
Recibido: 04-04-2021 / Revisado: 12-04-2021 / Aceptado: 07-05-2021 / Publicado: 04-06-2021

Implementación de la estrategia ambiental Producción más Limpia (PmL) para el proceso productivo de la microempresa Productos Lácteos del Norte

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v3i2.2.57>



Implementation of the environmental strategy Cleaner Production (CP) for the production process of the microenterprise Productos Lácteos del Norte

María Soledad Núñez Moreno.¹

Abstract.

This article aims to implement the environmental strategy Cleaner Production (CP) in the productive process of the small company Productos Lácteos del Norte, through the application of this efficient management strategy, in order to obtain economic savings and minimize the environmental impact for the benefit of industrial sustainability. The article initially makes a brief literary review of CP, its importance, benefits and legal framework. Subsequently, 4 phases were created to implement the strategy, these phases were structured based on the CP Application Guide in the Dairy sector of the CPML of Nicaragua and the General Technical Guide of CP of the CPTS of Bolivia. Finally, the CP environmental strategy was implemented in the small company, through the development of the phases of planning and organization, re-evaluation, evaluation and feasibility study. In the results of the feasibility study, indicators were obtained of: energy consumption of 115,3 W·h/t of cheese, which is within the recommended value; water consumption of 9,06 L of water/kg of milk, which is outside the allowed range. The CP environmental strategy was implemented in the small company, however, the execution of the analysis of proposals in the medium and long term will have to be carried out for its consolidation.

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Riobamba, Ecuador, solenu0408@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7526-9870>

Keywords: Cleaner production, Kneaded cheese CP, dairy production process, CP environmental strategy, CP implementation.

Resumen.

El presente artículo tiene por objetivo implementar la estrategia ambiental Producción más Limpia (PmL) en el proceso productivo de la microempresa Productos Lácteos del Norte, mediante la aplicación de esta estrategia de gestión eficiente, para obtener un ahorro económico y minimizar el impacto ambiental en beneficio de la sostenibilidad industrial. En el artículo inicialmente se realiza una breve revisión literaria de PmL, su importancia, beneficios y marco legal. Posteriormente, se crearon 4 fases para implementar la estrategia, estas fases fueron estructuradas en base a la Guía de Aplicación de PmL en el sector Lácteo del CPML de Nicaragua y la Guía Técnica General de PmL del CPTS de Bolivia. Finalmente, se implementó la estrategia ambiental PmL en la microempresa, mediante el desarrollo de las fases de planeación y organización, re evaluación, evaluación y estudio de factibilidad. En los resultados del estudio de factibilidad se obtuvieron indicadores de consumo de energía de 115,3 W·h/t de queso, que está dentro del valor recomendado; gasto de agua de 9,06 L de agua/kg de leche, que esta fuera del rango permitido. Se implementó la estrategia ambiental PmL en la microempresa, sin embargo, la ejecución del análisis de propuestas a mediano y largo plazo tendrá que ser realizado para su consolidación.

Palabras claves: Producción más Limpia, PmL queso amasado, proceso productivo lácteo, estrategia ambiental PmL, implementación PmL.

Introducción

La industria láctea tiene un gran impacto socio económico en el Ecuador, además de, una gran tradición, tal es el caso, que en el año 2017 se produjo 36.260.925 kilos de este producto. Sin embargo, pese a que se produce leche en el transcurso de todo el año y a la liberación que existe en su mercado, no se ha logrado aprovechar la producción existente, debido a muchos factores que han perjudicado al sector como los intermediarios, el contrabando, las importaciones, entre otros (Pardillos, 2020) (Alvarado, 2018).

Si bien es cierto que el consumo per cápita de leche en Ecuador es de 90 litros anuales, lo cual es inferior a lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud que es 150 litros al año, la demanda de queso, producto derivado de la leche, está aumentando, tendencia que espera mantenerse hasta el año 2024, ya que, alrededor de un millón y medio de personas en el país viven directa o indirectamente de la producción de lácteos, generando en ventas 1600 millones de dólares anuales (Pardillos, 2020) (Alvarado, 2018).

La Tabla 1 muestra los porcentajes de productos obtenidos a partir de la producción lechera en el Ecuador, siendo la producción de queso la categoría láctea a la que más leche se destina, con una cifra del 31%, sobre el total en 2017 (Pardillos, 2020) (Alvarado, 2018).

Tabla 1. Porcentajes de productos a partir de la producción lechera del Ecuador (Alvarado, 2018)

Destino de la producción lechera	
Queso	31%
Leche en funda	27%
Leche en cartón	20%
Leche en polvo	11%
Yogurt	10%
Otros	1%
Total	100%

Desde el año 2017 hasta la actualidad el mercado del queso en el Ecuador está en fase de crecimiento productivo y económico. Esto se debe a dos razones, la mayor demanda de queso por parte de los consumidores ecuatorianos, y por el Acuerdo Multipartes entre Ecuador con la Unión Europea que entró en vigor en 2017 (Pardillos, 2020).

Según el Centro de la Industria Láctea de Ecuador (CIL), entre los años 2006 a 2017, el consumo promedio per cápita de queso se ha incrementado de 0,75 kilos a 1,7 kilos, y en los últimos cinco años el precio medio ha subido en un 3,42%. En el año 2019, el queso maduro se comercializaba a un precio medio de 13,14 USD/kilo, mientras que el queso suave a un precio medio de 8,42 USD/kilo (Pardillos, 2020) (Revista Líderes, 2015).

En la provincia de Carchi existen cantones como Tulcán, Montúfar, Julio Andrade, Espejo, entre otros, en donde las microempresas lácteas producen queso amasado, siendo en el cantón Tulcán donde se encuentra la microempresa Productos Lácteos del Norte con la producción de queso amasado. La producción en esta provincia supera los 300 mil litros diarios de leche, de los cuales, más de 20 mil se destinan a la elaboración de queso, lo que representa 5 mil quesos diarios. Esta elevada producción genera aguas residuales, residuos sólidos y consumo energético. Por tal motivo la microempresa Productos Lácteos del Norte ha decidido implementar la estrategia ambiental Producción más Limpia (PmL) como un compromiso responsable con el medio ambiente.

Bajo este contexto el Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos y Producción más Limpia, sin fines de lucro, incentiva y contribuye con el progreso de la productividad y el medio ambiente en el país, a través de la estrategia PML. La implementación de la estrategia ambiental PmL propone oportunidades de mejora, disminución de costos y aumento en la productividad, mediante la implementación de buenas prácticas de gestión en los procesos productivos, sin necesidad de invertir grandes cantidades de dinero. (Escaño, 2010).

