

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ciencias Agroalimentarias

Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios

**Estrategia para la reducción de la pérdida de leche fluida en las fincas  
lecheras de los cantones de Barva y Santa Bárbara**

Propuesta Trabajo Final de Graduación para optar por el

Grado de Licenciatura en Economía Agrícola

con énfasis en Agroambiente,

Modalidad: Proyecto de Graduación

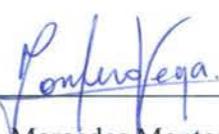
Estudiante:

Francini Moreira Delgado

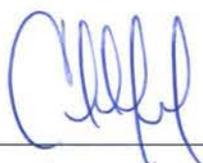
B44705

Trabajo Final de Graduación presentado el día 28 de noviembre del 2022 a las 2:00 pm, de manera virtual, a través de la plataforma zoom, mediante el ID de reunión: 884 3431 5318 y el código de acceso: EconAg2022, para optar por el grado académico de Licenciatura en Economía Agrícola con énfasis en Agroambiente, ante el siguiente tribunal examinador.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Luis Vinicio Losilla Solano  
Representante de dirección

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Mercedes Montero Vega  
Directora del proyecto final de graduación

  
\_\_\_\_\_  
MAE. Manuel García Barquero  
Miembro de tribunal examinador

  
\_\_\_\_\_  
MBA. Olga María Calvo Hernández  
Miembro de tribunal examinador

  
\_\_\_\_\_  
MGA. Luis Ricardo Solís Rivera  
Miembro de tribunal examinador

  
\_\_\_\_\_  
Francini Moreira Delgado  
Postulante

## **Dedicatoria**

*A todas las personas productoras, quienes con mucha humildad y esfuerzo día con día trabajan por llevar sus productos a todos los hogares de nuestro país. Su trabajo es digno de admiración.*

## **Agradecimientos**

Primeramente, a Dios por bendecirme en todo momento y me haberme dado la posibilidad de cumplir este proceso.

A mis padres y familia, por siempre estar a mi lado y brindarme su apoyo de manera incondicional.

A mi pareja por acompañarme durante todo el proceso de esta investigación, como lo fueron las visitas a fincas y apoyarme de todas las maneras posibles.

A los profesores que fueron parte de mi comité asesor, Dra. Mercedes Monge, MAE. Manuel García y MBA. Olga Calvo, quienes con mucha paciencia siempre estuvieron con la mayor disposición de brindarme y trasladarme sus conocimientos, sin ellos el resultado no hubiese sido el mismo.

A los tres productores y las tres personas expertas, que de manera desinteresada aceptaron ser parte de la investigación, y dedicaron parte de su valioso tiempo para aportar al proyecto.

A mis amigas que siempre me motivaron a completar esta etapa.

## Tabla de contenido

1. Introducción .....	4
2. Problemática.....	6
3. Justificación.....	9
4. Objetivos.....	11
4.1. Objetivo General .....	11
4.2. Objetivos específicos .....	11
5. Marco Teórico .....	12
5.1. Marco de Antecedentes .....	12
5.1.1. Antecedentes sobre PDA en el mundo.....	12
5.1.2. Causas de las PDA.....	19
5.2. Marco Conceptual.....	21
5.3. Marco Geográfico.....	23
6. Marco Metodológico.....	25
6.1. Operacionalización de las variables.....	33
Capítulo 1. Cantidad de leche fluida perdida durante las fases de producción y ordeño en las fincas en estudio .....	35
1. Descripción de los estudios de caso .....	35
1.1. Equipo de ordeño y enfriamiento.....	39
1.2. Consideraciones sobre la ubicación de las instalaciones de la lechería.....	41
2. Establecimiento del alcance de la cuantificación de pérdidas a partir del Estándar de Contabilización y Reporte sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos .....	44
2.1. Período de tiempo .....	44
2.2. Tipo de material .....	44
2.3. Destino .....	45
2.4. Límites .....	46
3. Estimación de la pérdida de leche .....	47
3.1. Estimación de la pérdida mediante aplicación de entrevista a productores .....	47
3.2. Estimación de la pérdida mediante la observación estructurada durante el ordeño .....	49
Capítulo 2. Prácticas generadoras de pérdida de leche fluida en las fincas lecheras en estudio .....	52
1. Prácticas generadoras de pérdida de leche en investigaciones internacionales y nacionales .....	52
2. Factores causantes de pérdidas de la leche dentro de las unidades de estudio durante la fase de producción, ordeño y post ordeño .....	57
2.1. Fase de producción.....	57
2.2. Fase de ordeño .....	59
2.3. Fase de post-ordeño.....	61

3. Contraste entre las causas generadoras pérdidas de leche según otros estudios realizados con las obtenidas en los casos de estudio .....	61
Capítulo 3. Impacto económico en las finanzas de las fincas en estudio provocado por las pérdidas de leche .....	65
1. Valor monetario de las pérdidas de leche en las fincas en estudio, según precio pagado al productor .....	65
2. Pérdidas de la leche en términos monetarios, según el dinero invertido en costos de producción .....	67
443. Análisis del ciclo de vida de la leche cruda, enfocado en el alimento y agua consumida por los animales .....	69
Capítulo 4. Estrategia para la disminución de la pérdida de leche fluida dentro las fincas productoras de leche bovina ubicadas en los cantones de Barva y Santa Bárbara .....	80
1. Medidas a implementar para la reducción de la pérdida de leche durante la fase de producción en finca.....	80
1.1. Animales enfermos con mastitis .....	80
1.2. Animales con renqueras .....	85
2. Medidas a implementar para la reducción de la pérdida de leche durante la fase de producción en finca.....	88
2.1. Variables a considerar previo a adquirir un equipo de ordeño.....	88
2.2. Proporcionar un correcto mantenimiento al equipo de ordeño .....	89
2.3. Prestar atención a los empleados ante situaciones de descuido recurrentes.....	90
2.4. Implementación de cercas eléctricas en las fincas .....	90
2.5. Correcta rutina de ordeño .....	91
3. Medidas a implementar para la reducción de la pérdida de leche durante la fase post-ordeño en finca92	
Conclusiones .....	93
Recomendaciones.....	96
Referencias bibliográficas.....	99

## Lista de Abreviaturas

AEA	Agencia de Extensión Agropecuaria
ASOPROLBA	Asociación de Productores de leche del Barva
CNPL	Cámara Nacional de Productores de Leche
FAO	Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PDA	Pérdidas y Desperdicios de Alimentos
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

### 1. Introducción

Desde el año 2010 el tema de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos (PDA) ha cobrado mayor fuerza, esto gracias a estudios realizados por el grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición contratados por el Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, siglas en inglés), los cuales han evidenciado a través de datos, la magnitud del problema y sus repercusiones en diferentes ámbitos de la humanidad (Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición- HLPE, 2014).

De los datos que mayor impacto ha generado, es que a nivel mundial se desperdician o pierden alrededor de una tercera parte de los alimentos, lo que equivale a 1.300 millones de toneladas al año (FAO, 2012). Siendo este dato el único a la fecha, que proporciona estimaciones mundiales en todos los niveles de la cadena de suministro alimentario y que comprende todos los sectores de la producción alimentaria (FAO, 2019a).

Dada la magnitud del problema, el Doceavo Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS), “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”, toma como referencia para el establecimiento de una de sus metas el dato de que, cada año alrededor de una tercera parte de los alimentos producidos se pierden o desperdician. También se considera que, si la población mundial llega a los 9.600 millones para el año 2050, harían falta casi tres planetas para proporcionar los recursos naturales necesarios para mantener los modos de vida actuales (Costa Rica, Gobierno de la República, 2021).

Las causas generadoras de esta situación suelen variar según el nivel de desarrollo de los países. En los países desarrollados la principal razón es el comportamiento del consumidor y la falta de coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro. En el caso del consumidor se da por una mala o incluso nula planificación en el momento de realizar las compras de alimentos. Sobre la falta de coordinación entre los actores de la cadena, se da que en muchas ocasiones los agricultores deben cumplir altos estándares de calidad para poder acceder a ciertos mercados, por lo tanto, en caso de no alcanzarlos el producto es descartado (FAO, 2012).

Mientras que, en los países en proceso de desarrollo el problema sucede principalmente en la etapa de producción y almacenamiento, ello debido según FAO (2012) “las limitaciones económicas, técnicas y de gestión de las técnicas de aprovechamiento, las instalaciones para el almacenamiento y la refrigeración en condiciones climáticas difíciles, la infraestructura, el envasado y los sistemas de comercialización” (p. 7). Lo que evidencia que los diferentes contextos entre los países desarrollados y los países en proceso de desarrollo genera que las causas de PDA varíen entre estos.

El sector de ganado vacuno de leche no escapa de esta problemática, la no aplicación de Buenas Prácticas Pecuarias puede generar enfermedades o acciones que favorezcan la pérdida de leche fluida dentro de las fincas. Lo cual es sumamente negativo para el país considerando el aporte de divisas que genera el sector con la exportación de productos lácteos. Para el año 2019, el valor de las exportaciones de los productos lácteos fue de 169.83 millones de dólares, mientras que en el año 2020 este valor descendió a 152.66 millones de dólares (Cámara Nacional de Productores de Leche, 2020).

A nivel de América Central, Costa Rica es el segundo principal exportador de productos lácteos en el istmo, por detrás de Nicaragua. Por otra parte, Costa Rica es uno de los mayores consumidores de leche en América Latina. El consumo per cápita del país es de 200 litros por año, comparado con un consumo menor a los 150 litros en países como México, Colombia, Honduras, Nicaragua, entre otros (Londinsky, 2021).

A pesar de ello, no existen en el país estudios o datos de la cantidad de leche que se pierde dentro de las fincas, tampoco de las principales causas de la generación de las pérdidas, ni un plan de acción a seguir. Es por esta razón que el estudio se enfocó en dar un aporte a estos vacíos de información que existen en el sector sobre la pérdida del producto, mediante un caso

de estudio para tres de las cuatro fincas de los que fueron los últimos miembros activos de la Asociación de Productores de Leche del Barva (ASOPROLBA).

Dos de las fincas se localizan en el distrito de San José de la Montaña, del cantón de Barva. Las mismas se conocen con el nombre La Montaña S.A. y Finca Sauce. La tercera finca se ubica en el distrito de Purabá, del cantón de Santa Bárbara de Heredia, conocida como Finca San Bosco. En dichas fincas se realizó el levantamiento de la información, la cual fue la base para esta investigación.

El objetivo principal de esta investigación es proponer una estrategia para la reducción de leche fluida la cual funcione como guía tanto para los productores de las fincas en estudio, como para otros ganaderos de leche de vaca en el país. Lo que a su vez colaborará con el cumplimiento del doceavo ODS a nivel regional y crear sistemas de producción sostenibles.

## **2. Problemática**

Uno de los inconvenientes que ocasiona las pérdidas de alimentos en el ámbito económico, es que, tanto en las grandes empresas productoras como en las pequeñas fincas, se invierte capital en cada uno de sus productos, el cual se pierde una vez que el producto es descartado durante la cadena de producción. Según Lipinski & Clowes (2019) un factor que agrava la situación, es que las enormes cantidades de alimentos perdidos o desperdiciados se suelen considerar parte del costo de hacer negocio.

Es decir, las empresas suponen que una cantidad de producto se perderá y a partir de ello se centran en estimar el costo del descarte o disposición final del producto (HLPE, 2014). En vez de destinar estos recursos a investigar e implementar nuevas prácticas, a través de las cuales las pérdidas sean mínimas o se logre darles un segundo uso a estos productos y a partir de ello, puedan obtener ganancias.

Con respecto al ámbito ambiental Lipinski & Clowes (2019), mencionan cuan afectado se ve el medio ambiente cuando los alimentos terminan en el basurero. Dado que todos los recursos invertidos como lo son la tierra, el agua, los fertilizantes y otros productos utilizados para producir, procesar o transportar un alimento se ven desaprovechados, ya que, en vez de servir para consumo humano, estos terminan en la basura.

De acuerdo con un informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020), en el 2019 las emisiones por dióxido de carbono, aumentaron por tercer año consecutivo y se situaron en un máximo histórico, lo cual es muy preocupante tomando en cuenta que el CO<sub>2</sub> es sumamente perjudicial para la tierra y promueve el cambio climático.

El sector de ganado vacuno es responsable de cerca del 20% de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el país (MAG, 2018), dato que solo considera el proceso productivo. Por otra parte, la huella hídrica de un litro de leche es cercana a los 1.900 litros (Martínez et al, 2016), lo que evidencia que el perder la leche producida posterior a las emisiones generadas y los recursos invertidos perjudica el ambiente.

Entre otras repercusiones que tienen las PDA sobre el ambiente se encuentra una mayor cantidad de basura, lo que a su vez genera un aumento en la presión en los rellenos sanitarios y por lo tanto una multiplicación de estos. Ocupación de áreas vírgenes como lo son los bosques y áreas de conservación, reducción de los recursos pesqueros, presión sobre la flora, fauna, agua y suelo, mayor gasto de energía no renovable (HLPE, 2014).

En el ámbito social, según señala El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo (FAO,2020), el número de personas afectadas por el hambre a nivel mundial ha ido aumentando lentamente desde 2014. Es decir, mientras una gran cantidad de personas sufren hambre en el mundo, una tercera parte de los alimentos producidos a nivel mundial termina en un basurero.

Entre las repercusiones que presentan las PDA a nivel social se encuentra que los precios de los productos son más altos, al tener las empresas que cubrir los costos de aquellos alimentos que se pierden, y, por lo tanto, a muchos de las personas consumidoras se les dificulta poder acceder a ellos. Desde el punto de vista de los salarios de las personas productoras en la agricultura, estos se pueden ver disminuidos, debido a los recursos que destinó la empresa para cultivar o producir cierto producto y el cual finalmente no se vendió (HLPE, 2014).

Con respecto al sector de leche fluida, la cual es el objetivo de este estudio, según la base de datos de la FAO (2021c), para el año 2015, sólo en México la pérdida de leche cruda de ganado fue de un 57,14% del total de la leche producida, mientras que en Serbia fue 12,13%. Para el caso de Costa Rica no se han realizado estudios al respecto, por lo cual no hay datos que reflejen la magnitud de la pérdida del producto.

En el sector de ganadería de leche, la enfermedad de la mastitis es de las que mayores complicaciones ocasionan, FAO (2012) menciona “las pérdidas de leche, por su parte, se deben a la disminución de la producción de leche ocasionada por la mastitis en vacas lecheras” (p.2), esta enfermedad causa una reducción de un 3 a un 4% del rendimiento en leche. Por otra parte, Bedolla & Ponce de León (2008) afirman que la mastitis es la enfermedad infecciosa más costosa en las vacas lecheras debido a que induce a una disminución en la producción del 4 al 30% de leche y baja su calidad.

Las mastitis es producto de la falta de buenas prácticas durante el manejo de los animales, por lo que si se corrigen esas prácticas se puede reducir el nivel de contagio entre animales y a su vez, la pérdida de leche ocasionada por la enfermedad. Prácticas como no respetar las horas de ordeño, realizar sobre ordeño, no separar a los animales sanos de los enfermos, entre otras, promueven la incidencia de esta y otras enfermedades dentro de la finca (MAG, 2019).

En el informe del MAG (2018), sobre la Región Central Oriental, zona donde se desarrollará la presente investigación, se señala que la variabilidad del clima, producto del cambio climático pone en riesgo la producción de alimento, lo que afecta de manera negativa la seguridad alimentaria. De manera que, si las pérdidas de leche fluida continúan aumentando en el futuro, tanto el cambio climático, como la seguridad alimentaria se verán mayormente comprometidos.

A raíz del alto porcentaje de PDA generadas en el mundo, se han realizado diversos estudios en búsqueda de las causas generadoras de estas. El sector de ganado vacuno de leche no ha estado exento de investigaciones relacionadas con las pérdidas generadas dentro de las fincas, pero, estos estudios deben ir acompañados de estrategias para poner en marcha prácticas que colaboren con la reducción de pérdidas de leche fluida.

Es importante identificar y buscar medidas que reduzcan las PDA físicas considerando que, las mismas tienen graves repercusiones en tres ámbitos claves para el desarrollo sostenible, estos son, el ámbito económico, ambiental y social.

Por lo que tomando en cuenta la gran problemática que conlleva la pérdida de leche fluida, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las prácticas que se deben implementar dentro del sector lechero bovino de los cantones de Barva y Santa Bárbara para reducir la pérdida de leche fluida en las lecherías?

### 3. Justificación

Una de las principales razones en las que se refleja la importancia de este trabajo de investigación es la falta de datos sobre las pérdidas de alimentos en cada una de las regiones del mundo. Existen datos a nivel general, pero no a nivel país o regional lo que dificulta dar a conocer el problema y a su vez la toma de decisiones respaldadas para la reducción de las PDA.

En dos de los informes realizados por un Grupo de Alto Nivel de Expertos, del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial (2012 y 2014), se evidencia la falta o insuficiencia de los datos sobre las PDA, así como de la necesidad de la recopilación de datos fiables y estandarizados. En el caso de Costa Rica, como se mencionó anteriormente, no existen datos sobre la pérdida de leche fluida dentro de las fincas.

Este tipo de investigación genera además su aporte a nivel regional al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, planteados en la Agenda 2030 de la ONU en la Cumbre del Desarrollo Sostenible del 2015 (Gobierno de la República, 2021). Específicamente sobre los objetivos 2 (lucha contra el hambre), 12 (producción y consumo responsable) y 13 (lucha contra cambio climático).

FAO hace mención sobre la meta 12.3, del ODS número 12: “de aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir la pérdida de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha” (2019). Por lo que estudios que brinden información tanto sobre la pérdida y el desperdicio de alimentos vienen a dar un aporte valioso al logro de esta meta, en el caso de la presente investigación ese aporte se daría a nivel de la región.

Por otra parte, el sector de ganado vacuno de leche es de gran importancia en el país, según la última Encuesta Nacional Agropecuaria 2019 del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2020). La estimación de ganado vacuno de leche a ese año, fue de 253.144 animales. Donde un 29,2% de las fincas de ganado vacuno tienen como principal destino de su producción el autoinsumo<sup>1</sup> un 25,2% a la venta al mercado, un 23,9% a la industria, un 12,3% para el autoconsumo y un 9,4% para la venta en finca.

---

<sup>1</sup> Autoinsumo: se refiere a la cantidad de producción utilizada para obtener algún producto derivado, que puede elaborarse dentro o fuera de la finca, al cual se le realiza una transformación que le añade valor agregado. Posteriormente, puede ser vendido o utilizado por la persona productora.

Aunado a esto, el sector de ganado vacuno de leche genera ingresos de divisas al país al exportar sus productos, sea como leche fluida o en las diferentes presentaciones. Para el año 2019, el valor de las exportaciones de los productos lácteos fue de 169.3 millones, mientras que en el año 2020 este valor descendió a 152.66 millones (Cámara Nacional de Productores de Leche, 2020), lo cual probablemente es un reflejo de la crisis provocada por la pandemia del COVID 19.

Según Londinsky (2021), Costa Rica es el séptimo exportador de lácteos a nivel de América Latina y segundo a nivel de América Central, solo detrás de Nicaragua. El consumo per cápita de Costa Rica es de 200 litros por año, comparado con un consumo menor a los 150 litros en países como México, Colombia, Honduras, Nicaragua, entre otros. Una característica particular de la leche en el país, es que esta se encuentra en manos de cooperativas, a diferencia de otros países donde esta es controlada principalmente por el sector privado (Londinsky, 2021).

La Región Central Oriental, tiene una participación significativa en la conformación del PIB agropecuario nacional, esta aporta una importante cuota de la producción doméstica de una serie de actividades, entre las que se encuentra la producción de leche, que también es una importante generadora de empleo (MAG, 2018). Según el VI Censo Agropecuario existen en esta región 13.883 fincas (INEC,2014, como se citó en MAG, 2018) además, para ese mismo año, se contabilizaron 46.484 de cabezas dedicadas a la ganadería de leche.

Dentro de la programación del Sector Agropecuario de la Región Central Occidental, se han realizado ajustes para identificar acciones climatológicas y tecnológicas para mitigar los efectos del cambio climático, desarrollar elementos para la adaptación y establecer medidas de prevención del riesgo (MAG, 2018). Por lo que la generación de una guía sobre la reducción de pérdidas dentro de las fincas de leche, viene a contribuir al cumplimiento de esta programación.

A continuación, se presentan algunos datos sobre la Agencia de Extensión Agropecuaria (AEA) de Heredia y la Agencia de Extensión de Santa Bárbara, agencias donde se ubican las fincas del presente estudio. En la AEA de Heredia, la ganadería de leche se encuentra entre las seis actividades predominantes de la agencia, caracterizada por contar con tecnología media y un mercado local, en el cual el producto es destinado a comerciantes, queseras, Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos y Coopepuriscal R.L. (MAG, 2020b). Donde hay

---

aproximadamente 5.500 hectáreas dedicadas a la actividad y el rendimiento de las mismas es de 5.000 kilos por día.

Mientras que la AEA de Santa Bárbara, zona donde se ubican parte de los ganaderos involucrados en esta investigación, cuenta con 3.633 hectáreas dedicadas a la ganadería lechera, donde la mayor cantidad de fincas se caracterizan por utilizar tecnología de alto nivel, y la mano de obra utilizada, es tanto contratada como familiar (MAG, 2020a).

Dado lo anterior, se evidencia que el contabilizar las pérdidas e identificar cuáles son aquellas prácticas dentro de las lecherías que generan el desperdicio de la leche fluida, es un punto de partida para proceder a implementar mejoras dentro de las fincas y reducir al máximo la pérdida del producto. Lo cual sería un aporte a la programación de la región, pero también a nivel nacional e internacional con respecto a las metas de los ODS.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Proponer una estrategia para la reducción de la pérdida de leche fluida en las fincas lecheras de los cantones de Barva y Santa Bárbara.

### **4.2. Objetivos específicos**

1. Estimar la pérdida de leche fluida durante las fases de producción, ordeño y comercialización en las fincas lecheras en los cantones seleccionados.
2. Identificar las prácticas que provocan la pérdida de leche fluida en las fincas lecheras ubicadas en los cantones seleccionados.
3. Calcular el impacto económico en las finanzas de las fincas provocadas por las pérdidas de la leche fluida.
4. Diseñar una estrategia para la disminución de la pérdida de leche fluida dentro las fincas productoras de leche bovina ubicadas en los cantones de Barva y Santa Bárbara.

## **5. Marco Teórico**

En este apartado se presentan: 1) el marco de antecedentes, en este se hace una búsqueda de iniciativas referente al tema, 2) marco conceptual, donde se definieron los conceptos más importantes a tener presentes para este estudio y 3) el marco geográfico, en el cual se da la referencia geoespacial donde se desarrolló la investigación.

### **5.1. Marco de Antecedentes**

Mediante revisión, se identificaron iniciativas que se han desarrollado alrededor del mundo con respecto al tema de PDA y estudios específicos sobre la pérdida de la leche de vaca. Además de metodologías desarrolladas para el cálculo de las pérdidas y las causas generadoras de PDA.

#### **5.1.1. Antecedentes sobre PDA en el mundo**

En el año 2011 la FAO y el ente privado Messe Düsseldorf crean la iniciativa “Save Food”, con el objetivo de reducir la cantidad de alimentos que se botan (pierden y desperdician) en los países industrializados y que las personas consumidoras planifiquen sus compras con antelación, además de aumentar la sensibilización a nivel industrial de la pérdida de alimentos (FAO, 2021a).

Save Food prioriza las intervenciones que previenen que se originen pérdidas y desperdicios de alimentos, seguidas de aquellas para reducirlas. Para esta iniciativa trabajan diferentes divisiones de la FAO dada la necesidad de un enfoque pluridisciplinar, entre las que se encuentran: la producción, el procesamiento y la comercialización agrícola y pesquera; los recursos naturales; el desarrollo económico, entre otros (FAO, 2015).

En ese mismo año, junto con la iniciativa Save Food, se publica el informe realizado por el Instituto Sueco de Alimentos y Biotecnología (SIK), donde se revela que aproximadamente un tercio de las partes comestibles de los alimentos producidos para el consumo humano se pierden o desperdician, lo que representa alrededor de 1.300 millones de toneladas al año (FAO, 2012).

Datos recientes de la FAO (2019b) revelan que América Latina y del Caribe contribuye con cerca del 20% del total de PDA en el mundo, esto a pesar de que la región solo alberga el 9% de la población mundial, representando cerca de una quinta parte de los alimentos que se pierden o desperdician a nivel mundial, desde la poscosecha hasta la etapa minorista.

Muchos países de la región han realizado intervenciones destinadas a la reducción de las PDA (FAO, 2019b), algunos ejemplos son los siguientes:

En Chile en el año 2017 se creó el Comité Nacional para la Prevención y Reducción de PDA, con el fin de facilitar y coordinar estrategias para prevenir y reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos. Entre los principales avances de este comité se encuentran: coordinación con bancos de alimentos y concesionarias de alimentos de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas del país, participación en el desarrollo de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, relevando la temática del desperdicio de alimentos (2019-2020) y apoyo con acciones de capacitación en la prevención de las pérdidas y desperdicios de alimentos (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, 2020).

Asimismo, Argentina en el año 2015 creó el Programa Nacional para la Reducción de la Pérdida y el Desperdicio de Alimentos. Desde entonces, más de 80 instituciones públicas y privadas se han unido para formar la Red Nacional para la Reducción de la Pérdida y el Desperdicio de Alimentos. A la fecha la Red cuenta con múltiples iniciativas, como lo es, el curso: "Consumidores conscientes, impacto en tu cuerpo y en el medio donde vives", "Rescate de alimentos y otros productos", entre otras (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2021).

