurada al encargado de la planta basada en las observaciones realizadas en la revisión preliminar (ver Apéndice 1). Se observó el flujo del proceso, lo cual facilitó el reacomodo de las etapas de estudio posteriores. Hubo contacto más directo con algunas de las personas que participan del proceso de recibo, lavado y selección de papa.

Para la delimitación del alcance se contemplaron varios aspectos. Se fijó un periodo de tiempo para efectuar los muestreos de contabilización de PDA (Ver apartado 3.4), posteriormente, se determinó el tipo de material que se iba a

contabilizar (en este caso la papa entera), el destino que tomaba la pérdida en su descarte, también se consideró la etapa en el cual se encontraba el producto dentro del estudio (etapa poscosecha, la cual fue previamente establecida para inicios del proyecto), el área geográfica de estudio (San Antonio, Naranjo, Alajuela, Costa Rica), y por último se estableció el tipo de organización que ejecutaba la actividad por estudiar (planta de lavado de papa poscosecha).

Establecidas las metas de cuantificación, la delimitación del alcance del estudio y la definición de ¿cómo y qué cuantificar?, se dio inicio con la fase de muestreo de PDA. Fue de suma importancia en el muestreo, la fijación de los días en los que se recolectaron los datos.

3.6. Cuantificación de la PDA

El plan de muestreo se realizó en sinergia con las etapas de recopilación, análisis de datos y cálculo de los resultados obtenidos que propone el Estándar de PDA; el muestreo que se implementó en este estudio de caso se diseñó basado en la propuesta Metodología *Save Food* (FAO,2015) la cual indica tomar un 30% de muestra del estudio, sin embargo en el presente estudio se hicieron modificaciones con respecto al porcentaje de muestra que plantea dicha metodología, en este estudio en lugar de tomar el 30% de muestra que indica la metodología, se toma un 40% de muestra, para que el plan se adaptara al volumen de papa que se muestreó en la planta, ya que la capacidad operativa al momento de los muestreos permitió el aumento de porcentaje de muestreo el cual se realizó en dos fases.

El plan de muestreo que se llevó a cabo en este estudio determinó, en la etapa 1° del muestreo la contabilización de la papa declarada como pérdida por lote diario.

Este ciclo se realizó al finalizar el proceso de recibo, lavado y selección de papa. En la fase 2 del muestreo se procedió a tomar ejemplares representativos, 40% al azar del lote seleccionado en la fase 1°: 1) Dicha muestra se extrajo de tres niveles diferentes de la caja donde era almacenada la papa para desecho (inicio, medio, final), para luego efectuar la tipificación de daños encontrados en el tubérculo.

Para efectos de cálculo, el peso inicial del lote a procesar se tomó por medio de medición por aproximación, un peso que calcularon los operarios de la planta (no se brindó mayores detalles, solamente se fue suministrado) basado en el número de mallas de papa que ingresaron a la planta provenientes de los productores, quienes suministraron a la planta el peso inicial del lote (peso que fue previamente medido por cada productor antes de hacer entrega en la planta). En la procesadora durante los seis muestreos, nunca se observó que procedieran a hacer la medición respectiva de los lotes del producto que ingresaban.

Otro aspecto importante es el cálculo del peso de la materia orgánica (tierra, hojas, tallos, etc.) que llega adherida a la papa; se calculó de la siguiente manera: 1) Se tomó el dato del peso inicial del lote y le restan el peso del lote después del empaque, 2) Al valor de ese cálculo por diferencia, se le resta el peso de la papa declarada como pérdida (la papa que se declara pérdida se contabilizó aparte).

Posteriormente se registró el peso de la papa declarada como pérdida al final de cada proceso. Para la determinación del peso final total del lote procesado se tomó el peso inicial del lote, la cantidad en kilogramos de materia orgánica y la cantidad en kilogramos de papa declarada como pérdida.

La determinación del cálculo de porcentajes 1) Se efectuó de la siguiente manera: la cantidad de materia orgánica adherida se multiplicó por 100 y se dividió

entre el peso inicial del lote, 2) De igual manera el porcentaje de papa declarada como pérdida, se tomó el peso de papa en pérdida se multiplicó por 100 y posteriormente se dividió entre el peso del lote después del empaque.

Para la tipificación de los daños, se tomaron fotografías de las varias alteraciones que presentaban las papas durante los muestreos. Con base al conocimiento técnico de algunos de los operarios de proceso y en paralelo con la información bibliográfica obtenida, se pudo determinar el tipo de daño según la posible causa. Para lo anterior se tomó en cuenta las fisuras que pudiese tener el producto, si contenía gusanos, manchas negras o verduzcas, podredumbre, lesiones mezquinas, rasgaduras en la piel. Se seleccionaron papas al azar según la cantidad de muestra establecida por el muestreo, se hicieron agruparon en subgrupos según la similitud de los daños, con base en eso, se pesó cada subgrupo y se procedió a aplicar los porcentajes de daño.

3.7. Abordaje de las causas de PDA (Síntesis / Informe de la cuantificación de PDA) y alternativas de mitigación de PDA

Posterior a la toma de datos, se efectuó una estimación con respecto al valor económico asociado a la PDA de papa cuantificada. Se utilizaron como base para determinar el precio de la malla de papa para finales del 2021 e inicios de enero 2022. Cabe destacar que el precio de la papa se encontró en constante variación.

El valor aproximado en colones por kg de papa se calculó tomando el valor promedio aproximado y se dividió entre 46 kg, el cual corresponde al peso de la malla de papa con el que se trabaja en la planta, esto sería el precio por kilogramo aproximadamente. El valor económico aproximado no percibido se calculó tomando

el valor aproximado por kg de papa y se multiplicó por el peso de pérdida de papa al final del proceso (kg). Además, se analizaron aspectos como buenas prácticas de manufactura y agrícolas, aspectos culturales / jerárquicos y condiciones climáticas.

Ejemplo de fórmulas:

$$\frac{\text{Valor promedio}^{46}}{\text{kg}} = \text{Precio aproximado por kilo de papa}$$

$$\begin{aligned} & \text{Valor aproximado por kilo de papa} * \text{peso de pérdida (kg)} \\ & = \text{Valor económico no percibido} \end{aligned}$$

La etapa de síntesis se homologa con la etapa de Informe de la cuantificación de PDA que propone el Estándar de PDA. La etapa de Síntesis que propone la metodología *Save Food* no solamente se limita al reporte de la PDA, sino que va más allá en la búsqueda y propuesta de soluciones a la disminución de la PDA.

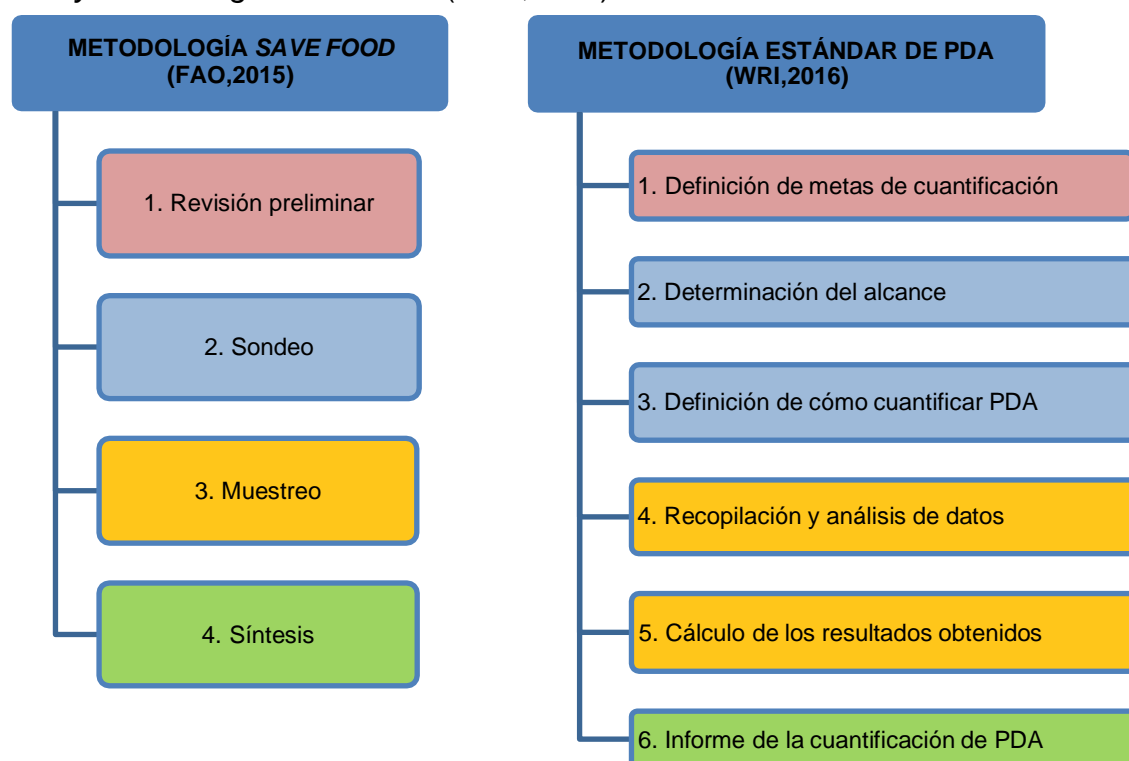
Para efectos de estudio de las posibles causas generadoras de pérdida se recurrió a bibliografía relacionada con estudios enfocados en el cultivo de papa, donde se extrajo información relacionada con enfermedades comunes en este tubérculo, con base a esa información, se fue observando si en cada muestreo existía similitud entre esas enfermedades con los daños encontrados en las muestras tomadas.

Posterior al análisis de las posibles causas generadoras de pérdida de papa, se establecieron alternativas para mejorar las técnicas aplicables en el proceso que a su vez propiciarían disminución de PDA, esto está plasmado en un manual ilustrado (ver anexos).

La figura 1 sintetiza la propuesta metodológica para cuantificación de PDA

basada en herramientas de determinación de pérdidas alimentarias aplicada en este estudio, siendo el resultado de integración tanto de la metodología de cuantificación del Estándar de PDA como de la metodología *Save Food* ambas tomadas como en este estudio de caso, de manera que puede observarse la homologación entre etapas de ambas metodologías. Las flechas indican el parentesco entre etapas. La figura representa lo explicado en la metodología.

Figura 1. *Proceso del resultado en la integración tanto de la metodología Estándar PDA y metodología Save Food (FAO,2015).*



Fuente: Elaboración propia (2022)⁵

⁵ Nota: La representación de los colores en cada una de las figuras que constituyen el esquema anterior, ejemplifican como entre etapas de ambas metodologías se lograron unificar según la semejanza entre ellas, con el fin de estructurar la metodología de cuantificación por aplicar en este estudio.

3.8. Técnicas e instrumentos para recolección de información

Algunos de los instrumentos utilizados en la recolección de información, fueron el empleo de registros con datos de pesajes que se realizaron durante los seis muestreos establecidos (ver apéndice 6). Posteriormente se realizó la tipificación de las posibles causas de pérdida (mecánica, fisiológica o patológica), lo anterior se sustentó mediante evidencias fotográficas que mostraban los daños encontrados en las papas. Los datos iniciales antes del muestreo fueron tabulados (ver tabla 6).