La microempresa Productos Lácteos del Norte en vista de la normativa ambiental vigente y en contribución a la solución de la problemática ambiental actual busca alternativas para el aprovechamiento eficiente de los recursos e insumos, con el propósito de alcanzar un ahorro hídrico, energético y económico en sus procesos, por lo que se ha optado por la implementación de la estrategia PmL.

El desarrollo de este proyecto busca contribuir al mejoramiento del desempeño ambiental y productivo a lo largo de la cadena de producción de la microempresa, mediante la implementación de la estrategia PmL.

En el desarrollo de este proyecto de investigación se ha seguido una metodología descriptiva-explicativa, fundamentada en la revisión y análisis de fuentes bibliográficas como las desarrolladas por Pardillos (2020) El mercado del queso en Ecuador, Alvarado (2018) Estudio de Mercado Sector de la leche en el Ecuador, Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (2008) Guía de Aplicación de PmL en el sector Lácteo, Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (2005) Guía Técnica General de PmL, entre otras.

Revisión literaria

La Producción más Limpia (PML) es una estrategia para la utilización eficiente de recursos como el agua, energía, materias primas y desperdicios. Su importancia radica en ser una estrategia preventiva con un enfoque proactivo, beneficiando al mejoramiento continuo de los procesos productivos. En el Ecuador existen entidades estatales y privadas que la promueven siguiendo el respectivo marco legal.

Producción más Limpia (PML)

El concepto de Producción más Limpia lo utilizó por primera vez el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en el año 1989, y fue definido como una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y/o servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (Rodríguez et al., 2019) (Tinoco y Armijo, 2019) (Nunes et al., 2019).

La PML “es un concepto novedoso que evita o minimiza los desechos y contaminantes aun antes de que estos sean generados, obteniéndose como efecto inmediato una reducción en el consumo de materias primas, agua y energía.” (Varela, 2003, pág.4)

Importancia de la estrategia ambiental Producción más Limpia

Existen varios instrumentos que buscan promover la gestión ambiental empresarial, uno de ellos es la PmL, la cual, brinda tanto beneficios ambientales como económicos. Su importancia radica en ser una estrategia preventiva, con un enfoque más proactivo que reactivo en la solución de problemas, además de, encontrarse acorde a los principios de desarrollo sostenible (Nunes et al., 2019) (Van Hoof et al., 2008) (Hens, 2018).

El Banco Mundial señala la importancia de aplicar la estrategia PmL en la cadena de producción, ya que con su aplicación se puede reducir la contaminación de un 20% al 30%, sin necesidad de una alta inversión (Van Hoof et al., 2008) (Odes, 2002).

Beneficios de la estrategia ambiental Producción más Limpia

Los principales beneficios de aplicar la estrategia ambiental PmL son el ahorro de agua y luz, reducción de costos de operación, ahorro de materia prima, mejora continua de las condiciones laborales, eliminación de materia prima dañina o tóxica, reducción y manejo adecuado de residuos, lo que contribuye al mejoramiento continuo de los procesos de producción o la prestación de servicios (Rodríguez et al., 2019) (Uguña, 2010) (Hens, 2018).

Marco legal

La microempresa Productos Lácteos del Norte cumpliendo con las leyes del territorio ecuatoriano fundamenta su marco legal, para la implementación de PmL, en las siguientes normativas jurídicas: Constitución de la República del Ecuador. Ley de Gestión Ambiental, Ley No. 37. Ley de prevención y control de la contaminación ambiental. Código Orgánico Ambiental (COA). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Ordenanza que establece las Políticas Ambientales del Gobierno Provincial del Carchi, del 24 de febrero de 2010, entre otros.

Metodología para implementar la estrategia ambiental pml

La estructuración de la metodología para implementar la estrategia ambiental PmL fue en base a la Guía de Aplicación de PmL en el sector Lacteo del CPML de Nicaragua (2008) y la Guía Técnica General de PmL del CPTS de Bolivia (2005). Su estructuración consta de cuatro fases: planeación y organización, pre evaluación., evaluación y estudio de factibilidad.

Fase 1 de planeación y organización

El objetivo de esta fase fue crear las condiciones necesarias para realizar el modelo de PML en la planta. En esta etapa se siguió los siguientes pasos:

Primero, se llevó a cabo una reunión con el gerente de la microempresa para tener acceso a las instalaciones, recopilar información y pedir la colaboración de los trabajadores para implementar la estrategia ambiental PML.

Segundo, se elaboró un cronograma para la implementación de la estrategia ambiental PML.

Fase 2 de pre evaluación

El objetivo de esta fase fue el de tener un diagnóstico general de la situación actual de la microempresa. Para esto se siguieron los siguientes pasos:

Primero, se recopiló la información general de la microempresa para conocer las actividades que se realizan, se elaboró diagramas de flujo del proceso productivo, se dio a conocer su ubicación y se capacitó a los trabajadores sobre la estrategia PML.

Segundo, se observó el proceso productivo para realizar un respectivo análisis.

Tercero, se realizó tablas elaboradas para registrar materiales, insumos, consumo de agua y luz y cantidad de residuos, también en esta etapa se realizó el ensayo fisicoquímico y microbiológico de las aguas residuales provenientes del proceso productivo.

Cuarto, se realizaron encuestas a los habitantes donde se encuentra la microempresa para conocer el impacto que generan los desechos industriales del proceso productivo.

Fase 3 de evaluación

El objetivo de esta fase fue conocer de manera cuantitativa el consumo de agua, energía y generación de residuos, además de, proponer opciones de Producción Más Limpia. Se realizaron los siguientes pasos:

Primero, se ordenó la información recolectada y se evaluaron los datos cuantitativos, para este paso se consideró las planillas de consumo de agua y luz, y los datos del consumo de materiales, insumos, agua y energía, de cada etapa del proceso productivo.

Segundo, con los datos recolectados se procedió a la elaboración de balances para conocer la cantidad de insumos y materia prima utilizados en el proceso y la producción procesada.

Tercero, consolidada la información de la microempresa y sus procesos productivos se realizó el análisis FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas).

Cuarto, a partir del análisis FODA se identificaron las posibles oportunidades para la implementación de la estrategia ambiental PML.

Fase 4 de estudio de factibilidad

El objetivo fue analizar las oportunidades de la estrategia PML para conocer su viabilidad en términos técnicos, económicos y ambientales. En esta etapa se siguió los siguientes pasos:

Primero, se realiza un análisis de producción, consumo de energía, consumo de agua, aguas residuales, producción de residuos y propuestas para la implementación de la estrategia PmL.

