

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS
RECURSOS NATURALES Y EL DESARROLLO
SUSTENTABLE**



**“HUELLA DE CARBONO EN LA CADENA DE VALOR
DEL QUESO TIPO PARIA DE LA ZONA LAGO DE LA
CUENCA TITICACA”**

**Presentada por:
RUBEN CONDORI CUSI**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN ECONOMÍA DE LOS
RECURSOS NATURALES Y EL DESARROLLO
SUSTENTABLE**

Lima – Perú

2023

Evaluación de Originalidad Ruben Condori

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
3	www.ipcc-nggip.iges.or.jp Fuente de Internet	<1%
4	unfccc.int Fuente de Internet	<1%
5	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
6	datospdf.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.voaxaca.tecnm.mx Fuente de Internet	<1%
9	www4.congreso.gob.pe Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES Y EL
DESARROLLO SUSTENTABLE**

**“HUELLA DE CARBONO EN LA CADENA DE VALOR DEL QUESO TIPO
PARIA DE LA ZONA LAGO DE LA CUENCA TITICACA”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR

DOCTORIS PHILOSOPHIAE

Presentada por:

RUBEN CONDORI CUSI

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

**Dr. Waldemar Mercado Curi
PRESIDENTE**

**Dr. Eduardo Fuentes Navarro
ASESOR**

**Dra. Vilma Gómez Galarza
MIEMBRO**

**Dr. Carlos Gómez Bravo
MIEMBRO**

**Dr. Juan Carlos Ku Vera
MIEMBRO EXTERNO**

DEDICATORIA

A mis padres. Q.E.P.D., Samuel Condori Villazante y Marcelina Cusi Arapa, por inculcarme y darme la fortaleza moral, espiritual y material para lidiar en la vida y en el campo académico.

A mi esposa Natividad y a mis hijos Pavel Stalin y Liseth Susy por su paciencia, acompañamiento familiar y por alegrar mis días.

A los amigos y compañeros de antaño y de ahora, no hemos abdicado de los ideales de justicia social. Ahora hay más luz en el horizonte.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno por otorgarme licencia para cursar los estudios correspondientes.

Al Ph. D. Eduardo Fuentes Navarro, asesor de la presente tesis, por su paciencia en acompañarme y en la revisión a detalle del presente trabajo.

A los miembros del Jurado de Tesis por sus comentarios y observaciones precisas y puntuales para mejorar la presente investigación.

A los directivos de las plantas de lácteos de la Cooperativa San Santiago de Caritamaya – Ácora, Asociación de Productores Lácteos Ecoandina – Platería, Empresa Municipal Ecolácteos – Huata e Ima Sumac Siachi EIRL - Taraco por la apertura para brindarme información.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.	GEI Y CAMBIO CLIMÁTICO	5
2.1.1.	Contexto internacional.....	5
2.1.2.	Normatividad nacional relativa al cambio climático.....	8
2.1.3.	El cambio climático en la cuenca del lago Titicaca.....	10
2.2.	EL QUESO DE PARIA Y EL QUESO TIPO PARIA.....	13
2.2.1.	Los orígenes del auténtico queso de Paria.....	13
2.2.2.	El queso Paria en la actualidad.....	14
2.3.	VALOR AGREGADO DEL PRODUCTO QUESO TIPO PARIA	14
2.3.1.	El enfoque de cadenas de valor	15
2.3.2.	VA del producto y etiquetado.....	16
2.3.3.	Valor del producto y teoría económica convencional	18
2.3.4.	Valor y costo de producción.....	20
2.4.	HUELLA DE CARBONO DEL PRODUCTO QUESO	23
2.4.1.	HC del producto y ACV	23
2.4.2.	HC del producto en el sector lácteo.....	24
2.4.3.	Emisiones de CH ₄ en el sector lácteo	25
2.4.4.	Emisiones de N ₂ O en el sector lácteo	27
2.4.5.	Emisiones de CO ₂ en el sector lácteo	29
2.5.	LAS PLANTAS QUESERAS EN EL ENTORNO LOCAL.....	29
2.6.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ENTORNO	32
2.6.1.	Zonas geográficas y división del trabajo	32
2.6.2.	Dinámica de la población rural involucrada.....	34
2.6.3.	Nivel educativo alcanzado de la PEA rural involucrada	35

2.6.4. Precipitación pluvial y temperatura del entorno local	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1. ÁMBITO DE LA TESIS	39
3.2. SELECCIÓN DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE QUESO	40
3.3. HIPÓTESIS DE TRABAJO PROPUESTOS	41
3.4. PASOS Y PROCEDIMIENTOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN	42
3.5. METODOLOGÍA PARA CADENA DE VALOR DEL PRODUCTO	43
3.6. METODOLOGÍA PARA HC DEL PRODUCTO	46
3.7. ACTIVIDADES PARA CALCULAR EL VA Y LA HC DEL QUESO	52
3.7.1. Actividades para calcular el VA y la HC en la fase agrícola	52
3.7.2. Actividades para calcular el VA y la HC en la fase ganadera	53
3.7.3. Curvas de lactancia hipotéticas para el VA y la HC en la fase ganadera	55
3.7.4. Actividades para calcular el VA y la HC en la fase manufacturera	56
3.8. ALCANCE, LÍMITES Y RESTRICCIONES DEL ESTUDIO	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO	63
4.1.1. La Cooperativa de Servicios San Santiago en Caritamaya - Ácora	63
4.1.2. Asociación de Productores Lácteos de Platería: Ecoandina	64
4.1.3. Empresa Municipal Ecolácteos Huata	65
4.1.4. Agroindustria Ima Sumac Siachi EIRL en Taraco	66
4.2. VA EN LA FASE AGRÍCOLA: PASTOS Y FORRAJES	66
4.2.1. Particularidades del VA del producto asociación alfalfa + dactylis	70
4.2.2. Particularidades del VA del producto avena forrajera	71
4.3. VA EN LA FASE GANADERA: LECHE FRESCA	74
4.4. VA EN LA MANUFACTURA: QUESO TIPO PARIA	80
4.5. EMISIONES DE GEI EN LA AGRICULTURA: PASTOS Y FORRAJES	82

4.5.1. Datos de actividad para calcular emisiones de GEI en pastos y forrajes	82
4.5.2. Emisiones de GEI debido a la producción de pastos y forrajes	84
4.6. EMISIONES DE GEI EN LA FASE GANADERA: LECHE FRESCA.....	86
4.6.1. Datos de actividad para producir leche fresca cruda	86
4.6.2. Emisiones de GEI del producto leche fresca	88
4.7. EMISIONES DE GEI EN LA FASE MANUFACTURA DEL QUESO.....	89
4.7.1. Balance de masas para cuantificar emisiones de GEI del producto queso	90
4.7.2. Datos de actividad para cuantificar emisiones de GEI del producto queso.....	91
4.7.3. Emisiones de GEI en la manufactura del queso fresco tipo paria	92
4.8. SÍNTESIS DEL VA Y HC DEL PRODUCTO QUESO TIPO PARIÁ	94
4.8.1. Síntesis del VA en el queso tipo paria.....	94
4.8.2. Síntesis de la HC del producto queso tipo paria.....	98
4.8.3. Comparación de HC relativas al producto queso tipo paria	103
4.8.4. Rentabilidad ambiental del producto queso tipo paria	105
4.9. REFLEXIONES PARA EL DISEÑO DE POLÍTICAS PÚBLICAS.....	109
4.9.1. Reflexiones generales para incrementar el VA y reducir la HC.....	109
4.9.2. Reflexiones específicas para incrementar el VA.....	109
4.9.3. Reflexiones específicas para reducir la HC del producto queso	112
V. CONCLUSIONES	115
VI. RECOMENDACIONES	117
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
VIII. ANEXOS.....	135

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Incremento de los principales GEI agrícolas a nivel mundial	1
Cuadro 2: Emisiones de los principales GEI en Perú, en gigagramos de CO ₂ eq.....	2
Cuadro 3: Producción pecuaria de Puno en el contexto nacional.....	3
Cuadro 4: Valores de métricas de las emisiones de los GEI	6
Cuadro 5: Inventario Nacional de GEI 2012 (gigagramos).....	8
Cuadro 6: Cordilleras que aportan recurso hídrico a la cuenca del lago Titicaca	10
Cuadro 7: Detalle de sub zonas de la zona lago de la cuenca Titicaca.....	11
Cuadro 8: Contexto de la producción de leche y queso del ámbito de estudio	30
Cuadro 9: Características de las plantas que producen queso en el ámbito	31
Cuadro 10. Proporción de unidades agropecuarias que poseen vacunos	32
Cuadro 11. Indicadores geográficos y sociales del ámbito de estudio	33
Cuadro 12: Las plantas de producción de queso tipo paria estudiadas	41
Cuadro 13: Diversidad de flora natural en la zona lago del Titicaca	67
Cuadro 14: VA de una hectárea de cultivo de alfalfa + dactylis para ocho años de vida promedio, tecnología media, materia verde y precios de abril del 2020	70
Cuadro 15: VA de una hectárea de cultivo de avena forrajera en secano, una campaña agrícola por año, tecnología media, materia verde y precios de abril del 2020	72
Cuadro 16: VA de la producción de una vaca lechera "mejorada" durante todo el ciclo de vida útil a precios de abril del 2020.....	78
Cuadro 17: VA del producto leche de una vaca "mejorada" en la fase ganadera, por unidad productiva, tiempo y precios de abril del 2020	79
Cuadro 18: Destino de la leche por origen en unidades agropecuarias y cabezas de vaca .	80
Cuadro 19: VA en la manufactura del queso tipo paria por producción diaria, unidad productiva y precios de abril del 2020.....	82
Cuadro 20: Relación insumo – producto para alfalfa + dactylis en materia verde según la demanda anual de leche en cada planta de quesos	83

Cuadro 21. Relación insumo – producto para avena forrajera en materia verde según la demanda anual de leche en cada planta de quesos	83
Cuadro 22. Emisiones anuales de GEI por el cultivo de pastos y forrajes en kg de CO ₂ eq dado el total de kg en materia verde requeridos por las vacas	85
Cuadro 23. Relación insumo – producto en la producción de leche para la demanda anual de cada planta productora de queso.....	87
Cuadro 24. Emisiones anuales de GEI por la producción de leche en términos de kg de CO ₂ eq por volumen total anual de kg de leche fresca requerida	88
Cuadro 25. Relación insumo – producto de la producción de queso, subproductos y residuos por año calendario y ámbito	92
Cuadro 26. Emisiones anuales de GEI en la fase manufactura del queso en Kg de CO ₂ eq, volumen de producción anual de queso y ámbito.	94
Cuadro 27. VA contenido en un kg de producto queso según factor productivo, productos intermedios, planta de queso y precios de abril del 2020	96
Cuadro 28. Multiplicador del producto final queso tipo paria según cadena de valor y ámbito geográfico	97
Cuadro 29. HC de un kilogramo de producto leche fresca en unidades de CO ₂ eq por GEI, cadena de valor y planta de lácteos	98
Cuadro 30. Comparativo de diferentes huellas de carbono del producto leche fresca.....	99
Cuadro 31. HC de un kilogramo del producto final queso tipo paria según cadena de valor, GEI y planta productora de quesos.....	102
Cuadro 32. Comparativo de diferentes huellas de carbono del producto queso	104
Cuadro 33. Rentabilidad ambiental de un kilogramo de producto queso en términos de VA respecto a HC, eslabón de la cadena de valor y ámbito	106
Cuadro 34. Productividad de las unidades de producción vinculadas a la producción de queso tipo paria en cada ámbito.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Promedio global de concentraciones de GEI.....	7
Figura 2: Etiquetas vinculadas a HC de la Comunidad Europea.....	18
Figura 3: DAP y valoración de los cambios en el bienestar.....	19
Figura 4: Valoración del costo social del insumo.....	20
Figura 5: Interrelaciones entre costo, precio, producción y tecnología.....	22
Figura 6: Distribución poblacional rural por grupos de edad y sexo.....	35
Figura 7: PEA rural por nivel educativo alcanzado.....	36
Figura 8: Histogramas de precipitación pluvial de la zona lago de la cuenca Titicaca.....	37
Figura 9: Comportamiento climatológico de la temperatura en la estación Puno.....	38
Figura 10: Ubicación del ámbito objeto de estudio.....	39
Figura 11: Flujograma del proceso de recolección de información.....	42
Figura 12: Desglose del precio de mercado en insumos y VA.....	45
Figura 13: Relación entre VA y HC del queso tipo paria.....	47
Figura 14: Flujo de materiales y energía en la producción de alfalfa + dactylis.....	53
Figura 15: Flujo de materia y energía en la producción de avena forrajera.....	53
Figura 16: Flujo de materia y energía en la fase de producción de leche fresca.....	54
Figura 17. Curvas de lactancia hipotéticas asumidas para el ámbito de estudio.....	56
Figura 18: Flujograma de materiales y energía en la fase de producción de queso.....	57
Figura 19. Mapa de proceso del queso tipo paria, desde la cuna hasta la puerta.....	60
Figura 20: Estructuras de mercado en el insumo leche.....	81
Figura 21: El ciclo de vida económica útil de la vaca lechera.....	86
Figura 22: Balance de masas en la fase de producción de queso (kilogramos).....	90

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Guía de entrevista a productores de leche.	135
Anexo 2: Guía de entrevista a personal de las plantas productoras de queso.	140
Anexo 3: Lista de chequeo para plantas productoras de queso	144
Anexo 4: Hectáreas cultivadas por especies agrícolas principales y distritos	147
Anexo 5: Hectáreas cosechadas de pastos y forrajes por campaña agrícola y distritos. ...	148
Anexo 6: Número de unidades agropecuarias y animales por tipo de crianzas pecuarias, distritos y porcentajes de posesión de especies pecuarias	149
Anexo 7: Proporción de cultivos bajo riego y secano de los forrajes transitorios.....	150
Anexo 8: Proporciones de población de ganado vacuno por razas y distritos	150
Anexo 9: Proporciones de prácticas de "mejoramiento" de ganado vacuno en unidades agropecuarias y distritos	150
Anexo 10: Proporciones de cabezas de ganado vacuno por categoría y distritos	151
Anexo 11: Importancia de los principales productos agrícolas de la región Puno.....	151
Anexo 12: Incremento de la superficie cosechada de pastos y forrajes en 20 años	152
Anexo 13: Proporción de unidades agropecuarias que usan fertilizantes químicos.....	152
Anexo 14: VBP de una hectárea de alfalfa + dactilys en materia verde, tecnología media para ocho años de horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020.....	153
Anexo 15: VBP de una hectárea de Avena Sativa L. para henificación, tecnología media, para una campaña agrícola en nuevos soles de abril 2020.	154
Anexo 16: Supuestos asumidos sobre índices productivos y reproductivos para una vaca tipo y distritos	155
Anexo 17: VBP de una vaca en Caritamaya – Ácora durante todo su horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020	156
Anexo 18: VBP de una vaca en Platería durante todo su horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020.....	157
Anexo 19: VBP de una vaca en Huata durante todo su horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020.....	158

Anexo 20: VBP de una vaca en Taraco durante todo su horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020.....	159
Anexo 21: VBP diaria de quesos Eco Aroma en la Cooperativa San Santiago de Ácora en nuevos soles de abril 2020.....	160
Anexo 22: VBP diaria de quesos Ecoandina de la Asociación de Productores Lácteos de Platería en nuevos soles del 2020.	161
Anexo 23: VBP diaria de quesos de la Empresa Municipal Ecolácteos de Huata en nuevos soles de abril 2020	162
Anexo 24: VBP diaria del queso en la Agroindustria Ima Sumac Siachi EIRL de Taraco en nuevos soles de abril 2020.....	163
Anexo 25: Detalle de emisiones anuales de GEI en la manufactura del queso en términos de kg de CO ₂ eq por volumen de producción anual de queso y ámbito de planta.....	164
Anexo 26: Cantidad de N excretado (N _{exc}) por cabeza de ganado, categoría de vaca, promedio típico de masa animal y ámbito de estudio	165
Anexo 27: Cantidad de N excretado (N _{exc}) por categoría de ganado, sistema de manejo de estiércol y ámbito de estudio	165
Anexo 28: Emisiones anuales de N ₂ O por sistema de manejo de estiércol correspondiente a las vacas involucradas en la producción de leche para queso	166
Anexo 29: Cantidades anuales de N excretado por las vacas involucradas en la producción de leche para queso y utilizadas como fertilizante	166
Anexo 30: Cantidades anuales de aporte de N de los residuos de cosecha de las especies agrícolas involucradas en la producción de leche para queso	166
Anexo 31: Emisiones anuales directas de N ₂ O de los suelos agrícolas según fuente aportante de N y ámbito de estudio	167
Anexo 32: Emisiones anuales de N ₂ O de los suelos procedentes del pastoreo de las vacas involucradas en la producción de leche para queso por ámbito de estudio.....	168
Anexo 33: Emisiones anuales indirectas de N ₂ O por volatilización y deposición atmosférica de NH ₃ y NO _x correspondiente al N emitido por los cultivos y las vacas involucradas en la producción de leche para queso.....	168