Se generaron entrevistas semiestructuradas con la participación de productores externos dedicados a la actividad papera, así como información suministrada por un experto en el área de agronomía, del cual se obtuvo razón acerca de la situación actual con respecto a la legislación que regula las instalaciones dedicadas al recibo, lavado y selección de papa.

3.9. Variables

Tabla 2

Definición y operacionalización de variables

Objetivo específico	Variable/ atributo	Definición conceptual	Definición operacional	Definición instrumental
Establecer una metodología de cuantificación basada en herramientas de determinación de pérdidas alimentarias que proporcione un método estandarizado para la contabilización de la pérdida de papa en la planta de lavado.	Pérdidas de papa	Disminución en la disponibilidad de un alimento	Cuantificación Metodología de cuantificación para pérdida alimentaria	Herramienta para registro y cuantificación de pérdidas de alimentos.
Cuantificar el porcentaje de la pérdida de papa en la etapa de acondicionamiento poscosecha mediante la aplicación de la metodología de cuantificación establecida, así como una estimación del valor económico asociado a las pérdidas de papa cuantificada	Porcentajes de pérdida de papa	Cantidad porcentual de la pérdida de un alimento	Cuantificación de pérdida alimentaria por medio de muestreo. Determinación posibles causas de pérdida alimentaria.	Registro de datos insitu. Tabulación de datos de pérdida de papa por día de muestreo. Medición de pesos Aplicación metodologías Estándar de PDA y SAVE FOOD
Tipificar las causas de pérdida del tubérculo durante la etapa de poscosecha basadas en el análisis de criterios de selección utilizados en la planta de proceso de lavado de papa.	Las posibles causas de pérdida se tipificaron y se contabilizó por tipo de daño en porcentajes según: daño mecánico, fisiológico y patológico.	Contabilización de pérdida de papa por tipo de daño	Estudio de campo Aplicación del método de cuantificación, registro y tabulación.	Tabulación de datos de tipificación de daños de papa por día de muestreo. Aplicación metodologías Estándar de PDA y SAVE FOOD 4'S
Abordar el análisis de causas de pérdida de acuerdo con la información recolectada para la generación de alternativas de mejora que puedan ser implementadas por la planta de lavado según la problemática evidenciada.	Alternativas de mejora	Guía alternativa para mejoras dentro de la planta o proceso en general.	Apoyo bibliográfico	Apoyo bibliográfico del Manual de medidas y definiciones (MAG) y Manual de Cultivo de papa en Costa Rica (MAG)

Fuente: Elaboración propia (2022)

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección se ampliará y discutirá la información y datos recolectados durante el desarrollo de esta investigación con un análisis descriptivo y cuantitativo. Se describe ampliamente la dinámica de trabajo dentro de la planta, además de la citación de posibles aspectos relacionados a causas de pérdida de la papa, así como a datos tomados durante los muestreos realizados.

4.1. Resultado del establecimiento de la metodología de cuantificación de PDA integrada por *Save Food* y el Estándar de PDA

El objetivo inicial de este estudio parte del establecimiento de una metodología que estuviese basada en herramientas de cuantificación de PDA, lo cual fue posible, gracias a la integración y compatibilidad de las dos metodologías de cuantificación para PDA aplicadas en este estudio.

Para establecer la metodología fue primordial realizar una revisión preliminar, de donde se obtuvo información de fuentes primarias y secundarias que fueron clave en la determinación de la evaluación por aplicar, además se tuvo la oportunidad de realizar visitas previas al muestreo donde se observó el proceso en tiempo real contemplando el recibo del producto en la planta hasta su empaque y almacenamiento.

La Tabla 3, señala la documentación que fue consultada y expertos en la temática de estudio que brindaron su aporte para esta etapa.

Tabla 3*Lista de fuentes bibliográficas y expertos consultados*

Nombre del documento	Autor (es)	Institución y Año
Manual de cultivo de papa en Costa Rica	Jeannette Avilés Chaves y Ricardo Piedra Naranjo	MAG,2017
Diagnóstico de Pérdidas y Desperdicio en dos canales de comercialización de la Agrocadena de tomate Costarricense para, su posterior disminución	Laura Brenes Peralta Ing. María F. Jiménez Morales Ing. Marianella Gamboa Murillo	<i>Tecnológico de Costa Rica</i> , 2015.
Reglamento Técnico Centroamericano Industria de Alimentos y Bebidas procesados. RTCA 67.01.30:06	. Respectivos Comités Técnicos de Normalización o Reglamentación Técnica a través de los Entes de Normalización o Reglamentación Técnica de los países centroamericanos participantes: Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras y Costa Rica.	Consejo de ministros de Integración Económica (COMIECO), 2006.
Estándar Global de Contabilidad y Reporte de Pérdida y Desperdicio de Alimentos. Edición No. 1.0	**Craig Hanson, Brian Lipinski, Kai Robertson: Instituto Mundial de Recursos (en inglés: World Resources Institute- WRI). **Débora Días, Ignacio Gavilan, Pascal Gréverath: (Nestlé). **Sabine Ritter: Foro de Bienes de Consumo (en inglés: The Consumer Goods Forum- CGF). **Jorge Fonseca, Robert van Otterdijk: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). **Toine Timmermans: Proyecto FUSIONS, financiado por la Unión Europea. **James Lomax, Clementine O'Connor: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). **Andy Dawe, Richard Swannell: El Programa de Acción de Residuos y Recursos (en inglés: The Waste and Resources Action Programme- WRAP). **Violaine Berger, Matthew Reddy, Dalma Somogyi: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (en inglés: World Business Council for Sustainable DevelopmentWBCSD).	. World Resource Institute (WRI), 2014.
Evaluación de Pérdida de Alimentos: Causas y Soluciones (traducción al español por Laura Brenes Peralta.	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Traducción al español: Laura Brenes Peralta	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2015..
Nombre del experto	Ocupación	Institución a la que pertenece
Alberto Alpízar	Administrativo de la planta de lavado de papa	Sector industrial y agrícola
Ronald Alvarado	Agrónomo	Independiente
Greivin López	Productor de papa	Sector agrícola
Dennis Castro	Productor de papa	Sector agrícola

Fuente: Elaboración propia (2022).

En las entrevistas que se realizaron a los productores paperos (Ver apéndice 3 y 4), coinciden en la técnica de recolección de papa durante la cosecha de manera manual por medio del garabato. 1) Desconocen si existe alguna normativa que planteé parámetros para selección de papa luego de su cosecha; recalcan que los criterios de selección le compete a los dueños de las plantas de lavado que compran la papa, y manifiestan algunos de los cuidados que deben de aplicar, por ejemplo: 1) Cuando se encuentran cosechando la papa mencionan la importancia de no exponer el producto al sol por tiempos prolongados, esto ocasiona que se torne de coloración verduzca, lo cual es indicativo de la producción de solanina.

Con respecto a lo anterior, en la planta cuando realizan el proceso de selección, la papa que presente manchas verdes, inmediatamente es desechada, por ende, es pérdida.

Alvarado, comunicación personal, 03/01/2022 (ver apéndice 2), mencionó el desconocimiento de una posible existencia de un manual o reglamento que fuese aplicado en las plantas de lavado de papa, manifestó cada dueño de lavaderos de papa cuenta con sus propios parámetros de selección, eso sí, aseguró como primero descartan la papa que no cumple con la calidad requerida, para posteriormente clasificarla según su tamaño.

Durante la revisión preliminar se determinó mediante búsqueda bibliográfica, que en Costa Rica sí existe un Reglamento Técnico de papa el cual establece parámetros para selección de papa destinada al comercio, sin embargo, se efectuaron más búsquedas para dar con una posible actualización del reglamento y no fue posible, todo indicó que, desde 1999 año de su creación, no se han generado

otras versiones actualizadas.

En el inciso 10 del Reglamento Técnico de papa (RTCR 67:1999) hay dos artículos que en los que se desea hacer énfasis; el artículo 2° declara lo siguiente; “Los establecimientos que realizan las funciones de lavado, empaque y clasificación deben cumplir con las normas y reglamentos establecidos por la autoridad sanitaria oficial competente y las municipalidades respectivas “

Con base a lo anterior se torna complejo poder efectuar una comparación entre lo establecido en el reglamento versus lo encontrado en la planta de lavado, ya que, en la planta la categoría que se le asigna a la papa por clasificar según la ausencia/presencia de daños, no se mide por niveles porcentuales como lo establece el reglamento, por ende, la etapa de selección en esta planta es muy subjetiva (“al ojo” de cada operario). Además, el reglamento solamente contempla la clasificación de papa para venta en el comercio: primera, segunda y tercera. La planta de lavado determina la clasificación premium antes de la papa primera; manejan otras denominaciones como la papa segunda, tercera y la papa declarada como pérdida (esta última no está declarada en el reglamento en mención).

A través de una llamada telefónica que se realizó a la Agencia de Extensión Agropecuaria de Naranjo, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), se hizo la consulta acerca de si tenían conocimiento de la existencia de algún reglamento o manual que estuviese relacionado a parámetros de selección de papa poscosecha y la respuesta fue que desconocían si existía dicho documento, además, alegaron, también, desconocer ¿bajo qué criterios las plantas dedicadas al lavado de papa se basaban para seleccionarla? En resumen, durante las visitas a la planta no hubo acceso a ningún manual o documentación que tuviese los

parámetros de selección del tubérculo en dicho local.

Con base en lo anterior se consideró que podría existir un desligue o falta de seguimiento en el control de funcionamiento de plantas dedicadas al lavado de papa por parte del MAG (por lo menos según lo evidenciado en este estudio de caso), para lo cual en el inciso 10 del Reglamento Técnico de papa (RTCR 67:1999) el artículo 5° se detalla que “Será el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Salud y el Ministerio de Economía, Industria y Comercio cada uno en el ámbito de sus competencias, los encargados de velar por el cumplimiento del presente reglamento técnico” (RTCR, 1999).

Gracias a la revisión preliminar y el sondeo se unificaron ambas etapas con la identificación de los objetivos de cuantificación como lo propone el Estándar de PDA. Se encaminó el estudio hacia la generación de información y datos con respecto a este tipo de actividad (lavado de papa poscosecha), lo cual va la mano con el objetivo N.12 de los ODS (Producción y Consumo Sostenible), de forma que sea un aporte para Costa Rica en la sensibilización desde las pequeñas cadenas productivas dedicadas al manejo de papa poscosecha y que con ello puedan garantizar la seguridad alimentaria del país.

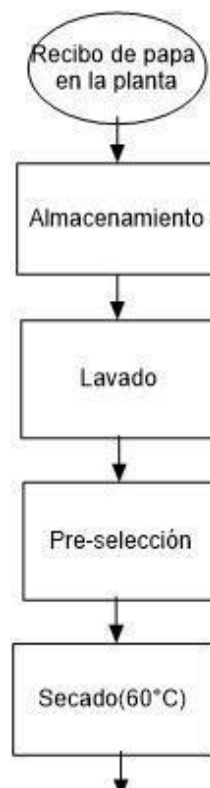
Con la determinación de las metas de cuantificación, se marca el alcance, cuya delimitación se estableció desde la metodología, donde se asiente que el material a cuantificar es la papa entera, siendo dos tipos de papa, las cuales se muestrearon, la Floresta (papa blanca) y la Granola (papa amarilla). En las observaciones hechas durante el proceso, se determinó que la pérdida tiene dos destinos: el primero es el pienso (alimentación animal) y como segunda opción es un desecho de la planta, lo cual concurre la posibilidad de que su destino sea un vertedero de basura.