Segundo, se dio a conocer los resultados del estudio de factibilidad para establecer la viabilidad de la implementación de la estrategia ambiental PmL.

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA AMBIENTAL pml PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA MICROEMPRESA

La implementación de la estrategia ambiental PmL para el proceso productivo de la microempresa Productos Lácteos del Norte, se la realizo en base a la metodología estructurada en el ítem 3 de esta investigación.

Fase de planeación y organización

En esta fase se realizó una reunión con el gerente donde se le informo de los beneficios a corto, mediano y largo plazo, de implantar la estrategia PML a la microempresa, también se presentó un cronograma de fases para su implementación.

Fase de pre evaluación

La fase de pre evaluación está integrada por la información de la microempresa, el proceso productivo para la elaboración del queso y la prueba de laboratorio a las aguas residuales.

Información de la Microempresa

La información general de la microempresa Productos Lácteos del Norte perteneciente a la ciudad de Tulcán, provincia de Carchi, del territorio ecuatoriano, se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

Microempresa Productos Lácteos del Norte	
País/Provincia/Cantón	Ecuador/Carchi/Tulcán
Razón social	Productos Lácteos del Norte
Dirección	Calle Crespo Toral S/N de la ciudadela San Luis
Tipo de zona	Residencial
Área de la microempresa	282 m ²
Números de empleados	7
Inicio de actividades	01/2016
Tipo de industria	Alimenticia
Producción	94% Quesos amasados y 6% cuajadas
Régimen de funcionamiento	Todos los días del mes/365 días al año
Materia prima consumida al día	550 litros de leche

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

1.1.1. Proceso productivo para la elaboración de queso amasado

El queso amasado es el principal producto de la microempresa, representa el 94% de su producción. El proceso productivo para su elaboración consta de las siguientes etapas:

1. Recepción y bombeo de la leche.
2. Pasteurización.
6. Desuerado y molienda.
7. Amasado y salado.

- 3. Enfriamiento y adición de calcio.
- 4. Coagulación.
- 5. Reposo y corte.
- 8. Moldeo y perchada.
- 9. Enfriamiento.
- 10. Empaquetado, sellado y almacenamiento.

El diagrama de flujo del proceso productivo del queso amasado se presenta en la Figura 1, el cual indica las cantidades de materia prima e insumos utilizados mensualmente.

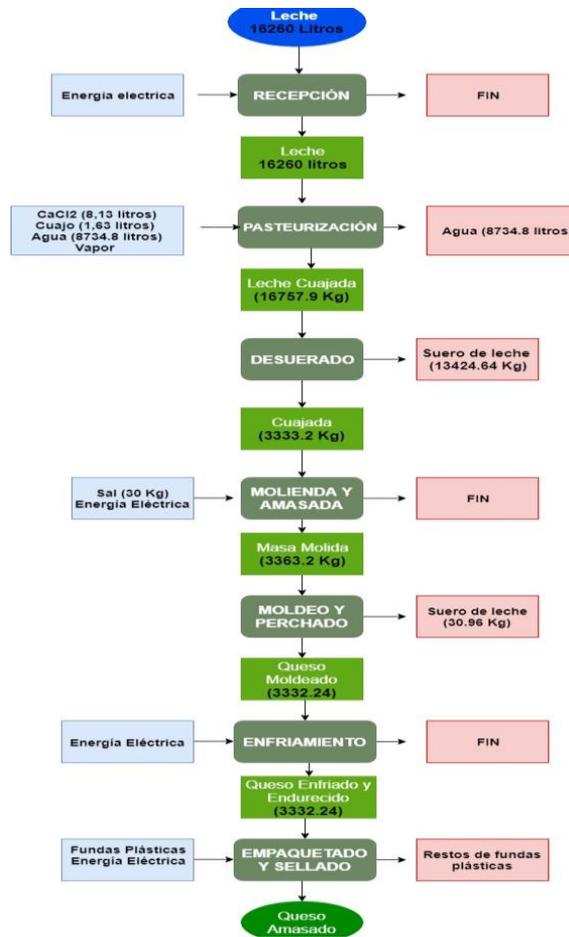


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso productivo para la elaboración de queso amasado
Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

Prueba de laboratorio a las aguas residuales de la microempresa

Tomando en cuenta el proceso productivo de la planta se tomó una muestra compuesta del agua residual generada en las etapas de moldeo y perchado. El agua residual se la recolectó antes de su ingreso a la red de alcantarillado, en la canaleta de salida ubicada en la planta.

Para realizar el ensayo fisicoquímico y microbiológico, se tomaron 2 litros de agua residual. En la Tabla 3 se muestra el resultado del ensayo realizado por el Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Tabla 3. Ensayo fisicoquímico y microbiológico de las aguas residuales

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO
pH		6,6
Temperatura	°C	30
Conductividad	µs/cm	2660
Sólidos Totales	mg/l	24688
Sólidos Suspendidos	mg/l	4900
Fosfatos	mg/l	4700
Nitratos	mg/l	1140
Nitritos	mg/l	4,3
Cloruros	mg/l	6590
DBO ₅	mg/l	22600
DQO	mg/l	27300
Aceites y grasas	mg/l	1454
Coliformes totales	NMP/100ml	<1 (AUSENCIA)
Coliformes fecales	NMP/100ml	<1 (AUSENCIA)

1.2. FASE DE EVALUACIÓN

En base a la evaluación de toda la información cuantitativa y cualitativa, el balance mensual del proceso productivo y la matriz FODA de la microempresa, se realizan las propuestas para la implementación de la estrategia ambiental PmL.

1.2.1. Información cuantitativa del proceso productivo de la microempresa

En la Tabla 4 se muestra la cantidad y costo de las materias primas e insumos requeridos en el proceso productivo para la elaboración de queso amasado.

Tabla 4. Cantidad y costo de las materias primas e insumos para la elaboración de queso amasado

Materias Primas e insumos	Cantidad diaria (Kg)	Cantidad Mensual (Kg)	Costo Unitario	Costo Total Mensual
Leche	559,3	16779,0	\$ 0,4	\$ 6015,3
Cloruro de Calcio	0,6	17,5	\$ 0,7	\$ 12,9
Cuajo	0,1	1,8	\$ 13,6	\$ 24,4
Sal	1,0	30,0	\$ 0,2	\$ 5,7
TOTALES	560,9 kg	16828,3 kg	\$14,8	\$ 6058,3

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

En la Tabla 5 se muestra el costo-consumo de agua, luz y diésel, tanto mensual como anual, que requiere la microempresa para realizar sus actividades productivas.