Anexo 34: Emisiones anuales indirectas de N ₂ O por lixiviación del N proveniente de los cultivos y las vacas involucradas en la producción de leche para queso.....	168
Anexo 35: Resumen de las emisiones anuales de N ₂ O atribuible a los suelos involucrados en la producción de leche para queso por ámbito de estudio	168
Anexo 36: Emisiones anuales de CH ₄ por fermentación entérica y gestión del estiércol del ganado involucrado en la producción de leche para queso por ámbito de estudio.....	169
Anexo 37: Emisiones anuales de los principales GEI por combustión móvil y estacionaria, tipo de combustible y ámbito de estudio	170
Anexo 38: Emisiones anuales de CH ₄ proveniente de la disposición del residuo suero salado por ámbito de estudio	171
Anexo 39: Emisiones anuales de N ₂ O proveniente de la disposición del residuo suero salado por ámbito de estudio	171
Anexo 40:El lago Titicaca, lago sagrado de los incas.	172
Anexo 41: Pasantía "Ganadería y cambio climático" en la U. Agraria La Molina	172
Anexo 42:El INIA y Proyecto Pradera promueven recuperación del queso paria.	173
Anexo 43: Concertando con autoridades del ámbito local.	173
Anexo 44: El queso tipo paria en el mercado local y regional	174
Anexo 45: Acopio de quesillo artesanal en la zona lago del Titicaca	175
Anexo 46: Las plantas de queso tipo paria en la zona lago del Titicaca	176
Anexo 47: Crianza de vacas lecheras en la zona lago del Titicaca	180
Anexo 48: Los pastos y forrajes en la zona lago del Titicaca.	181

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es analizar la huella de carbono en el contexto de la cadena de valor del producto queso fresco tipo paria producido en cuatro plantas de la zona lago de la cuenca del Titicaca en Perú. Para ello se determinó tres eslabones con sus correspondientes encadenamientos y restricciones, desde la provisión del alimento para vacunos, la crianza de vacas lecheras y la manufactura del queso; seguidamente, se analizó la huella de carbono (HC) del producto queso según las etapas de generación del valor agregado (VA). Se consideró al precio de mercado como equivalente del valor bruto de la producción (VBP) del producto final queso y los productos intermedios. El VA, en cada eslabón de la cadena, se desagregó en trabajo, capital, tierra, impuestos y excedente del productor; y, el consumo intermedio (CI) se detalló según origen: nacional (N) e importado (M). Para calcular la HC se utilizó la metodología del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC) a Nivel uno, complementado con el análisis del ciclo de vida del producto (ACV) para tres eslabones (agrícola, ganadera y manufactura) y tres gases de efecto invernadero (GEI): metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y dióxido de carbono (CO_2). En cuanto a VA, por kilogramo de producto final queso, a precios de abril del 2020, se determinó en 10.68 nuevos soles en Ácora, 9.30 en Platería, 11.51 en Huata y 10.31 en Taraco; que, la magnitud del VA está condicionada por el precio de colocación del producto final, y ésta a su vez está acotado por el ingreso, la disposición a pagar (DAP), los gustos y preferencias del consumidor en los nichos de mercado local habituales; y que, más del 84.5 por ciento del VA se queda en el ámbito local. En cuanto a HC se determinó 10.54 kg de CO_2eq por kilogramo de producto queso en Ácora, 10.98 en Platería, 9.98 en Huata y 9.41 en Taraco; que, la mayor parte de la HCP se emite en la fase ganadera (al menos 50.5 por ciento de los GEI), seguido de la fase agrícola (al menos 24.8 por ciento); y, en menor proporción la fase manufacturera; que, la mayor HC en la ganadería corresponde al CH_4 por fermentación entérica y en la fase agrícola al N_2O . Finalmente, se vinculó el VA con la HC mediante un indicador en el cual destaca la planta de Huata como el de mejor rentabilidad ambiental (1.15 nuevos soles por kilogramo de CO_2eq de producto queso).

Palabras clave: queso tipo paria, lago Titicaca, valor agregado, huella de carbono

ABSTRACT

This study analyzes the carbon footprint in the context of the value chain of "paria" type fresh cheese product produced in four plants located in the lakeside zone of the Titicaca basin in Peru. To do so, three links were determined with their respective interconnections and constraints, starting from the provision of cattle feed, dairy cow rearing, and cheese manufacturing. Subsequently, the carbon footprint (CF) of the cheese product was analyzed according to the stages of value-added (VA) generation. The market price was considered as the equivalent of the gross value of production (GVP) for the final cheese product and intermediate products. The GVP in each link of the chain was disaggregated into labor, capital, land, taxes, and producer surplus. The intermediate consumption (IC) was detailed based on its origin: domestic (D) and imported (M). The CF was calculated using the methodology of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) at Level One, complemented with the analysis of the product's life cycle (LCA) for three links (agriculture, livestock, and manufacturing) and three greenhouse gases (GHGs): methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), and carbon dioxide (CO₂). In terms of GVP, per kilogram of the final cheese product, at April 2020 prices, it was determined to be 10.68 Peruvian soles in Acora, 9.30 in Plateria, 11.51 in Huata, and 10.31 in Taraco. The magnitude of GVP is conditioned by the placement price of the final product, which is in turn limited by income, willingness to pay (WTP), consumer preferences, and tastes in the local market niches. Furthermore, more than 84.5 percent of the GVP remains within the local scope. Regarding the CF, it was determined to be 10.54 kg of CO₂eq per kilogram of cheese product in Acora, 10.98 in Plateria, 9.98 in Huata, and 9.41 in Taraco. The majority of CF is emitted during the livestock phase (at least 50.5 percent of GHGs), followed by the agricultural phase (at least 24.8 percent), and to a lesser extent, the manufacturing phase. The highest CF in livestock corresponds to CH₄ emissions from enteric fermentation, and in the agricultural phase, it is attributed to N₂O emissions. Finally, the GVP was linked to the CF through an indicator, highlighting the Huata plant as having the best environmental profitability (1.15 Peruvian soles per kilogram of CO₂eq for cheese product).

Keywords: paria cheese, Titicaca lake, value added, carbon footprint.

I. INTRODUCCIÓN

El V Informe del IPCC indica que, con mayor certidumbre, las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero se incrementaron peligrosamente, principalmente desde la llamada revolución industrial que ocasionó crecimiento económico sin precedentes. El Cuadro 1 muestra esa evolución.

Cuadro 1: Incremento de los principales GEI agrícolas a nivel mundial

		Año 2011	Δ respecto a
		(ppmm)	1,750
Dióxido de carbono	CO ₂	391	40 por ciento
Metano	CH ₄	1,803	150 por ciento
Óxido nitroso	N ₂ O	324	20 por ciento

Fuente: Adaptado del IPCC (2013)

En el caso de la crianza de vacas lecheras se conoce que los principales GEI que cuentan son el CO₂, CH₄ y el N₂O, cada uno de ellos con diferente potencial de calentamiento global (PCG)¹. Así, el Cuadro 2 muestra que en el Perú las emisiones por fermentación entérica y manejo de estiércol explican el 85.9 por ciento de lo emitido en metano por el sector agricultura y constituye el mayor GEI de la ganadería. Junto al CO₂ y el N₂O el impacto sobre la ganadería es del 94.9 por ciento. Las emisiones de la ganadería dentro del sector agricultura representan el 8.7 por ciento. En ese contexto, la crianza de vacunos es responsable de las emisiones de CH₄ por el particular aparato digestivo de ese ganado, su mayor tamaño y número respecto a otras especies domesticadas.

En el mercado nacional, la leche fresca de vacunos es la materia prima más importante en la producción de quesos. En este mercado hay demanda insatisfecha por cantidad y calidad. Al 2015, por ejemplo, la balanza comercial muestra que se importó quesos por US \$23.8

¹ Cada kilogramo de CH₄ y de N₂O equivale a 21 y 310 unidades de CO₂ para un horizonte de 100 años, respectivamente.

millones, mientras que las exportaciones no llegaron a los US \$0.4 millones. En ese contexto, la producción nacional de leche se duplicó en los tres últimos quinquenios. En la región Puno y en la zona lago de la cuenca del Titicaca, debido a la necesidad de incrementar sus ingresos, la población rural está reorientando sus actividades económicas, destacando entre ellas, con nitidez, la crianza de vacas lecheras “mejoradas”, la producción de leche y su transformación en queso.

Cuadro 2: Emisiones de los principales GEI en Perú, en gigagramos de CO₂eq

Emisiones de GEI	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total	Porcentaje	
Fermentación entérica		11,462.9		11,462.9	94.9	8.5
Manejo de estiércol		246.0	375.8	621.8	5.1	0.5
Total ganadería		11,708.9	375.8	12,084.7	100.0	9.0
Total agricultura	109,253.8	13,622.9	12,024.8	134,901.6	100.0	

Fuente: Adaptado de MINAM (2021)

Sin embargo, el crecimiento en Puno es generado por microempresas familiares, de autoempleo e informales, asociaciones de productores y cooperativas, mayoritariamente sin registro sanitario, con manejo inapropiado de recursos y mala disposición del residuo suero salado. Algunas microempresas privadas trabajan con el apoyo de Sierra Exportadora. Las asociaciones y cooperativas trabajan y buscan el apoyo del estado a través del MINAGRI, el proyecto Tecno Leche del Gobierno Regional Puno y las municipalidades distritales. No obstante, el crecimiento de la producción de quesos es insostenible en un contexto de economía de mercado, competitivo y consumidor exigente que demanda mayor cantidad, mejor calidad, información plena, rendimiento, transparencia y responsabilidad social.

El Cuadro 3 muestra que al 2017, respecto al contexto nacional, Puno posee 13 por ciento del plantel de vacunos, 11 por ciento de vacas en ordeño; y, produce el cinco por ciento de la leche fresca y el 16 por ciento de los quesos. La crianza de vacas lecheras en la zona lago del Titicaca es más intensiva que en el resto del altiplano debido a la menor extensión de los predios ganaderos, además de mayor disponibilidad de llachu y totora por su cercanía al lago. En la producción del queso destacan con nitidez los denominados paria y andino, en diversas presentaciones, con leche cruda o pasteurizada, frescos o madurados, procesos productivos diversos, calidades discutibles y orientados a diferentes nichos de mercado. La

República (2017) señaló que la producción de queso en Puno ha crecido en los últimos años, que hay unas 300 plantas procesadoras que producen 17,520 toneladas de queso al año².

Cuadro 3: Producción pecuaria de Puno en el contexto nacional

Principales regiones	Población pecuaria (cabezas)	Vacas en ordeño (cabezas)	Leche fresca (toneladas)	Producción de quesos (ton/año)	Participación de Puno (%)
Lima	245,851	76,070	354,148	3,620	18.4
Cajamarca	645,182	162,289	360,200	6,216	31.6
Arequipa	205,693	75,027	353,749	3,226	16.4
Puno	721,050	99,130	114,671	3,088	15.7
Resto Perú	3,717,793	476,598	830,906	3,490	17.8
Total Nacional	5,535,569	889,114	2,013,674	19,640	100.0

Fuente: Adaptado de MINAGRI (2017)

En Puno, la producción del queso fresco tipo paria se da en un contexto de ecosistemas de altura, elaborado con leche fresca de vaca, constituye una de las actividades más representativas y tradicionales de la región. Cada kilo de queso requiere, en promedio, 8.1 litros de leche fresca, aparte de insumos industriales, energía y transporte. Por ello, el incremento en la demanda de quesos se traduce en mayor demanda de leche fresca, lo que a su vez conduce a mayor crianza de vacas lecheras e incremento del cultivo de pastos y forrajes reduciendo espacios para el pastoreo natural y el cultivo de productos de panllevar. Asimismo, construcción de reservorios para agua, infraestructura de riego o extracción de agua del subsuelo. Por tanto, se modifican los ecosistemas, se altera toda la cadena de valor del producto queso y se genera mayor cambio climático por emisión de GEI.

El presente estudio da respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Qué particularidades, encadenamientos y restricciones se identifican en la cadena de valor del producto queso tipo paria, desde la provisión del alimento para vacunos,

² Probablemente la producción de queso en Puno es mucho más por cuanto se ha encontrado que sólo en Taraco hay más de 100 plantas registradas por la Municipalidad, de las cuales 17 producen más de 50 quesos al día.

la crianza de vacas lecheras y la producción de queso? ¿Cómo y en cuánto se agregan valores en cada etapa de producción?

- ¿Cuál es la HC del producto queso tipo paria producido en la zona lago de la cuenca Titicaca? ¿Cuánto de esa HC corresponde a las etapas agrícola, pecuaria y procesamiento?

Para abordar las interrogantes el objetivo del estudio fue analizar la HC en el contexto de la cadena de valor que incorpora el producto queso tipo paria producido en cuatro plantas de la zona lago de la cuenca del Titicaca. Para dicha consecución los objetivos específicos fueron:

- Determinar los eslabones, encadenamientos y restricciones en la cadena de valor del producto queso tipo paria, desde la provisión del alimento para vacunos, la crianza de vacas lecheras y la producción de queso.
- Analizar la HC por la producción del queso tipo paria según las etapas de generación del VA.

En la cadena de valor se consideró al queso fresco tipo paria como producto final, se identificaron dos productos intermedios con alto VA: leche como producto principal de la fase ganadera, y alfalfa + dactylis y avena forrajera como pastos y forrajes cultivados, priorizados por los ganaderos en la fase agrícola. En cada etapa se determinó el monto de valor que se agrega al producto luego de descontar los respectivos costos de consumo intermedio (CI). En cuanto a HC se determinó la cantidad de GEI priorizados por el sector agrícola: CH₄, N₂O y CO₂. Para su agregación y medición del impacto ambiental (IA) se convirtieron los valores obtenidos a unidades de CO₂ equivalente (CO₂eq) con sus respectivos PCG: 21 para CH₄ y 310 para N₂O. Los resultados corresponden al Nivel uno de la metodología del IPCC debido al uso principal de fracciones y factores de emisión por defecto. Según el enfoque del ACV del producto el estudio es desde la cuna hasta la puerta de la planta productora de quesos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Toda producción genera VA, pero no es gratuita ambientalmente, deja huella. La huella que deja un producto es una medida de impacto ambiental. Esta huella puede ser medida en términos de CO₂ eq. A continuación, se expone de forma crítica la información más relevante recopilada acerca del tema en estudio. En el primer ítem se enmarca el tema, en los siguientes se identifica lo que se conoce sobre el tema, mostrando paralelamente los resultados alcanzados por investigaciones relacionadas con la problemática planteada.

2.1. GEI Y CAMBIO CLIMÁTICO

2.1.1. Contexto internacional

En el contexto internacional, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), mediante diversos eventos, ha tomado interés en la problemática ambiental destacando entre ellas el Protocolo de Montreal, el Protocolo de Kioto y el rol que viene jugando actuando el IPCC.

El Protocolo de Montreal, que entró en vigor el 1 de enero de 1989, indica que los países firmantes del Convenio de Viena deben tomar medidas para controlar las emisiones mundiales de clorofluorocarbonos (CFC), familia de gases que agotan la capa de ozono y causan daños a la salud (PNUMA 2000). Posteriormente, el Protocolo de Kioto, elaborado el once de diciembre de mil novecientos noventa y siete, establece compromisos para los países que se constituyen en partes de ella (NNUU 1998); así, las partes deben:

- Limitar y reducir las emisiones de GEI a los niveles de un año base.
- Asegurar de que sus emisiones antropogénicas agregadas se expresen en CO₂eq para CO₂, CH₄, N₂O, hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).
- Monitorear, en la agricultura, la fermentación entérica, aprovechamiento del estiércol, cultivo del arroz, suelos agrícolas y quema prescrita.
- Considerar como metodología para calcular las emisiones antropogénicas no controlados por el Protocolo de Montreal a las aceptadas por el IPCC.