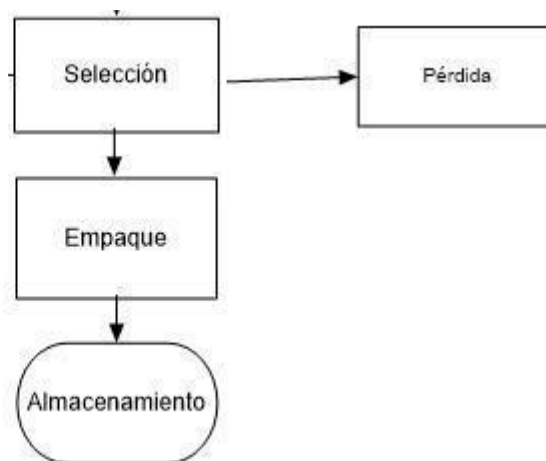
Además, existía la determinación de cómo se iba a llevar a cabo la cuantificación de PDA, la cual, en este estudio, se decide iniciar a partir de cero, es un estudio completamente nuevo, por ende, no corresponde al seguimiento de algún estudio existente.

Otro aspecto importante que determinó el establecimiento de la metodología de cuantificación fue la inspección de la planta a lo interno para conocer en detalle el proceso y con ello generar un diagrama de flujo del proceso del recibo, lavado y selección de la papa poscosecha como el siguiente.

Figura 2

Diagrama de flujo del proceso poscosecha de papa en planta.





Fuente: Elaboración propia (2022).

El proceso inicia con el recibo en la papa a la planta; la papa entra a proceso de lavado entera, con cáscara. En los días en que se realizaron los muestreos, se procesaron dos tipos de papa, Floresta (papa blanca) y Granola (papa amarilla), provenientes de productores externos, a quienes se les compra el tubérculo y la papa cultivada por el mismo dueño de la planta (esta última constituye un 30% aproximadamente de la totalidad de papa que ingresa a la planta y es sometida al proceso de lavado).

Según el aporte de algunos trabajadores de la planta, la papa blanca es más susceptible al daño en comparación con la papa amarilla, añaden que la primera, es más suave y que se pudre más rápido que la amarilla. No se encontró evidencia bibliográfica suficiente y acertada que sustente la versión anterior.

La figura del diagrama de flujo muestra la forma en que fluyen los lotes de papa durante la etapa de poscosecha desde su momento de ingreso a la planta, basándose en las observaciones realizadas durante las visitas a la planta. En el proceso no existe una preselección de papa, esta llega a la planta e inmediatamente se descarga del camión e inicia su ciclo de lavado (cuando la papa

proviene de productores externos, en algunas ocasiones sí realizan preselección en campo antes de enviar el producto a las plantas de lavado).

La papa a su llegada viene empacada en mallas (sacas con orificios), con capacidad de 46 kg aproximadamente (equivalente a un quintal). Las mallas de papa vienen una sobre otra en el camión, no se observó ningún material sobre el piso del automotor que pueda brindar protección, por lo que el movimiento durante el transporte y el exceso de peso entre las mallas puede generar daños en el producto debido a la fricción de este contra el piso, generando magulladuras o rasgaduras en la papa.

Cuando se efectúa la descarga de la papa, las mallas son colocadas de manera brusca contra el suelo de la planta, en este caso si se colocan sacos de material tipo gangoche extendidos para colocar la papa. Aquí se extiende el producto para liberar la materia orgánica que trae consigo (tierra, hojas, etc.), esto para que cuando ingrese a las tolvas de lavado no vayan tan sucias. En esta etapa no realizan ningún tipo de pesaje inicial, ya que toman de referencia el peso que les ha brindado el productor, de quién se adquirió la papa, ni tampoco se realiza ningún tipo de preselección.

Cuando la papa ingresa a la etapa de lavado, lo hace por medio de bandas transportadoras que elevan el producto a una zona similar a un tanque donde se hallan cepillos giratorios en forma cilíndrica con cerdas de material nylon grado alimenticio ejecutando la limpieza de la papa con ayuda de agua potable a temperatura ambiente, la aplicación del agua es por medio de flujo de corriente, no es por aspersión. Aquí se desprende una cantidad considerable de la suciedad que

trae la papa del campo. En esta área de lavado se encuentra un operario retirando papas notablemente dañadas.

Disponen de dos operarios en el inicio del proceso, encargados de ingresar la papa a la máquina de lavado, luego hay otro operario delegado para preseleccionar la papa que va saliendo del lavado (antes de ingresar al horno de secado), posterior al secado, hay de 4 a 3 operarios encargados en la selección de papa para su destino final y empacado.

Para la etapa de secado, la papa ingresa por medio de la banda transportadora al horno para eliminar la humedad, este se encuentra a una temperatura de 60°C. Luego sale a la última etapa del proceso, donde se encuentran varios operarios seleccionando la papa manualmente, empacándola según la clasificación (Premium, primera, segunda, tercera o pérdida) para su venta al comercio.

Respecto a la infraestructura de la planta se puede mencionar que es bastante amplia, ello permite que el flujo de proceso sea fluido, facilitando el trabajo de los operarios. Las áreas comunes se observan limpias, el techado es bastante alto, lo que permite que sea una planta con entradas de aire, el piso es de cemento (no posee azulejo).

No hay paredes divisorias dentro de la planta que segmenten áreas de trabajo en específico, ya que el equipo utilizado para el lavado de la papa es bastante grande y ocupa gran parte del lugar, tampoco existe rotulación de espacios dentro de la planta, por ende no existe un área separada donde se almacene el producto final (empacado), este se apila terminada la línea de proceso recostado a la pared sobre el suelo (el suelo está cubierto con sacos de material gangoche), la papa se

empaca en mallas con un peso aproximado de 46 kg. No se visualizaron lavamanos dentro de las instalaciones de proceso.

Con base en lo anterior, se determinó que la planta no sigue algunas disposiciones del reglamento en cuanto a buenas prácticas de manufactura, en este caso no se rigen por los parámetros del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.01.33:06, 2006). En el lugar de estudio indicaron que las otras plantas utilizadas como lavaderos de papa tenían una infraestructura similar, sin embargo, es algo que no se pudo comprobar; por ejemplo, la planta no cuenta con un área específica y debidamente rotulada para almacenamiento de producto empacado, además no existen zonas destinadas al lavado de manos, el piso es cementado e irregular lo cual va en desacuerdo a lo que establece el RTCA.

Se consultó, bibliográficamente, la posibilidad de que existiera algún manual o reglamento que estuviese vigente en el ámbito nacional para la evaluación de infraestructura de plantas dedicadas al recibo, lavado y empacado de tubérculos, sin embargo, no fue posible dar con un documento oficial que adjudicara dicha información. Luego se verificó, en el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.01.33:06,2006) en el apartado de objeto y ámbito de aplicación, que este tipo de reglamentación no aplica para operaciones dedicadas al cultivo de frutas y hortalizas.

Como parte del resultado del establecimiento de la metodología para medición PDA aplicada en este estudio, mediante la integración de los metodologías de cuantificación PDA (*Save Food y Estándar PDA*), logrando demostrar que las etapas de ambas herramientas son homologables, se consideró que la metodología *Save*

Food (FAO,2015) posibilito el planteamiento del muestreo(recordar que esta metodología se basa en la metodología 4S) de manera que se logró adaptar el plan de contabilización de pérdida de papa al flujo de proceso de la planta en tiempo real por lo que la tipificación de las posibles causas de perdida se dio a partir de un porcentaje extraído de la totalidad de la muestra y simplificó el tiempo de trabajo de campo.

Con base a lo anterior, se consideró que la planta podría trabajar de acuerdo a la normativa actual referente a aplicación de BPM, aunque el diseño de la infraestructura no haya regido bajo ninguna normativa.

4.2.1. Cuantificación de la PDA durante la etapa poscosecha en la planta de lavado de papa y posterior caracterización de los daños

Para tener acceso a los antecedentes que pudieran explicar la pérdida de papa, se integró al proceso de búsqueda de información, datos provenientes de parte del administrador de la planta de lavado (Ver Apéndice 1); fue muy específico al decir que la época del año dónde hay mayor pérdida es en la estación lluviosa debido a que el exceso de agua satura el suelo generando que la papa alcance daño por podredumbre rápidamente, en la época seca la pérdida del tubérculo es poca, sin embargo, fue algo que no pudo comprobarse, ya que hay vacíos en cuanto a información técnica. En esta zona se da la producción de papa durante todo el año.

La papa que se descarta por daño al final del proceso se almacena en cajas plásticas y la regalan a productores lecheros de alrededores de la zona que la utilizan para alimentación del ganado, sino la desechan al vertedero de basura.

Como se mencionó en otro apartado, la rotación del personal (en las visitas realizadas a la planta de lavado, en tres ocasiones se observó que las personas encargadas de la etapa de selección de papa no eran las mismas) podría ser un factor indicativo de variabilidad cuando se realiza la selección de la papa, ya que al ser un análisis de carácter subjetivo, la percepción de calidad entre una persona y otra puede ser distinto, en efecto, se constató que hay papas que pasan a considerarse como pérdida sin ninguna alteración física visible, así como otras que llevaban un daño mecánico poco significativo generado probablemente durante su manipulación, y que perfectamente podrían aprovecharse. La manera en que descargan la papa del camión podría ser contraproducente para su calidad final, ya que golpean los sacos cuando estos son puestos en el suelo de manera brusca y esto puede ocasionar magulladuras en la papa.

En la información registrada, se constató que, los operarios al momento de seleccionar la papa en la etapa final del proceso no aplican sus criterios de selección basados en parámetros establecidos en algún reglamento o norma fitosanitaria, por ende, este procedimiento probablemente sea basado en conocimiento empírico adquirido con la experiencia durante su permanencia laboral en la planta o simplemente rigen sus criterios de selección según los parámetros propios de la planta de lavado.

En la planta no existe ningún manual de inducción para el personal que indique los parámetros de calidad para selección de papa; cuando hay contratación de personal en la planta de lavado, los operarios ya permanentes “instruyen” a los de nuevo ingreso de una forma muy informal, ya que indican de manera visual como debe de asemejarse la papa por clasificar según los parámetros de calidad

establecidos por la planta.

En la siguiente Tabla (4) se muestra de ¿qué manera realiza la selección de la papa? en la planta de lavado en estudio. Cabe destacar que, se desconoce si otros establecimientos dedicados a la misma operación trabajan de la misma manera.

La tabla sintetiza las características (tanto de apariencia como medidas de la papa) que se utilizan en la planta para términos de clasificación. En cuanto a la presencia de daños, no existen porcentajes predeterminados para localización de daños en el tubérculo, se procura que la papa presente la menor cantidad de daños posibles.

Entre esta tabulación y la norma nacional Reglamento Técnico (RTCR 67:1999. Papa) con última modificación en el 2003; se observan algunas semejanzas como lo es la mínima permisibilidad al aceptar papa con coloraciones verduzcas (1% de permisibilidad). Este tipo de mancha verde en la papa casi no se admite, lo que se permite es mínimo de presencia en el tubérculo, que podría estar cercano al 1% del reglamento en mención, sin embargo, la planta no determina la presencia/ausencia de daños en porcentajes.

