



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONEGOCIOS AVALÚOS Y CATASTROS

**“TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA EN
AGRONEGOCIOS AVALÚOS Y CATASTROS”**

TEMA:

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) DE QUESO MOZZARELLA, COMO ESTRATEGIA
PARA UN AGRONEGOCIO SUSTENTABLE: UN ESTUDIO EN LA EMPRESA
ANDILACTEOS EN LA CIUDAD DE OTAVALO.**

AUTORA:

JOSELYN MARIELA YÉPEZ PESÁNTEZ

DIRECTOR:

ING. LUIS MARCELO ALBUJA ILLESCAS MSC.

OCTUBRE, 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONEGOCIOS AVALÚOS Y CATASTROS

“ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) DE QUESO MOZZARELLA, COMO
ESTRATEGIA PARA UN AGRONEGOCIO SUSTENTABLE: UN ESTUDIO EN LA
EMPRESA ANDILACTEOS EN LA CIUDAD DE OTAVALO”.

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA EN AGRONEGOCIOS AVALÚOS Y CATASTROS

APROBADO POR:

Ing. Marcelo Albuja MSC.

DIRECTOR



FIRMA

PhD. José Alí Moncada Rangel

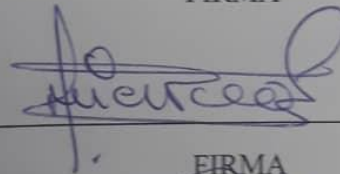
MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Miguel Aragón Esparza MSC.

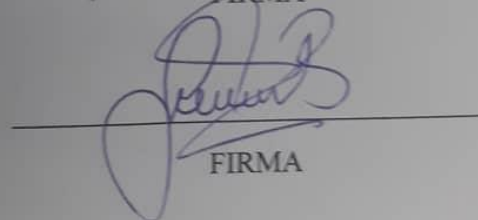
MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Johanna Ayala MSC.

MIEMBRO TRIBUNAL

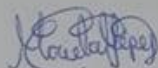


FIRMA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 26 de octubre del 2018



Firma

Joselyn Mariela Yépez Pesántez

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Joselyn Mariela Yépez Pesántez, bajo mi supervisión.

Ibarra, 26 de octubre del 2018



Ing. Marcelo Albuja MSC.

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo JOSELYN MARIELA YÉPEZ PESÁNTEZ con cédula de identidad número 1004709133, manifiesto por voluntad ceder a la Universidad Técnica del Norte, los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado: "ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) DE QUESO MOZZARELLA, COMO ESTRATEGIA PARA UN AGRONEGOCIO SUSTENTABLE: UN ESTUDIO EN LA EMPRESA ANDILACTEOS EN LA CIUDAD DE OTAVALO". Que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERA EN AGRONEGOCIOS AVALÚOS Y CATASTROS, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi consideración de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 26 de octubre del 2018

Firma

Joselyn Mariela Yépez Pesántez

C.C.:100470913-3

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100470913-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Yépez Pesántez Joselyn Mariela		
DIRECCIÓN:	Imbabura, Otavalo, Pínsaquí, Vía Cotacachi Km 1		
EMAIL:	Marie1994-jyp@hotmail.es		
TELÉFONO FIJO:	(06) 292-1052		
TELÉFONO MÓVIL:	0996131747		
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) DE QUESO MOZZARELLA, COMO ESTRATEGIA PARA UN AGRONEGOCIO SUSTENTABLE: UN ESTUDIO EN LA EMPRESA ANDILACTEOS EN LA CIUDAD DE OTAVALO”.		
AUTORA:	Joselyn Mariela Yépez Pesántez		
FECHA:			
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	X	PREGRADO	POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agronegocios Avalúos y Catastros		
DIRECTOR:	Ing. Marcelo Albuja MSC.		

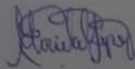
2. AUTORIZACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, JOSELYN MARIELA YÉPEZ PESÁNTEZ, con cédula de ciudadanía número 1004709133, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio digital institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original, y siendo titular del derecho patrimonial, por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

EL AUTOR



Firma

Joselyn Mariela Yépez Pesántez

C.C.: 1004709133

DEDICATORIA

El esfuerzo y dedicación de este trabajo de grado están dedicados:

A mí papito Dios todo poderoso por ser luz en medio de la oscuridad, por ser mi guía durante todo éste largo camino, por brindarme el apoyo necesario ante las dificultades, por perdonar mis equivocaciones y fortalecer mi fe mediante sus promesas, pues así dice su palabra en Josué 1:9, “Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes”, porque Jehová tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas y en Isaías 41:40 “No temas, porque yo estoy contigo; no desmayes, porque yo soy tu Dios que te esfuerzo; siempre te ayudaré, siempre te sustentaré con la diestra de mi justicia”.

A mí papito Javiercito y mí mamita Anita, que gracias a su gran esfuerzo, enseñanzas de perseverancia, valentía, amor, apoyo incondicional; me enseñaron hacer frente a las adversidades de la vida con la confianza plena en Dios.

A mis hermanos Rocio, María José, Maritza, Kathy, Diego, Daniela, David, Tais, Yurani y Hayena por todo el amor, apoyo y comprensión durante toda mi vida estudiantil.

Joselyn Mariela Yépez Pesántez

AGRADECIMIENTOS

A mí papito Dios por ser mi guía durante toda mi vida estudiantil, por brindarme amor y fuerzas para culminar una de mis metas dentro de su propósito.

A mí familia por brindarme su apoyo incondicional, durante éste un largo camino.

A la universidad Técnica del Norte, por abrirme las puertas y ayudarme a cumplir mis estudios de pregrado y permitirme ser una profesional.

A los docentes de la carrera de Ingeniería en Agronegocios Avalúos y Catastros por inculcar conocimientos potencializando mis capacidades, también al Ingeniero Marcelo Albuja mi director, por la paciencia y esmero puestos en la revisión de éste trabajo. A mis asesores de tesis, por brindarme el apoyo necesario para el cumplimiento del mismo.

Un agradecimiento a Ramiro Mejía y su esposa Teresita Erira, por permitirme realizar la investigación en su empresa, brindándome el apoyo necesario para cumplir los objetivos de la misma.

Joselyn Mariela Yépez Pesántez

CONTENIDO

CAPÍTULO I	21
INTRODUCCIÓN	21
1.1. Problema.	24
1.1.1. Preguntas directrices.	25
1.2. Objetivos.....	25
1.1.2. Objetivo general.....	25
1.1.3. Objetivos específicos.	25
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	26
2.1. Antecedentes.	26
2.2. Marco teórico.	28
2.2.1. Producción.	28
2.2.1.1. Producción de queso mozzarella.....	28
2.2.1.2. Queso Mozzarella.	28
2.2.1.3. Información nutricional del queso mozzarella.....	29
2.2.1.4. Descripción del proceso de elaboración de queso mozzarella.....	29
2.2.1.5. Flujograma de proceso de elaboración para queso mozzarella.....	31
2.2.2. Sustentabilidad empresarial.	32
2.2.2.1. El agronegocio	32
2.2.2.2. Agronegocio sustentable.....	32
2.2.3. Sustentabilidad ecológica.....	32
2.2.3.1. Impacto ecológico.....	32

2.2.3.2.	Aspectos ecológicos en la producción de leche.....	33
2.2.3.3.	Aspectos ambientales en la industria láctea.....	36
2.2.4.	Sustentabilidad social.....	42
2.2.5.	Sustentabilidad económica.....	43
2.2.6.	Análisis del ciclo de vida (ACV).....	43
2.2.6.1.	Fases del ACV.	44
2.2.6.1.1.	Definición de objetivos y alcances.	44
2.2.6.1.2.	Inventario del Ciclo de Vida (LCI).....	45
2.2.6.1.3.	Evaluación del impacto del Ciclo de Vida (EICV).....	45
2.2.6.1.4.	Interpretación de resultados.	45
2.2.7.	Marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS).....	46
2.2.7.1.	Caracterización de los sistemas de manejo.	47
2.2.7.2.	Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores estratégicos.	48
2.2.7.3.	Medición y monitoreo de los indicadores.	48
2.2.7.4.	Presentación e integración de resultados.	48
CAPÍTULO III	49
MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.1.	Caracterización del área de estudio.....	49
3.2.	Materiales.....	50
3.2.1.	Herramientas.	50
3.3.	Equipos.	50
3.4.	Métodos.....	51

3.4.1. Fase 1. Identificar los elementos y procesos vinculados al Análisis de Ciclo de Vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo...	51
3.4.2. Fase 2. Determinar los impactos sociales, económicos y ecológicos generados desde la producción, uso y fin de vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS.....	51
3.4.3. Fase 3. Proponer estrategias para la sustentabilidad del Agronegocio del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo.....	52
CAPÍTULO IV	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1. Elementos y procesos vinculados al Análisis de Ciclo de Vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo.	53
4.1.1. Fase obtención de materias primas-Datos de entrada.	54
4.1.2. Fase obtención de materias primas-Datos de salida.	57
4.1.3. Fase producción-Datos de entrada.....	62
4.1.4. Fase producción-Datos de salida.	63
4.1.5. Fase transporte y distribución-Datos de entrada.....	65
4.1.6. Fase transporte y distribución- Datos de salida.	66
4.1.7. Fase uso y disposición de residuos- Datos de entrada y salida.....	67
4.1.8. Datos de indicadores en los ámbitos social y económico.....	68
4.2. Determinación de impactos sociales, económicos y ecológicos generados desde la producción, uso y fin de vida del producto queso mozzarella en la microempresa ANDILACTEOS.....	77
4.2.1. Emisiones de Metano CH ₄	78

4.2.2. Emisiones de Dióxido de Carbono CO ₂	78
4.2.3. Producción de aguas residuales.	79
4.2.4. Generación de residuos sólidos.....	80
4.2.5. Variables sociales y económicas.....	80
4.2.6. Producción.	80
4.2.7. Adaptabilidad.....	81
4.2.8. Estabilidad.....	81
4.2.9. Confiabilidad.....	82
4.2.10. Equidad.	82
4.3. Estrategias para la sustentabilidad del Agronegocio del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo.	82
4.3.1. Estrategia de sustentabilidad para reducir emisiones de metano (CH ₄).	83
4.3.2. Estrategia de sustentabilidad para la variable adaptabilidad.....	85
4.3.3. Estrategia de sustentabilidad para la variable estabilidad.....	97
CAPÍTULO V	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.1. Conclusiones	98
5.2. Recomendaciones	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujograma etapa-producción.	31
Figura 2: Aspectos medio ambientales en la producción de queso.	38
Figura 3: Metodología del ACV, de acuerdo con la serie de normas ISO 14040	46
Figura 4: Esquema general del MESMIS: relación entre atributos e indicadores	47
Figura 5: Mapa de ubicación empresa ANDILACTEOS.....	49
Figura 6: Principales etapas del ACV de queso mozzarella.	53
Figura 7: Producción de metano según categoría de vacuno (CH ₄) en las fincas Nro. 1 y 2.....	60
Figura 8: Agua residual total en las fincas nro. 1 y 2.	62
Figura 9: Canal de comercialización, microempresa.....	67
Figura 10: Sistema de sustentabilidad de la microempresa ANDILACTEOS	77
Figura 11: Porcentaje de cumplimiento de Buenas prácticas de manufactura (BPM)	81
Figura 12: Puntos críticos en la sustentabilidad en la empresa ANDILACTEOS.	83
Figura 13: Diseño y construcción como estrategia sustentable.....	86
Figura 14: Umbral para puertas en empresa.	86
Figura 15: Condiciones específicas de pisos, paredes, techos y drenajes.	87
Figura 16: Pared cóncava y plana en área de producción.....	87
Figura 17: Condiciones específicas de ventanas, puertas y otras aberturas.	88
Figura 18: Instalaciones eléctricas, redes de agua y calidad del aire de ventilación.....	88
Figura 19: Ventilación eólica.	89
Figura 20: Condiciones específicas de áreas, estructuras internas y accesorios.	90
Figura 21: Señalética de obligación considerada en la microempresa.	91
Figura 22: Señalética de prohibición considerada en la microempresa.....	92

Figura 23: Señalética de advertencia considerada en la microempresa.....	92
Figura 24: Señalética de seguridad considerada en la microempresa.	93
Figura 25: Señalética de información considerada en la microempresa.	93
Figura 26: Disposición de desechos sólidos como estrategia para la producción sustentable. ..	94
Figura 27: Capacitación al personal como estrategia para la producción sustentable.....	95
Figura 28: Puntos crítico en transporte y almacenamiento del producto queso mozzarella.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción de queso en el Ecuador.	28
Tabla 2: Información nutricional del queso mozzarella.	29
Tabla 3: Producción de estiércol en bovinos de producción leche.	35
Tabla 4: Usos más frecuentes de energía en las empresas lácteas.	39
Tabla 5: Características ambientales de la zona de ubicación de la empresa.	50
Tabla 6: Descripción general de la zona de ubicación de las fincas productoras de leche.	54
Tabla 7: Consumo de agua en la rutina de ordeño, finca Nro. 1 y 2.	56
Tabla 8: Consumo de agua en la rutina de ordeño, finca San Miguel.	56
Tabla 9: Consumo de agua en bovinos, finca nro. 1.	57
Tabla 10: Consumo de agua en bovinos, finca nro. 2.	57
Tabla 11: Emisiones de CH ₄ en la finca nro. 1.	59
Tabla 12: Emisiones de CH ₄ en la finca nro. 2.	59
Tabla 13: Inventario de datos de entrada y salida en las fincas 1 y 2.	61
Tabla 14: Agua residual en el tiempo de ordeño, según el consumo de agua a nivel animal, finca nro. 1.	61
Tabla 15: Agua residual en el tiempo de ordeño, según el consumo de agua a nivel animal, finca nro. 2.	61
Tabla 16: Inventario de datos de entrada y salida en la microempresa, fase producción.	65
Tabla 17: Inventario de datos de entrada y salida, etapa transporte de materias primas y distribución de queso mozzarella.	67
Tabla 18: Consumo de etiquetas y fundas.	68
Tabla 19: Indicadores de sustentabilidad ámbito social y económico.	68

Tabla 20: Costos directos de fabricación.	69
Tabla 21: Costos indirectos de fabricación.	70
Tabla 22: Costos indirectos de fabricación.	70
Tabla 23: Análisis económico.	71
Tabla 24: Cumplimiento de la norma Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) capítulo 1.	72
Tabla 25: Cumplimiento de la norma Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) capítulo 3.	73
Tabla 26: Cumplimiento de la norma Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) capítulo 5.	74
Tabla 27: Requisitos para evaluar la calidad e inocuidad del queso mozzarella.	75
Tabla 28: Requisitos para evaluar la calidad e inocuidad del queso mozzarella según método de ensayo.	75
Tabla 29: Parámetros analizados para medir la calidad e inocuidad del queso mozzarella.	76
Tabla 30: Costos para la implementación del cultivo ryegrass (Lolium) por hectárea.	84
Tabla 32: Señalización por procesos.	91

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Glosario de términos.....	109
Anexo 2: Análisis realizados en la microempresa ANDILACTEOS.....	110
Anexo 3: Fotografías Obtención de materias primas.	111
Anexo 4: Fotografías Producción de queso mozzarella.	113
Anexo 5: Fotografías transporte y distribución.	115
Anexo 6: Fotografías distribución de queso mozzarella.	116

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito analizar los impactos ecológicos, sociales y económicos generados en la producción de queso mozzarella, a fin de establecer estrategias para la sustentabilidad del agronegocio en la empresa ANDILACTEOS. Mediante la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), dónde se registró datos de inventario de entrada y salida para cada fase del ACV, es así que se consideraron las etapas de obtención de materia prima, producción, transporte y distribución, uso y disposición de residuos. Se determinó que para producir un kilogramo de queso mozzarella se emite 0,023 kg de metano (CH₄), 3,91 kg de dióxido de carbono (CO₂) y 28,8 litros de agua residual. Dentro de los indicadores sociales y económicos se consideraron las variables de productividad, adaptabilidad, estabilidad, confiabilidad y equidad en la fase producción. Además se realizó un estudio comparativo en base a fuentes bibliográficas para medir la sustentabilidad de la empresa.

Palabras clave: Análisis de ciclo de vida (ACV), sustentabilidad empresarial, queso mozzarella, valor agregado, impactos ecológicos, sociales y económicos.

ABSTRACT

The purpose of this current investigation was to analyze the ecological, social and economic impacts generated in the production of mozzarella cheese, in order to establish strategies for the agribusiness sustainability in ANDILACTEOS microenterprise. Through the Life-cycle Analysis (LCA) methodology and Evaluation Framework of Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS), where input and output inventory data were registered for each phase of the LCA, that's how they were considered the stages of obtaining raw materials, production, transport and distribution, use and disposal of waste. It was determined that to produce a kilogram of mozzarella cheese, 0,023 kg of methane (CH₄), 3,91 kg of carbon dioxide (CO₂) and 28,8 liters of waste water were produced in this process. Within the social and economic indicators were considered the variables of productivity, adaptability, stability, reliability and equity in the production phase. In addition, a comparative study was carried out based on bibliographic sources to measure the sustainability of the microenterprise.

Key words: Life-cycle analysis (LCA), business sustainability, mozzarella cheese, added value, ecological, social and economic impacts.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el Agronegocio se ha convertido en el eje fundamental de la economía de algunos países. Sin embargo; “La eficiencia empresarial del Agronegocio parte de la concepción de utilización de recursos productivos para obtener el máximo rendimiento, siendo necesario identificar cómo emplean las distintas empresas estos recursos” (Guzmán, Briones, & De Nieves Nieto, 2013).

En el Ecuador existen varias empresas que aprovechan sus recursos con éste fin, es así que, la demanda de productos lácteos registró un total de USD 935,27 millones en el año 2014, la cual representó el 0,74 % de la producción nacional. Ecuador es uno de los países que se caracteriza principalmente por la crianza de ganado vacuno, representando el 59,76% del ganado total del Ecuador, en el cual la Sierra posee la mayor cantidad con el 51,06% (ProEcuador , 2016).

La empresa ANDILACTEOS está ubicada en la ciudad de Otavalo, provincia de Imbabura y se dedica a la producción artesanal de queso mozzarella, siendo su capacidad de fabricación mensual 980 bloques de 2,4 kg de queso mozzarella. Al ser una empresa artesanal, no cuenta con información adecuada de los impactos que se generan dentro de sus procesos de producción, por cuanto únicamente buscan un determinado beneficio económico para satisfacer sus requerimientos. Las operaciones adoptadas pueden traer consigo consecuencias negativas, afectando directamente a los tres pilares fundamentales de la sustentabilidad (económicos, sociales y ecológicos) (Quispe , 2016).

Es así que se genera un vacío, al no realizar un seguimiento adecuado de la trazabilidad de sus productos y el proceso de transformación de las materias primas, ya que es de vital importancia conocer el ambiente local de la empresa para así proveer de productos saludables y sustentables (Pacurucu , 2012).

El objetivo 3 y 6 del plan toda una vida, apoya a este tipo de investigaciones y emprendimientos, que contribuyen a “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ecológica, territorial y global” y “Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir rural” (Consejo Nacional de Planificación , 2017).

La competitividad y sostenibilidad son pilares fundamentales en el desarrollo de toda empresa, ya que mejora el nivel de productividad, promueve la atracción de nuevos clientes y fortalece su posicionamiento en el mercado. El adecuado vínculo entre ambos principios en donde el uso eficiente de los recursos naturales, económicos y sociales, así como la adaptación de la empresa a las preferencias de los individuos para proveerles de productos sustentables y saludables, son exigencias que las empresas deben considerar como oportunidades estratégicas para generar valor agregado, alcanzar objetivos y metas planteadas (Lloret, 2011).

Por lo señalado, se vuelve necesario y prioritario para la empresa implementar la sustentabilidad en todos sus procesos de producción enlazados al Análisis de Ciclo de Vida (ACV), ya que la misma incorpora estrategias de negocios y actividades que satisfagan requerimientos de la empresa, mientras protege, sostiene los recursos ecológicos que serán necesitados en el futuro (Solís, Robles, Preciado, & Hurtado, 2017).

Las empresas emplean estrategias generalmente conocidas como las relativas a precio, promociones, empaque, entre otros; además de estas, existen otras que integran la reducción en el consumo de energía, distribución de costos, erosión del suelo (...) y otras formas de daños ecológicos, sociales y económicos” (Fraj, Martínez, & Matute, 2011).

La importancia de este tipo de estudios radica en el valor del agronegocio, ya que el consumo responsable de sus productos, promueve un manejo sustentable de sus procesos productivos. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV), dentro de la sustentabilidad empresarial, permite generar ventajas competitivas y comparativas a través del ahorro de costos y mejora de posiciones en el mercado, incremento de ganancias e innovación de la imagen de la empresa o de un producto determinado.

