

Reducción de pérdidas de alimentos en la cadena producción de la piña (*Ananas comosus* L.) en el Valle del Cauca desde el marco de la sostenibilidad

Mohamed Altuwae Alejo
Laura Isabel Castañeda Zúñiga

Universidad Icesi
Maestría en Sostenibilidad
Programas Interdisciplinarios
Diciembre, 2022
Cali, Colombia

Reducción de pérdidas de alimentos en la cadena producción de la piña (*Ananas comosus* L.) en el Valle del Cauca desde el marco de la sostenibilidad

Mohamed Altuwae Alejo
Laura Isabel Castañeda Zúñiga

Trabajo de Grado para optar al título de Máster en Sostenibilidad

Director(a) del Proyecto
Andrés López Astudillo (PhD)
Angelica Burbano Collazos (PhD)

Universidad Icesi
Maestría en Sostenibilidad
Programas Interdisciplinarios
Diciembre, 2022
Cali, Colombia

NOTA DE ACEPTACIÓN

Por medio de la presente, se certifica que el trabajo de grado

Presentado por: **Laura Castañeda Zúñiga & Mohamed Altuwaee Alejo**

Titulado **Reducción de pérdidas de alimentos en la cadena
producción de la piña (*Ananas comosus* L.) en el Valle del Cauca desde el marco de la
sostenibilidad**

Para obtener el título de **Master en Sostenibilidad**

Es aprobado por el comité de Trabajo de Grado:

1. _____ (Director)

2. _____ (Jurado 1)

3. _____ (Jurado 2)

Cali, Fecha (día/mes/año)

Resumen

La pérdida de alimentos (PDA) como símbolo de insostenibilidad de los sistemas alimentarios afecta todos los eslabones de la cadena de suministro de alimentos, especialmente el eslabón de la producción agrícola y el grupo de alimentos de frutas y verduras. El Valle del Cauca, es uno de los principales productores de alimento del país, con un gran potencial de despensa frutícola, destacándose la piña como uno de los principales cultivos del departamento. Sin embargo, la información sobre PDA de este cultivo y en la región es muy limitada. El presente estudio tiene por objeto estimar el porcentaje de pérdida de alimentos asociado al cultivo de piña y sus causas, así como los principales impactos sociales, ambientales y económicos del mismo, con el fin de proponer acciones de mejora que contribuyan a la reducción de la PDA y el fomento de prácticas sostenibles. Para ello, se planteó un diseño de investigación basado en el estudio de caso de dos agricultores de piña de los principales municipios productores en el Valle del Cauca (Dagua y Restrepo) y se utilizaron las metodologías *4S* y *Measuring losses through farmer declarations* de la FAO. Se obtuvo que las principales causas generadoras de PDA son la afectación por patógenos, daños mecánicos en la recolección y el descarte de fruta por no cumplir con los estándares de comercialización respecto al tamaño. La estimación del porcentaje de pérdida osciló entre el 8,7% y 14,2% en fase de precosecha y entre 1% y 8,58% de la fase de cosecha y post cosecha. Como principales impactos de la PDA se destacan las pérdidas económicas en términos de inversión realizadas por los agricultores, la generación de residuos por los excedentes de fruta no comercializados, el desperdicio de recursos naturales y la reducción en la disponibilidad al alimento a nivel regional. Finalmente, con el objeto de prevenir la principal causa de PDA, se plantearon una serie de recomendaciones asociadas a la cadena de producción agrícola del cultivo mediante la implementación de prácticas de agricultura sostenible.

Palabras claves: Cadena de alimentos sostenible, pérdida de alimentos, producción agrícola, piña (*Ananas comosus* L. Merr), Valle del Cauca, agricultura sostenible.

Abstract

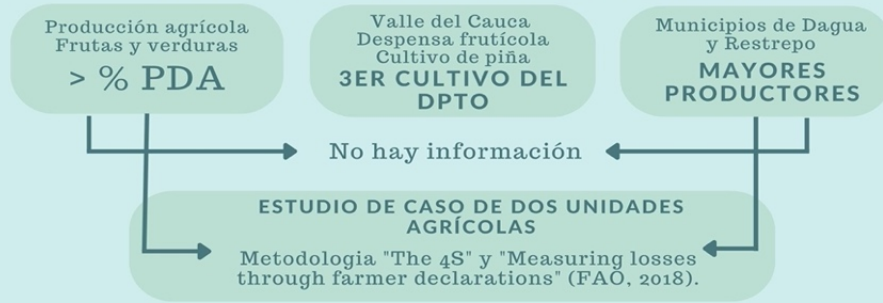
Food loss (FL) is a symbol of unsustainability of food systems and affects all stages of the food supply chain, especially agricultural production and fruit and vegetable commodity group. Valle del Cauca is one of the main food producers in the country, with great potential for fruit harvesting. In the past years, pineapple has become one of the main crops in the department. However, the information related to FL in the production of this crop is very limited. The purpose of this study is to estimate the percentage of food loss associated with pineapple cultivation, as well as its main social, environmental, and economic impacts, to propose specific actions that reduce FL and promote sustainable practices overall. For this, case study research of two pineapple farmers from the main producing cities in Valle del Cauca (Dagua and Restrepo) were conducted and The 4S Method and The Measuring Losses Through Farmers' declarations Methodology (FAO) were applied. The study showed that the main causes of FL are related to pathogens, mechanical damage during harvesting, and discarding of fruit for not meeting market standards regarding size. The estimation of the lost percentage ranged between 8.7% and 14.2% in the pre-harvest phase and between 1% and 8.58% in the harvest and post-harvest phase. The main impacts of the FLP were economic losses in terms of investment, the generation of waste due to non-marketed fruit surpluses, the waste of natural resources, and the reduction of local availability of food. Finally, to prevent the main cause of FL, a series of recommendations associated with the agricultural production chain of the crop were raised through the implementation of sustainable agricultural practices.

Key words: Sustainable food chain, Food Loss, Agricultural production, Pineapple crops, Valle del Cauca, Sustainable agriculture.

Reducción de pérdida de alimentos desde el marco de la sostenibilidad

EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DE PIÑA EN EL VALLE DE CAUCA

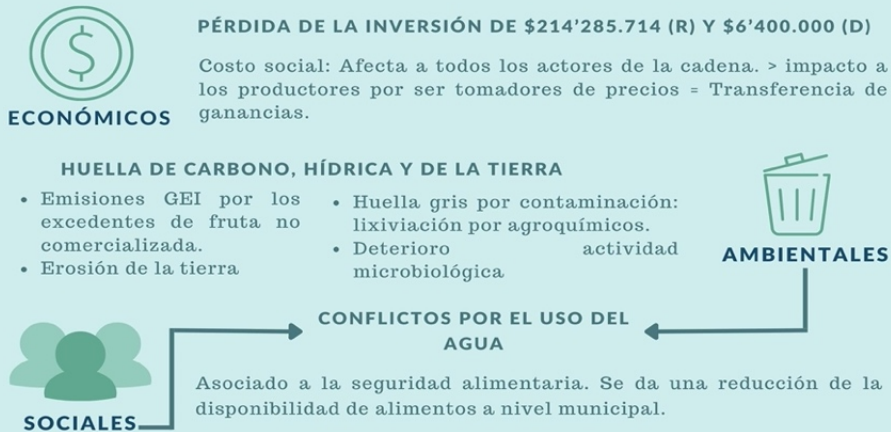
LA PÉRDIDA DE ALIMENTOS (PDA) ES UN SÍMBOLO DE INSOSTENIBILIDAD LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS



Causas generadoras de PDA y su estimación porcentual

		PrR	PrD	% PDA
Causas PDA	Internas	Aparición patógeno Phytophthora.sp		14,7%
		Daños mecánicos en la recolecta	—	1%
		—	Estánd.comercialización. <tamaño	8,7%
	Externas	Productor no logra exportar. Inunda mercado local	—	100%
		Alza en precios de los insumos agrícolas		

Impactos asociados a la PDA



Reducción de PDA y fomento de prácticas sostenibles en el cultivo de piña

Serie de recomendaciones que permitan reducir la PDA asociadas a la cadena de producción agrícola del cultivo mediante la implementación de prácticas de agricultura sostenible.

+ REVISIÓN DE LITERATURA: BENEFICIOS Y VIABILIDAD DE LA AGRICULTURA SOSTENIBLE, Y ALTERNATIVAS DE CIRCULARIDAD PARA LAS FIBRAS DE LAS HOJAS DE PIÑA

Conclusiones

Bajo la visión transversal de la sostenibilidad: Se expanden los conceptos y metodologías planteadas por la FAO.

Aparición de patógenos (pre cosecha) es la principal causa.

Hubo pérdida de esfuerzos económicos, sociales y ambientales.

Propuesta de mejora: Agricultura sostenible +Prevención de PDA

Más allá de la cadena de producción.

Introducción

Estimaciones realizadas por el Departamento Nacional de Planeación a nivel nacional advierten que el eslabón de la cadena de suministro de alimentos que presenta la mayor pérdida de alimentos (PDA)¹ es la fase de producción agrícola, con una pérdida mayor al 40% (DNP, 2016). Asimismo, el grupo de alimentos con mayores excedentes es el de frutas y verduras, con un 62% del total (DNP, 2016). Estas estimaciones coinciden con aquellas realizadas Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación a nivel global (FAO, 2011).

La PDA tiene importantes implicaciones negativas, directas e indirectas, en todos los ejes de la sostenibilidad. No sólo supone el desperdicio de los recursos naturales y económicos utilizados en la producción, muchos de ellos escasos y en conflicto como el agua, sino que genera una reducción de la disponibilidad de alimentos, lo cual se relaciona directamente con la seguridad alimentaria (FAO, 2011, 2019). Frecuentemente, se reconoce la PDA como un símbolo de ineficiencia, injusticia e insostenibilidad de los sistemas alimentarios (HLPE, 2014).

Reconociendo dicha problemática, el Congreso de la República expidió la Ley 1990 de 2019, por la cual se crea la política contra la pérdida y desperdicio de alimentos, aplicable a todos los actores de la cadena de suministro de alimentos. Esta política establece el orden de prioridad de acciones, encontrándose la reducción en el primer lugar. A la fecha, la normativa ha sido ampliada por el Ministerio de Agricultura, mediante el Decreto 375 de 2022, el cual se enfoca en el fortalecimiento de las capacidades de los productores (DNP, 2020; Ley 1990, 2019).