Tabla 5. Costo-consumo de agua, luz y combustible que requiere la microempresa

Tiempo	Agua		Luz		Diésel	
	m ³	Costo	kW·h	Costo	Galón	Costo
Consumo medio mensual	76	37,94	196	26,35	105	109,20
Consumo mínimo mensual	52	18,28	118	16,77		
Consumo máximo mensual	114	75,45	354	45,75		
Consumo en el año 2017	909	455,25	2356	316,17	1260	1310,4

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

La Tabla 6 muestra la producción diaria y mensual de los productos principales y subproductos de la microempresa.

Tabla 6. Producción diaria y mensual de los productos principales y subproductos

Productos y subproductos	Tipo	Producción diaria (kg)	Producción Mensual (Kg)
Queso Amasado	Producto principal	105,4 kg	3162 kg
Cuajadas	Producto principal	6.7 kg	201 kg
Lactosuero	Subproducto	437 L	13110 L

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

1.2.2. Balance mensual del proceso de productivo

En la Tabla 7 se presenta el balance mensual de los datos cuantitativos de las entradas y salidas del proceso productivo para la elaboración de queso moldeado o amasado.

Tabla 7. Balance mensual de los datos cuantitativos de las entradas y salidas del proceso

ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
Materia prima, insumos, recursos	Cantidad (kg)		Productos, subproductos	Cantidad (kg)
Leche	16780,3	RECEPCIÓN	Leche	16780,3
Suma Total de Entradas	16780,3		Suma Total de Salidas	16780,3
Leche	16780,3		PASTEURIZACIÓN	Agua
Cloruro de Calcio	17,5	Leche cuajada		16799,6
Cuajo	1,8			
Agua	8708,6	Suma Total de Salidas		25508,2
Suma Total de Entradas	25508,2			
Leche cuajada	16799,6	DESUERADO	Suero de leche	13424,6
Suma Total de Entradas	16799,6		Cuajada	3375,0
			Suma Total de Salidas	16799,6
Cuajada	3375,0	MOLIENDA Y AMASADO	Masa Molida	3405,0
Sal	30,0		Suma Total de Salidas	3405,0
Suma Total de Entradas	3405,0			
Masa Molida	3405,0	MOLDEO Y PERCHADO	Queso moldeado	3374,0
Suma Total de Entradas	3405,0		Suero	31,0
			Suma Total de Salidas	3405,0
Queso Moldeado	3363,2	REFRIGERACIÓN	Queso Enfriado	3363,2
Suma Total de Entradas	3363,2		Suma Total de Salidas	3363,2
Suma total de entradas en la producción (kg)	69261,2		Suma total de salidas en la producción (kg)	69261,2

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

1.2.3. Matriz FODA de la microempresa

Una vez que se ha estructurado toda la información de la microempresa se procedió a realizar la matriz FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) mostrada en la Tabla 8. Esta matriz se la utilizó como una herramienta de planificación y diagnóstico estratégico que ayudó a la implementación de la estrategia ambiental PmL.

Tabla 8. Matriz FODA de la microempresa

		ANÁLISIS INTERNO	
		FORTALEZAS	DEBILIDADES
MATRIZ FODA “PRODUCTOS LÁCTEOS DEL NORTE”		Compromiso y apoyo de la gerencia y los trabajadores al cambio. Rentabilidad. Infraestructura adecuada. Demanda del producto. Aceptación del producto en el mercado. Buen ambiente de trabajo. Conciencia ambiental por parte de los trabajadores. Calidad en el producto.	Falta de capacitación al personal. Falta de gestión ambiental eficaz. Falta de publicidad del producto Mantener contrato con un solo proveedor de materia prima. Mal manejo de los residuos sólidos y líquidos. Falta de optimización del tiempo Desperdicio de recursos durante el proceso. Presencia de factores de accidentes para los trabajadores.
		OPORTUNIDADES	Estrategias FO (máx.- máx.)
Análisis del entorno	Amplio mercado para la venta del producto. Aumentar la producción aprovechando los recursos. Producción de diferentes productos. Aprovechamiento del suero. Materia prima disponible en los alrededores.	Elaboración de nuevos productos. Aumento de la producción. Aprovechar los residuos generados. Aprovechar los recursos disponibles. Estandarizar los procesos productivos. Llevar registros de los procesos y uso de insumos.	Implementación de un tanque de recepción del suero. Implementación de un sistema de frío para reducir el consumo de energía. Cambios tecnológicos Implementación de equipos de protección personal para los trabajadores.
	AMENAZAS	Estrategias FA (máx.-mín.)	Estrategias DA (mín.- mín.)
	Competencia de grandes industrias. Dificultad con proveedores y aumento de los precios de materia prima e insumos. Actitud de resistencia al cambio por parte de los trabajadores. Presencia de nuevos competidores. Leyes y reglamentos de la legislación ecuatoriana	Expandirse en el mercado, buscar nuevos clientes Motivación al personal de la planta. Búsqueda continua del mejoramiento del producto Cumplir las normativas ambientales vigentes para evitar sanciones.	Capacitación permanente al personal. Buscar nuevos proveedores de materia prima. Conseguir que la materia prima sea entregada en la planta Realizar publicidad de los productos que ofertan. Actualización permanente en la legislación ambiental ecuatoriana.

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

1.2.4. Propuestas para la implementación de la estrategia ambiental PML

En base a la matriz FODA se sugirió que las siguientes propuestas generarían la oportunidad de implementar la estrategia PML, lo que beneficiara al medio ambiente y a la microempresa. La Tabla 9 muestra las propuestas para la implementación de la estrategia PML.

Tabla 9. Propuestas para implementación de la estrategia ambiental PML

N°	Propuesta	Ejecución	Beneficios
1	Disminuir las pérdidas en el proceso provocado por un manejo inadecuado de materia prima, insumos, productos y subproductos	Realizar capacitaciones para concientizar al personal	Aumento de la productividad. Disminución de la carga contaminante en los efluentes. Cumplimiento de la legislación.