- Calcular la equivalencia en CO₂ de las emisiones antropogénicas con el PCG aceptado por el IPCC (Cuadro 4).

Cuadro 4: Valores de métricas de las emisiones de los GEI

		Duración (años)	PCG20 (b)	PCG100 (c)
Dióxido de carbono	CO ₂	(a)	1	1
Metano	CH ₄	12.4	84	28
Óxido nitroso	N ₂ O	121.0	264	265
Perfluorometano	CF ₄	50,000.0	4, 880	6,630
Hidrofluorocarbono-152a, difluoroetano	HFC-152a	1.5	506	138

(a) No corresponde asignar al CO₂ un único periodo de duración.

(b) PCG, forzamientos acumulados durante 20 años.

(c) PCG, forzamientos acumulados durante 100 años.

Fuente: Tomado del IPCC (2014)

En la atmósfera, algunos gases emitidos por las actividades humanas bloquean el calor emitido por los rayos solares por lo que se les denomina GEI. Al respecto, el IPCC constató que, a nivel global, la atmósfera y los océanos se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado; asimismo, el calentamiento global afecta la vida en el planeta haciendo más difícil la supervivencia humana y el de otras especies. En ese contexto, el IPCC (2014), especifica la gravedad del planeta al constatar que:

- Con probabilidad mayor al 95 por ciento, las actividades humanas en los últimos 50 años han provocado el calentamiento global.
- Con alto nivel de confianza, casi el 50 por ciento de las emisiones antropogénicas acumuladas de CO₂ en el periodo 1750 – 2011 se han producido en los últimos 40 años.
- Es probable que el periodo 1983-2012 haya sido el más cálido de los últimos 1400 años.
- Cada uno de los últimos tres decenios ha sido más cálido que cualquier otro desde 1850.

El tamaño de la población, el tipo de actividad económica, la energía utilizada, los usos del suelo y la tecnología condicionan las emisiones antropogénicas de GEI. Debido a ello, las concentraciones de CO₂, CH₄ y N₂O se han incrementado sustantivamente desde 1750 (40, 150 y 20 por ciento, respectivamente). Sin embargo, se enfatiza que, aún si se detienen ahora las emisiones antropogénicas de GEI, los impactos ambientales continuarán durante siglos ya que a medida que aumenta la magnitud del calentamiento los cambios resultantes se vuelven graves, generalizados e irreversibles (IPCC 2014).

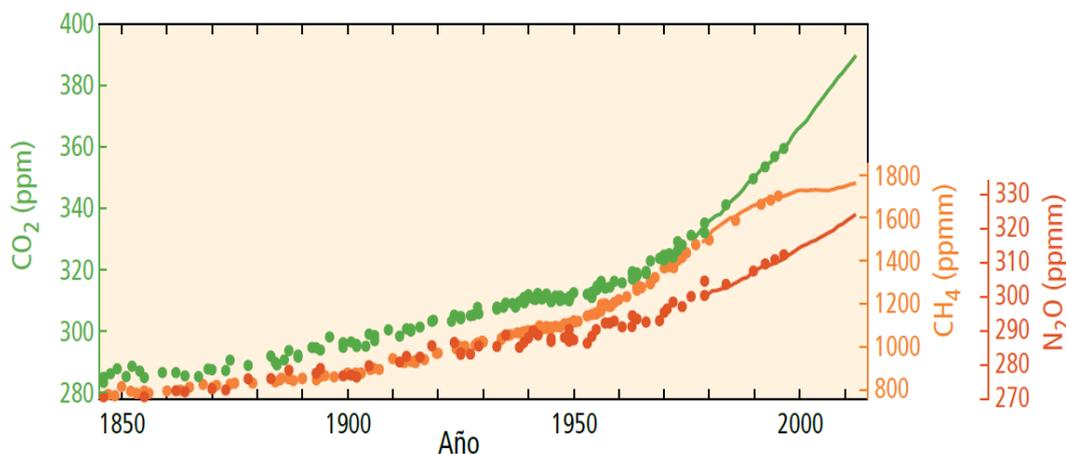


Figura 1: Promedio global de concentraciones de GEI

Fuente: Tomado de IPCC (2014)

La Tercera Comunicación Nacional del Perú sobre el Cambio Climático incorpora el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) con año base 2012. El Cuadro 5 muestra las emisiones netas (emisiones – remociones) del país. En cuanto a emisiones, los principales GEI son CO₂ (85.9 por ciento), CH₄ (14.9 por ciento) y N₂O (8.7 por ciento) y provienen mayormente, porcentualmente, de las categorías uso del suelo (50.6), energía (26.1), agricultura (15.2), desechos (4.6) y procesos industriales (3.5). En cambio, las remociones de GEI se limitan al CO₂, ascienden al 9,5 por ciento y corresponden exclusivamente a la categoría uso del suelo por abandono de tierras cultivadas (76 por ciento) y cambios en la biomasa forestal y otros stocks (24 por ciento).

El CO₂ emitido corresponde mayormente a las categorías uso del suelo (67.2 por ciento) y energía (28.6 por ciento). En la categoría uso del suelo, la conversión de bosques y pasturas es responsable del 80 por ciento de las emisiones y los cambios en biomasa forestal en 19 por ciento. En la categoría energía la quema de combustible en el transporte fue culpable del

41.5 por ciento de emisiones de CO₂ seguido de las industrias de energía (28.1 por ciento), minería (14.6 por ciento) y comercial/residencial y público (7.5 por ciento).

El CH₄ emitido se da mayormente en la agricultura (49.6 por ciento), desechos (28.3 por ciento), usos del suelo (13.5 por ciento) y energía producida (8.62 por ciento). En la agricultura, las mayores emisiones de metano fueron por fermentación entérica (84.5 por ciento), cultivo de arroz (9.2 por ciento), quema de pastos (2.4 por ciento) manejo de estiércol (2.3 por ciento) y quema de residuos agrícolas (1.5 por ciento). En los desechos, las mayores emisiones de metano se debieron a residuos sólidos (82.8 por ciento) y aguas residuales (17.1 por ciento). En usos del suelo el CH₄ provino de la conversión de bosques y pasturas (80.7 por ciento) y cambios en biomasa forestal y otros stocks (18.9 por ciento).

El N₂O emitido proviene de la agricultura (90.0 por ciento), usos del suelo (4.2 por ciento), desechos (3.9 por ciento) y energía (1.9 por ciento). El N₂O de la agricultura proviene generalmente de los suelos agrícolas (91.4 por ciento) y el manejo de estiércol (7.66 por ciento).

Cuadro 5: Inventario Nacional de GEI 2012 (gigagramos)

Categoría de Fuentes y Sumideros	CO ₂ emisiones	CO ₂ remociones	CH ₄ CO ₂ eq	N ₂ O CO ₂ eq	TOTAL CO ₂ eq	Por ciento
1. Energía	42,147	0	2,207	283	44,638	26.1
2. Procesos Industriales	6,064	0	0	0	6,064	3.5
3. Uso de Solventes y otros	0	0	0	0	0	0.0
4. Agricultura	0	0	12,702	13,341	26,044	15.2
5. Uso del Suelo	98,885	-16,224	3,457	624	86,742	50.6
6. Desechos	0	0	7,248	574	7,823	4.6
Total emisiones / remociones	147,095	-16,224	25,615	14,823	171,310	100.0
Porcentaje	85.9	-9.5	15.0	8.7	100.0	

Fuente: Adaptado de MINAM (2021)

2.1.2. Normatividad nacional relativa al cambio climático

En el contexto nacional, los esfuerzos internacionales se concretizan esencialmente con la dación de un conjunto de normas que posibilitan generar institucionalidad para abordar con éxito el problema del cambio climático ocasionado por los GEI. Entre la vasta normatividad generada se resalta, en orden cronológico, lo siguiente:

- En setiembre de 1990, mediante Decreto Legislativo 25238, se promulga el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- En mayo de 1993, con Resolución Legislativa 26185, se aprueba la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptado en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y suscrito por el Perú en Río de Janeiro el 12 de junio de 1992, con el objetivo de lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera.
- Mediante Decreto Supremo N° 080-2002-RE se ratifica el “Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, suscrito en Kyoto, Japón, el 11 de diciembre de 1997 y aprobado por el Congreso de la República, mediante Resolución Legislativa 27824.
- En junio del 2004 se da la Ley 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) con el objeto de asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas.
- En octubre del 2005 se da la Ley 28611, Ley General del Ambiente, norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.
- En mayo del 2008, mediante Decreto Legislativo 1013, se da la Ley de creación, organización y funciones del ministerio del ambiente. Con esta norma se adscribe al MINAM el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y el Instituto Geofísico del Perú (IGP); asimismo, crea el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) y el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE).
- En julio del 2014 se da la Ley 30230, Ley que, en la búsqueda de dinamizar la inversión pública en el país, flexibilizó los estándares de calidad ambiental y eliminó el ordenamiento territorial como área de línea ministerial.
- En diciembre del año 2014, mediante Decreto Supremo 013-2014-MINAM se aprueban disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO)
- El año 2015, mediante Decreto Supremo 058-2016-RE, el Perú ratificó el Acuerdo de París de fecha 12 de diciembre del 2015, acuerdo que refuerza la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático.

2.1.3. El cambio climático en la cuenca del lago Titicaca

El Perú tiene una reserva destacable de agua dulce y fuente importante de regulación climática por cuanto es poseedor del 71 por ciento de los glaciares tropicales; y, junto a Ecuador, Bolivia y Colombia, posee el 99 por ciento de los glaciares tropicales del planeta. Sin embargo, sólo en el periodo 1962 y 2016 ha perdido 1,284 Km² de superficie glaciaria equivalente al 53.56 por ciento del área total (MINAM-INAIGEM 2018).

La cuenca del lago Titicaca está circunscrita por las cordilleras oriental y occidental. Según el MINAM-INAIGEM (2018), en la vertiente oriental, las cordilleras que aún tienen glaciares son: La Raya, Vilcanota, Carabaya y Apolobamba, vierten sus aguas a la cuenca amazónica y al lago Titicaca. En la vertiente occidental ya no hay cordilleras que tengan glaciares; sin embargo, en los meses de noviembre y diciembre, la cordillera Barroso (observado desde 1988 sin cobertura glaciaria) se cubre temporalmente de nieve alimentando lagunas y ríos de la cuenca del lago Titicaca (24 por ciento) y del océano Pacífico (76 por ciento).

Cuadro 6: Cordilleras que aportan recurso hídrico a la cuenca del lago Titicaca

Cobertura glaciaria	Unidad	1962	1997	2009	2016	Pérdida (por ciento)	Fin Probable
La Raya	Km ²	11.27	7.66	3.06 ^a	1.90	83.14	2,031
Vilcanota	Km ²	495.05	375.75	279.40	255.44	48.40	2,075
Carabaya	Km ²	107.17	70.88	34.53	31.05	71.03	2,038
Apolobamba	Km ²	83.12	55.16	45.25 ^a	39.63	52.32	2,066

(a) Corresponde al año 2010

Fuente: Adaptado de MINAM-INAIGEM (2018)

El Cuadro 6 muestra información desde el año 1962, en él se observa que la cobertura glaciaria se está perdiendo de forma acelerada con el pronóstico del año probable en que desaparecería por completo. Este hecho evidencia la presencia del cambio climático en la zona lago del Titicaca en consideración a que la existencia y la magnitud de estas cordilleras condicionan el clima y la temperatura en el altiplano y en la zona en estudio, haciendo más difícil la vida.

La zona lago de la cuenca del lago Titicaca, es parte de una gran meseta de altitud superior a los 3,800 m.s.n.m., conocido como altiplano, circunscrito por las cordilleras oriental y occidental, compartida con Bolivia e incorpora a su vez siete sub- zonas (Cuadro 7).

Los recursos naturales en la zona Titicaca están en proceso de deterioro debido a la alta presión demográfica, lo que trajo consigo, desde hace décadas, la emigración neta de su población hacia Arequipa, Lima, Tacna y otras urbes. Además, la población residente ha impactado negativamente sobre los recursos naturales por cuanto: sus urbes evacúan aguas servidas a los ríos y al Lago Titicaca con escaso nivel de tratamiento; ya se usan insumos químicos en la agricultura, por escasez de tierras y necesidad de producto; se incrementa el volumen de estiércol y orina de vacunos, por necesidad de crecimiento de la ganadería de leche y carne; y, se contaminan los ríos de los afluentes del Lago Titicaca por la actividad minera irresponsable (Condori 2002).

Cuadro 7: Detalle de sub zonas de la zona lago de la cuenca Titicaca

Sub zona	Localización	Altitud	Altitud	Área Km ²
		Máxima	Mínima	
Huaycho	Bolivia-Perú	4,725	3,875	727
Illpa	Perú	4,953	3,815	1,291
Keka	Bolivia	6,421	3,820	883
Catari	Bolivia	6,088	3,819	2,022
Tiahuanacu	Bolivia	4,825	3,830	452
Zapatilla	Bolivia-Perú	4,627	3,815	389
Lago e inter cuencas	Bolivia-Perú			16,702
TOTAL				22,466

Fuente: Elaborado con base en UNEP (1996)

Las praderas alto andinas representan el 32 por ciento de la superficie de la sierra del Perú y corresponden generalmente a ecosistemas frágiles, se ubican en cabeceras de cuenca y cumplen funciones importantes en el ciclo hídrico. Además, constituyen soporte para la ganadería extensiva ampliamente difundida en todos los andes peruanos (Ventura 2003). Del total vacuno existente en el Perú, más del 70 por ciento está en posesión y usufructo de comunidades campesinas y pequeños propietarios privados; de ellos, el 80 por ciento es

ganado criollo puro o con diferentes grados de cruzamiento con ganado Brown Swiss, para orientación preferente a la producción de leche.

Por razones históricas, de la conquista y pillaje español y de la economía de mercado, las unidades productivas rurales agrícolas han devenido en pecuarias. Por ejemplo, en la provincia de Azángaro, las unidades familiares campesinas tienen tendencia pecuaria, distribuyen su terreno en: 24 por ciento de piso forrajero, 57 de praderas naturales y 19 de cultivos andinos para un promedio tipo de 13.22 hectáreas. Con esta distribución espacial el rendimiento de leche fresca fluctúa entre las épocas de secano y de lluvias: sobre pastos nativos entre 2.08 y 3.97 litros/vaca/día con promedio anual de 3.02 litros/vaca/día; y, sobre pastos cultivados, entre 5.47 y 10.60 litros/vaca/día con promedio anual de 7.65 litros/vaca/día (Miranda 2008). En esta microcuenca, la vegetación nativa y cultivada, utilizada en la crianza de vacunos, es la siguiente:

- Pastos cultivados alfalfa (*Medicago sativa*), dactylis (*dactylis glomerata*), rye grass inglés (*lolium perenne*), rye grass italiano (*lolium multiflorum*), trébol blanco (*trifolium repens*) y avena forrajera (*avena sativa*).
- Pajonales nativos "yurac quise" (*Festuca dichoclada*) en laderas de cerros, "chilliguar" (*Festuca dolichophylla*) en pampas semihumedas, "quise pasto" (*Stipa ichu*) en laderas y áreas secas y "sora pasto" (*Calamagrostis antoniana*) en sitios semihumedos.
- Vegetación nativa "canlla" (*Margiricarpus pinnatus*) en lugares secos, bofedal "quemillo" (*Eieocharis albibracteata*) en sitios húmedos; y
- Césped de puna "k'hene pasto" (*Calamagrostis mínima*), en áreas inundadas por lluvias de temporada.

Puno es actualmente la sexta cuenca lechera más importante del país con una producción aproximada de 200,000 litros/día y concentrada en un 80 por ciento en las provincias de Melgar, Azángaro, Puno y Huancané, destinada al procesamiento de derivados lácteos entre los que destaca con nitidez el queso. Esta actividad ocupa casi al 50 por ciento de la PEA rural, de los cuales un 50 por ciento posee menos de tres hectáreas (Olarte y Olarte 2013).