La presente investigación se enmarcó en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (O.D.S.) y el análisis de los impactos ecológicos, sociales y económicos que se producen en la producción de queso mozzarella de la empresa ANDILACTEOS donde se establecieron propuestas para su desarrollo sustentable, utilizando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

1.1. Problema.

Dentro de la producción de queso mozzarella de la empresa ANDILACTEOS existen procesos como: obtención de materia prima, producción, transporte y distribución, uso y disposición de los residuos, los cuales, según estudios Finnegan, *et al*, (2017), expresa que causan impactos en el ambiente, la sociedad, la economía y la salud de las personas.

Actualmente la principal problemática considerada es que, no se cuenta con un estudio de la trazabilidad de las materias primas utilizadas para el procesamiento del producto queso mozzarella, ya que no cuenta con registros reconocidos como certificación de BPM, control en el consumo de energía eléctrica y agua, generación de residuos sólidos e inadecuada recolección, además de otros, la falta de información sobre la procedencia de materias primas, genera una incertidumbre que puede afectar la salud de los futuros consumidores y los tres pilares fundamentales de la sustentabilidad. Es por ello que se debe dar un énfasis más profundo en la productividad como un agronegocio sustentable.

En el presente estudio se plantea realizar el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del queso mozzarella para fortalecer el valor agregado de la empresa, ya que el ACV es una herramienta de gestión que va encaminada al uso adecuado de los recursos que intervienen en los procesos de producción del queso. Por consiguiente, se presentará varias alternativas y estrategias de producción sustentable y aplicable a la empresa.

1.1.1. Preguntas directrices.

- ¿Cuáles son los elementos y procesos vinculados al análisis del ciclo de vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo?
- ¿Cuáles son los impactos sociales, económicos y ecológicos que se dan en los procesos del ACV del queso mozzarella que oferta la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo?
- ¿Qué estrategias promoverían la sustentabilidad del Agronegocio según el ACV del queso mozzarella que oferta la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo?

1.2. Objetivos.

1.1.2. Objetivo general.

Evaluar el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) en la producción de queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS, de la ciudad de Otavalo, con el fin de proponer estrategias para la sustentabilidad del negocio.

1.1.3. Objetivos específicos.

- Identificar los elementos y procesos vinculados al Análisis de Ciclo de Vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo.
- Determinar los impactos sociales, económicos y ecológicos generados desde la producción, uso y fin de vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS.
- Proponer estrategias para la sustentabilidad del Agronegocio del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes.

Fernando Canellada, en junio del 2017 presentó el Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono de una quesería tradicional asturiana, permitiéndole conocer a la empresa los impactos que se producen por varias actividades industriales, donde se reportó que el ACV y huella de carbono, tuvo mayor influencia en el consumo de leche y el consumo de energía eléctrica, resultando de esta una influencia positiva en el aprovechamiento de suero. La huella de carbono de la investigación abordo 10,2 kg de CO₂ por cada kg de queso producido. En el mismo estudio se propuso varias estrategias de mejora continua para promover la sustentabilidad en sus procesos de producción.

Por otro lado en el año 2012 Aguirre Villegas, *et al*, presentaron en Wisconsin el valor de emprender en una empresa dando a conocer los impactos que se promueven de ella, por tal razón dicho estudio permitió visualizar la evaluación del impacto del Ciclo de Vida y métodos de asignación para el desarrollo y procesamiento de quesos y suero. De este estudio los resultados de emisiones de CO₂ son presentados por la sumatoria de un conjunto de valores que se desprenden de varias actividades como: combustión de gasolina, combustión de gas natural, emisiones de energía eléctrica, entre otras, resultando un valor de 12, 45 kg de CO₂.

En vista de que los consumidores son cada vez más conscientes del consumo cotidiano y las características sostenibles de cada producto que compran, en el año 2013 se realizó un estudio en una industria láctea de Estados Unidos, para garantizar la fabricación de lácteos y especialmente la producción de queso mozzarella. Por tales motivos los actores de toda la industria láctea de los

EE. UU. están trabajando en conjunto para mejorar el desempeño ambiental de toda la cadena de suministro. Los resultados obtenidos en éste estudio para el consumo de energía abordaron la demanda acumulada de energía en MJ, para así obtener el valor de emisiones de 9,01 kg CO₂ (Kim, Daesoo, *et al.*, 2013).

En el año 2017 fue necesario realizar un estudio de evaluación del ciclo de vida y estimación de los impactos ambientales asociados con la fabricación de leche en polvo y mantequilla en la República de Irlanda. La investigación ayudó hacer frente a la demanda mundial de alimentos de consumo básico y a la sostenibilidad de las industrias lácteas, los valores obtenidos representan 1,33 kg de CO₂ por kg de leche en polvo producido y 0,38 kg de CO₂ por kg de mantequilla producida (Finnegan, *et al.*, 2017).

Se realizó otro estudio en Wisconsin con el objetivo de reducir los impactos ambientales que se producen por las actividades humanas. En el año 2015 se evaluó el efecto de la integración de los sistemas lácteos y bioenergéticos en el uso de la tierra, la intensidad neta de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Se comparó un sistema de granja lechera de referencia de Wisconsin con un sistema que produce productos lácteos y bioenergéticos (Aguirre, *et al.*, 2015).

2.2.Marco teórico.

2.2.1. Producción.

2.2.1.1.Producción de queso mozzarella.

Los hogares del Ecuador consumen regularmente queso, el 84,3% del país, convirtiéndose así en un mercado muy dinámico. En la tabla 1 se puede apreciar los porcentajes de consumo y producción de queso en el país.

Tabla 1: Producción de queso en el Ecuador.

Tipos de quesos elaborados en el Ecuador	% Producción	% Consumo
Queso fresco	71,01	44,30
Queso mozzarella	23,26	90,50
Queso Rallado	2,85	99,40
Otras variedades	2,89	8,80

Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. (2017)

2.2.1.2. Queso Mozzarella.

El queso tipo mozzarella adquiere las características de un queso fibroso, estirable, que se derrite al hornearlo. Existen dos variedades de queso mozzarella: el queso tradicional de alta humedad y el de baja densidad, llamado también descremado parcialmente.

El queso tipo tradicional de alta humedad adquiere una vida muy corta y no se presta a las nuevas metodologías de empaçado ya que tiende a perder varios líquidos después de cada empaque. El queso de mayor importancia comercial es el de baja humedad y parcialmente descremado. Además de ser un producto con un promedio de vida adecuado se presta a las técnicas modernas de empaque y comercialización. Dicho queso se lo realiza con mejores condiciones higiénicas y posee excelentes características de calidad, se lo usa en pizzas, sándwiches y platos calientes (Ramírez Navas, 2010).

2.2.1.3. Información nutricional del queso mozzarella.

En la tabla 2 se observa un resumen de los nutrientes del queso mozzarella y la proporción de cada una. Además se identifican los porcentajes de valores diarios para una dieta de 233Kcal, estos valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.

Tabla 2: Información nutricional del queso mozzarella.

Descripción	Cantidad	Unidad
Calorías	233	Kcal
Proteínas	19,9	g
Grasas	16,1	g
Colesterol	78	mg
Calcio	632	mg
Potasio	67	mg
Sodio	373	mg
Vitamina D	0,1	ug

Fuente: Empresa ANDILACTEOS

2.2.1.4. Descripción del proceso de elaboración de queso mozzarella.

Recepción.- Se receipta la leche realizando las siguientes pruebas físicas químicas.

- Prueba de densidad
- Prueba de reductasa
- Prueba de peso
- Prueba de grasa
- Prueba de punto de congelación
- Prueba de alcohol

Análisis.- En esta etapa se aplica la prueba de acidez en la materia prima, con el objetivo de evaluar el pH y el nivel de acidez de la leche.

Filtración.- Se realiza mediante filtros con el propósito de retener las impurezas macroscópicas de la materia prima.

Acidificación.- Se añade ácido cítrico o hidróxido de sodio con el propósito de acidificar la leche según el punto permitido en la etapa de análisis.

Descremado.- En esta etapa se introduce el 30 % de leche en la descremadora ya que el queso mozzarella es de baja humedad y parcialmente descremado.

1er. Calentamiento.- Se calienta la leche a temperatura de 37 °C.

Coagulación.- Se añade cuajo y se deja en reposo durante 30 minutos, en este tiempo se forma un coagulo espeso.

Corte y batido.- Con una lira a una distancia de 1.75 cm., se fragmenta la cuajada y se la agita con el fin de que desuere.

Desuerado.- Con una pala se mueve la cuajada a los lados de la tina y se procede a retirar el suero en su totalidad.

2do. Calentamiento e hilado.- Se pica la cuajada en pequeños trozos, se agrega los insumos como sal, citrato de potasio y sorbato de potasio y se procede a hilar en las pailas de acero inoxidable a 80 y 100 °C.

Moldeo y enfriamiento.- Se forman bolas de 2400 gramos, se moldea y se enfría dejando reposar por 15 min.

Empaquetado y etiquetado.- Se procede a empaclar y etiquetar en fundas de polietileno de baja densidad virgen.

Almacenamiento.- Se almacena el queso mozzarella en canastos de plástico a 5 °C.

Lavado.- Se procede a realizar la limpieza de la planta y se lava todos los moldes y materiales de acero inoxidable con hipoclorito con el fin de retirar todas las impurezas.

2.2.1.5. *Flujograma de proceso de elaboración para queso mozzarella.*

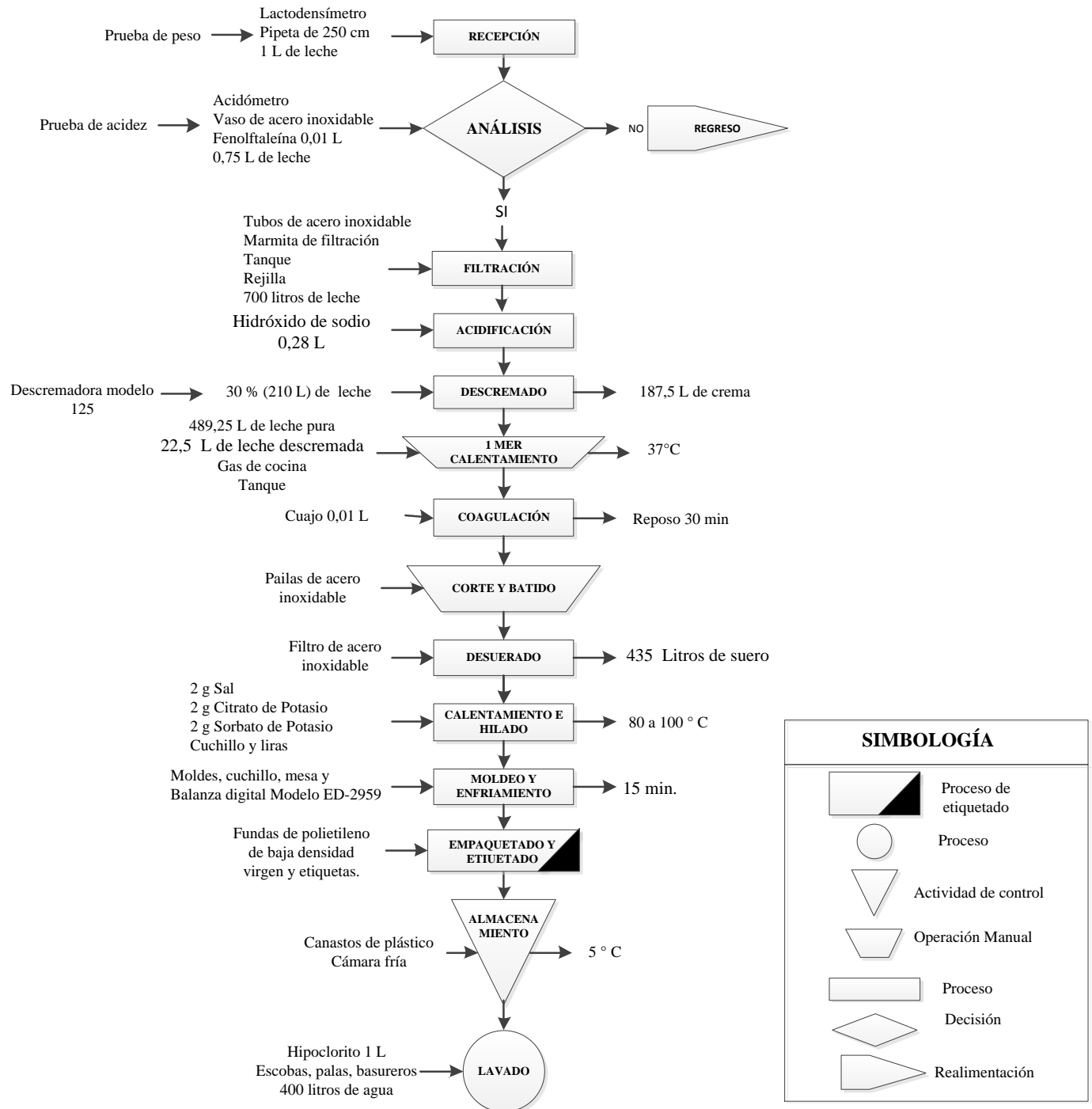


Figura 1: Flujograma etapa-producción.
Fuente: Microempresa ANDILACTEOS.

2.2.2. Sustentabilidad empresarial.

2.2.2.1. El agronegocio

Según Ramírez, (2013), el Agronegocio es un sistema integrado de negocios enfocado en el consumidor, que incluye los aspectos de producción primaria, procesamiento, transformación y todas las actividades de almacenamiento, distribución y comercialización, así como todos los servicios que una empresa necesita para que opere competitivamente.

2.2.2.2. Agronegocio sustentable.

Vásquez & Venegas (2015) plantean el enfoque principal de la sustentabilidad, que consiste en ir involucrando los tres aspectos económicos, sociales y ambientales, que ayuden a crear conciencia a las empresas, para que se presente la realidad de sus productos, esto quiere decir utilizar una estrategia de negocio que impulse a sus consumidores a comprar responsablemente; por esta razón se presenta el concepto del Agronegocio sustentable: “El Agronegocio sustentable es la habilidad de lograr una rentabilidad económica sostenida en el tiempo, protegiendo los sistemas naturales y proveyendo una mejor calidad de vida para las personas” (Calvente , 2007).

2.2.3. Sustentabilidad ecológica.

2.2.3.1. Impacto ecológico.

Impacto ecológico es “Es el cambio que se origina por la condición o característica dentro del ambiente por efecto de un proyecto o actividades produciendo daños perjudiciales en cada etapa del ciclo de vida de los productos con sus respectivos niveles de importancia.” (Arboleda , 2008).

2.2.3.2. Aspectos ecológicos en la producción de leche.

El manejo ambiental dentro de la producción de leche debe estar enfocado en el conjunto adecuado de técnicas para evitar la contaminación del Agua, el Aire y la Vida. Según el manejo, prácticas y tratamiento adecuado, evitarán la generación de impactos negativos en el ambiente (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca , 2008).

El proceso de producción de leche, se genera por la explotación de bovinos, misma que aporta varios efectos irreversibles, dentro de las actividades pecuarias de pastoreos se producen varios impactos ambientales que en la mayoría son considerados como negativos, uno de ellos es la erosión y compactación del suelo. Los impactos que se generan se producen por privilegiar el monocultivo de un solo tipo de pasto, por la actividad continua en las quemas estacionales, por la eliminación de la sucesión vegetal por medio de químicos (herbicidas), por la contaminación del agua por medio de las prácticas de ordeño, así como también las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen por la quema de combustibles en el transporte terrestre de las materias primas o productos finales (Murgueitio, 2003).

Contaminación de las aguas en explotaciones de bovinos.

En la actualidad varias empresas no consideran las actividades que realizan dentro de sus procesos de producción, es decir no comprenden que los productos derivados de actividades ganaderas ocupan el primer lugar en el grupo de alimentos de primera necesidad.

Por esta razón dentro de estas actividades se genera la contaminación de las aguas por medio de patógenos que constituyen un riesgo en la salud humana, en la modificación de los suelos mediante el deterioro de la estructura. Dichos impactos influyen considerablemente en la disponibilidad estacional de las llamadas aguas verdes o aguas residuales. La producción ganadera intensiva es una vía de desarrollo que varios países implementan en su estrategia de producción,

pero dicha manera de explotación sin un adecuado manejo trae consigo impactos en la degradación de la calidad de las aguas subterráneas y superficiales a escala internacional, esto se debe al uso excesivo de pesticidas y agregados alimentarios como hormonas o antibióticos dentro de dicho sistema de manejo (Sarnett, *et al*, 2007).

FAO (2006), comenta que “El sobrepastoreo afecta directamente el ciclo productivo del agua, impidiendo que se remueva los recursos hídricos de superficie o subterráneos. El desvío de importantes cantidades de agua se produce por la producción de forraje”. “A nivel global la ganadería ocupa un 70% de fuentes de agua dulce, esta cifra es elevada ya que se produce por la cantidad de suelos que se deben irrigarse para obtener una ganadería viable y aumentar y mejorar la producción de pastos” (Rubio, 2013).

Generación de residuos en explotaciones ganaderas.

El uso de los residuos sólidos es influenciado por el tiempo de duración que está destinado el animal para su estancia en el campo abierto y dentro de la lechería, por lo que los residuos que son generados en campo abierto no son recolectados, ya que son dejados al abandono. Es decir durante un día normal las vacas pasan 18 horas al día en campo abierto y 6 horas se encuentran dentro del lugar de ordeño. En las épocas de invierno los animales suelen pasar más tiempo en el recinto de ordeño y por ende menos tiempo en campo abierto, es decir pasan 16 horas al día en el campo abierto y 8 horas dentro del recinto de lechería (Cofré , 2014).

La concepción de residuos en la actualidad depende de muchas variables como el tipo de bovino, su peso y alimentación, entre otras, un ejemplo son las vacas tipo Holstein Friesian, éstas poseen un peso promedio de 550 kg y son alimentadas con 18 kg de materia seca. La producción de purines en vacunos de lecherías es de 105 litros/vaca/día (Cofré , 2014).

Es por esta razón que varios autores proponen un sinnúmero de ecuaciones, intentando calcular la cantidad de estiércol que produce un animal, a continuación se presenta en la tabla 3 donde se recoge la producción de estiércol que cabría esperar del ganado vacuno de leche en función del peso vivo de los animales (Berra , Finster, & Valtorta , 2009).

Tabla 3: *Producción de estiércol en bovinos de producción leche.*

Peso del animal (Kg)	Producción total de estiércol (Kg/día)
70	5-6
225	18-20
450	36-39
625	46-52

Fuente: (Torres , Cambra-López , García-Rebollar , & De blas , 2008, págs. 121-150)

El metano CH₄ es un gas de efecto invernadero (GEI), su contribución al calentamiento global es 21 veces la correspondiente al CO₂, este fue considerado así por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Hay que recalcar que existen varias fuentes de CH₄, entre las que se encuentra la principal que es la fermentación entérica de los rumiantes. Varios inventarios de GEI en producción de CH₄ entérico representan alrededor del 30% de las emisiones. Hay que señalar que los datos de los inventarios son estimaciones que llevan a cabo factores de emisión por defecto del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Berra , Finster, & Valtorta , 2009).

Contaminación atmosférica

Desde el punto de vista de la contaminación atmosférica, los residuos ganaderos crean dos grandes tipos de problemas, por un lado la producción de malos olores y otro la emisión de contaminantes a la atmósfera que contribuyen tanto al efecto invernadero como a la acidificación o la conocida como lluvia ácida. En un estudio realizado por la FAO, la ganadería es responsable del 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero medidas en equivalentes de CO₂. Además

emiten 2/3 de las emisiones antropogénicas de amoníaco, gas con un importante papel en la lluvia ácida (Rivera Ferre, 2007).

Medidas de higiene durante el ordeño en explotaciones de bovinos.

Las prácticas que se deben tomar en cuenta en el ordeño son un proceso muy importante, es por ello que se debe realizar con frecuencia una inspección a las ubres, limpieza y estimulación de la salida de la leche, además la materia prima debe ser vertida en recipientes adecuadamente higienizados, para el consumo doméstico o venta. El acopio y el transporte deben ser breves para reducir al mínimo la descomposición del producto (Chandi & Vela , 2012).

Impactos ambientales en el almacenamiento y transporte de materias primas y queso.

La principal fuente de captación de leche por las industrias es recibir la leche producida por los establos mediante el almacenamiento de perolas, los cuales son llevados después los centros de acopio o refrigeración y finalmente ser utilizados por las industrias lácteas. Este flujograma necesita una revisión más profunda ya que la calidad de los productos depende desde estos pequeños pasos. Es por ello también que la llamada relación tiempo-temperatura asume una importante relevancia para la conservación de la leche recién ordeñada, es así, que la cadena fría es fundamental para prevenir la multiplicación de los microorganismos patógenos de la leche (De los Reyes Gonzales , Coca, & Molina , 2010).

2.2.3.3. Aspectos ambientales en la industria láctea.

Belitz, (2005) manifiesta que las industrias relacionadas con el sector lácteo son muy variadas, tanto como los productos lácteos presentes en el mercado. Debido a su complejidad, no es posible generalizar sobre la contaminación generada, que será muy específica del tipo de industria de que se trate. Los principales aspectos ambientales de la industria láctea tienen que ver con un elevado consumo de agua y energía, la generación de aguas residuales con alto contenido orgánico y la

producción y gestión de residuos. De mayor importancia son las emisiones de gases y partículas a la atmósfera y el ruido.