2	Estandarizar los parámetros y los tiempos del proceso productivo	Llevar hojas de control de la cantidad de materiales usados por lote de producción y de los tiempos que se demora cada proceso	Garantiza la calidad del producto ya que se respeta los estándares establecidos para la producción. Optimización de los recursos y equipos disponibles.
3	Remplazar los focos por focos ahorradores (LED)	Se debe realizar el cambio de los focos por los tipos LED	Disminución del consumo energético. Reducción en el pago de la planilla. Menos contaminación ya que no contiene mercurio y reduce emisiones de CO2. Larga en comparación con los otros tipos de lámparas.
4	Aprovechamiento de la luz natural a través de la colocación de un calentador solar de agua	Invertir en la compra de un calentador solar de agua mostrando el ahorro que implica esta adquisición	Necesitan de un mínimo mantenimiento a diferencia de la caldera. Ahorro de energía y combustible. Seguridad al personal de la planta. Conservación de la calidad del aire y reducción de gases de efecto invernadero.
5	Aislar las tuberías de vapor que conducen el vapor	Se debe realizar la inversión en el material e instalación del aislante de acuerdo al diámetro de la tubería	Reducción de las emisiones de CO2. Mayor control en los tiempos del proceso. Reducción del consumo de combustible. Rangos de presión estables en el sistema
6	Solicitar un medidor de tipo industrial	Acercarse a la empresa eléctrica EmelNorte con los requisitos solicitados para el cambio de medidor	Reducción en el pago de planillas mensuales. Cumplimiento de las leyes establecidas por consumo de energía. Evitar sanciones por parte de la autoridad competente.
7	Realizar la limpieza en seco de los residuos sólidos	Implementar una rejilla en la canaleta del área de producción e invertir en escurridores de pisos para agilizar la recolección de los desechos. Supervisión continua.	Evita accidentes laborales. Disminución de la carga contaminante. Disminución del pago por consumo de agua. Cumplimiento de la legislación.
8	Optimizar las operaciones que consumen agua	Reutilización de agua proveniente del lavado de equipos, la cual puede servir para lavar pisos, patios, etc. Capacitar al personal en métodos de lavado y supervisión en el lavado. Evitar que los recipientes se llenen muy cerca o por encima de su nivel.	Ahorro económico en el pago de agua mensual. Reducción en el uso de este recurso
9	Control y reparación de fugas de agua y mantenimiento de grifos, válvulas y tuberías	Mantener vigilancia de las posibles fugas que puedan presentarse, asignando a una persona del personal como encargado.	Reducción de costos por ahorro correctivo. Conservación del recurso agua. Ahorro económico en el pago del consumo de agua.
10	Instalación de un sistema de enfriamiento (Chiller)	Se recomienda instalar un sistema de enfriamiento que disminuya la temperatura del agua del tanque que se utiliza en la pasteurización	Reducción en la planilla del pago de agua. Conservación del recurso agua. Reducción en el tiempo de producción
11	Optimización del uso de agua mediante equipos de bajo volumen	Se recomienda instalar pistolas de cierre automático en las mangueras de lavado. Se puede cambiar los grifos por grifos de lavamanos provistos de aireadores o perlizadores que se enroscan en el grifo y rompen el chorro de agua, logrando un mayor volumen del chorro. Permiten un ahorro del 40% de agua en los grifos tradicionales.	Aumento significativo en la eficiencia del consumo de agua. Reducción en el pago de la planilla por consumo de agua. Disminuye la demanda de agua. Reducción en los volúmenes de agua arrojados a la alcantarilla. Baja inversión.

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

Tabla 9. Continuación

N°	Propuesta	Ejecución	Beneficios
12	Implementación de un tanque para almacenar el suero mediante la instalación de tubería que envíe el subproducto de manera directa al tanque desde la marmita.	Se recomienda la implementación de un tanque de almacenamiento para el suero de capacidad de 300 litros conectado directamente a la marmita mediante tubería.	Disminución de la carga contaminante en el efluente. Disponibilidad de tiempo para incrementar la producción. Evitar el derrame de lacto suero por trasiego manual. Reducción de problemas ergonómicos en el personal
13	Adquisición de una enfundadora al vacío para el producto	Se sugiere implementar una empaquetadora al vacío de quesos, lo que generaría la posibilidad de salir del mercado local.	Mayor tiempo de vida útil del producto. Reducción en la generación de residuos. Incrementación en la calidad del producto. Disminución del tiempo de producción.
14	Capacitación al personal sobre el manejo adecuado de residuos sólidos	Se deben realizar capacitaciones al personal sobre el correcto desecho de los residuos sólidos generados, los tipos de tachos que existen y sobre el reciclaje.	Disminuye la contaminación y permite ahorrar recursos pues en la basura se pueden encontrar alternativas para sustituir o reutilizar. Evita la contaminación cruzada de un desecho con otro disminuyendo la propagación de enfermedades. Posibilidad de producir composta con los residuos orgánicos.
15	Instalación de tachos recolectores de basura para cada tipo de residuo con su respectiva señalética	Se debe adquirir tachos de basura y ubicarlos dentro de la planta para un correcto desecho de los residuos.	Disminuye la contaminación y permite ahorrar recursos, ya que algún tipo de desecho se puede reutilizar. Evita contaminación cruzada de un desecho con otro. Se evita la producción de composta con residuos orgánicos.
16	Realizar capacitaciones al personal	Se debe planificar capacitaciones periódicas y entrenamiento para el personal de la planta.	Incremento en la calidad del producto. Manejo adecuado de equipos. Reducción del riesgo de accidentes. Disminución de la contaminación. Cumplimiento de la legislación.
17	Control de la producción utilizando sistemas de indicadores	Diseñar hojas de registro para el control de entradas y salidas del proceso, identificando los puntos del proceso en donde se debe llevar el registro escrito.	Control de entradas y salidas del proceso y cuantificación de los costos de producción. Disminución del riesgo de pérdidas en la entrada de la materia prima. Manejo de indicadores reales de rendimiento por proceso de producción.

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

Fase de estudio de factibilidad

A continuación, se realiza el análisis de producción, consumo de energía y agua, aguas residuales, producción de residuos y propuestas para la implementación de PmL, con el objetivo de determinar la factibilidad para implementar la estrategia PmL en la microempresa.

Análisis de la producción

El principal producto elaborado es el queso amasado con un indicador del 94%, seguido del 6% de cuajadas. El principal subproducto que resulta del proceso productivo es el suero de leche, el cual, de acuerdo al total de leche procesada representa el 81%, lo que

concuenda con lo estipulado por el Centro de Investigaciones Tecnológicas de la Industria Láctea, que indica que el suero representa entre el 80% y 90% del volumen total de la leche que se utiliza en el proceso e indica que este subproducto contiene el 50% de los nutrientes de la leche original.

Análisis del consumo de energía

En el año 2017, como muestra la Tabla 5, se consumió 2356 kW·h, pero, a partir del mes de octubre existió un mayor consumo de energía, debido a que en ese mes se instaló el congelador en el área de producción.