2.2. EL QUESO DE PARIA Y EL QUESO TIPO PARIA

2.2.1. Los orígenes del auténtico queso de Paria

Diversos autores, sin citar fuente, comentan que la denominación “queso de paria” data del año 1532, de la acción ejecutada por españoles de exprimir leche cuajada con mantas para la obtención del suero y que al ser observada por los nativos exclamaron “paray” (llover) en idioma quechua. En 1773, Bustamante (2006) hace referencia a un queso de Paria, generalmente salado, que usualmente consumían los caminantes cuando transitaban por la sierra en el trayecto Buenos Aires – Lima. Fernández (1870) comenta que Marcos Mamani ofreció, en Arequipa, en merienda, en plato de loza de Pucará, el famoso timpusca, acompañado de jamón del Collao, queso de Paria, papas de Chiguata, ockas de Carapaya, habas de Villque y otros productos mayoritariamente provenientes del altiplano, como parte del agasajo a su huésped, un turista inglés; además, comenta que el referido queso disputaba en excelencia al mejor parmesano.

Vera del Carpio (2017), relata que Apaza, amigo de su padre, comentaba que la denominación paria surge del “queso de leche de ovejas paridas” en referencia a que, por casualidad, la esposa de un hacendado de Azángaro había agregado a la leche de vacunos una proporción de leche de ovejas de la raza Frisona dándole un sabor muy particular en la elaboración del queso, que ese producto fue un éxito comercial destinado a las familias pudientes de Arequipa y Lima y que, además, con los años el sabor particular del queso se lograba combinando dos leches: 85 por ciento de vacunos y 15 por ciento de ovinos.

Vásquez (2018), citando al cronista Vásquez de Espinoza (1634), precisa que el queso en cuestión es de Paria, un lugar geográfico a 23 kilómetros de Oruro (antes reconocido como parte del Alto Perú) y que corresponde al nombre de una gran laguna y población muy reconocida en el altiplano durante el incario y la colonia, en donde, se dice, se hacían gran cantidad de quesos de oveja valorados como los mejores de todo el Reyno. Precisa también que la fama del queso paria de la que hoy goza este queso nació en el altiplano de Puno.

Roque (2019) reconoce la seriedad del trabajo histórico – geográfico de Guillermo Vásquez precisando que el auténtico queso paria se impuso como tal debido al sabor y la textura de la leche con bastante grasa, propio del ganado vacuno criollo, queso fresco de pasta dura con sal acentuada, sin ojos y elaborada en moldes de chilligua.

2.2.2. El queso Paria en la actualidad

Actualmente el otrora queso “paria”, por diversas razones, ha devenido en “tipo paria”. Lo que se comercializa ahora en los mercados, generalmente, pero no exclusivamente, es un queso elaborado con leche de vaca. Por ello, la mayoría de productores lo ha denominado “tipo paria”; sin embargo, algunos persisten en denominarlo como “paria”.

El queso paria o tipo paria, con leche de vacuno, está siendo reconocida en el contexto nacional y se viene posicionando como uno de los productos bandera de la región Puno. Prueba de ello es que en el 2º Concurso Nacional de Quesos Madurados que organizó el 2018 el programa Sierra Exportadora del Ministerio de Agricultura, el primer lugar fue para la planta Sinty Mayo de Pucará – Puno en la categoría queso paria (Andina 2019).

Sierra Exportadora reconoce que ahora el queso paria o tipo paria es propio del altiplano y de la zona sur del Perú y tiene las siguientes características: queso fresco, semi-duro, preparado con leche de vaca, sabor suave, color ligeramente amarillento debido al frío de la zona, que al contacto con el calor se ablanda, pero no se derrite (Pinto 2014).

2.3. VALOR AGREGADO DEL PRODUCTO QUESO TIPO PARIA

Castellano y Goyzueta (2015) consideran que el VA es la diferencia entre la producción y el consumo intermedio y representa la contribución de la mano de obra y el capital al proceso productivo, señalan que su vínculo con el concepto de Producto Interno Bruto (PIB), es literalmente de identidad, recuerdan que para Marx son tres las fuentes originarias del valor: el trabajo, el capital y la tierra, enfatizando que el capital no es más que “trabajo ahorrado”, en forma pretérita. Por ello, concluyen que el eje de la reflexión evita la discusión centrada en el tema “precio” como indicador del agregado de valor, y, por tanto, corresponde: precisar la interacción entre la innovación, el reposicionamiento y los sujetos productivos; mejorar el rol del Estado para las políticas de sustitución de importaciones, la soberanía alimentaria, el desarrollo local de los territorios o la priorización de ciertos sectores productivos.

Recordando a Aristóteles, Smith, Ricardo y Marx, Salvador (2016) señala que el VA es el monto por el cual el valor del producto se adiciona en cada etapa de su producción y sugiere tres estrategias generales de agregación de valor:

- Cambios físicos del producto: procesos de conservación, transformación, empaque y etiquetado;
- Diferenciación del producto y segmentación de mercado: incorporando sistemas de calidad e inocuidad, atributos vinculados al origen, y aspectos relacionados con la protección del ambiente, la salud y la responsabilidad social;
- Mecanismos innovadores: aprovechamiento de subproductos, generación de bioenergía, biodiversidad nativa, y diversificación de la unidad agropecuaria.

2.3.1. El enfoque de cadenas de valor

Los tipos de cadenas de valor más conocidos en el ambiente académico son: la generada por la consultora McKinsey (Fundación Pública Andaluza 2015) y la formulada por Porter de la Universidad de Harvard. El modelo McKinsey define el “sistema de negocio” mediante los factores que definen la ventaja competitiva de la empresa, las que la diferencian de la competencia y las que más contribuyen a la formación de valor. El modelo Porter identifica dos fuentes claves de ventaja competitiva: liderazgo en costes y en diferenciación. Para Vergiú (2013) las actividades de valor en Porter se dividen en primarias y de apoyo; por ello, la cadena de valor es un conjunto de actividades interdependientes por lo que se requiere mejorar el sistema de costeo y de contabilidad ya que los actuales no permiten definir indicadores de evaluación ni tomar decisiones en tiempo real.

La cadena de valor de un producto incluye al conjunto de actividades que se precisan para la consecución de un producto, desde su concepción, el paso por las diferentes fases productivas hasta su entrega a los consumidores finales. En la cadena de valor se reconocen cuatro dimensiones: la estructura de insumo – producto, la cobertura geográfica del producto, la gobernanza y el marco institucional (Oddone *et al.* 2014). La matriz insumo-producto cuantifica el origen de los insumos y los productos intermedios y el destino de éstos y los productos finales. Mediante este procedimiento, se obtiene con claridad las fuentes del VA, el VBP y el PIB. En la cadena de valor hay agentes que participan en forma directa, indirecta, de apoyo o de soporte en el proceso de producción, transporte y comercialización.

La participación positiva de las unidades productivas en las cadenas de valor puede generar los siguientes beneficios: fortalecimiento de la actividad productiva, generación de empleo, incremento de la competitividad y la productividad, atracción de capitales, incremento de la

recaudación tributaria y mejor relación entre los sectores público y privado de la economía (Oddone *et al.* 2014).

A todo lo anterior podemos agregarle otra particularidad que puede contribuir a darle mayor valor a un producto: la HC. El cálculo de la HC sirve a las empresas para transparentar la cadena de valor, crear conciencia e inclusive disminuir la cantidad de emisiones de GEI y comparar productos; obviamente, apoyado en la consecución de estándares internacionales. En Europa, por ejemplo, la HC es ya un instrumento diferenciador de los productos y las empresas en los mercados (Victoria 2012). Así, los esfuerzos de la empresa pueden constar en una etiqueta para que el consumidor pueda valorar y preferir productos con baja HC.

2.3.2. VA del producto y etiquetado

La cantidad demandada de un producto, aparte del precio del producto, calidad del producto, atributos particulares del producto, ingresos del consumidor y otros factores, depende de la información que posea el consumidor acerca de los atributos del producto. Los atributos contenidos en el producto deben ser conocidos y apreciados por el consumidor. El consumidor, al tener plena información del producto, lo valora y está dispuesto a pagar por él un precio, mayor o menor a lo establecido por la empresa y el mercado. Esta información puede estar contenida en la etiqueta. Carrero (2011), respecto a la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), hace referencia a que la Organización Internacional de Normalización (ISO) clasifica 3 tipos de etiquetas sociales y ambientales basadas en:

- a. Auditoría de un tercero que certifica que se ha puesto en marcha procesos para la obtención de un mejor desempeño.
- b. Auto declaraciones del propietario de la marca, no respaldadas por nadie.
- c. Desempeño real de la empresa con certificación que efectivamente se ha obtenido algún logro.

Y, para la realidad de España y Gran Bretaña, considera que las etiquetas: deben certificar que un producto posee atributos superiores a los no etiquetados, deben constituir una buena herramienta de diferenciación y de exposición de información acerca del producto. También resalta que hay una brecha entre la actitud y la conducta de los consumidores ya que si bien aprecian los sellos (etiquetas) no necesariamente compran el producto. Esto se debe a que el consumidor desconfía de la etiqueta y, al mismo tiempo, tiene dificultades para comprender

la información contenida en los símbolos del envase. Agrega que hay un círculo vicioso: las empresas no añaden atributos a sus productos ya que perciben que eso no genera mayor demanda y, a la inversa, los consumidores no compran esos productos porque perciben que la empresa no ha incorporado realmente los atributos que se manifiestan en la etiqueta.

Guillén (2018) por su parte, ratifica que la Comunidad Europea (CE) ha establecido un conjunto de normas para el etiquetado ambiental, que dichas clasificaciones están relacionadas al conjunto de normas ISO y que involucran tres tipos:

- Tipo I: Etiquetado ecológico (ISO 14024). Constituyen sistemas voluntarios de etiquetado que adoptan las empresas para sus productos, impulsados y respaldados por una tercera entidad (pública o privada) para el contexto nacional, regional e internacional.
- Tipo II: Auto declaraciones ambientales (ISO 14021). Constituyen manifestaciones, indicaciones de la empresa fabricante o envasadora del producto acerca del ciclo de vida del producto o atributos específicos de él, sin certificación ni respaldo de un tercero independiente.
- Tipo III: Declaraciones medioambientales de producto (ISO 14025). Esencialmente informa sobre las características de un producto, generalmente consumo energético de aparatos domésticos.

Pacheco *et al.* (2008), al evaluar la actitud de los consumidores sobre las etiquetas ambientales en el mercado europeo, concluyen que hay escaso éxito del sistema de etiquetado como instrumento de promoción de los atributos de un producto debido al escaso conocimiento de los encuestados. Al contrario, la Oficina Comercial de ProChile en Berlín (2011) considera que el mercado de productos con información ecológica o ambiental está en desarrollo y avance por cuanto en Gran Bretaña, por ejemplo, las ventas totales en el año 2,010 ascendieron en HC a 3.1 mil millones, en productos orgánicos 2.32 y en comercio justo 1.24. Asimismo, resalta que en el rubro específico HC, cuyos logotipos se muestran en la Figura 2, las etiquetas más relevantes son:

- Carbon Reduction Label (etiqueta reducción de la HC) de la empresa británica Carbon Trust.

- CO₂e approved by climatop (aprobado por climatop), sello utilizado por la cadena suiza Migros Stop Climate Change (detener el cambio climático) desarrollado por la empresa Agra-Tech GmbH.
- My climate (mi clima) con el objetivo de neutralizar las emisiones de GEI.



Figura 2: Etiquetas vinculadas a HC de la Comunidad Europea

Fuente: Elaborado con base en Oficina Comercial de ProChile en Berlín (2011)

2.3.3. Valor del producto y teoría económica convencional

La teoría del valor es altamente discutido y discutible en la economía, desde la antigüedad: los fisiócratas con Quesnay y Turgot creían que la fuente de valor y de la riqueza estaba en la tierra y en el trabajo; David Ricardo precisó que en la tierra había renta diferencial y absoluta; Carlos Marx le dio alta prioridad al trabajo como fuente de valor acuñando el concepto de plusvalía y mercancía; y, posteriormente, Harold Hotelling nos habla de renta de escasez. Para la economía ecológica, en cambio, el valor es de uso, no uso, existencia y opción, concepto no necesariamente económico ni limitado a lo humano (Martínez 1998).

La teoría económica convencional considera que el valor se revela en la disposición a pagar (DAP) por un determinado producto. La curva de la demanda expresa esa DAP como expresión y resultado de los diferentes niveles de ingreso (o gasto) y de preferencias (o bienestar) que poseen o prefieren los consumidores de un producto. La Figura 4 muestra gráficamente ese proceso de valoración: el consumidor racional busca maximizar su utilidad o su bienestar al comprar un producto, dado que su ingreso es limitado (restricción presupuestaria). Alternativamente, el consumidor también busca minimizar su gasto dado un nivel de utilidad preferido (restricción de bienestar). Maximización de beneficios (primal) o minimización de costos (dual) son cara y sello de la misma moneda: enfoque costo –

beneficio como primal y enfoque costo – efectividad (eficiencia, eficacia, equidad y riesgo) como dual.

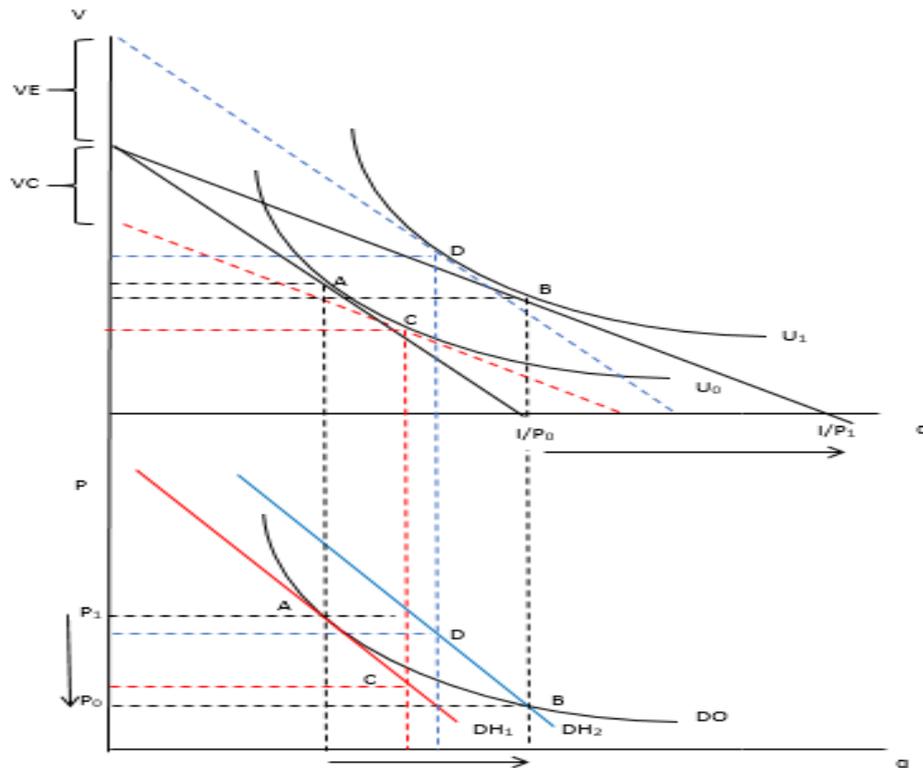


Figura 3: DAP y valoración de los cambios en el bienestar

En el enfoque primal (Figura 3), cuando el precio del producto baja el consumidor puede alcanzar mayores niveles de utilidad porque su ingreso real se ha incrementado y tiene la posibilidad de acceder a una mayor cantidad de ese producto (efecto precio) o acceder a un producto de mayor calidad (efecto sustitución). De esta forma, la economía convencional estructura medidas de valoración del bienestar del consumidor conocidas como variación compensadora (VC), variación equivalente (VE) y excedente del consumidor (EC).

En cambio, para Lancaster (2014) las funciones de utilidad del producto no son únicas porque los productos no son homogéneos, la utilidad es un concepto agregado y está dado por los atributos que componen el producto. En el caso del queso, por ejemplo, tendríamos como atributos el olor, color, sabor y la textura; o, como propiedades y características la organicidad y naturalidad del producto.