Es importante destacar que la cuantificación de estos aspectos puede variar entre unas instalaciones y otras en función de factores como el tamaño y antigüedad de la instalación, equipos, manejo, planes de limpieza, sensibilización de los empleados, etc. (Palacios , 2015).

Contaminantes derivados de la actividad industrial para producción de queso mozzarella.

El ciclo de producción en la industria láctea tiene su origen en las haciendas ganaderas con la obtención de la leche por medio del ordeño de las vacas productoras, posteriormente es trasladada a los distintos centros de acopio o de industrialización donde la recepción de la misma constituye la primera fase en la elaboración de los distintos productos; a partir de este momento se diversifican los procesos y actividades auxiliares demandando cada uno de ellos. La evaluación semi cualitativa de estos aspectos asociados a cada operación de proceso ò auxiliar se realiza en función de su importancia relativa respecto del proceso en su totalidad (González , 2012).

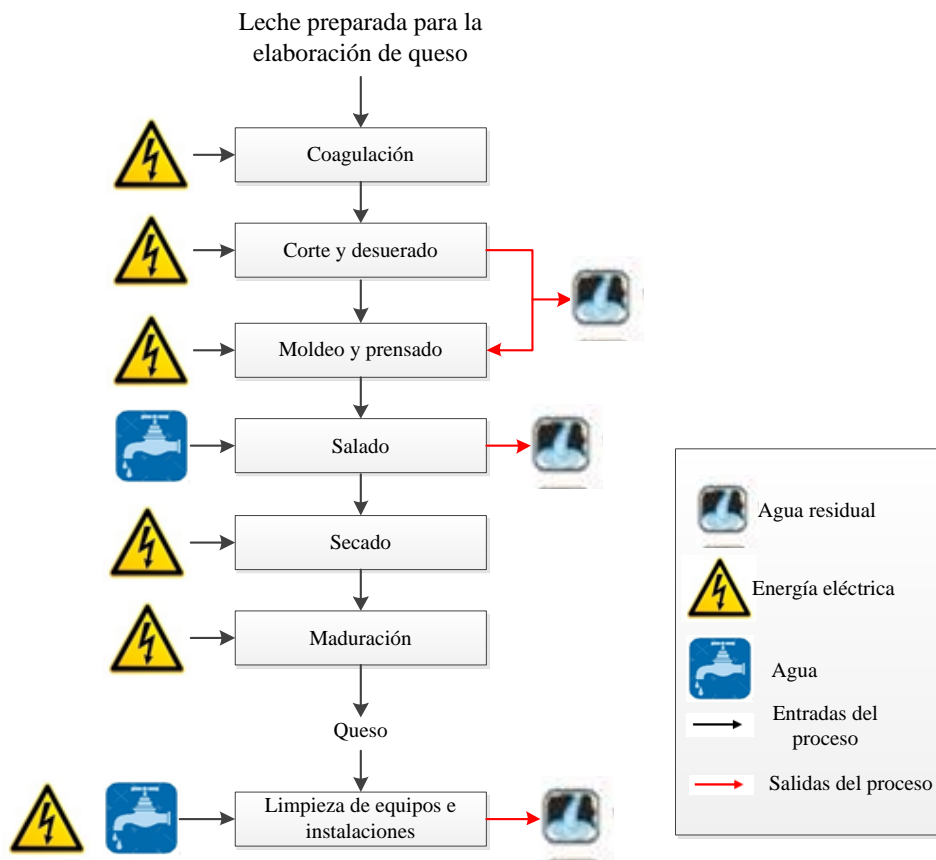


Figura 2: Aspectos medio ambientales en la producción de queso.

Fuente: Gonzáles, (2012)

Nota: Tomado de revista Mundo Pecuario, VIII, Nro. 1.

Consumo de energía.

Las instalaciones de procesamiento de productos lácteos consumen una cantidad considerable de energía. Normalmente, alrededor del ochenta por ciento de la demanda de energía responde a usos térmicos y se destina a la generación de agua caliente y vapor para las aplicaciones de proceso (por ejemplo, pasteurización, evaporación y deshidratación de la leche) y labores de limpieza. El veinte por ciento restantes se emplea como electricidad suministrada a la maquinaria de procesamiento, refrigeración, ventilación y alumbrado (ver tabla 4) (Corporation International Finance, 2007).

Tabla 4: Usos más frecuentes de energía en las empresas lácteas.

Energía	Usos más frecuentes	Equipos
Térmico	Generación de vapor y agua caliente, limpiezas	Pasteurización/esterilizados, sistemas de limpieza
Eléctrica	Refrigeración, iluminación, ventilación, funcionamiento de equipos	Equipos de funcionamiento eléctrico (bombas, agitadores), luces

Fuente: Palacios, (2015).

Cáceres, (2012), menciona que la mayor parte de los residuos generados en la empresa láctea son de carácter inorgánico, principalmente residuos de envases y embalajes tanto de materias primas y secundarias como del producto final. También se generan otros residuos relacionados con las actividades de mantenimiento, limpieza, o el trabajo de oficina y laboratorio.

Consumo de agua.

Las industrias lácteas consumen diariamente grandes cantidades de agua en cada uno de sus procesos, esto se da especialmente por mantener las condiciones higiénicas y sanitarias requeridas. Dependiendo del tipo de instalación, el sistema de limpieza y manejo del mismo la cantidad total de agua consumida en el proceso puede llegar a superar varias veces el volumen de leche tratada. Este consumo suele encontrarse entre 1,3-3,2 l de agua/kg de leche recibida, pudiéndose alcanzar valores tan elevados como 10 l de agua/kg de leche recibida. Sin embargo, es posible optimizar este consumo hasta valores de 0,8-1,0 l de agua/kg leche recibida utilizando equipamientos avanzados y un manejo adecuado (Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente, 2000).

Aguas residuales.

El problema medioambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente inorgánica). En cuanto al volumen de aguas residuales generado por una empresa láctea se pueden encontrar valores que oscilan entre 2 y 6 l por litro de leche procesada. Las aguas residuales generadas en una empresa láctea se pueden clasificar en función de dos focos de generación: procesos y limpieza, y refrigeración (Cáceres, 2012).

En general, los efluentes líquidos de una industria láctea presentan las siguientes características:

- Alto contenido en materia orgánica, debido a la presencia de componentes de la leche.
- Presencia de aceites y grasas, debido a la grasa de la leche y otros productos lácteos, como en las aguas de lavado de la mazada.
- Niveles elevados de nitrógeno y fósforo, principalmente debidos a los productos de limpieza y desinfección.
- Variaciones importantes del pH, vertidos de soluciones ácidas y básicas. Principalmente procedentes de las operaciones de limpieza, pudiendo variar entre valores de pH 2-11.
- Conductividad elevada (especialmente en las empresas productoras de queso debido al vertido de cloruro sódico procedente del salado del queso).
- Variaciones de temperatura (considerando las aguas de refrigeración).

Residuos.

Uribe (2011), comenta que el manejo de residuos sólidos y líquidos tiene como fin minimizar las posibilidades de contaminación de los productos obtenidos en una finca ganadera, de las fuentes de agua, evitar la propagación de plagas y presentación de enfermedades. La mayoría de los residuos generados por la empresa láctea son de carácter inorgánico, y existen varios, como por ejemplo residuos de envases y embalajes tanto de materias primas como residuos del producto final, además se generan residuos relacionados con las actividades de mantenimiento limpieza, trabajo de oficina entre otros.

Emisiones de metano entérico (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) en el sector lácteo.

El sector lácteo genera cerca del cuatro por ciento de todas las emisiones antropogénicas mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) según un nuevo informe de la FAO. Esta cifra incluye las emisiones asociadas a la producción, elaboración y transporte de productos lácteos, así como las emisiones relacionadas con la carne de animales procedentes del sector lácteo (Roma, 2010).

Es decir el calentamiento global es considerado como una amenaza ambiental, social y económica. Entre los principales gases asociados está el metano (CH₄), ya que tiene un potencial de calentamiento superior al dióxido de carbono, es decir la ganadería es responsable del 30 a 40 % de las emisiones vertidas al ambiente (Marín Gómez, 2013).

Las medidas preventivas de emisión de gases contaminantes se basan en el mantenimiento y limpieza adecuados de los quemadores, el autocontrol de las emisiones y en caso de ser necesario la implantación de medidas correctoras. Las principales emisiones gaseosas de las industrias lácteas se generan en las calderas de producción de vapor o agua caliente necesarios para las operaciones de producción y limpieza (González, 2017).

Los contaminantes que se pueden esperar en los gases de combustión son el CO₂ y partículas. Los niveles de emisión de estos contaminantes varían en función del tipo y calidad del combustible utilizado, del estado de las instalaciones, de la eficiencia y control del proceso de combustión. Los combustibles más empleados en las calderas son de tipo sólido (carbón o madera), líquido (fuel o gasóleo) o gaseoso (gas natural) (González , 2012).

El gas natural a pesar de que representa solamente un 10% de las reservas energéticas mundiales, representa un combustible cada vez más extendido dadas las ventajas que presenta. El gas natural se encuentra exento de azufre y otras impurezas, por lo que se producen emisiones de estos contaminantes. No es necesario almacenarlo en las fábricas aunque su uso también representa riesgos de incendio y explosión (González , 2012).

2.2.4. *Sustentabilidad social.*

Aspectos sociales.

Es la integración en las operaciones de la empresa de políticas y actuaciones que recogen las preocupaciones sociales y medioambientales con la finalidad de impulsar en paralelo al desarrollo de su actividad económica (De la Cruz , 2013).

Beneficios al aplicar la sustentabilidad social.

- Fidelidad y aprecio de sus clientes.
- Confianza y transparencia con sus proveedores.
- Oportunidades para nuevos negocios.
- Imagen corporativa positiva y estima de la sociedad.
- Aumento de la productividad y la rentabilidad.
- Compromiso y adhesión de sus empleados y mejoramiento de la cultura organizacional.
- Confiabilidad y respaldo de los mercados financieros e inversionistas

Aspectos sociales y en la salud.

Los impactos que se producen depende de la importancia del propietario, es así que aspectos como el mercadeo, ubicación de la finca, la educación, los precios, la organización jerárquica y todos aquellos factores que se relacionan con la fuerzas económicas, son muy importantes pues cada uno de ellos afectan a las decisiones que se deben tomar para asegurar una buena relación con el medio, además que las empresas deben obtener certificaciones y registros que les permita expender sus productos, así como por ejemplo la certificación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Buenas Prácticas de Higiene (BPH) y normas ISO, (Cástro , 2002).

2.2.5. *Sustentabilidad económica.*

El análisis económico es la disciplina que diagnostica la capacidad que tiene la empresa para generar beneficios y atender adecuadamente los compromisos de pagos, evalúa su viabilidad futura y facilita tomar decisiones encaminadas a reconducir y mejorar la gestión de los recursos de la empresa para lograr crear valor y, así, continuar en el mercado. El análisis económico en la empresa tiene como objetivos evaluar la evolución económica (la capacidad de generar beneficios) y la habilidad financiera (la capacidad para atender adecuadamente los compromisos de pagos), son las causas de los cambios en dicha situación, así como estimar y predecir, dentro de ciertos límites, la evolución futura de la situación económica y financiera para poder emitir un juicio crítico y razonado que permita la posible toma de decisiones posterior. Por todo ello, es una parte imprescindible del análisis interno de la empresa para conseguir crear valor (Moreno , 2012).

2.2.6. *Análisis del ciclo de vida (ACV).*

El análisis de ciclo de vida (ACV), es un proceso objetivo que permite evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, procedimiento o actividad identificando y ponderando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno; para valorar el impacto que ese uso de recursos y

esos vertidos producen en el entorno y para evaluar y llevar a la práctica estrategias para la mejora ambiental (Güereca Hernández, 2006).

El ACV es una metodología que permite identificar, medir y caracterizar impactos ecológicos asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto, además plantea manejar los residuos dentro de un proceso de forma sustentable. Incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesamiento de materias primas, producción, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y disposición del residuo (Regardía, 2004). Esta herramienta comprende un proceso iterativo, el cual permite incrementar el nivel de detalle en sucesivas iteraciones (Güereca Hernández, 2006).

2.2.6.1. Fases del ACV.

Para poder utilizar esta técnica se fueron desarrollando varios métodos según cada país que lo aplique, es por ello que según la Norma INEN-ISO 14040 desarrollada en Ecuador, se planteó una serie de fases que se deben seguir, en la figura 3 se presenta la metodología del ACV (Rodríguez, 2003).

2.2.6.1.1. Definición de objetivos y alcances.

El objetivo y alcance del ACV, deben ser definidos cuidadosamente, ya que es importante tener claro el motivo de la investigación, ya que la definición implica hasta donde llegar y que satisfacer con el mismo. Entre varios motivos se pueden identificar estrategias del mejoramiento de procesos, determinar alternativas para la renovación de un material, o definir alternativas para el manejo de desechos. La extensión del estudio explica la selección de la metodología, suposiciones y limitaciones importantes, ya que el mismo es un procedimiento que inicia con la selección y requisitos que se deben adaptar si existe más información disponible (Suppen & Van Hoof, 2014).

2.2.6.1.2. Inventario del Ciclo de Vida (LCI).

El inventario del ciclo de vida (LCI), abarca la obtención de datos mediante varios procedimientos de cálculo con el fin de cuantificar las entradas y salidas más relevantes de un sistema, tomando como referencia la unidad funcional. El inventario del ACV, se puede desarrollar para un proceso, un servicio o una actividad considerando todas las etapas de su vida útil, (Güereca Hernández, 2006).

El inventario es básicamente una recopilación y procesamiento de datos relacionados con la producción y uso de un producto en específico. El análisis del ACV debe describir y simular el modelo particular del sistema, luego permitir la adquisición de los datos requeridos y los cálculos derivados de las figuras de entrada y salida para el sistema (Suppen & Van Hoof, 2014).

2.2.6.1.3. Evaluación del impacto del Ciclo de Vida (EICV).

La evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV) es una técnica que permite evaluar el desempeño ambiental y el riesgo en base a varios estudios. De acuerdo a la ISO 14040 existen tres elementos puntuales para realizar la evaluación, que incluyen, primero la definición de categorías de impactos, segundo la asignación de resultados del inventario (ICV) a categorías de impacto, tercero la modelación de indicadores por cada categoría (Suppen & Van Hoof, 2014).

2.2.6.1.4. Interpretación de resultados.

En este paso, se considera la información obtenida en los pasos antes mencionados con el fin de dar un juicio final. El resultado final del ACV, ofrece un apoyo a la toma de decisiones y por tanto es necesario incluir una herramienta adicional para identificar los aspectos no ambientales como son los sociales y económicos que también deben ser considerados como parte del proceso en la toma de decisiones (Suppen & Van Hoof, 2014).

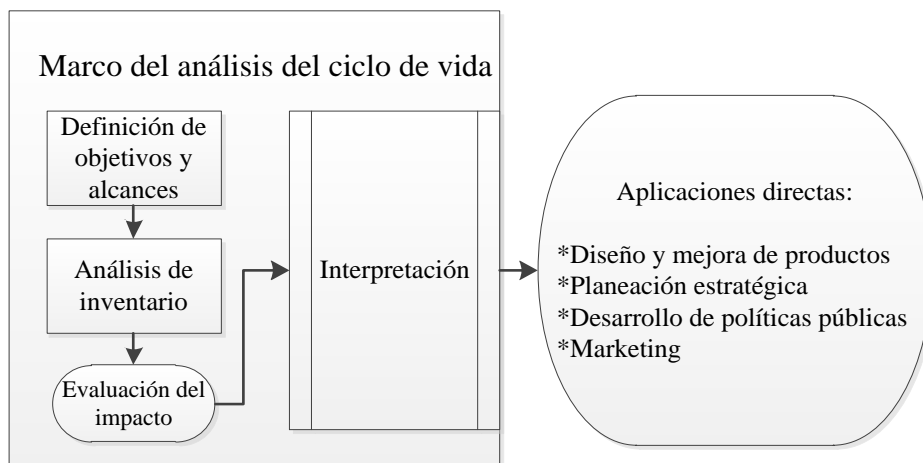


Figura 3: Metodología del ACV, de acuerdo con la serie de normas ISO 14040

Fuente: Rodríguez, (2003).

Nota: Tomado del libro Análisis del Ciclo de Vida.

2.2.7. Marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS).

La herramienta MESMIS, contribuye a la innovación de enfrentar varias interrogantes observadas en el área de evaluación de la sustentabilidad. Las aportaciones principales se van manifestando tanto en el ámbito teórico-metodológico como en la estructura de investigación. La sustentabilidad es creada de manera dinámica, multidisciplinaria y específica en un contexto socio ambiental y espacio temporal. Por otro lado los sistemas de majo sustentables son aquellos que “permanecen cambiando”, por lo cual deben tener la capacidad de ser productivos, funcionales y ser capaces de transformarse. Todas éstas capacidades son analizadas mediante un conjunto de atributos o propiedades sistémicas fundamentales como las siguientes: productividad, resiliencia, confiabilidad, estabilidad, autogestión, equidad y adaptabilidad afirma, Astier et al. (2008).

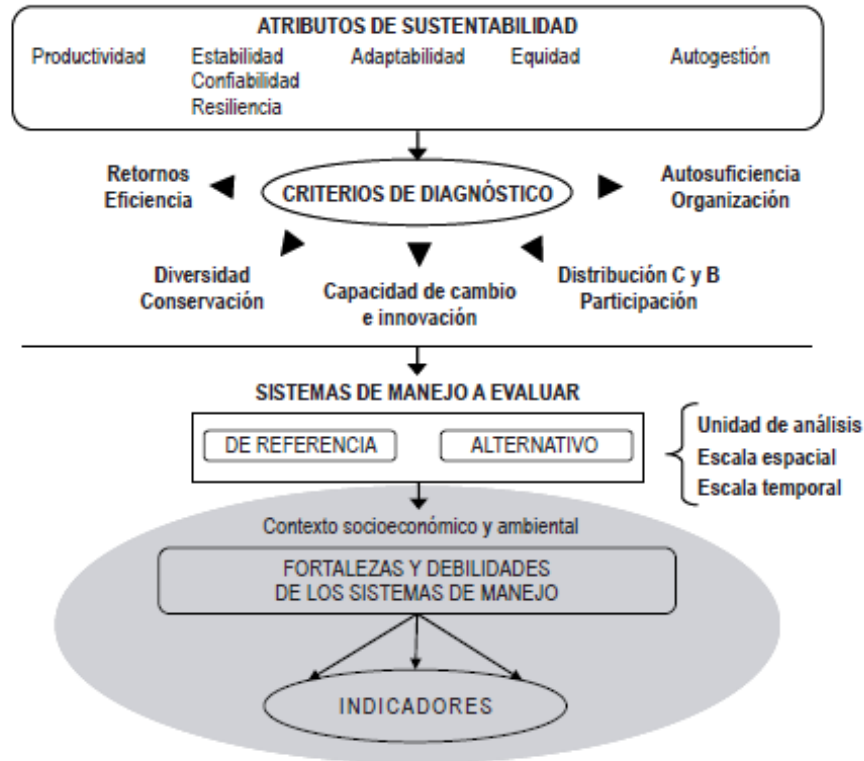


Figura 4: Esquema general del MESMIS: relación entre atributos e indicadores

Fuente: Masera *et al.*, (2000)

Nota: Tomado de la revista cinco experiencias de evaluación en el México rural.

2.2.7.1. Caracterización de los sistemas de manejo.

Durante el primer paso del ciclo de evaluación, se deben efectuar tres tareas concretas para el logro de sistemas de manejo, según López *et al.*, (2001).

- Identificar el o los sistemas de manejo que se van a analizar, así como su contexto socio económico y las escalas espacial y temporal de la evaluación.
- Caracterizar el sistema de manejo de referencia (tradicional o convencional) que predomina en la región.
- Caracterizar el sistema alternativo. Para los estudios longitudinales, es decir comparaciones multi-temporales, se debe caracterizar el sistema antes y después de las modificaciones realizadas.

2.2.7.2. Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores estratégicos.

Una vez determinado el problema bajo estudio es decir, los sistemas de manejo de referencia y alternativo con sus objetivos y características, así como sus fortalezas y debilidades, se procede a identificar los diferentes indicadores que permitirán evaluar el grado de sustentabilidad de los sistemas de manejo propuestos (Astier , 2006).

2.2.7.3. Medición y monitoreo de los indicadores.

El cuadro de resumen con la lista final de indicadores económicos y sociales, es necesario que sea discutido con detalle, el procedimiento que se utilizará para su medición y monitoreo. Existe toda una gama de posibilidades para la medición de indicadores. Puesto que la sustentabilidad se refiere al comportamiento del sistema de manejo en el tiempo, conviene hacer énfasis en métodos de toma de información que incluyan el monitoreo de procesos durante cierto lapso, el análisis de series históricas o el modelaje de ciertas variables (Astier , 2006).