Se tiene un indicador de consumo de 115.3 kW·h / tonelada de queso, si se compara con el indicador promedio de la Guía de Aplicación de PmL en el sector Lácteo del CPML de Nicaragua que recomienda un valor de 211.11 kW·h / tonelada de queso, la planta industrial se encuentra dentro del consumo normal de energía.

La planta también utiliza diésel para los procesos de la caldera. Esta energía proveniente de hidrocarburos representa un alto costo, ya que la caldera consume 3,5 galones por día.

Análisis del consumo de agua

En el año 2017 se utilizó 909 m³ de agua para la producción de quesos, siendo las actividades de limpieza y enfriamiento de la leche, las que consumen mayor cantidad de agua. Tomando en cuenta el consumo promedio mensual de agua y los Kg de leche procesada, se tiene un indicador de consumo de 9,06 litros de agua / Kg de leche, que de acuerdo a la UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente) es un valor elevado, ya que esta institución recomienda un intervalo de 0,8 a 1 litro de agua / Kg de leche.

Análisis de las aguas residuales del proceso productivo

Al realizar la comparación de la Tabla 3 perteneciente al ensayo fisicoquímico y microbiológico de las aguas residuales con las Tablas de la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua Libro VI Anexo 1 (2000) se observa que los parámetros del ensayo no cumplen los límites permisibles, este hecho se debe principalmente a la presencia de lactosuero en las aguas de descarga, ya que el subproducto provoca el aumento en la DBO₅ y DQO, según lo mencionado por CAR/PL (2002).

Sin embargo, los valores de temperatura, pH, conductividad y sólidos suspendidos, según la Escuela de Organización Industrial (2008), están dentro de los rangos establecidos para aguas residuales que son generadas en industrias lácteas y productoras de quesos, mientras que los sólidos totales, nitratos, cloruros, fosfatos, DBO₅, DQO, aceites y grasas, sobrepasan los rangos.

Análisis de producción de residuos

De acuerdo al análisis de residuos se tiene una producción per cápita de 1,8 kg de basura por habitante al día en la planta, Del total de basura generado, el mayor porcentaje es de plástico, ocupando el 40% del total generado, seguido del papel y cartón con un 34%, y con un 26% los desechos orgánicos. Estos resultados concuerdan con lo señalado en la Guía de Aplicación de PML en el sector lácteo de Nicaragua, que indica que el mayor porcentaje de residuos producidos corresponden a residuos plásticos que son utilizados en el enfundado de queso.

Análisis de las propuestas para la implementación de la estrategia ambiental PML

Para las propuestas establecidas en la Tabla 9 se ha establecido un tiempo para su implementación. Este tiempo de implementación es a corto plazo, de 1 a 11 meses, a mediano plazo, de 1 a 2 años, y a largo plazo que es mayor a tres años.

En la Tabla 10 se realiza un análisis de las propuestas de la Tabla 9, con el objetivo de implementar estrategia ambiental PML en el proceso productivo de la microempresa Productos Lácteos del Norte. Para realizar el análisis se han evaluado aspectos como el tipo de oportunidad, rediseño de proceso, tiempo de implementación, etapa u operación, problemática ambiental, oportunidad de prevención de la contaminación, implantación, costo y beneficios de la implementación. A continuación, se presenta la Tabla 10. Análisis de las propuestas para la implementación de la estrategia ambiental PmL

Tabla 10. Análisis de las propuestas para la implementación de la estrategia ambiental PmL

Propuestas de Producción Más Limpia	Tipo de oportunidad/ Rediseño de proceso	Tiempo de implementación/ Etapa u operación	Problemática ambiental	Oportunidad de prevención de la contaminación	Implantación	Costo y beneficios de la implementación
1. Disminuir las pérdidas en el proceso provocado por un manejo inadecuado de materia prima, insumos, productos y subproductos	Reducción en origen/ Buenas Prácticas	Corto plazo / Producción del producto	Generación de desechos sólidos y líquidos con alta carga contaminante	Reducción de los desechos sólidos producidos por la pérdida de insumos y de la carga contaminante	Capacitación al personal sobre el buen manejo. Control de insumos y materiales utilizados. Estandarización de procesos y consumo de productos	Costo: 0 USD Ingresos económicos por el aumento de producción. Reducción de residuos sólidos. Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales
2. Estandarizar los parámetros y los tiempos del proceso productivo	Reducción en origen/ Buenas Prácticas	Corto plazo / Todo el proceso	Producción de residuos en etapas de producción de queso	Reducción de desechos sólidos y consumo de agua y energía	Capacitar al personal. Instalar hojas de control. Seleccionar una persona responsable del control	Costo: 0 USD Aumento de la producción. Reducción en el uso de materia prima e insumos. Eficiencia en los procesos
3. Reemplazar los focos por focos ahorradores (LED)	Reducción en origen/ Sustitución de instrumentos	Mediano plazo / Todo el proceso	Elevado consumo de energía durante por las empresas del sector lácteo	Implementar focos led para reducir el consumo de energía, ya que son eficientes y no contienen sustancias peligrosas	Se puede realizar de manera paulatina, es decir, se pueden ir sustituyendo los focos que se vayan dañando	Costo: 196 USD Existe un ahorro del 20% del consumo y gasto de energía aproximadamente con el cambio de luminarias
4. Aprovechamiento de la luz natural a través de la colocación de un calentador solar de agua	Reducción en origen/ Sustitución de equipos	Mediano plazo / Limpieza de la planta	Alto consumo de energía y combustible para calentar el agua utilizado para la limpieza de la planta	Implementar un panel solar ahorra energía, y también combustible, ya que con energía renovable se calienta agua para actividades de limpieza y sustituiría a la caldera.	Se debe adquirir un calentador solar de acuerdo a la capacidad de agua utilizada para la limpieza de agua. Capacitar al personal sobre su uso	Costo: 750 USD Reducción del costo y consumo de agua Reducción del costo por consumo de diésel y energía Disminución de emisiones de gases
5. Aislar las tuberías de vapor y recuperar los condensados	Reducción en origen/ Buenas Prácticas	Mediano plazo / Pasteurización	Pérdidas de calor del vapor desde la caldera hasta la marmita, lo que produce caídas en la presión y aumento en el consumo de combustible y energía	Aislar las tuberías que conectan la caldera con la marmita lo que disminuye la cantidad de combustible consumido en el proceso de producción	Se debe realizar el aislamiento de las tuberías para evitar pérdidas de calor en la distancia que recorre el vapor	Costo: 280 USD Reducción del gasto y consumo de combustible Reducción del pago de energía
6. Solicitar un medidor de tipo industrial	Reducción en origen/ Buenas Prácticas	Corto plazo / Etapas del proceso donde se consume energía	Alto consumo de energía durante la producción de queso amasado	Solicitar a la empresa eléctrica la instalación de un nuevo medidor de tipo industrial	Solicitar a la Empresa Eléctrica un medidor industrial que controle el factor de potencia	Costo: 0 USD Reducción en el costo del pago de planilla mensual Cumplimiento de la ley