En todos estos enfoques, observamos que valor no es sinónimo de valor económico, el valor económico es un acto humano. Para el ser humano, las decisiones son convenientes cuando

sus beneficios son superiores a sus costos. Por ello, la valoración económica es antropocéntrica ya que sólo los humanos asignan valor económico al ambiente. Si se reconociera el derecho de las otras especies (no humanos) a coexistir en el planeta, la valoración económica no tendría sentido.

2.3.4. Valor y costo de producción

En cuanto a costo hay diversos conceptos, percepciones y formas de cálculo. La validez de un cálculo va a depender del enfoque del investigador y de sus fines. Aquí analizamos los costos en términos económicos, sociales y ambientales.

El costo económico para Vásquez (2013), tiene dos acepciones: contable y económica. El costo contable refleja el valor de mercado (en la causación o al momento de pago) de los factores de producción utilizados. El costo económico profundiza el análisis, señala que éste debería reflejar el valor de mercado en el mejor uso alternativo posible. En esencia, el costo económico se entiende como gasto a precios de mercado en su acepción contable y como costo de oportunidad en su acepción estrictamente económica. Entonces, si la unidad productiva no es propietaria de un recurso debe considerarse el gasto o desembolso como costo; alternatively, si es propietario, posesionario o usufructuario del recurso corresponde imputar como costo el sacrificio de no utilizarlo como ingreso potencial, el precio al que lo podría vender.

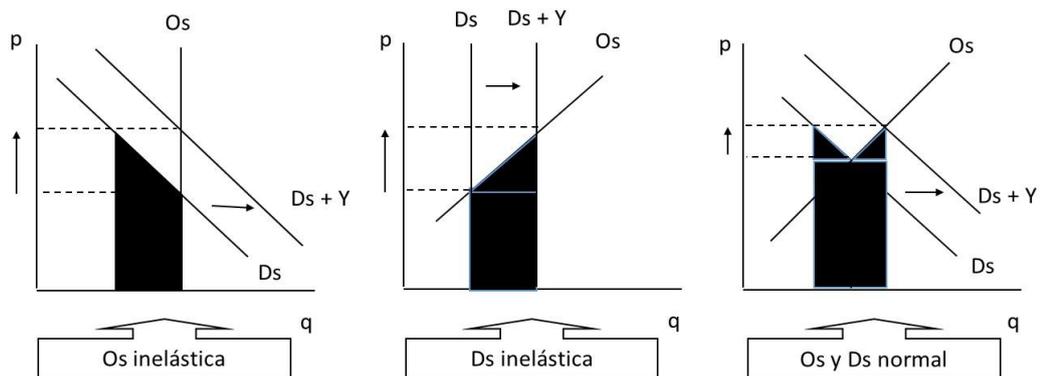


Figura 4: Valoración del costo social del insumo

Fuente: elaboración con base en Castro y Mokate (2013)

Una tercera acepción del costo económico corresponde a los denominados precios cuenta, sombra o sociales. Castro y Mokate (2013) señalan que en el precio de mercado de un insumo

o producto se incorpora tácitamente un conjunto de distorsiones, reconocidos ampliamente por la economía: información incompleta, mercados no competitivos, externalidades, subsidios e impuestos. Por tanto, el cálculo económico debe corregir previamente esas distorsiones. Así, el costo social es muy útil para la toma de decisiones políticas, sobre todo cuando los agentes son funcionarios que actúan en nombre del Estado y por tanto no buscan el beneficio privado de unos pocos sino el beneficio social, el interés superior del ámbito local, regional o nacional.

Un negocio, puede ser rentable para el inversionista privado; pero, al mismo tiempo, puede no ser conveniente para el Estado. Por tanto, le corresponde al gobierno desincentivar ese tipo de iniciativas. El cálculo de costos sociales, en la versión simple, requiere ajustar el precio de mercado con un factor dado por el ente regulador, en nuestro caso el MEF; en la versión más detallada, se requiere identificar y construir previamente curvas de oferta social (O_s) y demanda social (D_s) para el tipo de mercado al que corresponde el insumo en el país. En la Figura 4 se muestra el caso de competencia perfecta para 3 escenarios: O_s inelástica con D_s normal, O_s normal con D_s inelástica y O_s con D_s normales. Al incrementarse la demanda social del insumo ($D_s + Y$) en el mercado ocurre 2 procesos: liberación de recursos (desplazamiento a la izquierda) e incremento en la producción (desplazamiento a la derecha). La sumatoria de ambos procesos (área sombreada), dividida entre la cantidad demandada adicional (Y) nos da el costo social del insumo.

Para fines de sostenibilidad, la economía ecológica considera otra variante del costo que debería considerarse y que generalmente es soslayada por la economía convencional: nos referimos al costo ambiental. Valero (1998) considera que cuando se utilizan los recursos naturales en esencia estamos destruyendo tiempo acumulado, por esta razón la reversibilidad tiene costo en términos de tiempo. Ir hacia atrás (reversibilidad) tiene costo en términos de exergía (energía útil). Georgescu (1996) resalta el hecho de que el calor se mueve por sí mismo, de los cuerpos más calientes hacia los menos calientes, que el tiempo avanza y no retrocede, que hay tendencia a la conversión continua de orden en desorden, que la energía libre transformada en energía latente no se recupera jamás; al referirse al proceso económico señala que éste es la transformación continua de baja entropía en alta: desechos, contaminación, dispersión de la materia y degradación de la energía; al referirse a los precios señala que éstos simplemente son un reflejo local del valor; y, al referirse a la función de producción clásica de la economía recuerda a Samuelson quien señala que ésta es una especie

de catálogo de recetas de cocina. En economía ecológica, todo proceso económico tiene costo lo único que queda es reducirlo en términos de menor velocidad, dispersión de la materia y degradación de la energía: ser más eficientes.

En la economía convencional se considera que hay cierta relación inversa entre producción y costo tal como se observa al comparar los recuadros inferiores de los paneles a y b de la Figura 5. La producción total (PT) se representa generalmente en unidades físicas, como una función no lineal con rendimientos a escala (constantes, crecientes o decrecientes), a mayor cantidad de insumos (K) le correspondería mayor cantidad de producto dado un nivel tecnológico, la primera derivada de la función de producción respecto a cada insumo nos daría la función de producto marginal y su cociente el producto medio o unitario. La cantidad de producto obtenido (Q) depende de cómo se combinan los denominados “factores de producción” (capital, tierra y trabajo) y a eso se le denomina tecnología. El costo total también es una función, se expresa en unidades monetarias, obtenida de la función de producción, por una parte, ya que depende de la cantidad utilizada de los “factores de producción” y la forma cómo se le utiliza (tecnología); y, por otra parte, la función de costos depende también de los precios de esos “factores de producción”. Así, con diferentes tecnologías y con la misma cantidad de “factores de producción” se pueden obtener diferentes cantidades físicas de producto a diferente costo.

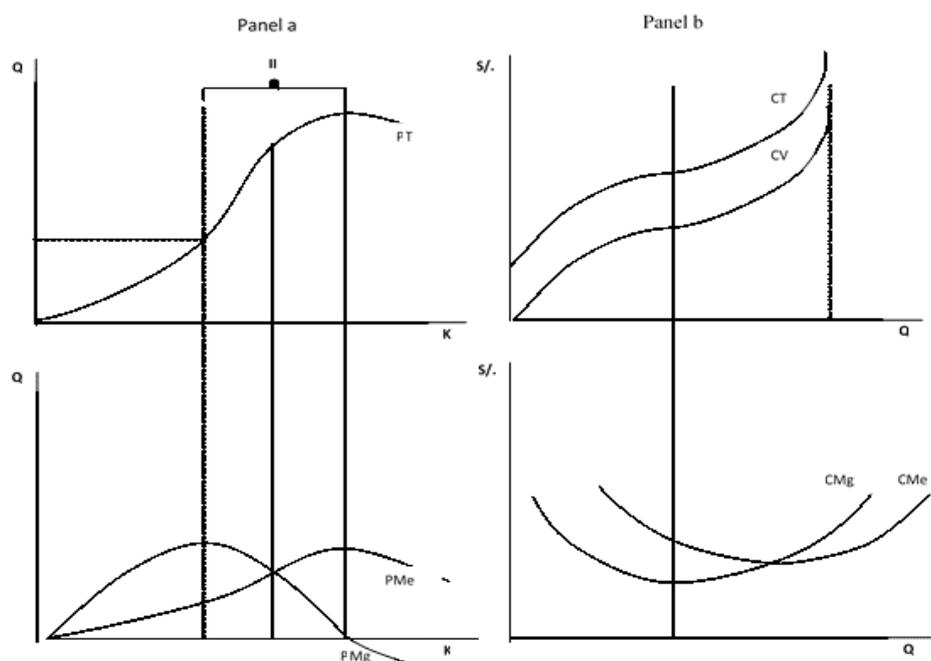


Figura 5: Interrelaciones entre costo, precio, producción y tecnología

2.4. HUELLA DE CARBONO DEL PRODUCTO QUESO

Las metodologías sobre HC del producto (HCP) están en cambio y mejora continua y constituyen una buena herramienta para la gestión de los gases de efecto invernadero (GE). Pandey y Pandey (2010) manifiestan que el concepto ha evolucionado a lo largo del tiempo, esencialmente debido a la falta de uniformidad en cuanto a la selección de gases y límites para los cálculos por lo que debe definirse como aquella cantidad de GEI emitida a la atmósfera por todo tipo de actividades humanas y expresada en términos de CO₂eq. En el análisis de la HC se distinguen dos vertientes: uno de organización y otro de producto. El enfoque de organización incorpora las actividades llevadas a cabo por una empresa. En la segunda acepción, la HC del producto es la sumatoria de todos los insumos, energía y residuos que se generan a lo largo de todas las etapas de un producto, multiplicado por su factor de emisión. Así, la HC es un indicador básico que mide la sostenibilidad del planeta por cuanto incorpora casi todos los insumos empleados en la producción de un bien, toma en cuenta las emisiones de todas las etapas de formación del producto, incluyendo algunas veces la utilización y el fin de la vida del producto (Bravo 2016).

2.4.1. HC del producto y ACV

El cálculo de la HC del producto se basa en una metodología del ACV y es parte de ella. La HC requiere sumar las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida de un producto y dentro de un conjunto de límites del sistema (IDF 2015).

Para el cálculo de la HC están disponibles diversas directrices y orientaciones entre los que destaca:

- Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) del World Resource Institute (WRI) / World Business Council on Sustainable Development (WBCSD)
- Normas de la ISO: ISO 14025 e ISO 14064
- Especificaciones disponibles públicamente 2050 (PAS 2050) de British Standard Institution (BSI)
- Directrices del IPCC: IPCC 1996 e IPCC 2006

Al margen de los diversos modelos de contabilidad de emisiones, el ACV del producto requiere: definición de la unidad funcional producida o consumida, definición de los

alcances y límites de la HC, construcción de mapas de procesos, balance de masas, determinación de datos de actividad, determinación de factores de emisión y asignación de emisiones de coproductos y subproductos cuando no es posible extender el sistema; y, al final, la síntesis de emisiones de GEI.

2.4.2. HC del producto en el sector lácteo

La FAO (2010) señaló que la producción mundial de leche en el 2007 fue de aproximadamente 553 millones de toneladas, la producción de carne relacionada con el rebaño lechero se estimó en 34 millones de toneladas que equivale al 57 por ciento de la producción de carne de ganado vacuno mundial y al 13 por ciento del total de carnes. Asimismo, indica que las emisiones de GEI del rebaño lechero, incluyendo deforestación y procesamiento de la leche, se estimó en 1,969 millones de toneladas de CO₂eq: 1,328 millones de toneladas atribuidos a la leche y 641 millones de toneladas a la producción de carne relacionado con el rebaño lechero. También señala que, en promedio, el 93 por ciento de las emisiones del sector lácteo se produce a nivel de granja, agrega que el CH₄ representa el mayor GEI en el sector lácteo con más del 50 por ciento de las emisiones totales. Asimismo, sugiere trabajar con el modelo de evaluación del ACV del producto que implica trabajar cuatro módulos:

- Demografía del rebaño (estructura, tamaño, peso vivo)
- Canasta de alimentos (producción de alimento, raciones, digestibilidad)
- Emisiones (requerimientos energéticos del animal, gestión del estiércol, fermentación entérica y uso del suelo)
- Asignación por productos (leche, carne, uso de la tierra)

La FAO (2010) identifica los principales GEI vinculados a las cadenas alimentarias de los animales: CH₄, N₂O y CO₂ y GEI vinculados con los refrigerantes³. En nuestro caso, el límite del sistema lácteo, de la cuna a la puerta, involucró tres subsistemas: agrícola, ganadero y manufacturero. Para la FAO, la Federación Internacional de lechería (IDF) es la entidad privada representativa del sector lácteo en el contexto mundial por lo que su opinión es importante. Así, la IDF (2015) considera que se ha establecido, por practicidad, un umbral

³ En el presente estudio se constató que no es usual el uso de refrigerantes en la elaboración del queso por cuanto el producto se vende en fresco y generalmente en la puerta de la planta de quesos.

de 1 por ciento para excluir algún flujo material o de energía, siempre que dicho umbral represente el 95 por ciento de las emisiones.

2.4.3. Emisiones de CH₄ en el sector lácteo

Según el MINAM (2021) el CH₄ es el mayor GEI en la fase ganadera. Este gas es el producto mayor de la fermentación que sufren los alimentos en el rumen (fermentación entérica). Este proceso, en términos de energía, constituye pérdida; pero, ambientalmente, contribuye al cambio climático. Por ello, los sistemas sostenibles de producción deben promover una menor producción de CH₄, ya que tales emisiones dependen del tipo de tracto digestivo de la especie, edad y peso, composición de la dieta, digestibilidad del alimento, procesamiento previo del alimento y frecuencia de la alimentación.

Durante el proceso digestivo diversos microorganismos presentes en el aparato digestivo del vacuno fermentan los alimentos consumidos lo que se conoce como fermentación entérica, que puede ser exhalado o eructado por el animal (Zamora 2013). Beltrán *et al.* (2016) concluye que la emisión de CH₄ entérico en vacunos difiere por estado fisiológico de los vacunos y se correlaciona inversamente con la eficiencia alimenticia; por ello, los inventarios no reflejarían el impacto ambiental real; en tal sentido, sugiere que dichos inventarios se realicen de acuerdo con la estructura de los hatos y su estado fisiológico. Asimismo, considera que la duplicación de la ingesta de energía total, el aumento del consumo de materia seca en relación al peso vivo y el incremento del concentrado en dietas para vacas con baja eficiencia alimenticia, podría mejorar la producción de leche y disminuir la emisión de CH₄ por litro de leche producida.

Santacoloma (2011) señala que las dietas altamente fibrosas y de baja digestibilidad aumentan las emisiones de CH₄ ya que se genera con una gran pérdida de energía por esta vía; que, la adición a la dieta de rumiantes de grasas no protegidas las disminuye significativamente; que, las leguminosas de zonas templadas con metabolitos concentrados (taninos) posiblemente reducen la metanogénesis; y, además, la producción de CH₄ es mayor a medida que la edad de pastoreo aumenta debido al material lignocelulósico.

Las emisiones de CH₄ también se generan por la forma en que se maneja el estiércol, la cantidad emitida depende de si se procesa en líquido o en sólido. Cuando el estiércol se procesa como líquido se da un proceso de descomposición anaeróbica produciendo gran

cantidad de CH₄. El resultado es menor cuando el estiércol se mantiene sólido y depositado a campo abierto ya que la descomposición es más aeróbica. Consiguientemente, el clima y el proceso de disposición final del estiércol inciden significativamente en la cantidad de CH₄ producido (Luque 2016)

Respecto a la magnitud, Luque (2016) concluye que, en la emisión de CH₄ por fermentación entérica, el ganado no lechero genera una cantidad superior respecto al ganado lechero; y, en el manejo del estiércol, las mayores emisiones son generadas por el ganado lechero. Asimismo, señala que la fermentación entérica emite 50 veces más CH₄ que el proveniente del manejo del estiércol.