2.2.7.4. Presentación e integración de resultados.

En esta etapa del ciclo de evaluación, se deben resumir e integrar los resultados obtenidos mediante el monitoreo de los indicadores. Con este paso se cierra el primer ciclo de evaluación. Representa el momento de recapitular los resultados del análisis, con el fin de emitir un juicio de valor al comparar entre sí a los distintos sistemas en cuanto a su sustentabilidad (Astier , 2006).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio.

El estudio se realizó en la empresa ANDILACTEOS en la ciudad de Otavalo, parroquia San José de Quichinche, provincia de Imbabura. (A tres cuadras del colegio “San Luis” de la ciudad de Otavalo)

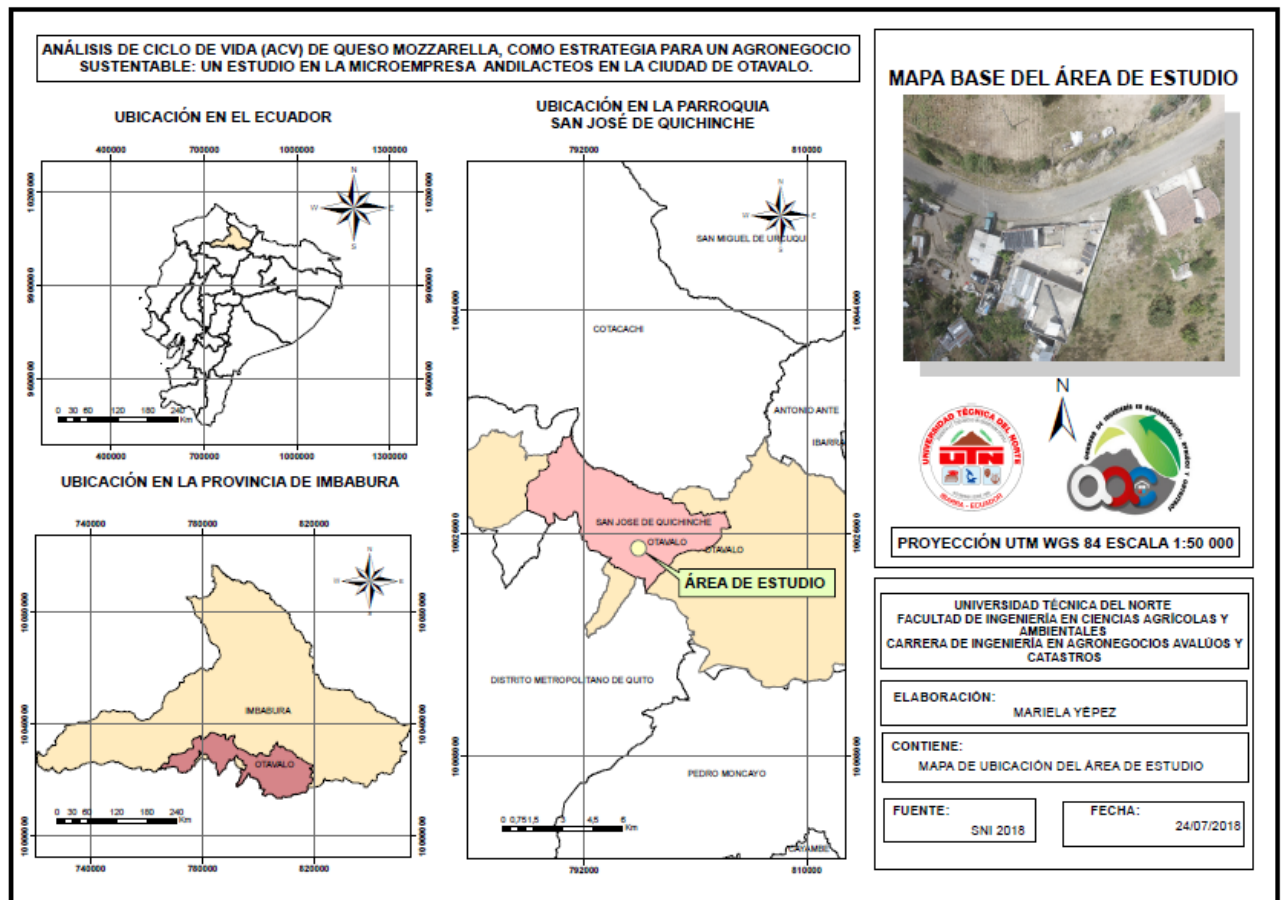


Figura 5: Mapa de ubicación empresa ANDILACTEOS.

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia San José de Quichinche (2017)

Tabla 5: *Características ambientales de la zona de ubicación de la empresa.*

Descripción:	Dato:
Altitud:	2618 m.s.n.m.
Latitud:	0°13'49.04"N
Longitud:	78°16'15.17"O
Humedad relativa promedio:	78 a 87 %
Precipitación:	1100 a 1500 mm/año
Temperatura media:	9 a 15 °C

Fuente: (Instituto Geográfico Militar, 2003)

3.2. Materiales.

3.2.1. Herramientas.

Los materiales que se utilizaron para el levantamiento de información fueron los siguientes:

- Botas de caucho
- Libreta de campo, lápiz
- Recipientes con volumen conocido
- Formato de entrevistas abiertas
- Cinta métrica

1.3. Equipos.

Los equipos que se utilizaron fueron los siguientes:

- Impresora
- Laptop
- GPS
- Cámara fotográfica y filmadora
- Balanza digital
- Software ArcGIS 10.2

1.4. Métodos.

1.4.1. Fase 1. Identificar los elementos y procesos vinculados al Análisis de Ciclo de Vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo.

El estudio se trata de una investigación de campo con alcance descriptivo donde se utilizó la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) e información bibliográfica de la cual se desprendió el inventario de elementos y procesos. El investigador tuvo contacto con la persona encargada de la empresa, para informarle el motivo de la investigación. Posteriormente, ya una vez concedido el permiso, se realizó una entrevista con la persona encargada del procesamiento de lácteos, para identificar todas las etapas del ciclo de vida del producto queso mozzarella (Ortíz & García , 2005).

1.4.2. Fase 2. Determinar los impactos sociales, económicos y ecológicos generados desde la producción, uso y fin de vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS.

Consecuentemente para alcanzar el objetivo de esta fase, se analizó los resultados obtenidos de la fase 1, reduciendo a 1 kg de queso mozzarella (unidad funcional), y así, se determinó los principales impactos ecológicos, generados mediante el uso de la herramienta Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Para complementar la determinación de impactos sociales y económicos producidos en la etapa producción, se utilizó la herramienta de investigación, marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Además se realizó una comparación con estudios óptimos de sustentabilidad en microempresas y empresas lácteas, las cuales permitieron evidenciar en qué punto se encuentra ANDILACTEOS en su grado de sustentabilidad. Para ellos se utilizó la siguiente fórmula según la escala de likert.

$$ND = \left(\frac{V - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}} \right) \times 100$$

Dónde:

- ND = Nivel de desempeño del indicador,
- V = Valor medido del indicador,
- Vmax = Valor máximo del indicador y
- Vmin = Valor mínimo del indicador

Estos valores luego son transformados a una escala de 5 puntos de la siguiente manera:

- Valores de 81 a 100% equivalen a 5,
- Valores de 61 a 80% equivalen a 4,
- Valores de 41 a 60% equivalen a 3,
- Valores de 21 a 40% equivalen a 2,
- Valores de 0 a 20% equivalen a 1.

1.4.3. Fase 3. Proponer estrategias para la sustentabilidad del Agronegocio del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo.

Para alcanzar el objetivo de esta fase se consideró cada acción negativa identificada en las Fase 2, para posteriormente establecer estrategias para el agronegocio sustentable. Para alcanzar este objetivo además se realizó una revisión bibliográfica de empresas lácteas sustentables.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Elementos y procesos vinculados al Análisis de Ciclo de Vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo.

El alcance de la investigación fue de la cuna hacia la tumba, es decir examinó todas las etapas del ciclo de vida del producto desde obtención de materias primas hasta la gestión de los residuos al finalizar su vida útil.



Figura 6: Principales etapas del ACV de queso mozzarella.

Las etapas identificadas son: obtención de materias primas, producción, transporte y distribución, uso y disposición de residuos (Ver figura 6), dentro de éstas se examinó los puntos que sobresalen en el inventario de entradas y salidas para determinar el nivel más influyente de los impactos ecológicos. En la etapa producción se realizó un estudio de variables sociales y económicas. A continuación se presenta el inventario de datos de entrada y salida en cada fase.

4.1.1. Fase obtención de materias primas-Datos de entrada.

La leche con el 95,4 % es la principal materia prima para la elaboración de queso mozzarella, seguida con el 4% de sal (cloruro de sodio) y el 0,60% de fermentos lácteos. En la etapa obtención de materias primas del actual estudio contempló la producción de leche bovina.

La empresa ANDILACTEOS adquiere la leche de dos fincas ganaderas, ubicadas en la comunidad de Mojanda, parroquia San Luis del cantón Otavalo (ver tabla 6). Para evaluar los impactos que generan las fincas ganaderas, se consideró dos etapas fundamentales en el sistema de manejo, se consideró el manejo de alimentación de animales y la rutina de ordeño.

Las variables consideradas dentro del inventario de entrada para esta etapa son: consumo de agua, consumo de energía y consumo de alimento kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) para la estimación de emisiones de CH₄.

Tabla 6: Descripción general de la zona de ubicación de las fincas productoras de leche.

CARACTERÍSTICAS	FINCA NRO. 1	FINCA NRO. 2
Ubicación	Vía Mojanda, Sector Curubí, Barrio El Pílon	Vía Mojanda, Sector Curubí, Barrio El Pílon
Coordenadas	0° 9.882'N; 78° 19.022'O	0° 10.298'N; 78° 19.215'O
Altura	2937 m.s.n.m.	2906 m.s.n.m.
Extensión	250 ha	84 ha
Topografía	30 % pendiente	30 % pendiente
Sistema de manejo	Semi-extensivo	Semi-extensivo
Pasto predominante	Kikuyo	Kikuyo
Producción/vaca/día	10 litros	10 litros
Vacas en producción	35	12
Sistema de ordeño	Mecánico fijo	Mecánico fijo y móvil

Consumo de energía.

Se efectuó auditorías energéticas por diferencia de lectura en los medidores de las dos fincas ganaderas, además se relacionó los datos con planillas de luz mensuales y se identificaron los equipos que consumen energía como motores de ordeño y cercas eléctricas, el valor que se desprende del inventario para pastoreo de animales en el uso de cercas eléctricas es de 2,42 kWh al mes, en el caso de la rutina de ordeño en el uso de ordeños mecánicos se estimó un valor de 35,26 kWh al mes (ver tabla 13).

Consumo de agua.

Se efectuó un sondeo por las fincas ganaderas, recabando información sobre el uso de agua asociada a la producción de leche (ordeño), el agua que utilizan las fincas ganaderas es proveniente de vertiente, el inventario contempló el lavado de ubres, utensilios, baldes, enfriamiento de leche y lavado de establo. Para cuantificar la cantidad de agua se utilizó recipientes con volumen conocido y se ejecutó las mediciones en la mañana y en la tarde, en la tabla 7 se describen los resultados. Dentro del hato ganadero no se levantó información de consumo de agua a nivel de suelo ya que las cantidades no influyen en el inventario de salida para la presente investigación.

Según Martínez, Ruíz y Morales, (2016), manifiestan que para producir 1 litro de leche se necesitan 2,5 litros de agua, el rango contemplado fue de 13 a 27 l/vaca/día. El estudio actual estimó que en la finca denominada como 1 se requiere 20,57 l de agua y en la finca nro. 2 se requieren 49,83 l de agua/día/animal, el promedio de producción de leche por vaca en las fincas es de 10 litros, es decir que para producir un litro de leche en la finca nro. 1 se requiere 2,10 l/agua/día y en la finca nro. 2 se requiere 5 l/agua/día, en la tabla 7 se describen los resultados.

Tabla 7: *Consumo de agua en la rutina de ordeño, finca Nro. 1 y 2.*

Actividad	Finca 1 l / agua/día	Finca 2 l /agua/día
Enfriamiento de leche	180	80
Lavado de maquinaria	100	100
Lavado de establo	200	200
Lavado de pezones	120	98
Lavado de utensilios	120	120
Total	720	598

Con base en un estudio realizado en campo en la finca San Miguel, ubicada en el km 25 vía Selva Alegre de la ciudad de Otavalo, se efectuó una medición del consumo de agua en la rutina de ordeño al día, representando un consumo de 590 litros de agua al día con un total de 15 vacas en producción, es decir 3,9 litros de agua por litro de leche, en la tabla 8 se describen los resultados.

Tabla 8: *Consumo de agua en la rutina de ordeño, finca San Miguel.*

Actividad	Finca San Miguel l /agua/día
Alimentación de terneros	20
Limpieza de establo	120
Limpieza de ordeño	136
Limpieza de utensilios	104
Lavado de tanque	10
Limpieza final de establo (una vez al día)	200
Total	590

El consumo de agua en bovinos de las dos fincas ganaderas fue estimado con base en un estudio realizado en Nicaragua en los municipios de Jinotega y Matiguás, donde mencionaron que el consumo de agua a nivel animal es de 7,5 % con respecto a su peso vivo, en la tabla 9 y 10 se presentan los resultados obtenidos (Ríos, *et al.*, 2013).

Tabla 9: Consumo de agua en bovinos, finca nro. 1.

DESCRIPCIÓN:	Cantidad de animales en el hato	Peso en kg por animal	Agua/litros/día/animal	Agua/litros por categoría de vacas
Vacas en producción	35	410	30,75	1076,25
Vacas preñadas	5	450	33,75	168,75
Vaonas fierros	23	225	16,875	388,125
Terneros hasta seis meses	12	70	5,25	63
Terneras hasta seis meses	6	70	5,25	31,5
Toros	3	480	36	108
Total de agua en el hato litros/día				1835,63

Tabla 10: Consumo de agua en bovinos, finca nro. 2.

DESCRIPCIÓN:	Cantidad de animales en el hato	Peso en kg por animal	Agua/litros/día/animal	Agua/litros/día por categoría de vacas
Vacas en producción	12	410	30,75	369
Vacas preñadas	8	450	33,75	270
Vaonas fierros	8	225	16,875	135
Toros	1	480	36	36
Total de agua en el hato litros/día				810

4.1.2. Fase obtención de materias primas-Datos de salida.

Dentro de los datos de salida se consideró los siguientes factores: CH₄ (Metano), CO₂ (Dióxido de Carbono) y aguas residuales.

Emisiones de CH₄.

Se consideró la producción promedio de 0,09 kg de CH₄ por 100 kg de peso vivo de cada animal al día, dicho estudio se realizó en un escenario similar al de las fincas ganaderas del presente estudio, con pruebas in vitro, entre las principales características destacadas está el cultivo predominante como kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), altitud que varía entre 2500 a 2900

m.s.n.m., topografía con elevadas pendientes y la producción de leche promedio de 10 l/animal/día (Marín Gómez, 2013).

Para contrastar esta fuente, se indagó el consumo diario de materia seca (MS) kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) por bovino, resultando así el 2,5 % de su peso vivo. En el norte de Antioquía, Colombia, se presentó un estudio sobre el valor de emisión de CH₄ por kilogramo de materia seca consumida (kikuyo), el valor resultante fue de 0,022 kg/CH₄/vacuno/día, (Donney's Lemos , 2015).

Los animales presentes en las fincas ganaderas, realizan su proceso natural de digestión creando cantidades de metano, este proceso se lo conoce como fermentación entérica y este es una de las causas de emisiones de gases de efecto invernadero, a continuación se describe los resultados en las fincas ganaderas nro. 1 y 2 con un sistema de producción de pastoreo.

El hato ganadero de la finca número 1 tiene un total de 84 animales entre vacas de producción, vacas preñadas, vaconas fierros, terneros y terneras de hasta seis meses de edad y toros. Se registró el peso promedio por animal en kg y el resultado de producción total de metano (CH₄) en todo el hato ganadero. En la tabla nro. 11 se puede analizar que la producción de CH₄ se concentra en las vacas de producción con un valor promedio de 0,23 kg/CH₄/día (Donney's Lemos , 2015).

Tabla 11: Emisiones de CH₄ en la finca nro. 1

DESCRIPCIÓN:	Cantidad de animales en el hato	Peso en Kg/animal	Consumo promedio de MS kg /día	Producción de metano en kg/día/animal	CH ₄ / día/kg por categoría de vacas
Vacas en producción	35	410	10,25	0,23	8,05
Vacas preñadas	5	450	11,25	0,25	1,25
Vaonas fierros	23	225	5,63	0,12	2,76
Terneros hasta seis meses	12	70	1,75	0,039	0,47
Terneras hasta seis meses	6	70	1,75	0,039	0,234
Toros	3	480	12	0,26	0,78
Total de emisión de CH₄ en el hato ganadero/día					13,54

En la tabla Nro. 12 se identifica que el hato ganadero de la finca nro. 2 tiene un total de 29 animales entre vacas de producción, vacas preñadas, vaonas fierros y toros. Se registró una producción de metano (CH₄) concentrada en las vacas de producción con un valor promedio de 2,15 kg CH₄ al día, comparadas con la finca nro. 1 se puede analizar que los valores de producción de metano son inversamente proporcional a su peso, en la figura 7 se describe la diferencia estimada en las dos fincas.

Tabla 12: Emisiones de CH₄ en la finca nro. 2

DESCRIPCIÓN:	Cantidad de animales en el hato	Peso en Kg/animal	Consumo promedio de MS kg /día	Producción de metano en kg/día/animal	CH ₄ / día/kg por categoría de vacas
Vacas en producción	12	410	10,25	0,23	2,76
Vacas preñadas	8	450	11,25	0,25	2
Vaonas fierros	8	225	5,63	0,12	0,96
Toros	1	480	12	0,26	0,26
Total de emisión de CH₄ en el hato ganadero/día					5,98

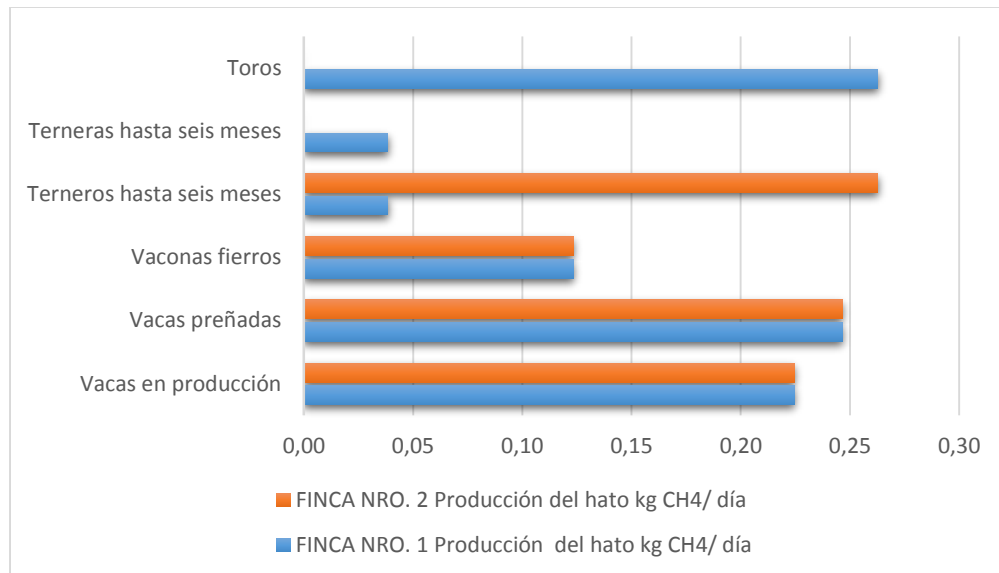


Figura 7: Producción de metano según categoría de vacuno (CH₄) en las fincas Nro. 1 y 2

Emisiones de CO₂ (Dióxido de Carbono)

Con base en la metodología propuesta por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), se consideró el factor de emisión de CO₂ producido por energía eléctrica nacional en kWh, mismo que sirve para calcular la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Parra, (2015), indica el factor de emisión de CO₂, correspondiente al año 2014 con un valor de 3,43 kg de CO₂ por cada unidad de electricidad generada (kWh). Para el cálculo se realizó la multiplicación del total de energía consumida por el factor de emisión.

En el tabla Nro. 13 se observa que entre el proceso de pastoreo de animales y rutina de ordeño existe una fluctuación entre las cantidades de emisiones de CO₂, resultando así una variación de 26,96 kg/CO₂/día entre ambos procesos. Se identifica que los ordeños mecánicos consumen más energía que las cercas eléctricas.

Tabla 13: *Inventario de datos de entrada y salida en las fincas 1 y 2.*

Procesos:	Procedencia:	Energía eléctrica mensual en kWh	Emisión de CO2 kg/día
Pastoreo de animales	Cercas eléctrica	2,42	8,3
Rutina de Ordeño	Ordeños mecánicos	10,28	35,26

Aguas residuales.