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

Tabla 10. Continuación

Propuestas de Producción Más Limpia	Tipo de oportunidad/Rediseño de proceso	Tiempo de implementación/ Etapa u operación	Problemática ambiental	Oportunidad de prevención de la contaminación	Implantación	Costo y beneficios de la implementación
7. Realizar la limpieza en seco de los residuos sólido	Reducción en origen/ Buenas Prácticas	Corto plazo/ Limpieza del área	La limpieza genera gran vertido de aguas residuales que contienen sólidos que son eliminados por la alcantarilla, aumentando la carga contaminante	Disminuir el consumo de agua y la cantidad de residuos que llegan al efluente durante la limpieza de las instalaciones y de los equipos	Retirar los residuos con escobas o escurridores En la canaleta de producción poner una rejilla para que los residuos no entren en las aguas residuales. Formar al personal	Costo: 250 USD Disminución en el costo y consumo de agua Disminución de la carga contaminante del efluente
8. Optimizar las operaciones que consumen agua	Reducción en origen/ Buenas Prácticas	Corto plazo/ Etapas del proceso en donde se consume agua	Existe un elevado consumo de agua por las empresas del sector lácteo	Optimizar el consumo de agua permite utilizarla en otro servicio. Por ej. el agua que enfría la leche serviría para la limpieza	Análisis del uso de agua en diferentes servicios. Capacitación al personal	Costo: 0 USD Reducción de costos por menor consumo de agua Reducción del uso de agua
9. Control y reparación de fugas de agua y mantenimiento de grifos, válvulas y tuberías	Reducción en origen/ Buenas Prácticas	Corto plazo/ Etapas del proceso en donde se consume agua	Elevado consumo de agua en las etapas de producción de queso	El control del consumo de agua permite detectar fugas, grifos abiertos. La diferencia de consumo entre turnos ajusta el consumo a lo necesario	Capacitación del personal Persona encargada de la revisión y control periódico del agua	Costo: 0 USD Se consigue reducciones superiores al 5% del consumo de agua al establecer un sistema de control
10. Instalación de un sistema de enfriamiento (Chiller)	Reducción en origen/ Sustitución de equipos	Largo plazo/ Pasteurización	Alto consumo de agua durante la etapa de pasteurización por el consumo de agua para enfriar la leche	Disminución del consumo de agua en la etapa de enfriamiento de la leche	Implementar un sistema eficiente de enfriamiento Capacitar al personal	Costo: 2000 USD Reducción en el costo y consumo de agua. Reducción del tiempo de producción
11. Optimización del uso de agua mediante equipos de bajo volumen	Reducción en origen/ Sustitución de equipos	Largo plazo/ Todo el proceso	Alto consumo de agua durante el proceso de producción de queso	Reducción del consumo de agua en la planta	Cambiar los grifos. Instalar pistolas de cierre automático en las mangueras de lavado	Costo: 120 USD Permiten un ahorro del 40% de agua en comparación con los grifos tradicionales
12. Implementación de un tanque para almacenar el suero mediante instalación de tubería que envíe el subproducto de manera directa al tanque desde la marmita	Reducción en origen/ Sustitución de equipos	Largo plazo/ Todo el proceso	Alto contenido orgánico en las aguas residuales del proceso de producción por el mal manejo de suero	Disminución de la carga contaminante de las aguas residuales y reducción de la contaminación de los cuerpos receptores	Adquirir e instalar un tanque de acero inoxidable con capacidad de 300 L para el almacenamiento de suero. Capacitación al personal sobre el manejo del suero	Costo: 500 USD Cumplimiento de la legislación Reducción de la carga contaminante Disminución de riesgos laborales y del tiempo de producción

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

Tabla 10. Continuación

Propuestas de Producción Más Limpia	Tipo de oportunidad/ Rediseño de proceso	Tiempo de implementación/ Etapa u operación	Problemática ambiental	Oportunidad de prevención de la contaminación	Implantación	Costo y beneficios de la implementación
13. Adquisición de una enfundadora al vacío para el producto	Reducción en origen/ Sustitución de equipos	Largo plazo / Empaquetado del producto	Producción de residuos en las empresas lácteas	Disminución de la producción de residuos plásticos y larga vida al producto	Adquirir e instalar una enfundadora al vacío para los quesos Capacitación del personal	Costo: 3000 USD Generación de ingresos por aumento de la vida útil del producto Disminución del tiempo de producción
14. Capacitación al personal sobre el manejo adecuado de residuos sólidos	Reducción en origen/ Buenas prácticas	Corto plazo / Etapas del proceso en donde se produce desechos	Producción de desechos sólidos en las etapas de producción de queso amasado y mal manejo de los residuos generados	Correcto manejo de los residuos producidos y reutilización de los desechos	Capacitar al personal sobre el manejo de residuos sólidos. Manejo adecuado de los residuos generados	Costo: 0 USD Reutilización de residuos Menor contaminación y ahorro de recursos. Menor propagación de enfermedades
15. Instalación de tachos recolectores de basura para cada tipo de residuo con su respectiva señalética	Reducción en origen/ Buenas prácticas	Mediano plazo/ Etapas del proceso en donde se produce desechos	Generación de residuos y su mal manejo produce enfermedades y pérdidas para la empresa	Instalar tachos recolectores para un correcto manejo de los residuos	Adquirir tachos recolectores y ubicarlos en puntos estratégicos de la planta industrial Capacitar al personal	Costo: 90 USD Reutilización de residuos Menor contaminación y ahorro de recursos. Menor propagación de enfermedades
16. Realizar capacitaciones al personal	Reducción en origen/ Buenas prácticas	Corto plazo / Todo el proceso	Alto consumo de agua y energía. Generación de residuos	Manejo adecuado de los residuos generados y optimización de los recursos disponibles en la planta	Capacitación continua al personal que trabaja en la planta	Costo: 0 USD Optimización de los procesos. Buen manejo de los materiales, insumos, recursos y equipos. Aumento de la producción
17. Control de la producción utilizando sistemas de indicadores	Reducción en origen/ Buenas prácticas	Corto plazo / Todo el proceso	Alto consumo de energía y agua en las plantas de producción de lácteos	Reducción de la generación de desechos y buen manejo de los mismos. Control en el uso de los recursos	Diseñar hojas para el registro del control de las entradas y salidas del proceso. Asignar personal para el registro de las hojas. Capacitación al personal	Costo: 5 USD Optimización de los recursos. Aumento de la producción. Estandarización de los procesos

Fuente: Elaboración propia basada en información de la microempresa Productos Lácteos del Norte

Resultados del estudio de factibilidad

El análisis de producción muestra que los indicadores en porcentajes de queso amasado, cuajadas y suero, tienen una correcta relación con el porcentaje total de producción.