¹ De conformidad con la definición adoptada por la FAO, en el presente estudio se entiende por pérdida y desperdicio de alimentos “*la reducción de la cantidad o la calidad de los alimentos en la cadena de suministro alimentario*” (FAO, 2019). Se distinguen los dos conceptos dependiendo del eslabón de la cadena donde se presenten los excedentes. La pérdida de alimentos (PDA o Food Loss), se presenta en los primeros cuatro eslabones de la cadena: producción agrícola, postcosecha, almacenamiento y procesamiento industrial. Por otro lado, el desperdicio (DA o Food waste en inglés) se produce en los últimos niveles de la venta al por menor y el consumo. Asimismo, se entiende por alimento “*toda sustancia, elaborada, semielaborada o cruda, destinada al consumo humano*” (FAO, 2019) y solo se considera PDA o DA cuando, al final de la cadena, se descartan y gestionan como residuos en cualquiera de sus modalidades. De esta forma, los productos que (1) nunca estuvieron destinados al consumo humano; (2) que se desvían a otros usos económicos no alimentarios, como piensos; (3) las partes no comestibles de los alimentos; y (4) los productos que se redistribuyen a otros consumidores, como las donaciones, no se consideran PDA.

Reducir la pérdida de alimentos ha sido considerado como una herramienta prioritaria para mejorar la sostenibilidad de los sistemas alimentarios (HLPE, 2014), mediante la disminución de costos de producción, el mejoramiento de la seguridad alimentaria y la contribución a la sostenibilidad del medio ambiente, al aliviar la presión sobre recursos naturales y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero – GEI (FAO, 2019; García-Oliveira et al., 2022). Lo anterior, está vinculado directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el No. 12: producción y consumo responsable y la meta específica 12.3: reducir a la mitad los desperdicios. Asimismo, se reconoce su relación con los ODS 2 (erradicación del hambre), ODS 6 (gestión sostenible del agua), ODS 13 (cambio climático), ODS 10 (crecimiento económico sostenible); entre otros (DANE & FAO, 2022).

A nivel regional, el Valle del Cauca ha adelantado esfuerzos para perfilar su sistema alimentario (FOLU Valle del Cauca, 2022); sin embargo, no existen estudios que caractericen la distribución de PDA según las diferentes cadenas alimentarias. Lo anterior cobra especial relevancia considerando que el departamento del Valle del Cauca es una de las principales despensas frutícolas del país, ocupando el tercer puesto con un 9,1% del total de la producción nacional (Invest Pacific, 2018). En general, la información sobre PDA es escasa, desarticulada y desactualizada, lo cual supone una gran problemática para la creación de soluciones e identificación de oportunidades.

El presente estudio aborda de forma integral la pérdida de alimentos a lo largo de la cadena de producción agrícola de dos (2) unidades agrícolas de cultivo de piña (*Ananas comosus* L. Merr) ubicadas en Restrepo y Dagua, Valle del Cauca; mediante la identificación de sus causas, la estimación del porcentaje de pérdida e impactos ambientales, económicos y sociales, con el fin de proponer acciones de mejora que contribuyan a su reducción y fomenten la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.

Justificación de la selección del cultivo y de los municipios.

Colombia Productiva, entidad del Ministerio de Comercio, cuyo objeto es la promoción de la productividad y competitividad según la política de la cartera, incluyó en sus planes de negocio la actividad económica relacionada con la producción y transformación del cultivo de la piña, dada las grandes ventajas competitivas del territorio colombiano para abastecer el mercado interno y,

especialmente, proyectarse a nivel internacional para el año 2030 (Colombia Productiva, 2013a, 2013b).

En el estudio desarrollado, se determinó al Valle del Cauca como uno de los departamentos con mayor potencialidad para el desarrollo de este cultivo. Según datos del Ministerio de Agricultura, el Valle del Cauca es el segundo departamento donde se concentra la mayor producción de piña, con un total de 138.695 toneladas en el 2020, detrás de Santander con una producción de 378.174 toneladas para el mismo (González, 2019; MinAgricultura, 2019; González-Cerón, 2021). En general, en el país se ha venido aumentando la producción de esta fruta, debido en gran medida a la creciente demanda en los mercados internacionales, haciéndolo un cultivo particularmente atractivo desde el punto de vista económico (Solís Grueso, 2021; ADELASA, 2022). A esto se suma, que Colombia posee áreas con características climáticas idóneas para la producción de la variedad MD2 en el sur occidente colombiano, lo cual permite tener una producción escalonada y producir piña durante todo el año (RedAgrícola, 2020; Ríos-Rojas, 2020), fomentando aún más su cultivo.

Existen diversos municipios del departamento donde este cultivo tiene importantes repercusiones económicas, sociales y ambientales. Los principales municipios productores de piña corresponden a Dagua, Restrepo y Vijes, con un 49%, 20% y 12% respectivamente sobre el total de la producción del departamento (GOV.CO, 2020). Estos tres municipios comparten características geográficas y climáticas que favorecen el cultivo de esta fruta, tales como una baja pluviosidad y alta radiación solar a lo largo de todo el año, conformándose un corredor de producción de piña en esta zona.

En concreto, según la Base de Datos Abiertos del Gobierno Nacional, para los municipios de Dagua y Restrepo, el cultivo de piña es el principal renglón productivo con un 94% y 87% de la producción agrícola total. Según datos de la Secretaría de Agricultura de la Gobernación del Valle del cauca, el rendimiento del cultivo se mantuvo constante con un promedio de 60 toneladas por hectárea desde hace más de 10 años. Para ambos municipios el tejido económico social depende fuertemente de la producción agrícola asociada a dicho cultivo, conformado en su mayoría por microempresarios y pequeños productores (ICA, 2017).

En este contexto, analizar producciones agrícolas de gran importancia socio económica y ambiental desde la óptica de la sostenibilidad, enfocado en la reducir la pérdida de alimentos

asociada al cultivo de la piña, adquiere un especial significado y valor agregado al sistema alimentario regional, aportando información recolectada de forma directa y analizada mediante metodologías avaladas; así como soluciones que consideran individuos, recursos naturales y eficiencia.

Objetivo del proyecto

Establecer, desde el *Tripple Bottom Line* de la sostenibilidad, acciones para reducir la pérdida de alimentos en la fase producción de dos productores de piña (*Ananas commosus* L. Merr.) en los municipios de Restrepo y Dagua, Valle del Cauca.

Objetivos Específicos

1. Identificar las principales causas asociadas a la problemática a partir de la información suministrada por los productores y los marcos teóricos de clasificación de causas de PDA.
2. Cuantificar la pérdida de alimentos en la etapa de producción de la piña mediante metodologías validadas para la medición de PDA.
3. Determinar los impactos ambientales, sociales y económicos de la pérdida de alimentos en la producción de la piña.
4. Proponer acciones que propendan por reducir la pérdida de alimentos en la producción de la piña, a partir de un enfoque de desarrollo sostenible.

Metodología

El diseño de investigación seleccionado fue el estudio de caso. La metodología aplicada fue “The FAO 4S Method” en sus herramientas cualitativas, utilizada para medir las pérdidas en la cosecha y postcosecha. Fue seleccionada por tres razones principales: primero, es la que mejor se adapta al estudio de caso de determinados grupos de alimentos en un eslabón de la cadena particular; segundo, busca abordar las causas de la pérdida y las medidas para su mitigación, por ello es considerado como un método integral (FAO, 2018); tercero, su principal ventaja, es que demanda menor tiempo y recursos económicos para ejecutar.

El enfoque 4S se basa en cuatro actividades o herramientas, que pueden ser utilizadas en su totalidad o en combinación: Screening, Survey, Sampling y Synthesis. Las herramientas seleccionadas para la presente investigación fueron:

1) Screening

El objetivo de esta actividad fue realizar una revisión preliminar de los principales conceptos basada únicamente en datos secundarios. Para ello, se consultó información relacionada con los sistemas alimentarios sostenibles, la pérdida de alimentos y las prácticas sostenibles en la producción agrícola en los repositorios de diferentes organizaciones nacionales e internacionales como: el Ministerio de Agricultura, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), World Resources Institute (WRI) y, especialmente, The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Asimismo, la revisión de artículos, tesis y proyectos de grado se enfocó en estudios de casos donde se realizó la estimación de PDA a escala *micro*.

Gracias a ello, se categorizaron las pérdidas según la propuesta de La Gra & Amézquita (1979) y la FAO (2011):

Tabla 1

Clasificación de las pérdidas según la fase de la cadena de producción agrícola

CADENA DE PRODUCCIÓN			
FASES	PRECOSECHA	COSECHA	POST COSECHA
PÉRDIDAS COMÚNES	<ol style="list-style-type: none"> Daños de animales (insectos, aves, roedores, etc.). Enfermedades Eventos climáticos adversos. 	Daño mecánico y/o derrames durante la recolección de la fruta.	Una vez la fruta se ha separado de la planta: <ol style="list-style-type: none"> Durante la selección por degradación, derrame o descarte. Condiciones estéticas de comercialización

Fuente: Adaptado de La Gra & Amézquita (1979) y la FAO (2011).

Y se definieron las ecuaciones de la FAO (2011) como punto de referencia para la cuantificación de pérdidas en la producción agrícola:

Tabla 2.

Fórmulas para la estimación de PDA

FORMULA 1 Fase de cosecha	FORMULA 2 Fase de post cosecha
$AP_{PA,t} = \frac{\%pérdidaPA_t}{1 - \%pérdidaPA_t} * ProdCH_t$	$AP_{PC,t} = \%pérdidaPC_t * ProdCH_t$

Donde: $AP_{PA,t}$: Alimentos perdidos en producción agropecuaria en el periodo t; $AP_{PC,t}$: Alimentos perdidos en postcosecha y almacenamiento en el periodo t; $\%pérdidaPA_t$: Porcentaje de pérdida en la producción agropecuaria en el periodo t; $\%pérdidaPC_t$ = Porcentaje de pérdida en la postcosecha y almacenamiento en periodo t; $ProdCH_t$ = Producción destinada a consumo humano en el periodo t.

Fuente: FAO 2011

2) Survey

Para la recolección de la información se siguió la ruta del método denominado *Measuring losses through farmer declarations* (Medición de pérdidas través de las declaraciones del agricultor). Este permite realizar la identificación y estimación de pérdidas basado en métodos cualitativos, tales como la realización de entrevistas y encuestas. En el caso concreto, se realizó una entrevista semiestructurada a cada uno de los productores de piña: Dagua (PrD) y Restrepo (PrR) (Ver Anexo 1.1 Entrevista 1 - Productor Restrepo y Anexo 1.2 Entrevista 2 - Productor Dagua).

Para la elaboración de la entrevista se tuvieron en cuenta los estudios realizados por el DNP (2016) sobre la estimación de pérdidas y desperdicios de alimentos en Colombia. Adicionalmente, también fueron tenidos en cuenta los estudios adelantados por Giraldo et al. (2018) y La Gra & Amézquita (1979).