Otro punto del reglamento que se asemeja con los parámetros de selección de la planta es que la papa debe de estar libre de deshidratación y de signos que demuestren rigidez. Otro aspecto es que las papas deben conservar un color natural y propio de su variedad sin alteraciones en su interior, lo que defiere en este estudio, ya que la papa para ser sometida al proceso de lavado y demás se procesa entera con cáscara, por ende, es procesada entera con cáscara.

Tabla 4

Parámetros de selección de la papa establecidos y aplicados en la planta de lavado de acuerdo con su peso, medidas y características físicas para su comercialización según su clasificación.

Clasificación	Peso aproximado (g)	Medida aproximada (cm)	Características físicas
Premium	500 a 600	10 a 13	Deben de cumplir rigurosamente con las medidas ya que son vendidas a supermercados. Su piel debe de estar lisa y libre de enfermedades o alteraciones.
Primera	300 a 450	9 a 10	Tamaño uniforme, sin alteraciones en su morfología (protuberancias), piel lisa, la presencia de daño debe de ser casi nula.
Segunda	100 a 200	6 a 7	Pueden tolerarse anomalías como deformidades, no tan pronunciadas e incluso pequeños camanances, lesiones con aspecto corchoso con mínima aparición.
Tercera	65 a 95	3 a 5,5	La integridad de la piel es alterada, no presenta color uniforme, presenta daños en la corteza de la piel, lesiones corchosas y pueden tener manchas negras.
Pérdida	Presencia abundante de daño	Presencia abundante de daño	

Fuente: Elaboración propia.⁶

⁶ Nota: Los valores mostrados en la tabla anterior, representan un margen Aproximado según las mediciones realizadas durante las visitas a la planta. Lo anterior está basado en las observaciones y en la práctica de campo realizada, además del acompañamiento técnico del encargado de la planta

En las imágenes siguientes, se muestra la ejemplificación de las dimensiones para la categorización de la papa según su tamaño dentro de la planta para su posterior empaque y venta al comercio.



Ilustración 1.
Papa primera (izquierda), segunda (centro). y tercera (derecha).



Ilustración 2
Papa tercera o semilla



Ilustración 3.
Papa declarada en pérdida

La metodología que plantea la Iniciativa *Save Food*(FAO,2015), sugiere el estudio de una CSA⁷ como tal, con el debido seguimiento y rastreo de una cantidad determinada de lotes que se encuentren en esa cadena alimentaria; con el estudio previo del caso, los lotes que se muestrearon provenían de distintos productores.

Para ejemplificar la asignación del tipo de papa para cada día de muestreo, se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5

Tipo de papa procesada según los días del programa de muestreo

Tipo de papa	Proveedor	Número de muestreo
Granola(amarilla)	Dueño de la planta	N°1
Granola(amarilla)	Dueño de la planta	N°2
Floresta (blanca)	Productor externo	N°3
Floresta (blanca)	Productor externo	N°4
Floresta (blanca)	Productor externo	N°5
Floresta (blanca)	Productor externo	N°6

Elaboración propia (2022)

La Tabla 6, muestra los datos tomados durante la secuencia de muestreos realizados entre el periodo noviembre-diciembre del 2021 y enero del 2022.

⁷ De Aquí en adelante esta CSA, que significa Cadena de Suministros de Alimentos.

Tabla 6

Reporte de datos y porcentajes extraídos de los lotes de papa procesados por cada día de muestreo según cada fórmula de contabilización

Secuencia de muestreo	Fecha de muestreo	Peso inicial del lote (kg)	Materia orgánica adherida (kg)	Porcentaje de la orgánica adherida (%)	Peso del lote después del empaque (sin materia orgánica) (kg)	Peso de papa considerada pérdida (kg)	Porcentaje de papa considerada pérdida (%)	Peso total final del lote procesado (Peso inicial de lote materia orgánica adherida papa pérdida) (kg)
Muestreo 1	23/11/2021	1084	34	3.14	1050	15	1.43	1035
Muestreo 2	27/11/2021	1395	5	0.36	1390	15	1.08	1375
Muestreo 3	04/12/2021	2830	11	0.39	2819	24	0.85	2795
Muestreo 4	03/01/2022	3765	11	0.29	3754	61	1.62	3693
Muestreo 5	04/01/2022	4255	6	0.14	4249	64.5	1.51	4184.5
Muestreo 6	05/01/2022	2760	38	1.36	2722	46	1.68	2676

Fuente: Elaboración propia (2022).⁸

⁸ Nota: Para los muestreos 3, 4, 5 y 6, los cuales provienen de productores externos, el peso inicial del lote se obtiene del peso en campo por parte del productor y no por pesaje directo en la planta de lavado. El peso inicial de los lotes de papa que pertenecen a los muestreos 1 y 2 sí cuentan con un peso por medio de medición directa, ya que la papa proviene del mismo dueño de la planta de lavado, esto quiere decir que la medición de peso de los lotes se efectúa en la planta por medio de una romana.

Con base en la Tabla 6, las mediciones por aproximación podrían no ser exactas, esto porque se está tomando como referencia un valor proporcionado por un tercero, y se desconoce de ¿qué manera efectuaron las mediciones? ejemplo de ello es que no existe veracidad sobre si el equipo estaba correctamente calibrado, se desconoce, también, ¿cuántas personas efectuaron la medición?

Los datos recolectados durante los muestreos presentan variabilidad, los tres primeros muestreos que se realizaron en el periodo noviembre-diciembre, fueron meses de transición de época lluviosa a seca en la zona. Durante este primer periodo de muestreo, la pérdida de papa es menor en comparación al segundo periodo; contabilizando los tres primeros muestreos suman 54 kg de papa declarada en pérdida, sin embargo, la cantidad de papa procesada en cada uno de los tres primeros muestreos es menor a la que se procesó durante el periodo de enero del año 2022. Sumando los tres muestreos del segundo periodo, se contabilizan 171,5 kg de papa en pérdida, entre ambos periodos hay una diferencia de 117,5 kg de papa declarada como pérdida. Hay un promedio de pérdida de papa de 18 Kg para los tres primeros muestreos y un promedio 57,17 Kg para los tres últimos muestreos. Cabe recordar que los días de muestreo al ser aleatorios habrá variabilidad entre datos y cálculos.

Un estudio realizado en Colombia por Rubiano (2017), se caracterizó por realizar tres muestreos que se realizaron en un mismo año productivo, y se muestreó un tipo de papa (amarilla). Los daños tipificados y reportados correspondían a daños durante la cosecha, quiere decir que el tubérculo aún se encontraba en el campo. Además, argumenta que, si los daños reportados no superan el 50%, son cifras que no representan mayor incidencia de pérdida, pudiendo deberse a una correcta

práctica y manejo del tubérculo desde la etapa de producción en el campo.

Las pérdidas reportadas luego de la cosecha, comprendiendo el transporte del tubérculo del campo a los lavaderos (de manera general, sin especificación de tipo de daño), fueron estimadas alrededor de menos de 1%, aduciendo que pueden ser generadas por deficiencias de comunicación entre eslabones de la cadena o a la falta de tecnologías.

Los porcentajes de pérdida más altos corresponden a los tres muestreos realizados para el año 2022, siendo el N°6 con el porcentaje de pérdida más elevado con un 1,68%, seguido del N°4 con 1,62% y por último el muestreo N°5 con 1,51%. En el tiempo de muestreo de este periodo, hubo presencia de precipitaciones, por lo que pudo propiciar la posibilidad de acelerar el deterioro por podredumbre en la papa (Ver Ilustración 4, Anexos), cuando hay presencia de este tipo de daño, no hay posibilidad de aprovechamiento, no se considera inocua.

Si se observa (Ver Tabla 6), en el muestreo N°1 y N°6, con 3,14% y 1,36 % respectivamente de materia orgánica adherida a la papa, por ende, la papa que llegó a la planta iba sucia. La cantidad de materia orgánica que contenga la papa podría ser por el tipo de terreno donde fue cultivada, el cuidado del productor o la técnica con que se trata durante la cosecha (Ver Apéndice 1). El exceso de lluvia podría provocar la saturación de los suelos y con ello que al tubérculo se le adhiera más suciedad de lo habitual.

La gráfica siguiente, muestra en porcentajes la tipificación de daños encontrados en los lotes de papa muestreados.

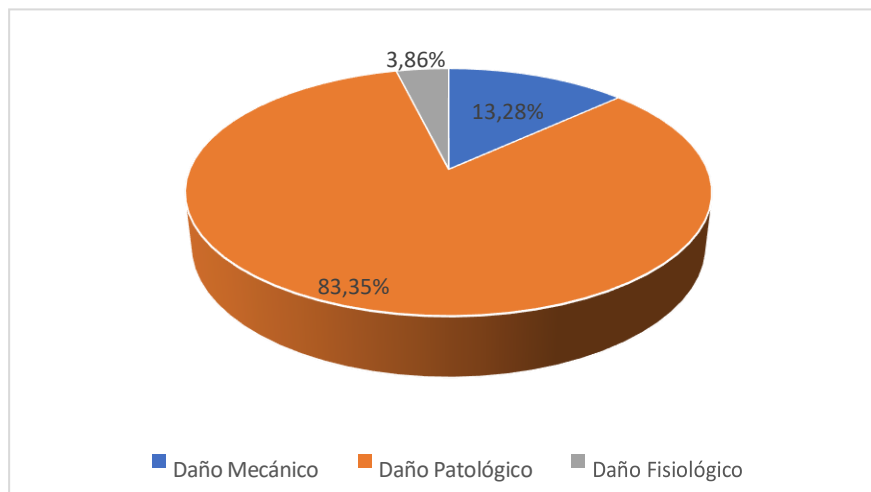


Gráfico 1

Tipificación de daños generadores de pérdida de papa durante la etapa de muestreo

La Gráfica 1, está basada en el Anexo 1. El daño con mayor porcentaje es el patológico, donde se encontró producto dañado con podredumbre en su mayoría, adjudicando a la papa secreciones babosas de coloración café claro y en ocasiones secreciones oscuras, con la presencia de un olor muy fuerte y desagradable. En las partes de la papa con presencia de podredumbre, fue notorio observar lesiones sobre la piel del tubérculo, lo cual, al quedar expuesto al entorno, se hace más propenso al deterioro, lo que facilita el ingreso de bacterias que pueden acelerar el proceso de descomposición del tubérculo (Ver anexo 2). Para la tipificación de los daños encontrados en los lotes de papa muestreada, se hicieron de la mano de los aportes que brindaron los operarios de la planta y a su vez verificado y validado por información bibliográfica.

En segundo lugar, se encuentra el daño mecánico, dónde pudo observarse grietas de diversas profundidades y grosores, ocasionada posiblemente por la acción de una fuerza mecánica, ya que podían observarse frescas y forzadas, además, ese tipo de hendeduras propicia que la papa se deshidrate, por lo cual la

aparición interna se torna seca, las rasgaduras o pelados de la piel, son indicadores de daño mecánico. Además, se pudo observar que entre mayor es el tamaño de la papa cuando es sometida a golpes o caídas bruscas, las posibilidades de que el daño sea mayor aumentan, por ende, el daño podría incrementar propiciado por su peso y tamaño-

Y por último el daño fisiológico, donde se observó papa dañada con manchas verdes, lo cual es conocido como solanina (las papas con este tipo de daño son descartadas inmediatamente y no tienen ningún tipo de reutilización o aprovechamiento dentro de los parámetros de calidad de la planta), un dato importante que fue suministrado por el encargado del lavadero, fue que el compuesto químico producido por la solanina, es un mecanismo de defensa natural que crea la planta contra infestaciones de insectos, y que el tubérculo al quedar en zonas expuestas al sol, aumenta la concentración de la solanina, en cuyo caso, no es recomendable ingerir papas que presenten este tipo de coloración. Las papas con daño ocasionado por la solanina, no se aprovechan debido al aspecto que este tipo de coloración da a la papa como producto final para su venta.