La Red Nacional de Bancos de Alimentos, en Brasil, Mesa Brasil SESC, ha entregado comida a más de 1.4 millones de brasileños a través de asociaciones público-privadas en más de 500 municipios en 2017. Mesa Brasil, además de la distribución de alimentos, desarrolla acciones educativas en las áreas de Nutrición y Trabajo Social, con el objetivo de promover la alimentación adecuada, la reeducación alimentaria y fortalecer la gestión de las entidades sociales asistidas (Mesa Brasil, 2021).

Entre los resultados de Mesa Brasil, para el período de enero a diciembre 2020 se encuentran: 3.07 millones en promedio de personas atendidas mensualmente, 50,6 kg de comida distribuida, 6 mil entidades atendidas, 2.6 mil empresas asociadas y 3 mil acciones educativas (Mesa Brasil, 2021).

A su vez, el Banco Interamericano de Desarrollo ha creado la plataforma #SinDesperdicio, destinada a promover la innovación y mejorar la calidad de las intervenciones públicas sobre la pérdida y desperdicio de alimentos en la región, en la que participan actores como la FAO, el Foro de Bienes de Consumo, la Red Global de Bancos de Alimentos, IBM y otras compañías.

Además de estas iniciativas, también se han realizado estudios por expertos de las diferentes redes o comités nacionales de cada país sobre productos o etapas específicas (FAO, 2015), entre las que se encuentra el caso de México. País donde se realizó una evaluación sobre desperdicios en productos de canasta básica en el año 2013. Para ese momento, el estudio arrojó que el alimento con mayor porcentaje de desperdicio es la guayaba, seguido por la leche de vaca y el mango.

En Trinidad y Tobago, la Universidad West Indies en el año 2012, desarrolló el estudio “Pérdidas post-cosecha en cassava (yuca), mango y otros fruver”. En el caso de la cassava se identificó que las pérdidas se producen principalmente por un mal manejo de los comerciantes, con consecuencias relacionadas con el exceso de sol o humedad. La pérdida de este alimento en el momento del estudio fue de 23%, mientras que la pérdida del mango fue de un 17% (FAO, 2015).

Para el caso de Costa Rica, desde el año 2014 se creó la Red Costarricense para la Disminución de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos, la cual a la fecha se conforma por miembros del sector público, privado, académico y de iniciativa ciudadana (TEC, 2021). Entre las acciones de la Red se encuentran: 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.

La Red Costarricense para la Disminución de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos además de actuar a nivel nacional, también contribuye a otras iniciativas de la Región, al contar con representación del país en la Red Latinoamericana y del Caribe de Expertos en Disminución de Pérdida y Desperdicio de Alimentos, y ser socio de la iniciativa Global Save Food (TEC, 2021).

En el caso de Costa Rica, a la fecha, se han realizado dos estudios relacionados con las PDA, un primer estudio trata de un diagnóstico de PDA en la agrocadena del tomate, mientras que el segundo, es una guía para medición de desperdicios de alimentos en cocinas institucionales o comerciales. Con respecto al diagnóstico realizado a la agrocadena del tomate se determinó que en las fincas se pierden alrededor del 6% de la producción y otro 6% en el Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (CENADA). Con incidencia principalmente de daños mecánicos (Brenes et al., 2015).

Con la guía de desperdicios de alimentos en cocinas institucionales o comerciales, Costa Rica fue pionero a nivel latinoamericano y del Caribe en crear una herramienta de este tipo. Entre los datos que impulsaron la creación de esta guía se encuentra que, en el país, los primeros estudios arrojan que el desperdicio oscila entre 5% y 23% según el tipo de operación del que se trate. El cual se compone de pérdidas generadas en el área de almacenamiento, preparación y finalmente en residuos de platos servidos (Red PDA Costa Rica, 2018).

En el caso de estudios sobre pérdidas o desperdicios de la leche de vaca a nivel internacional, se encuentra Colombia. Donde en el año 2016 se realizó un estudio de alimentos en una empresa del sector lácteo y sus efectos sobre la seguridad alimentaria y nutricional (Rodríguez, 2016).

Uruguay es otro país donde se han realizado estimaciones de la PDA de la leche fluida de vaca, en el año 2017 se publicó una investigación sobre PDA en el país. Este estudio se encarga de analizar las PDA no solo en productos lácteos, sino de otros productos que representan más del 90% del valor bruto de producción agropecuaria del país, como lo son los cereales, las carnes y los granos (Lema et al. 2017).

A través de este estudio se logró determinar que los cereales son el grupo que presenta las mayores pérdidas, con una incidencia sobre el total de 25%, seguido por los lácteos (20%), la caña de azúcar (19%), los oleaginosos (15%), las frutas y hortalizas (12%), la carne (8%) y el pescado (2%) (Lema et al. 2017).

En el 2018 la FAO realizó un estudio sobre las pérdidas postcosecha de dos cadenas de tomate y una de leche en Rwanda. En la cadena de leche se obtuvo que el 36,5% de las pérdidas se produjeron principalmente en la explotación, durante el almacenamiento y el transporte (FAO, 2018, como se citó en FAO, 2019a).

Con respecto a Costa Rica aún no se han desarrollado estudios sobre las PDA en la leche de vaca.

Para el cálculo de las PDA son muchas las metodologías desarrolladas en los diferentes estudios elaborados alrededor del tema. La FAO como ente rector ha generado un estándar de contabilidad y reportes de PDA internacionalmente aceptada, y herramientas asociadas para promover su adopción en las entidades que estén mejor informadas y motivadas a tomar las medidas apropiadas para minimizar la PDA. A continuación, se detalla más sobre el estándar y otras metodologías utilizadas.

Hanson et al (2016) desarrollaron el Estándar de Contabilización y Reporte Sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos, en el que a través de diez pasos guían a las entidades a generar un inventario de PDA. Los pasos que se deben seguir son:

- Definir las metas: de manera que se determine por qué se va a realizar el inventario.
- Revisar los Principios de Contabilización y Presentación de Reportes: pertinencia, integridad, consistencia, transparencia y precisión.
- Determinar el alcance: lo que implica definir el calendario, tipo de materiales, destino, y límite.
- Definir cómo cuantificar las PDA: en la cual se debe decidir si se realiza un nuevo cálculo o se utilizan datos ya existentes.
- Reunir los datos necesarios para la cuantificación de PDA y el análisis.
- Calcular los Resultados del Inventario: una vez que los datos han sido reunidos y analizados, los resultados del inventario se pueden calcular.
- Calcular la incertidumbre: la entidad pasa por el proceso de identificar y documentar las fuentes de incertidumbre que pueden surgir en el cálculo de un inventario.
- Empezar un proceso de aseguramiento: puede ser interno o externo para asegurar la exactitud y consistencia del inventario.
- Informar sobre el inventario realizado.
- Establecer un objetivo y seguimiento a lo largo del tiempo.

Otra metodología desarrollada es la Guía Práctica: ¿Por qué y cómo cuantificar la pérdida y desperdicio de alimentos de la Comisión para la Cooperación Ambiental? (CCA, 2019), la cual sugiere responder cinco preguntas previo a seleccionar un método para medir la PDA:

- ¿Tiene usted acceso directo a los alimentos que se están perdiendo o desperdiciando?
- ¿Qué grado de precisión requiere?
- ¿Cuánto tiempo y qué recursos puede asignar a la medición de la PDA?
- ¿Necesita un método que permita rastrear las causas de la PDA?
- ¿Tiene interés en dar seguimiento a los avances en el tiempo?

Con base a las respuestas a estas preguntas se sugiere utilizar la tabla 1 para determinar el método a utilizar.

**Tabla 1. Calificación de algunos métodos para medir la PDA en el sector productivo con base en cinco características**

Nombre del método	Acceso directo a los desechos alimentarios	Nivel de precisión	Nivel de recursos requeridos	Rastreo de las causas	Seguimiento a los avances en el tiempo
<b>Métodos más comunes para recopilar datos nuevos</b>					
Medición directa	Sí	Alto	Alto	Sí	Sí
Entrevistas o encuestas	No	Bajo - medio	Medio - alto	Sí	Sí
<b>Métodos más comunes para recopilar datos disponibles</b>					
Datos sustitutos o indirectos	No	Bajo	Bajo	No	No
Registros	No	Variable*	Bajo	No	Sí
<b>Métodos menos comúnmente utilizados en el sector productivo</b>					
Diarios o bitácoras	No	Bajo - medio	Medio	Sí	Sí
Balance de masas	No	Medio	Bajo	No	Sí
Análisis de composición de los desechos	Sí	Alto	Alto	No	Sí

Fuente: CCA, 2019.

\*La exactitud depende del tipo de registro empleado: por ejemplo, los recibos de transferencia de desechos pueden ser sumamente precisos para determinar los niveles de PDA, mientras que otros registros son menos precisos.

En un estudio de caso realizado por Rodríguez (2016) sobre pérdidas de alimentos en industria del sector lácteo en Colombia, se utilizan los registros de la empresa de estudio, además de fuentes secundarias, como reporte de entidades gubernamentales y publicaciones de carácter académico, para a partir de ello proponer una serie de indicadores para la gestión de las pérdidas de alimentos y su efecto sobre la Seguridad Alimentaria y el medio ambiente.

Para obtener los datos sobre litros de leche (L) que se pierden durante el proceso industrial con respecto a los litros totales recibidos en las plantas de procesamiento, el indicador utilizado se muestra a continuación:

$$I = \frac{\text{litros perdidos}}{\text{litros recibidos}} \quad \mathbf{Ec\_1}$$

Para el cálculo de las hectáreas utilizadas en la producción del alimento que finalmente se perdió, aplica el siguiente indicador:

$$I = \frac{(\text{litros perdidos} \times \text{ha equivalentes})}{\text{litros recibidos}} \times 1000 \quad \mathbf{Ec\_2}$$

Para el agua utilizada en el producto que finalmente se perdió Rodríguez (2016) utilizó el siguiente indicador:

$$I = \frac{(\text{litros no recuperados} \times \text{litros de agua equivalente})}{\text{litros recibidos}} \times 1000 \quad \mathbf{Ec\_3}$$

En el caso de la energía atribuida a la pérdida del alimento el indicador utilizado es el siguiente:

$$I = \frac{(\text{litros no recuperados} \times \text{BTU de energía equivalentes})}{\text{litros recibidos}} \times 1000 \quad \mathbf{Ec\_4}$$

\*BTU: British thermal unit (unidad térmica británica).

### 5.1.2. Causas de las PDA

Según FAO (2019a) las causas de las PDA se pueden distinguir entre causas directas y factores indirectos. Las causas directas están asociadas con la toma o no de medidas de los actores de las cadenas de suministros de alimentos, ejemplo de ellas son: almacenamiento prolongado, eliminación de los productos con una apariencia “imperfecta”, entre otras. Los factores indirectos se refieren al entorno económico, cultural y político del sistema alimentario en el cual operan los actores, y por lo tanto influyen en la pérdida y desperdicio de alimentos, por ejemplo, abandonados en el campo debido a normas de calidad o a una caída brusca de los precios.

A nivel mundial las causas de las PDA difieren ampliamente a lo largo de la cadena de suministro de alimentos. Según la FAO (2019b) las principales causas de pérdidas en las granjas se deben a cosechar en el momento inadecuado, malas condiciones climáticas, prácticas erróneas en la cosecha y el manejo, y desafíos en la comercialización de los productos. Un mal almacenamiento, sea en frío o no, también es crucial para evitar las pérdidas de los alimentos.

En la etapa del transporte, una buena infraestructura física y una logística comercial eficiente son clave para evitar la pérdida de alimento. Las PDA se pueden dar tanto por una inadecuada infraestructura como por fallas en el funcionamiento técnico o por errores humanos (FAO, 2019b).

Lema et al. (2017) indican que, la pérdida de leche fluida en la etapa de producción se da por dos principales razones: 1) infraestructura inadecuada que favorece el desarrollo de enfermedades en las fincas y 2) descarte de la leche por presencia de antibióticos o mastitis.

En un estudio realizado en la ciudad de Jalisco, México, el grupo de personas productoras que participó en dicho estudio indicó que la etapa de ordeño es donde mayor perciben las pérdidas, lo que puede ir relacionado con que el 31,04% de las personas productoras realiza esta actividad de forma manual, mientras que el resto es de forma mecanizada. Las conclusiones indican que la mayor causa de la PDA en este sector está en la falta de tecnificación en el ordeño (Soluciones Integrales para la Problemática Ambiental, 2019).

Con respecto a las mastitis, es una de las principales razones de falta de rentabilidad en las fincas, lo cual se debe a que ocasiona disminución en la producción, calidad de la leche y en consecuencia, reduce su precio e incrementa los costos de producción del hato (Zendas et al., 2020). La presencia de mastitis disminuye la producción de leche y aumenta la producción de leche de descarte (Ruegg, 2011, como cita Solís, 2018).

Sobre la etapa de postcosecha Lema et al (2017) mencionan que las pérdidas pueden darse debido a goteos, al desgaste en los sistemas de conexión entre las piezas, mala operación de tanques de frío, además, por rechazo de leche con antibiótico a nivel de ingreso a planta.

Por otra parte, la FAO (2019a) plantea que las principales causas de la pérdida de leche son: equipos de ordeño deficientes, el saneamiento deficiente durante el ordeño, la manipulación inicial inapropiada (por ejemplo, derrame) y la falta de instalaciones de refrigeración. Con respecto al saneamiento deficiente puede ocasionar la contaminación de un lote entero de leche, que obliga a las personas productoras a descartarlo por completo (FAO, 2018, como se citó en FAO, 2019a).

El equipo para enfriar la leche una vez extraída de la vaca es sumamente necesario para mantener la calidad original de la leche, el enfriamiento puede realizarse mediante refrigeración mecánica o tanques refrigerantes. El problema se da en que el costo de inversión de estos equipos es elevado y a las pequeñas personas productoras se les dificulta acceder a ellos (FAO, 2021b). Es por ello que se puede ver como en los estudios mencionados anteriormente, la falta de equipo de enfriamiento es una de las principales causas de la pérdida de la leche.

Rodríguez (2016) concluye entre los puntos de su investigación, que en una industria del sector lácteo agroindustrial el porcentaje de pérdidas de alimentos durante el procesamiento es equivalente al 2,31 % con respecto a los alimentos recibidos al inicio del proceso productivo. Además, el 83,5% de los alimentos clasificados como pérdidas, son potencialmente consumibles y se pierden debido a las ineficiencias del proceso logístico durante la planeación y el almacenamiento.

## 5.2. Marco Conceptual

Los alimentos son la base del presente estudio, así como de los diferentes estudios que se han realizado sobre PDA, por ello es importante determinar qué es un alimento. Según el CODEX Alimentarius, un alimento es toda aquella sustancia elaborada, semi-elaborada o natural, que se destina al consumo humano, incluyendo las bebidas, el chicle y cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la fabricación, preparación o tratamiento de los alimentos, pero no incluye los cosméticos, ni el tabaco, ni las sustancias utilizadas solo como medicamentos (OMS y OPS, 2021).

Los productos alimentarios pueden ser de origen animal o vegetal y se consideran alimentos a partir del momento en que 1) los cultivos están maduros para la cosecha o son aptos para su finalidad; 2) los animales están listos para el sacrificio; 3) se extrae leche de la ubre; 4) un ave pone huevos; 5) los peces de la acuicultura están maduros en el estanque; 6) se capturan peces en estado natural con equipo de pesca (FAO, 2019a).

Una vez definido lo que se entiende por alimento se debe aclarar el problema relacionado con los alimentos, el cual es las pérdidas y desperdicios de alimentos, el cual FAO (2019a) lo describe como: “reducción de la cantidad o la calidad de los alimentos a lo largo de la cadena de suministro alimentario” (p.5).

Las pérdidas de los alimentos son la disminución de la cantidad o calidad como consecuencia de las decisiones y acciones de los proveedores de alimentos en la cadena, sin incluir la venta al por menor, los proveedores de servicios alimentarios y los consumidores (FAO, 2019a). Las pérdidas suceden principalmente durante la producción, poscosecha, almacenamiento y transporte (FAO, 2015).

Mientras que el desperdicio de alimentos es la disminución de la cantidad o calidad de los alimentos como resultado de las decisiones y acciones de los minoristas, los proveedores de servicios alimentarios y los consumidores (FAO, 2019a), lo cuales deciden desechar los alimentos que aún tienen valor (FAO, 2015).

Además, se debe definir el concepto del producto del cual se pretende cuantificar sus pérdidas, este es la leche. Según la OMS y FAO (2011) se establece en el CODEX la definición de la leche como, “la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno

o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior” (p. 187).

El estudio se desarrollará específicamente en fincas lecheras de ganado bovino. El Instituto Nacional de Estadística y Censos (2020) define una finca como:

Toda extensión de terreno administrada por una única unidad institucional (hogar, empresa, sociedad, institución pública) dedicada en forma total o parcial a la producción agropecuaria y forestal, principalmente para su venta en el mercado o el autoconsumo, cuyas labores pueden ser dirigidas o ejecutadas por una persona o con la ayuda de otras. (p. 17)

Una finca puede estar constituida por uno o más lotes o parcelas (propias o ajenas), no necesariamente juntas, situadas dentro de un mismo cantón o en cantones vecinos siempre y cuando estos lotes o parcelas se exploten bajo una misma administración y utilicen los mismos medios de producción, tales como la mano de obra, maquinaria, equipo y animales de trabajo. La finca podría estar constituida por uno o más establecimientos que tienen una o más actividades agropecuarias (INEC, 2020).

La aplicación o no de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) dentro de la finca puede generar graves consecuencias, como lo es la incidencia de enfermedades en los animales. Las BPP son una serie de normas de estricto cumplimiento, que buscan garantizar la salud de los bovinos para la producción de leche y de las personas que interactúan con ellos y consecuentemente la obtención de productos lácteos sanos e inoctrinos para el consumidor. Las cuales deben ser aplicadas por el personal que labora en la finca y los visitantes (SENASA, 2012).

Por ejemplo, una de las enfermedades generadas como consecuencia de la no aplicación de BPP en las fincas es la mastitis, la cual es una de las principales causas de pérdidas de leche dentro de las fincas. Según el MAG (2019) se define como “inflamación de la ubre, la cual afecta una o varios cuartos, causada por diferentes microorganismos o microbios” (p. 1). La mastitis se puede presentar de dos maneras: 1) Mastitis Clínica, la cual se detecta a simple vista, el cuarto afectado se inflama y puede ponerse duro, produce disminución en la leche, 2) Mastitis Subclínica, no se detecta a simple vista, la leche en apariencia es normal, para comprobar si el animal está padeciendo de esta enfermedad se debe realizar una prueba de células somáticas.

### 5.3. Marco Geográfico

La presente investigación se desarrolló en tres de las cuatro fincas de los que fueron los últimos miembros activos de ASOPROLBA. Esta asociación se conformó en el año 2016, con el objetivo de establecer una planta procesadora de lácteos, donde las 14 personas socias pudiesen entregar la leche fresca producida en sus fincas. Estas fincas se ubicaban en San José de la Montaña, Santa Bárbara y San Rafael de Heredia.

Sin embargo, según indican los productores que participaron en el presente estudio, el tema de la organización, así como el factor económico fueron las principales limitantes para que el proyecto no continuara. Dado que para el establecimiento de la planta procesadora se debían tramitar una alta cantidad de permisos y adicionalmente la inversión necesaria era alta.

Estas fincas pertenecen a la Región Central Occidental del MAG, región que abarca 18 cantones de la provincia de Alajuela y Heredia. Esta región se caracteriza por contar con una gran diversidad de microclimas, una distribución histórica bastante uniforme de la época lluviosa de aproximadamente siete meses, que va de mayo a noviembre y una estación seca bastante definida, de diciembre a abril, y vientos que varían de leves a moderados (MAG, 2018).

La primera finca que forma parte de la presente investigación se conoce como “Finca La Montaña S.A., ubicada en San José de la Montaña. Esta área ha sido utilizada para la producción agrícola y ganadera por tres generaciones, y desde el año 1980 este productor se encarga de administrarla. Actualmente la finca se divide en un área dedicada a la ganadería de leche y otra al café. Los animales utilizados para la producción son de raza Holstein y Jersey.

La segunda finca que se conoce como “Finca Sauce”, se ubica al igual que la anterior, en el distrito de San José de la Montaña. La finca tiene una extensión de 22 hectáreas, donde el terreno se utiliza exclusivamente para la ganadería de leche. A la fecha se está trabajando para que la totalidad del hato sea raza Jersey.

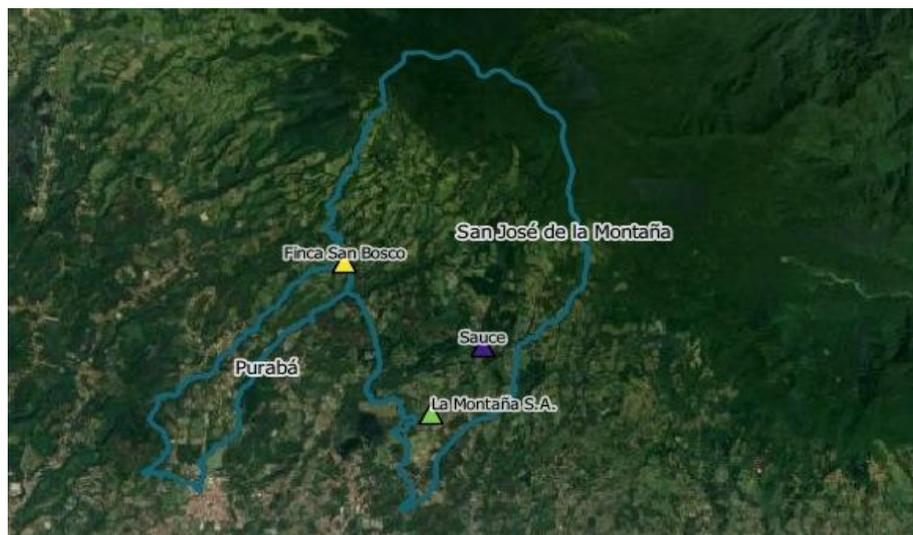
Estas dos primeras fincas forman parte de la AEA de Heredia, dentro del cantón de Barva, distrito San José de la Montaña. Esta zona se caracteriza por contar con una temperatura promedio entre los 18°C-24°C, un rango de precipitaciones entre los 1.500-2.000 mm, un período seco entre enero a abril y un período lluvioso de mayo a noviembre (MAG, 2020b).

La tercera finca “San Bosco”, ha sido propiedad de una misma familia por tres generaciones, donde inicialmente el abuelo trabajó en la ganadería de leche por varios años, y después de estar un tiempo de desuso el nieto, retoma la actividad. Actualmente se cuenta solo

con animales raza Jersey. Esta finca pertenece a la AEA de Santa Bárbara, ubicada en el cantón de Santa Bárbara, distrito de Purabá. Esta zona se caracteriza por contar con una temperatura promedio entre los 14,1°C-29,7°C, un rango de precipitaciones entre los 1.945,7-3.298,7 mm. Según el MAG (2020a) el cambio climático producto de los Fenómenos Naturales como el Niño y la Niña, así como a factores entrópicos, han aumentado la temperatura haciendo que la sensación térmica sea mayor induciendo a mayor cansancio, hidratación y cuidado por parte de las personas trabajadoras agrícolas.

A la fecha cada productor comercializa su producto de manera independiente, mientras que en dos de los casos venden la totalidad del producto como leche fluida, en una de las fincas ha comenzado a procesar la leche, por lo que también se vende queso y natilla, y tiene como proyecto vender a futuro queso mozzarella y queso palmito.

Los ganaderos concuerdan en que, si bien perciben que la temperatura en la zona ha aumentado, no consideran que de momento sea un factor que afecte la actividad. Entre las prácticas ambientales que se desarrollan en las fincas se encuentran: utilizar menos agroquímicos y más abono orgánico, uso de sistema silvopastoril, participar en el programa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) del Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), implementación de cercas vivas y manejo de aguas verdes.



**Figura 1. Ubicación de las fincas de estudio a tomar en cuenta para la realización de los casos de estudio**

## **6. Marco Metodológico**

Para alcanzar el objetivo de este trabajo se desarrolló una investigación mixta, esto considerando que los fines de esta investigación abarcan tanto una parte cuantitativa, la cual corresponde a los objetivos de estimar la cantidad de leche fluida perdida y calcular el impacto económico en las finanzas de las fincas, pero además una parte cualitativa al identificar las prácticas que provocan la pérdida de leche fluida y plantear una guía para la disminución del producto.

La función de la investigación cualitativa puede ser la de describir o la de generar una teoría a partir de los datos obtenidos (Lerma, 2009). Además, implica un proceso interactivo entre la persona investigadora y las y los sujetos investigados (Niño, 2011). Lo cual se realizó en este trabajo de investigación al recolectar gran parte de la información en las fincas, esto a través de una serie de visitas a estas.

Con respecto a la investigación cuantitativa, se caracteriza por establecer variables, exigir la confiabilidad y validez en la medición. Uno de sus propósitos fundamentales es medir magnitudes, su estrategia para el tratamiento de los datos se basa en la sistematización, el uso de cifras y la estadística, entre otras (Niño, 2011).

Dos de las herramientas de recolección de la información utilizadas en la investigación cualitativa son la entrevista y la observación (Niño, 2011). La técnica de entrevista se considera fundamental en este trabajo, dado que a partir de esta se logró conocer y describir tanto las fincas que fueron objeto de estudio, como las prácticas generadoras del desperdicio del producto.