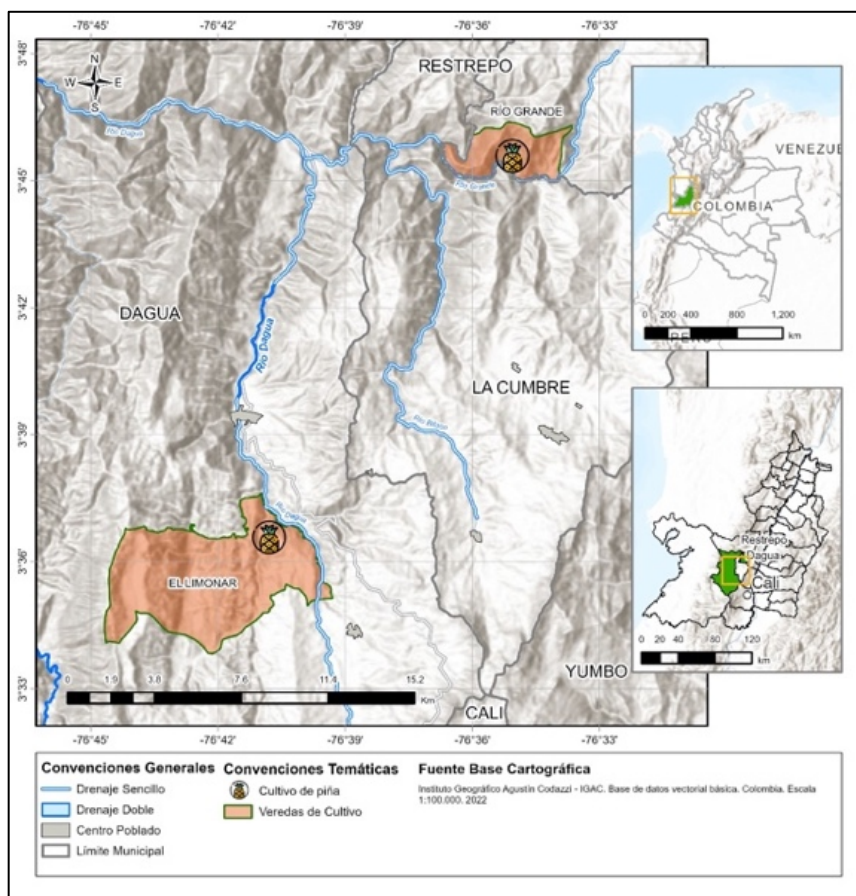
A partir de los datos suministrados fue posible realizar la descripción del proceso de cultivo, del proceso de producción, la identificación de las causas de pérdida de alimentos y la determinación de impactos sociales, ambientales y económicos.

En concreto, se definió el área de estudio en los principales municipios productores de piña del departamento del Valle del Cauca: Dagua y Restrepo. Primero, el municipio de Dagua posee una temperatura promedio de 24° C, una altitud media 1.233 msnm y una precipitación promedio de 1.159 mm por año. Segundo, el municipio de Restrepo presenta una elevación promedio de

1.400 msnm, una temperatura media de 18°C y una precipitación media anual de 1.116 (CVC & CIAT, 2015).

Figura 1

Localización general de las áreas de estudio



Fuente: Elaboración propia, 2022

3) Synthesis

Esta actividad consistió en analizar la información recolectada a la luz de los marcos de referencia estructurados, con el fin de proponer soluciones para reducir y/o mitigar la pérdida de alimentos en los cultivos objeto de estudio, basado en los principios y ejes de la sostenibilidad.

Limitaciones metodológicas. Considerando la metodología seleccionada, se identificaron las principales limitaciones de la presente investigación con el fin de que la interpretación de los resultados se realice de forma adecuada.

1. No se ejecuta la actividad de *Sampling* (Seguimiento de la carga y evaluación del muestreo), que tiene como objetivo realizar mediciones físicas (pesaje) para evaluar las pérdidas.
2. No se realizó un muestreo probabilístico que permitiera contar con representatividad de una población o sector.
3. La subjetividad de los observadores, sus sesgos y la capacidad de recordación puede afectar la precisión y confiabilidad de los datos recopilados.
4. Limitación por aspectos de sensibilidad y confidencial de los productores, como la descripción de los insumos utilizados y prácticas agrícolas.

Resultados y Discusión

Descripción del proceso de cultivo

La variedad sembrada por ambos agricultores es la Gold, MD2. La descripción del proceso de cultivo objeto del presente estudio se puede esquematizar en 6 pasos principales, donde se ejecutan diversas actividades.

Figura 2

Generalidad del proceso de cultivo



Fuente: Elaboración propia, 2022.

En el caso del PrR, dispone de un área de cultivo de 19,2 hectáreas, dividido en 30 plazas. En cada una se siembran 35.000 plantas. La densidad de siembra utilizada corresponde a 54.700 plantas/hectárea (5-6 plantas/m²). Por otro lado, el PrD cultiva un área en extensión considerablemente menor, correspondiente a 2 hectáreas. La densidad de plantas sembradas en este caso fue de 46.000 plantas/hectárea (4-5 plantas/m²). De acuerdo con la información suministrada por los dos agricultores, la densidad de siembra se encuentra definida principalmente por las condiciones del terreno. En los dos casos, cada productor indicó que en terrenos más planos

la densidad de siembra puede ser mayor. Así mismo, señalaron que al no usar la densidad adecuada se afectaría el tamaño, calidad y categoría de la piña.

Finalmente, frente al manejo y gestión de residuos (tanto del cultivo como de la producción) ambos productores manifestar realizar el mismo proceso consistente en “amontonar” el material vegetal resultante de la limpieza del área de cultivo, que incluye parte de las plantas del cultivo anterior y quemarlos dentro de la misma finca.

Datos de producción del cultivo

En cuanto a la estimación de la producción de piña, es necesario mencionar algunos aspectos. En primer lugar, ninguno de los dos productores entrevistados lleva un registro detallado del número de toneladas producidas. No obstante, cada agricultor indicó datos asociados al número de piñas producidas de cada categoría de peso de su cultivo. Para el proceso de comercialización se manejan cinco (5) rangos de clasificación de la piña según su peso, con un máximo de 1,8 kg hasta un mínimo de 0,8kg.

A partir de estas categorías se estimó un valor máximo y un valor mínimo de toneladas de alimento cosechado (total y por hectárea) (Tabla 3).

Tabla 3

Datos de producción de piña para los

Variable	Productor de Dagua	Productor de Restrepo
Producción total máx. estimada (Ton)	135,74	1.546,20
Producción total mín. estimada (Ton)	114,10	1.305,00
Producción máx. (Ton/Ha)	67,87	80,53
Producción mín. (Ton/Ha)	57,05	67,97

Fuente: Elaboración propia

Los datos de producción estimados son similares a los reportados por Garzón-Serrato (2016), en el cual obtuvo una producción de 69,5 Ton/Ha, en un área de 2 hectáreas con una densidad de siembra aproximada de 50.000 plantas por hectárea. Por otro lado, tomando como valor de referencia la producción mínima por hectárea, los dos productores se encuentran alrededor del promedio de producción del departamento, el cual corresponde, según datos de la Secretaría de Agricultura de la Gobernación del Valle del Cauca, en 60 toneladas por hectárea (GOV.CO, 2020).

Sobre la comercialización, el PrR manifestó que realiza la comercialización de su fruta en los supermercados Cañaveral y Super Inter del municipio de Restrepo, utilizando una red de contactos la cual ha estructurado en sus amplios años de experiencia como agricultor. El PrD inició su proceso como agricultor independiente hace relativamente poco (2 años), por lo que aún se encuentra consolidando su red de mercado. Se apoya en su unidad familiar, especialmente su hijo, quien, a través de redes sociales y *WhatsApp* empresarial, realizan la venta de su producción,

Ambos agricultores realizan la compra de los insumos, herramientas y maquinaria en el mercado local. El PrR genera entre 12-13 empleos directos por ciclo de cultivo. El PrD no refiere con exactitud el número de trabajadores, realiza todas las actividades del ciclo de forma personal y directa con apoyo de sus familiares.

Por su parte, en temas de inversión y rentabilidad del cultivo, el PrR realiza una inversión promedio de mil quinientos millones de pesos (1'500.000.000 cte) por ciclo de cultivo, lo que equivale una inversión aproximada de \$1.429 pesos por planta, la cual genera una rentabilidad que oscila entre el 20 y el 40%, dependiendo del valor de comercialización de la fruta. Por otro lado, la inversión total del PrD estuvo entre sesenta y cuatro millones de pesos (64'000.000 cte) y setenta y tres millones seiscientos mil pesos (73'600.000 cte), equivalente a invertir \$800 pesos por cada planta, generando una rentabilidad del 100%. Es necesario aclarar que ninguno de los dos agricultores lleva un registro contable de su actividad económica.

Identificación de las causas generadoras de PDA

Para la descripción de las causas generadoras de pérdidas de alimentos se realizó una división de las cinco (5) causas identificadas en dos (2) grupos principales. El primero, denominado *causas internas*, se asocia con aquellas causas que se presentan u originan durante el proceso de cultivo; mientras que, el segundo grupo, *causas externas*, describe aquellas que radican en situaciones y/o actores externos al productor y el proceso de cultivo.

Figura 3

Causas identificadas como generadoras de PDA

		Productor de Restrepo (PrR)	Productor de Dagua (PrD)
Causas Internas	Pre Cose.	Aparición patógeno <i>Phytophthora</i> .	
	Cosecha	Daños mecánicos por corte o golpe durante la recolección.	—
	PostCose.	—	Condiciones de comercialización: Fruta muy pequeña.
Causas Externas		Nuevo productor . No logró exportar. Inundo mercado local.	—
		Alza en el valor de los insumos agrícolas.	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se realiza la descripción y análisis de las causas identificadas.

Causas Internas

1. Patógeno *Phytophthora* sp.

Ambos agricultores manifestaron que una de las principales afectaciones corresponde a la presencia del patógeno *Phytophthora* sp., la cual ha sido persistente en varios ciclos de cultivos. Este microorganismo genera pudrición en la base de las hojas y el tallo, produciendo la muerte de la planta. Suele afectarlas en los primeros 45-60 días y a los 5-7 meses después de la siembra, previo a la aplicación de la inducción floral.

En los casos objeto de estudio se identifican tres factores que favorecen la aparición de dicho patógeno. Primero, la alta humedad en el ambiente y largos periodos de lluvia. Cuando existen eventos climáticos como fenómeno de la Niña, el nivel de afectación puede ser mayor. Segundo, la variedad Gold MD-2, cultivada por los dos productores, presenta una mayor susceptibilidad a los daños causados por *Phytophthora* sp. que otras variedades de piña (Aguilera-Arango et al., 2022). Finalmente, la principal vía de reproducción de la piña mediante propagación vegetativa implica que, en general, las plantas presenten una muy baja diversidad genética, lo que hace que sea más susceptible a algunas enfermedades, patógenos y afectaciones fitosanitarias (Aguilera-Arango et al., 2022).

Cabe resaltar que los productores han buscado apoyo técnico con algunas instituciones académicas y asociaciones de productores, sin que haya sido posible encontrar una solución definitiva a esta problemática. En ambos casos se indica que obtener asistencia de entidades como la UMATA es complejo, ya que no está en la capacidad de atender a todos los productores de la región.