También pudo observarse que al partir algunas papas se miraban huecas a lo interior y le acompañaban manchas marrones que hacían que la papa a su interior se observará como si estuviese hueca. Pallais *et al.* (2004) menciona que:

El suelo no debe de estar muy húmedo a fin de evitar terrones adheridos al tubérculo. También se debe retirar del sol cuanto antes las papas que se encuentran en el suelo, para evitar el incremento de solanina en los tubérculos; sustancias que hace que estos tomen un sabor amargo, no aptas para el consumo. Además de causar lesiones a los tubérculos que son vehículo de agentes

patógenos que causan pudrición en el almacén (p.52).

En la Ilustración 4 y 5, se ejemplifica de qué manera se aprecian las papas con presencia de solanina.



Ilustración 4.
Papa con presencia de solanina



Ilustración 5.
Papa con presencia de solanina

4.2. Síntesis

Lo que se detalla a continuación son algunas de las posibles causas generadoras de pérdida de papa poscosecha. En la planta de lavado se trabajó en llegar al alcance de toda información y datos que pudiesen dar fundamento y evidencia a este estudio. La mención de estas causas no tiene un orden de prioridad, solamente se citan aquellos aspectos, que puedan ayudar a esclarecer la situación en estudio.

4.4.1. Síntomas precursores de la pérdida

La sintomatología presentada en el 83.35% del producto con daño patológico, presentaba pudrición, lo cual era un producto notablemente dañado, con lesiones viscosas, de coloración poco vistosa y con un olor muy desagradable, presumiendo un producto no inocuo. Los síntomas presentados por daño mecánico: rasgaduras de piel, cortes de notable profundidad, magulladuras por golpes, papas con partes rebanadas. El 3.86% de daño fisiológico corresponde en su mayoría a las papas de coloración verduzca, lo cual es un daño que ya traen del campo desde el momento de su cosecha, se desecha sin oportunidad de aprovechamiento ya que no es apta para consumo humano.

4.4.2. Identificación de posibles causas externas (expertos y literatura)

Las personas con las que se pudo acceder a información externa al proceso de la planta, como lo fueron los agricultores entrevistados y el agrónomo, propiciaron aspectos relacionados a posibles causas de pérdida de papa en el campo, por ende están vinculadas a la etapa de la cosecha como tal, sin embargo, si la papa que se cosecha trae consigo una cantidad considerable de daño patológico (en su mayoría se evidencia con pudrición), podría dañar el resto del lote por contaminación, y va a depender también del tiempo y de las condiciones en las que el producto se almacene antes de ser trasladado a la planta. Aunque es información exclusiva de la etapa de cosecha, puede considerarse en algún estudio que surja para la agrocadena de la papa en Costa Rica.

La normativa costarricense entrevistó que queda debiendo en materia de normas dirigidas a las plantas dedicadas al recibo-lavado-selección de papa poscosecha,

donde se muestren parámetros estandarizados que puedan aplicarse en los establecimientos que se dediquen a esta actividad, tanto como para el proceso en sí, y en el diseño de infraestructura idóneo que permita la manipulación correcta de la papa y que a su vez prolongue y resguarde el producto empacado listo para comercializar de manera que contribuya a la disminución de PDA.

Los aportes bibliográficos acá en Costa Rica en materia de cuantificación de PDA relacionados al proceso de industrialización de la papa son muy limitados. La bibliografía encontrada contiene información poco reciente, debido a la escasez de estudios realizados en esta temática.

4.4.3. Buenas prácticas de manufactura

Según la gráfica 1, en la planta de lavado de papa en San Antonio de Naranjo, la evidencia de daño con mayor porcentaje fue el patológico; este aspecto según indica el administrador de la planta, podría deberse a una causa originada en la etapa de cultivo o de la cosecha y no de la poscosecha. El MAG (1991) manifiesta la excesiva variación de la humedad del suelo afecta la calidad de los tubérculos. La papa puede cultivarse tanto bajo condiciones de lluvia natural, como bajo riego, pero la humedad ambiental alta favorece el desarrollo de la enfermedad conocida como tizón tardío (Ver Anexo 2). El lote N°6, corresponde al hallazgo con mayor porcentaje de pérdida de papa con un 1,68%, para efectos de producto, este llegó a la planta con daños notorios de pudrición. En los días cercanos a los últimos tres muestreos, hubo presencia de lluvias, por lo que el agua puede llegar a ser un posible precursor en la aceleración de daños por pudrición en la papa, dejándola vulnerable durante su transporte del campo hacia la planta, así como la

manipulación de esta en el lugar.

La carencia de cuidado al momento de recibir y manipular el producto en la planta antes de ser procesado, propicia que en la papa se puedan intensificar la aparición de daños mecánicos o empeorar los ya existentes; al momento de la descarga del producto del camión, algunas de las mallas se observó que las arrojan desde la altura de la carreta del camión al suelo, el mismo no cuenta con protección para recibir el producto, en el suelo extienden las papas para que suelten un poco la tierra que traen adherida (el suelo posee cementado, sin embargo presenta irregularidades en su forma). En este momento del proceso podría ser un indicativo de que la papa puede sufrir daños mecánicos debido a una incorrecta manipulación, generando grietas o magulladuras en la papa. En el Apéndice 7, se observa como el daño mecánico pudo ser registrado durante los seis muestreos realizados, siendo el N°6 y N°7 con 4.7% y 4.2% con daño mecánico documentado respectivamente.

Además, la papa que es extendida en el suelo luego de la descarga, si ya viene dañada y presenta lesiones, podría existir la posibilidad de que al ingresar a las tolvas de lavado, la suciedad que haya ingresado por estas lesiones, no sea eliminada del todo, y que luego de esta operación cuando pase a la banda de secado el calor no sea el suficiente o no sea distribuido de manera uniforme dependiendo de la cantidad de papa que circule por la banda, ocasionando que dentro de esos cortes quede humedad, la cual podría generar que la papa con el tiempo llegue a deteriorarse, y en este caso se pasaría de un daño mecánico a desencadenar daño patológico, evidentemente por la acción de microorganismos. Va a depender también de las condiciones que la papa tenga durante su almacenamiento, puede que el proceso de deterioro se mantenga latente o acelere.

Aunque en la planta no exista una permanente práctica de BPM, se consideró que perfectamente pueden ser aplicables dentro del proceso; tomando en cuenta el diseño de la infraestructura, donde el piso es cementado, no hay una zona designada y con divisiones para el recibo del producto, así como la faltante de una zona para el almacenamiento de producto empacado listo para ser distribuido, no existe un área señalizada ni dividida destinada al lavado y desinfección de manos.

El punto medular de este estudio no fue la agrocadena de la papa como tal, sino el estudio de una de las etapas que le integran (la etapa postcosecha), por ello no se pudo comprobar que deficiencias existen en los campos de cultivo de papa en cuanto al manejo que se le da durante la cosecha, sin embargo, hubo acceso a dos informantes productores paperos (Ver apéndice 3 y 4) aunque no cubre por completo la información que se requeriría para abarcar el desempeño de la agrocadena de la papa. Según la gráfica 1, el porcentaje que ocupa el segundo lugar es el de daño mecánico; fue evidente, según las observaciones realizadas en el sitio, que hay un escaso dominio y práctica de BPM por el personal encargado de la manipulación de este tubérculo.

En (Ver Apéndice 7), se plantea la guía de BPM propuesta en estudio de caso, en respuesta a la síntesis de posibles causas encontradas. Además, se propone un registro que puede ser utilizado en cada uno de los procesos para llevar un mayor control de la pérdida contabilizada, así como el detalle del daño encontrado.

4.4.4. Condiciones climáticas

El factor atmosférico podría ser un indicador de pérdida de papa, debido a que la saturación de los suelos daña las plantas, ocasionando la aparición de ciertas

patologías que llegan a afectar el tubérculo y con ello el aspecto de daño o la pérdida total de la papa. No se logró comprobar si realmente en la época lluviosa es dónde ocurre mayor índice de pérdida de papa, pero el administrador de la planta fue enfático en afirmar que verdaderamente es así, si se compara con la época seca.

Las condiciones climáticas lluviosas, también, pueden ser el vehículo para la proliferación de insectos que pueden dañar los cultivos. Según Ministerio de Agricultura y Ganadería (1991); "Se debe considerar que el exceso de agua en el suelo provoca un desarrollo pobre de las raíces, la pudrición de los tubérculos recién formados y de los que se utilizan como semilla, son especialmente susceptibles a la pudrición, máxime si se siembran y tapan estando húmedo" (p1).

4.4.5. Valor económico no percibido por PDA

La PDA no solo implica la disminución en la disponibilidad de alimentos para el consumo humano, sino que, hay una cadena de recursos económicos que no son utilizados y aprovechados eficientemente, por ende, no solo es la pérdida de alimentos, también, pérdida de dinero (Ver Cuadro 1), dicho cuadro resume en colones lo que aproximadamente se dejó de percibir económicamente por pérdida de papa poscosecha en el periodo de tiempo de noviembre-diciembre 2021 y principios de enero del 2022 en una planta dedicada a la compra, recibo, lavado y selección de papa. Se utilizaron como referencia el precio de un quintal de papa determinado por el PIMA (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario), para el periodo de mediados del año 2021. Durante los seis muestreos hubo un valor económico aproximado no percibido total de ₡98.047.2,00.

Cuadro 1

Aproximación de precios mayoristas por malla de papa para mediados y finales del año 2021 basado en información suministrada por el PIMA.