Específicamente se trabajó una entrevista tipo no estructurada e individualizada, ello debido a que, si bien se contó con una guía de preguntas a realizarle a las personas ganaderas, no se quiso limitar la información que los productores pudieran proporcionar durante la entrevista, considerando el gran conocimiento de estos en la actividad ganadera de leche bovina.

La observación, es otra de las herramientas que se utilizaron en la investigación, la cual ayudó a identificar aquella información que pasa desapercibida por el productor durante el manejo de la leche en la finca y que puede ser causante de la pérdida del producto.

A continuación, se detalla el método que se utilizó para alcanzar cada uno de los objetivos.

➤ **Objetivo Específico 1: Estimar la cantidad de leche fluida perdida durante las fases de producción y ordeño en las fincas lecheras.**

Para desarrollar este objetivo se utilizó como apoyo el Estándar de Contabilización y Reporte sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos (Somogyi, 2016). El cual fue creado por una asociación de actores de más de 25 países interesados en el tema, y tiene como propósito facilitar la cuantificación de PDA y fomentar la coherencia y transparencia de los datos reportados. Además, permite la cuantificación constante de las líneas de base y el seguimiento del progreso hacia la Meta 12.3 de los ODS.

En el Estándar se indica que para crear un inventario de PDA es necesario establecer el alcance, el cual está conformado por el período del tiempo, tipo de material, destino, límite y temas relacionados (embalaje y otros materiales no PDA, agua adicionada o removida, pérdidas antes de la cosecha). Además, se debe definir si el inventario considerará tanto los alimentos como las partes no comestibles o solo una de ellas. Por partes no comestibles se refiere a los componentes asociados a un alimento que, en una cadena de suministro de alimentos particular, no están destinados a ser consumidos por seres humanos (Hanson et al., 2016). Para este estudio sólo se consideró lo que se identifica como alimento, es decir la leche fluida que comúnmente se utiliza para consumo humano.

Se definió un período de tiempo de 4 meses de medición, el cual se consideró un tiempo adecuado para visitar cada una de las fincas mínimo 3 veces. Un primer mes se dedicó a aplicar la entrevista a los tres productores y 3 meses más donde se visitaron las tres fincas al menos dos veces, para realizar la contabilización de las pérdidas en el momento.

El tipo de material que se incluyó en el inventario de pérdidas es, la leche fluida, la cual por algún motivo está destinada a desecharse. El límite de esta investigación se extiende desde la producción en finca del producto hasta la comercialización de la leche por parte del productor, sea en la puerta de la finca o fuera de ella, dependiendo de cómo el productor vendió su leche. Se analizó todo aquello que esté en control del productor.

Otros de los pasos importantes a considerar según el Estándar, es identificar los destinos del producto descartado. Entre las categorías del destino se encuentran: pienso, materiales bioquímicos/procesamiento bioquímico, codigestión/digestión anaerobia, compost/procesos aerobios, combustión controlada, aplicación del suelo, vertedero, no cosechado/arado,

desperdicios/desechos/ basura, alcantarillado/ tratamiento de aguas residuales, otros (Hanson et. al, 2016).

En la investigación se consultó a través de la entrevista, sobre el destino de la leche fluida considerada como pérdida, a partir de ello se realizó un listado de los principales destinos del alimento descartado. En este estudio no se identificaron prácticas donde se aplicara agua a la leche fluida, por lo que no fue necesario descartar el agua añadida.

Los métodos utilizados para obtener la cantidad de leche que se perdió dentro de las fincas de estudio son dos, 1) Entrevista estructurada, donde previamente se creó el instrumento con las consultas a realizar a los ganaderos, siendo las preguntas dirigidas a este objetivo de tipo cerradas. 2) Observación no participante y estructurada, la cual se aplicó durante las visitas realizadas a cada una de las fincas. Para aplicar este método también se creó una herramienta donde se puedan escribir los datos de cantidades de leche que se pierden durante la visita.

El objetivo específico 1 y 2 se trabajaron de manera simultánea. Con base a la información recolectada, se estimó un total acumulado de pérdidas de leche generadas en las fincas de estudio, las cuales posteriormente se cuantificaron en el objetivo 3.

➤ **Objetivo Específico 2: Identificar las prácticas que provocan la pérdida de leche fluida en las fincas lecheras ubicadas en el norte de Heredia.**

Para la ejecución de este objetivo se utilizó el método de entrevista estructurada, mismo que el mencionado en el objetivo anterior, con la diferencia de que el apartado de preguntas dirigidas a este objetivo fue tanto de preguntas abiertas como cerradas. Dado que no se quiso limitar la información que los ganaderos pudieron proporcionar considerando el gran conocimiento de estos en la actividad ganadera de leche bovina.

La observación durante las visitas a las fincas también se utilizó como método para alcanzar el cumplimiento del objetivo, de manera tal que, se pudo identificar aquellas prácticas dentro de las fincas que llevaron a la pérdida de la leche fluida. En este caso la herramienta mencionada en el objetivo uno también tuvo un apartado donde se pudo listar qué causó la pérdida, se utilizó una observación estructurada y no participativa.

Otra fuente que se utilizó como base para el desarrollo del objetivo son los resultados que arrojó el objetivo específico número 1, esto, gracias a que una vez obtenidas las cantidades de pérdidas por finca se pudo conocer cuáles son aquellas prácticas que generan en mayor medida el descarte del producto.

Además, se consultaron estudios similares realizados a nivel internacional, enfocados o no a las pérdidas de leche bovina, con el fin de identificar las prácticas causantes de pérdidas en estas investigaciones y así se realizó una comparación con las obtenidas en la presente investigación a través de las entrevistas y las observaciones aplicadas en las fincas. Entre los estudios que se consultaron se encuentran:

- Estimación de pérdidas y desperdicio de alimentos en el Uruguay: alcance y causas. Lema et al. (2017).
- Estimación de las pérdidas de alimentos en una industria del sector lácteo y sus posibles efectos sobre la seguridad alimentaria y nutricional. Rodríguez (2016).
- Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. Bedolla & Ponce de León (2008).
- Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en el Mundo - Alcance, causas y prevención. FAO (2012).
- El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. FAO (2019a).
- Pasantía en la Unidad de Calidad de Leche de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos. Solís C. (2018).
- Diagnóstico sobre la Pérdida y Desperdicio de Alimentos en Jalisco. Soluciones Integrales para la Problemática Ambiental (2019).
- Manual de Buenas Prácticas en la Producción Primaria de Leche (SENASA, 2012).
- Buenas Prácticas de Ordeño (FAO, 2011).
- Mastitis, problema número 1 en ganado lechero: Manejo, Tratamiento y Control. Zendas et al. (2020).

➤ **Objetivo Específico 3: Calcular el impacto económico en las finanzas de las fincas provocadas por las pérdidas del producto.**

Para el cálculo del impacto económico en las fincas, una vez se estimó la cantidad de leche fluida perdida, a partir de los registros de cantidades obtenidas en el objetivo uno, se determinó cuánto representa esa leche en términos monetarios. Es decir, se multiplicó la cantidad de litros descartados por el precio promedio del litro de la leche pagado al productor en el momento de la investigación. De esta manera se conoció el monto monetario que en promedio dejaron de percibir las fincas.

Por otra parte, se realizó una búsqueda de modelos de costos ya realizados por instituciones públicas del país en la actividad de ganadería bovina de leche en condiciones similares a las fincas en estudio, el cual se tomó como base para determinar cuánto representaron los litros perdidos en la inversión del productor.

Adicionalmente se utilizó como base el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), el cual estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo del ciclo de vida de un producto o una actividad. En él se toman en cuenta fases intermedias como transporte y preparación de materias primas, manufacturas, distribución, entre otros. Lo que ayuda a la identificación de oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos (ISO, 2006).

El ACV puede o no incluir todas las etapas que conforman el sistema (Della et al., 2017). En la presente investigación si bien no se realizó un abordaje minucioso etapa por etapa, si se realizó una tasa de conversión del recurso agua y otra del alimento invertido y que finalmente son descartados cuando se pierde la leche.

El agua es un recurso vital para esta y todas las actividades de producción de alimentos, por ello es importante estimar cuánta es la cantidad de agua invertida para la producción de leche fluida que finalmente se perdió dentro de la finca. De manera que, una vez que se obtuvo la cantidad de litros de leche que se pierden en las fincas de estudio, esta cantidad se representó en términos de agua, utilizando como base datos obtenidos de otros estudios sobre la cantidad de agua necesaria para producir un litro de leche. Adicionalmente, se consideró importante obtener el dato sobre la tasa de conversión de alimento consumido por las vacas para la producción de leche, debido a que la compra de alimentos y concentrados representan cerca del 50% de los costos totales de la producción (Hena, 2016).

En el caso de Costa Rica no existen datos publicados que hagan referencia sobre la cantidad de agua requerida por litro de leche fluida producido (Elizondo, 2019). Según estudios realizados en diferentes países la cantidad de agua consumida para la producción de un litro de leche varía según las condiciones climatológicas de la zona y el sistema de producción que sea utilizado. Estos son los datos que se utilizaron para crear la tasa de conversión.

➤ **Objetivo Específico 4: Diseñar una estrategia para la disminución de la pérdida de leche fluida dentro las fincas productoras de leche bovina ubicadas en el norte de Heredia.**

Para la realización de este apartado se utilizó como base los resultados de los objetivos específicos 1, 2 y 3, pero, además, se realizó una revisión bibliográfica de documentos como Manuales de Buenas Prácticas Pecuarias tanto a nivel del país, como a nivel internacional. Parte de las fuentes que se utilizaron son: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), MAG, CNPL, ONU, FAO.

Entre los documentos a consultados en el CATIE se encuentran: ¿Cómo trabajar con las familias ganaderas y las organizaciones de investigación y desarrollo para lograr una ganadería más sostenible y productiva?, Buenas prácticas para la mitigación al cambio climático de los sistemas de producción de leche en Costa Rica, Análisis del grado de cumplimiento y estimación de costos para la implementación de la Norma para Sistemas Sostenibles de Producción Ganadera en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua.

Algunos de los documentos que se consultados del IICA son: Situación de la seguridad alimentaria en las Américas, Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Leche.

Entre los documentos a consultados del MAG se encuentran: Manual de Buenas Prácticas en la Producción Primaria de Leche, Manual de Manejo Sistemas Intensivos Sostenibles de Ganadería de Leche, Valoración Técnico-Económica de Medidas Climáticas en el Sector Agropecuario, Sistemas Sostenibles de Ganadería que Promuevan la Seguridad Alimentaria en la Agricultura Familiar.

Otros de los documentos revisados son: Manual de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Guía Práctica para la Incorporación de Soluciones a las Pérdidas y los Desperdicios de Alimentos de la FAO, Manual de Buenas Prácticas de Ganadería Bovina para la Agricultura Familiar de la FAO.

La consulta a expertos es otra de las estrategias que se implementó para el desarrollo del objetivo, lo cual se considera un aporte muy valioso tomando en cuenta que aún existen pocos documentos a nivel nacional respecto al tema de las pérdidas de la leche fluida.

Dentro del tipo de investigación cualitativa, este objetivo se ubica entre el tipo Teoría Fundada, la cual según Lerma (2009) tiene el objetivo de generar una teoría a partir de datos recogidos sobre las interpretaciones que se dan en grupos de personas en contextos naturales.

La consulta a experto se realizó mediante un focus group vía Zoom donde se contó con la participación de tres invitados:

- Dr. Frank Hüeckmann Voss, Ph.D. en Salud de Hato Bovinos de Leche, quien además de ser médico veterinario y brindar asesorías a fincas, es productor de leche en tercera generación.
- MAG. Cynthia Rebeca Monge Rojas, zootecnista, quien labora como investigadora en la Estación Experimental de Ganado Lechero Jorge Volio y como docente en la escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica.
- MAG. Carlos Salazar, economista agrícola, quien ha laborado en la Cámara Nacional de Productores de Leche por veinte años.

Tal como se puede observar, todas las personas invitadas tienen una relación directa con el sector de la ganadería de leche. Cada una desde diferentes ámbitos, el Dr. Frank Hüeckmann, desde el sector privado, la MAG. Cynthia Monge, desde el sector académico y el MAG. Carlos Salazar, desde el sector público.

Por lo que, a partir de los resultados obtenidos en los capítulos 1 y 2 de la presente investigación, se procedió a consultarles a las personas expertas sobre recomendaciones que podrían colaborar a la reducción de la pérdida de leche generadas por las prácticas o factores identificados. A continuación, se detallan las consultas realizadas:

### **Fase de producción**

1. ¿Cuáles son aquellas prácticas que recomiendan para reducir la incidencia de la mastitis en las vacas?
2. ¿Cuáles son algunos tratamientos efectivos y de corta duración contra la mastitis?
3. ¿Cuáles son aquellas prácticas que recomiendan para reducir la incidencia de la renquera en las vacas?
5. ¿Cuáles son algunos tratamientos efectivos y de corta duración contra la renquera?

### **Fase de ordeño**

1. ¿Cuáles son algunos puntos a considerar antes de adquirir un equipo de ordeño?
2. ¿Qué prácticas se deben implementar para un correcto mantenimiento del equipo de ordeño?
3. ¿Conocen de algún protocolo o procedimiento establecido en algún manual sobre revisión de equipo previo al ordeño?
4. ¿Qué tan frecuente es encontrar en finca, vacas con ubres cortadas por cercas o algún objeto punzocortante?
5. ¿Tratamientos efectivos y tiempo promedio de recuperación?

### **Fase de post-ordeño**

1. ¿Conocen de algún protocolo o procedimiento establecido en algún manual para implementar previo y durante el traslado de la leche del tanque de almacenamiento al camión o recipiente de traslado?
2. ¿Qué tan fácil es el acceso para los productores de leche a equipo y maquinaria tecnificada para el traslado de la leche?

Estas consultas le fueron realizadas a cada una de las personas invitadas, con el fin de conocer los diferentes puntos de vistas de estas.

## 6.1. Operacionalización de las variables

**Tabla 2. Operacionalización de las variables**

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fuente</b>
Estimar la cantidad de leche fluida perdida durante las fases de producción, ordeño y comercialización en las fincas lecheras.	Leche perdida durante producción	Litros de leche descartados por enfermedades infecciosas o descarte de animales.	Observaciones y mediciones en campo, encuestas, fuentes secundarias.
	Leche perdida durante el ordeño	Litros de leche descartados por prácticas deficientes durante el ordeño	
	Leche perdida durante el almacenamiento	Litros de leche descartados por fallas del equipo ordeño el ordeño	
	Leche perdida durante la comercialización	Litros de leche descartados por prácticas deficientes en la comercialización	
Identificar las prácticas que provocan la pérdida de leche fluida en las fincas lecheras ubicadas en los cantones de Barva y Santa Bárbara.	Manejo	Diseño y cuidado de las instalaciones	Observaciones y mediciones en campo, encuestas, fuentes secundarias
		Abastecimiento de agua	
	Factor humano	Programa de vigilancia de salud del hato	
		Sistema de control de plagas	
	Equipo de ordeño	Higiene del personal	
		Experiencia del personal	
Equipo de enfriamiento	Formación técnica del personal		
	Instalaciones sanitarias		
Comercialización	Equipo de ordeño	Tipo de material y diseño	
	Equipo de enfriamiento	Mantenimiento	
		Vida útil del equipo	
		Instalación del equipo	
		Diseño para control de la temperatura	
		Iluminación	
		Vida útil del equipo	
		Acceso a un lavamanos	
		Cadena de frío durante el traslado de la leche de la finca al comprador	

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fuente</b>	
Calcular el impacto económico en las finanzas de las fincas provocadas por las pérdidas del producto.	Costos	Colones/litro de leche	Resultados objetivo 1, fuentes secundarias	
	Precio	Colones/kg de leche		
	Reducción de ingresos	Colones dejados de percibir		
	Pérdidas económicas en el proceso	Colones invertidos en la etapa de producción		
		Colones invertidos en la etapa de ordeño		
		Colones invertidos en la etapa de enfriamiento		
		Colones invertidos en la etapa de comercialización		
Costo por tratamiento de enfermedades	Colones invertidos en animal/litro de leche			
Agua	Litros de agua perdidos			
Alimento	Kilos de alimento perdido			
Plantear una estrategia para la disminución de la pérdida de leche fluida dentro las fincas productoras de leche bovina ubicadas en el norte de Heredia.	Estrategia	Diagnóstico de la situación actual	Resultados objetivo 1, 2 y 3, fuentes secundarias, consulta a expertos	
		Línea de acción prioritaria		
		Metas		
		Indicadores		
		Presupuesto		
		Responsables de acción		

## **Capítulo 1. Cantidad de leche fluida perdida durante las fases de producción y ordeño en las fincas en estudio**

En este capítulo primeramente se realizó una descripción de las fincas en estudios considerando: ubicación, conformación del hato, razas utilizadas y equipo de ordeño y enfriamiento. Además, se implementaron los parámetros establecidos en el Estándar de Contabilización y Reporte sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos como base para la cuantificación de pérdidas de leche. Por último, se cuantificaron las pérdidas de leche generadas en las tres unidades productivas, clasificando dichas pérdidas según la fase del ciclo productivo donde se dieron.

### **1. Descripción de los estudios de caso**

Cada una de las fincas en estudio cuenta con características propias, lo que genera que los procesos de producción, ordeño y post ordeño sean distintos entre sí. Por lo que se procederá a realizar una descripción de cada una de ellas.

La Finca 1 y Finca 2 se ubican en San José de la Montaña de Barva de Heredia, zona que según el MAG (2020b) cuenta con una temperatura promedio de entre 18° C y 24° C, una precipitación entre los 1.500 y 2.000 mm, de 6 a 10 horas de luz diarias, además de períodos secos entre los meses de enero a abril, y períodos de lluvia entre mayo a noviembre.

Según la caracterización de la AEA de Heredia, agencia donde se ubican ambas fincas, la ganadería de leche es la actividad que mayor extensión abarca, 5.500 hectáreas, presentando un rendimiento promedio diario por animal de 25 kg.

La Finca 1 abarca una extensión de 6,98 hectáreas, la cual gran parte está destinada a la actividad de la ganadería de leche y una pequeña porción del terreno, es utilizado para la actividad de toros de engorde bajo un sistema semiestabulado. El propietario de la finca y encargado de esta, es ingeniero agrónomo de profesión, y tiene 64 años de experiencia en la actividad. La finca por su parte, cuenta con 80 años de establecida, dado que la familia del productor, también se dedicaba a la actividad de ganadería de leche.

El hato de la finca al momento en el que se aplicó la entrevista, se conformaba de la siguiente manera, 60% del total de los animales son raza Holstein, mientras que el 40% restante son Jersey. En la tabla 3, se detalla la conformación del hato.

**Tabla 3. Conformación del hato en la Finca 1**

<b>Etapas de producción</b>	<b>Cantidad total de animales</b>
Ordeño	38
Secas	9
Para reemplazo	8
Terneras	26

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, noviembre 2021.

En cuanto a los tiempos de manejo de las vacas en producción se tiene dos períodos: 1) el período seco que corresponde, a 2 meses a 2,5 meses, y 2) en gestación que corresponde un período de 9 meses. Un animal en promedio se mantiene en explotación por 10 años. El sistema de manejo utilizado es el semiestabulado, utilizando un ordeño mecanizado.

La Finca 2 tiene una extensión de 22 ha, donde gran parte del terreno se utiliza para la actividad de ganadería de leche, y en un área menor, se ubica una vivienda y una producción artesanal de huevos de gallina. En esta finca el productor cuenta con 50 años de experiencia en la actividad, donde el conocimiento de este es principalmente empírico.

El 90% del hato está conformado por animales raza Jersey y el 10% restante se distribuye en: raza Holstein, cruce de Holstein y Pardo Suizo, cruce de Jersey con Pardo Suizo y cruce de Jersey con Holstein. Según indica el productor, el objetivo es tener un hato 100% de vacas Jersey, el cual, tal como reflejan los porcentajes ya se encuentra en proceso de cambio. A continuación, se detalla la cantidad de animales por etapa, esto según el momento en el cual se aplicó la entrevista (ver tabla 4).

**Tabla 4. Conformación del hato en la Finca 2**

<b>Etapa de producción</b>	<b>Cantidad total de animales</b>
Ordeño	52
Secas	21
Para reemplazo	30
Terneras	26

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, noviembre 2021.

Las vacas se mantienen en la etapa de ordeño por 10 meses, y el tiempo total en que se mantiene un animal en producción es de 8 años en promedio. En esta finca el tipo de ordeño utilizado es el mecánico y el sistema de manejo implementado es el pastoreo, a través de apartos que dividen la finca. Adicionalmente se cuenta con un terreno en una comunidad vecina donde se extrae pasto de corta.

La Finca 3, se ubica en Purabá de Santa Bárbara, zona que pertenece a la AEA de Santa Bárbara y que cuenta con variables climáticas como: temperatura promedio de 19,2 °C, 6,2 horas de luz, períodos secos de 8 a 9,2 meses y períodos lluviosos de 4,1 a 5,3 meses (MAG, 2020a).

La finca tiene 10 hectáreas de extensión. Por su parte, el productor cuenta con 4 años de experiencia en la actividad, los cuales los ha desarrollado trabajando en la finca en estudio, sin embargo, proviene de una familia lechera, ya que el abuelo y padre del dueño actual se dedicaron a esta actividad.

La Finca 3 fue establecida por el productor, de manera que el terreno donde se ubica cuenta con 4 años de estar siendo utilizado para la producción de leche de vaca. El total del hato se conforma de animales raza Jersey, donde la cantidad de animales por etapa se presenta en la tabla 5. En esta finca se utiliza un sistema de manejo semiestabulado, con un ordeño mecánico.

**Tabla 5. Conformación del hato en la Finca 3**

<b>Etapas de producción</b>	<b>Cantidad total de animales</b>
Ordeño	33
Secas	12
Para reemplazo	50
Terneras	10

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, noviembre 2021.

Con base en la información recolectada en campo, el rendimiento promedio diario por animal varió entre la Finca 1 y Finca 2 en un 53%, mientras que entre la Finca 1 y Finca 3 en un 26%. Siendo la diferencia entre razas, un aspecto a considerar.

Por ejemplo, la que presenta una mayor producción promedio de leche es la Finca 1, misma que cuenta con un hato conformado principalmente de animales raza Holstein. Mientras que la Finca 3 es la segunda con mayor producción de leche, la cual tiene un hato conformado por animales raza Jersey. Por su parte la Finca 2, cuenta con la menor producción promedio, respecto a las otras dos unidades de estudio, siendo los animales de raza Jersey y cruces.

Vargas, Marín y Romero (2012), compararon de manera bioeconómica, grupos raciales de Holstein, Jersey y un cruce Holstein con Jersey, mediante 4 grupos de variables: generales (área de pastoreo, tamaño del hato, distancia al centro de acopio, entre otras), suministro de alimento balanceados, calidad de la leche y parámetros económicos. Los resultados indican que la raza Holstein presentó una superioridad en cuanto a producción de leche por año, donde la diferencia productiva con respecto a la Jersey fue de 1.393 kg y de 448 kg con respecto al cruce.

En la tabla 6, se presenta el rendimiento promedio de cada unidad de estudio, clasificándolo por ordeño en la mañana y ordeño en la tarde. Donde se evidencia que, durante la mañana, en la mayoría de las fincas la producción es mayor.

**Tabla 6. Producción promedio por animal en la finca, según momento del ordeño**

Objeto de estudio	Producción promedio por vaca en kg	
	Ordeño en la mañana	Ordeño en la tarde
Finca 1	12,9	12,7
Finca 2	6	6
Finca 3	11	8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, 2021.

### **1.1. Equipo de ordeño y enfriamiento**

Otra variable a destacar en las fincas es el equipo utilizado para el ordeño, el cual es el más importante de todos los que utiliza un ganadero de leche, ya que, mediante este equipo, se ordeña y se extrae la leche, que significa su fuente de ingresos (Checa y Esteban, 2022).

En el caso de la Finca 1 se cuenta con un equipo instalado hace aproximadamente 2 años, el cual proporciona un dato exacto de cuanta leche por ordeño está produciendo cada animal. Lo mismo sucede con la Finca 3, mejora que se le realizó cerca de 3 meses atrás. Ambos productores consideran que esta ha sido una inversión importante, que les ha ayudado a tener un mejor control de los animales y su producción.

En cuanto a la Finca 2, aún no se cuenta con un equipo que proporcione información específica sobre la cantidad de producción por animal durante cada ordeño, sin embargo, es una de las inversiones a futuro que el productor espera implementar en la finca. El equipo que utiliza actualmente cuenta con 6 años de uso.

Unido a la variable del equipo de ordeño, se encuentra el tipo de sala de ordeño, la cual es una de las partes principales de una lechería. Según Reinemann (1996, como se citó en Calleja, 2012) “el ordeño representa hasta el 50% de las labores que se hacen en una lechería, lo que evidencia la importancia de utilizar diseños eficientes” (p. 13).

Fernández (2005) indica que la clase de sala de ordeño se determina según la capacidad requerida, es decir, número máximo de animales ordeñados por operario y hora, además de factores como la rutina de ordeño, nivel de automatización de la sala, el diseño de la entrada y la salida de las vacas a la sala, y la capacidad del operario.

Con relación a las unidades de estudio, el tipo de sala de ordeño es diferente entre las mismas, a continuación, se amplía al respecto.

Finca 1: sobre el tipo de sala de ordeño para esta finca, se cuenta un diseño innovador, el cual el productor diseñó con base a su experiencia y forma en la actividad. Esta consiste en 4 unidades de ordeño, colocadas una al lado de otra, donde los animales suben a una grada y donde cuentan con estañones con alimento para comer, mientras están siendo ordeñadas.