2. Daños mecánicos en la recolección de la fruta.

En el caso del PrR, esta causa estaba asociada únicamente en la fase de cosecha, que se producía debido a que los trabajadores del cultivo podrían incurrir en cortes o golpes a la fruta, lo que impedía su comercialización, por lo que debía ser descartada. Es necesario resaltar que el productor de Restrepo fue muy enfático en mencionar que esta causa produce pérdidas mínimas, dado que todos los trabajadores cuentan, al igual que él, con amplia experiencia en el manejo de este cultivo.

3. Prácticas agrícolas con resultados desfavorables

En el caso del PrD indicó que, en el último ciclo de cultivo presentó grandes pérdidas debido a un mal proceso de emplastado y al cambio de algunos insumos agrícolas, haciendo que los frutos generados fueran de un tamaño tan pequeño que no eran aptos para comercializar y se debieron descartar. Dicha situación tuvo su origen en la fase de precosecha, donde se realizaron las actividades, sin embargo, se consolida en la fase de post cosecha donde el fruto es descartado por su peso y tamaño.

No obstante, es importante mencionar que es la primera vez que el productor presenta dicha situación y que, en otras ocasiones, las causas presentadas por mala manipulación del fruto o tamaño de comercialización han sido mínimas.

Causas Externas

Por su parte, fueron identificadas dos causas asociadas a circunstancias ajenas a las actividades propias de producción. La característica principal de estas causas es su excepcionalidad: se presentaron en años y por razones específicas.

La primera de ellas fue reportada únicamente por el PrR y se presentó durante los años 2017-2018, por la incursión de un nuevo agente en el mercado local que alteró severamente las

cantidades ofertadas. Bengala Agrícola es una empresa vallecaucana, parte del grupo empresarial Riopaila dedicada a la producción, comercialización y exportación de piña Golden Premium (Bengala Agrícola SAS, 2022). Desde un inicio, la planta de exportación no cumplió las expectativas, oscilando entre el 25% y 45% de la producción total de la compañía. En el año 2018, produjo alrededor de 30 millones de kg al año, exportando poco más de 9 millones de kg (RedAgrícola, 2020).

Como consecuencia, estos excedentes no comercializados en el mercado internacional inundaron el mercado nacional, especialmente el regional del Valle del Cauca, causando una pérdida del 100% en la producción de los agricultores locales en ese ciclo de cultivo. “*Ni siquiera regalado*”, el productor no logró encontrar un destino de comercialización y consumo para el producto puesto que no era posible cubrir los costos de transporte.

La segunda causa identificada, descrita por ambos productores, está relacionada con el alza en los precios de los insumos agrícolas presentada entre los años 2021 y 2022. Según reportes del DANE a inicios del 2022, las cinco categorías de insumos principales (Herbicidas, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, coadyuvantes) habían tenido incrementos en los precios entre 43% y 60%, comparado con diciembre de 2021 (Pérez-Godoy, 2022). Lo anterior, entendido bajo el contexto internacional bélico entre Rusia y Ucrania, principales exportadores de estos insumos, como la urea. Como lo ejemplificó el productor PrR en consideración a sus costos, antes del paro del 2021, el bulto de urea se compraba a sesenta mil pesos colombianos (\$60.000 cte.) y llegó a encontrar precios de trescientos veinte mil pesos colombianos (\$320.000 cte.) durante la coyuntura.

El aumento en los precios de los insumos generó un aumento en los costos de producción de alimentos, haciendo imposible, especialmente para los pequeños y medianos productores de cultivos, finalizar todas las etapas del ciclo de cultivo en todas las áreas sembradas. Al momento en que surtió la investigación, el productor se encontraba lidiando con la situación, buscando soluciones que le permitiesen continuar con el ciclo de cultivo, como probar nuevos insumos o buscar la comercialización en otros mercados/ proveedores. Ninguno de los dos ha sufrido pérdidas por dicha causa; sin embargo, ambos identificaron como varios de sus pares ya habían perdido la totalidad del cultivo (100%) por no poder continuar la producción.

Las causas descritas por los agricultores concuerdan con estudios realizados a nivel nacional (Herrera-Velásquez et al., 2016) y en otros países (Castro-Granados et al., 2019; Herrera-

Cebreros et al., 2022) sobre la pérdida de alimentos (DPN, 2016). Especialmente, la causa relacionada con la aparición de patógenos, los cuales incluyen un amplio espectro de bacterias y hongos que pueden presentarse antes y/o después de la cosecha. A nivel mundial, las pérdidas en la etapa de post cosecha de frutas y hortalizas causadas por microorganismos han sido estimadas entre el 20-50% en países en desarrollo, considerablemente mayor que la de los países desarrollados. Esto por contar con condiciones ambientales más favorables para su ocurrencia, así como disponer de menor recursos tecnológicos y económicos para su prevención (InfoAgro, 2007).

Por su parte, el hecho de que los agricultores manifiesten que normalmente no se presenten pérdidas asociadas al descarte de la fruta por su tamaño o aspecto, es algo que contrasta con lo definido por la FAO (2019), la cual indica que la “*selección y descarte*” es una de las causas más representativas de PDA para los productores agrícolas.

Estimación de la PDA

Con base en los datos de producción, las declaraciones entregadas y el análisis de las causas, se realizó una estimación del porcentaje de pérdida de alimentos en las *causas internas*. Se recuerda que en las *causas externas* la PDA descrita equivalente al 100% de la producción por lo cual se hace innecesario aplicar la metodología de la FAO.

1. Patógeno *Phytophthora* sp.

En el caso de las afectaciones por *Phytophthora* sp., se tiene que el PrR señaló que, en los periodos de más alta pluviosidad, aproximadamente 7.800 plantas de piña por hectárea son afectadas por el patógeno. En el caso del PrD, la afectación fue menor, reportando para el último ciclo de cultivo un total de 4.000 plantas afectadas por hectárea.

Con ello se estima que la afectación es del **14,2%** de las plantas sembradas para el PrR y del **8,7%** de las sembradas para el PrD. Tomando como referencia la cantidad de fruta producida por los agricultores, entre estos dos cultivos se estaría dejando de producir entre **227,26** y **269,37** toneladas de piña debido a este patógeno (Tabla 4). El alimento que no se logró producir es denominado alimento sin cosechar.

Tabla 4.

*Estimación de alimento dejado de producir por la pérdida de plantas afectadas por *Phytophthora* sp.*

Variable	Productor de Dagua	Productor de Restrepo	Total
Total número de plantas afectadas (Ind)	8.000	150.000	158.000
Total producción máx. pérdida estimada (Tn)	12,08	257,29	269,37
Total producción mín. pérdida estimada (Tn)	10,11	217,15	227,26
Número de plantas afectadas por Ha (Ind./Ha)	4.000	7.800	-
Producción máx. pérdida estimada (Tn/Ha)	6,0	13,42	-
Producción mín. pérdida estimada (Tn/Ha)	5,1	11,33	-

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ninguna de las metodologías cuantitativas desarrolladas por la FAO para la estimación de PDA incluye las pérdidas anteriores a la cosecha. La (FAO, 2011) permite incluir la fase de cosecha en el índice a través de encuestas o entrevistas sobre corte de cultivos. Aún más restringido, el Índice de Pérdida de Alimentos 2016 sólo cuantifica en la hoja de balance las pérdidas en operaciones de post cosecha. Lo anterior, está ligado fuertemente al concepto de *alimento cosechado y partes comestibles* desarrollado por la misma entidad, donde sólo se considera PDA las cantidades aptas para consumo humano. En ambos casos, las causas asociadas a dicho eslabón son denominados factores externos a la cadena de suministro. Las limitaciones de las metodologías han sido ampliamente reconocidas por la misma (FAO, 2019).

Estudios posteriores realizados por el Comité de Seguridad Alimentaria Mundial (HPLC) reconocen la relevancia de los daños en la fase de precosecha y cómo inciden directa e indirectamente en las pérdidas en fases posteriores de la cadena: calidad, cantidad, idoneidad, vida útil, entre otros (HLPE, 2014). Igualmente, se identifican estudios de casos que han incorporado en su análisis estas pérdidas, consideradas de tipo agrícola, debido a su incidencia en el rendimiento económico y de producción de la unidad productiva (Castro-Granados et al., 2019).

2. Daños mecánicos en la recolección de la fruta y prácticas agrícolas con resultados desfavorables

La cuantificación de la PDA, es decir, cuando ya existe alimento cosechado, fue estimado para cada uno de los productores teniendo en cuenta la fase en donde fue identificada la pérdida. Para el caso del PrR fue aplicada la Fórmula 1 y se encontró que en el proceso de cosecha se puede llegar a perder el **1%** de la fruta por causa de la mala manipulación o accidentes en su recolección.

Por otro lado, para el PrD, la PDA estuvo asociada a la fase de postcosecha. Como se mencionó anteriormente, aproximadamente 12.000 plantas fueron afectadas por el cambio de insumos y errores en el emplastado. A partir de estos datos, se estimó un porcentaje de pérdida **8,58%**, mediante la aplicación de la Fórmula 2 (Los cálculos de las estimaciones de PDA se relacionan en el Anexo 2. Estimación de PDA).

Tabla 5

Estimación de PDA para el productor de Dagua y el productor de Restrepo

Variable	Productor de Restrepo	Productor de Dagua
Fase de PDA	Cosecha (Fórmula 1)	Postcosecha (Fórmula 2)
Porcentaje de Pérdida	1%	8,58%
PDA máx estimada (Tn)	15,62	11,65
PDA mín. estimada (Tn)	13,18	9,79
PDA máx estimada por hectárea (Tn/Ha)	0,81	5,83
PDA mín. estimada por hectárea (Tn/Ha)	0,69	4,90

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En ambos casos, los porcentajes de pérdida identificados fueron considerablemente menores al promedio nacional de pérdida de frutas y verduras en fase de producción reportado por el DNP, el cual fue de un 41,22%. Los bajos porcentajes de PDA declarados por los productores pueden estar explicados, en gran medida, por los años de experiencia en el manejo del cultivo, que son de 15 años para el PrR y 20 años para el PrD, lo que ha llevado a desarrollar e implementar prácticas de gran eficiencia en su cultivo para evitar esta problemática. Asimismo, estos datos se pueden explicar también por la metodología (*Measuring losses through farmer declarations*. FAO, 2018) implementada para obtener la información. Algunos estudios han demostrado que los datos obtenidos por estas declaraciones suelen reportar menos PDA en sus diferentes fases comparativamente frente a las mediciones directas (GSARS, 2017).

Impactos generados por la PDA

Los impactos de la pérdida y desperdicio de alimentos, entendidos como las consecuencias negativas, directa o indirectas, asociadas a este fenómeno, han sido estudiados por la FAO (2013), considerando los tres ejes de la sostenibilidad, esto es, las esferas económicas, sociales y ambientales. Así como una subclasificación basada en tres niveles (Macro, Medio y Micro) que considera los actores y la dimensión del impacto. De esta forma se han identificado al menos 24 impactos relacionados (Véase Anexo 3. Matriz de impactos PDA).