N° de muestreo	Peso del lote inicial (kg)	Unidades de malla de papa aproximadas por lote	Peso de pérdidas de papa al final del proceso(kg)	Precios en colones en amarillo según boletín del PIMA por malla (45 kg) **de papa clase amarilla y blanca de mayorista a minorista junio 2021			Valor aproximado máximo por kg de papa entre nov/dic 2021– enero 2022 (¢)	Valor económico aproximado asociado a la pérdida de papa reportada en cada muestreo (¢)
				Valor mínimo aproximado nov/dic 2021- enero 2022	Valor máximo aproximado nov/dic 2021- enero 2022	Valor promedio aproximado nov/dic 2021- enero 2022		
1	1084	23.6	15	19.500,00	21.500,00	20.000,00	434.8	6522
2	1395	30.3	15	19.500,00	21.500,00	20.000,00	434.8	6522
3	2830	61.5	24	19.500,00	21.500,00	20.000,00	434.8	10.435,00
4	3765	81.8	61	19.500,00	21.500,00	20.000,00	434.8	26.522.8,00
5	4255	92.5	64.5	19.500,00	21.500,00	20.000,00	434.8	28.044.6,00
6	2760	60	46	19.500,00	21.500,00	20.000,00	434.8	20.000.8,00
Papa amarilla				17.000,00	20.000,00	18.785,71	-	-
Papa blanca				17.000,00	20.000,00	18.363,64	-	-
Valor aproximado en colones sin percibir debido a pérdida de papa (pérdida económica)								98.047.2,00

Fuente: Elaboración propia (2022)⁹

⁹ Nota: **El PIMA (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario), se refiere al peso del quintal como 45 kg, en la planta interpretaban el peso de la malla de papa equivalente a un quintal como 46 kg. La planta recibía la malla de papa pesando 46kg aproximadamente y entrega al minorista pesando 46 kg. Los valores en amarillo (ver cuadro) son parte del boletín de junio 2021 del PIMA (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario), que muestra el precio de productos de primera calidad y en condición de ser comercializados, en precios de mayorista.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones de investigación

1. Fue posible integrar y adaptar las metodologías de cuantificación de PDA: el Estándar de Contabilización y Reporte sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos Versión 1.0 (WRI,2016) y la metodología *Save Food* (FAO,2015), lo cual fue determinante en el diseño del plan metodológico implementado en este estudio de caso, de manera que pudieron ser adaptadas en el proceso de la planta de lavado, así como para la cuantificación del alimento reportado como pérdida.
2. Los porcentajes de PDA más altos en este estudio de caso corresponden a las tres mediciones que se realizaron en el segundo periodo del plan de muestreo para el año 2022, el más alto fue de 1.68% de pérdida. Se dificultó poder realizar una comparación con algún dato real de pérdida que tuviese ligado a otro estudio reciente de contabilización de pérdida de papa poscosecha en Costa Rica, debido a la escasez de información técnica.
3. La estimación económica asociada a la pérdida de papa que se efectuó se realizó con base a las cifras establecidas por el PIMA, estimaciones que se calcularon para finales del año 2021, la pérdida económica fue de aproximadamente ₡98.047.2,00 dentro del tiempo en que se implementó el plan de muestreo.
4. Para la tipificación de causas el daño con mayor recurrencia reportado corresponde al patológico con 83.35%, la papa tipificada con este daño presentó bastantes alteraciones, lo cual hacía que el producto se considerara no viable.
5. En el abordaje general de las causas de pérdida se observó que hay una falta de herramientas técnicas que faciliten el entrenamiento y la educación para el

personal operativo de la planta en cuanto a BPM.

6. Se reportó la rotación constante del personal en la etapa de selección, y esto podría ser vehículo para generar una posible causa de PDA, debido a que el criterio de selección es muy subjetivo y no hay una estandarización en esa etapa del proceso.

7. Se constató que el empleo de la normativa que establece el Reglamento Técnico de Papa en Costa Rica no es aplicado en las actividades de selección de la papa dentro de la planta. Se comprueba que el documento en mención desde su creación y divulgación no ha sido mejorado ni actualizado.

Recomendaciones

a. Registrar proceso a proceso los datos de pérdida; en la medida de lo posible tipificar el daño generador de PDA, de esa manera se pueden generar registros que sirvan de pronóstico según el producto y zona provee la papa y de esa forma se puede iniciar un proceso de análisis para determinar cuáles son los factores empleados en la manipulación del tubérculo y se pueda llegar a la raíz de la problemática y así disminuir la PDA.

b. Se recomienda en la etapa de selección de la papa, no rotar el personal, por ende, tratar de mantener el mismo. Para ello es necesaria la supervisión constante del trabajo de cada operario involucrado en el proceso, así como la debida capacitación para reforzar la aplicación de BPM, así como aquellos criterios de selección debidamente estandarizados.

c. Para las entidades competentes en materia socioeconómica agrícola de

Costa Rica, es conveniente proponer algún reglamento que sea aplicable a establecimientos que se dediquen al recibo, lavado y selección de papa poscosecha, que dicte las directrices o parámetros para seleccionar la papa para su comercialización bajo criterios de calidad estandarizados, así como el estudio optativo para implementación de medidas que propicien la disminución de PDA dentro de este tipo de propuestas reglamentarias. Además, involucrar más auditorías para el control y verificación del funcionamiento de este tipo de establecimientos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Bibliografía citada en el documento

- Alvarado, R. (03/01/2022). Apéndice 2: *Herramienta semiestructurada para recolección de información referente a especialista ingeniero agrónomo.*
[Entrevista personal]
- Avilés, J. y Piedra, R. (2017). *Manual del Cultivo de papa en Costa Rica.* Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10931.pdf>
- Beltrán, A. (6 abril,2022). ¿Qué impacto ambiental tiene el desperdicio de alimentos?. *El País.* Recuperado de <https://elpais.com/ciencia/lascientificas-responden/2022-04-06/que-impacto-ambiental-tiene-eldesperdicio-de-alimentos.html>
- Bosom et al, (2017-2018). *El desperdicio alimentario, una visión global y local de la problemática, legislación e iniciativas actuales.* Universidad de Barcelona. Barcelona. Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/127005>
- Brenes et al. (2015). *Diagnóstico de Pérdidas y Desperdicio en dos canales de comercialización de la Agrocadena de Tomate Costarricense para su posterior Disminución.* (Documento No.1). Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica.
- Consejo de ministros de Integración Económica (COMIECO). (2006). Reglamento Técnico Centroamericano Industria de Alimentos y Bebidas procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales. Resolución No.176-2006.
- Cleva, M.T. y Casares, J. (2017). Pérdida y desperdicio de alimentos: habitando los conceptos. *Universidad Complutense de Madrid. Vol.5.* p. 14-15
- Dongyu, Q. (2021). Presentación del informe SOFA 2021. Organización de las Naciones

Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado el 15 de diciembre de 2022.

<https://www.fao.org/directorgeneral/speeches/detail/es/c/1460975/#:~:text=1..la%20alimentaci%C3%B3n%20y%20la%20agricultura.>

FAO (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma.

Gustavsson *et al.* (2011). *Global Food Losses and Food Waste*. Roma, Editorial. <http://www.fao.org/3/mb060e/mb060e00.pdf>

Hanson *et al.* (2022). *Índice sobre pérdida y desperdicio de alimentos: Una herramienta para medir el progreso nacional en la gestión de pérdida y desperdicio de alimentos*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Indice-sobreperdida-y-desperdicio-de-alimentos-una-herramienta-para-medir-elprogreso-nacional-en-la-gestion-de-perdida-y-desperdicio-de-alimentos.pdf>

Hidalgo *et al.* (2021) Cuantificación del desperdicio de alimentos en servicios de alimentación de la Universidad de Costa Rica. *Perspectivas en Nutrición Humana*. 2021; 23:143-57. DOI: 10.17533/udea.penh.v23n2a02

HLPE. (2014). *Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles*. Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. Roma, 2014.

Iniciativa Global SAVE FOOD 4'S (FAO). (2014). *Evaluación de Pérdida de Alimentos: Causas y Soluciones: Estudios de caso en los Subsectores Agrícolas y Pesqueros de pequeña escala*.

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2019). Costa Rica Albergara segunda conferencia global del programa sistemas alimentarios sostenibles de Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/costa-rica-albergar%25C3%25A1segunda-conferencia-global-del-programa-sistemas-alimentarios>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2021). Encuesta Nacional Agropecuaria 2020 RESULTADOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y FORESTAL (ISSN: 2215-552X). San José, Costa Rica. Recuperado de <https://www.inec.cr/sites/default/files/documetos-bibliotecavirtual/reagropecenaagricola2020.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (1991). Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658.pdf>
- Molina, L. (2021). *Costa Rica desperdicia una tonelada de alimentos al día*. Seminario Universidad. (Párr.2). Consultado el 12 de diciembre de 2022. Naciones Unidas. (2019). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf
- ODS. (s.f). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://ods.cr/objetivo/objetivo-12>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f.). Calidad específica: un método voluntario de diferenciación de un producto. Recuperado de <https://www.fao.org/in-action/quality-and->

originprogram/background/what-is-it/specificquality/es/#:~:text=La%20calidad%20de%20los%20alimentos,con%20la%20conservaci%C3%B3n%20del%20medio

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención*. Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Evaluación de Pérdida de Alimentos: Causas y Soluciones (Traducción al español por Laura Brenes Peralta)*. Roma: FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). *La seguridad alimentaria futura del mundo peligra debido a múltiples desafíos*. Editorial. <https://www.fao.org/news/story/es/item/471772/icode/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2022). *Objetivos de desarrollo sostenible, Índice de pérdidas de alimentos*, Recuperado de <https://www.fao.org/sustainable-developmentgoals/indicators/1231/es/>

Pallais *et al.* (2004). *Guía MIP en el Cultivo de la Papa*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1era Edición. P.52.

PennState Extension. (2018). *Manteniendo Frescos los Productos Agrícolas Frescos*. Pennsylvania State University. p.9.

Picado, J. (2006). Propuesta de un sistema de control de calidad para el recibo de tomate, papa, papaya, sandía que comercializa en los supermercados de la corporación COOPEAGRI R.L. Escuela de ingeniería agropecuaria administrativa. Cartago, Costa Rica

- Presidencia de la República de Costa Rica *et al.* (1999). RTCR 67:1999. Papa N°28219.
San José, Costa Rica
- Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA). (2021). *Sistema de Información de Mercados Mayoristas. Boletín de precios: Precios Mayorista a Minorista*. Cenada, Heredia, Costa Rica.
- Rikolto. (2017-2019). Producción de papa con Buenas Prácticas Agrícolas. Proyecto Gestión del Conocimiento para la Producción Sostenible de hortalizas en Nicaragua, Honduras y Guatemala. Guía técnica N°4.
- Rubiano, A. (2017). *Estimación de las pérdidas de papa criolla en los canales de distribución y estrategias para el mejoramiento de la SAN. Tesis de maestría*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C, Colombia.
- Tecnológico de Costa Rica (TEC). (s.f.). Escuela de Agronegocios: Red Costarricense para la disminución de pérdidas y desperdicios de alimentos. Recuperado de: <https://www.tec.ac.cr/red-costarricense-disminucion-perdidas-desperdicios-alimentos>
- Vignola *et al.* (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en Costa Rica*. Costa Rica. Pág. 16-17
- Word Resource Institute (WRI). (2016). *Estándar Global de Contabilidad y Reporte de Pérdida y Desperdicio de Alimentos*. (Edición No. 1.0)

2. Bibliografía consultada

- Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria. (2018). *Hablemos del desperdicio de alimentos y la industria*. Recuperado de <http://alimentaria.cacia.org/159-setiembre-2018/hablemos-del-desperdiciode-alimentos-y-la-industria/>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2013). Pérdida y Desperdicio: estrategias para salvar el tercio de alimentos que se desaprovechan en el mundo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. Vol. 39 (N.º3). p. 224.
- Macarena, P. (2019). *Pérdida y desperdicio de alimentos en el sector agrícola: avances y desafíos*. Ministerio de Agricultura Gobierno de Chile. Chile. p.4
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Recuperado de <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma, Italia.
- Vindas et al. (2021). *Cómo la innovación puede ayudar a reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos: experiencia ganadores programa de incubación*. #SinDesperdicioCentroamérica. Banco Interamericano de Desarrollo.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la estadística descriptiva aplicada en este estudio

	x_i	$x_i - X$	$(x_i - X)^2$
1	1,43	0,06833	0,00467
2	1,08	-0,28167	0,07934
3	0,85	-0,51167	0,26180
4	1,62	0,25833	0,06674
5	1,51	0,14833	0,02200
6	1,68	0,31833	0,10134