Sobre este diseño, el productor indica que han trabajado de manera cómoda, y que la inversión económica que se destinó a la construcción de la sala, fue significativamente menor a la que hubiese tenido que invertir en caso de implementar uno de los diseños convencionales.

Finca 2: el tipo de sala instalado es Paralelo, donde las vacas se colocan una junto a otra, de forma paralela, sin tener un ángulo con la horizontal. En esta instalación no se tiene ningún tipo de fosa o desnivel, donde se coloque el operario durante la extracción de leche, por otra parte, se cuenta con un total de 4 unidades de ordeño y espacios para alimentar a los animales mientras son ordeñados, donde habitualmente se les da de comer cebada.

Finca 3: el tipo de sala corresponde a Espina de Pescado, aquí el operario se ubica en una fosa y los animales al nivel del suelo con la cola hacia el centro de la instalación, y colocadas una junto a otra formando un ángulo con respecto a la horizontal. Esto permite alojar más vacas y tener fácil acceso a las ubres para colocar el sistema de succión de la leche (Reinemann, 2003). En esta finca se tiene un total de 4 unidades de ordeño.

En las tres unidades de estudio los productores concuerdan en que, las instalaciones están diseñadas de manera que facilita su higiene y mantenimiento. Aunado a esto, durante las visitas de campo se observó, que las instalaciones permiten un flujo adecuado de los animales, previo, durante y luego del ordeño.

En las tres fincas se cuenta con equipo de refrigeración, de manera que la leche ordeñada pasa directamente a los tanques de enfriamiento y almacenamiento. El tiempo de uso de los equipos suele variar, en la Finca 1, el tanque se cambió en el mismo momento que se hizo la inversión de la máquina de ordeño, de manera que el mismo tiene 2 años de uso aproximadamente.

En la Finca 2 se cuenta con dos tanques, uno grande con capacidad para 3.350 litros y uno pequeño para 1.000 litros, el primero de estos tiene un año y medio de uso, mientras que el segundo dos años. Por su parte en la Finca 3, se trabaja con un tanque de almacenamiento desde hace dos años que puede almacenar 1.600 litros, máximo. Los tres productores concuerdan en que no es necesario cambiar el equipo, esto considerando el corto tiempo que han sido utilizados.

Como resumen, en la tabla 7 se muestra información sobre marcas y tiempo de uso del equipo de ordeño y los tanques de almacenamiento y enfriamiento.

**Tabla 7. Equipo de ordeño y tanque de almacenamiento utilizados**

Variable	Finca 1		Finca 2		Finca 3	
	Marca	Tiempo de uso (años)	Marca	Tiempo de uso (años)	Marca	Tiempo de uso (años)
Equipo de ordeño	Alfa Laval	1	BCF	6	Alfa Laval	4
Tanques de almacenamiento y enfriamiento	Alfa Laval	1	Mojonnier	1,5	Miller	2
			Milkeeper	2		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, 2021.

## 1.2. Consideraciones sobre la ubicación de las instalaciones de la lechería

Con el objetivo analizar las condiciones de la ubicación de las lecherías y mediante la aplicación de las dos herramientas, entrevista y observación, se recopiló información sobre 4 variables: zonas aledañas con las que limitan las fincas, exposición de la finca a inundaciones, zonas expuestas a infestaciones de plagas y zona donde se facilite el retiro eficaz de los desechos. Estas fueron tomadas del Manual de Buenas Prácticas Pecuaria en la Producción

Primaria de Leche (MAG, 2012), y se relacionan con la ubicación de las instalaciones de la lechería. Dado que, como se indica en el manual “se debe valorar las posibles fuentes de contaminación y posibles riesgos, así como la eficacia de cualquier medida razonable que haya que adoptarse para proteger los animales y su producción” (MAG, 2012, p. 6). A continuación, se amplía sobre las mismas.

- **Zonas aledañas con las que limitan las fincas**

Con base en las características de las zonas aledañas, se puede identificar si en las fincas o alrededor de las mismas, se desarrollan actividades que puedan representar un riesgo para la ganadería de leche.

A partir de la información obtenida se pudo determinar que, en ninguna de las 3 fincas se desarrolla a una distancia cercana una actividad que constituya una amenaza grave para los animales, la actividad o la leche. Por ejemplo, en los límites de la Finca 1, se encuentran casas, además de un cafetal y una zanja.

La Finca 2 limita con una zona donde se desarrolla un proyecto de reforestación, y un área donde anteriormente se trabajó en la producción de flores ornamentales, pero que actualmente se encuentre en abandono. La Finca 3 por su parte, se encuentra rodeada de potreros, donde parte de estos, el propietario de la finca en estudio, los alquila para producir en ellos pasto de corta.

- **Exposición de la finca a inundaciones**

Las probabilidades de inundación en las fincas es un tema de a considerar, debido a que estas pueden representar daños en la infraestructura, pérdidas de vidas y reducciones de la disponibilidad de agua durante la estación seca (Steinfeld, Gerber, Wassenaar, Castel, Rosales & Haan, 2009).

Como indica la FAO y la Federación Internacional de la Leche (2012), en la medida de lo posible se deben de proteger a los animales de las condiciones meteorológicas adversas y de sus consecuencias, y disponer de un plan de para proteger a los animales en caso de emergencias y desastres naturales, como lo son: fuego, sequía, nieve e inundación. Prever un terreno elevado para el caso de inundación, establecer cortafuegos adecuados y disponer de un plan de evacuación.

De las tres fincas, solamente en la Finca 2 presenta problemas por inundación, debido a que la propiedad cuenta con una pendiente, en la cual la zona de ordeño se ubica en la parte baja de la pendiente y los potreros en la parte alta y media. Adicionalmente, los caños no dan abasto si la cantidad de lluvia es alta, lo que genera que se estanque el agua en la zona de ordeño.

- **Zonas expuestas a infestaciones de plagas**

La tercera variable, trata acerca de las fincas con zonas expuestas a infestaciones de plagas. Es importante asegurar que existan controles de plagas en todas las áreas en las que pueden reproducirse, introducir enfermedades y afectar a la salubridad o a la calidad de la leche. Eliminar los sitios en los que las plagas puedan reproducirse, especialmente si éstos también acogen agentes patógenos, tales como estercoleros, lugares para la eliminación de cadáveres, entre otros (FAO & Federación Internacional de la Leche, 2012).

Además, como indica la FAO y la Federación Internacional de la Leche (2012), se deben implementar medidas de control de plagas en otras zonas como lo son: el área de ordeño, bodegas de almacenamiento de alimentos y agua, y en las áreas de estabulación de los animales.

Según los productores en estudio, son las moscas, los vampiros y principalmente los ratones, los más comunes en las zonas por períodos. Sin embargo, solamente en la Finca 1 se cuenta con un plan de control de plagas, el cual no se lleva un registro tan estricto de las inspecciones y medidas tomadas para enfrentarlas.

El resto de las fincas no cuentan con este plan, de manera que, cuando la incidencia de las plagas es alta, aplican una medida correctiva para combatirlas.

- **Zona donde se facilite el retiro eficaz de los desechos**

Acerca de las áreas de almacenamiento de desechos como boñiga, purines, lodos y vertidos de la explotación, deben estar situadas adecuadamente, considerando su impacto visual y olfativo y el riesgo que representan para el medio ambiente la contaminación y las plagas (FAO & Federación Internacional de la Leche, 2012). Además, de inspeccionar regularmente estas áreas, para detectar fugas y controlar si hay daños en las estructuras con el fin de minimizar el riesgo de contaminar el medio ambiente.

En las tres fincas en estudio los desechos se utilizan como abono para los potreros, lo que requiere que estos sean trasladados a los potreros estas unidades productivas.

En el caso de la Finca 1 y Finca 3, no se identifica, ni se percibe por parte de los productores alguna dificultad para el traslado de los desechos. Por su parte, en la Finca 2 el traslado de los desechos de la lechería a los potreros es complicado, esto dado que la finca cuenta con una pendiente, de manera que se debe utilizar un vehículo que los traslade desde la parte baja de la finca, hasta la zona de los potreros donde se vayan a depositar.

## **2. Establecimiento del alcance de la cuantificación de pérdidas a partir del Estándar de Contabilización y Reporte sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos**

Para establecer el alcance de la cuantificación de la pérdida de leche en las fincas se utilizó como guía el Estándar de Contabilización y Reporte sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos. A continuación, se detallan los requerimientos establecidos en él y su adaptación para la presente investigación.

### **2.1. Período de tiempo**

Consiste en el plazo de tiempo en el cual se recolectó la información. Para este estudio durante un primer mes se aplicó el instrumento de entrevista, en el cual se dedicó un apartado exclusivamente para consultar sobre los momentos o prácticas en los que los productores percibían alguna pérdida de la leche, clasificada por las diferentes fases de producción. En otro apartado de esta entrevista, se les preguntó por la cantidad estimada de pérdida que les generaba durante el año, esa práctica.

Posteriormente, durante alrededor de dos meses se aplicó la observación no participante y estructurada, de manera tal que, se contó con un formulario de apoyo. Esta observación se realizó durante el momento del ordeño en horas de la tarde en las fincas en estudio.

### **2.2. Tipo de material**

En este criterio se debe definir si el material es considerado alimento, parte no comestible o ambos, lo cual va a depender de las metas de la entidad que realiza el estudio. El Estándar considera alimento a:

“Cualquier sustancia -ya sea procesada, semi-procesada, o cruda- destinada al consumo humano. "Alimento" incluye bebida, y cualquier sustancia que se ha utilizado en la fabricación, preparación o tratamiento de alimentos. "Alimentos" también incluye

material que se ha estropeado y, por lo tanto, ya no es apto para el consumo humano” (Hanson et al, 2016, p. 16).

Por lo anterior y considerando que, la leche producida en las fincas tiene como objetivo principal ser consumida por humanos, el producto ingresa dentro de la categoría de alimentos.

### **2.3. Destino**

El destino se refiere a dónde se dirige el material retirado de la cadena de suministro de alimentos. Según el Estándar hay una gama de posibles destinos, que representan un rango de usos alternativos y valor potencial. Las 10 categorías establecidas son:

- Pienso (alimentación animal)
- Bio-materiales/procesamiento bioquímico
- Codigestión/digestión anaeróbica
- Compost/procesos aeróbicos
- Combustión controlada
- Aplicación de la tierra
- Vertedero
- No cosechado/arado
- Desperdicio/ desechos /basura
- Alcantarillado/ tratamiento de aguas residuales

En la Finca 1 se utiliza la técnica de purines, la cual consiste según SENASA en “un subproducto de origen animal, generado por la actividad ganadera que consiste en la mezcla fortuita de boñiga, agua y orina, que se recogen como consecuencia del proceso normal de dicha actividad, principalmente lechera, estabulados y semiestabulados” (2010, p. 1). Por lo cual, la mayor cantidad de leche considerada pérdida, se mezcla junto con los purines, para posteriormente utilizarla como abono en los potreros.

Una cantidad menor de la pérdida se deposita directamente en el suelo, para lo cual previamente se hacen huecos y se entierra. Dado lo anterior, y considerando las categorías que establece el Estándar como posibles destinos de las pérdidas, para este caso el destino del producto perdido en la Finca 1 se encuentra en la categoría de Aplicación del Suelo.

En la Finca 2, los destinos de las pérdidas son tres, dos de ellos son los mismos que en la Finca 1: purines y depósito directo al suelo. Adicionalmente, parte de las pérdidas son utilizadas como alimento para los terneros. Esta práctica dentro del Estándar se ubica dentro del destino Pienso, dado que, se desvía el material de la cadena de suministro de alimento a los animales.

Con respecto al destino en la Finca 3, lo común es que la leche considerada pérdida se destine para consumo de terneros, por lo que, de igual manera, se encontraría en la categoría de Pienso. En muy pocas ocasiones la leche es tirada directamente al alcantarillado, solo sucede cuando la mastitis en los animales está muy avanzada y por lo cual, tiene un olor desagradable.

#### **2.4. Límites**

En el Estándar se establece, además, reportar el límite de su inventario de PDA y describirlo en términos de: categoría de alimentos, etapa del ciclo de vida, geografía y unidad organizativa. La descripción incluye la enumeración de las fuentes de clasificación utilizadas y los códigos pertinentes, cuando corresponda.

El presente inventario de pérdida de leche se basa en la leche fluida producida en tres fincas dedicadas a la actividad de ganadería de leche. Según el CODEX Alimentarius, este producto se encuentra dentro de la categoría Otra Leche Fluida (natural) (01.1.2), leche líquida natural que no contiene saborizantes añadidos, ni otros ingredientes que impartan sabor intencionalmente, pero puede contener otros ingredientes no lácteos (CODEX Alimentarius, 2019).

Sobre la categoría de la etapa del ciclo de vida del producto, se utilizó el Estándar Internacional Industrial de Clasificación de todas las Actividades Económicas para categorizarlo. El cual corresponde a la actividad 0141 – Categoría de bovinos y búfalos, la cual incluye: cría y cría de ganado vacuno y búfalos, producción de leche cruda de vaca a partir de vacas o búfalas y producción de semen bovino (Naciones Unidas, 2008).

En cuanto la geografía donde se desarrolla el inventario corresponde al país de Costa Rica (Código ONU 188-CRI), provincia Heredia, específicamente, dos de las fincas se ubican en el distrito de San José de la Montaña del cantón de Barva y una tercera en el distrito de Purabá de Santa Bárbara.

Las tres fincas seleccionadas formaron parte de la Asociación de Productores de Leche del Barva. Asociación que fue creada en el año 2016, y en su momento contaba con 12 personas productoras asociadas. Esta se formó con el objetivo de establecer un centro de acopio donde se comprara la producción de las personas socias, se procesara y vendiera el producto. Sin embargo, actualmente no se encuentra activa, debido a la falta de presupuesto para construir el centro de acopio. A partir de esta asociación se identificaron las tres fincas sobre las cuales se está desarrollando la presente investigación.

### **3. Estimación de la pérdida de leche**

En el presente apartado se estimará la cantidad de leche perdida en las fincas de estudio a partir de la recolección de datos por medio dos herramientas: entrevista aplicada a productores y aplicación de observación estructurada, durante el pre- ordeño, ordeño y post- ordeño.

#### **3.1. Estimación de la pérdida mediante aplicación de entrevista a productores**

Para el desarrollo de este objetivo se procedió a realizar en una primera etapa una entrevista a cada uno de los productores participantes, donde entre otras consultas, se les preguntó por aquellas prácticas generadoras de pérdidas durante la fase de producción y la fase de ordeño, así como las cantidades de pérdida del producto que genera cada una de estas.

Con respecto a la fase de producción, las prácticas o situaciones identificadas como generadoras de pérdidas del producto son: aplicación de medicamentos para tratar dos principales enfermedades, mastitis y renquera. Cuando los animales se les administra un medicamento se debe considerar el período de retiro, el cual es el tiempo que debe transcurrir entre la última aplicación del medicamento veterinario a las vacas, en este caso, hasta el momento en el que pueden ser consumidos sus productos (MAG –SENASA, IICA, 2018).

Dado lo anterior, la leche debe ser descartada y no puede ser utilizada como alimento ya que contiene residuos que pueden ser dañinos para la salud de las personas (MAG –SENASA, IICA, 2018).

En la tabla 8, se muestra por finca, las cantidades estimadas de pérdidas de leche por cada práctica o situación presentada.

**Tabla 8. Cantidad de kilogramos de leche perdidos según prácticas aplicadas en las fincas de estudio durante la fase de producción**

Práctica generadora de pérdidas	Cantidad de kilogramos de leche perdidos por mes		
	Finca 1	Finca 2	Finca 3
Uso de antibióticos para tratar la renquera	7,7	30,96	0
Uso de antibióticos para tratar la mastitis	28,7	6	44

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, 2021.

En la fase de ordeño, los productores de la Finca 2 y Finca 3 mencionaron 2 prácticas o factores que ocasionan la pérdida del líquido. Estos son, problemas con la máquina de ordeño y el factor humano, el cual, debido a la falta de protocolos de revisión previa del equipo, ha generado que la leche se pierda.

En la Finca 1 el productor no identifica algún motivo que genera la pérdida del producto, lo cual lo relaciona a la reciente inversión en un equipo nuevo de ordeño y remodelación del área de ordeño. En la tabla 9, se muestran las cantidades estimadas de pérdidas de leche durante la fase de ordeño.

**Tabla 9. Cantidad de kilogramos de leche perdidos según prácticas aplicadas en las fincas de estudio durante la fase de ordeño**

Factor o práctica generadora de pérdidas	Cantidad de kilogramos de leche perdidos por mes		
	Finca 1	Finca 2	Finca 3
Problemas con el equipo de ordeño	0	104	0
Falta de protocolos de revisión previa de la maquinaria	0	3	33,33

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, 2021.

Dado lo impredecible de las situaciones anteriormente presentadas, las cantidades reflejadas en la tabla 9, corresponden a estimaciones por parte de los productores.

Adicionalmente, se les realizó la misma consulta a los tres productores, pero enfocada a la fase de post-ordeño, considerando esta fase desde el momento en el que la leche se encuentra almacenada en el tanque, hasta cuando es vendida. Siendo en la Finca 2, descuidos por parte del personal en cuanto al manejo y traslado del producto, lo que ha generado pérdidas de la leche. Por su parte, en la Finca 3, la falta de una bomba que traslade la leche del tanque a los recipientes, es el factor que ha causado pérdidas de la leche. En la Finca 1 no se perciben pérdidas del líquido en esta etapa.

**Tabla 10. Cantidad de kilogramos de leche perdidos según prácticas aplicadas en las fincas de estudio durante la fase de post-ordeño**

Factor o práctica generadora de pérdidas	Cantidad de kilogramos de leche perdidos por mes		
	Finca 1	Finca 2	Finca 3
Descuidos durante el traslado de la leche del tanque almacenador al vehículo transportador	0	30	0
Falta de tecnificación	0	0	6,66

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, 2021.

### 3.2. Estimación de la pérdida mediante la observación estructurada durante el ordeño

En las tres fincas se realizó una observación no participante y estructurada, mediante un formulario de apoyo, donde el objetivo principal para este capítulo fue el de identificar posibles situaciones que evidenciaran la pérdida directa de la leche en el momento previo, durante y posterior al ordeño.

Con respecto a la Finca 1 y Finca 2, durante la observación, no se visualizó ninguna pérdida directa de la leche fluida. En el caso de la Finca 3, se identificaron dos situaciones que generaron pérdida del producto, las cuales se detallan a continuación.

**Animal con pezón lastimado:** en el momento del ordeño, se observó que a un animal no se le colocaron todas las pezoneras, lo cual se debe a que uno de los pezones está herido y al colocar la máquina para sustraer la leche, esta no se extrae y por el contrario genera que la herida en el pezón sea mayor.

La manera en que se sustrae la leche del animal es con una sonda, sin embargo, la leche sale directamente al alcantarillado, por lo que toda la leche generada en ese cuarto se pierde. Esta vaca se encuentra desde hace aproximadamente 4 meses en esta situación.

**Goteo en tubería de máquina de ordeño:** adicionalmente, se observó, que, durante el ordeño, en uno de los tubos que traslada el líquido hacia el tanque de almacenamiento se presenta un goteo, para lo cual colocan un tarro donde se acumula el líquido. La leche que se recoge en ese recipiente, posteriormente se les da a las terneras.

**Tabla 11. Cantidad de kilogramos de leche perdidos en la Finca 3 por situaciones presentadas durante la observación estructurada**

<b>Situación identificada</b>	<b>Kg de leche perdidos por mes</b>
Animal con pezón lastimado	142,5
Goteo en tubería	80

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, 2021.

A manera de resumen se presenta en la tabla 12, la cantidad total de leche perdida por un año en cada una de las fincas en estudio. Donde se muestra que en el caso de la Finca 1, el total de las pérdidas se encuentra en la fase de producción, mientras que la Finca 2 y Finca 3, perciben la mayor cantidad de pérdida durante la fase de ordeño.

**Tabla 12. Distribución de las pérdidas de leche generadas en las fincas, según fase de producción**

<b>Fase</b>	<b>Finca 1</b>	<b>Finca 2</b>	<b>Finca 3</b>
Total de kg perdidos	436,80	2.087,52	3.677,88
Producción	100%	21%	14%
Ordeño	-	62%	83%
Post-ordeño	-	17%	2%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, 2021.

Al comparar la cantidad total de leche perdida al año con respecto a la producción total de cada una de las fincas, se refleja que son valores que no superan el 2%, en la tabla 13 se muestran los resultados.

**Tabla 13. Representación porcentual de las pérdidas con respecto a la producción anual de leche en las fincas**

<b>Fase</b>	<b>Finca 1</b>	<b>Finca 2</b>	<b>Finca 3</b>
Total de kg producidos	355.072,00	227.760,00	228.855,00
Producción	0,12%	0,19%	0,23%
Ordeño	-	0,56%	1,34%
Post-ordeño	-	0,16%	0,03%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores, 2021.

Para el caso de la Finca 1, las pérdidas generadas representan un 0,12% de la producción de todo un año, lo que equivale a cerca de 436,8 kg, por su parte las pérdidas de la Finca 2 representan 0,92% (2.087,5 kg). En la Finca 3 es donde las pérdidas representan un porcentaje mayor con respecto al total de la producción 1,61%, cerca de 3.678 kg.

## **Capítulo 2. Prácticas generadoras de pérdida de leche fluida en las fincas lecheras en estudio**

En este capítulo se realizará un análisis de las prácticas determinadas por otros estudios son causantes de que la leche fluida deba descartarse en las fincas. Posteriormente, se abordarán las principales causas y factores generadores de pérdidas, obtenidos del Capítulo 1 de esta investigación, así como la correcta aplicación de la Buenas Prácticas Lecheras, establecidas en el Manual de Buenas Prácticas en la Producción Primaria de Leche de SENASA.

### **1. Prácticas generadoras de pérdida de leche en investigaciones internacionales y nacionales**

Las pérdidas de leche dentro de las fincas se dan por diferentes motivos, muchos de estos relacionados con el manejo de los animales, es por ello, que en este apartado se identificarán aquellas prácticas que en diferentes estudios se presentan como las principales causantes de la pérdida del líquido.

Los momentos en los que se da la pérdida de leche en las fincas, se puede clasificar en tres: pre-ordeño, producción y post-ordeño. En el pre-ordeño, las causas generadoras se encuentran relacionados con falta de una adecuada infraestructura, lo cual favorece el desarrollo de enfermedades en el hato.

El no contar con caminos adecuados para el tránsito de las vacas, puede ocasionar que estas se lastimen las pezuñas, lo que a su vez genera que los animales deban ser tratados con medicamentos que, alteran la leche, y que por lo tanto esta deba ser descartada (Lema et al. 2017).

Asimismo, la deficiencia en las prácticas de aseo dentro de las instalaciones aumenta la posibilidad de que patógenos ambientales penetren el conducto galactóforo hacia la ubre y provoquen infecciones difíciles de tratar (Bedolla et al., 2008). Entre las fuentes de los patógenos ambientales se encuentran: materiales de cama, estiércol, suciedad y lodo, agua estancada y alimento (Bedolla et al., 2008).

Sobre el manejo de las vacas durante el período seco, Solís (2018) indica que, es importante disminuir la cantidad de concentrado unos días antes del secado, esto con el fin de disminuir la producción y facilitar el secado. Además, recomienda cambiar al animal de grupo,

dado que si continúa llegando a la sala de ordeño se estimularía la bajada de leche, lo que favorece la proliferación bacteriana en el canal del pezón antes de la terapia de secado predisponiendo a mastitis.

Según Tiwari et al. (2013, como se citó en Solís, 2018), el 61% de las infecciones, las vacas las adquieren en el período seco. Sin embargo, las infecciones no se convierten en casos clínicos en esta etapa, si no que se mantienen latentes y no aparece como enfermedad clínica, hasta la lactancia temprana. Por lo que, todos los cuartos deben ser tratados al secarse y no sólo aquellos que tuvieron mastitis clínica durante la lactación anterior, o aquellos con altos recuentos celulares.

Según la FAO (2012), la incidencia de enfermedades en las vacas lecheras, mastitis principalmente, genera aproximadamente una reducción de un 3 a un 4 % del rendimiento en leche. Leche que en algunos casos es desviada al consumo interno de terneros, dado que no es posible conservarla, ni desviarla a otros usos, debe ser descartada (Lema et al, 2017). En la tabla 14 se resumen los factores causantes de pérdida de leche durante el pre-ordeño.

**Tabla 14. Factores generadores de pérdida de leche durante el pre-ordeño**

<b>Factor</b>	<b>Detalle</b>
<b>Infraestructura inadecuada para el manejo de los animales</b>	<p>Entre los resultados que genera este factor y, que a largo plazo inciden en la pérdida del líquido se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Animales con renquera.</li> <li>• Vacas con mastitis.</li> <li>• Infecciones.</li> </ul>
<b>Mal manejo de las vacas secas</b>	<p>El llevar a un animal a períodos secos muy largos (superiores a las ocho semanas) tiene como consecuencia exceso de grasa y una mayor probabilidad a sufrir problemas metabólicos alrededor del parto, lo cual a su vez aumenta el riesgo de mastitis (Solís, 2018).</p>

Fuente: Elaboración propia con base a resultados de estudios sobre PDA (2022).

Durante el ordeño, también se presentan una serie de prácticas o situaciones en las que el producto se pierde. Entre los que se encuentran, un mal manejo por parte las personas ordeñadoras durante la recolección de la leche, así como fallos en la maquinaria. En la tabla 15, se amplía al respecto.

La aplicación de protocolos de higiene tanto en el personal encargado del manejo y ordeño de los animales, así como del equipo utilizado, es de vital importancia, dado que, la no realización de estos puede generar infecciones mamarias en las vacas.