La producción de aguas residuales en las fincas ganaderas, se producen por la mezcla de detergentes, cloro, orina, estiércol de animales entre otras sustancias que convierten el agua limpia en agua contaminada, para la estimación de la misma se utilizaron las mismas cantidades del inventario de entrada en hábitos de ordeño, en el consumo de agua a nivel a animal, se consideró el 2,29 % de producción de agua residual (orina) con respecto al peso vivo de cada animal al día, tomando en cuenta el tiempo de ordeño de dos horas promedio. En la tabla 14 y 15 se describen los valores del inventario de salida para cada finca (Salcedo , 2005).

Tabla 14: *Agua residual en el tiempo de ordeño, según el consumo de agua a nivel animal, finca nro. 1.*

DESCRIPCIÓN:	Cantidad de animales en el hato	Peso en kg/ animal	Agua residual/litros/animal/día	Agua residual día/litros por categoría de animal
Vacas en producción	35	410	0,78	27,3

Tabla 15: *Agua residual en el tiempo de ordeño, según el consumo de agua a nivel animal, finca nro. 2.*

DESCRIPCIÓN:	Cantidad de animales en el hato	Peso en kg por animal	Agua residual/litros/animal/día	Agua residual día/litros por categoría de animal
Vacas en producción	12	410	0,78	9,36

El agua residual total presente en las fincas ganaderas se produce por la sumatoria de agua residual en rutina de ordeño y agua residual (orina) producida por el consumo de agua a nivel animal en la rutina de ordeño. En la figura 8 se describen las diferencias obtenidas entre las dos fincas. Resultando así un total en la finca nro. 1 de 47,87 l de agua residual al día y en la finca nro. 2 un total de 59,19 l de agua residual al día.

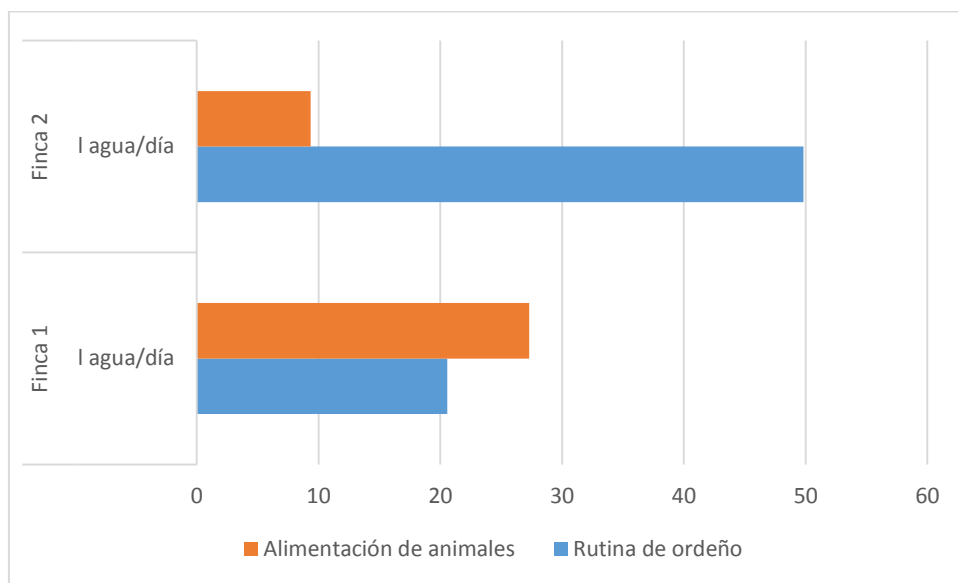


Figura 8: Agua residual total en las fincas nro. 1 y 2.

4.1.3. Fase producción-Datos de entrada.

Las variables consideradas dentro del inventario de entrada para esta etapa fueron: consumo de agua y consumo de energía.

Consumo de energía.

En el consumo de energía se identificó las fuentes de las cuales se abastece la empresa ANDILACTEOS, como es el caso de energía eléctrica y energía térmica que proviene de gas natural. Se realizó auditorías energéticas por diferencia de lectura en el medidor de luz, además se relacionó los datos con planillas de luz mensuales y se identificaron los equipos que consumen

energía como descremadora, balanza digital y cuarto frío. Para el cálculo de consumo de energía térmica, se realizó pruebas por diferencia de peso en el consumo de gas en cada proceso de producción de queso mozzarella, las cantidades obtenidas se calcularon en kg, pero para la presente investigación se realizó la conversión de kg a kWh (ver tabla 16).

Consumo de agua.

Para el cálculo de consumo de agua, se consideró el proceso de lavado y limpieza de equipos y utensilios, así como también el uso de agua en los diferentes procesos de producción de queso mozzarella, para la cuantificación de la cantidad de agua usada se realizó ensayos con un recipiente de volumen conocido.

4.1.4. Fase producción-Datos de salida.

Dentro de los datos de salida para la fase de producción se estudió los siguientes factores: CO₂ (Dióxido de Carbono) y aguas residuales.

Aguas residuales.

El agua residual en la etapa producción se consideró el mismo dato del inventario de entrada con un valor aproximado de 150 litros/día para el inventario de salida, ya que todo es vertido por una canalización interior en las instalaciones, donde es vertido a una planta de tratamiento ubicada en el sector San Juan Loma, con el fin de evitar focos de contaminación. El agua residual en la etapa de producción fue producto de una mezcla de detergentes, hipoclorito, residuos de suero en todos los procesos.

Emisiones de CO₂.

Para el cálculo de emisiones de efecto invernadero producido por energía, se consideró el factor de emisión de CO₂ producido por la energía eléctrica nacional en kWh para el año 2014. Con base en la metodología propuesta por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), se consideró un valor de 3,43 kg de CO₂ por cada unidad de electricidad generada (kWh). Para el cálculo se realizó la multiplicación del total de energía consumida por el factor de emisión.

En la tabla Nro. 16 se observa las emisiones de CO₂ producidas por energía eléctrica en la fase producción, hay que señalar que el tiempo total de procesamiento en la empresa es de 8 horas. Se puede verificar que los principales equipos que consumen energía en este proceso son descremadora, balanza digital y cuarto frío. Por otro lado se logró identificar la principal fuente que consume energía térmica como es gas natural. Los procesos que producen este consumo son el descremado, 1ro y 2do calentamiento, etiquetado y empaque y almacenamiento. Resultando así un valor total en la etapa producción de 224,87 kg de CO₂ al día.

Tabla 16: *Inventario de datos de entrada y salida en la microempresa, fase producción.*

Procesos:	Procedencia:	Energía térmica en kWh/día	Energía eléctrica en kWh/ día	CO2/kWh /día por categoría de procesos
Análisis	--	0	0	0,00
Recepción y Filtración	--	0	0	0,00
Descremado	Descremadora modelo 125	0	0,63	2,16
1mer. Calentamiento	Gas	26,88	0	92,20
Coagulación	--	0	0	0,00
Corte y Batido	--	0	0	0,00
Reposo	--	0	0	0,00
2do. Calentamiento e Hilado	Gas	6,05	0	20,75
Moldeo	--	0	0	0,00
Enfriamiento	--	0	0	0,00
Etiquetado y Empaque	Balanza digital	0	0,001	0,00
Almacenamiento	Cuarto frío	0	32	109,76
Limpieza y lavado	--	0	0	0,00
Total al día:				224,87

4.1.5. Fase transporte y distribución-Datos de entrada.

Los datos de entrada de esta fase abarcaron el transporte de leche y queso mozzarella para realizar el inventario de combustible como dato de entrada.

Consumo de combustible.

Se registró el consumo de combustible de los motores a gasolina y la distancia de recorrido en kilómetros. El registro de combustible se lo realizó con base en datos reales de la estación de servicios donde se recepta el combustible para los vehículos del presente estudio, resultando así que 1 galón contiene 3,8 litros de gasolina (ver tabla 17).

4.1.6. Fase transporte y distribución- Datos de salida.

Dentro de los datos de salida para la fase de transporte y distribución se estudió las emisiones de CO₂ (Dióxido de Carbono).

Emisiones de CO₂.

Con base en datos reales de combustión de gasolina, Felipe Soto Pao PhD, especialista en biocombustibles, en la conferencia de Biocombustibles realizada en la Universidad Libre seccional Pereira a finales de marzo del 2009 (como se citó en Henao & Mosquera, 2010), hizo referencia a los kilogramos emitidos a la atmósfera por la combustión de gasolina. De dichos estudios realizados el Doctor Soto concluyó que la combustión de 1 litro de gasolina presenta en su ciclo un total de emisión a la atmósfera de 2,28 kg de CO₂.

Para contrastar este estudio, en el año 2013 se realizó una investigación en la ciudad de Cuenca, donde se encontró que los motores a gasolina emiten 2,3 kg de CO₂ por cada litro de gasolina quemado. Además comentaron que un transporte en marcha emitirá una cantidad de CO₂ proporcional por cada kilómetro que recorra quemando combustible. Además hay que señalar que 3,8 litros de gasolina se consumen al recorrer 35 kilómetros (Aldeán & Vivanco , 2013).

De dichos valores se calculó las emisiones respecto al consumo de gasolina y el kilometraje de los transporte en las etapas de extracción de materias primas y distribución de queso mozzarella.

Las emisiones de CO₂ emitidas por gasolina son producto del kilometraje del transporte utilizado en las etapas de obtención de materias primas y distribución de queso mozzarella. En la tabla Nro. 17 se describen las cantidades de CO₂ emitidas al día.

Tabla 17: *Inventario de datos de entrada y salida, etapa transporte de materias primas y distribución de queso mozzarella.*

Descripción:	Km recorridos.	Consumo total en litros de gasolina	kg de CO ₂ / día
Transporte de leche.	90	9,8	22,47
Transporte de queso mozzarella.	45	4,9	11,24

4.1.7. Fase uso y disposición de residuos- Datos de entrada y salida.

Se identificó el canal de comercialización de la empresa ANDILACTEOS y las cantidades específicas de etiquetas y fundas de polietileno de baja densidad virgen que consume.

El queso mozzarella tiene varios usos. Se lo oferta más a pizzerías dentro de la ciudad de Otavalo, donde lo utilizan en recetas, como la pizza, la ensalada caprese, sánduches, pastas rellenas, entre otras. A continuación en la figura nro. 9 se describe su canal de comercialización.



Figura 9: Canal de comercialización, microempresa

Como residuos en esta etapa se consideró el material de las etiquetas que son de papel con plantilla plegable y fundas de polietileno de baja densidad virgen, las cuales son utilizadas en el empaque de queso mozzarella, en la tabla nro. 18 se describe el consumo de etiquetas y fundas.

Hay que señalar que los residuos que se obtienen son almacenados en el basurero general de la ciudad de Otavalo, ubicado en el sector Carabuela. Además los empaques de la empresa están

diseñados con productos resistentes y funcionales para proteger y preservar el contenido del empaçado. También están hechos con 60 - 80% de material reciclado post-consumo y están empaçados en cajas de cartón 100% reciclado las cuales se utiliza una caja al mes.

Tabla 18: *Consumo de etiquetas y fundas.*

Descripción:	Unidades/día	Peso en gr /día
Etiqueta de papel	35	0.055
Funda plástica	35	0.35
Total de residuos/día:	70	0.405

4.1.8. Datos de indicadores en los ámbitos social y económico.

Con base en los indicadores de sustentabilidad se consideró la propiedad que permitió evaluar los puntos críticos en las variables sociales y económicas (ver tabla 19).

Tabla 19: *Indicadores de sustentabilidad ámbito social y económico.*

Propiedad	Punto crítico	Criterio diagnóstico	de	Indicador
Productividad	Baja productividad	Margen de utilidad		Estudio de costos
Adaptabilidad	Subsistencia de la empresa	Cheklis BPM		Porcentaje de cumplimiento de BPM
Estabilidad	Disminución de la capacidad de producción	Disponibilidad de materias primas	de	Porcentaje actual de materias primas.
Confiabilidad	Desconfianza de los compradores	Calidad del queso		Prueba de grasa Prueba extracto seco Prueba de control de bacterias
Equidad	Inseguridad laboral	Seguridad laboral		Condiciones laborables
	Desempleo	Permanencia laboral		Remuneraciones actuales

Productividad.

En productividad se consideró la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. Una empresa es rentable y productiva cuando genera suficiente utilidad o beneficio, esto quiere decir cuando sus ingresos son mayores que sus gastos y la diferencia entre ellos es aceptable. Con base en un estudio realiza por Valadez y Martínez, para producir un kg de queso mozzarella se necesitan 10 litros de leche, en el actual estudio utilizó la cantidad requerida con la literatura.

En las tablas nro. 20, 21, 22 y 23 se describen el estudio económico con base a datos obtenidos de la empresa.

Tabla 20: *Costos directos de fabricación.*

COSTOS VARIABLES-MATERIAS PRIMAS				
Insumos	Unidad de medida	Precio unitario	Cantidad	Total mes \$
Hidróxido de sodio	litros	10,00	1	10,00
Cuajo líquido	litros	19,00	1	19,00
Sal	kg	0,90	2	1,80
Citrato de Potasio	kg	6,00	1	6,00
Sorbato de Potasio	kg	9,80	1	9,80
Leche	litros	0,42	19600	8.232,00
Etiquetas	unid.	0,02	980	19,60
Fundas de (1500m)	m	28,00	1	28,00
Detergente	kg	0,60	1	0,60
Lava Vajilla	g	0,70	1	0,70
Tanque de gas	tanque	2,50	5	12,50
TOTAL \$				8.340,00

Tabla 21: *Costos indirectos de fabricación.*

COSTO FIJO-MANO DE OBRA			
Cargo en orden jerárquico	Nivel de instrucción	Cantidad	Remuneración incluido décimo tercero y cuarto sueldo \$
Gerente-propietario	Bachiller	1	583,34
Jefe de operación	Bachiller	1	583,34
Operario de producción	Bachiller	1	418,16
Operario de producción	Bachiller	1	418,16
Total:			2.003,00

Tabla 22: *Costos indirectos de fabricación.*

COSTOS FIJOS	
Actividad	Total mes \$
Arriendo	80
Pagos servicios básicos	36
Impuestos	10
Cuota de depreciación	363
Imprevistos	100
Transporte	150
Total	739

En la tabla nro. 23 se observa que la rentabilidad actual de la empresa es del 10% del producto, resultado una utilidad neta mensual de \$1.097,81 incluido ingresos extras por la venta de crema de leche con una producción promedio de 188 litros/día y un ingreso mensual de \$300 y por la venta de suero con un valor promedio mensual de \$120, con una producción de 435 litros/día. Para que la empresa se encuentre en un punto donde no existen ganancias ni pérdidas, debe vender 786 unidades del producto.

Tabla 23: Análisis económico.

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Costos variables	\$ 8.340,00
Costos fijos	\$ 2.742
Total	\$ 11.082,19
Precio de venta del producto	\$ 12,00
Unidades de producción	980
Total	\$ 11.760,00
Utilidad neta	\$ 1.097,81
Rentabilidad	10%
Punto de equilibrio	786

Adaptabilidad.

El criterio de diagnóstico para que la empresa permanezca en el mercado y sea adaptable a cambios son las normas reguladoras, para el efecto se aplicó la norma de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), donde se utilizó un Check List de BPM, el cual permitió evaluar el porcentaje de cumplimiento. Esta norma contiene los principios básicos y las prácticas generales de higiene en la manipulación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano; en este caso el queso mozzarella. El objetivo de la misma es garantizar que el producto se fabrique en las condiciones sanitarias adecuadas y que se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

El resultado del Check List de BPM, para el capítulo 1 en la tabla 24 plasmó un 74 % de cumplimiento en lo que respecta a instalaciones. Este capítulo aborda varios ítems, en el cual se identificó que el diseño y construcción de la empresa no cumple con protección contra polvo, materias extrañas, insectos, roedores, aves y otros elementos del ambiente exterior, además no cuenta con señalización de procesos, seguridad y de prohibición. Por otro lado se identificó que

no cuentan con una distribución correcta de residuos sólidos y líquidos por lo que los mismos pueden convertirse en riesgo de contaminación del producto.

Tabla 24: *Cumplimiento de la norma Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) capítulo 1.*

PARAMETROS	Nº Ítems	Puntaje máx.	Puntaje	%Cumplimiento
CONDICIONES MINIMAS BASICAS	4	4	4	100
LOCALIZACIÓN	1	1	1	100
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	4	4	3	75
ÁREAS	3	3	2	67
PISOS, PAREDES, TECHOS Y DRENAJES	6	6	3	50
VENTANAS, PUERTAS Y OTRAS AVERTURAS	5	5	3	60
INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y REDES DE AGUA	3	3	3	100
ILUMINACIÓN	2	2	1	50
VENTILACIÓN	6	6	5	83
TEMPERATURA Y HUMEDAD AMBIENTAL	1	1	0	0
INSTALACIONES SANITARIAS	6	6	6	100
SUMINISTRO DE AGUA	4	4	4	100
SUMINISTRO DE VAPOR	1	1	1	100
DISPOSICION DE DESECHOS LIQUIDOS	2	2	2	100
DISPOSICION DE DESECHOS SÓLIDOS	4	4	1	25
TOTAL	52	52	39	74,0

En el capítulo 2 el porcentaje de cumplimiento fue del 100 % en lo que respecta a equipos y utensilios, ya que los mismos son de acero inoxidable y brindan un fácil monitoreo, limpieza y desinfección, sin permitir la transmisión de sustancias tóxicas.

Para el capítulo 3 el porcentaje de cumplimiento fue de 68,75 % tal como se refleja en la tabla Nro. 25 en lo que respecta a personal. Por falta de conocimiento la empresa ha evadido algunos hábitos necesarios para el desarrollo de la misma, como por ejemplo señalar la prohibición de acceso a áreas de proceso a personal no autorizado e implementar una capacitación en lo que respecta a buenas prácticas de higiene y buenas prácticas de manufactura.

En el capítulo 4 el porcentaje de cumplimiento fue del 100 % en lo que concierne a operaciones de producción ya que cumple con todo lo establecido en este capítulo.

Tabla 25: *Cumplimiento de la norma Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) capítulo 3.*

PARAMETROS	Nº Ítems	Puntaje máx.	Puntaje	%Cumplimiento
Consideraciones generales	2	2	1	50
Educación y capacitación	3	3	3	100
Estado de salud	3	3	3	100
Higiene y medidas de protección	4	4	4	100
Comportamiento del personal	2	2	2	100
Acceso a áreas	1	1	0	0
Señalización con normalización	1	1	0	0
Visitas y personal administrativo	1	1	1	100
TOTAL	17	17	14	68,75

El porcentaje de cumplimiento para el capítulo 5 de este estudio resultó el 100% de cumplimiento en materias e insumos. En la tabla Nro. 26 podemos observar los parámetros evaluados en este capítulo.

Para el capítulo 6 y 8 se puede identificar que existe el 100 % de cumplimiento en lo que respecta a envasado, etiquetado, empaquetado y aseguramiento de calidad. Para el capítulo 7 referente al almacenamiento del producto, resulta un 69%.

Tabla 26: *Cumplimiento de la norma Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) capítulo 5.*

PARAMETROS	N° Ítems	Puntaje máx.	Puntaje	%Cumplimiento
Inspección y rechazo de materias	1	1	1	100
Estado de aprobación o rechazo de las materias primas antes de ser utilizados.	1	1	1	100
Recepción de materia prima e insumos en condiciones para evitar su contaminación.	1	1	1	100
Almacenamiento de materias primas e insumos en condiciones para evitar su contaminación.	1	1	1	100
Recipientes o envases que contienen la materia prima no son deteriorables o desprenden sustancias que causen alteraciones o contaminación	1	1	1	100
Disposición de un procedimiento para ingresar ingredientes en áreas susceptibles de contaminación y que se prevenga los riesgos.	1	1	1	100
Materias primas congeladas bajo condiciones controladas de tiempo y temperatura.	1	1	1	100
Los aditivos alimentarios no superan los límites establecidos en la normativa nacional o internacional (Codex)	1	1	1	100
Se utiliza agua de calidad potable (INEN)	1	1	1	100
Se fabrica hielo a partir de agua potable (INEN)	1	1	1	100
Se utiliza agua potable para la limpieza y lavado de materia prima, equipos y objetos que entran en contacto con los alimentos (INEN)	1	1	1	100
Si se dispone de agua recirculada, tiene las características de agua potable (INEN)	1	1	1	100
TOTAL	12	12	12	100,0

Estabilidad.

La materia prima que obtiene la micro empresa, son 700 litros promedio de leche. Es por ello que se mantiene un ritmo de producción estable, ya que su capacidad de producción promedio son 35 bloques de 2400 gr de queso mozzarella a un costo de \$12.

Confiabilidad.

La calidad de los alimentos en el Ecuador es medida por varias normas, para el presente estudio se utilizaron los parámetros necesarios que debe cumplir el queso mozzarella según el Codex Alimentarius y la norma INEN 82-2011.

En la tabla Nro. 27 se observan los requisitos solicitados por la Norma INEN 82-2011, para medir la variable humedad no debe exceder el 60% y para mediciones de grasa en el extracto seco del 40%.