El artículo de Carmona *et al.* (2005) consideran que la producción de CH₄ expresa ineficiencia en la producción, es una pérdida de energía potencialmente utilizable, puntualiza que la subnutrición contribuye a incrementarlas. Consiguientemente, limitar las emisiones de CH₄ en sistemas de producción tropical provee beneficios económicos y medioambientales. Los estudios orientados a reducirlos se enmarcan en: disminución indirecta de CH₄ en el rumen, incorporación de productos inhibidores de bacterias metanogénicas, uso de vías alternas para usar hidrón (H⁺) producido en el rumen.

Respecto a la diversidad de metodologías de cálculo de emisiones, Bonilla y Lemus (2012) consideran que el CH₄ de origen entérico puede calcularse mediante un inventario de los vacunos, definiendo previamente las categorías y subcategorías de animales. Para ello se requiere espectroscopia infrarroja, cromatografía de gases, espectroscopia de masa y técnicas de diodolaser. Adicionalmente, los métodos experimentales también son aplicables y pueden ser: calorimetría mediante cámaras para medición de CH₄ en circuito cerrado, liberación de gases trazadores (SF₆, N₂O u otros) contenidos en un tubo y colocados en el rumen, colecta directa del gas producido en el rumen mediante una fístula de dos centímetros de diámetro a través de la cual fluye el gas a un contenedor.

Sin embargo, en su aplicación, los métodos descritos pueden ser inviables por su costo. Ello podría superarse con el uso de ecuaciones de predicción. Al respecto, Carmona *et al.* (2005), comentan que el método desarrollado por Wolin permite predecir la emisión de CH₄ por la conversión de la dieta en AGV, asumiendo que todo el exceso de H₂ es convertido en CH₄ y que no hay hidrógeno asociado con la síntesis de células microbiales; asimismo, la ecuación de Blaxter y Claperton, además de otras desarrolladas posteriormente, consideran las

características del alimento consumido por animal. A juicio de Dachraoui (2015) las ecuaciones de predicción del IPCC constituyen, con todas sus limitaciones, el único método consensuado a nivel global. En el criterio de Crosson *et al.* (2011), las metodologías del IPCC tienen alto valor para estimar inventarios nacionales pero serían limitaciones cuando se intenta modelar a nivel de granjas, más aún cuando la producción de ésta es de varios productos; por ello, señala que el enfoque de granja entera proporciona una estimación más robusta y completa para desarrollar e implementar estrategias efectivas.

En su artículo Román y Hernández-Medrano (2016) consideran que la emisión de CH₄ es variable a nivel intra - animal en un 11 por ciento y a nivel entre - animales en 30 por ciento. Por ello, indica que en la fase ganadera es importante revisar las metodologías de cálculo directo o indirecto. En cuanto a las metodologías indirectas, basadas en ecuaciones de predicción comenta que el IPCC considera tres niveles de predicción de sus modelos, denominados TIER I, TIER II y TIER III para ecuaciones simples, semi-detalladas y detalladas. La dificultad con estos métodos radica en las limitaciones del sistema de estadísticas y el costo de obtenerlas directamente.

2.4.4. Emisiones de N₂O en el sector lácteo

Las emisiones de N₂O de fuente natural provienen, mayormente, en orden de magnitud, de los suelos bajo vegetación natural, los océanos y los procesos químicos atmosféricos. Los generados por la mano del hombre corresponden a la agricultura, la quema de combustibles fósiles y de biocombustibles. En el caso de la agricultura ocurre que muchas veces el agricultor incorpora nitrógeno (N) a los cultivos para incrementar la productividad; sin embargo, a través de procesos de desnitrificación anaeróbica incompleta y de nitrificación aeróbica el N se convierte en N₂O. Los principales factores que condicionan las emisiones de N₂O en la actividad agrícola son: textura del suelo, drenaje, densidad aparente, contenido de carbono (C), pH, disponibilidad de N, precipitación pluvial y temperatura.

Berger (2011) señala que, en la producción animal, se conocen dos posibles fuentes directas de emisión de N₂O: la de los propios animales mediante la actividad ruminal y los del estiércol y orina generados por dichos animales. A su vez las emisiones de N₂O del ganado pueden ser directas e indirectas. Las emisiones directas se refieren a las excreciones de orina y heces. En cambio, las emisiones indirectas se derivan de las emisiones producidas por los

cultivos utilizados para la alimentación del ganado y aquella producida por el procesamiento y transporte de los productos derivados del ganado. La retención de N en el producto leche, varía entre el 5 y 20 por ciento del N ingerido, siendo el resto excretado con las heces y orina. El suelo mismo también es productor de N₂O. Además, hace notar que una desventaja de los inventarios de GEI es que sólo incluyen las emisiones de N₂O relacionadas con las aplicaciones de N al suelo.

Zamora (2013) señala que el N₂O que se considera en el manejo de estiércol es aquel producido durante el almacenamiento y tratamiento del estiércol antes de su depósito en los campos, la emisión de N₂O procedente del estiércol durante su almacenamiento y tratamiento depende del contenido de N y C del estiércol. Indica que las directrices del IPCC se refieren a este sistema de “manejo del estiércol” como “praderas y pastizales”; por tanto, las emisiones de N₂O generadas por el estiércol en este sistema proceden directa o indirectamente del suelo, y por ello, deben declararse dentro de la categoría de suelos agrícolas.

Por otra parte el MINAM (2021) considera que, en la ganadería el N₂O proviene de los suelos que le provisionan el alimento (91.4 por ciento), la forma cómo se maneja el estiércol (7.7 por ciento), la quema de vegetación y de residuos agrícolas; por ello, en el sector agricultura, donde se considera la ganadería, se contabiliza solo las emisiones de CH₄ y N₂O y no se toma en cuenta el CO₂ por cuanto se considera que las quemas de vegetación y residuos agrícolas se compensan con la regeneración de los mismos en los próximos años.

Respecto a la forma cómo se generan las emisiones, Zamora (2013), señala que el N₂O en los suelos agrícolas se da vía procesos de nitrificación y desnitrificación, que su cuantificación requiere identificar el porcentaje de N presente en el fertilizante utilizado. Además, indica que, la nitrificación requiere condiciones aeróbicas (cuando el 50 por ciento de los espacios del suelo poroso está lleno de agua) y la desnitrificación ocurre en condiciones anaeróbicas (cuando más del 75 por ciento de los espacios porosos del suelo están llenos de agua). Así, estos dos procesos, contribuyen con cerca de 90 por ciento de las emisiones de N₂O en los sistemas agrícolas (Pastrana *et al.* 2011).

2.4.5. Emisiones de CO₂ en el sector lácteo

Según Bravo (2016), en el sector lácteo, el mayor impacto ambiental, en términos de HC es el CO₂ por el uso de combustibles fósiles tanto en la planta como en el proceso de adquisición de insumos de los proveedores; sin embargo, dice, todos coinciden en la preocupación mayor: el suero. Según el IPCC (2006) a la combustión en planta se le denomina combustión estacionaria se define como la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para suministrar calor o trabajo mecánico a un proceso; y, a la combustión en vehículos se le denomina móvil.

Respecto a secuestro de C, la IDF (2015) considera que los ecosistemas agrícolas contienen grandes reservas de C y son responsables del mayor potencial de mitigación; sin embargo, estas existencias están estrechamente vinculadas con las prácticas de gestión: elevar la entrada fotosintética de C o ralentizar la liberación de C almacenado, mantener la superficie de pastizales o convertir tierras arables en pastizales hace posible almacenar más C en el suelo, pero, este proceso es vulnerable y reversible. Por ello, la IDF (2015) sugiere no incluir cambios en la materia orgánica del suelo como parte de la HC debido a la falta de datos científicos a nivel mundial. Complementando, Crosson *et al.* (2011) indican que las emisiones netas de CO₂ se producen a partir de prácticas agrícolas (por ejemplo, la aplicación de cal) y de la liberación neta causada por el cambio en el uso del suelo (por ejemplo, si las tierras de cultivo, los humedales o los bosques se convierten en pastizales).

2.5. LAS PLANTAS QUESERAS EN EL ENTORNO LOCAL

La Dirección Regional de Agricultura de Puno (DRAP) señala que en las trece provincias de la región Puno, en solo 70 plantas, se producen 52 toneladas de queso al día (Diario La República 2015). Por su parte, Roque (2019) considera que en toda la región Puno hay unas 550 plantas de lácteos entre artesanales, pequeñas y medianas empresas produciéndose unas 50 toneladas diarias de queso; pero, esta información no puede desagregarse a nivel de distritos por limitaciones de las estadísticas agropecuarias: el Censo Agropecuario del 2012 da detalle al nivel distrital pero no las estadísticas anuales.

El Cuadro 8 muestra información inferida a partir de datos oficiales, observándose que la población de vacunos y de vacas en ordeño, respecto al departamento, representa el 9,3 por ciento, pero con menor superficie (5,9 por ciento) debido a que en el resto del altiplano la

crianza pecuaria es más extensiva. En el ámbito destaca Taraco por ser más intensivo en la crianza de vacunos para leche (0,27 vacas/hectárea). En contraste, Ácora tiene la menor cantidad de vacas por hectárea (0,04), seguido de Platería (0,08), debido en parte a que 6 de sus 18 centros poblados se localizan claramente en las zonas alta y cordillera, donde la crianza de camélidos es más viable, le sigue Platería que no tiene cordillera, luego está Huata que tiene un territorio más homogéneo en zona media. En términos de intensidad productiva por unidad de superficie la relación siguiente es apropiada: Ácora < Platería < Huata < Taraco. Esto sugiere que la producción de leche fresca y queso está condicionada por los diferenciales de altitud y dotación de recursos naturales.

Cuadro 8: Contexto de la producción de leche y queso del ámbito de estudio

	Unidad	Total Puno	Distritos				Por ciento
			Ácora	Platería	Huata	Taraco	
<hr/>							
Superficie							
agropecuaria	ha	4,464,474	222,950	19,477	8,463	12,090	5.9
Población pecuaria	Cabeza	721,050	27,015	6,948	9,155	24,096	9.3
Vacas en ordeño	Cabeza	99,130	3,714	955	1,259	3,313	9.3
Densidad	ha	0.02	0.02	0.05	0.15	0.27	
Leche fresca	Tm	114,671	4,296	1,105	1,456	3,832	9.3
Participación de leche	por ciento	5.7	3.7	1.0	1.3	3.3	
Producción de quesos	Tm	3,088.0	115.7	29.8	39.2	103.2	9.3
Participación de queso	por ciento	15.7	3.7	1.0	1.3	3.3	

Fuente: Elaborado con base en INEI (2013) y MINAGRI (2017)

El Cuadro 9 muestra la situación de las plantas productoras de queso tipo paria que se conocen en cada ámbito distrital. En Ácora destacan seis plantas cuyo producto principal es el queso tipo paria, tres de ellas fueron calificadas por DESCO como especializadas y acopian leche diariamente, las otras tres califican como artesanales esencialmente porque usan leña para procesar leche, no disponen de equipamiento suficiente y su producto es de menor calidad. En Platería sólo hay una planta que destaca y se localiza en la capital del distrito, también se categoriza como artesanal por el uso de leña como energía principal para el procesamiento. En Huata hay unas seis plantas que de forma eventual y estacional acopian leche para producir queso, pero su sostenibilidad depende del precio que la Municipalidad ofrece a los ganaderos en el acopio de leche para su propia planta. En Taraco, la

Municipalidad ha registrado a 103 productoras de queso, la gran mayoría de ellos familiares y artesanales, basan su producción apoyados en su propia producción complementado con compras a sus vecinos; destacan tres plantas cuya producción se basa esencialmente en el acopio de leche⁴.

Cuadro 9: Características de las plantas que producen queso en el ámbito

Distrito	Localización y/o propietario	Clasificación	Acopio (l/día)
Acora	Caritamaya (CP)	Especializada	1,700
	Molino	Especializada	200
	Thunco (CP)	Especializada	1,000
	Amparani (CC ó CP)	Artesanal	23.3
	Quelca Opojani (CC)	Artesanal	65
	Huilasipe (CC), Crucero (CP)	Artesanal	260
	Ácora (urbano)	Artesanal	850
Platería	Platería (urbano)	Artesanal	300
Huata	Empresa Municipal	Especializada	5,800
	Sr. Rogelio	Artesanal	3,000
	Sr. Elvis	Artesanal	3,000
	Sr. Julio	Artesanal	2,000
	Sr. Ulises	Artesanal	2,000
Taraco	3 plantas	Especializada	Más de 1,000
	63 plantas	Artesanal	< 1,000 y > 100
	37 plantas	Artesanal	Menos de 100

CP = Centro Poblado, rural

CC = Comunidad Campesina, rural

⁴ La crianza de vacas lecheras mejoradas y la transformación de su producto en quesos se ha extendido en todo el distrito, se conoce que más del 50 por ciento de unidades productivas posee ganado mejorado. En el año 2,014 se tenían registradas 13 plantas productoras de queso, luego 30 y últimamente se constató que habían más de 100 plantas, la mayoría a nivel familiar, domiciliarias e inclusive dentro del ámbito urbano. Los especialistas suponen que la producción de leche a nivel distrital supera los 50 mil litros por día.

2.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ENTORNO

2.6.1. Zonas geográficas y división del trabajo

Podemos afirmar que el distrito de Ácora tiene cuatro zonas diferenciadas por altitud: baja, media, alta y cordillera. Platería no tiene cordillera. Huata tiene 2 zonas: poco en zona baja y más en zona media; en cambio, en Taraco, hay cierta equivalencia territorial entre zona baja y media. Los diferenciales en alguna medida están relacionados con el clima y el tamaño de las propiedades. Las unidades agropecuarias cercanas al lago son más benignas para la agricultura, pero también más pequeñas y densamente pobladas, esto es corroborable a simple vista con la cercanía de las infraestructuras existentes entre una unidad productiva y otra. Así, la menor proporción de unidades productivas de vacunos en Ácora y Platería (Cuadro 10) se explica, en parte, por el factor altitud ya que estos distritos involucran territorios en zona cordillera y alta.

Cuadro 10. Proporción de unidades agropecuarias que poseen vacunos

Especies pecuarias		Distritos				Dpto.
		Ácora	Platería	Huata	Taraco	Puno
Vacunos	por ciento	61.9	68.1	72.2	83.3	59.8
Otras especies pecuarias	por ciento	38.1	31.9	27.8	16.7	40.2
Total Unidades Agropecuarias	por ciento	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Total Unidades Agropecuarias	Nro.	9,814	2,684	1,518	4,684	215,170

Fuente. Adecuado de INEI (2013)

El Cuadro 11 muestra algunas características del ámbito de estudio. Las diferencias de altitud no son muy fuertes; sin embargo, todo Taraco y parte de Platería se encuentran en la parte más baja de la cuenca y cercana al lago Titicaca, lo que condiciona mejor clima debido al efecto termorregulador del lago, mayor humedad del suelo y mayor disponibilidad de agua subterránea mediante pozos tubulares por menor profundidad de la capa freática. Los indicadores de pobreza se refieren a ingresos monetarios. En Taraco, el 42.7 por ciento de la población tiene ingresos inferiores al valor de una canasta básica (alimentaria y no alimentaria) y el 11.3 por ciento inferiores al valor de una canasta básica alimentaria (pobre extremo). Los indicadores de pobreza en el ámbito son muy superiores al promedio

departamental probablemente por menores oportunidades de empleo en el ámbito rural ⁵. En cuanto a niños con anemia, la proporción también es alta pero menor al promedio departamental, tal vez por alimentación más sana en el ámbito rural. Por ello, a pesar de que la TGF sigue siendo mayor a dos hijos por mujer la tasa de crecimiento poblacional es negativa, esencialmente por emigración, lo que convierte al ámbito en expulsor neto de población.

En el entorno del ámbito de estudio no hay división del trabajo en el sentido de especialización, que unos se consideren exclusivamente agrícolas y otros ganaderos. En cada una de las propiedades y posesiones rurales, generalmente hay actividad agrícola y también pecuaria a cargo de un mismo propietario o posesionario. Lo que hay son inclinaciones, algunos enfatizan más la actividad agrícola y otros la actividad pecuaria. En las unidades que más se inclinan por la actividad pecuaria la presencia del ganado vacuno es acompañada de la crianza de ovinos y de animales menores. Los productores que más se inclinan por la actividad agrícola están en las zonas más bajas y cercanas a la ribera del lago Titicaca condicionados por el efecto termorregulador del lago Titicaca. En cambio, los mayormente pecuarios están en las partes medias y altas debido al riesgo que entraña la agricultura a mayor altitud y distancia del lago ante la eventualidad de heladas y granizadas. Así, tanto la actividad agrícola como la pecuaria es diversa y no se limita a uno o unos cultivos o crianzas.