El no implementar técnicas correctas de ordeño aumenta los riesgos de mastitis y lesiones en los animales, es por esto que la FAO y la Federación Internacional de la Leche (2012) indican que la técnica correcta para el ordeño mecánico es:

- Preparar adecuadamente a los animales antes del ordeño.
- Ajustar las pezoneras a pezones limpios y secos.
- Evitar la entrada innecesaria de aire al ajustar la pezonera.
- Evitar el sobre-ordeño.
- Retirar suavemente las pezoneras.
- Cuando sea necesario, aplicar un desinfectante a cada uno de los pezones, de acuerdo a las recomendaciones y legislación nacionales.

Aunado a lo anterior, Román (2005), señala que una vez colocadas las pezoneras hay que comprobar que queden correctamente colocadas, ya que cualquier problema en su colocación puede traer trastornos de mastitis. En el mismo sentido, cuando se retiran las pezoneras se debe hacer en el momento oportuno, es decir, cuando la leche deje de pasar por el colector, esto para evitar el sobre ordeño, el cual puede provocar una lesión en el esfínter del pezón y posteriormente dar origen a la mastitis.

Según indica Radostits et al. (2002, como se citó en Bedolla et al., 2008), durante el ordeño, los microorganismos pueden invadir el canal del pezón por distintas vías: una de estas es entre ordeños, donde las bacterias pueden avanzar por el canal del pezón por multiplicación. Por otra parte, durante el ordeño mecánico los microorganismos pueden ser impulsados hacia el canal del pezón o desde este hacia el interior de la cisterna del pezón, por los impactos que causan las fluctuaciones de vacío contra el orificio del pezón.

Adicionalmente, la no aplicación de la prueba de fondo oscuro, la cual consiste el que el ordeñador elimina y examina los primeros cuatro a seis chorros de leche con el fin de detectar cualquier anomalía, es una de las causantes de contaminación del lote de leche recolectado. Dado que según Dash et al. (2022, como se citó en Solís, 2018):

Solamente con la realización de esta prueba se puede garantizar una eficiencia aceptable en la detección de la mastitis clínica dado que, el 75% de las mismas ocurren únicamente con cambios a nivel de la leche y no hay manifestaciones inflamatorias en la ubre (p.22).

Mediante esta prueba se podrá observar de mejor manera la presencia de mastitis, ya que se puede ver la presencia de grumos y alteración del color (Román, 2005).

**Tabla 15. Factores generados de pérdida de leche durante el ordeño**

Factores	Detalle
<b>Falta de protocolos de higiene durante el ordeño</b>	La contaminación en manos de las personas encargadas del ordeño, paños de lavado y equipo colocado en los pezones de las vacas, pueden diseminar con rapidez la infección a los pezones de otros animales por la leche procedente de cuarterones infectados.
<b>Equipos de ordeño deficientes</b>	Según un estudio realizado en Jalisco, México, las personas productoras de leche perciben mayormente la pérdida del producto durante el ordeño. Lo cual lo atribuyen a que un porcentaje importante de los ganaderos realizan el ordeño de forma manual lo que refleja una falta de tecnificación en el proceso.

Fuente: Elaboración propia con base a resultados de estudios sobre PDA (2022), en (Radostits et al., 2002, como se citó en Bedolla et al., 2008), (SIPRA, 2019).

Por último, durante la etapa de post-ordeño la pérdida del producto, según los estudios consultados, se debe a la falta de instalaciones de almacenamiento o transporte adecuadas.

Por ejemplo, según FAO (2019 a), en zonas rurales, se presenta el caso de instalaciones de refrigeración deficientes, donde no se asegura el almacenamiento en frío del producto y por lo cual eventualmente, este debe descartarse. Lo anterior debido a que la leche es un producto que se deteriora rápidamente si no se refrigera.

La leche debe conservarse a bajas temperaturas y ser distribuida o transformada rápidamente, debido a los peligros que la pueden afectar tales como contaminación y multiplicación de microorganismos saprófitos; contaminación con bacterias patógenas; alteración físico-química de sus componentes; absorción de olores extraños; generación de malos sabores y contaminación con sustancias químicas, tales como: pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes, entre otros (Zumbado y Romero, 2015).

Relacionado a lo anterior, en el estudio realizado por Solís (2018), las fincas visitadas por recuentos bacterianos altos, se debieron a alteraciones o desperfectos en la cadena de frío.

Entre las fallas identificadas por Solís (2018) se encuentran problemas con el enfriamiento de la leche referente a calibración o funcionalidad del termostato, por lo cual, no tenían como medir apropiadamente la temperatura de la leche. En otros casos existían equipos muy antiguos para los cuales no había repuestos disponibles, por lo que se improvisaron arreglos que no siempre eran apropiados.

Por otra parte, un estudio realizado por Lema et al (2017), menciona lo siguiente sobre el post-ordeño “en estas operaciones las pérdidas pueden ser debidas a goteos, a desgaste en los sistemas de conexión entre las piezas y mala operación de tanques de frío” (p. 109).

Adicionalmente, se indica que, durante el manejo pos-cosecha y almacenamiento, las pérdidas de leche se deben a los derrames y al deterioro durante el transporte entre la unidad productiva y la distribución (Lema et al, 2017).

Otro motivo, por el cual el líquido puede presentar recuentos bacterianos elevados, que a su vez puede llevar al descarte de la leche, es una dosificación defectuosa de los productos de limpieza y desinfección, o bien porque el procedimiento de limpieza no se realizó de forma correcta (Solís, 2018).

Por lo cual es importante revisar el equipo completo, desde pezoneras hasta el equipo de enfriamiento, abarcando el estado de las pezoneras, suciedad en colectores de leche, receptor de leche, tuberías de leche y aire, calidad de las mangueras tanto de vacío como de leche, estado de los empaques, además en el tanque se debe revisar la limpieza de superficie de la paleta y el tanque en sí, así como la tubería o llave de salida de la leche (Callejo, 2009, 2013, como se citó en Solís, 2018).

El Instituto Nacional de Salud de Colombia (2010) enlista lo que consideran, son las principales fuentes de contaminación de la leche cruda durante la producción primaria por medio de microorganismos: forrajes, agua y heces.

## **2. Factores causantes de pérdidas de la leche dentro de las unidades de estudio durante la fase de producción, ordeño y post ordeño**

En este apartado se ampliará sobre los factores identificados como generadores de pérdida de leche dentro de las fincas.

### **2.1. Fase de producción**

Mediante los instrumentos y cálculos aplicados en visitas en campo a las fincas, se determinaron dos prácticas que producen la pérdida de la leche durante esta fase: uso de antibióticos para tratamiento de la renquera y para tratamiento de la mastitis.

Según mencionan los productores de la Finca 1 y Finca 2, el tratamiento de la renquera ha sido uno de los principales motivos por los cuales se ha tenido que descartar la leche durante la fase de producción. Por ejemplo, en la Finca 1 ha sido reciente el presentar animales rencos, a lo cual indica el productor, se debe al barro en las instalaciones del lugar.

Un caso específico en esta finca, es el de una vaca que estaba en media producción y sufrió de renqueo, por lo tanto, se procedió a secarla para iniciar el tratamiento con antibiótico, lo que ocasionó que el negocio dejara de percibir el producto que se esperaba obtener de ese animal. La incidencia con la que se presenta esta situación en el lugar, es en promedio de un animal por año.

Por su parte, en la Finca 2 la renquera se da durante todo el año, según señala el productor, alrededor del 8% del total del hato ha sufrido o sufre de esta enfermedad. En el momento de la visita a campo, se logró observar dos vacas rencas, las cuales ya llevaban meses en esa situación, por lo que no se les estaba aplicando ningún tratamiento, y se ordeñaban con el resto de los animales.

Adicionalmente, previo al ordeño, se dio el caso de un animal que se resbaló al ingresar a las instalaciones. El piso en la sala de ordeño es de cemento, sin embargo, presentaba grietas y huecos, además, de barro. Lo cual, en conjunto, pudo ser la causa de que el animal resbalara. Y aunque no fue el caso, estas situaciones pueden llevar a que la vaca se lastime.

Caso contrario se da en la Finca 3, donde el productor indica que la renquera no es factor que perciba, sea causante de la pérdida de leche.

Con respecto al uso de tratamiento para las mastitis, es una situación que se presenta en las tres unidades de estudio. Donde es en la Finca 2 en la que se genera una cantidad menor de pérdida del líquido, lo cual puede ser producto del tipo de tratamiento que se le da a la enfermedad.

Dado que el productor aplica antibiótico solamente si la mastitis presentada es avanzada, utilizando el antibiótico cero días, el cual según indica este, el tiempo de retiro de la leche es menor a otros antibióticos. A su vez, cuando se presenta una mastitis leve, el tratamiento que utiliza es aplicar cloro sobre el cuarto afectado. Bajo este escenario, el producto se descarta solo por un día y la incidencia con la que se da es de 6 animales por año.

Sobre la situación del cloro, el productor comenta que no es una técnica que haya adoptado por recomendación de un médico veterinario, sino que al aplicar cloro a un animal enfermo y observar que se curaba rápidamente, la siguió aplicando. Sin embargo, este menciona, que ninguna persona veterinaria le ha explicado a que se debe la efectividad de esta técnica.

En segundo lugar, se encuentra la Finca 1 con menor cantidad de leche perdida debido al tratamiento con mastitis. Según indica el productor, se presenta en promedio 3 animales con mastitis al año. En la cual, cualquier animal que presente mastitis severa o leve, le es aplicado antibiótico.

El uso de antibiótico y por lo tanto tiempo de descarte de la leche, es en promedio de 5 días por animal. En esta finca se envían pruebas al laboratorio para confirmar si el antibiótico ya no se encuentra en el producto, y así poder incorporarlo al resto de la producción. Según indica el productor, este es un protocolo que siempre se realiza, para garantizar la calidad del producto.

Por último, se encuentra la Finca 3, la cual es la unidad productiva que percibe una mayor cantidad de pérdida del producto como consecuencia del tratamiento de la mastitis. Donde el productor menciona que en promedio se pierde el 2% del total de la producción semanal debido a la enfermedad.

En esta finca la mastitis es recurrente, en promedio se presenta un animal enfermo por mes, lo cual el productor lo adjudica a golpes o patadas entre las vacas, un mal ordeño y bacterias presentes en las camas de descanso. El tiempo de retiro del producto, varía entre 3 días y una semana, según el grado de afectación presentado en el animal.

## **2.2. Fase de ordeño**

Acercas de los factores generadores de pérdida de leche en las fincas durante el ordeño, en el Capítulo 1 se identificaron tres: problemas con el equipo de ordeño, falta de protocolos de revisión previa de la maquinaria y animal con pezón lastimado.

En cuanto a la pérdida del producto debido a problemas con el equipo de ordeño, en la Finca 3 fue donde se presentó una mayor afectación por esta situación. Dado que existe un goteo en la tubería que traslada la leche de la sala de ordeño al tanque de almacenamiento y enfriamiento.

Para el producto que cae de la tubería por goteo se colocó un tarro, donde se depositaba el líquido y este era utilizado para alimentar a las terneras. Según menciona el productor, esta situación genera que se acumulen cerca de 20 litros, por semana.

Seguidamente se encuentra la Finca 2, en la cual se presenta el caso donde, si bien la bomba de ordeño ha funcionado bien, algunas piezas de esta se han dañado por el uso dado y ha sido complicado encontrar repuestos de la misma calidad que los originales. Ello ha ocasionado que cuando se daña una pieza, el ordeño se deba cancelar durante un día o el tiempo que sea necesario, mientras se consigue el repuesto.

Esta situación se presenta en promedio dos veces al año, por lo que un plan a futuro es comprar una nueva bomba de ordeño, con el objetivo de solucionar el problema anteriormente mencionado.

Con respecto a la falta de protocolos en los cuales se asegure que el equipo esté listo instalado correctamente para iniciar con el ordeño, es un factor, que ha generado que tanto en la Finca 2, como en la Finca 3, se pierda el producto.

En la Finca 2, según indica el productor, en ocasiones no se verifica que la manguera que va al tanque esté conectada correctamente, lo que ha ocasionado que la leche que se dirige al tanque una vez ordeñada, en realidad caiga al suelo. Esta situación en promedio se da una vez al mes en la finca, donde la cantidad de leche perdida es variable, ya que como menciona el productor, depende del tiempo transcurrido en el que se dan cuenta que la manguera no está conectada correctamente.

En la Finca 3, se ha presentado la situación en la que se olvida conectar la bomba con la máquina de ordeño, provocando que la leche se dirija hacia la bomba de vacío y se pierda. La cantidad de leche perdida este caso al igual que en la Finca 2, es muy variable, ya que depende del momento en el que se den cuenta los operarios de la situación.

Por su parte, la Finca 1 no percibe que haya algún factor que genere pérdida del líquido durante esta etapa, dado que el procedimiento está muy automatizado, de manera que no tiene una dependencia tan alta de los trabajadores. Aunado a esto, el equipo es relativamente nuevo, por lo que no ha presentado necesidad de reparaciones.

El caso del animal herido se presentó específicamente en la Finca 3, el cual durante la visita en campo se observó que, en unos de los cuartos de una de las vacas en lugar de colocarle la pezonera, se le colocó una sonda. Dado que el pezón del animal se encuentra herido, lo que ocasiona que, al colocar la pezonera, este se dañe más.

Es por ello que el productor optó por colocar la sonda como medida para que la leche de ese cuarto salga, sin dañar el pezón. Sin embargo, la leche que se extrae de esta manera se pierde, ya que cae directamente en el alcantarillado. En el momento de la visita el animal llevaba 4 meses en esa situación, lo cual implica una pérdida de 570 litros de leche.

### **2.3. Fase de post-ordeño**

Por último, en la fase de post-ordeño se identificaron dos prácticas generadoras de pérdidas de leche en dos de las fincas en estudio: descuidos durante el traslado de la leche del tanque almacenador al vehículo transportador y falta de tecnificación. En el caso de la Finca 1 no se identificaron pérdidas del producto durante esta fase, lo cual el propietario lo adjudica a lo tecnificado que se encuentra el proceso de traslado de leche del tanque de almacenamiento al camión transportador.

Con respecto a la primera práctica, esta se ha presentado en la Finca 2, cuando se abre la llave del tanque que almacena la leche sin que esta esté conectada al camión transportador, lo que conlleva a que el producto caiga sobre el suelo y se pierda. Este escenario es habitual en la finca, siendo en promedio 8 litros lo que se pierden por semana.

Sobre la segunda práctica, falta de tecnificación, se debe a que, en la Finca 3 no se utiliza una bomba para trasladar la leche del tanque de almacenamiento a los tarros. En esta finca a diferencia de las otras, el producto se saca de esta en tarros y no en un vehículo especializado en el transporte de la leche.

Lo anterior se debe a que, el productor de la Finca 3 procesa la leche, elaborando quesos y natillas, lo cual lo realiza en una pequeña planta procesadora ubicada contigua a la vivienda del productor, que a su vez se encuentra cercana a la finca. Por lo que el tiempo de traslado de la leche entre la finca y la planta procesadora es corto.

Sin embargo, el trasladar la leche del tanque almacenador ubicado en la finca a los tarros y transportarlos en un camión de cajón, ha ocasionado que los tarros con capacidad de 40 litros cada uno, se vuelquen y se pierdan la totalidad o parte del producto que en ellos se encontraba. La incidencia con la que se presenta esta situación en promedio es de dos veces al año.

### **3. Contraste entre las causas generadoras pérdidas de leche según otros estudios realizados con las obtenidas en los casos de estudio**

Tal como se mencionó en los estudios anteriormente citados (Lema et al., 2017; Bedolla et al., 2008), la infraestructura inadecuada para el manejo de las vacas es uno de los factores generadores de enfermedades en los animales, tales como renqueras, mastitis y otras infecciones. Lo cual coincide con los resultados de las tres fincas en estudio.

En la Finca 1, el productor indicó que el barro en las instalaciones es el motivo por el cual ha presentado recientemente animales rencos. La acumulación de barro se puede presentar producto del estado y diseño de los caminos y salas de ordeño, los cuales no facilitan la limpieza en el lugar y por lo tanto se da la acumulación de lodo. Este factor ha ocasionado que se pierda por año en promedio 92,4 kg de leche en la unidad productiva.

Caso similar sucede en la Finca 2, donde hay una incidencia en promedio de 8 animales con renquera durante el año, lo que representa 371,52 kg de leche perdida en promedio. En la visita en campo se identificó que los pisos de las instalaciones se encuentran con grietas y huecos, además de acumulación de barro. Adicionalmente, el camino que deben recorrer las vacas desde los potreros hasta la sala de ordeño, presenta condiciones favorables para que estas se resbalen, al ser el camino de piedra y tierra, con pequeñas pendientes.

Acerca de la mastitis, la literatura dice que es de las enfermedades que mayores complicaciones genera (FAO, 2012; Bedolla & Ponce de León, 2008). Lo cual efectivamente se evidenció en los tres casos de estudio, donde los tres productores mencionaron esta enfermedad, como uno de los principales factores generadores de pérdida de leche durante la fase de producción. Siendo en la Finca 1 y Finca 3, el factor que mayor pérdida genera durante esta fase, con 28,7 kg y 44 kg de pérdida de leche en promedio por mes, respectivamente.

El productor de la Finca 3, indica que la mastitis en su unidad productiva se debe a factores como golpes o patadas entre los animales, un mal ordeño y bacterias presentes en las camas de descanso de los animales. Lo cual concuerda con lo que indica el MAG (2012) en Manual de Buenas Prácticas en la Producción Primaria de Leche, al identificarlos como elementos generados de mastitis en los animales, ocasionados por la falta de implementación de buenas prácticas durante el manejo de las vacas.

Todas las situaciones anteriormente mencionadas, tiene una relación directa con deficiencias en las prácticas de aseo dentro de las instalaciones, que según mencionan Bedolla y Ponce de León (2008), es fuente para que patógenos ambientales se reproduzcan en zonas como materiales de cama, estiércol, suciedad y lodo, y generen infecciones en los animales.

Según los estudios citados (SIPRA, 2019; FAO, 2019a), entre las causas generadoras de pérdidas del líquido durante la fase de ordeño, se señalan los equipos de ordeño deficientes. Lo cual se puede ver reflejado en la Finca 2 y Finca 3, donde en ambos casos problemas con las maquinarias han generado que la producción se pierda en su totalidad o parte de ella.

Por ejemplo, en la Finca 2, situaciones de falta de repuestos para la bomba de ordeño, ha ocasionado que no se pueda realizar el ordeño durante todo un día, situación que se ha presentado en promedio dos veces por año y que ha generado una pérdida promedio por mes de 104 kg de leche.

En la Finca 3, si bien Lema et al. (2017), mencionan los goteos, desgastes en los sistemas de conexión entre las piezas y la mala operación de los tanques de frío, como motivos de pérdida de leche durante la fase de post-ordeño. En esta finca el goteo presente en las tuberías que trasladan la leche hacia el tanque de almacenamiento presenta una pérdida de 80 litros al mes. Debido al volumen de pérdida que se genera en esta finca durante la fase de ordeño por el goteo, la leche es recolectada en tarros y utilizada como alimento para las terneras.

En la presente investigación se identificaron, además, dos factores generadores de pérdida de leche que no se mencionan en los estudios consultados en la revisión bibliográfica. Estos factores son: falta de protocolos de revisión previa de la maquinaria y animal con pezón lastimado. Sobre el primer factor, el no verificar previo al ordeño que todas las piezas estén correctamente conectadas a llevado a la Finca 2 y Finca 3, a presentar una pérdida promedio por mes de 3 kg y 33,33 kg, respectivamente.

Asegurarse que el equipo está correctamente instalado y con un adecuadamente mantenido, es una de las medidas que sugiere la FAO y la Federación Internacional de la Leche en la Guía de Buenas Prácticas en Explotaciones Lecheras (2012). Lo cual a partir de los casos anteriormente presentados en la Finca 2 y Finca 3, evidencia la importancia de realizar esta revisión previa.

Sobre el caso del animal herido, esta es una situación particular de la Finca 3, la cual intuye el productor, se generó debido a que la vaca pasó el pezón junto a una cerca y de ahí ocasionó la herida en esta zona de la ubre. Lo anterior ha llevado a que el colocar la pezonera en la zona afectada la ha dañado más. Por lo que se optó por colocar la sonda como equipo para extraer la leche.

En las investigaciones consultadas se cita la pérdida producto del uso de antibióticos para tratar infecciones o renqueras, sin embargo, en ninguno de los estudios se hizo mención de un caso como el presentado en la Finca 3.

A partir de lo que se indica en la Guía de Buenas Prácticas en Explotaciones Lecheras, se evidencia que no se está poniendo en práctica la medida de atender a los animales enfermos rápidamente y de forma adecuada. Dado que, en el momento de la visita a la finca, el animal presentaba 4 meses en esa condición.

Sobre la fase de post-ordeño, se dice que fallos con el equipo de refrigeración es uno de los motivos por los cuales la leche se pierde. Pero los productores de las tres fincas en estudio, no consideraron este como un factor por el cual deban descartar el producto. Estos mencionan que el servicio eléctrico de la zona es constante y en el caso de la Finca 1 y Finca 3, los productores cuentan con una planta eléctrica, en caso de emergencias.

Adicionalmente durante esta fase, como indicaron Lema et al. (2017) y FAO (2019 a) la pérdida se da por derrames del producto, y efectivamente en los casos en estudio, específicamente en la Finca 2 y Finca 3, es una situación que ocasiona la pérdida de la leche.

En la Finca 2, los derrames se generan por un tema de descuido por parte del personal en cuanto al manejo y traslado de la leche. Lo que ocasiona una pérdida del producto en promedio por mes de 30 kg. Por su parte, en la Finca 3 los derrames se dan cuando el líquido se encuentra en los tarros de almacenamiento y estos se vuelcan, generando una pérdida en promedio por mes de 6,66 kg.

En resumen, las tres unidades productivas en estudio presentan comportamientos similares a la tendencia con respecto a la generación de pérdidas de producto: incidencia de enfermedades (renquera y mastitis, principalmente), infraestructura inadecuada, falta de implementación de prácticas de higiene y equipo de ordeño poco tecnificado o deficientes; los cuales son los factores que conllevan a la pérdida de la leche cruda.

Por otra parte, dos hallazgos obtenidos de las fincas, lo cuales no fueron citados en los estudios consultados son: falta de protocolos de revisión previa de la maquinaria y animal con pezón lastimado, los cuales han ocasionado pérdidas de leche considerables en las unidades en estudio.

### **Capítulo 3. Impacto económico en las finanzas de las fincas en estudio provocado por las pérdidas de leche**

La pérdida de alimentos representa no solo la pérdida del producto en sí, sino además de una serie de recursos: capital, energía, semillas, agua para cultivar, cosechar, almacenar, transportar, comercializar o comprar alimentos (Hanson et al., 2016). Por lo que en este capítulo se cuantificaron los siguientes recursos utilizados en la producción de leche cruda: dinero en términos de ingresos y costos, agua y alimentos, para tener una visión más amplia de lo que conlleva la pérdida de este producto.

#### **1. Valor monetario de las pérdidas de leche en las fincas en estudio, según precio pagado al productor**

Al generarse la pérdida del producto, se genera de manera directa la pérdida económica, al no concluirse el objetivo de venta del producto, lo cual según indica el HPLE (2014) conlleva a una reducción del rendimiento de las inversiones, obstaculización del desarrollo y dificulta el progreso social. Según estima la FAO (2015, como cita Hanson et al., 2016), el volumen de pérdida y desperdicios en el mundo, resulta en pérdidas económicas de aproximadamente US \$940 billones al año.

Por lo anterior, en este apartado se estimará el monto que representan las pérdidas generadas en cada una de las unidades de estudio, según el precio promedio pagado al productor durante el último año (de agosto 2021 a julio 2022). De acuerdo con estimaciones realizadas a partir de información de la Cámara Nacional de Productores de Leche, el precio promedio del kilogramo de leche en el último año, es de ₡327,25.

En la tabla 16, se muestra el monto de ingresos que no obtienen los productores, a causa de la pérdida de la leche cruda en las diferentes fases productivas.

**Tabla 16. Ingresos dejados de percibir por los productores durante un año debido a la pérdida de la leche cruda**

<b>Fase</b>	<b>Finca 1</b>	<b>Finca 2</b>	<b>Finca 3</b>
Producción	¢142.942,80	¢145.141,92	¢172.788,00
Ordeño	¢ -	¢420.189,00	¢ 1.004.644,41
Post-ordeño	¢ -	¢117.810,00	¢26.153,82
<b>Total</b>	<b>¢142.942,80</b>	<b>¢683.140,92</b>	<b>¢1.203.586,23</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores (2021) y CNPL.

Como se puede observar, la Finca 3 es la unidad productiva que mayores ingresos monetarios deja de percibir a lo largo de la cadena productiva en términos de venta de la leche cruda. Adicionalmente, esta es la única de las 3 fincas donde el productor procesa la leche para elaborar queso y natilla, por lo que, si se considera que el precio de venta de estos alimentos es mayor, los ingresos que se pierden son más altos a los calculados en la tabla 16.

Por su parte, la Finca 1 es la que menos ingresos pierde, resultado de una menor pérdida de leche, ya que como se muestra, solamente en la fase de ordeño es donde se están generando las pérdidas del producto. En el caso de la Finca 2, esta presenta un monto intermedio respecto a las otras dos fincas, siendo el total de ingresos perdidos la mitad de los ingresos que pierden la Finca 3.