SUMA DE DATOS	8,17
NUMERO DE DATOS	6
PROMEDIO (media)	1,36167
SUMA CONJUNTO DATOS	0,53588
DESVIACION ESTANDAR	0,32737848

Anexo 2. Evidencia de daño patológico, fisiológico y mecánico



Pie negro o pudrición blanda de los tubérculos



. Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)



Roña (*Spongospora subterranea*)

VIII. APÉNDICES

Apéndice 1. Herramienta semiestructurada para recopilación de información general del proceso

Cuadro 1. RECOLECCION DE DATOS SUMINISTRADOS POR TERCEROS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DIRECTO DE LAVADO DE PAPA PLANTA.		
Fecha de aplicación	27/11/2021	
Nombre completo	Alberto Alpizar	
Actividad laboral	Administrador de la planta	
1	¿El tubérculo durante el proceso de lavado, secado y selección se maneja con cuidado para evitar daños?	Respuesta: Cuando el producto ingresa a nuestra planta, procuramos que éste sea manipulado de la mejor manera, hay que recalcar, que brindamos nuestros servicios a productores aledaños, por lo cual entre productores paperos pueden existir prácticas agrícolas diferentes en lo que respecta el manejo del tubérculo. El daño que pueda traer la papa ya no es responsabilidad nuestra.
2	¿El agua utilizada para el lavado de papa es potable?	Respuesta: Sí, es potable.
3	¿Qué consideran ustedes como pérdida del producto?	Respuesta: Aquella papa que no cumple con nuestros parámetros de calidad; producto que viene con coloraciones verduzcas, con daño mecánico, con daño de alguna plaga o que muestre podredumbre.
4	¿Cuál principal razón por la que usted considera que se da la pérdida en la papa?	Respuesta: Las causas pueden ser varias: las técnicas de recolección en el campo, un ineficiente manejo después de cosechar, también podría ser el tratamiento de los suelos donde se siembra pueden generar acumulación de microorganismos o sedimentos de alguna plaga anterior que puede perjudicar cultivos nuevos, la exposición prolongada del tubérculo al sol es perjudicial, así como el exceso de agua también puede dañar el producto.
5	¿Para términos de selección y clasificación de papa poscosecha, se rigen bajo algún reglamento?	Respuesta: Acá no, siempre se ha manejado que al menos las plantas dedicadas al lavado de papa de acá de la zona, cada una trabaja bajo sus mismos criterios.
6	¿Cuál es el promedio de pérdida de papa en peso en una jornada diaria?	Respuesta: Es relativo, eso va a depender mucho de la cantidad de papa que se vaya a procesar durante el día, todos los días son distintos. En la época lluviosa es donde se da mayor pérdida de papa.
Fuente: Elaboración propia (2022)		

Apéndice 2. *Herramienta semiestructurada para recolección de información referente a especialista ingeniero agrónomo.*

Nombre del entrevistado:	Ingeniero Agrónomo Ronald Alvarado
Fecha de realización de la entrevista:	03/01/2022
1. ¿Conoce usted de alguna legislación o norma que respalde como los dueños de las plantas de tratamiento de lavado de papa determinan los parámetros de calidad con los que clasifican la papa para posteriormente comercializar?	No tengo información acerca de una legislación.
2. ¿Tiene usted algún conocimiento acerca de cómo los dueños de las plantas del lavado de papa regulan los estándares de calidad?	Varios productores me han mencionado que lo hacen como por default, no tienen estándares a seguir para la escogencia de estas variables.
3. ¿Sabe usted cuáles son los principales motivos por lo que se da la pérdida de papa luego de la cosecha?	Mucho problema de polilla insecto que afecta la papa, y por problema de bacterias que pudren la papa rápidamente.
Fuente: Elaboración propia (2022)	

Apéndice 3. Herramienta semiestructurada para recolección de información referente a productor papero.

Nombre del entrevistado:	Agricultor de papa Dennis
1. ¿Qué tipo de técnica o equipo utilizan para la cosecha de la papa?	Manual con un garabato
2. ¿Cómo o donde almacenan la papa cosechada antes de la entrega en las plantas de lavado?	Casi siempre se lava directamente, sin embargo, puede estar guardada en bodega de 3 a 4 días estando seca, porque si se arranca y llueve y se moja tiende a pudrirse. Tampoco se puede asolear por que se pone verde y se llena como de vejiguillas.
3. ¿Usted como productor realiza algún tipo de preselección de la papa cosechada antes de ser enviada a la planta de lavado?	Si, se clasifica por tamaño.
4. ¿Conoce alguna legislación o norma que indique de qué manera clasificar la papa para su comercialización?	No conozco, siempre lo hace el que compra la papa
5. ¿Sabe usted cuales son los principales motivos por lo que se da la pérdida de papa en la cosecha?	Hay emporadas de jogotos, polilla y enfermedades que dan pudre agua y maya. También esa la RECEPTONIA, que es un hongo en el suelo que uno se da cuenta hasta que arranca la papa(negra).

Apéndice 4. Herramienta semiestructurada para recolección de información referente a productor papero.

Nombre del entrevistado:	Agricultor de papa: Greivin López
1. ¿Qué tipo de técnica o equipo utilizan para la cosecha de la papa?	Manual con un garabato
2. ¿Cómo o donde almacenan la papa cosechada antes de la entrega en las plantas de lavado?	Casi siempre se lava directamente, sin embargo, puede estar guardada en bodega de 3 a 4 días estando seca, porque si se arranca y llueve y se moja tiende a pudrirse. Tampoco se puede asolear por que se pone verde y se llena como de vejiguillas.
3. ¿Usted como productor realiza algún tipo de preselección de la papa cosechada antes de ser enviada a la planta de lavado?	Si, se clasifica por tamaño.
4. ¿Conoce alguna legislación o norma que indique de qué manera clasificar la papa para su comercialización?	No conozco, siempre lo hace el que compra la papa
5. ¿Sabe usted cuales son los principales motivos por lo que se da la pérdida de papa en la cosecha?	Hay temporadas de jogotos, polilla y enfermedades que dan pudre agua y maya. También esa la RECEPTONIA, que es un hongo en el suelo que uno se da cuenta hasta que arranca la papa(negra).

Apéndice 5. Síntesis de evidencias que muestran algunos de los daños

encontrados durante los muestreos.



Muestreo N°1

El daño con mayor prevalencia en este muestreo fue por polilla. El tubérculo muestra franjas negras. Se observan daños mecánicos como rasgaduras en apariencia hechas durante la cosecha.



Muestreo N°2

Se observa mucho daño patológico. Presentaba protuberancias en la corteza de la papa similares a un mezquino. Había signos de daño mecánico, pero en menores proporciones.



Muestreo #3

La mayor incidencia de daño encontrado era patológico ocasionado por pudrición.



Muestreo #4

La mayor parte de papa perdida presentaba daño patológico a causa de la polilla. El daño mecánico se dio en menor proporción.



Muestreo #5

El daño más prevaleciente es el patológico, ya que el producto muestreado presentaba mucha pudrición. Se entiende que la papa recolectada durante estos días había recibido mucha lluvia. Hubo presencia de daño mecánico y por último con menor presencia, papa dañada con solanina.



Muestreo #6

En este muestreo se encontró mucho daño patológico, siendo la causa la polilla y producto podrido. Seguido a esto, se presenta daño mecánico, con fisuras y rasgaduras en la corteza de las papas; por último había presencia de papas con solanina pero en menor presencia.

Apéndice 6. *Recopilación de datos según la fase 2 de muestreo basado en el plan de muestreo de la metodología Iniciativa 4'S (FAO,2014).*

Secuencia de muestreo	Muestra representativa (40%)	Tipo de daño documentado (patológico, fisiológico, mecánico)	Peso de daño tipificado(kg)	Porcentaje de daño tipificado (%)	Peso final del lote procesado(kg)
Muestreo 1	5.92	Mecánico Patológico Fisiológico	0.380 5.29 0.255	6.41 89.35 4.30	1035
Muestreo 2	6.25	Patológico Mecánico	5.5 0.750	88 12	1375
Muestreo 3	9.75	Mecánico patológico	0.800 8.95	8.20 91.79	2804
Muestreo 4	24.2	Mecánico Patológico Fisiológico	2.7 19.2 1.150	11.15 79.33 4.75	3693
Muestreo 5	25.6	Mecánico Patológico Fisiológico	4.2 19.9 1.5	16.40 77.73 5.85	4184.5
Muestreo 6	18.4	Mecánico Patológico Fisiológico	4.7 13.6 0.1	5.5 73.9 0.54	2676

Fuente: Elaboración propia (2022).

Apéndice 7. Guía técnica alternativa para disminución de PDA en plantas dedicadas al lavado de papa

<p>GUÍA TÉCNICA ALTERNATIVA PARA DISMINUCIÓN DE PDA EN PLANTAS DEDICADAS AL LAVADO DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM) POSCOSECHA</p>	
<p>Elaborado por : Arias Sibaja Jennifer Villalobos Lobo Luana</p>	
<p>2022</p>	
<p>INDICE</p>	
• Introducción	3
• Principales hallazgos durante el proceso de recibo-lavado-selección.....	4
• ¿Cómo se efectuó el muestreo para este estudio?.....	5
• Síntesis de resultados obtenidos en el muestreo.....	6
• Guía de pasos destinada al personal operativo de la planta para efectuar el muestreo.....	7
• Estandarización de parámetros para selección de papa según el valor comercial establecido por la planta.....	8
• Clasificación: Papa premium.....	9
• Clasificación: Papa primera.....	10
• Clasificación: Papa segunda.....	11
• Clasificación: Papa tercera.....	12
• Clasificación: Papa pérdida.....	13, 14
• Recomendaciones técnicas.....	15,16
• Bibliografía.....	17

INTRODUCCIÓN

La finalidad de esta guía, es proporcionar la estandarización de parámetros para selección de papa, facilitar además una herramienta para muestreo, contabilización y tipificación tanto de pérdida de papa como sus posibles causas que propicie control en los procesos de recibo-lavado y selección de papa, así también la entrega de alternativas de mejora para la disminución de pérdida de papa poscosecha en plantas de lavado. Todo lo anterior, adecuado según a la información recabada durante el estudio de caso realizado y basado en criterios técnicos que podrían aplicarse en establecimientos dedicados a la actividad del lavado de papa, con el fin de aumentar el aprovechamiento de este alimento y disminuir su pérdida.

Principales hallazgos durante el proceso de recibo-lavado y selección

1. La descarga y manipulación de la papa cuando llega a la planta, es un poco brusca en ocasiones.
2. No existe un pesaje inicial de la papa que ingresa a la planta para ingresar al proceso de lavado.
3. No se visualizó una rotulación de áreas dentro de la planta.
4. No se visualizó un área destinada al lavado de manos.
5. La rotación del personal operativo de planta es constante (durante los días de visita y muestreo se pudo observar que no todo el tiempo las personas encargadas de la selección no eran las mismas).
6. La mayor parte del daño encontrado en las papas, es por daño patológico, le sigue el daño mecánico.

¿Cómo se efectuó el muestreo para este estudio?