Ahora, se entienden como impactos en el nivel *macro* aquellos que afectan a la sociedad considerada como un todo. En el nivel *medio*, las consecuencias de la PDA en los actores y cadena productiva o de suministro de alimentos y, finalmente, en el nivel *micro*, los impactos en las familias y/o individuos. En aras de determinar los impactos asociados al caso de estudio, se tomó como base el análisis de la FAO realizado a escala *micro*. Así se identifican como principales impactos:

Impactos Económicos

Se realizó una aproximación al impacto económico de la PDA desde el punto de vista del productor, tomando como variable principal los costos de producción. Basado en el número de plantas perdidas por el patógeno *Phytophthora* sp. y el costo de producción unitario de cada planta, se estima una pérdida en la inversión realizada por ciclo de cultivo aproximada de \$214'285.714 COP para el PrR y \$6'400.000 COP para el PrD.²

No obstante, para poder realizar una estimación más detallada de los costos asumidos por los productores y que son causados por la PDA, es necesario profundizar en varios aspectos económicos del cultivo. En primer lugar, se debe contar con una cuantificación directa de la producción de piña clasificada por categorías de peso. En segundo lugar, es necesario que los productores lleven un registro contable lo más detallado posible de los costos de su producción. Finalmente, es necesario contar con un análisis de las fluctuaciones del precio de venta de la fruta. Con estos datos se podrán conocer los impactos económicos puntuales de cada cultivo y establecer un marco de referencia para la producción de piña MD2 en la región y el país.

Cabe resaltar que, estudios enfocados en la estimación del costo social de la pérdida de alimento en la comercialización de hortalizas (Morais et al., 1981), han demostrado que la PDA acarrea perjuicios tanto para los consumidores, productores e intermediarios. Siendo mayor para los productores, quienes, como tomadores de precios (Guimarães & Caixeta, 1996), no pueden

² Debe resaltarse que los productores no distinguen la inversión realizada por planta según las fases del ciclo de cultivo, sino que estiman su valor considerando el total de plantas sembradas y el total de la inversión al final del ciclo.

transferir las pérdidas a ningún otro eslabón de la cadena. Por el contrario, termina dándose una transferencia de ganancias del productor al consumidor.

En concreto, la PDA genera una elevación de los costos unitarios y los márgenes de comercialización del producto. En un mercado competitivo, la elevación de estos márgenes provoca una reducción del precio recibido por el productor, así como una elevación del precio recibido por el consumidor final y una reducción en las ganancias de los intermediarios. Visto de forma global, al ofertarse cantidades y precios distintos a los que ocurrirían en una situación de equilibrio, la PDA provoca pérdidas en términos de bienestar para toda la sociedad, lo que genera más costos sociales.

Impacto Ambientales

El primer estudio de la FAO enfocado en determinar los impactos medio ambientales de la pérdida y desperdicio de alimentos se realizó en el año 2013. Desde entonces se identificó la fase de producción como aquel eslabón de la cadena donde ocurren, principalmente, los impactos ambientales. Asimismo, se identificaron tres huellas ambientales cuantificables.

La primera de ellas, la huella de carbono asociada a las emisiones de GEI que generan los residuos o excedentes de alimentos, como un impacto directo. Las otras dos, huella hídrica y huella de tierra (las cuales afectan a su vez la biodiversidad), se asocian a las externalidades negativas que genera el proceso de cultivo *per se* y como la PDA constituye un desperdicio de los recursos ambientales utilizados durante el mismo. En el caso de las frutas, estudios realizados por la FAO (FAO, 2019) identifican el mayor impacto en la huella hídrica, especialmente en las aguas azules, no tanto por la intensidad en el uso sino por el elevado % de PDA. Del análisis realizado se elabora la siguiente matriz:

Tabla 6.

Impactos Ambientales asociados a la PDA en el cultivo de piña

IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PDA	
HUELLA DE CARBONO	
IMPACTOS DIRECTOS	Algunos datos a nivel global estiman que aproximadamente el 8% de las emisiones de GEI, son producidas por la pérdida y el desperdicio de alimento (Spang et al., 2019). En el caso específico de las pérdidas de alimento asociadas al cultivo de piña, no se evidenciaron estudios que busquen estimar la huella de carbono o generación de GEI derivadas de estas pérdidas. A pesar de que existen estimación de CO ₂ equivalente de las pérdidas de otras frutas y verduras en otras fases de la cadena de alimentos (Aguilera et al., 2020; Matei et al., 2021; Qian et al., 2022), no pueden trasladarse dichos valores a los excedentes del cultivo de piña, debido que el cálculo de la huella de carbono puede llegar a diferir entre los sitios y la temporalidad de la producción, de igual manera la composición de carbono que varía dependiendo del tipo de alimento producido y dispuesto (Matei et al., 2021). En este sentido, se hace necesario poder adelantar estudios enfocados a estimar las emisiones de GEI de este cultivo y poder cuantificar de manera objetiva el impacto que la PDA produce en términos de emisiones.
HUELLA DE LA TIERRA	
Se usa principalmente un método de monocultivo, el cual genera grandes problemas de erosión, que son más evidentes después de la cosecha e implican que estos terrenos no se puedan usar para otras actividades diferentes al cultivo de piña, sin una previa recuperación (Blanco, 2020).	
HUELLA HÍDRICA	
IMPACTOS INDIRECTOS	<p>De acuerdo con el trabajo realizado por Arenas Jiménez, (2019) en Santander, un cultivo de piña puede tener una huella hídrica total de 3.223,57 m³/ha/año.</p> <p>Esta huella se divide en:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 3.099 m³/ha/año de huella verde, es decir, el volumen de agua de lluvia consumida por la planta durante el proceso de producción b. 124,57 m³/ha/año de huella hídrica gris, que es el agua contaminada por el proceso de producción. <p>El autor encontró que la huella hídrica azul no se encuentra representada en la huella hídrica total calculada, esto debido a que es un cultivo que se desarrolla sin necesidad de riego y sus necesidades se suplen con la precipitación de la zona, semejante a lo que ocurre en los cultivos del Valle del Cauca que se ven suplidos por la humedad de la atmósfera.</p> <p>Se destaca que el cultivo de piña esta entre aquellos que tiene menor consumo de agua, cuando se compara frente a otros cultivos (Bolaños, 2011), no obstante, su mayor impacto en el recurso hídrico proviene de la lixiviación de los agroquímicos usados.</p>
En algunas zonas del municipio de Dagua y Restrepo, esto toma particular relevancia, dado que los requerimientos agroecológicos para la producción de piña, tales como la temperatura, rango altitudinal, radiación solar, entre otros, se encuentran asociados a la distribución de ecosistemas estratégicos como lo es el Enclave Subxerofítico del Río Dagua. De igual manera, es posible encontrar cultivos de piña ubicados en el enclave subxerofítico, incluso dentro del distrito regional de manejo integrado (DRMI) de Atuncela y el Distrito de Conservación de Suelos – Cañón Río Grande, las cuales corresponden a áreas protegidas de nivel regional (Guerrero et al., 2015).	
Asimismo, la erosión impacta la estabilidad del terreno al disminuir la materia orgánica. Esta disminución afecta igualmente la capacitación de retención del agua de la tierra y aumenta la escorrentía (Maglianesi-Sandoz, 2013).	
El cultivo también afecta la tierra por deterioro en la actividad microbiológica debido al uso plaguicidas (Alarcón Muriel & Reyes Trujillo, 2013; Quijandría et al., 1997).	
Estos cultivos se caracterizan por ser uno los que utilizan mayores cantidades de agroquímicos en el país (Espinosa et al., 2003), sustancias que terminan afectando al suelo y, por escorrentía, los cuerpos de agua cercanos.	
Entre las causas del PDA en los cultivos de piña se encontró afectación por <i>Phytophthora</i> sp., el cual implica el uso de fungicidas para combatirlo, como fosetil-Al, fosfitos de potasio y Metalaxil - entre otros- los cuales son altamente solubles en agua y, dependiente del reactivo usado, presentan toxicidades ambientales de medio a alto (Universidad Nacional de Costa Rica, n.d.). Incluso, el Mancozeb es altamente usado en Latinoamérica, aunque es prohibido por la Unión Europea debido a que altera el sistema endocrino en humanos y otros animales (Bueso, 2021).	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La estimación de CO₂ equivalente asociados a la PDA en el cultivo de piña requiere, al igual que la estimación detallada de los impactos económicos, que se realice una medición directa de la cantidad de piña perdida en los ciclos de cultivo. Así mismo, se requiere realizar análisis que permitan estimar un factor de emisión de GEI de las piñas que no son comercializadas y descartadas. Adicionalmente, se considera necesario determinar las emisiones de la producción del cultivo hasta la fase en la que se produce PDA. De esta manera se podría generar un estimador confiable del principal impacto ambiental directo asociado a esta problemática.

Impactos Socio- ambientales

La PDA suele estar asociada a numerosos impactos sociales negativos, como lo son la disminución del bienestar social, la salud humana y afectación a la generación de empleo para los pobladores locales (Spang et al., 2019). Sin embargo, es tal vez la disminución en la disponibilidad de agua para uso humano, uno de los impactos más significativos, y que además se relacionan con los demás impactos sociales mencionados. En otros países, como Costa Rica, cerca del 80% de los químicos usados son tóxicos y muy contaminantes para el suelo y agua, esto ha llevado a un problema socioambiental, que llevó en algún momento a la suspensión del servicio de agua potable para cerca de 6 mil habitantes (Blanco, 2020).

Si bien es cierto, para la cuenca del río Dagua, en la cual se encuentran localizados los dos productores objeto de estudio, no se han documentado este tipo de conflictos de manera detallada, sí se han venido presentando conflictos por el uso del agua por parte de los habitantes de algunos sectores del municipio. Algunos pobladores de estos municipios han manifestado una disminución en la oferta hídrica y la atribuyen a las practicas productivas de la zona, como lo son la ganadería, el cultivo de aromáticas y el cultivo de piña (Patiño-Correa & Barrera-Bassols, 2022).

Impactos sociales

Relación entre PDA y Seguridad alimentaria.

Frecuentemente se sostiene que la pérdida y desperdicio de alimentos representa una oportunidad perdida para mejorar la seguridad alimentaria mundial y mitigar los impactos ambientales generados por la agricultura. Lo anterior cobra especial relevancia en un escenario calamitoso donde se requerirá un aumento del 60% en la producción de alimentos para el año 2050, con el fin de satisfacer la demanda de la creciente población mundial (FAO, 2019).

Sin embargo, como bien lo advierte la misma, reducir la PDA puede llegar a tener efectos negativos. Como ejemplo, se tiene que un aumento de la disponibilidad de alimentos derivado en una reducción de la PDA puede hacer deprimir los precios, afecta negativamente al suministro del alimento y, por tanto, actuar en contra de la mejora inicial de la disponibilidad de alimentos.