Durante las visitas a campo de la Finca 2, el productor mencionó la necesidad y a su vez la dificultad de invertir en nueva maquinaria de ordeño, dado la poca rentabilidad de la actividad, sin embargo, en esta unidad se están perdiendo cerca de ¢670.000 al año, los cuales al corregir las prácticas que generan la pérdida de leche, pueden llegar a ser un aporte importante para las mejoras que se desean implementar.

El monto total de ingresos que presentan en conjunto las tres unidades en estudio es de ¢2.029.700, siendo la fase de ordeño donde mayores pérdidas económicas se dan (- ¢1.424.833). Lo anterior, tal como indica la FAO (2015), representa una pérdida del valor económico para los actores de las cadenas de producción y suministro de alimentos, y puede afectar el precio de los productos.

Si se parte del hecho de que todas las fincas del país pierden en promedio ₡676.557 al año, y considerando que en Costa Rica hay cerca de 12.974 fincas con ganado vacuno para leche (INEC, 2014), se puede decir que el valor monetario total de las pérdidas de leche en el país podría alcanzar los ₡8.777.645.977.

## **2. Pérdidas de la leche en términos monetarios, según el dinero invertido en costos de producción**

Las pérdidas de la leche cruda también se pueden representar en unidades monetarias relacionadas con los costos de producción, que finalmente se están perdiendo debido a que el producto no llega a ser vendido por motivo de los factores identificados en el capítulo 1 y 2:

- Uso de antibióticos para el tratamiento de renquera y mastitis.
- Problemas con el equipo de ordeño.
- Falta de protocolos de revisión previa de la maquinaria.
- Descuidos durante el traslado de la leche del tanque almacenador al vehículo transportador.
- Falta de tecnificación.
- Animales lastimados.

Como bien indican Hanson et al. (2016), la PDA es un costo que en última instancia no se traduce en alimentos consumidos, donde la entidad, en este caso las fincas, podrían incluso recurrir en costos financieros directos para deshacerse de la pérdida.

Si bien el costo de producción de un kilogramo de leche es un dato exclusivo y variable de cada finca, al estar asociado con el tipo de manejo en el que se desarrolla la actividad en general (Calvo, 2021), en la presente investigación se tomará como referencia el dato calculado por la investigadora y docente de la Universidad de Costa Rica, MBA. Olga Calvo Hernández, para representar en términos de costos monetarios las pérdidas generadas en las fincas.

El costo que Calvo calculó específicamente para la Finca 3 en el 2021, por lo cual se considera un buen punto de referencia para las restantes unidades productivas en estudio. El costo total obtenido del litro de leche fue de ₡267,96, el cual abarca costos de mano de obra, insumos, alimentación, depreciación y otros costos. A continuación, se implementará ese costo en los casos de estudio, donde se visualizará el monto que los productores están perdiendo a causa de la pérdida del producto.

En la tabla 17, se muestra el total de dinero perdido por los productores de cada una de las fincas, considerando el dato anterior y todas las estimaciones de pérdidas de la leche cruda que se producen en estas. Lo cual refleja que la presencia de enfermedades como renquera y mastitis en la Finca 1, conlleva a que del dinero que el productor que destinó para cubrir los costos de producción de la leche se pierda un monto de ¢117.044,93 aproximadamente, por año.

**Tabla 17. Total de dinero invertido por los productores en estudio en leche que se pierde durante un año**

<b>Fase</b>	<b>Finca 1</b>	<b>Finca 2</b>	<b>Finca 3</b>
Producción	436,8	443,52	528
Ordeño	0	1.284	3.069,96
Post-ordeño	0	360	79,92
Total de kg perdidos	436,8	2.051,52	3.677,88
<b>Dinero total invertido en costos de producción</b>	<b>¢ 117.044,93</b>	<b>¢ 559.371,86</b>	<b>¢ 985.524,72</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en entrevistas con productores (2021) y Calvo (2021).

Un dato relevante de la Finca 1, es el hecho de que no se identifiquen pérdidas durante las fases de ordeño y post ordeño, lo cual refleja el buen manejo de los animales durante ambos periodos. Lo que se evidenció durante las visitas a campo, al presentar infraestructura recientemente remodelada en la sala de ordeño, así como la preparación académica por parte del productor.

Por su parte, en la Finca 2, tal como se puede apreciar en la tabla 16 las pérdidas de la leche se dan a lo largo del ciclo productivo, siendo en la fase ordeño donde se ha presentado un mayor volumen de pérdida de leche, y por lo tanto un monto mayor de dinero invertido, que no es recuperado por medio de la venta del producto. En total el dinero invertido en la leche que se pierde es de ¢559.371,86.

Sobre los costos en la Finca 3, es en esta unidad productiva donde se refleja un mayor monto de dinero perdido, producto de la leche que se descarta. En este caso, al igual que en la Finca 2, es a lo largo de la cadena donde se producen las pérdidas de leche, siendo la fase de ordeño donde se presenta un mayor volumen de pérdida.

Lo anterior refleja que, en cada una de las fincas, se pierde un monto importante de dinero, producto de la pérdida de leche. Por ejemplo, si bien en la Finca 1 es donde el monto invertido en costos de producción es menor, si replicamos ese escenario en 10 fincas, el total de dinero es de ₡1.170.440,93, cantidad monetaria que puede ser destinada a otros fines, al corregir las prácticas que ocasionan la pérdida del producto.

Con respecto a la Finca 2 y Finca 3, se muestra que ambas pierden una mayor cantidad de producto durante la fase de ordeño, lo cual puede estar relacionado a que, ambas presentan los siguientes factores generadores de pérdidas: problemas con el equipo de ordeño y falta de protocolos de revisión previa de la maquinaria. El costo de las pérdidas de leche, durante la fase de ordeño es de ₡344.061 para la unidad 2 y ₡822.626 para la finca 3.

#### **443. Análisis del ciclo de vida de la leche cruda, enfocado en el alimento y agua consumida por los animales**

En el presente apartado se utilizará la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), como guía para identificar el impacto ambiental, que se genera por el agua y alimento utilizado para la producción de leche de vaca que finalmente se pierde dentro de las unidades productivas en estudio.

Según la ISO (2006), el ACV trata los aspectos e impactos ambientales potenciales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, uso, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final. Sin embargo, el alcance de un ACV, depende del tema y del uso previsto del estudio, además, la profundidad y amplitud del análisis puede diferir considerablemente según el objetivo.

Para poder llevar a cabo el cálculo del efecto de las pérdidas de alimento dentro del ACV, en este apartado se utilizará la herramienta: Calculadora de Valor de PDA, la cual es el instrumento que complementa el Estándar de Contabilidad e Informes de Pérdida y Desperdicio de Alimentos, utilizado en la presente investigación para el desarrollo de parte del Capítulo 1. La calculadora mide el valor de PDA en términos de impactos ambientales y nutricionales (Protocolo de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos, 2022).

Con esta herramienta y el dato de la cantidad de pérdidas generadas, se puede obtener una instantánea de los impactos relacionados con la pérdida y el desperdicio de diferentes tipos de alimentos. Lo anterior con el objetivo de ayudar a las empresas y otras entidades a comunicar, priorizar acciones y explorar el valor de las PDA (Protocolo de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos, 2022).

El alcance del ACV de esta investigación, contempla todo el ciclo de producción de la leche en finca, es decir, desde el momento en el que el productor inicia el proceso para que la vaca comience la producción de leche, pasando por la fase de ordeño, hasta terminar en la fase post ordeño, donde la leche es almacenada en los tanques de enfriamiento, para posteriormente ser llevada fuera de la finca.

El objetivo de realizar este análisis fue: Ahondar en los impactos que genera la pérdida de leche cruda en las fincas de productoras en términos ambientales, por medio del cálculo de indicadores como: huella de escasez de agua, cambio climático, índice de calidad del suelo, huella hídrica y tasa de conversión de alimento.

Con los datos obtenidos por finca en el Capítulo 1, se calculó el impacto ambiental en términos de: Cambio climático, Huella de Escasez de Agua e índice de Calidad del Suelo.

La categoría de Cambio Climático, indica la huella de carbono de la pérdida, debido a la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Según Frohmann y Olmos (2013), la huella de carbono es un indicador de la cantidad de GEI generados y emitidos por una empresa o durante el ciclo de vida de un producto, a lo largo de la cadena de producción. La cual considera seis GEI: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Frohmann y Olmos (2013) indican además que, la Huella de Carbono se mide en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>e), a fin de poder expresar las emisiones de los distintos gases de efecto invernadero en una unidad común. En el caso de la calculadora de Valor de PDA los valores de pérdida se introducen en toneladas, sin embargo, la información arrojada es en kilogramos equivalentes de dióxido de carbono.

Por su parte, la huella de escasez de agua es un indicador clave de la huella hídrica, que abarca el impacto relacionado con el consumo de agua, la cual tiene en cuenta la escasez regional de agua, así como la calidad del agua (Protocolo de PDA, 2022). Es decir, esta huella

no solo considera el volumen de agua empleado directa o indirectamente para producir algo, sino también evalúa dónde y en qué momento se utilizó y qué tipo de agua era: lluvia, ríos y acuíferos, red de abastecimiento público, fuentes alternas de suministro de agua, agua empleada para asimilar la carga contaminante en cuerpos receptores (Bigurra, Vásquez y Lizagarra, 2020).

Por último, el índice de calidad del suelo, indica el deterioro de la calidad de este, donde cuanto más altos son los puntos, peor es la calidad del suelo. Este impacto se mide en puntos, que son un indicador relativo que agrega impactos en la tierra relacionados con la capacidad de producción biótica, la erosión, la filtración mecánica del agua y la reposición de las aguas subterráneas (Protocolo de PDA, 2022).

Tal como indican De Paul Obade y Lal (2015, como se citó en Sarmiento, Fandiño y Gómez, 2018), los indicadores de calidad del suelo son variables numéricas que se obtienen, luego de incluir indicadores de tipo físico, químico y biológico. Los indicadores físicos están compuestos por aquellas propiedades físicas asociadas con el uso eficiente del agua, los nutrientes y el uso de agroquímicos.

Los indicadores químicos están relacionados con las condiciones químicas que afectan las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo y disponibilidad de nutrientes para plantas y otros seres vivos. Por último, los indicadores biológicos son los organismos o procesos desarrollados por estos, que con su presencia o abundancia señalan propiedades o cambios del suelo (Sarmiento, Fandiño y Gómez, 2018).

A continuación, se muestran en la tabla 18 los resultados obtenidos por finca, al ingresar las cantidades de leche perdida en la calculadora de Valor de PDA.

**Tabla 18. Resultados obtenidos en las unidades productivas, según categorías establecidas en la Calculadora de Valor de PDA, en un período de un año**

<b>Unidad Productiva</b>	<b>Huella de escasez de Agua (m3 e)</b>	<b>Cambio climático (Kg CO2 e)</b>	<b>Índice de calidad del suelo (Puntos)</b>
Finca 1	239,73	749,43	80.950,61
Finca 2	1.145,19	3.579,99	386.695,69
Finca 3	2.017,70	6.307,58	681.318,86

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en la presente investigación y uso de la Calculadora de Valor de PDA.

En la Finca 1, además del resultado de 749,43 kg equivalentes de CO<sub>2</sub>, producto de los 437 kilos de leche que se pierden en promedio por año, la calculadora indica un impacto adicional de 17,42 kg equivalentes de CO<sub>2</sub>, producto de la disposición final de la pérdida. La cual corresponde a aplicar en el suelo la leche descartada, lo que refleja un impacto de esta práctica en la medición de la Huella de Carbono al aumentarla.

Con respecto a la Finca 2, el destinar alrededor del 21% de la pérdida (443,52 kg) para consumo de las terneras, genera que tenga resultados negativos en el impacto adicional de las tres categorías, lo que quiere decir, que son impactos evitados, los cuales generan efectos positivos sobre el medio ambiente. Estos son: -61,68 m<sup>3</sup> equivalentes en la categoría Huella de Escasez de agua, - 23,02 kg equivalentes de CO<sub>2</sub> y -11.198,2 puntos en el Índice de Calidad del Suelo.

Si bien en la Finca 2, se destina el 79% de sus pérdidas a la aplicación en el suelo, lo cual genera impactos adicionales en las diferentes categorías, los resultados obtenidos por alimentar a las terneras con la leche descartada compensan en gran medida, el impacto sobre el medio ambiente.

Situación similar sucede en la Finca 3, donde el 40,46% del total de pérdidas de un año (1488 kg aprox.), se dirigen a la alimentación de las terneras y el 59,54% restante (2190 kg aprox.) van directo al alcantarillado. Lo que conlleva a que, en dos de las tres categorías, el impacto adicional sobre el medio ambiente debido al destino que se le da a las pérdidas, tenga valores negativos y por lo tanto signifique impactos evitados sobre el medio ambiente.

Estos impactos evitados en la Finca 3 son: -11,18 m<sup>3</sup> equivalentes en la Huella de Escasez de Agua y -37.569,72168 puntos en el Índice de Calidad del Suelo. En la categoría de Huella de Carbono, el impacto adicional por descartar la leche por alcantarillado, es mayor que el impacto evitado al enviar parte de esta para consumo animal.

Sobre el indicador de Cambio Climático, si se suma el total de kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalentes generados en las tres fincas, se tiene un total de 22.161 kg CO<sub>2</sub>e. Esta cantidad que al compararla con la emisión de GEI producida por un vehículo agrícola con cilindradas entre 4.000 y 4.500cm, da como resultado que la emisión anual del vehículo, representa solo el 0,36%, del total emitido por las pérdidas de las fincas.

La cantidad de kg CO<sub>2</sub>e producidos en la Finca 1, es similar a la cantidad de CO<sub>2</sub>e emitido por 11 vehículos agrícolas. Lo cual refleja el gran impacto que tienen las pérdidas de leche sobre la atmósfera, en términos de CO<sub>2</sub>, considerando que esta es la finca que menor cantidad de GEI emite a partir de las pérdidas generadas.

Se ha seleccionado como referencia comparativa este tipo de vehículo al ser de los que se presentan en mayor cantidad en el sector agrícola ya que se utilizan para transportar productos, plantar, cosechar y dar mantenimiento de los principales cultivos en el país (Gómez, Rodríguez y Fernández, 2021).

### ***Huella Hídrica de la pérdida de leche***

Con respecto al cálculo propiamente de la huella hídrica de las pérdidas presentadas en las fincas, se procedió a recopilar resultados obtenidos en otras investigaciones realizadas a nivel mundial, como referencia para el dato de huella hídrica de esta investigación. En la tabla 19 se resumen los principales resultados encontrados.

**Tabla 19. Huella Hídrica de leche obtenida en diferentes investigaciones en el mundo**

Ubicación	Descripción	Huella hídrica de un litro de leche en litros
Nicaragua: municipios de Matiguás y Jinotega.	Animales raza Bos indicus y Bos Taurus, con bajos índices de producción por vaca al día (entre 2,9 y 4,8 litros).	950 y 1.500
Panamá	Cálculo de huella hídrica en época seca y época lluviosa, de tres tipos de fincas: fincas con alto nivel tecnológico (FNTA), fincas con nivel tecnológico medio (FNTM) y fincas de nivel tecnológico bajo (FNTB).	<i>Época seca:</i> 951,31 1.082,96 1111,3
		<i>Época lluviosa:</i> 692,93 962,76 1.021,39
Chile: regiones Los Ríos y Los Lagos.	Cálculo de huella hídrica en fincas con sistemas basados exclusivamente en pastoreo y sistemas con suplementos del forraje nabo y maíz forrajero.	484 y 712
UNESCO-IHE	Estimación de la huella hídrica global a partir de información de base de datos globales.	1.020

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ríos et al. (2013), Muñoz (2014), Salazar y Martínez (2013), UNESCO-IHE (2010).

El resultado de la huella hídrica variará según la parte del mundo donde se realiza, así como las prácticas que se implementen en cada finca. En el caso de las huellas hídricas de Nicaragua, estas se encuentran cercanas a la huella hídrica global calculada por UNESCO-IHE, al igual que las obtenidas en Panamá. Por su parte las huellas hídricas de Chile son bastantes menor a la global.

A partir de lo anterior, se procedió a tomar el dato obtenido por UNESCO-IHE, al ser un estudio global realizado por una institución enfocada en la educación en temas de agua, para con este representar las pérdidas en conjunto de las tres fincas en estudio según fase de producción en términos de agua utilizada para la producción de leche.

**Tabla 20. Huella hídrica de las pérdidas de leche presentadas en las tres fincas en conjunto, según fase de producción**

<b>Fase</b>	<b>Huella Hídrica (litros)</b>
Producción	1.436.486,40
Ordeño	4.404.319,20
Post-ordeño	448.718,40

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en campo y dato de UNESCO-IHE, 2010.

Las primeras dos cifras superan el millón de litros de agua perdidos como consecuencia de la pérdida de leche cruda dentro de las fincas, lo cual tiene un impacto negativo sobre el medio ambiente debido a la utilización de este y otros recursos para producir alimentos que nadie consumirá (FAO, 2015). Lo cual, a su vez repercute en una menor capacidad de mitigar el hambre y la pobreza, y mejorar la nutrición, la generación de ingresos y el crecimiento económico.

Según datos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2019), en el país un hogar de 3,2 personas consume 17 metros cúbicos al mes, es decir, en promedio una persona consume 178 litros de agua al día. Por lo que, solo el agua desperdiciada de la fase de producción de las tres unidades en estudio, es suficiente para abastecer el consumo de agua de 22 personas por todo un año. Mientras que el agua utilizada en las pérdidas de leche durante las fases de ordeño y post-ordeño, representan el consumo de 69 y 7 personas respectivamente.

Tomando el total de agua perdida por las tres fincas durante todo el proceso productivo (12.130.330 litros), se puede determinar, a partir de los datos obtenidos por UNESCO-IHE (2010), que es suficiente para producir 3.715 kg de huevos y 2.026 kg de carne de cerdo.

### ***Tasa de conversión de alimento***

El alimento es una de las variables más importantes en la producción de leche, al determinar ampliamente la salud y la productividad de los animales, así como la calidad y salubridad de la leche (FAO, 2012). Además, de ser uno de los rubros más relevantes dentro de la estructura de costos de las fincas especializadas en la producción de leche. Según el dato obtenido por Calvo (2021), la alimentación representa el 43,5% del costo total de un litro de leche.

La dieta a proporcionar a cada animal suele variar, ya que esta dependerá de las necesidades fisiológicas de las vacas: edad del animal, peso corporal, nivel de actividad, estados de lactación, de crecimiento y de preñez, así como del clima (FAO, 2012).

En el caso de Costa Rica según el MAG (2007), en cuanto a la alimentación se presenta un sistema híbrido, ya que no depende solo del pastoreo para sustentar los hatos, ni se apoya solo en alimentación a base de granos y concentrados. El uso de concentrados dentro de la dieta de las vacas, significa un aporte importante de los requerimientos de nutrientes que requieren, sin embargo, es el insumo de mayor costo, por lo que es recomendable utilizar pastos de buena calidad como principal componente de la ración, al ser más común y de menor costo (Molina, 2006).

Según indica Molina (2006), para un buen uso de los concentrados se debe conocer:

- Calidad y cantidad de los pastos.
- Kilogramos de leche que produce la vaca por día.
- Otros alimentos que consuma el animal (sal, minerales, miel, otros).
- Calidad de los concentrados en el mercado.
- La raza o potencial genético de los animales.

Tal como se mencionó, el tipo de dieta suele variar, por lo que también varía la tasa de conversión de alimento a un litro de leche. Es por este motivo que, para representar las pérdidas de leche generadas dentro de las fincas en estudio en términos de alimentos, se tomará como base la tabla generada por Wattiaux (1998).

Como indica Cerdas (2013), esta tabla presenta una predicción de la ingestión de materia seca por vacas de 400 hasta 700 kilogramos. La materia seca es la cantidad de nutrientes específicos contenidos en un alimento, donde no interfiere la humedad (agua) contenida en los alimentos.

**Tabla 21. Ingestión diaria de materia seca por vacas lecheras**

	Peso corporal, kg			
	400	500	600	700
<b>Producción de leche, kg.día</b>	<b>Ingestión de vacas en producción en las etapas media y final, kg MS.día</b>			
2	7	8,1	8,9	10
4	8,2	9,2	9,9	11
6	9,4	10,3	10,9	12
8	10,5	11,4	12	12,9
10	11,7	12,5	13	13,9
12	12,6	13,3	13,9	14,7
14	13,5	14,2	14,7	15,5
16	14,3	15	15,5	16,2
18	15,1	15,8	16,2	17
20	15,9	16,6	17	17,7
22	16,6	17,3	17,7	18,4
24	17,3	18,1	18,5	19,1
26	18	18,8	19,2	19,8
28	18,7	19,4	19,8	20,5
30	19,3	20,1	20,5	21,1
32	19,9	20,7	21,2	21,8
34	20,5	21,4	21,8	22,4
36	21,1	22	22,4	23
38	21,6	22,5	23	23,6
40	22,2	23,1	23,6	24,2

Fuente: Wattiaux, 1998.

Mediante el cuestionario aplicado a los tres productores, se les consultó el peso y producción promedio de los animales, por lo que a partir de estos datos y los presentado en la tabla 21, se obtuvo el dato de alimento que representan las pérdidas.

Por ejemplo, en la Finca 1 el hato está conformado por 60 vacas Holstein y 40 vacas Jersey, donde según indica el productor, el peso máximo es de 500 kg y 400 kg respectivamente, con una producción promedio de 25,6 kg de leche por animal. A partir de esto, en la siguiente tabla se representan las pérdidas de leche en términos de alimento consumido, partiendo del hecho de que del total de pérdida el 60% se dio en animales raza Holstein y el 40% restante en animales raza Jersey.

**Tabla 22. Pérdidas leche mensual en Finca 1 representadas en términos de alimento consumido por la vaca**

<b>Raza</b>	<b>Pérdida de leche mensual (kg)</b>	<b>Consumo de alimento (kg)</b>
Holstein	21,84	15,53
Jersey	14,56	10,08

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en campo y tabla de Wattiaux (1998).

Tal como se muestra en la tabla 22, para la pérdida de leche mensual atribuida a los animales raza Holstein, se suministraron cerca de 15 kg de alimento. Mientras que en la raza Jersey, el total de alimento que se utilizó en la leche que finalmente se perdió es de 10,08 kg.

Sobre la Finca 2 y Finca 3, al tener hatos conformados 90% y 100% por animales raza Jersey respectivamente, se presenta en una misma tabla (Tabla 23) las pérdidas de leche representadas en términos de alimento consumido para su producción.

**Tabla 23. Pérdidas leche mensual en Finca 2 y Finca 3 representadas en términos de alimento consumido por vacas raza Jersey**

<b>Objeto de estudio</b>	<b>Pérdida de leche mensual (kg)</b>	<b>Consumo de alimento (kg)</b>
Finca 2	170,96	179,51
Finca 3	306,49	243,66

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en campo y tabla de Wattiaux (1998).

En el caso de la Finca 2, los animales presentan un peso promedio de 420 kg y una producción diaria de 12 kg de leche. Mientras que en la Finca 3, el peso promedio de los animales es de 350 kg, con una producción 19 kg de leche diarios. Por lo cual, en ambos casos se decidió realizar el cálculo con los datos de animales de 400 kg de peso, al ser los que más se ajustan a la realidad de ambas fincas.

En este apartado se mantiene el patrón de que la Finca 3, es la que mayor cantidad de recursos pierde al ser la finca donde se generan más pérdidas durante la producción de leche. Sin embargo, la pérdida de leche conlleva a que se genere pérdida de alimento, el cual es uno de los mayores costos para la producción de la leche e incluso es un insumo que, en diferentes ocasiones se ha visto escaseado en el país, tanto por situaciones climatológicas, como por temas del comercio internacional.

De ahí que al igual que el resto de recursos utilizados para la producción de leche, el hacer un uso eficiente de estos genera impactos positivos no solo en el ámbito económico y ambiental, sino además el ámbito social.

## **Capítulo 4. Estrategia para la disminución de la pérdida de leche fluida dentro las fincas productoras de leche bovina ubicadas en los cantones de Barva y Santa Bárbara**

Producto de los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, se evidencia la importancia de identificar e implementar prácticas que reduzcan el volumen de pérdida de leche dentro de las fincas. Por lo cual en este capítulo se presentan una serie de prácticas que se recomiendan aplicar en las unidades productivas, para la disminución de la pérdida del líquido.

Estas prácticas o recomendaciones se dan a partir de revisión bibliográfica sobre manuales de buenas prácticas pecuarias, así como por la opinión de personas expertas en el sector de ganadería de leche, las cuales laboran en diferentes lugares relacionados con el sector, Estación Experimental de Ganado Lechero Jorge Volio y escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, Cámara Nacional de Productores de Leche y fincas lecheras privadas. Estas personas expertas fueron convocadas a una reunión, donde se conversó de las prácticas generadoras de pérdidas del producto en las fincas en estudio y a partir de ello, las personas invitadas proporcionaron una serie de recomendaciones desde su experiencia y conocimiento, para reducir la incidencia de esas prácticas o factores en las fincas. A continuación, se detalla al respecto.

### **1. Medidas a implementar para la reducción de la pérdida de leche durante la fase de producción en finca**

En el desarrollo de la investigación se identificaron una serie de factores que provocaron la pérdida de leche durante de la fase de producción en las unidades en estudio, los cuales son los siguientes:

#### **1.1. Animales enfermos con mastitis**

Tal como se ha presentado en esta investigación, la mastitis es una enfermedad presente en las tres fincas en estudio. Por lo anterior, las recomendaciones a considerar para reducir la incidencia de esta enfermedad se pueden clasificar en dos grupos: las medidas preventivas, es decir, previo a que el animal presente mastitis y las medidas correctivas, las cuales son cuando el animal ya se encuentra enfermo.