Cuadro 11. Indicadores geográficos y sociales del ámbito de estudio

	Ámbito rural				Región
	Acora	Platería	Huata	Taraco	Puno
Altitud (m.s.n.m.)	3,847	3,826	3,842	3,829	3,848
% de anemia, niños entre 6 y 36 meses (2017)	38.3	30.6	40.7	45.2	49.6
Pobreza total en 2017 (por ciento)	42.7	47.5	56.9	50.8	34.6
Pobreza extrema en 2017 (por ciento)	11.3	15.4	20.1	22.1	6.9
Tasa Global de Fecundidad (TGF 2007)	2.51	2.45	2.2	3.23	2.84
Tasa de crecimiento intercensal (2017-2007)	-2.67	-0.80	-6.00	-0.06	-0.78

Fuente: Adaptado de PCM (2019), INEI (2007) e INEI (2017)

⁵ La Canasta Básica de Consumo (CBC) incluye alimentos y otros bienes y servicios, la Canasta Básica Alimentaria (CBA) cubre el valor de mercado de requerimientos nutricionales mínimos.

Para el productor rural el ganado vacuno es su capital, su “caja grande”, del que puede disponer en situaciones críticas; en contraste, los ovinos, cerdos, aves y cuyes son su “caja chica” con los que la familia financia generalmente los gastos cotidianos. Las actividades agropecuarias se manejan con una cartera de cultivos y crianzas bajo criterios de minimización de riesgos climáticos, rotación de cultivos, descanso de tierras, soberanía y seguridad alimentaria. En su estrategia de sobrevivencia el productor busca en lo posible una variedad de parcelas, cada una de ellas destinada a la rotación, descanso o al cultivo de diversas especies y variedades y a la crianza de algunas especies pecuarias. Entre las especies agrícolas identificadas destaca con nitidez el cultivo de papa dulce, principalmente las especies nativas, luego quinua, habas, ocas, olluco y otros. Las variedades de papa dulce destacan en las zonas bajas y medias y las amargas en las zonas altas. Entre las especies pecuarias las que más destacan son los vacunos, ovinos, camélidos y animales menores (cerdos, pollos y cuyes). La actividad pecuaria de vacas lecheras es más viable en las zonas medias y altas por el mayor tamaño de las unidades agropecuarias y la preferencia del productor ya que en estas zonas hay mayor riesgo para la agricultura; sin embargo, para fines de pastos cultivados el problema es la menor disponibilidad de agua para riego ya que la Autoridad Nacional del Agua (ANA) ha restringido de forma radical las autorizaciones para infraestructura de riego.

2.6.2. Dinámica de la población rural involucrada

Las variables poblacionales que nos posibilitan mejor visión de la población involucrada son: tasa de crecimiento poblacional rural, fecundidad y estructura por grupos de edad. En el Cuadro 10 las tasas de crecimiento poblacional inter censales son negativas para el periodo 2007-2017 lo que denota disminución absoluta de población, sobre todo rural, incluso a nivel departamental; pero, no por descenso de la tasa de natalidad sino por emigración tal como indica la tasa global de fecundidad (TGF) que aún está por encima de las tasas de reemplazo.

Asimismo, en la Figura 6 se observa que ya no hay pirámide poblacional, la población de 20 a 60 años es menor respecto a niños, adolescentes y adultos mayores. Al parecer, los niños y adolescentes se quedan al cuidado de los abuelos ya que sus padres emigran. Las estadísticas de migración de toda la vida, de 1940 a 2017, corroboran este comportamiento: Puno expulsor neto de población. En cuanto a sexo no hay diferencias sustantivas, en todo

el ámbito la proporción de mujeres es levemente superior a varones; pero, más por razones sociales (emigración) que naturales (índice de masculinidad).

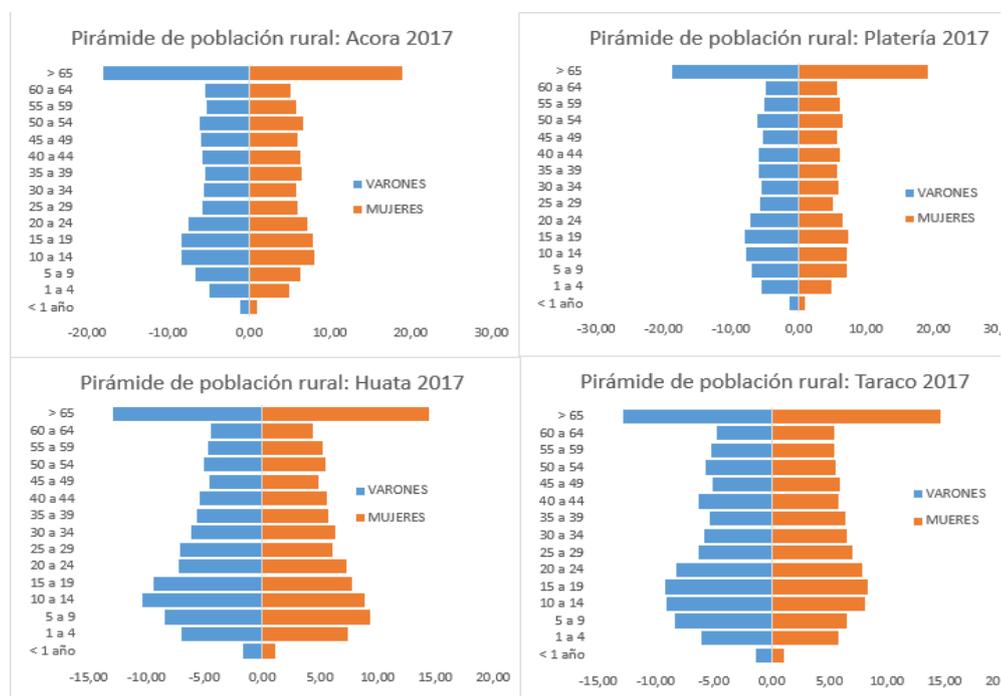


Figura 6: Distribución poblacional rural por grupos de edad y sexo

Fuente. Adecuado de INEI (2017)

2.6.3. Nivel educativo alcanzado de la PEA rural involucrada

En la Figura 7 observamos que la población rural mayor de 14 años, considerada por el INEI como población económicamente activa (PEA), mayoritariamente ha alcanzado secundaria completa (45 por ciento), en menor proporción primaria completa (27 por ciento) y muy pocos, no han accedido a ningún nivel educativo (13 por ciento). Se percibe brecha intergeneracional: los adultos mayores tienen bajo nivel educativo y se quedan en el medio rural, los adolescentes y jóvenes acceden normalmente a la educación básica regular y los pocos que acceden a alguna forma de educación superior prefieren emigrar. La particularidad del ámbito rural de Puno es que la población, desde los seis años inclusive, participa activamente en alguna actividad doméstica (autoconsumo) o económica (para el mercado), vinculada generalmente a la crianza de animales menores (cuyes y pollos) y ovinos. Esta práctica cotidiana, se complementa con la educación oficial pública que, en el ámbito, tiene limitaciones ya que mayormente es común (pre universitaria) y poco técnica o vinculada al trabajo productivo cotidiano.

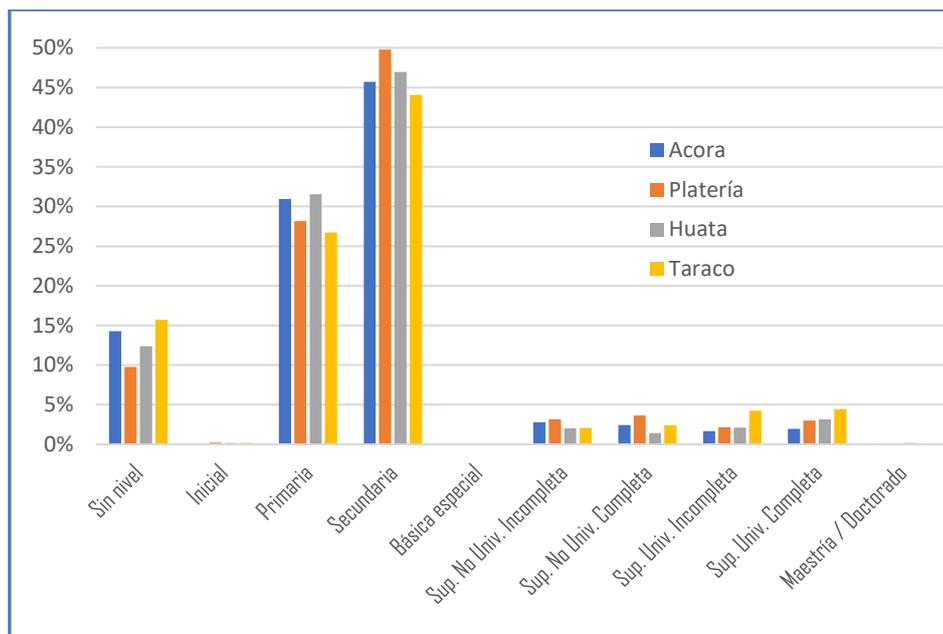


Figura 7: PEA rural por nivel educativo alcanzado

Fuente: Adecuado de INEI (2017)

2.6.4. Precipitación pluvial y temperatura del entorno local

En la cuenca del lago Titicaca, el régimen de lluvias, clima y temperatura es variable debido a factores geográficos: altitud, latitud y longitud. La altitud condiciona la cantidad de precipitación (menor en el lado este que en el oeste) y la forma (lluvia, granizo, nevada y niebla). En cuanto a latitud, en el norte las precipitaciones y la humedad son mayores que en el sur. Respecto a longitud, en el lado este la cordillera oriental genera efecto de barrera; pero en el oeste, la cordillera occidental ocasiona aumento de la precipitación pluvial ya que se descarga el resto de la humedad que pasó la barrera oriental y la generada por el Lago Titicaca. En el día, el aire se desplaza del lago hacia las pampas y en la noche se invierte el proceso. La cuenca del lago Titicaca se caracteriza por una baja presión atmosférica (40 por ciento inferior), densidad del aire (35 por ciento inferior) y bajos niveles de humedad; además, la radiación solar diaria en diciembre equivale a 1.7 veces el valor de junio. Las zonas relativamente más húmedas de la cuenca están asociados a su cercanía con el lago Titicaca (Andrade 2018).

La Figura 8 muestra el comportamiento de las precipitaciones pluviales. El histograma “a” resume el periodo 1981-2016; en él se observa que las precipitaciones pluviales se

concentran entre los meses de diciembre a marzo, sus cajas muestran los límites superior, inferior y mediana, sus prolongaciones expresan la dispersión: así, en el mes de enero ocurre generalmente la mayor cantidad de lluvias y las mayores dispersiones. Los histogramas b y c, ratifican lo mismo, pero para un horizonte menor: 1981-2010. De mayo a agosto la situación es crítica en el altiplano ya que el sol está más lejos de la tierra, el ambiente es más frígido y seco con menos días con lluvia.

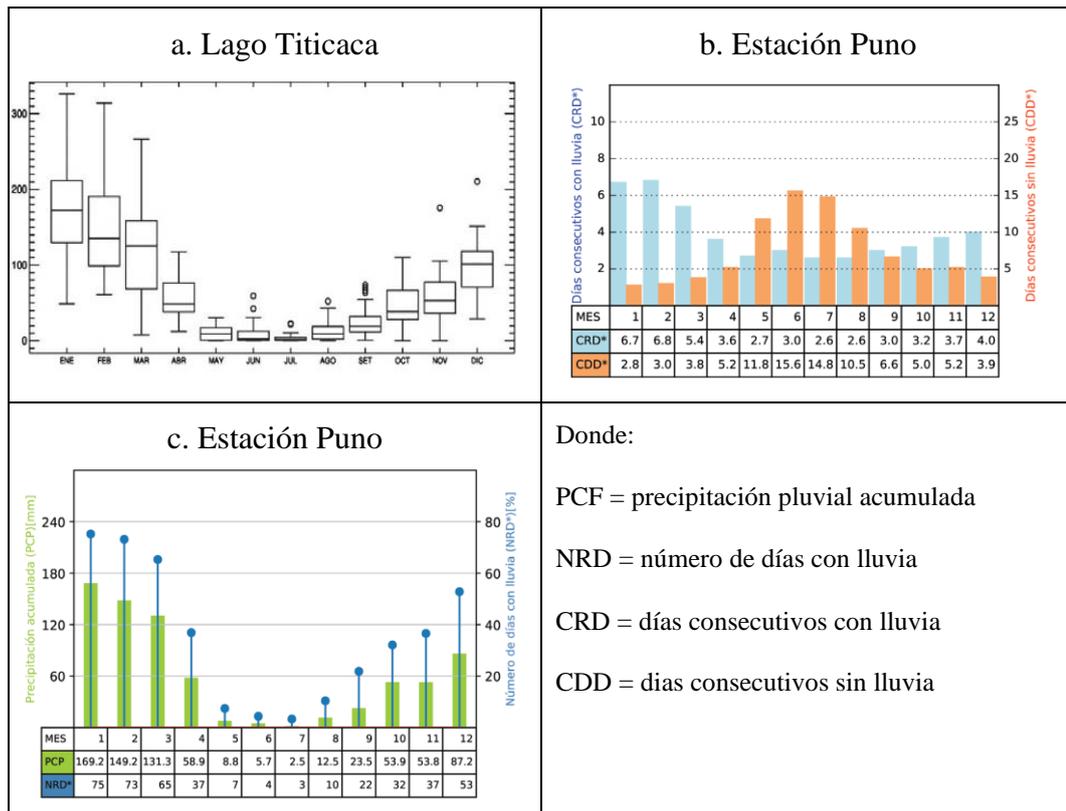


Figura 8: Histogramas de precipitación pluvial de la zona lago de la cuenca Titicaca

Fuente: Tomado de Andrade (2018)

El comportamiento de la temperatura se muestra en la Figura 9. En ella se distinguen cuatro temporadas: húmeda (D-E-F), transición de húmeda a seca (M-A-M), seca (J-J-A) y transición de seca a húmeda (S-O-N) con eventos extremos cálidos durante el día (TX) y eventos fríos por la noche (TN). En noviembre y diciembre las temperaturas máximas durante el día son las más altas y llegan a 19° C; y, entre junio y julio las temperaturas nocturnas son las más bajas del año, pueden llegar a 4° C bajo cero.

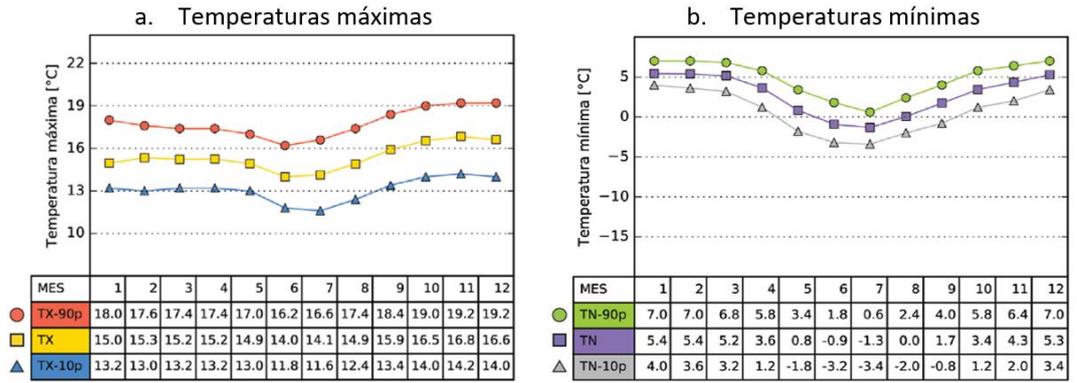


Figura 9: Comportamiento climatológico de la temperatura en la estación Puno

Fuente: Tomado de Andrade (2018)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se detalla el entorno del ámbito de investigación, cómo se ejecutó, las hipótesis planteadas, las muestras y técnicas utilizadas, los procedimientos de análisis y las características del entorno.