Propuestas para promover la implementación de prácticas de agricultura sostenible

A continuación, se describe las diferentes propuestas desarrolladas para prevenir y reducir la PDA y fomentar el uso de prácticas agrícolas sostenibles

Tablero de prácticas sostenibles en el cultivo de piña

La primera herramienta desarrollada está compuesta por más de cincuenta (50) recomendaciones basadas en manuales y documentos de prácticas de agricultura sostenible enfocadas en el cultivo de piña. Existe un componente predominante en el manejo de riesgos fitosanitarios; sin embargo, se consideran los principales impactos de la producción como el uso de agua y plaguicidas, preparación del suelo y residuos. Así como la salud y cuidado del personal en contacto con el cultivo. Con ello, abordar los tres ejes de la sostenibilidad de forma transversal a las fases producción y considerando las etapas anteriores y posteriores a la misma. El tablero se encuentra relacionado en el Anexo 4. Tablero Prácticas Sostenibles Cultivo de Piña.

En este punto es importante considerar tanto los aspectos positivos como negativos de su implementación. Generalmente se resalta que la implementación de prácticas sostenibles, dan un mayor valor agregado al producto y sirve como estrategia de diferenciación frente a los productos tradicionales. Asimismo, sirve como herramienta para mitigar los impactos en el ambiente, donde es altamente cuestionado este tipo de cultivo (CentralAmericaData, 2015). Sin embargo, es importante considerar estudios asociados la viabilidad económica de cultivos orgánicos de piña, donde se encuentra que la producción bajo el sistema orgánico es, en su mayoría, inviable debido a que los costos de producción son mayores que el rendimiento y la rentabilidad (Paul et al., 2017). Luego, un pilar fundamental es considerar la sostenibilidad económica del sistema, teniendo en la base el bienestar económico general de los productores.

De esta forma, la implementación de las practicas sostenibles en los casos objeto de estudio debe responder a un plan escalonado con criterios de priorización basado en las

limitaciones técnicas y financieras de los productores. Además, como requisitos mencionados por literatura para que el sistema sea económicamente viable se resalta:

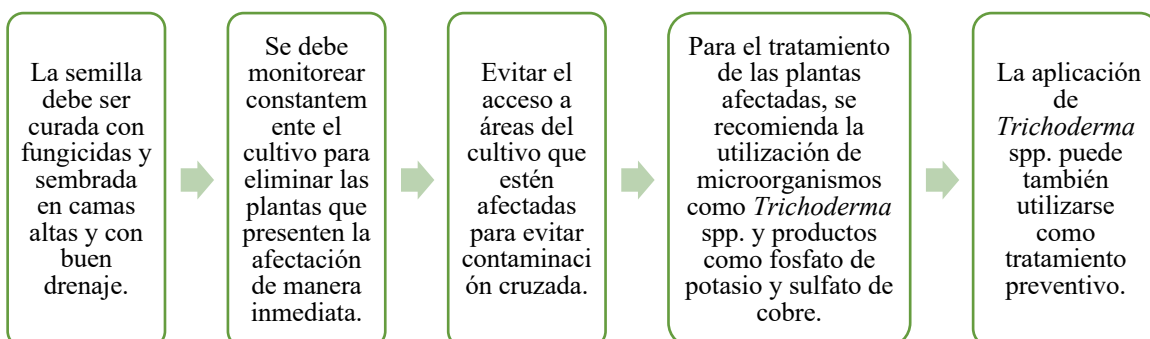
- I. **Requisitos previos.** Minimizar los costos y/o maximizar los beneficios. La reducción de costos se puede lograr optimizando el uso de recursos y/o aumentando la escala de producción. Además, se hace indispensable introducir tecnologías innovadoras. Por ejemplo, en Costa Rica se están utilizando drones para estimar cuantos frutos se producirán en pequeñas fincas mediante el análisis de imágenes por temperatura, dato que ayuda a los productores a mejorar la planificación de las cosechas (CentralAmericaData, 2020).
- II. **Requisitos institucionales.** Se requiere de intervención política que promueva la educación, el acceso al crédito, acuerdos de mercado y la información de precios.
- III. **Requisitos de mercado.** El retorno del cultivo de piña puede incrementarse renovando las estrategias de mercado buscando identificar mercados secundarios que puedan dar uso los desperdicios. Es importante integrar el mercado local con cadenas de valores nacionales y globales, para satisfacer las necesidades de diversos clientes.

Recomendaciones específicas para el manejo del patógeno *Phytophthora* sp.

Complementario al manejo de riesgos fitosanitarios de alcance general dado en el Tablero, se brindan las siguientes recomendaciones puntuales, buscando corregir la causa de PDA predominante en los cultivos analizados:

Figura 4.

Recomendaciones para el manejo de Phytophthora sp. en cultivo de piña



Fuente: Adaptado de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019

Implementación de registro detallado de actividades del proceso de producción y cultivo.

Un eje fundamental para la eficiencia del cultivo y correcto manejo de la producción es la documentación, entendida en su sentido más amplio como la recopilación de datos. Si bien, tanto el PrR como el PrD tienen un profundo conocimiento de su actividad agrícola, se evidenció que no existe un registro detallado de los diferentes procesos que hacen parte del cultivo y la producción. El proceso es altamente empírico y depende en gran medida del conocimiento de los productores, el cual no se encuentra socializado ni formalizado de ninguna forma. Por ello, se sugiere que los productores lleven una *bitácora del proceso* de cultivo, en el cual deberá detallar por lo menos la siguiente información:

- Fechas de siembra, así como la fecha de cambio y duración de cada una de las fases del cultivo.
- Productos agrícolas utilizados, indicando nombre comercial, dosis y frecuencia de la aplicación.
- Fechas y cantidad de agua para riego.
- Rendimiento de la cosecha, procurando registrar el peso por categoría de tamaño.
- Recomendaciones y/o sugerencias de apoyo técnico externo, como UMATA, secretarías de agricultura o cualquier organización.
- Registro de los inconvenientes de cualquier índole que se presente en las diferentes fases del cultivo, describiendo dicho evento y la fecha de ocurrencia.

- En lo posible registrar variables climáticas, como por ejemplo si se presentó lluvias o temporadas de sequía prolongadas.
- Fecha de aplicación; método de aplicación; nombre, tipo y cantidad de fertilizante o enmienda aplicado.

Asimismo, es necesario registrar todos los costos que se encuentran asociados a la producción de la manera más detallada posible. Para ello, se sugiere utilizar la Guía de costos de producción de piña de la Secretaría de Desarrollo Rural, Agricultura y Pesca de la Gobernación del Valle, herramienta que facilita, no sólo el diligenciamiento de todos los principales costos de producción, sino que realiza una estimación de rendimientos y utilidades (Se relaciona en el Anexo 5. Formato Costos Piña_2020_AER Gobernación del Valle)

Promoviendo la circularidad de los residuos del cultivo de piña y los excedentes de fruta

Como fue mencionado por los productores objeto de estudio, la principal forma de gestionar los residuos de la cosecha y el cultivo es la incineración. Práctica que, si bien es de bajo costo, se ha demostrado que no incrementa el rendimiento del ciclo de cultivo y suma altos impactos ambientales por contaminación. Además, genera un detrimento a la población microbiológica del suelo (Salas, 2018). La otra práctica más común para el manejo de residuos es el abandono de los rastrojos a la espera de su descomposición, la cual tarda aproximadamente 12 meses, limitando el mismo espacio del productor para una nueva siembra. A ello se le suman los problemas de contaminación por multiplicación de insectos, como la mosca de establo y la presencia de enfermedades. Ninguna de las opciones anteriores es recomendada por los expertos (Salas, 2018).

En algunos casos, es común que los productores de piña agreguen herbicidas a los restos de las plantas para su posterior reincorporación al suelo. No obstante, no son recomendadas debido a que puede contribuir a la contaminación del suelo y cuerpos de agua; y liberación de CO₂ (Chaves et al., 2014).

Ahora, dentro de la investigación fueron identificadas otras prácticas que favorecen la reutilización de los residuos del cultivo y la comercialización de los excedentes de fruta, entre ellos se destaca:

- I. Para los excedentes de fruta no comercializada por incumplimiento estándares (tamaño y apariencia), pero que siguen siendo aptos para el consumo humano, se sugiere generar una alianza con la fundación Banco de Alimentos de Cali, que mediante programas como la *RUTA REAGRO* recuperan alimentos de diferentes sectores del Valle del Cauca. De esta manera se contribuye a una disminución directa de la PDA, se favorece el aumento de alimentos en los comedores comunitarios de la ciudad y se promueve la generación de valor y sostenibilidad en la cadena de suministro de alimentos.
- II. Para los excedentes del cultivo, se propone incorporar los restos mediante *compost*. El uso de los residuos de cultivos anteriores tiene utilidad debido a su economía y accesibilidad. Asimismo, facilita el aumento de nutrimentos, materia orgánica y actividad microbiana en el suelo, permitiendo también la mejora en la retención del agua y disminuyendo la erosión (Uriza et al., 2018).

Los compostajes realizados con desechos de piña tienen una alta capacidad de mineralización de nitrógeno, incluso mayor a otros abonos orgánicos(Chaves et al., 2014). Igualmente se ha encontrado que tanto los frutos como las hojas de la piña son las que presentan la mayor cantidad del fósforo capturado(Ahmed et al., 2007), por lo que usarlas como compost permite devolver al suelo dos minerales importantes para el desarrollo del futuro cultivo. Es necesario recalcar que el productor debe evitar al máximo las prácticas de quema del desecho de cultivo, no sólo por el un alto costo ambiental que implica, sino también porque el uso de los residuos como compostajes significa un aumento en la competitividad económica (Ahmed et al., 2002).
- III. La revalorización de ambos excedentes para actividades por fuera de la producción y comercialización de piña, también deben ser considerados como nuevas oportunidades de negocio. El cultivo de piña es uno de los que más desechos producen, en donde los restos vegetales pueden representar cerca del 50% de la biomasa implicada en la producción (Chaves et al., 2014). Son varios los estudios que han demostrado el potencial de transformación de estos sobrantes del cultivo, a destacar:
 - a) La utilización de la fibra de hoja de piña (PALF) como refuerzo en resinas termoplásticas y termoendurecibles es un campo emergente de investigación y tecnología de polímeros. Este material tiene aptitudes destacables como ser rica en celulosa, de baja densidad, de naturaleza no abrasivas, del más alto nivel de relleno

posible, biodegradable y de bajo consumo de energía. Además, como fibra natural discontinua, puede llegar a tener uso en la industria textil, por ejemplo, como material absorbente de metales pesados en el tratamiento de residuos industriales. El principal desafío es el desarrollo de la tecnología para su producción, puesto que las herramientas de blanqueamiento solo están pensadas para las fibras de madera (Leao et al., 2010).