### **1.1.2. Medidas preventivas**

A partir de la consulta a expertos y la bibliografía consultada, se demuestra que la mastitis es una enfermedad que siempre está presente en todas las fincas. Sin embargo, si se implementan una serie de prácticas dentro de estas, el nivel de incidencia o grado de afectación puede disminuir.

#### **a. Promover un buen ambiente laboral dentro de las fincas**

La constante rotación del personal, puede incidir en que los animales no reciban un manejo adecuado, lo que conlleva un mal proceso de ordeño de las vacas y a su vez una mayor incidencia de la mastitis, por lo cual, el promover un ambiente laboral agradable en las fincas, es una de las prácticas que las personas expertas recomiendan aplicar.

De manera tal que el personal se sienta motivado a asistir a su lugar de trabajo y consideren mantenerse laborando por largos períodos en este y no solo de manera transitoria mientras encuentran otro empleo. Así también, se esforzarán en realizar sus tareas de la mejor manera. Entre los factores que pueden motivar al personal se encuentran: contar con un salario justo y recibir un buen trato.

Adicionalmente, el proveer a la persona trabajadora de las instalaciones mínimas para satisfacer sus necesidades básicas durante su jornada de trabajo, puede incidir en el grado de motivación del empleado, por ejemplo, contar con servicios sanitarios apropiados, área de lavado de manos, horno microondas para calentar los alimentos, entre otros.

A nivel institucional, las personas expertas indican la importancia de establecer estrategias en el sector que aseguren el relevo generacional de las personas ordeñadoras. Dado que, en su experiencia se ha identificado que cada vez es más complicado reclutar personal para el trabajo en finca.

#### **b. Equipo de trabajo capacitado**

Aunado a lo anterior, las personas expertas mencionan la importancia de que el personal de la finca se encuentre adecuadamente capacitado. De manera que a las personas ordeñadoras se les enseñen las prácticas correctas a implementar durante el pre-ordeño, ordeño y post ordeño. Adicionalmente, estas capacitaciones deben ser continuas, para que las personas colaboradoras tengan presente y cuenten con información actualizada constantemente.

Por lo que, en caso de no poder contar con el recurso económico para recibir este tipo de asesoría técnica, el buscar opciones de capacitación que brinden las instituciones públicas sobre temas relacionados con el sector, es de gran importancia.

Con respecto a la preparación y ejecución de las capacitaciones propiamente, a manera de recomendación para las personas que las imparten, las personas expertas aconsejan realizar capacitaciones interactivas, además de utilizar videos cortos, dado que este tipo de instrumentos representa mejor que un manual, la manera en cómo se debe realizar cierto proceso. Los manuales en muchas ocasiones son una limitante, si se considera que la persona encargada del ordeño no sabe leer, además de que pueden ser poco atractivos para los empleados.

### **c. Limpieza y desinfección en las instalaciones**

Se recomienda implementar un programa de limpieza y desinfección en la finca, además de asegurar que las instalaciones brinden las condiciones para permitir las operaciones de higiene y limpieza, como lo son: instalaciones de agua, drenaje que evite el estancamiento de agua y purines, instalaciones eléctricas, iluminación, superficies lavables, entre otras (IICA, 2022).

Sobre el drenaje, reducir la incidencia de charcos en las instalaciones, es una de las tareas que se deben implementar dentro de las fincas. Dado que como indican las personas expertas, el agua es fuente para la generación de bacterias, de manera tal que, cuando una vaca pasa su ubre cerca del charco, las bacterias pueden adherirse a esta, principalmente si el animal presenta ubres muy grandes.

Para la limpieza de las instalaciones se debe utilizar únicamente desinfectantes y productos de limpieza aprobados por la autoridad competente, además de seguir estrictamente las instrucciones de fabricante (IICA, 2018).

### **d. Establecimiento de reglamentos o estándares de control de calidad**

No todos los compradores directos de la leche producida en finca, exigen a los productores estándares de calidad que aseguren el buen estado de la leche. Según las personas expertas la falta de reglamentos o estándares establecidos y puestos en práctica, por los principales compradores de leche de las fincas, promueve a que no se establezcan prácticas rigurosas para la prevención y control de la mastitis dentro de las unidades productivas.

Si los centros de acopio de leche exigen que se entregue leche con bajo conteo de bacterias, pero pagan el mismo precio que una quesera artesanal que no exige leche de calidad, no hay interés de las personas productoras en producir leche más higiénica. Lo contrario sucederá si los centros de acopio ofrecen un mayor precio por leche de calidad y rechazan la leche que no reúna los requerimientos, dado que las personas productoras empezarán a mostrar su interés por aquellas tecnologías que favorecen la producción higiénica del producto, por ejemplo, sala de ordeño, ordeño limpio y control de la mastitis (CATIE, 2010).

De manera que las cooperativas, centros de acopio, queseras u otros compradores de leche, tienen el poder incidencia en la calidad del líquido producido en finca, y de manera indirecta en las buenas o malas prácticas productivas que se implementen en esta.

Entre los parámetros mínimos que indican los expertos, deben implementarse en las fincas, se encuentran aplicar la prueba del fondo negro diariamente, o la prueba california al menos una vez a la semana. Y en unidades productivas donde sea posible, una vez detectada la mastitis en el animal, realizar pruebas de cultivos, para así identificar específicamente cuál bacteria es la que está presente en la leche y de esta manera, saber cuál tratamiento a aplicar.

Si bien el factor económico puede ser una limitante para la práctica anteriormente mencionada, el aplicarla puede significar un ahorro de dinero al utilizar tratamientos efectivos y no tener que aplicar frecuentemente diferentes medicamentos al animal, en búsqueda de alguno que lo cure.

#### **e. Bienestar animal**

Tal como indicó una las personas expertas, el buen trato del ordeñador hacia los animales es fundamental, ya que el bienestar animal incide directamente en la producción de los animales y a su vez en la longevidad de estos, lo cual lo hace una medida a implementar no solamente para reducir el nivel de incidencia de las mastitis en fincas, sino para mejorar a nivel general los resultados de la actividad. Por lo que en muchas fincas las personas trabajadoras y propietarias deben cambiar la mentalidad de que las vacas son máquinas productoras de leche y comenzar a verlas como seres vivos.

Entre los criterios para el aseguramiento del bienestar animal en finca, se recomienda aplicar los establecidos por Ochoa (2011), los cuales son:

- La finca debe establecer y poner en práctica un programa de bienestar animal que incluya el proveer espacio, prevenir enfermedades, evitar hambre y sed, así como minimizar el temor, el estrés y el dolor.
- Las instalaciones para el manejo animal deben minimizar el estrés en los animales y el riesgo de accidentes, y deben considerar: espacio suficiente y limpio, aislamiento de los animales enfermos o heridos, ventilación natural, protección del sol y la lluvia.
- La finca no debe maltratar a los animales, incluyendo: el uso de objetos afilados, el uso inapropiado de sustancias irritantes, incluyendo la potasa para marcación y mover a los animales de forma que se les cause dolor.
- Las técnicas de identificación animal deben minimizar el sufrimiento de los animales y deben ser realizadas por personal capacitado.
- Cuando se practica inseminación artificial y se requiere la identificación de vacas en celo, los métodos de detección no deben afectar negativamente el bienestar del animal.

### **1.1.2. Medida correctiva**

En caso de que en la finca se cuente con animales enfermos de mastitis, se deberá comenzar a identificar y valorar qué tratamiento se debe aplicar, por lo cual el contar con un programa de salud animal es importante para conocer el procedimiento a seguir para estas y otras enfermedades.

#### **a. Contar con un programa de salud animal**

Para el aseguramiento de la salud de las vacas en la finca se debe implementar un programa de salud de hato aprobado por veterinarios, profesionales o proveedores de servicios veterinarios autorizados, incluyendo las vacunas requeridas por las autoridades reguladoras de salud animal (Ochoa, 2011).

La persona productora debe respetar las instrucciones de los medicamentos, así como sus tiempos de retiro y fechas de expiración, dado que como indican las personas expertas, en ocasiones una vez que el animal parece estar recuperado se retira el uso de medicamentos, sin embargo, eso no significa que el animal esté completamente sano.

Un mal uso de medicamentos podría acarrear grandes pérdidas económicas y dar como resultado la contaminación de la leche que la harán no apta para el consumo humano (Ochoa, 2011). Aunado a esto, la persona productora debe utilizar medicamentos aprobados y registrados por las autoridades de la salud animal.

Cuando un animal se encuentra con tratamiento médico, este se debe identificar y ordeñar al final del proceso (IICA, 2018), en caso de que los medicamentos cuenten con tiempo de retiro, la leche de ese animal debe ser descartada. Además de contar con áreas o instalaciones apropiadas para separar y tratar a los animales enfermos o heridos, así como con áreas de cuarentena para que cuando sea necesario, mantener animales separados del hato, como es el caso de animales nuevos (IICA 2022).

Llevar un registro de los medicamentos utilizados en el establecimiento, incluidas las vacunas, indicando las fechas de aplicación, el tipo de medicamento, los animales tratados, el período y la fecha de retiro (IICA, 2018).

Además, se recomienda realizar pruebas laboratoriales para garantizar que la leche esté libre de antibióticos y otros medicamentos o producto afines, después de un tratamiento. Para el caso específico de la mastitis, a todos los animales en ordeño se les deben efectuar pruebas para la detección de mastitis subclínica al menos dos veces al mes, dependiendo de la incidencia de mastitis que presente el hato, las cuales las debe realizar una persona capacitada (IICA, 2022).

## **1.2. Animales con renqueras**

A partir la reunión con las personas expertas, se identificaron una serie de prácticas a implementar, para reducir la incidencia de renqueras en las vacas y para realizar un tratamiento oportuno en caso de que se presenten animales con esta enfermedad.

### **1.2.1. Medidas preventivas**

Según indican las personas expertas, son tres factores los que pueden aumentar el grado de incidencia de la renquera en los animales, estos son el tipo de material utilizado para la elaboración de caminos y suelos, la dieta proporcionado a los animales y los cuidados que se les brinden a las pezuñas de estos. Por lo que a continuación se presentan una serie de recomendaciones al respecto.

### **a. Materiales utilizados en caminos y pisos**

Los pisos se deben diseñar y mantener en buenas condiciones, de forma que permitan las operaciones de limpieza; se eviten la acumulación de humedad deslizamientos, caídas y lesiones en los animales, que protejan el estado de las patas y se disminuya el riesgo de heridas en las pezuñas (IICA, 2022). Considerando lo anterior en muchas fincas del país se utilizan pisos de concreto, especialmente en sus salas de ordeño, dado que es un material que en buen estado no genera que los animales se resbalen.

Sin embargo, tal como indican las personas invitadas, dada las características del concreto, es un material duro que puede lastimar las patas de las vacas si estas deben permanecer largas horas sobre este y si el recorrido sobre este tipo de suelo es constante; ya que este puede trabajar como un tipo lija que genere el desgaste precipitado de las pezuñas de los animales, los cuales son factores que pueden llevar a la incidencia de renquera.

Por lo que, un cambio en el tipo de material utilizado en caminos y pisos por los cuales se trasladan los animales del potrero a la sala de ordeño y dentro de esta, puede ayudar a la disminución de la incidencia de vacas con renqueras. Según la experiencia de una de las personas invitadas, la aplicación de alfombras de confort o de goma en su finca, ha generado que los animales desgasten y se lastimen en menor medida las pezuñas.

Si bien es una inversión con un alto valor económico, los resultados en la salud de los animales a mediano y largo plazo es notoria.

### **b. Alimentación proporcionada a los animales**

El tipo de dieta proporcionada a los animales puede llevar a que presenten enfermedades como la laminitis, la cual consiste en disturbio metabólicos relacionados con la alimentación, y que se presenta en las pezuñas en distintos grados inflamatorios (Sánchez, 2003).

La laminitis se da debido a dietas bajas en fibra total y efectiva, pasturas tiernas en crecimiento rápido, bajo consumo de pasturas, dietas muy altas en silo de maíz picado fino, dietas altas en concentrado y alimentación de concentrado y pasto por separado (Olvieri y Rutter, 2003, citado por Solano, Vargas, Saborío y Picardo, 2018)

Por lo cual, las personas expertas recomiendan a manera preventiva, contratar los servicios de un nutricionista animal, e implementar la dieta tal como el profesional lo indica.

Adicionalmente, se debe considerar que los alimentos balanceados e insumos utilizados en el establecimiento para la alimentación animal (p. ej. aditivos alimenticios, premezclas, núcleos, sales minerales, etc.) deben provenir de proveedores o establecimientos registrados por la autoridad competente del país (IICA, 2022).

### **c. Cuidados implementados a las pezuñas del animal**

Las personas invitadas indican que dar un correcto mantenimiento a la pezuña del animal evitará que estos desarrollen renqueras. Por lo que la persona encargada de los animales debe revisar las pezuñas frecuentemente, de manera que, estas se corten cuando sea necesario, ya sea porque han crecido mucho o porque están creciendo de manera incorrecta.

Es importante asegurar que la persona que se encargará de recortar las pezuñas cuente con la experiencia y conocimientos en esta práctica, ya que de lo contrario pueden incrementar la incidencia de renqueras en los animales y perjudicar la salud de estos.

### **1.2.2. Medida correctiva**

Las personas expertas concuerdan en que para el tratamiento de la renquera existen métodos efectivos que no conllevan al retiro de la leche, sin embargo, también indican que lo común en el país, es que las personas productoras apliquen ciertos medicamentos por el hecho de que actúan más rápido, a pesar de que ello conlleve a descartar la leche por cierto período.

#### **a. Tratamientos efectivos para vacas con renqueras**

En el caso de la renquera, las personas expertas indican en que el cuidar de manera proactiva a las vacas es el mejor tratamiento para evitar la presencia de renqueras severas en los animales, que conlleven al uso de antibióticos. Un buen cuidado consiste primeramente en revisar las pezuñas de los animales, lo cual, en caso de contar con una sala de ordeño con fosa, durante el ordeño es un buen momento para realizar este chequeo, dado que las pezuñas quedan a la altura de la cabeza del ordeñador. Y segundo prestar atención a cómo se comportan las vacas, si estas se ven con una postura encorvada o presentan señales de dolor, verificar a qué se debe esta conducta.

La detección temprana de la renquera en los animales permite aplicar técnicas que no requieren del retiro de la leche. Ejemplos de estas técnicas son:

**Uso de zapatos especiales:** los cuales, una vez cortada la pezuña, se pegan a esta con un pegamento especial, para que de esta manera la zona afectada quede en el aire mientras se recupera. Estos tacones se pueden adquirir en diferentes materiales como madera y hule. Considerar que para el uso de esta tecnología se debe capacitar a las personas encargadas en finca de dar seguimiento al tratamiento.

**Uso de desinflamatorios:** este tipo de medicamentos no requiere de retiro de la leche, y es posible utilizarlo cuando el grado de la enfermedad no es crítico, a diferencia de los antibióticos que deben utilizarse una vez que la enfermedad se encuentra muy avanzada, lo que si conlleva a un período de retiro de la leche.

## **2. Medidas a implementar para la reducción de la pérdida de leche durante la fase de producción en finca**

Ante los factores identificados en la presente investigación como generadores de pérdida de leche en la fase de ordeño, se presentan una serie de medidas a implementar para reducir su incidencia y con ello el volumen de pérdida del producto.

### **2.1. Variables a considerar previo a adquirir un equipo de ordeño**

Para evitar posibles contratiempos con el equipo de ordeño, es importante que la persona productora considere una serie de variables previo adquirirlo. Estas variables son factor económico, disponibilidad de técnicos, disponibilidad de repuestos y amigables en cuanto al uso.

Según indican las personas expertas, en el mercado se encuentran variedad de precios, por lo que la persona productora debe valorar su alcance económico, para tomar la decisión de cuál equipo adquirir.

Además, el productor debe considerar el factor disponibilidad de técnicos, dado que se recomienda revisar totalmente el equipo de ordeño al menos dos veces al año (IICA, 2018), esto para el mantenimiento preventivo. Adicionalmente, si el equipo llega a presentar un daño, se debe contar con la asistencia del técnico, para una eventual reparación.

También se recomienda adquirir un equipo en el cual sea sencillo adquirir repuestos y que sea amigable con la persona productora en cuanto al modo de utilizarlo, es decir, que no sea demasiado complejo para que la persona encargada lo utilice de manera correcta. Por lo cual

también es importante que el personal reciba una capacitación sobre el modo de empleo del equipo.

Tener presente que tanto el equipo como los recipientes que vayan a estar en contacto con la leche, deben estar diseñados y fabricados con material sanitario que pueda limpiarse, desinfectarse y mantenerse de forma que evite la contaminación y no ocasione efectos tóxicos en la leche. El equipo debe estar instalado y ser desmontable, con el fin de facilitar su limpieza, mantenimiento y supervisión (IICA, 2018).

## **2.2. Proporcionar un correcto mantenimiento al equipo de ordeño**

Sobre este factor, las personas expertas coinciden en que, si bien en los manuales de buenas prácticas pecuarias se menciona el tema, lo primordial contar con asesoría por parte de un técnico. El cual enseñe a los empleados las tareas de mantenimiento básicas que estos puedan implementar y por su parte, las visitas frecuentes del técnico para tareas más complejas.

El asegurar un correcto mantenimiento del equipo, conducirá a su vez que las personas encargadas del ordeño conozcan y entiendan cómo se utiliza el equipo, y a partir de ello, según las características propias de cada equipo, se establecerán rutinas de ordeño. Rutinas que en muchas ocasiones ya están establecidas por los técnicos.

De manera tal, que, por parte de las personas productoras, la tarea es aprender esa rutina y aplicarla en el día a día. Adicionalmente colocar afiches en las instalaciones del paso a paso de la rutina o facilitar videos cortos de estas, puede ayudar a que el personal encargado del ordeñado tenga presente los pasos a seguir y en caso de duda pueda consultar en estos.

A nivel general se debe implementar un protocolo de limpieza y desinfección del equipo de ordeño, el cual debe seguir las instrucciones precisas de los fabricantes de los equipos. Cuando se requiera, se recomienda considerar un desmontaje para limpieza profunda al menos una vez cada 15 días o sustentado con resultados microbiológicos (IICA, 2022).

Antes de comenzar el ordeño se debe revisar el nivel de aceite de la bomba de vacío, la tensión de las correas y que todas las tuberías estén correctamente conectadas. Además de limpiar el filtro del sistema de vacío una vez por semana y cambiar todas las pezoneras según las recomendaciones del fabricante (MAG, 2012).

### **2.3. Prestar atención a los empleados ante situaciones de descuido recurrentes**

En fincas donde se den situaciones recurrentes de pérdida del producto debido al personal, a pesar de que este cuenta con una rutina de ordeño previamente establecida y la capacitación necesaria para implementarla, las personas expertas recomiendan prestar atención a al personal de la finca.

Donde se debe considerar uno de los factores previamente mencionados, la motivación del personal, donde inclusive se puede conversar con este para saber a qué se deben los recurrentes descuidos y valorar posibles soluciones. La persona propietaria no solo debe preocuparse por el bienestar animal, sino, además, por el de sus colaboradores.

### **2.4. Implementación de cercas eléctricas en las fincas**

Para la separación de apartos y limitación de la finca, se recomienda utilizar cercas eléctricas, dado que como indicaron las personas expertas este a diferencia del alambre de púas, al no contar con partes punzocortantes, no promueve que los animales se lastimen. El uso de alambre de púas puede llevar a cortadas en los pezones e incluso situaciones más graves como cortadas en las venas ubicadas en las ubres.

Por lo que, los cercos perimetrales y potreros deben estar siempre en buen estado, para evitar este tipo de lesiones en los animales, además de mantener los animales dentro de los límites de la unidad productiva y restringir el acceso al establecimiento a personas ajenas y otros animales (IICA, 2018).

Las personas expertas indican que el ingreso a las fincas de personas ajenas a la actividad se debe restringir, especialmente si estos no tienen un comportamiento prudente hacia los animales, en cuanto a no estresarlos, ni perseguirlos, dado que esto puede llevar a las vacas a lastimarse.

Se recomienda que antes de realizar la visita, se debe instruir a las personas visitantes y a otras personas ajenas al establecimiento (tales como trabajadores de mantenimiento, proveedores, auditores) en la política de higiene del establecimiento, y alentar a que informen de cualquier enfermedad o lesión que suponga un riesgo de contaminación, además, de ser necesario supervisar a quienes visitan el establecimiento (IICA, 2022).

## 2.5. Correcta rutina de ordeño

El contar e implementar una correcta rutina de ordeño, no solo evitará derrames del producto durante la extracción, sino que, además, evitará la incidencia de enfermedades al proporcionar un correcto manejo de los animales. Es por esto, que se recomienda considerar la rutina de ordeño establecida por el IICA (2022), la cual consiste en las siguientes prácticas:

- Realizar el ordeño diariamente a las mismas horas, salvo alguna contingencia.
- Efectuar el arreo de los animales de manera tranquila.
- Proporcionar un ambiente tranquilo para no ocasionar estrés en los animales.
- Antes y después del ordeño, lavar y desinfectar el lazo de amarre de cada animal. Lavar y desinfectar los utensilios (baldes o depósitos y filtros) que serán utilizados en el ordeño.
- Antes, durante y después del ordeño, las personas involucradas en el proceso deben lavar y secar las manos (por cada vaca en el ordeño manual). El ordeñador debe desinfectar las manos entre cada ordeño.
- Antes del ordeño, lave solamente los pezones. Se puede realizar el lavado de las ubres solo en caso de que estén excesivamente sucias.
- Antes de iniciar el ordeño, realizar el presellado y proceder luego al despunte, eliminar los primeros chorros de cada pezón y observar las características de la leche utilizando un tazón de fondo oscuro. En caso de notar alguna diferencia en el color y la consistencia en el despunte, presencia de grumos u otra característica anormal, dejar el animal para ordeñarlo al final y no mezclar la leche con la destinada para el consumo. Se recomienda remitir estos casos a un médico veterinario para su análisis y tratamientos respectivos.
- Secar los pezones con una toalla de papel desechable o una toalla individual.
- Iniciar el ordeño en el primer minuto después de realizado el despunte.
- Una vez finalizado el ordeño, aplicar un sellador en cada pezón y retirar la vaca a un lugar limpio. Se podría prescindir del sellado con el ternero al pie, siempre y cuando se asegure o se garantice la buena salud del animal.

Resaltar que las personas expertas invitadas indicaron que, contrario a lo que se puede creer, no es recomendable lavar con agua las ubres de las vacas, dado que el agua es una importante fuente de bacterias. Por lo que esta práctica promueve la incidencia de mastitis en los animales.

### **3. Medidas a implementar para la reducción de la pérdida de leche durante la fase post-ordeño en finca**

En el caso de esta etapa, las personas expertas indican que lo común es que la empresa que compra el producto sea la encargada del traslado de la leche del tanque al camión transportador, sin embargo, no siempre es el cliente el que se encarga del traslado. Por lo que, ante los diferentes escenarios, se recomienda lo siguiente:

**Productor encargado del traslado de la leche fuera de la finca mediante camión transportador:** Bajo este escenario se recomienda establecer una rutina para este proceso, donde además de asegurar que el camión se encuentre en las condiciones higiénicas necesarias para almacenar el producto, se verifique que las conexiones de las mangueras entre el tanque y el camión, estén correctamente instaladas.

**Productor encargado del traslado de la leche fuera de la finca mediante tarros:** En este caso, la recomendación es invertir en la medida de lo posible en tecnología que reduzca al mínimo la manipulación de la leche por parte de las personas. El contar con un camión transportador, por ejemplo, reducirá esa manipulación y asegurará que el producto se traslade bajo las temperaturas requeridas. En el caso de mantener el uso de baldes, se recomienda que estos cuenten con tapa, de manera que, si se vuelcan, el producto no se riegue.

**Comprador encargado del traslado de la leche fuera de la finca:** Este escenario coincide con el indicado por las personas expertas, en el cual el chofer del camión es el encargado de realizar el traslado del producto del tanque al camión. Por lo que, en este caso la recomendación para la persona productora es asegurarse de que este traslado se esté realizando de la manera correcta y no haya derrames del producto.

## Conclusiones

El manejo que se les proporciona a los animales a lo largo de la cadena productiva dentro de las fincas tiene una incidencia directa en las causas generadoras de pérdida de leche. Se evidenció que la presencia de enfermedades como mastitis y renquera es una de las principales causas para el descarte de la leche, situación que se presentó en las tres fincas en estudio, generando pérdidas de 437 kg, 444 kg y 528 kg de leche al año durante la fase de producción.

En dos de las tres fincas se mostró que durante la fase de ordeño es donde se genera un mayor volumen de pérdida del producto, 1.284 kg al año en la Finca 2 de 227.760 kg producidos (0,56%) y 3.070 kg al año en la Finca 3 de 228.855 kg producidos (1,34%). Pérdidas ocasionadas por problemas en los equipos de ordeño, al no contar con la facilidad de encontrar repuestos para partes del equipo, así como la falta de protocolos de revisión de maquinaria previo a la extracción de leche. De manera que, acceder a equipos de ordeño donde se garantice la fácil adquisición de repuestos, así como establecer e implementar regularmente un procedimiento de revisión no solo del equipo, sino de estado de las instalaciones, se hace fundamental para la reducción de pérdidas.

En la fase post-ordeño, se determinó que las prácticas que provocaron pérdidas fueron, descuidos por parte del personal al no verificar la correcta instalación de las tuberías que llevan la leche del tanque al camión transportador y la falta de tecnificación que conlleva al uso de tarros, lo que aumenta a su vez el nivel de manipulación de la leche por parte del personal. La primera de estas prácticas genera en la Finca 2 pérdidas de 360 kg al año, mientras que la falta de tecnificación, genera pérdidas de 80 kg al año en la Finca 3.