El análisis de consumo de energía muestra un indicador de 115.3 kW·h / tonelada de queso, el mismo que no supera el valor recomendado de 211.11 kW·h / tonelada de queso, por lo que el consumo de energía en la planta está dentro de lo normal.

En análisis de consumo de agua indica un elevado gasto de agua en el proceso de elaboración de queso amasado, el indicador de consumo tiene un valor de 9,06 L de agua / kg de leche en comparación del intervalo recomendado que es de 0,8 a 1,0 L de agua / kg de leche.

El análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos, muestra altos valores de DBO₅, DQO y otras sustancias más, en las aguas residuales.

El análisis de producción de residuos indica que la microempresa está dentro de los rangos permitidos.

El análisis de las propuestas establecidas en la Tabla 10, para la implementación de la estrategia ambiental PmL, fueron desarrolladas a través de los problemas encontrados en la fase de pre evaluación, fase de evaluación, y en los análisis pertenecientes a la fase de estudio de factibilidad. En el análisis de propuestas marca un camino para solucionar los problemas de producción y ambientales de la microempresa.

Mediante la ejecución de las propuestas de PmL a corto plazo, se logró mejorar el proceso de fabricación de quesos amasados, lo que permitió un ahorro económico y disminuir el impacto ambiental en la zona donde se encuentra la microempresa. Por lo que, si se ejecuta todas las propuestas a mediano y largo plazo, la factibilidad de consolidar la implementación de la estrategia ambiental PmL será viable.

Conclusiones

- Se implementó la estrategia ambiental PmL en la microempresa Productos Lácteos del Norte, sin embargo, la ejecución del análisis de propuestas a mediano y largo plazo se tendrán que ejecutar para la consolidación de la estrategia.
- Mediante la elaboración de la matriz FODA se identificaron las 17 propuestas para la implementación de la estrategia ambiental PmL.
- La implementación de la estrategia ambiental PmL logró mejorar el proceso de fabricación de quesos amasados, permitiendo un ahorro económico y minimizar el impacto ambiental en la zona donde se encuentra la microempresa.
- Los indicadores de producción porcentual, consumo de energía y consumo de agua, fueron comparados con otras fuentes de investigación, de esta forma al

corregir los que están fuera del rango permitido, se gestionará eficientemente las materias primas e insumos.

Referencias bibliográficas

- Alvarado, R. (2018). *Estudio de Mercado “Sector de la leche en el Ecuador*. Ecuador: Superintendencia de Control del Poder de Mercado. Recuperado de <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/VP-ESTUDIO-DE-LA-LECHE.pdf>
- Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL), *Prevención de la contaminación en la Industria Láctea*, 2002. Barcelona: ministerio de medio ambiente España
- Centro de Producción más Limpia de Nicaragua. *Guía de Aplicación de PmL en el sector Lácteo*, 2008. Nicaragua: CPML. Recuperado de <https://www.pml.org.ni/index.php/informese/publicaciones/file/38-guia-pml-lacteos>
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía Técnica General de Producción Más Limpia*, 2005. Bolivia: CPTS.
- Esaño, L., Federico, E., Rivero, M., Baretta, L., & Marchand, C. (2010). *Guía práctica y estudios de casos producción más limpia Programa Buenos Aires Produce Más Limpio*. Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Espacio Público. Recuperado de https://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/pol_ambiental/archivos/1.ProduccionMasLimpia_IndiceyPrologo.pdf
- Escuela de Organización Industrial. (2008). *Los vertidos del sector lácteo*.
- Hens, L., Block, C., Cabello-Eras, J. J., Sagastume-Gutierrez, A., Garcia-Lorenzo, D., Chamorro, C., ... & Vandecasteele, C. (2018). On the evolution of “Cleaner Production” as a concept and a practice. *Journal of cleaner production*, 172, 3323-3333.
- Nunes, J. R. R., da Silva, J. E. A. R., da Silva Moris, V. A., & Giannetti, B. F. (2019). Cleaner Production in small companies: proposal of a management methodology. *Journal of Cleaner Production*, 218, 357-366. Varela-Rojas, I. (2003). Definición de producción más limpia. *Revista Tecnología En Marcha*, 16(2), pág. 3–12. Recuperado a partir de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1481
- ODES. *Lineamientos para el desarrollo de la producción más limpia como mecanismo de política en Corantioquia*, 2002. Organización para el Desempeño Empresarial Sostenible, Medellín.

- Pardillos, M. (2020). *El mercado del queso en Ecuador*. Quito: ICEX España Exportaciones e Inversiones.
- Republica de Ecuador. *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua Libro VI Anexo 1*, 2000. Ecuador
- Revista Líderes. (16 de febrero de 2015). *Un tercio de la producción láctea se dedica al queso*. Recuperado de <https://www.revistalideres.ec/lideres/ecuador-produccion-lactea-queso.html>
- Rodríguez, A., Samayoa, A., Calderón, M., & Rodríguez, A. (2019). *Curso de Producción más Limpia (PmL) como herramienta para el Manejo Integrado de Cuencas*. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L)
- Tinoco, O. (Ed.), & Armijo, J. (2019). *GESTIÓN Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA: UN PARADIGMA VIGENTE*.
- Uguña, M. (2010). *Estudio del comportamiento de las variables de Producción Más Limpia en las haciendas lecheras modelos de las parroquias Tarqui y Victoria del Portete del Cantón Cuenca Provincia del Azuay* (Tesis de Maestría). Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Van Hoof, B., Monroy, N. & Saer, A. (2008). *Producción más limpia. Paradigma de gestión ambiental*. Colombia: Alfaomega Colombiana S.A.

1. PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO

Núñez Moreno, M. S. (2021). Implementación de la estrategia ambiental Producción más Limpia (PmL) para el proceso productivo de la microempresa Productos Lácteos del Norte . AlfaPublicaciones, 3(2.2), 28–49. <https://doi.org/10.33262/ap.v3i2.2.57>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alpha Publicaciones**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alpha Publicaciones**.