Tabla 27: *Requisitos para evaluar la calidad e inocuidad del queso mozzarella.*

Requisitos	Mín. (%)	Máx. (%)	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad	-----	60	INEN 63
Grasa en el extracto seco	40	-----	INEN 64

Fuente: Norma INEN 82.

La empresa ANDILACTEOS adquirió su registro sanitario para el año 2018 con base a la norma INEN 82-2011 mismo que se encuentra vigente hasta la fecha, para contrastar este estudio se eligió una muestra al azar del lote de producción del mes de enero 2018 (Ver anexo 2). A continuación en la tabla 28 se detallan los resultados obtenidos.

Tabla 28: *Requisitos para evaluar la calidad e inocuidad del queso mozzarella según método de ensayo.*

Requisitos	Método de ensayo
Extracto seco lácteo	INEN 63
Grasa en extracto seco	INEN 64
Recuento Entero bacterias	NTE INEN 1529-13
Recuento de Escherichia coli	NTE INEN 1529-8
Salmonella	NTE INEN 1529-15
Staphylococcus aureus	NTE INEN 1529-14

Fuente: Norma INEN 82.

En la tabla Nro. 29 se identifica los resultados de una muestra obtenida al azar, por lo que se puede concluir que cumple con los requisitos según la unidad máxima permitida. En este caso se aplicó varias Normas INEN que permitieron evaluar la calidad del alimento.

Tabla 29: *Parámetros analizados para medir la calidad e inocuidad del queso mozzarella.*

Parámetro analizado	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Extracto seco lácteo	%	34,60	INEN 63
Grasa en extracto seco	%	18,6	INEN 64
Recuento Entero bacterias	UFC/g	70	NTE INEN 1529-13
Recuento de Escherichia coli	UFC/g	<10	NTE INEN 1529-8
Salmonella	pres/ausencia	Ausencia	NTE INEN 1529-15
Staphylococcus aureus	UFC/g	0	NTE INEN 1529-14

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos de la universidad Técnica del Norte

Equidad.

La seguridad laboral fue medida mediante auditorías en la empresa, donde se indagó las condiciones laborables actuales de los trabajadores, la remuneración y la jerarquía del personal mismas que cumplen con todas las obligaciones del empleador según el Ministerio de Relaciones laborales (ver tabla 21).

4.2. Determinación de impactos sociales, económicos y ecológicos generados desde la producción, uso y fin de vida del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS.

En la figura nro. 10 se describe la sustentabilidad de la empresa ANDILACTEOS, comparada con estudios bibliográficos. El nivel de desempeño para cada indicador fue cuantificado mediante valores categóricos de la escala de likert. Se puede observar que el estudio actual está disperso en tres puntos en cuanto a estudios óptimos. Los puntos más críticos del sistema son la producción de CH₄ por cada litro que se recepta, la variable adaptabilidad y estabilidad, las variables restantes se acercan al nivel óptimo de sustentabilidad, por lo tanto se debe establecer estrategias para equilibrar el sistema.

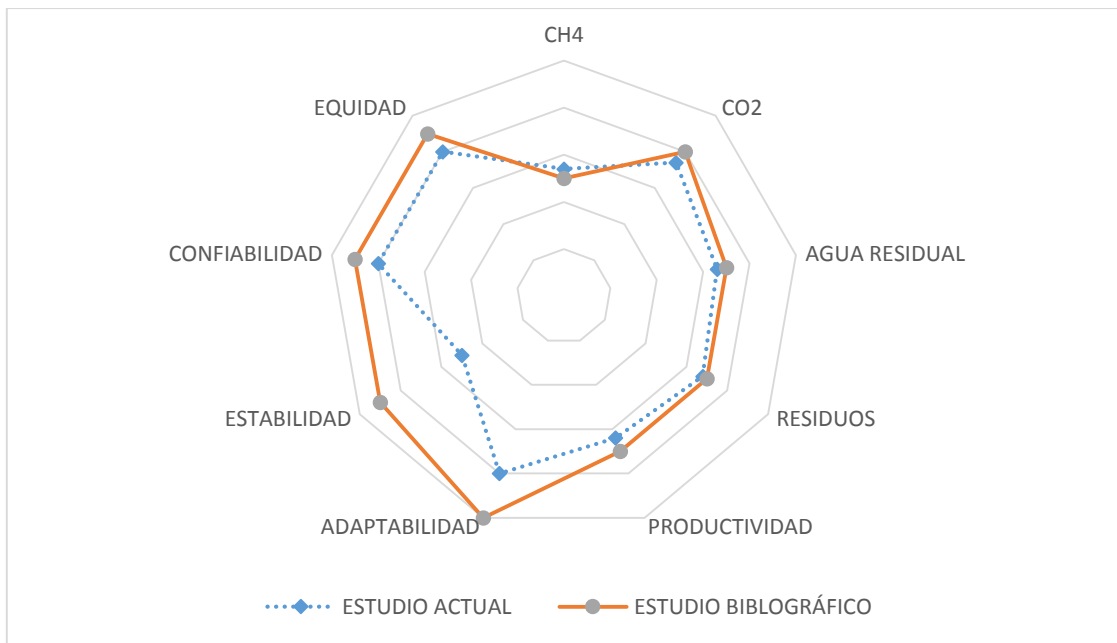


Figura 10: Sistema de sustentabilidad de la microempresa ANDILACTEOS
Fuente: (Astier, Masera, & Galván, 2008)

4.2.1. Emisiones de Metano CH₄.

Con base en el presente estudio, se describen los resultados del sistema ACV por fases en el ámbito ecológico para 1 kg de queso mozzarella, es así que en la fase obtención de materias primas, se consideró la producción de Metano (CH₄) por cada litro de leche que se receipta. (Berra , Finster, & Valtorta , 2009).

Los inventarios de entrada y salida de las fincas ganaderas denominadas como 1 y 2 estimaron que para producir un litro de leche se emite 0,0023 kg de CH₄ al día resultando al año 83,85 kg de CH₄ por animal que produce 10 litros de leche promedio en un escenario semi-extensivo, dicha cantidad es elevada al ser comparada con un estudio realizado en Uruguay donde el manejo del sistema fue intensivo, resultando así emitir en ganado lechero de 15 litros promedio 34 y 43 kg de CH₄ al año y 0,0079 kg de CH₄ por litro de leche, cabe recalcar que el sistema de manejo antes mencionado permite que el ganado se encuentre confinado en los establos, y pase a estar distanciado del potrero, es decir los animales no tienen que guardar ninguna relación con la superficie de la explotación, solamente con el tamaño del establo y además exigen mayores dietas. (Nasca, J. A., et al., 2005). Por otro lado, un estudio realizado en Argentina con sistemas de manejo semi-intensivo presentó que en ganado lechero de 12 litros se emite un promedio de 111,50 kg/CH₄/año, es decir 0,025 kg/CH₄/ l de leche, comparado con dicho valor el estudio actual es menor, es por esto que los valores resultantes del estudio actual son menores comparados con estudios a nivel internacional. (Bariloche, Fundación , 2005)

4.2.2. Emisiones de Dióxido de Carbono CO₂.

El análisis de huella de carbono, hizo referencia a tres etapas del ACV. Las emisiones de CO₂ en la fase obtención de materias primas valoraron 0,93 kg/CO₂, en la fase producción se estimó

2,58 kg de CO₂ y en la fase transporte y distribución se estimó 0,40 kg de CO₂ por cada kg de queso mozzarella producido.

De dichos valores resulta así un total de 3,91 kg de CO₂ en todas las etapas, comparado con un estudio de ACV realizado en Estados Unidos, se estimó un valor de 7,28 kg de CO₂ por kg de queso mozzarella producido, dicho estudio tuvo un alcance de la cuna hacia la tumba y énfasis en las operaciones de la unidad bajo el control de plantas procesadoras de queso típicas, por otro lado un estudio realizado en España en una quesería tradicional de asturiana en la ciudad de Oviedo donde se estimó 10,2 kg de CO₂ por kg de queso producido, se pudo observar que el dato de huella de carbono del estudio realizado en España consideró las mismas etapas del ACV, concluyendo así que los valores apreciados en la presente investigación son menores con estudios realizados a nivel internacional donde se indicó que los valores de huella de carbono oscilan entre 5,3 y 16,4 kg de CO₂ por kg de queso producido (Clune, Crossin, & Verghese, 2017).

Del estudio actual resultó lógico que la huella de carbono se encuentre en niveles bajos comparada con otros estudios, ya que se trata de una empresa artesanal con un volumen de producción muy pequeño para el suministro de la demanda (Canellada Barbón, 2017).

4.2.3. Producción de aguas residuales.

Al ser el sector pecuario el responsable del 8% del consumo mundial de agua y de mayor fuente de contaminación, el presente estudio contempló la producción de aguas residuales, el análisis realizado estimó un valor de 2,88 litros de agua residual por litro de leche producido, es decir que para producir un kilogramo de queso mozzarella considerando las etapas de obtención de materias primas y producción se requieren 28,8 l / agua residual / día, ya que se requieren 10 litros de leche para producir 1 kg de queso mozzarella.

Dicho valor es elevado comparado con un estudio realizado en el Valle del Cauca en el año 2008 donde se estimó la producción promedio de 25 litros de agua residual por kg de queso mozzarella producido (Martínez , Ruiz , & Morales , 2016).

Según Ríos, *et al.* (2013) se estimó que para la producción de un kg de queso mozzarella se emiten 30 litros promedio en obtención de materias primas, dichos valores son elevados al ser comparados con el presente estudio.

4.2.4. Generación de residuos sólidos.

Con base a resultados de residuos sólidos se indica que se producen 21,4 g de residuos de papel y 128,4 g de residuos plásticos al año, en una capacidad de producción de 30.660 kg de queso producido en el año, en relación a un estudio realizado en una quesería tradicional de Asturiana donde se produce en residuos de papel 760 g y en residuos plásticos 150 g con una capacidad de producción de 4.770,00 kg de queso producido al año, se concluye que a pesar de que ANDILACTEOS, posee mayor capacidad de producción, se mantiene equilibrado su consumo. (Canellada Barbón, 2017).

4.2.5. Variables sociales y económicas.

4.2.6. Producción.

La empresa artesanal mantiene un margen de utilidad de \$1,12 de cada queso producido, comparado con varias marcas existentes en el mercado, se concluye que el precio aumenta en 3, 4 y hasta 5 % de margen de utilidad en varias marcas. La estrategia de estas empresas es mantener los precios durante algunos años y que en el tiempo se priorice la calidad con inversiones en tecnologías de fábrica (González, 2017).

4.2.7. Adaptabilidad.

Se realizó un estudio de adaptabilidad en la empresa, reportando así que se encuentra en un nivel de importancia de 4,65 (escala de likert) comparado con el porcentaje de cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que resulta un 89%. A continuación se describen los resultados obtenidos en la tabla 12 del inventario de entrada con respecto a la adaptabilidad de la empresa.

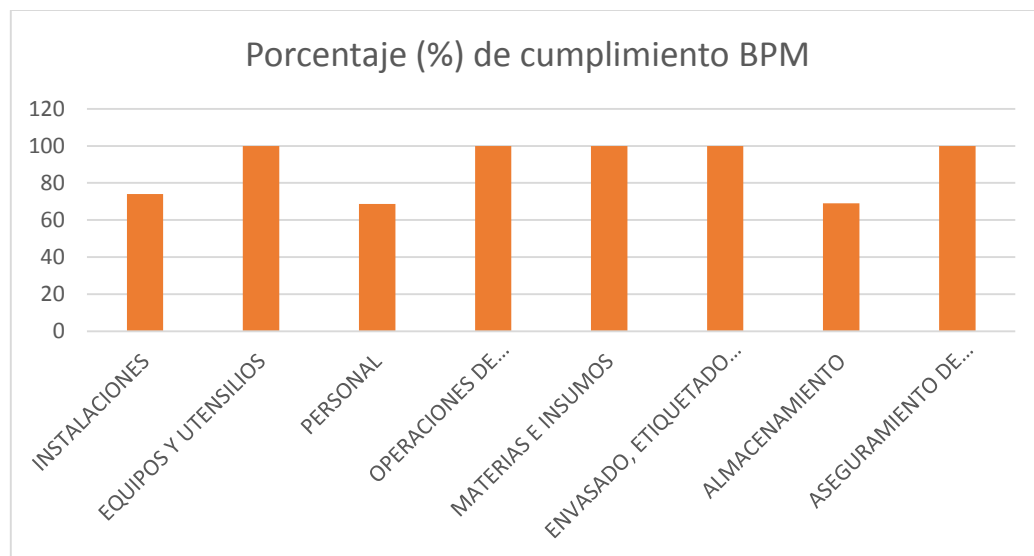


Figura 11: Porcentaje de cumplimiento de Buenas prácticas de manufactura (BPM)

Actualmente en el mercado competidor se pueden observar que varias firmas tienen registro BPM, las cuales se encuentran en el mercado local. Para ANDILACTEOS es importante implementar dicho registro ya que este promueve productos seguros para el consumo humano y se centraliza en la higiene y forma de manipulación de los alimentos.

4.2.8. Estabilidad.

La estabilidad de la empresa en la actualidad es considerada por el porcentaje de materias primas que se reciben para la producción de queso mozzarella, mismo que en el reporte de los últimos seis meses se mantiene constante, hay que señalar que la producción actual promedio de la empresa no le permite competir con marcas con mayor capacidad de producción.

4.2.9. Confiabilidad.

La calidad del queso mozzarella fue evaluado por un conjunto de condiciones y medidas necesarias para asegurar que el producto final no presente riesgos en la salud de los consumidores, los resultados se midieron con base al Codex Alimentarius y la norma INEN 82-2011, mismos que no presentaron riesgos y se encuentran en los rangos permitidos por las mismas.

4.2.10. Equidad.

De acuerdo al análisis de salario realizado en los empleados de la microempresa, se concluye que es acorde a lo establecido por el Ministerio de Relaciones Laborales, además que tienen los beneficios que por ley les corresponde. El gerente-propietario y el jefe de operación son los dueños de la planta artesanal es por ello que obtienen un mayor nivel de ingresos.

4.3. Estrategias para la sustentabilidad del Agronegocio del producto queso mozzarella en la empresa ANDILACTEOS de la ciudad de Otavalo.

De acuerdo al análisis realizado en el segundo objetivo, se identificó los puntos críticos de la empresa ANDILACTEOS, en la figura Nro. 12 se observa que las emisiones de CH₄, y las variables de estabilidad y adaptabilidad se encuentran bajo el nivel óptimo de sustentabilidad. A continuación se presentan estrategias para equilibrar el sistema en los puntos antes mencionados.

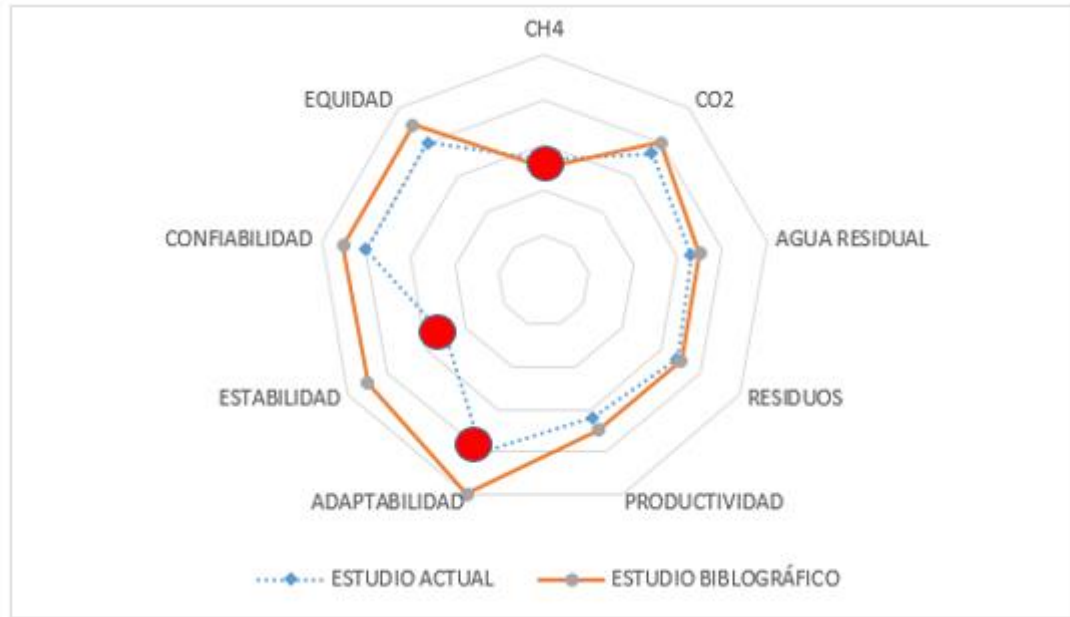


Figura 12: Puntos críticos en la sustentabilidad en la empresa ANDILACTEOS.
Fuente: (Astier, Masera, & Galván, 2008)

4.3.1. Estrategia de sustentabilidad para reducir emisiones de metano (CH₄).

A continuación se presenta la estrategia para reducir la producción de metano (CH₄) en las fincas ganaderas, hay que recalcar que el costo de la estrategia no le corresponde a la empresa.

El estudio actual reportó que se emite a la atmósfera 83,85 kg/CH₄/año, el sistema de manejo de las fincas ganaderas es semi-intensivo, esto quiere decir que no existe un control de los desechos de animales y la dieta de los mismos. La alimentación de los animales en las dos fincas se lo hace en potreros con cultivo de pasto kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*), el cual no ha sido manejado eficientemente, convirtiéndose así en cultivos viejos. Ahora bien según Medio Ambiente, (2014), una de las causas para que el valor de emisión sea elevado son los cultivos viejos, ya que elevan la cantidad de gases por unidad de alimento consumido o fermentado. Además que no se realiza un sistema rotacional de pastos, influyendo en la pérdida de nutrientes del suelo, erosionándolo.

Para reducir el impacto por emisiones de CH₄ en las fincas ganaderas, se plantea realizar un nuevo manejo en los potreros, es decir cambiar los cultivos viejos por nuevos. La estrategia consiste que en lugar de usar pastos maduros, el ganadero utilice forrajes más jóvenes, ya que las diferencias entre especies forrajeras reducen el impacto (Agencia de noticias, 2015).

Las condiciones climáticas del sector donde se encuentran ubicadas las fincas productoras de leche son acorde con requerimientos climáticos para la reproducción de los pastos kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) y ryegrass (*Lolium*), tal y como se refleja en la tabla nro.6. Al ser fincas ganaderas con un nivel bajo de producción se recomienda implementar esta estrategia a largo plazo. El valor que resulta la implementación de pasto ryegrass (*Lolium*) es de \$209 por hectárea. (Ver tabla Nro. 30)

Tabla 30: Costos para la implementación del cultivo ryegrass (*Lolium*) por hectárea.

CONCEPTO		INSUMOS Y MATERIALES			
Nombre		Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario \$	Subtotal \$
Preparación de la tierra					
Arada	y Tractor	2	Horas	20	40
rastrada	pulverizada				
Siembra					
Semilla	Ryegrass (anual)	50	Kg	1,96	98
Siembra	Jornal	8	Horas	18	18
Fertilización	18-46-0	100	Kg	0,58	58
	8-20-20	50	Kg	0,50	25
TOTAL					209

Para complementar la estrategia se propone establecer un sistema de pastoreo rotativo, es decir se debe manejar eficientemente los periodos de descanso para cada pasto. El período de descanso está dado por el tiempo óptimo requerido por la especie vegetal para restituir mediante la actividad fotosintética los niveles de carbohidratos requeridos para asegurar un buen rebrote. El sistema de

pastoreo rotativo se realiza en una forma sistemática, los animales son llevados de una a otra división, cuidando que las parcelas no sean utilizadas de manera excesiva en la misma época. Es preciso ayudar a los animales de mayores necesidades nutricionales a cosechar la mayor cantidad posible de forraje de la mejor calidad (Rincón , 2017).

El periodo de pastoreo va en función del número de animales y el tipo de animal que se utiliza, por ejemplo; para una vaca que produce de 10 -12 litros son apropiados tiempos de 2–3 días de pastoreo, si a partir de ese momento se eleva el tiempo de pastoreo se desmejora la cantidad y calidad de la ración tomada en potreros a causa del pisoteo (Rincón , 2017).

Hay que considerar además del tiempo de pastoreo, el porcentaje de materia seca requerida por un bovino, es decir el 2,5 % de su peso vivo.

4.3.2. Estrategia de sustentabilidad para la variable adaptabilidad.

En la variable adaptabilidad se reportó un porcentaje de cumplimiento de BPM del 89% , por tal motivo hay algunos ítems dentro del Check List de BMP evaluado que deben ser modificados en la empresa, por consiguiente a continuación se muestra las estrategias de cada uno para una producción más sustentable. En la figura Nro. 13 se indica la estrategia para evitar el ingreso de polvo, insectos y otros elementos que puedan contaminar la producción de queso. Esta técnica facilita la limpieza de esta área.