Aunado a lo anterior, se muestra la importancia del establecimiento y aplicación de protocolos de revisión de la maquinaria previo al inicio del ordeño, así como protocolos para el traslado de la leche del tanque de almacenamiento al camión transportador o al tarro donde se trasladará la leche.

A partir del caso de la Finca 1, se evidencia que la inversión en el equipo y sala de ordeño, generan un impacto positivo en la reducción de pérdidas de la leche. Dado que, reduce la manipulación humana del producto. Además, de facilitar y garantizar la higiene y aseo. Lo cual genera que en esta finca no se hayan identificados pérdidas durante las fases de ordeño y post-ordeño.

El tipo de tratamiento utilizado para combatir enfermedades como la renquera o la mastitis incide directamente en la cantidad de pérdida del producto. Esto considerando el tiempo de aplicación del producto, así como el período de retiro de la leche, sin embargo, se debe tener presente que tratamientos que reduzcan el tiempo de retiro del producto, pueden que no garanticen una leche de calidad.

Gran parte de los factores identificados como generados de pérdidas de leche cruda, siguen la tendencia de los citados en otros estudios, infraestructura inadecuada que conlleva a la incidencia de enfermedades, deficiencias en las prácticas de aseo dentro de las instalaciones, equipos de ordeño deficientes y derrames del producto. Adicionalmente en esta investigación se identificaron dos factores que no se mencionan en los estudios consultados en la revisión bibliográfica: 1) falta de protocolos de revisión previa de la maquinaria y 2) animal con pezón lastimado. Así mismo, factores como la experiencia y dedicación del personal son fundamentales para el buen manejo del hato y eventualmente para la reducción de leche como consecuencia del manejo.

Debido a la cantidad de leche perdida durante un año en las fincas, los productores dejaron de recibir ingresos por ¢142.942,80 en la Finca 1, ¢683.140,92 en la Finca 2 y ¢1.203.586,23 en la Finca 3. Por otra parte, los montos que se invirtieron para cubrir los costos para la producción de la leche que finalmente se perdió fue de ¢117.044,93 en la Finca 1, ¢559.371,86 en la Finca 2 y ¢ 985.524,72 en la Finca 3.

Se muestra que el agua desperdiciada en la fase de producción por las tres unidades de estudio (1.436.486,40 litros), es suficiente para el consumo de agua de 22 personas por todo un año. Mientras que el agua utilizada en las pérdidas de leche durante las fases de ordeño y post-ordeño representan el consumo de 68 y 7 personas respectivamente. Lo cual refleja el alto volumen de la huella hídrica de un litro de leche.

La pérdida de leche a su vez representa la pérdida de insumos, los cuales tal como se reflejó en este estudio, pueden representar un alto valor económico. Tal es el caso del concentrado para los animales, el cual es uno de los costos más altos que se deben cubrir dentro de la actividad. Donde en ocasiones la oferta de este en el mercado es limitada, lo que dificulta aún más acceder a este.

La capacitación del personal en todos los temas que abarca el proceso productivo de la leche en finca, es fundamental para obtener resultados positivos de la actividad. Dado que esto influye directamente en salud de los animales, el estado del equipo y las instalaciones, así como la calidad de la leche.

Para obtener resultados positivos en la actividad y reducir la pérdida de leche en finca, se debe garantizar el bienestar animal, el cual consiste en brindar un buen trato a los animales, proporcionar agua y alimento, instalaciones en buen estado y un correcto tratamiento de las enfermedades, siempre enfocado en el cuidado preventivo.

El tema de brindar condiciones adecuadas a las personas trabajadoras donde se asegure un buen ambiente laboral, es un factor poco mencionado en los manuales de buenas prácticas pecuarias, sin embargo, es fundamental contar con este. Dado que son estas personas las encargadas de los animales durante toda la jornada laboral, por lo que el manejo que estos les brinden a las vacas, influirá directamente en el estado de salud y producción de los animales. Un buen ambiente laboral implica, pagar un salario justo, brindar un buen trato, así como asegurar que los empleados puedan satisfacer sus necesidades básicas durante su jornada de trabajo.

Los compradores de la leche producida en finca, como lo son: cooperativas, centros de acopio, queseras u otros, tienen un alto grado de incidencia en la calidad de la leche producida por esta. Los precios pagados, así como las pruebas de calidad que soliciten, influyen en la implementación o no, de buenas prácticas pecuarias dentro de las fincas.

La inversión de equipos de ordeño tecnificados, así de instalaciones adecuadas dentro de la finca, puede incidir tanto en la cantidad de leche perdida, como en la salud de los animales, al reducir el grado de manipulación del producto por parte de los trabajadores, brindar condiciones más higiénicas y mayor comodidad de los animales. Sin embargo, estas deben ir acompañadas de una correcta capacitación del personal a cargo, para asegurar su correcto uso.

## Recomendaciones

Si bien el tema de pérdidas de alimentos se ha venido investigando hace más de una década, aún los estudios con los que se cuenta tanto a nivel mundial, como nacional son pocos, si lo comparamos con la cantidad de alimentos existentes. Por lo que se considera importante ampliar este tipo de investigaciones, dado que, al ser cada producto único, sus causas generadoras, cantidades perdidas, así como su impacto en el entorno, serán características propias de cada alimento.

Para la reducción de pérdidas de leche dentro de las fincas, se recomienda a los productores que, tanto estos como sus trabajadores estén en constante capacitación sobre el manejo general de los animales. Las instituciones del país que trabajan en el sector agropecuario continuamente brindan capacitaciones a grupos de productores e inclusive al público en general, por lo que esta es una opción para que los productores puedan actualizar sus conocimientos en la actividad.

Para las instituciones u organizaciones encargadas de brindar capacitaciones a grupos de personas productoras sobre el manejo general del ganado vacuno de leche, se recomienda que estas sean interactivas, por ejemplo, hacer uso de videos u actividades donde las personas asistentes puedan participar. De manera tal que no sean capacitaciones que conlleven demasiado texto, dado que ello puede generar que no sean atractivas para las personas participantes y por lo tanto no presten la atención requerida.

Adicionalmente se recomienda a los productores contratar los servicios de profesionales, tales como médicos veterinarios, zootecnistas y técnicos en equipo de ordeño, cada vez que les sea posible. Dado que esto les permitirá contar con un mejor manejo de la actividad.

Tal como se evidenció en esta investigación el tema de la motivación del personal es primordial para el adecuado manejo de los animales, sin embargo, es muy poco lo que mencionan los manuales de buenas prácticas pecuarias al respecto. Por lo que se recomienda a las personas productoras e instituciones relacionadas con el sector productivo, trabajar este tema y hacerlo parte de su día a día en su trabajo y capacitaciones a brindar.

Los productores de la presente investigación eran conscientes de los momentos o prácticas que ocasionaban la pérdida de leche en su finca, sin embargo, no del impacto económico y ambiental que esto conlleva. Lo cual evidencia la importancia de realizar una mayor capacitación y concientización en los productores sobre el tema de las pérdidas de los alimentos dentro de sus unidades productivas, por lo que se recomienda a las instituciones que lideran las investigaciones de pérdida de alimentos en el país, visitar e impartir capacitaciones a grupos de productores.

En estas capacitaciones más allá de presentar la problemática mundial que ocasionan las PDA, se recomienda hablar sobre datos específicos según el grupo de personas productoras a los que se les está capacitando, tales como el monto de dinero, cantidad de agua y cantidades de insumos invertidos en los alimentos que estas producen y que se terminan por perder.

Es importante que las capacitaciones en cuanto a pérdidas de alimentos vayan más allá de las personas productoras, por ejemplo, dar a conocer el tema a personas que estudian carreras universitarias o técnicas relacionados con el sector agropecuario e industrial, de manera que, los futuros profesionales cuenten con conocimientos desde su formación sobre la problemática de las pérdidas de alimentos.

Complementario a este tipo de investigaciones, se recomienda realizar análisis de costo-beneficio sobre las prácticas que se recomiendan aplicar para reducir la pérdida del alimento. De manera que se puedan priorizar aquellas prácticas que tengan un mayor impacto en la reducción de la pérdida, y así también en la rentabilidad de la actividad.

Para futuras investigaciones sobre PDA se recomienda utilizar como guía el Estándar de Contabilización y Reporte Sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos, elaborado por FAO, dado que esta ha sido la organización pionera en el tema de PDA a nivel mundial, por lo que cuenta con un alto conocimiento en el tema, además de que con el uso del estándar se logra homogenizar y por ende comparar, diferentes investigaciones relacionadas sobre un alimento en específico.

Como se mencionó anteriormente, aún se cuenta con un faltante importante de investigaciones sobre pérdidas de alimentos, por lo que para futuros estudios se recomienda buscar información tanto en estudios realizados a nivel mundial, como principalmente, con la visita y consulta las personas productoras, dado que estas son las que se encuentran diariamente trabajando en la producción de alimentos. Los cuales si bien, puede que no son tan conscientes del tema de la pérdida, una vez que se les explica, identifican fácilmente los momentos en los que pierden su producto. De igual manera se recomienda recurrir a personas profesionales expertas en el producto que se vaya a investigar.

## Referencias bibliográficas

Bedolla, CC, & Ponce de León, MER (2008). *Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera*. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, IX(4),1-26.[fecha de Consulta 18 de Febrero de 2021]. ISSN. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=636/63611952010>

Bigurra C., Vásquez G. & Lizagarra L. (2020). *Reducción de la huella de escasez hídrica y medidas de conservación del agua en la vivienda*. Disponible en: [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/8209/reduccion\\_de\\_la\\_huella\\_de\\_escasez\\_hidrica\\_y\\_medidas.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/8209/reduccion_de_la_huella_de_escasez_hidrica_y_medidas.pdf)

Brenes L., Jiménez F. & Gamboa M. (2015). *Diagnóstico de Pérdidas y Desperdicio Alimenticio en dos canales de comercialización de la Agrocadena de Tomate Costarricense para su posterior Disminución*. Costa Rica. Disponible en: [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6458/diagnostico\\_perdidas\\_desperdicio\\_alimenticio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6458/diagnostico_perdidas_desperdicio_alimenticio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Calleja F (2012). *Guía de Recomendaciones de Diseño de Instalaciones para Lecherías*. Universidad de Costa Rica. Disponible en: <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2015/08/9GuiadeRecomendaciones.pdf>

Calvo, O. (2021). *Estimación del costo de producción de un kilogramo de leche y sus variables más influyentes*. Revista e-Agronegocios, 7(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5682>

Cámara Nacional de Productores de Leche (2020). *Exportaciones de productos lácteos*. Disponible en: <http://proleche.com/5165-2/>

CATIE. (2010). *¿Cómo trabajar con las familias ganaderas y las organizaciones de investigación y desarrollo para lograr una ganadería más sostenible y productiva?* Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7760>

Checa F. & Esteban J. (2022). *Influencia del Equipo y la Rutina de Ordeño en la Salud de la Ubre y la Calidad de Leche*. Disponible: <https://www.agrovvetmarket.com/investigacion-salud-animal/influencia-del-equipo-y-la-rutina-de-ordeno-en-la-salud-de-la-ubre-y-la-calidad-de-leche>

CODEX Alimentarius. (2019). *Detalles de la Categorías de Alimentos*. Disponible en: <https://www.fao.org/gsfonline/foods/details.html?id=4>

Comisión para la Cooperación Ambiental (2019). *Por qué y cómo cuantificar la pérdida y el desperdicio de alimentos: guía práctica*. Disponible en: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11814-why-and-how-measure-food-loss-and-waste-practical-guide>

Costa Rica, Gobierno de la República (2021). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Disponible en: <http://ods.cr/17-objetivos-de-desarrollo-sostenible>

Della V., Grimaldi L. & Paliouff C. (2017). *Análisis de Ciclo de Vida, Hacia un abordaje institucional*. Argentina. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/ciclo\\_de\\_vida\\_0.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/ciclo_de_vida_0.pdf)

Elizondo (2019). *Establecimiento de tres indicadores de eficiencia en el uso de Agua para Lavado en Instalaciones Lecheras En Zarcero*. Costa Rica. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v45n01\\_153.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v45n01_153.pdf)

FAO (2012). *Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en el Mundo - Alcance, causas y prevención*. Disponible en: [https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/4\\_perdidas\\_y\\_desperdicio\\_de\\_alimentos\\_en\\_el\\_mundo.pdf](https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/4_perdidas_y_desperdicio_de_alimentos_en_el_mundo.pdf)

FAO (2015). *Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en América Latina y el Caribe*. Disponible en: [https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/perdidas\\_y\\_desperdicios\\_de\\_alimenticios\\_en\\_america\\_latina\\_y\\_caribe.pdf](https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/perdidas_y_desperdicios_de_alimenticios_en_america_latina_y_caribe.pdf)

FAO. (2019a). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>

FAO (2019b). *América Latina y el Caribe es responsable del 20% de la comida que se pierde a nivel mundial desde la poscosecha hasta el comercio minorista*. Chile. Disponible en: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1238003/>

FAO (2020). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020*. Italia. Disponible: <http://www.fao.org/documents/card/es/c/ca9692es/>

FAO (2021a). *SAVE FOOD: Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Disponible en: <http://www.fao.org/save-food/background/es/>

FAO (2021b). *Conservación de la leche*. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/processing/milk-preservation/es/>

FAO (2021C). *Base de datos de pérdida y desperdicio de alimentos*. Disponible en: <http://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/>

FAO y FIL. 2012. *Guía de buenas prácticas en explotaciones lecheras. Directrices FAO: Producción y Sanidad Animal No. 8*. Roma. Disponible en: <https://www.fao.org/publications/card/es/c/3dee696e-daa2-5ad9-8ad1-3013dc3189f3/>

Frohmann A. & Olmos X. (2013). *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático*. CEPAL. Disponible en: <https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4101/S2013998rev1.pdf>

Gómez N., Rodríguez J. & Fernández E. (2021). *Gases de efecto invernadero emitidos por los vehículos agrícolas en Costa Rica*. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v13n1/1659-4266-cinn-13-01-e3278.pdf>

Hanson C., Lipinski B, Robertson K., Dias D., Gréverath P., Ritter S., Fonseca J., Otterdijk R., Timmermans T., Lomax J., O'Connor C., Dawe A., Swannell R., Berger V., Reddy M., Somogyi D., (2016). *Estándar de Contabilización y Reporte Sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos*. Disponible en: <https://flwprotocol.org/wp-content/uploads/2016/05/FLW-Standard-full-report-SPANISH.pdf>

Henao J. (2016). *¿Cuál es la estructura de costos de los productores lecheros?*. Colombia. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/reportaje/cual-es-la-estructura-de-costos-de-los-productores-lecheros>

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. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3901s/i3901s.pdf>

IICA (2018). *Buenas prácticas pecuarias en la producción de ganado bovino*. Disponible en: <http://proleche.com/wp-content/uploads/2019/02/ManualProduccio%CC%81nGanadoBovino.pdf>

IICA (2022). *Guía de buenas prácticas en la producción de leche de ganado bovino*. Disponible: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21022/BVE22098511e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2020). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019: RESULTADOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD GANADERA VACUNA Y PORCINA*. Disponible en: <https://inec.cr/estadisticas-fuentes/encuestas/encuesta-nacional-agropecuaria?page=5>

INEC (2014). Costa Rica: *Total de fincas con ganado vacuno hembra para leche por cantidad de animales y edad*. Censo Nacional Agropecuario. Disponible en: <http://proleche.com/documentos-tecnicos/>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2019). *ANUARIO ESTADÍSTICO 2012-2018*. Disponible en: [https://www.aya.go.cr/transparenciaInst/datos\\_abiertos/estregsec/Anuario%20Estad%20C3%A4Dstico%202012-2018.pdf](https://www.aya.go.cr/transparenciaInst/datos_abiertos/estregsec/Anuario%20Estad%20C3%A4Dstico%202012-2018.pdf)

ISO (2006). *Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia*. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>

Lema P., Acosta M., Barboza R., Barrios S., Camaño P., Crosa M. (2017). *Estimación de pérdidas y desperdicio de alimentos en el Uruguay: alcance y causas*. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/FAO-countries/Uruguay/docs/INFORME\\_FINAL\\_-\\_Estimacion\\_de\\_p%C3%A9rdidas\\_y\\_desperdicio\\_de\\_alimentos\\_en\\_Uruguay.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Uruguay/docs/INFORME_FINAL_-_Estimacion_de_p%C3%A9rdidas_y_desperdicio_de_alimentos_en_Uruguay.pdf)

Lerma González H. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. 4a. ed., -- Bogotá: Ecoe Ediciones. Disponible en: [https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_propuesta\\_anteproyecto\\_y\\_proyecto.pdf](https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/metodologia_de_la_investigacion_propuesta_anteproyecto_y_proyecto.pdf)

Lipinski B. & Clowes A. (2019), *Por qué y cómo cuantificar la pérdida y el desperdicio de alimentos: guía práctica*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 72 pp. Disponible en: <http://www3.ccc.org/islandora/en/item/11814-why-and-how-measure-food-loss-and-waste-practical-guide-es.pdf>

Londinsky A. (2021). *Situación actual y perspectivas de la lechería* [Webinar]. Cámara Nacional de Productores de Leche. Disponible en: <http://proleche.com/memorias-congreso-nacional-lechero/>

Martínez C., Ruiz X. & Morales S. (2016). *Huella Hídrica de una Finca Ganadera Lechera Bajo las Condiciones Agroecológicas del Valle del Cauca*. Colombia. Disponible en : <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a06.pdf>

MAG (2007). *Agrocadena de leche*. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-10453.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2018). *Plan Regional de Acciones Climáticas y Gestión de Riesgos 2018-2022*. Disponible en: [http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Documents/PACGR\\_2018-2022\\_RegionCentralOccidental.pdf](http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Documents/PACGR_2018-2022_RegionCentralOccidental.pdf)

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019). *Mastitis*. Costa Rica. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0980.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2020a). *Agencia de Extensión Agropecuaria de Santa Bárbara*. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/regiones/centraloccidental.html#HERMES\\_TABS\\_1\\_1](http://www.mag.go.cr/regiones/centraloccidental.html#HERMES_TABS_1_1)

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2020b). *Caracterización del Área de Influencia de la Agencia de Extensión Agropecuaria*. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/regiones/centraloccidental.html#HERMES\\_TABS\\_1\\_1](http://www.mag.go.cr/regiones/centraloccidental.html#HERMES_TABS_1_1)

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2021). *Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos - Sus iniciativas*. Argentina. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php?page=2>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, SENASA, IICA. (2018). *Guía de uso responsable de medicamentos veterinarios en bovinos*. San José, C.R. Disponible en: <https://www.senasa.go.cr/informacion/centro-de-informacion/informacion/manuales-de-buenas-practicas/3659-guia-de-uso-responsable-de-medicamentos-veterinarios-en-bovinos>

Mesa Brasil (2021). *MESA BRASIL SESC*. Brasil. Disponible en: <https://www.sesc.com.br/portal/site/mesabrasilsesc/home/>

Niño Rojas V. (2011). *Metodología de la Investigación*. Ediciones de la U.

Molina B. (2006). *Uso adecuado de los concentrados en la alimentación de vacas de leche de altura*. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Hb-ppv2\(2\).pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Hb-ppv2(2).pdf)

Muñoz W. (2014). *Cálculo de la huella hídrica en fincas ganaderas ubicadas en la cuenca del río La Villa, Panamá*. Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7078>

Naciones Unidas. (2008). *Estándar Internacional Industrial de Clasificación de todas las Actividades Económicas*. Disponible en: [https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm\\_4rev4e.pdf](https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev4e.pdf)

Naciones Unidas. (2006). *Códigos estándar de país o área para uso estadístico (M49)*. Disponible en: <https://unstats.un.org/unsd/methodology/m49/>

Ochoa D. (2011). *Análisis del grado de cumplimiento y estimación de costos para la implementación de la Norma para Sistemas Sostenibles de Producción Ganadera en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua*. Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/338>

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2020). *Se reunió el Comité Nacional para la Prevención y Reducción de las Pérdidas y Desperdicio de Alimentos*. Chile. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/noticias/agro-en-la-prensa/se-reunio-el-comite-nacional-para-la-prevencion-y-reduccion-de-las-perdidas-y-desperdicio-de-alimentos#:~:text=Los%20objetivos%20del%20Comit%C3%A9%20Nacional,acciones%20con%20el%20sector%20privado.>

OMS y FAO (2011). “Leche y Productos Lácteos, segunda edición”. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i2085s/i2085s.pdf>

OMS y OPS (2021). *Educación en inocuidad de alimentos: Glosario de términos*. Disponible en:

[https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es)

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020). *Informe sobre la brecha en las emisiones del 2020*. Disponible en: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34438/EGR20ESS.pdf?sequence=35#:~:text=Si%20bien%20las%20emisiones%20del,plazo%20en%20el%20cambio%20clim%C3%A1tico>

Protocolo de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos (2022). *Calculadora de valor de PDA*. Disponible en: <https://flwprotocol.org/why-measure/food-loss-and-waste-value-calculator/>

Red Costarricense para Disminución de Pérdida y Desperdicio de Alimentos (2018). *Guía para medición de desperdicio de alimentos en cocinas institucionales o comerciales*. Costa Rica. Disponible en: [https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/2\\_guia\\_medicion\\_cocinas\\_web.pdf](https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/2_guia_medicion_cocinas_web.pdf)

Ríos N., Lanuza E., Gámez B., Montoya A., Díaz, A., Sepúlveda C. & Ibrahim M. (2013). *Cálculo de la huella hídrica de la producción de un litro de leche en fincas ganaderas en Jinotega y Matiguás*, Nicaragua. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza-CATIE, Turrialba - Costa Rica. Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7961#:~:text=Entre%20los%20resultados%20se%20tiene,litros%20de%20agua%20en%20Jinotega>

Rodríguez A. (2016). *Estimación de las pérdidas de alimentos en una industria del sector lácteo y sus posibles efectos sobre la seguridad alimentaria y nutricional*. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58666>

Román M. (2005). *La Implantación de las Buenas Prácticas Ganaderas en Establecimientos Productores de Leche*. Disponible en: [https://silo.tips/queue/la-implantacion-de-las-buenas-practicas-ganaderas-en-establecimientos-productore?&queue\\_id=1&v=1661480244&u=MTkwLjExMy4xMTQuMjk=](https://silo.tips/queue/la-implantacion-de-las-buenas-practicas-ganaderas-en-establecimientos-productore?&queue_id=1&v=1661480244&u=MTkwLjExMy4xMTQuMjk=)

Salazar F. & Martínez J. (2013). *Huella Hídrica en Leche y Carne Bovina*. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/8621>

Sánchez J. (2003). *LAMINITIS BOVINA*. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/patologias\\_pezunas/06-laminitis.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/patologias_pezunas/06-laminitis.pdf)

Sarmiento E., Fandiño S. & Gómez L. (2018). *Índices de calidad del suelo. Una revisión sistemática*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/330304355\\_Indices\\_de\\_calidad\\_del\\_suelo\\_Una\\_revision\\_sistemica](https://www.researchgate.net/publication/330304355_Indices_de_calidad_del_suelo_Una_revision_sistemica)

SENASA (2012). *Manual de Buenas Prácticas en la Producción Primaria de Leche*. Disponible en: <http://www.senasa.go.cr/>

SENASA (2010). *Lineamientos para la aplicación de Purines*. Costa Rica. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/legislacion/2010/reglamento-003.pdf>

Solano M., Vargas B., Saborío A. & Pichardo D. (2018). *Factores genéticos y ambientales que inciden en lesiones podales del ganado lechero en Costa Rica*. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v29n01\\_123.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v29n01_123.pdf)

Solís C. (2018). *Pasantía en la Unidad de Calidad de Leche de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos*. Costa Rica. Disponible en: [https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14419/TRAB%20FINAL%20DE%20GRADUACION%20Carolina%20Sol%20C%20Garrido%202013.2.18.pdf?sequence=](https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14419/TRAB%20FINAL%20DE%20GRADUACION%20Carolina%20Sol%20C%20Garrido%202013.2.18.pdf?sequence=1)

Soluciones Integrales para la Problemática Ambiental (2019). *Diagnóstico sobre la Pérdida y Desperdicio de Alimentos en Jalisco*. México. Disponible en: <https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/3.%20DiagnosticoPerdidadDesperdiciosAlimentosJalisco.pdf>

Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M. & Haan C. (2009). *La larga sombra del ganado*. FAO. Roma. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a0701s/a0701s.pdf>

TEC (2021). *Red Costarricense para la Disminución de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos*. Disponible en: <https://www.tec.ac.cr/red-costarricense-disminucion-perdidas-desperdicios-alimentos>

Vargas B., Marín Y. & Romero J. (2012). *Comparación Bioeconómica de Grupos Raciales Holstein, Jersey Y Holstein×Jersey en Costa Rica*. Agronomía Mesoamericana. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v23n02\\_0329.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v23n02_0329.pdf)

Zendas E., Muñoz L., Quezada T., Carrera C., Häubi C., Iñiguez O., Gómez L. & González E. (2020). *Mastitis, problema número 1 en ganado lechero: Manejo, Tratamiento y Control*. México. Disponible en: <https://www.ganaderia.com/destacado/Mastitis%2C-problema-numero-1-en-ganado-lechero%3A-Manejo%2C-Tratamiento-y-Con>

Zumbado L. & Romero J. (2015). *Conceptos sobre inocuidad en la producción primaria de la leche*. Disponible en: <https://www.revistas.una.ac.cr>