Comparado con otras fibras de origen vegetal, específicamente el yute, se confirma que las hojas de la piña tienen un gran potencial como materia prima en el sector textil con costos de inversión relativamente más bajos. Sin embargo, se requiere mejorar algunos aspectos de sus propiedades físicas (Jalil et al., 2021).

- b) Otra posibilidad de gran impacto con las fibras de hoja de piña corresponde al uso de los altos niveles de celulosa, azúcar, carbohidratos, hemicelulosas y bajo ángulo de microfibrillas para crear etanol de segunda generación usando el proceso de fermentación alcohólica (SSF) con la adición de melaza. Actualmente, el etanol es el combustible renovable más importante y su uso a gran escala contribuye directamente a reducir el impacto ambiental del uso indiscriminado de combustibles fósiles (Silva et al.2020)

Es manifiesto que existen diversas alternativas para el manejo del material vegetal sobrante del proceso de cultivo y de la piña, alternativas que pueden ser aplicadas tanto por los mismos agricultores dentro de su producción, así como para la creación de nuevos mercados, generando nuevos empleos y productos en el Valle del Cauca. El desarrollo de nuevos productos es una alternativa para potenciar la cadena productiva de la piña y además agregar valor a los residuos agrícolas. Para ello, se hace necesario profundizar en el potencial de los subproductos del cultivo de piña en el país, especialmente el desarrollo de capacidades y tecnologías. Así, a gran escala, contribuir al desarrollo de un ecosistema sostenible de la producción agrícola de piña.

Recomendaciones y futuras investigaciones

Se considera que, mediante la aplicación de las recomendaciones para el manejo del cultivo que fueron descritos, será posible acercar el proceso de producción de piña a un modelo más sostenible y, de igual manera, reducir la PDA identificada en las diferentes fases del cultivo. No obstante, como parte del desarrollo del presente trabajo, se considera de gran importancia la socialización de los resultados y propuestas con los productores de Restrepo y Dagua, con el objetivo de recoger datos sobre la valoración del presente estudio e identificar futuras líneas de investigación. También sería necesario que, en estas socializaciones, puedan estar involucrados más agricultores, así como organizaciones afines. De igual manera, la presencia de entidades públicas, como Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria – UMATA de cada municipio y la Secretaría de Desarrollo Rural, Agricultura y Pesca de la Gobernación del Valle en estos espacios también aportarían al enriquecimiento del presente trabajo y futuras investigaciones sobre la problemática.

Por otro lado, es necesario plantear la necesidad de estudios adicionales que se enfoquen en la identificación de oportunidades de simbiosis industrial, que permita crear un ecosistema de trabajo con diferentes empresas u organizaciones que puedan aprovechar los diferentes residuos generados en la producción no sólo de piña, sino de otros alimentos. Para ello, debe ser considerados los tipos de desecho y/o pérdida generada. Así mismo, sería necesario que los mecanismos por los cuales se aprovechen estas materias estén en la capacidad de utilizar los desechos que se generan normalmente en el cultivo como, por ejemplo, los restos de material vegetal, así como aquellos desechos que puedan presentarse de manera atípica, como los descritos en el apartado de Identificación de las causas generadoras de PDA.

Estos elementos planteados no sólo permitirían aumentar la factibilidad de la aplicación de las propuestas realizadas en este estudio, sino que, además, su aplicación podría impactar significativamente en mejorar la sostenibilidad de los sistemas alimentarios del departamento, así como una de las posibles rutas para fomentar la circularidad del sector agrícola de la región.

Conclusiones

Bajo la visión transversal de la sostenibilidad, se hace imperativo abordar la pérdida de alimentos (PDA) considerando la producción agrícola como una cadena compuesta por diversas fases, actividades y actores, inexorablemente interconectados. La aparición de patógenos, específicamente la *Phytophthora* sp. en la fase de precosecha, se identifica como la principal causa que afecta la producción de piña, tanto por su frecuencia como por el área de cultivo afectada. Sin embargo, bajo cualquiera de las metodologías planteadas por la FAO, ésta no se considera PDA sino un fenómeno externo al índice de pérdida de alimentos (IPA), al no poder predicarse la existencia de alimento cosechado y presentarse en una fase anterior a la postcosecha. Así, el alcance de la metodología y conceptos desarrollados por la FAO en torno a identificación de causas y estimación de PDA se queda corta y se recomienda adaptarla según el contexto a evaluar para que se incluyan todas las fases del eslabón de la producción agrícola.

Ahora, en cuanto a los impactos identificados tanto por la producción de la piña como por su PDA, es manifiesto que para ambos agricultores se presentó la pérdida de esfuerzos o recursos económicos, sociales y ambientales utilizados durante el proceso de producción. Sin embargo, se reconocen las limitaciones metodológicas para realizar una estimación cuantitativa de los mismos, especialmente en el caso de la huella de carbono y la pérdida de ganancia económica como consecuencia de la PDA, debido a la falta de información reportada por los productores. Las matrices de impacto de la FAO en escala macro y medio constituyen una línea base importante para guiar al investigador en el análisis de casos concretos.

Finalmente, se determinó que, para prevenir y reducir efectivamente la PDA es necesario considerar aspectos que van más allá, incluso, de la misma fase precosecha, como la selección del terreno y la variedad cultivada. Implementar dichas recomendaciones requiere de un proceso escalonado, según criterios de priorización que defina el mismo agricultor basado en sus propias limitaciones financieras. De esta forma, garantizar que la reducción de la PDA contribuya a un aumento la rentabilidad y productividad del cultivo. En todo caso, se reconoce su importancia para disminuir la presión sobre los recursos naturales y garantizar mejores condiciones laborales.

Referencias

- ADELASA. (2022, January 5). *La Agroindustria de la Piña Incrementa Exportaciones*. Agricultura de Las Américas. <https://bit.ly/3OYcHtb>
- Aguilera, E., Piñero, P., Amate, J. I., González De Molina, M., Lassaletta, L., & Sanz Cobeña, A. (2020). *Emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema agroalimentario y huella de carbono de la alimentación en España* (1st ed.). Real Academia de Ingeniería. www.corteva.es
- Aguilera-Arango, G. A., Puentes-Díaz, C. L., & Morillo-Coronado, Y. (2022, May 1). Importance of genetic resources of pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr. var. *comosus*) in Colombia. *Agronomía Mesoamericana, Universidad de Costa Rica*, 33(2). <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.48171>
- Ahmed, O. H., Husni, M. H. A., Anuar, A. R., & Hanafi, M. M. (2002). Effect of Residue Management Practices on Yield and Economic Viability of Malaysian Pineapple Production. *Journal of Sustainable Agriculture*, 20(4), 83–93. https://doi.org/10.1300/J064v20n04_06
- Ahmed, O. H., Husni, M. H. A., Hanafi, M. M., Anuar, A. R., & Omar, S. R. S. (2007). Phosphorus Fertilizer use in Pineapple Cultivation with *in situ* Residues Burning on Organic Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38(9–10), 1243–1254. <https://doi.org/10.1080/00103620701328388>
- Alarcón Muriel, S. L., & Reyes Trujillo, A. (2013). Evaluación de la erodabilidad de los suelos typic dystrudepts, typic hapludands y andic dystrudepts mediante simulador de lluvia en la microcuenca La Centella (Dagua – Valle del Cauca). *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 49–57. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231130851005>
- Arenas, C. F. (2019). *Estimación de la huella hídrica que se genera a partir de la producción agrícola del cultivo predominante en la zona alta de la Cuenca de la Quebrada La Angula* [Magíster en Ingeniería Civil, Universidad Pontificia Bolivariana]. <http://bit.ly/3EZNw1x>
- Bengala Agrícola SAS. (2022). *Quiénes Somos*. Bengala Agrícola SAS. <http://bit.ly/3P12GeR>

- Blanco, E. E. (2020). Cultivo de piña y conflictos socio-ambientales en la región Atlántico/Caribe, Costa Rica, 1990-2017. *Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social*, 20(3), e2451. <https://doi.org/10.5565/rev/athenea.2421>
- Bolaños, M. E. (2011). *Determinación de la huella hídrica y comercio de agua virtual de los principales productos agrícolas de Honduras* [Universidad Zamorano]. <http://hdl.handle.net/11036/75>
- Bueso, G. (2021). La prohibición del mancozeb aumenta el riesgo de aparición de resistencias. *Phytoma España: La Revista Profesional de Sanidad Vegetal*, ISSN 1131-8988, N° 325, 2021, Págs. 12-13, 325, 12-13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8424173&info=resumen&idioma=SPA>
- Castro-Granados, J., Brenes-Peralta, L. P., Campos-Rodríguez, R., Calderón-Cerdas, R. A., & Gamboa-Murillo, M. (2019). Evaluación de pérdidas de alimento en lechuga (*Lactuca sativa*) durante las fases de precosecha, cosecha y comercialización bajo un sistema de cultivo orgánico y uno convencional. *Revista Tecnología En Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i8.4573>
- CentralAmericaData. (2015, January 28). *México produce más piña orgánica - Market Data México*. https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Mxico_produce_ms_pia_orgnica
- CentralAmericaData. (2020, July 15). *Tecnología para estimar cosechas - Market Data México*. https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Pia_Tecnologa_para_estimar_cosechas
- Chaves, W., Leblanc, H., & Cerrato, M. (2014). POTENCIAL DE MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO DE UN COMPOST ELABORADO CON HOJAS DE PIÑA. *Tierra Tropical*, 10(1), 1-6.
- Colombia Productiva. (2013a). *Plan de negocio 2013 del sector Hortofrutícola general*. Colombia Productiva. <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/sectoriales/publicaciones-frutas-y-sus-derivados/plan-de-negocio-2013-del-sector-hortofruticola-a-n>

- Colombia Productiva. (2013b). *Plan de Negocios de Piña*.
<https://www.colombiaproductiva.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=f5a9fee6-5fa5-4518-8dc0-4d7289ca4aa7>
- Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). *Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción sostenible del cultivo de la piña (Ananas comosus L.)*. (2nd ed.). MAG-SFE/IICA/INTA/MINAE/MS/AYA.
- CVC, & CIAT. (2015). *Portafolio de Estrategias para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Municipio de Restrepo (Valle del Cauca)*. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/PORTAFOLIO_DE ESTRATEGIAS_DE ADAPTACION-RESTREPO.pdf
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística, & FAO - Food and Agriculture Organization. (2022). *Avances en la medición de los indicadores en Colombia*.
- DNP - Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Política para la prevención y reducción de las pérdidas y desperdicios de alimentos*. https://www.dnp.gov.co/CrecimientoVerde/Documents/Comite%20Sostenibilidad/Presentaciones/Sesi%C3%B3n%205/1_Avances_Politica_para_prevenccion_reduccion_de_perdidas_desperdicios_alimentos.pdf
- DNP (Departamento Nacional de Planeación). (2016). *Estudio pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia*. Gobierno de Colombia. <https://bit.ly/3d5336m>
- DPN - Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Pérdida y Desperdicio de Alimentos en Colombia*.
https://mrv.dnp.gov.co/Documentos%20de%20Interes/Perdida_y_Desperdicio_de_Alimentos_en_colombia.pdf
- Espinosa, A., Vaquerano Castro, B., Torres, R., & Montiel, H. (2003). *Efectos de los plaguicidas en la salud y el ambiente en Costa Rica*. <https://www.bvs.sa.cr/php/situacion/plaguicidas.pdf>
- FAO - Food and Agriculture Organization. (2011). *Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention*. <https://www.fao.org/3/mb060e/mb060e.pdf>
- FAO - Food and Agriculture Organization. (2013). *Food wastage footprint: Impacts on natural resources - Summary report*. www.fao.org/publications