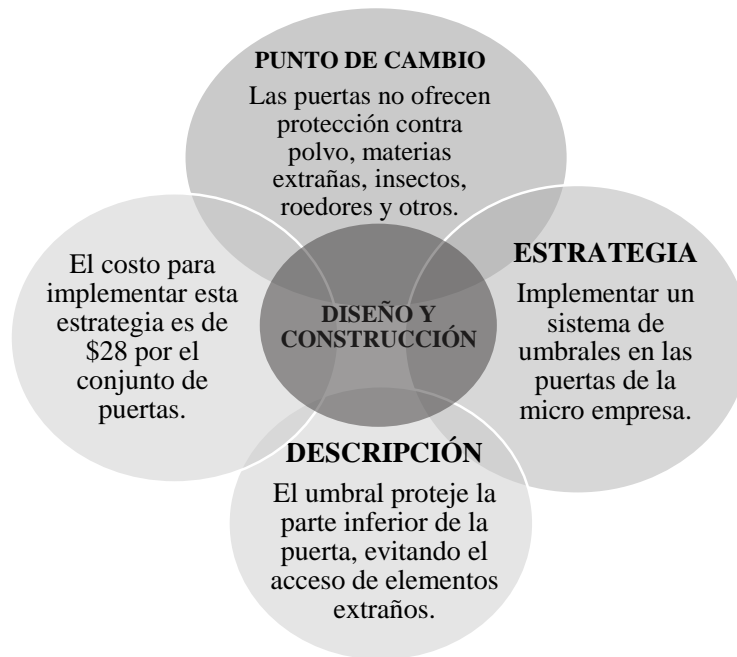


Figura 13: Diseño y construcción como estrategia sustentable.



Figura 14: Umbral para puertas en empresa.

Fuente: (Amazon.com, 2018)

Las paredes interiores actualmente no están diseñadas de tal manera que evite la acumulación de polvo, por esta razón se debe realizar un rediseño en las esquinas de las paredes, éstas deben de ser de forma cóncava, así se evita el ingreso del mismo. En la figura Nro. 15 se propone una estrategia para evitar este punto crítico. En el caso de la terminación de las paredes se debe reestructurar su forma actual, a una forma inclinada para evitar la acumulación de polvo ya que las actuales instalaciones no cuentan con tumbado artificial. Se recomienda implementar un sistema de limpieza para éstas áreas críticas.

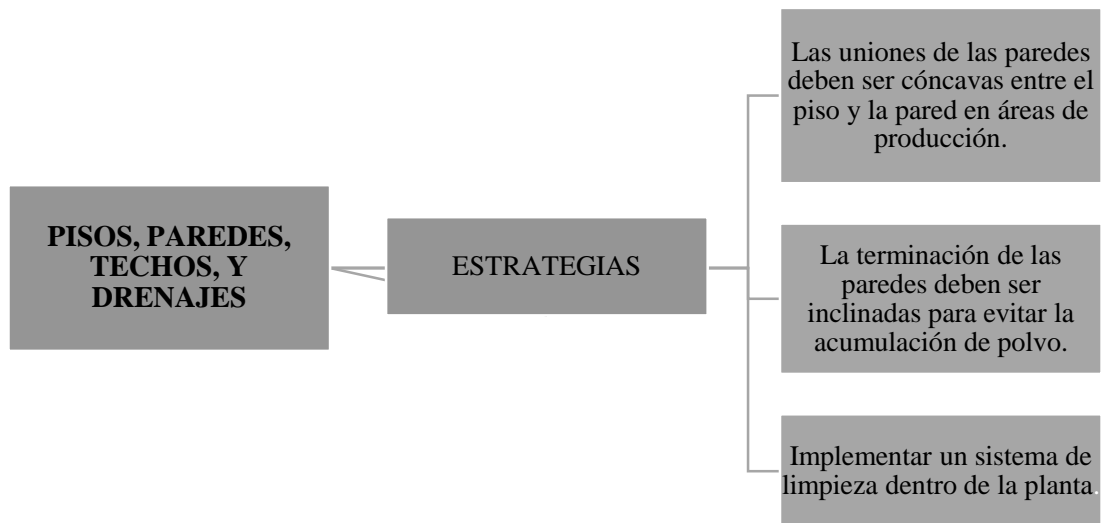


Figura 15: Condiciones específicas de pisos, paredes, techos y drenajes.



Figura 16: Pared cóncava y plana en área de producción.

Fuente: (Samanta Amaguayo, 2018)

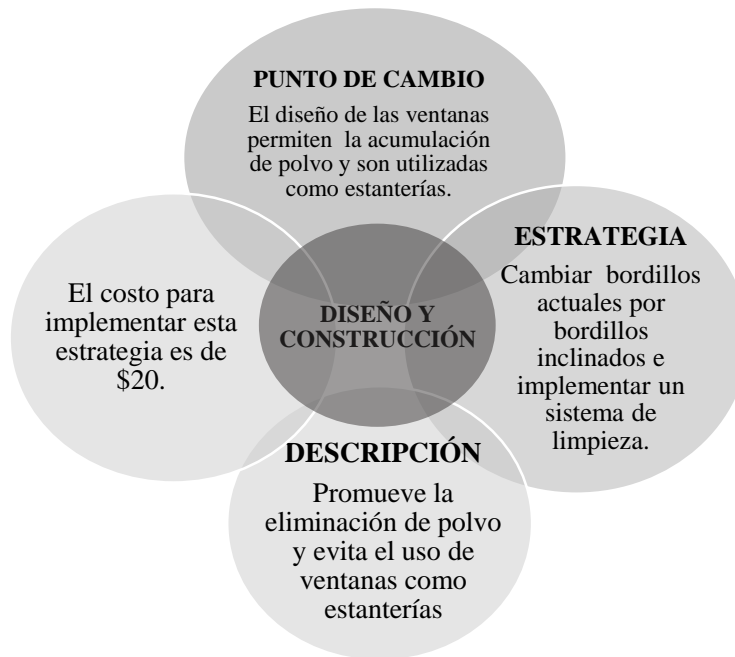


Figura 17: Condiciones específicas de ventanas, puertas y otras aberturas.

Las ventanas no cuentan actualmente con un diseño que evite la acumulación de polvo y se usan como estanterías, para evitar este punto se recomienda cambiar el diseño del bordillo actual por un tipo bordillo inclinado. En la figura Nro. 17 se describe la estrategia. El costo que resulta de estos procesos: cambio de bordillo en ventanas y rediseño de esquina de pared en toda la planta es de \$30.

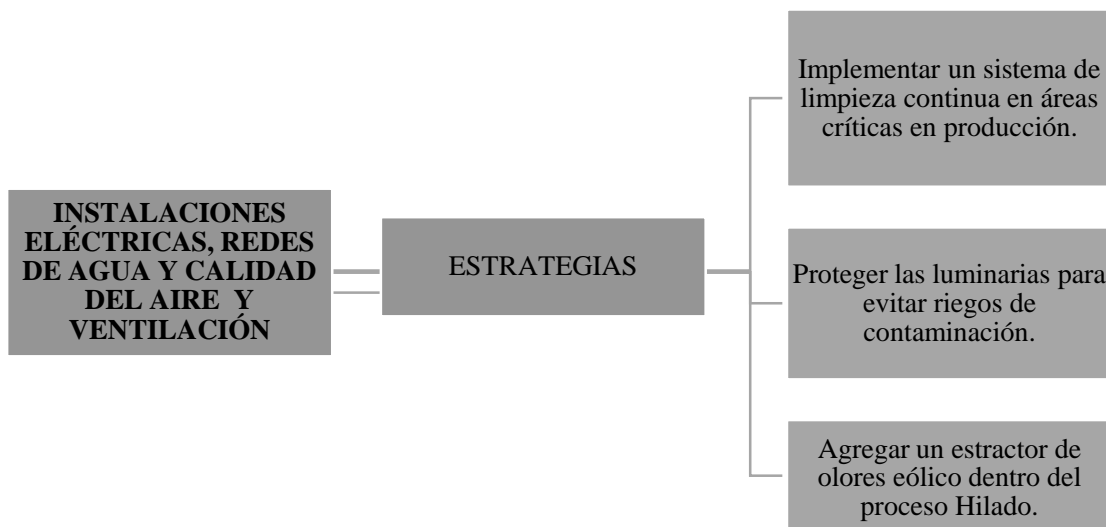


Figura 18: Instalaciones eléctricas, redes de agua y calidad del aire de ventilación.

La estrategia de sustentabilidad dentro de instalaciones eléctricas, redes de agua, calidad de aire y ventilación se la puede observar en la figura nro. 18. Se recomienda utilizar una lámpara empotrada con marco, para evitar el riesgo de contaminación por ruptura de luminarias.

Además se recomienda utilizar un extractor de olores eólico debido a que reduce la emisión de humos, vapores, humedad y olores; su función es renovar el aire ambiental interior de la planta.

Los extractores eólicos se pueden instalar en tubos metálicos con cubiertas inclinadas y se recomienda utilizar en material de acero inoxidable. El proceso continuo de ventilación eólica (ver figura 19) opera de la siguiente forma: el extractor eólico permanentemente succiona hacia afuera (salida) el aire caliente acumulado debajo de la cubierta, el cual es compensado de manera natural mediante la entrada de aire fresco a través de las ventanas ubicadas estratégicamente en los estratos más bajos del recinto, este proceso, técnicamente dirigido, generará un nivel de circulación de aire dentro del recinto que garantizará la correcta ventilación del mismo.

El costo del extractor es de \$250 con instalación incluida. Esta estrategia permitirá controlar la temperatura y humedad ambiental de las instalaciones.

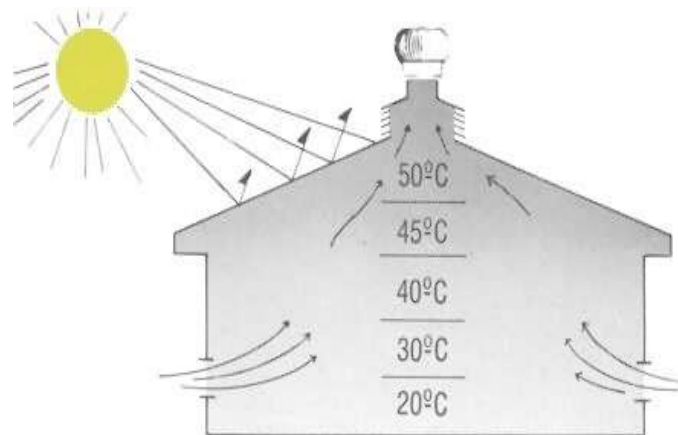


Figura 19: Ventilación eólica.
Fuente: (Arquigrafico, 2018)

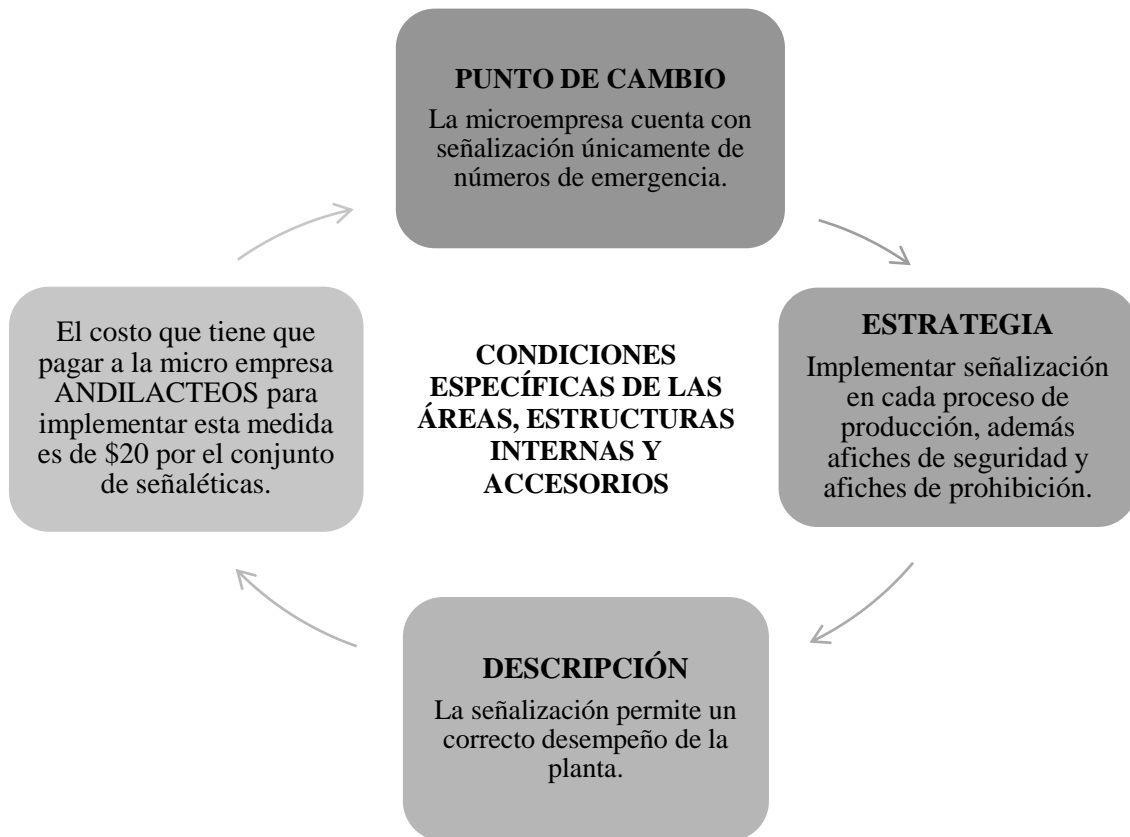






Figura 20: Condiciones específicas de áreas, estructuras internas y accesorios.

La señalética corresponde a la comunicación visual en un conjunto de señales y símbolos que van a cumplir la función de guiar, orientar y organizar a los empleados en cada proceso de producción. Las señaléticas que se deben implementar son las siguientes: procesos de producción, señalética de seguridad, de advertencia y de prohibición que a continuación se detallan. El objetivo de implementar esta estrategia es tomar acciones que minimicen los riesgos de accidentes laborales y protejan la integridad de los trabajadores (ver figura 20).

Tabla 31: Señalización por procesos.

TIPO DE SEÑALIZACIÓN	FOTOGRAFÍA	UBICACIÓN	DIMENSIONES
SEÑALÉTICA POR PROCESOS		Una en la zona de recepción de materia prima.	10 x 25 cm
		Una en la zona de producción.	10 x 25 cm
		Una en la zona de envasado y etiquetado.	10 x 25 cm
		Una en el área de almacenamiento.	10 x 25 cm

Dentro de la señalética por procesos se consideró cuatro rótulos de 10 cm por 25 cm en las áreas de: recepción, producción, envasado y etiquetado y almacenamiento (Ver tabla 32).

Las señaléticas de obligación implica adquirir un comportamiento imprescindible en el espacio de trabajo, su forma es redonda, en un pictograma blanco sobre fondo azul. Su tamaño recomendado debe ser de 30cm por 45cm, o a su vez de 40cm por 60cm. A continuación en la figura nro. 21 se describen los necesarios, mismos que serán ubicados en el ingreso de la planta.



Figura 21: Señalética de obligación considerada en la microempresa.

Fuente: (Protección, Identificación y Seguridad, 2010)

La señalética de prohibición, lleva una forma redonda, con un pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda de color rojo, tienen por objetivo comunicar algunas restricciones y prohibiciones que se identifican en el entorno laboral. Las restricciones son: prohibido fumar

(ubicada en el área de producción), prohibido consumir alimentos, depositar la basura en su lugar en la parte de afuera de la planta y prohibido el ingreso de personal no autorizado en el ingreso de la planta. El tamaño recomendado para estas señaléticas es de 20cm por 25cm, como se refleja en la figura 22.



Figura 22: Señalética de prohibición considerada en la microempresa.

Fuente: (Protección, Identificación y Seguridad , 2010)

La señalética de advertencia o precaución, tiene como objeto comunicar todos los riesgos y peligros existentes en el entorno laboral. Su forma es triangular, el pictograma es negro con fondo amarillo y bordes negros. El tamaño recomendado para esta señalética es de 30cm por 40cm. El anuncio baja temperatura será ubicado junto al cuarto frío, riesgo de incendio junto a las calderas y riesgo de caída en recepción. La figura 23 indica la señalética propuesta.



Figura 23: Señalética de advertencia considerada en la microempresa.

Fuente: (Protección, Identificación y Seguridad , 2010)

Además hay que implementar señalética de seguridad, su forma es rectangular o cuadrada, es un pictograma sobre fondo rojo. Estos carteles permiten ubicar los equipos y herramientas para combatir eventos que produzcan incendios, también son útiles para informar y dar instrucciones

en caso de contingencias referente a este tema. El tamaño indicado para estas es de 30cm por 45cm, se recomienda implementar dos carteles, uno donde indica el extintor en una parte visible y otro a lado de la puerta de emergencia (Ver figura 24).



Figura 24: Señalética de seguridad considerada en la microempresa.

Fuente: (Protección, Identificación y Seguridad , 2010)

La señalética de información permite proporcionar información variada, su forma es cuadrada, en un pictograma blanco sobre fondo verde. Su tamaño es 30cm por 45cm, se recomienda implementar tres señales, una donde especifique la salida de emergencia, la ruta de evacuación y el punto de encuentro en la parte de afuera (Ver figura 25).



Figura 25: Señalética de información considerada en la microempresa.

Fuente: (Protección, Identificación y Seguridad , 2010)

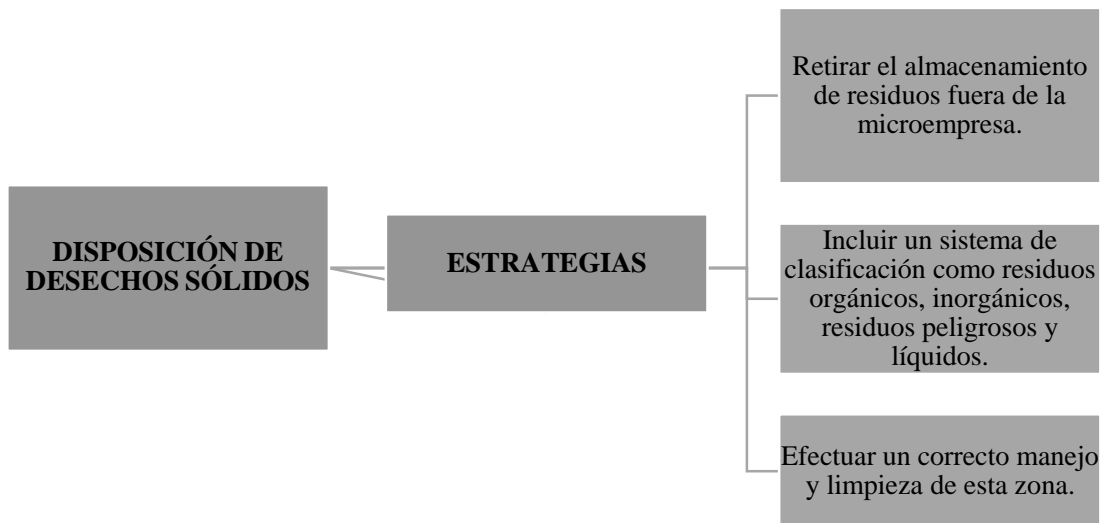


Figura 26: Disposición de desechos sólidos como estrategia para la producción sustentable.

Los desechos sólidos se deben colocar fuera de la planta en un lugar destinado para su recolección, clasificando la misma en cuatro tres de desechos, a continuación se describe su clasificación (Ver figura 26).

Residuos orgánicos: Es todo desecho de origen biológico, en el caso de la empresa son los residuos de queso desaprovechado.

Residuo inorgánico: Son todos los residuos no biológicos de origen industrial, por ejemplo residuos de fundas, etiquetas, plásticos, telas sintéticas, botellas entre otros.

Residuos peligrosos: Son todos aquellos desechos ya sean de origen biológico o no, que provocan un peligro permisible y por tal motivo deben ser clasificados de forma correcta, por ejemplo: sustancias químicas corrosivas, etc.

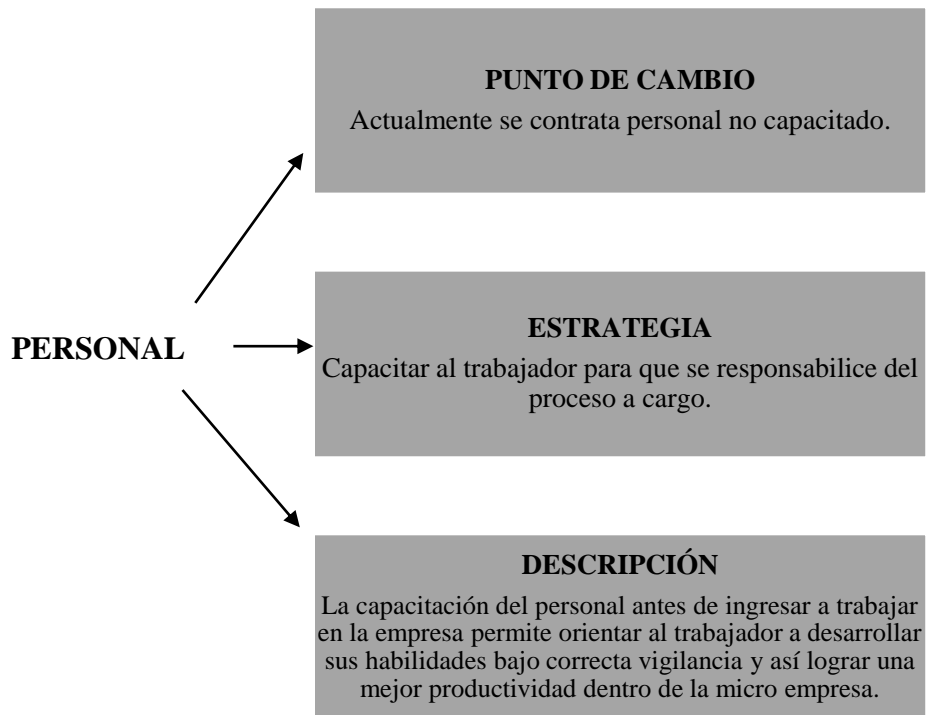


Figura 27: Capacitación al personal como estrategia para la producción sustentable.