1. Los días de muestreo que se implementaron en este estudio se calendarizaron de manera aleatoria, es decir, se programaron según la disponibilidad de la planta, por ende no se muestreó algún tipo de papa en específico. En la planta se recibe papa blanca (Floresta) y papa amarilla (Granola).
 2. La contabilización de la pérdida, consistió en el pesaje total de la papa declarada como pérdida al final de cada proceso, el peso reportado era en kg.
 3. El tiempo en el que se relizaron los muestreos no tuvo como propósito el estudio de patrones estacionarios que tuviesen que ver con la PDA registrada.
- **Proceso de muestreo**
4. Se contabilizó la totalidad de la papa declarada como pérdida por cada día de proceso al final de cada jornada.
 5. Ya con el dato del peso total del punto anterior, se procedió a tomar una muestra representativa del 40% de ese total. Se tomaba producto de tres partes distintas de la caja (inicio, centro y final), se procuraba homogenizar las cantidades hasta obtener el 40% de la muestra solicitada
 6. Se tipificaron los daños encontrados (mecánico-fisiológico-patológico). Se realizó el pesaje en kg, posteriormente se calcularon los respectivos porcentajes.
 7. Se realizó el reporte de los datos de cuantificación en tablas de manera de se mostraran ordenados. El reporte se detalla en la siguiente página. Se reportó el tipo de papa muestreada: Floresta o Granola.

5

Secuencia de muestreo	Fecha de muestreo	Peso inicial del lote (kg)	Materia orgánica adherida (kg)	Porcentaje materia orgánica adherida (%)	Peso del lote después del empaque (sin materia orgánica) (kg)	Peso de papa declarada pérdida (kg)	Porcentaje papa declarada pérdida (%)	Peso final total del lote procesado (Peso inicial de lote-materia orgánica adherida-papa pérdida) (kg)
Muestreo 1	23/11/2021	1084	34	3.14	1050	15	1.43	1035
Muestreo 2	27/11/2021	1395	5	0.36	1390	15	1.08	1375
Muestreo 3	04/12/2021	2830	11	0.39	2819	24	0.85	2795
Muestreo 4	03/01/2022	3765	11	0.29	3754	61	1.62	3693
Muestreo 5	04/01/2022	4255	6	0.14	4249	64.5	1.51	4184.5
Muestreo 6	05/01/2022	2760	38	1.36	2722	46	1.68	2676

6

Guía de pasos destinada al personal operativo de la planta para efectuar el muestreo

1. Se debe tomar el peso inicial del lote por procesar, no limitarse al dato que dan los productores, sino efectuar la medición directamente en la romana y registrar el peso real.
 2. Efectuar el pesaje de las mallas de papa finalmente seleccionadas y empacadas.
 3. Ya con el peso inicial del lote procesado, se realiza un cálculo por diferencia, restándole al peso inicial el peso de la papa seleccionada y empacada en mallas para obtener el peso que se perdió de la materia orgánica que venía adherida en el lote de papa cuando ingresó a la planta antes del lavado.
 4. Posteriormente, se toma el peso de la papa declarada como pérdida en su totalidad.
 5. Al dato que se obtuvo en el punto N°3, se le resta el peso de la papa declarada como pérdida, acá se obtendría el peso final total del lote procesado.
- **Plan de muestreo:**
 6. Contabilizar el peso de la papa declarada como pérdida en su totalidad (dato obtenido en el punto N°4).
 7. Con base al peso total obtenido en el punto N°6, extraer una muestra representativa del 40% en tres áreas distintas de la caja dónde se encuentra la papa declarada como pérdida (inicio-centro-final). Importante, extraer la muestra de manera homogénea entre las tres áreas.
 8. Seguido de la extracción de la muestra, tipificar los daños encontrados (mecánico-fisiológico-patológico).
 9. Se recomienda reforzar los datos recolectados mediante evidencia fotográfica si es posible.
 10. Finalmente, efectuar el debido reporte y almacenar registro, para dar seguimiento.
 - **Periodicidad del muestreo:** Se recomienda efectuar 6 muestreos en un periodo de 12 meses (3 muestreos en época seca y 3 en época lluviosa). Lo anterior para estudio y seguimiento de posibles comportamientos estacionales de PDA.

7

8

Estandarización de parámetros para selección de papa según el valor comercial establecido por la planta

Esta guía presenta a continuación una estandarización de parámetros para selección de papa basados en los criterios de calidad que manejan en la planta de lavado, además tomando en cuenta la información y hallazgos retomados durante el estudio. La idea es que por cada clasificación de papa (premium-primer-segunda-tercera y pérdida) usen las respectivas fotografías como referencia, con su respectivo rango de medidas, peso aproximado por unidad de papa, así como aquellas características físicas que debe de tener la papa para clasificarla según el grupo al que pertenezcan.

Clasificación: Papa premium

9



Peso aproximado por unidad: 500 a 600g
Medida aproximada por unidad: 10-13cm

Características: Al ser papas de gran tamaño, es un poco difícil que mantengan una forma homogénea, siempre y cuando estén dentro del rango de medidas requeridas. Deben de estar libres de enfermedades, la piel tiene que estar lisa y sana, el tubérculo debe de encontrarse íntegro y consistente.

Clasificación: Papa primera

10



Peso aproximado por unidad: 300 a 450g
Medida aproximada por unidad: 9 - 10 cm

Características: Es esencial respetar el tamaño, preferiblemente sin daños, piel lisa y limpia.

Clasificación: Papa segunda



11

Peso aproximado por unidad: 100 a 200g
Medida aproximada por unidad: 6 a 7 cm
Características: Pueden tolerarse anomalías como deformidades no tan pronunciadas e incluso pequeños "camanares" (hendiduras como las de las fotografías), también la aparición de lesiones por daño mecánico siempre y cuando no se vean tan marcadas, así como lesiones de aspecto corchoso con mínima aparición, o rasgaduras de la piel siempre y cuando no se vean muy expuestas.

Clasificación: Papa tercera



12

Peso aproximado por unidad: 65 a 95g
Medida aproximada por unidad: 3 a 5.5 cm
Características: integridad de la piel no se aprecia muy íntegra, el daño mecánico, y la aparición de lesiones corchosas, manchas negras, lesiones por daño mecánico o hendiduras es más permisivo, de ahí que se le denomine papa de tercera.

Clasificación: Papa declarada como pérdida



13

Clasificación: Papa declarada como pérdida



14

Recomendaciones Técnicas

- Se recomienda la implementación de tarimas para resguardar las mallas de papa listas para despachar, de manera que no estén en contacto directo con el suelo. Esta técnica mejora el apilamiento del producto terminado y disminuye el riesgo por contaminación o la aparición de lesiones por la fricción del roce con el suelo. (Ver imagen ilustrativa de la derecha).



Fuente: INTA, 2019.

15

- Además, es recomendable el uso de tarimas o mesas con rodillos que faciliten la descarga de las mallas de papa del camión, con esto se minimiza la distancia (altura) entre el camión y el suelo, y así se evita golpear bruscamente el producto.

- Se recomienda instruir al personal operativo de la planta en cuanto a:
 1. Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).
 2. Instruir al personal en cuanto a el aprendizaje y aplicación de los criterios de selección utilizados en la planta, para categorizar la papa según su finalidad comercial, y brindar la respectiva supervisión de modo que, se pueda ejercer una eficaz selección del producto y lograr estandarizar el proceso.
 3. Es recomendable delegar a una persona responsable únicamente de supervisar la tarea de selección.
- Para efectos de muestreo:
 4. El Estándar de PDA (WRI,2014), recomienda aplicar el plan de muestreo establecido por la entidad productora en un periodo de 12 meses con varias repeticiones, sin embargo, es sólo una sugerencia. Si se llegara a aplicar de esa forma, se puede hacer de 2 a 3 muestreos por cada estación climática, en el caso de Costa Rica, se pueden realizar en época seca y época lluviosa, con la aplicación de repetibilidad que se desee, y serviría para estudio de patrones de comportamiento climático y propicia el seguimiento de la PDA.

11

Recomendaciones Técnicas

CARTA FILOLÓGICA

Alajuela, 12 de enero de 2023

Universidad Técnica Nacional

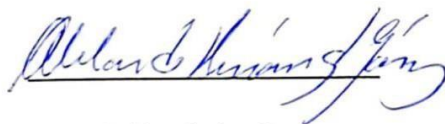
Sede Atenas

Estimados señores(as):

Por este medio expreso que Jennifer Daniela Arias Sibaja y Luana María Villalobos Lobo me hicieron entrega del documento Trabajo Final de Graduación denominado "ESTUDIO TÉCNICO DE CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) POSCOSECHA EN UNA PLANTA DE LAVADO EN LA ZONA DE SAN ANTONIO DE NARANJO, COSTA RICA" para efecto de revisión filológica correspondiente, el cual fue elaborado para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos.

Se ha revisado y corregido aspectos tales como estructura gramatical, ortografía, puntuación, acentuación y otros relacionados con el campo filológico.

Atentamente,



Abelardo Hernández G

Carné 13107 COLYPRO

CARTA DE CONFIDEALIDAD

12 noviembre 2021

Alberto Alpizar
Administrador de la Planta de tratamiento de lavado

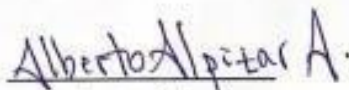
Asunto: Carta de consentimiento de uso de datos de la empresa

Por medio de la presente, yo Alberto Alpizar, administrativo de la Planta de tratamiento de lavado de papa, con domicilio en San Antonio de Naranjo, Alajuela, Costa Rica, se les otorga la presente carta de consentimiento para el uso de datos restringidos, para fines de realización del proyecto de Tesis de las estudiantes Luana Villalobos Lobo, cédula 604240403, y de Jennifer Arias Sibaja, cédula 604060736 de la Universidad Técnica Nacional.

El único fin de la utilización de los datos es para muestrear y contabilizar la pérdida del producto dañado luego de cada jornada de lavado de papa, se autoriza el uso de fotografías que correspondan solamente al producto dañado. Se pide omitir fotografías de la infraestructura de la planta, del equipo utilizado en el proceso de lavado y de los operarios de la planta.

Sin más por el momento, agradezco la atención a la presente carta, quedando a sus órdenes para cualquier, duda, aclaración o comentario que pudiese surgir de la información aquí presentada.

Reciban un cordial saludo,
Atentamente,


Alberto Alpizar

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS
FINALES DE GRADUACIÓN
UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Atenas, 13 enero 2023.

Señores

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Nombre de sustentantes	Cédula
Jennifer Daniela Arias Sibaja	6-0406-0736
Luana Villalobos Lobo	6-0424-0403

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado: Estudio técnico de cuantificación de pérdida de papa (*SOLANUM TUBEROSUM*) poscosecha en una planta de lavado en la zona de San Antonio de Naranjo, Costa Rica.

.

El cual se presenta bajo la modalidad de:

_____ Seminario de Graduación

_____ Proyecto de Graduación

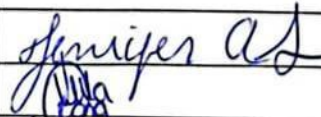

__X__ Tesis de Graduación

Presentado en la fecha 13/01/2023, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Autorizamos		
	SI	NO
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	X	
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	X	
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	X	
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)	X	
Consulta electrónica con texto protegido	X	
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	X	
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	X	

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, se exime de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre del estudiante	Cédula	Firma
Jennifer Daniela Arias Sibaja	6-0406-0736	
Luana Villalobos Lobo	6-0424-0403	

Día: 13 de enero 2023