- FAO - Food and Agriculture Organization. (2018). *Guidelines on the measurement of harvest and post-harvest losses. Recommendations on the design of a harvest and post-harvest loss statistics system for food grains (cereals and pulses)*. <https://www.fao.org/3/ca6396en/ca6396en.pdf>
- FAO - Food and Agriculture Organization. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. FOOD & AGRICULTURE ORG. <https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>
- FOLU Valle del Cauca - Coalición para la Alimentación y Uso del Suelo. (2022). *Nueva Economía para la Alimentación y Uso del Suelo FOLU Valle del Cauca*. FOLU Valle del Cauca.
- García-Oliveira, P., Fraga-Corral, M., Pereira, A. G., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2022). Solutions for the sustainability of the food production and consumption system. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(7), 1765–1781. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1847028>
- Garzón-Serrato, J. I. (2016). *Establecimiento y manejo de un cultivo de piña en la sede de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Llano en Villavicencio* [Tesis de grado]. Universidad de los Llanos.
- Giraldo, C., Bañados, N., & Leiva, F. (2018). *Medición y Gestión de las pérdidas de frutas y hortalizas en la etapa de producción para Chile*.
- González, P. S. (2021). *Contexto de Cadena Piña*. <https://bit.ly/3FoBfbC>
- González, X. (2019, August 14). *La Producción de Piña en Colombia Llegaría a 1,18 Millones de Toneladas al Finalizar el Año*. AgroNegocios. <https://www.agronegocios.co/agricultura/la-produccion-de-pina-en-colombia-llegaria-a-1-18-millones-de-toneladas-al-finalizar-el-ano-2895397>
- GOV.CO. (2020, November 12). *Producción Frutales Valle del Cauca*. Gobernación Del Valle Del Cauca. <https://www.datos.gov.co/dataset/Produccion-Frutales-Valle-del-Cauca/8xap-gecf>

- GSARS. (2017). *Field Test Report on the Estimation of Crop Yields and Post-Harvest Losses in Ghana*.
- Guerrero, C., Guevara Molina, C., Palacio, R. D., Muñoz, A., Ospina, J. P., Vergara Vásquez, M., Sánchez, G. C., Lizarazo, J., Echeverri, C., & Méndez Vargas, E. (2015). *Ventana de biodiversidad enclave de Atuncela, municipio de Dagua, Valle del Cauca, Colombia*. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9340>
- Guimarães, F., & Caixeta, J. V. (1996). Análise das Perdas na Comercialização de Tomate: um estudo de caso. *Informações Econômicas*, 26. <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/1996/tec1-1296.pdf>
- Herrera-Cebreros, J., Preciado-Rodríguez, J., & Robles-Parra, J. (2022). Economic impact of postharvest losses in farming systems: The table grape system. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 23. <https://www.redalyc.org/journal/813/81371861001/html/>
- Herrera-Velásquez, J., Quintero-Castaño, V., & Lucas-Aguirre, J. (2016). Postharvest loss assessment of papaya (*Carica papaya* L.). Maradol variety. *Vitae, Universidad de Antioquia*, 23. https://www.researchgate.net/publication/301043453_Postharvest_loss_assessment_of_papaya_Carica_papaya_L_Maradol_variety
- HLPE - High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. (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*. <https://www.fao.org/3/i3901s/i3901s.pdf>
- ICA - Instituto Colombiano Agropecuario. (2017, May). *Los Cultivadores de Piña en el Valle del cauca (Colombia) Avanzan con Calidad de Exportación*. Instituto Colombiano Agropecuario . <https://www.legiscomex.com/Documentos/cultivadores-pina-valle-cauca-colombia-calidad-exportacion-may-12-17-12not>
- InfoAgro. (2007). *Deterioro de Frutas y Hortalizas Frescas en el Período de Poscosecha*. InfoAgro . https://infoagro.com/frutas/deterioro_poscosecha_frutas_hortalizas.htm

- Invest Pacific. (2018, November 30). *Frutas y flores, el potencial del Valle del Cauca que cautiva a los inversionistas extranjeros*. Invest Pacific. <https://investpacific.org/noticias-y-eventos/agroindustria-logistica-y-energias-renovables/frutas-y-flores-el-potencial-del-valle-del-cauca-que-cautiva-a-los-inversionistas-extranjeros/#:~:text=aptas%20para%20estos%20cultivos%E2%80%93%20lo,principal es%20despensas%20frut%C3%ADcolas%20del%20pa%C3%ADs>
- la Gra, J., & Amézquita, R. (1979). *Un Enfoque Metodológica Para Identificar y reducir perdidas de post-cosecha*.
- Leao, A. L., Souza, S. F., Cherian, B. M., Frollini, E., Thomas, S., Pothan, L. A., & Kottaisamy, M. (2010). Pineapple Leaf Fibers for Composites and Cellulose. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 522(1), 36/[336]-41/[341]. <https://doi.org/10.1080/15421401003722930>
- Maglianesi-Sandoz, M. A. (2013). Desarrollo de las piñeras en Costa Rica y sus impactos sobre ecosistemas naturales y agro-urbanos. *Biocenosis*, 27(1–2). <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/611>
- Matei, E., Răpă, M., Predescu, A. M., Țurcanu, A. A., Vidu, R., Predescu, C., Bobirica, C., Bobirica, L., & Orbeci, C. (2021). Valorization of Agri-Food Wastes as Sustainable Eco-Materials for Wastewater Treatment: Current State and New Perspectives. *Materials 2021, Vol. 14, Page 4581*, 14(16), 4581. <https://doi.org/10.3390/MA14164581>
- MinAgricultura. (2019). *Cadena de la Piña. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales*. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloras/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales%20PI%C3%91A.pdf>
- Morais De Andrade, L., Sérgio, R., & Brandt, A. (1981). O Custo Social das Perdas na Comercialização. *R. Econ Rural*, 19, 611–619. <https://www.revistasober.org/article/5ea8a29e0e88256c0bf17439/pdf/resr-19-4-611.pdf>
- Patiño-Correa, E., & Barrera-Bassols, N. (2022). Hydrosocial territories: Environmental history of social appropriation and sustainability in the Dagua River Basin, Colombia in the twentieth century. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 25. <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.nSupl.1.2022.2142>

- Paul, U. K., Das, G., Ray, A., & Mathur, T. (2017). Is the Organic System Economically Viable? The Case of Pineapple in India's Northeast. *International Journal of Fruit Science*, 17(3), 269–279. <https://doi.org/10.1080/15538362.2016.1276507>
- Pérez Godoy, M. C. (2022, February 16). *El Precio de los Insumos Agrícolas en Colombia Aumentó 43% en Enero de 2022*. AgroNegocios. <https://www.agronegocios.co/agricultura/el-precio-de-los-insumos-agricolas-en-colombia-aumento-43-en-enero-de-2022-3304119>
- Qian, L., Rao, Q., Liu, H., McCarthy, B., Liu, L. X., & Wang, L. (2022). Food waste and associated carbon footprint: evidence from Chinese universities. *https://doi.org/10.1080/20964129.2022.2130094*, 8(1). <https://doi.org/10.1080/20964129.2022.2130094>
- Quijandría, G., Berrocal, J., & Pratt, L. (1997). La Industria de la Piña en Costa Rica Análisis de Sostenibilidad. *Centro Latinoamericano Para La Competitividad y El Desarrollo Sostenible (CLADS)*, 24.
- RedAgrícola. (2020, September 2). *La Piña Colombiana, Producto Estrella en los Mercados del Mundo*. RedAgrícola. <https://www.redagricola.com/co/la-pina-colombiana-producto-estrella-en-los-mercados-del-mundo/>
- Ríos Rojas, L. (2020, November 26). *Colombia es un País Rico en Variedades Locales de Piña*. RedAgrícola. <https://www.redagricola.com/co/colombia-es-un-pais-rico-en-variedades-locales-de-pina/#:~:text=Los%20departamentos%20que%20participan%20con,del%20Cauca%2C%20Meta%20y%20Cauca>
- Salas, O. (2018, June 21). *Pineapple waste: a headache for producers*. Universidad de Costa Rica. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/21/desechos-de-la-pina-un-dolor-de-cabeza-para-productores.html>
- Silva, C. N. da, Bronzato, G. R. F., Cesarino, I., & Leão, A. L. (2020). Second-generation ethanol from pineapple leaf fibers. *Journal of Natural Fibers*, 17(1), 113–121. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1469453>

- Solís Grueso, A. (2021). *Proyecto de Inversión para la Exportación de Piña de Colombia hacia el Mercado de Seúl - Corea del Sur* [Universidad Antonio Nariño]. http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4607/1/2021_Andr%C3%A9sSolísGrueso.pdf
- Spang, E. S., Moreno, L. C., Pace, S. A., Achmon, Y., Donis-Gonzalez, I., Gosliner, W. A., Jablonski-Sheffield, M. P., Abdul Momin, M., Queded, T. E., Winans, K. S., & Tomich, T. P. (2019). Food Loss and Waste: Measurement, Drivers, and Solutions. *Annual Review of Environment and Resources*, 44, 117–156. <https://doi.org/10.1146/annurev-Environ-101718-033228>
- Spang, E. S., Moreno, L. C., Pace, S. A., Achmon, Y., Donis-Gonzalez, I., Gosliner, W. A., Jablonski-Sheffield, M. P., Momin, M. A., Queded, T. E., Winans, K. S., & Tomich, T. P. (2019). Food Loss and Waste: Measurement, Drivers, and Solutions. *Annual Review of Environment and Resources*. <https://doi.org/10.1146/annurev-Environ-10171803322>
- Universidad Nacional de Costa Rica. (n.d.). *FOSETIL*. Retrieved December 3, 2022, from <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/294-fosetil>
- Uriza, A. D., Torres, A. A., Aguilar, A. J., Santoyo, C. V. H., Zetina, L. R., & Rebolledo, A. A. (2018). La piña mexicana frente al reto de la innovación. *Avances y Retos En La Gestión de La Innovación. Colección Trópico Húmedo. Chapingo, Estado de México. México: UACH.*