La capacitación al personal permite el adecuado desarrollo de los procesos de producción logrando incrementar la productividad de lote de producción. Se recomienda realizar dos tipos de capacitaciones, en buenas prácticas de manufactura (BPM) y buenas prácticas de higiene (BPH). Las mismas deben ser al ingreso del personal y cada seis meses para su mejor desempeño (Ver figura 27).



El transporte desde obtención de materias primas no mantienen las condiciones higiénico sanitarias y de temperatura establecias para garantizar la conservacion de la calidad del producto.



Los vehiculos de transporte no son construidos con materiales apropiados, para que protejan al alimento.



El contenedor del vehiculo no esta construido con material de facil limpieza para evitar la contaminacion o alteracion del producto.

Figura 28: Puntos crítico en transporte y almacenamiento del producto queso mozzarella.

El transporte desde obtención de materias primas, se lo realiza en carros que no poseen las condiciones higiénico sanitarias y temperatura establecida para garantizar la conservación de la leche, por esta razón se sugiere que los productores de la comunidad Mojanda, que son los que entregan la materia prima a la empresa ANDILACTEOS, formen una asociación con el fin de gestionar al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), un tanque de enfriamiento de leche para el sector, mismo que será ubicado en el transporte global para los pequeños productores, esto permitirá garantizar la materia prima.

Esta estrategia ya se lo ha realizado en parroquias como Cajas, La Esperanza y en Zuleta. En el caso que la estrategia propuesta no sea viable, se sugiere cambiar a los proveedores más cercanos a la microempresa y realizar un estudio de sustentabilidad.

El transporte que realiza la empresa ANDILACTEOS para la distribución de queso mozzarella, no cuenta con un contenedor adaptado al vehículo que permita proteger el alimento y su conservación. Por lo tanto se propone implementar un contenedor con las condiciones que garanticen el transporte del producto o a su vez contratar un transporte con dichas condiciones.

4.3.3. Estrategia de sustentabilidad para la variable estabilidad.

Para mejorar la estabilidad de la empresa, se debe establecer nuevos mercados a nivel provincial, además se debe tomar en cuenta que las marcas reconocidas con certificación BPM, poseen un mayor nivel de ventas por su confiabilidad. Es así que primero se debe empezar obteniendo el registro BPM, incrementar la producción e identificar nuevos mercados potenciales.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los procesos vinculados al Análisis de Ciclo de Vida (ACV) son: obtención de materias primas, producción, transporte y distribución, uso y disposición de residuos, en los cuales se evaluó aspectos en el ámbito ecológico.
- Las variables sociales y económicas se despliegan desde la etapa producción con base a indicadores del marco MESMIS, donde se analizan variables de adaptabilidad, productividad, estabilidad, confiabilidad y equidad.
- Los impactos ecológicos encontrados en el ACV para producir un kilogramo de queso mozzarella se estiman aproximadamente 0,023 kg de metano (CH₄), 3,91 kg de dióxido de carbono (CO₂) y 28,8 litros de agua residual.
- Los resultados que se obtienen en base a las variables sociales y económicas, reportan que el margen de utilidad de la empresa, corresponde al 1% del producto final vendido, comparado con otras marcas que elevan el precio del 3 al 5 % del margen. En la variable adaptabilidad, se encuentra el porcentaje de cumplimiento de BPM, para la empresa representando un 89% con respecto al Check List evaluado.
- Las estrategias de sustentabilidad para equilibrar el sistema de la empresa son adaptar las instalaciones de la misma en base a los requerimientos que exige la norma de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), por ésta razón se genera un mayor grado de confiabilidad y se puede implementar un mercado a nivel provincial para la oferta del producto.

- En el ámbito ecológico el punto crítico encontrado fue el nivel de emisiones de metano CH₄, para minimizar el impacto del mismo se sugiere cambiar los cultivos viejos de las fincas ganaderas por cultivos más jóvenes e implementar un sistema de pastoreo rotativo, hay que recalcar que este valor económico no le corresponde a la empresa.

5.2.Recomendaciones

- Se propone realizar un estudio completo de sustentabilidad en empresas, basándose en todas las etapas del Análisis de Ciclo de Vida, ya que éste permitirá hacer un análisis completo de los impactos sociales, económicos y ecológicos.
- Se recomienda implementar un manejo de pastos en fincas productoras de leche implementando rotación de pastos kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) y ryegrass (*Lolium*) e implementación de aceites vegetales en la dieta de los bovinos con el fin de reducir los impactos por emisiones de metano CH₄ que de ello se produce.
- Las pequeñas y medianas empresas del Ecuador podrían optar por la certificación BPM para mantenerse competitivas en el mercado y además aumentar la confiabilidad de sus consumidores.
- Se propone implementar la herramienta ACV en instituciones educativas con el fin de dar a conocer a los estudiantes el valor de los productos que se consumen día a día y así realizar un análisis más profundo de sus impactos sociales, económicos y ecológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de noticias. (07 de septiembre de 2015). Dietas para vacas, a prueba de calentamiento global. *Contexto Ganadero*. Recuperado de <http://www.contextoganadero.com/reportaje/dietas-para-vacas-prueba-de-calentamiento-global>
- Aguirre Villegas, H.A. (2015). Green Cheese: Partial life cycle assessment of greenhouse gas emissions and energy intensity of integrated dairy production and bioenergy systems. *Journal of dairy science*, 98(3), 1571-1592.
- Alimentarius, C. (2015). Norme generale Codex pour les additifs alimentaires. *Codex Stan 192, 1995*.
- Arboleda, J. (2008). *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín, Colombia.
- Astier, M. (2006). Medición de la sustentabilidad en sistemas agroecológicos. *En Acta del VII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Zaragoza.
- Astier, M., Masera, O., & Galván. (2008). *Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional*. Valencia: SEAE.
- Bariloche, Fundación. (2005). Inventario de gases de efecto invernadero de la República Argentina-Año 2000. *Tomo IV. Responsables Inventarios Ganadería: G. Berra & L. Finster*.
- Bartolomé, D., Posado, R., Bodas R., Taberero de Paz, M., García, J., & Olmedo, S. (2013). Caracterización del consumo eléctrico en las granjas de vacuno lechero de Castilla y León. *Archivos de zootecnia*, 62(239), 447-455.

- Berra, G., Finster, L., & Valtorta, S. E. (2009). Una técnica sencilla para la medición de emisiones de metano entérico en vacas. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 8(1), 49-56.
- Brannagan, M. (15 de junio de 2017). Información general acerca del queso mozzarella. *Alimentos*. Recuperado de <http://alimentos.org.es/queso-mozzarella>
- Cáceres, M. (2012). Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. *Mundo pecuario*, 8(1), 16-32.
- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. *Universidad Abierta Interamericana*, 1-7.
- Canellada Barbón, F. (2017). *Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono de una quesería tradicional asturiana*. Oviedo.
- Casado Cimiano, P., & García Álvarez, J. (1983). La calidad higiénica de la leche. *Folleto 8443*.
- Cástro, Á. (2002). *Ganadería de la Leche: Enfoque empresarial*. San José: EUNED.
- Chandi, A., & Vela, F. (2012). *La producción y comercialización de leche y su incidencia en el desarrollo socio económico del cantón Espejo, provincia del Carchi*. (Tesis de pregrado). Universidad técnica del norte, Ibarra, Ecuador.
- Clune, S., Crossin, E., & Verghese, K. (2017). Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 140, 766-783.
- Cofré, R. (2014). *Estudio técnico y económico de la implementación de una planta de biogás para la generación de energía utilizando residuos orgánicos ganaderos en agrícola campo verde, región de Los Ríos*. (Tesis de pregrado). Los Ríos, Ecuador.

Consejo Nacional de Planificación. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida”*. Recuperado de: Senplades. Obtenido de Plan Nacional para el Buen Vivir.

Corporation International Finance. (30 de abril de 2007). *Consumo de energía en industrias lácteas*. Obtenido de: Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el procesamiento de productos lácteos:
<http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/d4c17180488551e8a9dcfb6a6515bb18/0000199659ESes%2BDairy%2BProcessing-rev%2Bcc.pdf?MOD=AJPERES>

Corredor Camargo, E. (2016). *Estimación de la Huella Hídrica para la producción de leche en fincas del municipio de Tunja, Boyacá*. (Tesis de maestría). Universidad de Manizales, Colombia.

De la Cruz, P. (30 de mayo de 2013). *Responsabilidad social empresarial*. Recuperado de www.eoi.es: <http://www.eoi.es/blogs/mintecon/2013/05/30/responsabilidad-social-empresarial-10/>

De los Reyes Gonzales, G., Coca, R., & Molina, B. (2010). *Calidad de leche cruda*. Recuperado de:
https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALACHECRUDA.pdf

Finnegan, William, et al. (2017). Environmental impacts of milk powder and butter manufactured in the Republic of Ireland. *Science of the Total Environment*, 579, 159-168. doi:10.1016/j.scitotenv.2016.10.237

Fraj, E., Martínez, E., & Matute, J. (2011). Marketing y medio ambiente: Una aproximación a la situación de la industria española. *Universia Business Review*, (31), 156.

- González, M. (2012). Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. *Mundo pecuario, VIII, Nro. 1*, 16-32.
- González, P. (28 de junio de 2017). La industria láctea ecuatoriana se dinamizó este 2017. *El Comercio*.
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Recuperado de: tgrajales.net/investipos.pdf
- Guzmán, I., Briones, A. J., & De Nieves Nieto, C. (2013). Evaluación de la eficiencia en el sector de los Agronegocios en España: Un estudio empírico para la región de Murcia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 81-100.
- Iglesias, D. H. (2005). Relevamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de productos y su aplicación en el sistema agroalimentario. . *Contribuciones a la Economía*.
- Iturralde, R. (2015). Sufrimiento y riesgo ambiental. Un estudio de caso sobre las percepciones sociales de los vecinos de 30 de Agosto en el contexto de un conflicto socio ambiental. *Cuadernos de Antropología Social/41*, 79-92.
- Kim, Daesoo, et al. (2013). Life cycle assessment of cheese and whey production in the USA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(5), 1019-1035.
- López-Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. (2001). Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: el marco MESMIS. *Revista Leisa de Agroecología*, 16, 25-27.
- Lloret, A. (2011). Competitividad y Sustentabilidad: Las caras de una moneda que genera valor. *Escuela de Negocios*, 5.

- Marín Gómez, A. (2013). *Estimación del inventario de emisiones de metano entérico de ganado lechero en el departamento de Antioquia*. (Tesis Doctoral), Universidad Nacional de Colombia, Medellín. , 75-76.
- Marín, M. A. (2012). La huella de carbono del Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 9(22), 51-59.
- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (2000). El marco de evaluación MESMIS. Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. *Cinco experiencias de evaluación en el México rural*.
- Mazzucchelli, F., & Sánchez, A. (1999). Impacto ambiental de las explotaciones de vacuno lechero. *Bovis*, (89), 15-20.
- Medio Ambiente. (17 de 07 de 2014). *El Espectador*. Recuperado de: Dietas para vacas, una opción para disminuir el gas metano: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/dietas-vacas-una-opcion-disminuir-el-gas-metano-articulo-505044>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2008). *Manual de Aplicación de Buenas Practicas Pecuarias de producción de leche*. Quito: MAGAP.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2017). *Estadísticas del sector industrial lácteo 2016*. Quito: MAGAP.
- Moreno, S. (28 de 02 de 2012). *El análisis de empresas: Análisis económico-financiero*. Obtenido de www.mirelacion.es: <http://www.mirelacion.es/blog/analisis-empresas-economico-financiero/>

- Muñoz Quintero, W. (2014). Cálculo de la huella hídrica en fincas ganaderas ubicadas en la cuenca del río La Villa, Panamá. *Centro Agronómico Tropical, Magister Scientiae en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas*.
- Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development*, 15(10), 1-16.
- Nasca, J. A., et al. (2005). Estimación de la producción de metano en sistemas pastoriles de la llanura deprimida salina de Tucumán. *Arg. Prod. Anim vol. 25, no supl 1*, 87-88.
- Pacurucu, A. R. (2012). *Plan de Manejo Ambiental para la industria láctea "Productos San Salvador"*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Palacios, D. (2015). *Diseño de un plan de administración ambiental para la planta de procesamientos lácteos de la unidad educativa temporal agropecuaria "Luis A. Martínez"*. (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Riobamba.
- Parra, R. (2015). Factor de emisión de CO₂ debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001-2014. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 7(2).
- Pro Ecuador. (2016). Perfil sectorial de lácteos y cárnicos.
- Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente. (2000). Cleaner production assessment in dairy processing. *United Nations Publications*, 95.
- Protección, Identificación y Seguridad. (2010). *Identificación y señalización*, Monterrey.
- Pucurucu Reyes, A. (2012). *Plan de Manejo Ambiental para la Industria Láctea "Productos San Salvador"*. (Tesis de Licenciatura), El Salvador.

- Ramírez Navas, J. (2010). Propiedades funcionales de los quesos. . *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 64(1), 40-47.
- Rincón, José. (2017).¿Cuántas unidades de animales por hectárea podemos manejar?. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/cuantas-unidades-animales-hectarea-t41123.htm>
- Ríos, N., Lanuza, E., Gámez, B., Montoya, A., Díaz, A., Sepúlveda López, C., & Ibrahim, M. (2013). Cálculo de la huella hídrica para producir un litro de leche en fincas ganaderas en Jinotega y Matiguás, Nicaragua. *Sistemas Silvopastoris, o caminho para economia verde na pecuária mundial*, 722-726.
- Rivera Ferre, M. (2007). *www.ecologistasenaccion.org*. Recuperado de Ganadería y cambio climático: <http://www.ecologistasenaccion.org/article17918.html>
- Rivera, J., Arenas, F., Rivera, R., Benavides, L., Sánchez, J., & Barahona, R. (2015). Análisis de ciclo de vida en la producción de leche: comparación de dos hatos de lechería especializada. *Life*, Vol. 6, 50.
- Roma. (2010). *Un nuevo informe evalúa las emisiones de gases de efecto invernadero del sector lácteo*. Recuperado de: <http://www.unionvegana.org/emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-del-sector-lacteo/>
- Rovayo, J. (2011). *Programa de alianzas para el desarrollo de Bolívar -PAB*. Obtenido de www.medicusmundi.es/storage/resources/publications/571e36ce01d97.pdf
- Rubio, R. (25 de 06 de 2013). *www.unicen.edu.ar*. Obtenido de www.unicen.edu.ar: <http://www.unicen.edu.ar/content/el-agua-y-la-intensificaci%C3%B3n-ganadera>


- Salcedo, Gregorio. (2005). Estimación de excretas en sistemas de producción de leche basados en el aprovechamiento de forrajes. *Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja" 39792, Heras. Cantabria.*
- Sevilla., (2008). *Los vertidos del sector lácteo.* Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj1jMSzkorbAhWQjVvKHfX6CH4QFgg5MAI&url=http%3A%2F%2Fapi.eoi.es%2Fapi_v1_dev.php%2Ffedora%2Fasset%2Fdoi%3A48159%2Fcomponente48157.pdf&usg=AOvVaw3Qt4R_hfSC2gDvtJrzsc
- Solís, D. D., Robles, J. M., Preciado, J. M., & Hurtado, B. A. (2017). El papel del mercado en la construcción de organizaciones sustentables. *Estudios Sociales 49, Vol 27, 284-285.*
- Torres Cordero, M. (05 de 10 de 2017). *www.ambiente.gob.ec.* Obtenido de Ficha Informativa de Proyecto: Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAEPNGIDS): <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNGIDS-SEPTIEMBRE-2017.pdf>
- Torres, A. G., Cambra-López, M., De Blas, C., & García-Rebollar, P. (2008). Contribución de los rumiantes a las emisiones de gases con efecto invernadero. *XXIV Curso de especialización FEDNA.*
- Tumi Q., J. (2016). Actitudes y prácticas ambientales de la población de la ciudad de Puno, Perú sobre gestión de residuos sólidos. . *Cuaderno Venezolano de Sociología Vol. 25 No. 4, 267-284.*

ANEXOS

Anexo 1: Glosario de términos

SIGLA	SIGNIFICADO
ACV	Análisis de Ciclo de Vida de queso mozzarella
MESMIS	Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
RSE	Responsabilidad social empresarial
CH ₄	Emisiones de metano
CO ₂	Emisiones de dióxido de carbono
BPM	Buenas prácticas de manufactura
BPH	Buenas prácticas de higiene
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización

Anexo 2: Análisis realizados en la microempresa ANDILACTEOS



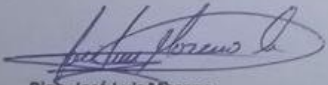
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13
FICAYA
Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	007 - 2018
Análisis solicitado por:	Srta. Mariela Yépez
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	19 de enero de 2018
Fecha de entrega informe:	26 de enero de 2018
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura
Muestra:	Queso mozzarella
No. de Lote	No aplica
No. Unidades Analizadas	1


Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Metodo de ensayo
Extracto seco lácteo	%	34,60	INEN 63
Grasa en extracto seco	%	18,6	INEN 64
Recuento Enterobacterias	UFC/g	70	NTE INEN 1529-13
Recuento de <i>E. coli</i>	UFC/g	< 10	NTE INEN 1529-8
<i>Salmonella</i> spp (25 g)	pres/ausencia	ausencia	NTE INEN 1529-15
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	0	NTE INEN 1529-14

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:



Bioq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio 5 21 y José María
Córdova, Barro F3 Ocho
Teléfono: (06)2967800
Fax: Ext 7711
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador

ión Institucional
Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencias, tecnología
innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales

Anexo 3: Fotografías Obtención de materias primas.



Anexo 3.1. Vista aérea de ubicación finca denominada como nro. 1.



Anexo 3.3. Vista aérea de ubicación finca denominada como nro. 2



Anexo 3.4. Animales ubicados en potreros



Anexo 3.5. Ordeño portátil en finca nro. 1



Anexo 3.6. Ordeño mecánico finca nro. 2



Anexo 3.7. Vista ingreso de bovinos a ordeño



Anexo 3.8. Bovinos en potreros finca nro. 1



Anexo 3.9. Bovinos en potreros finca nro. 2

Anexo 4: Fotografías Producción de queso mozzarella.



Anexo 4.1. Vista aérea microempresa ANDILACTEOS



Anexo 4.2. Microempresa ANDILACTEOS



Anexo 4.3. Recepción de materia prima



Anexo 4.5. Filtración



Anexo 4.6. Descremado



Anexo 4.7. 1mer. Calentamiento



Anexo 4.8. 2do. Calentamiento e hilado



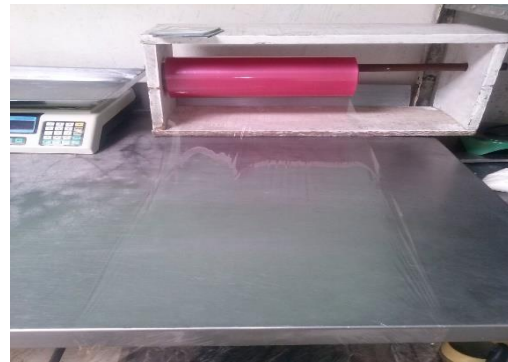
Anexo 4.9. Moldeo



Anexo 4.10 Almacenamiento



Anexo 4.11. Empaque



Anexo 4.12. Empaque



Anexo 4.13. Etiquetado



Anexo 4.14. Producto final

Anexo 5: Fotografías transporte y distribución.



Anexo 5.1. Transporte finca nro. 1



Anexo 5.2. Transporte finca nro. 2



Anexo 5.3. Transporte finca nro. 2



Anexo 5.4. Transporte finca nro. 2



Anexo 5.5. Transporte finca nro. 2



Anexo 5.6. Transporte de queso mozzarella

Anexo 6: Fotografías distribución de queso mozzarella.



Anexo 6.1. Bar Red Pub



Anexo 6.2. Pizzería Ángel



Anexo 6.3. Pizzería Oscar



Anexo 6.4. Pizzería Any's

Anexo 7: Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de queso mozzarella completo.