3.1. ÁMBITO DE LA TESIS

La presente tesis corresponde al ámbito de influencia de 4 plantas de producción de queso tipo paria localizados en diferentes distritos de la zona lago en la parte peruana de la cuenca del lago Titicaca: Ácora y Platería en la nacionalidad aymara; y, Huata y Taraco en la nacionalidad quechua.

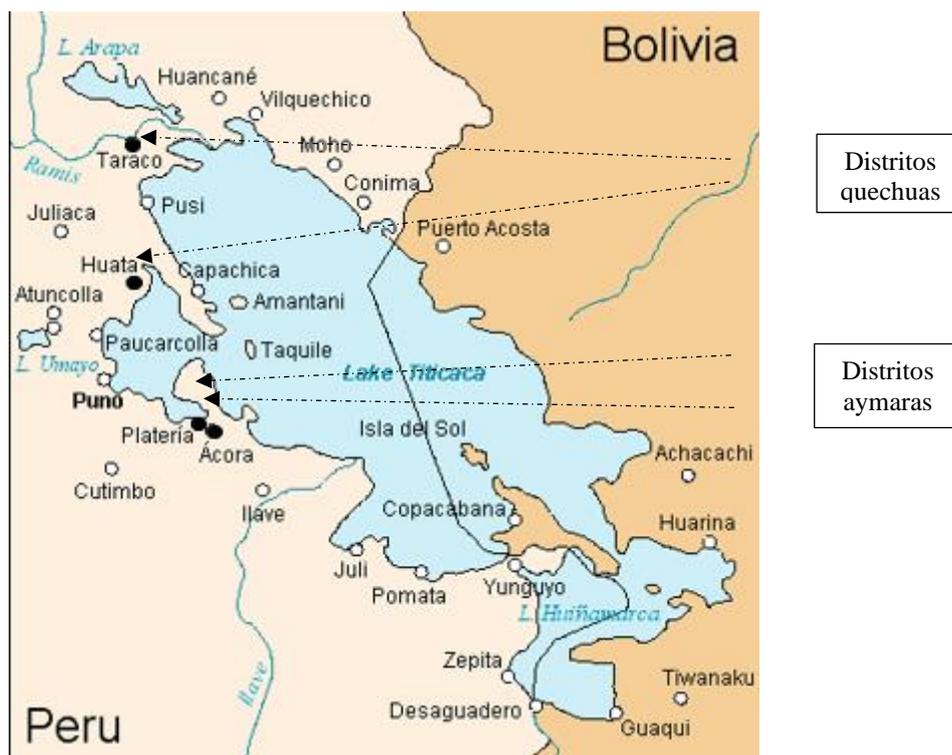


Figura 10: Ubicación del ámbito objeto de estudio

La Figura 10 muestra la localización del ámbito de estudio en el entorno distrital y la cuenca del lago Titicaca que es compartido con Bolivia. La cuenca, es parte de uno mayor denominado Sistema Titicaca – Desaguadero – Poopó – Salar de Uyuni (Sistema TDPS). La

cordillera oriental (por el este), la cordillera occidental (por el oeste), el nudo de Vilcanota (por el norte) y el río Desaguadero circunscriben la parte peruana de esta cuenca. En la parte peruana de la cuenca todos los ríos son tributarios del lago Titicaca, excepto el Desaguadero.

El ámbito de influencia toma en cuenta las cuatro plantas y los diferentes actores que interactúan con ellos. En cuanto a proveedores de insumos se considera principalmente a los ganaderos que proveen leche a la planta y a los agricultores vinculados a la actividad lechera. Además, están los proveedores de servicios para semovientes, maquinarias, equipos e insumos que hacen posible la producción del queso como producto final y leche, vaca, terneros, pastos y forrajes como productos intermedios principales.

3.2. SELECCIÓN DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE QUESO

Se seleccionaron cuatro unidades de producción de queso tipo paria en distritos de la zona lago del Titicaca en forma no probabilística y discrecional, con las particularidades siguientes:

- Diferentes circunscripciones políticas territoriales distritales: Acora, Platería, Huata y Taraco.
- Diversas formas de organización para el acopio de leche, producción de queso y colocación del producto: cooperativa, asociación, empresa municipal y empresa privada.
- Diversidad en nacionalidad, cultura y lengua: zona aymara y zona quechua.
- Mercado regional de fuerte influencia, adonde se dirige el producto y accede con facilidad la unidad productiva: Puno y Juliaca.

En una segunda etapa, al interior del ámbito de influencia de cada planta productora de quesos, se seleccionó con criterio no probabilístico a profesionales de experiencia que trabajan y conocen el ámbito; y, a productores que puedan dar fe de las características de su granja. En cada planta se dialogó ampliamente con los promotores y propietarios del negocio, funcionarios públicos que se relacionaron con ellos, responsables técnicos de planta y trabajadores.

En el Cuadro 12 se observan algunas características de las plantas seleccionadas. En Ácora se seleccionó a Caritamaya por ser cooperativa de mujeres, muy reconocida en su ámbito en cuanto a cantidad, calidad y posicionamiento del producto final. En Platería se seleccionó a

Eco Andina, la única del distrito, por ser Asociación, la modalidad preferida y promovida por las municipalidades provinciales y distritales, el Gobierno Regional Puno (Proyecto Tecnoleche – PRADERA) y el Gobierno Central (INIA, AGROIDEAS, Pro Compite). En Huata se seleccionó a la gestionada directamente por la Municipalidad distrital; y que, en el ámbito distrital, por su tamaño, tiene capacidad para regular el precio del acopio de leche a favor o en contra de los ganaderos. En Taraco se ha seleccionado a Ima Sumac Siachi por ser netamente empresa privada, representativa del ámbito distrital por la cantidad promedio de leche que acopia y lo transforma en queso.

Cuadro 12: Las plantas de producción de queso tipo paria estudiadas

	ECO AROMA CARITAMAYA	ECO ANDINA PLATERIA	ECOLÁCTEOS - HUATA	IMA SUMAC SIACHI
Localización	Caritamaya	Platería	Huata	Taraco
Latitud sur	15.9736	15.9475	15.6144	15.2978
Longitud oeste	69.7978	69.8356	69.9722	69.9792
Representante legal	Sonia Ticona Quispe	Eustacio Alca Pacho	Wilmer Ulises Vilca Colquehuanca	Mercedes Zea Incahuanaco
Cargo	Presidente	Alcalde distrital	Alcalde distrital	Propietario
Responsable	Fredy Quispe Inquilla	Juvenal Velasquez Mamani	Washington Hanco Ccasa	Gerardo Ramos Zapana
Organización	Cooperativa de mujeres	Asociación de productores	Empresa Municipal	Empresa privada

3.3. HIPÓTESIS DE TRABAJO PROPUESTOS

El presente trabajo discute, ratifica o absuelve la magnitud, actualidad, particularidad espacial, validez y pertinencia de las siguientes hipótesis:

- Hipótesis general: El producto queso tipo paria de la zona lago de la cuenca del Titicaca, en toda la cadena de agregación de valor, genera significativas emisiones netas de GEI.
- Hipótesis uno. Existen restricciones que condicionan, determinan y limitan la generación, desarrollo, fortalecimiento y consolidación de la cadena de valor del queso paria en la zona lago de la cuenca del Titicaca.
- Hipótesis dos. La HC del producto queso tipo paria de la zona lago de la cuenca Titicaca, a lo largo de su ciclo de vida, varía en términos de forma, magnitud y proporción.

3.4. PASOS Y PROCEDIMIENTOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN

La secuencia de la información recolectada para la consecución de ambos objetivos se detalla en la Figura 11. El detalle se explica a continuación:

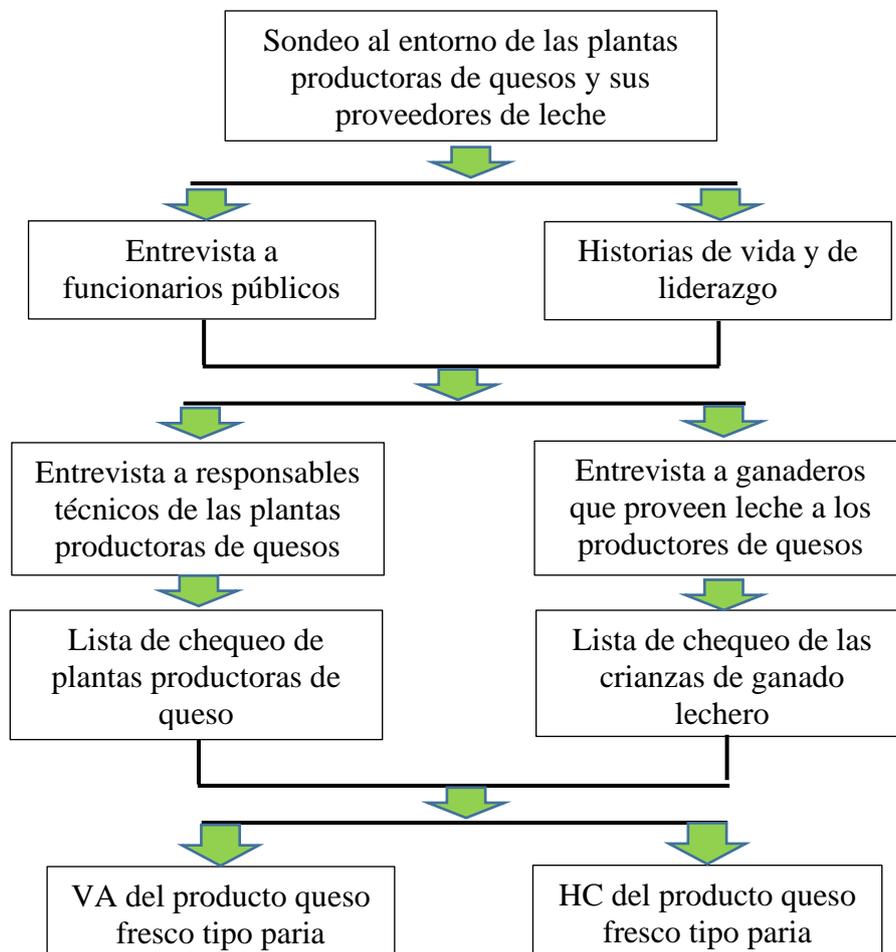


Figura 11: Flujograma del proceso de recolección de información

- Se aplicó *sondeo de aproximación* acerca de las plantas productoras de queso y su entorno acompañado de personal involucrado conocedor de las actividades agropecuarias.
- Se entrevistó a personas reconocidas en el ámbito de estudio recopilando *historias de vida* acerca de cómo se han involucrado en la actividad, cómo han superado sus limitaciones, el nivel al que han llegado y sus posibilidades futuras.
- Se entrevistó a profesionales y técnicos del sector público, que trabajan o trabajaron cercanamente en la actividad pecuaria del ámbito de estudio.

- Se aplicó una *guía de entrevista a ganaderos que proveen leche* a la planta productora de quesos respecto a: tamaño y distribución de la propiedad, composición del hato de ganado, producción diaria de leche, cantidad y tipo de alimentación de las vacas lecheras, pastos cultivados y forrajes.
- Se aplicó una *guía de entrevista al personal involucrado en las plantas productoras de quesos* respecto a: tipo de organización, entidades de apoyo, calificación técnica, personal, cantidad de producto, inversiones, precios, mercados e incentivos económicos.
- Se aplicó una *lista de chequeo* de la infraestructura y equipamiento con que cuenta la planta productora de queso y las condiciones en que se elabora el queso.
- Se aplicó una *lista de chequeo* de la infraestructura y equipamiento con que cuentan las unidades productoras de leche y las condiciones de crianza de vacas lecheras.

Adicionalmente, se participó activamente en algunas sesiones de la mesa de lácteos donde se expuso el proyecto de investigación⁶, se asistió a eventos nacionales sobre cambio climático y ganadería andina, además una pasantía sobre ganadería y cambio climático.

3.5. METODOLOGÍA PARA CADENA DE VALOR DEL PRODUCTO

Se consideró que la cadena de valor es la secuencia de VA contenido en los diversos productos intermedios que se transforman en el producto final queso. Así, en el precio de mercado del producto final queso están contenidos valores que se agregan al costo de los consumos intermedios (CI) de diversos bienes (materias primas, insumos o energía). Pero, esos bienes intermedios también son resultado de otros procesos productivos que involucran también VA y CI. En consideración a este punto de vista se utilizó la ecuación (1) que señala que el valor bruto de la producción de un bien (VBP_X) está compuesto por el consumo intermedio de otros bienes (CI_y) y su correspondiente VA (VA_Y). Adicionalmente, se consideró que el VBP de ese producto en esencia es su precio de mercado.

⁶ La mesa de lácteos es tutelada por el Ministerio de Agricultura y participan de ella los productores y los funcionarios en representación de sus entidades.

$$Precio_X = VBP_X = CI_Y + VA_Y \quad (1)$$

El consumo intermedio de bienes (CI_Y) para la obtención de otros productos puede ser de origen nacional (CI_{YN}) o importado (CI_{YM}). Por tanto, se utilizó la ecuación (2).

$$CI_Y = CI_{YN} + CI_{YM} \quad (2)$$

En el caso del VA se consideró que esencialmente es trabajo acumulado, en diferentes etapas, contenido en los productos intermedios y final. Así, en el precio del producto queso, además del costo del CI_Y están contenidos valores de bienes que no se transforman en el nuevo producto ni se consumen íntegramente en ese proceso productivo, esos son parte del VA que adoptan la forma de remuneraciones o compensaciones a los llamados “factores de producción”. En ese sentido, el VA_X es la suma de las remuneraciones al factor trabajo (R_W) en la forma de jornales y excedente del productor; remuneraciones al factor capital (R_K) en la forma de intereses al capital dinero, depreciación por uso de la infraestructura, maquinarias, equipos y activo biológico; remuneraciones al factor tierra (R_T) en la forma de alquileres y costo de oportunidad de la tierra; y finalmente, remuneraciones al (del) gobierno en forma de impuestos o subsidios (T). Por tanto, correspondió utilizar la ecuación macroeconómica (3).

$$VA_X = R_W + R_K + R_T + T \quad (3)$$

No obstante, se consideró también que cada “factor productivo” en esencia es trabajo humano acumulado. Es decir, el capital en todas sus formas, es resultado del trabajo en diversas etapas y modalidades. La tierra en tanto objeto de apropiación humana y de mejoramiento, también es resultado del trabajo humano de unos y aprovechamiento de otros, excepto en cuanto a diferenciales de productividad. De igual forma, los impuestos son objeto de apropiación del trabajo humano productivo a favor del ente llamado gobierno.

En la cadena de valor del queso se identificó previamente qué productos constituyen CI (insumos, materiales y energía). Así, se identificó a la leche como el CI principal, ello supone que el consumo de otros productos, en términos de valor de cambio, son poco relevantes; por tanto, el resto del precio de mercado del queso es VA. De la misma forma se desglosó el precio del producto leche, se identificó cuáles son los insumos, materiales o energía que se transforman o se consumen en el proceso productivo de la leche. Así, se llegó a determinar

que la vaca, el pasto y el forraje cultivado constituyen CI principales para la producción de leche. Pero, la vaca, como producto, también es resultado de otros CI entre los que destacan los pastos y forrajes cultivados. Finalmente, los pastos y forrajes cultivados también incorporan CI de semillas y fertilizantes entre los más destacables. Pero, el valor de cambio de las semillas y los fertilizantes incorporados en el precio del producto final queso es pequeño por lo que se consideró irrelevante continuar con el desglose de las semillas y fertilizantes en sus componentes; además, lo obtenido ya no corresponde a VA generado en el ámbito local. Por ello, la Figura 12 expresa el proceso de desglose del precio de mercado del producto final queso en sucesivas interacciones hacia atrás.

Cadena de valor	Productos e insumos	Precios de mercado	Insumos Nacionales	Insumos Importados	Impuestos	VA
Manufactura	Queso tipo paria					
Ganadera	Leche cruda					
	Vaca lechera					
Agrícola	Alfalfa+dactylis					
	Avena forrajera					

Figura 12: Desglose del precio de mercado en insumos y VA

El proceso de determinación de la transformación de recursos naturales (suelo, agua, planta) en productos intermedios de la fase agrícola (pastos y forrajes cultivados), de la fase ganadera (leche), y del producto final (queso tipo paria) ha requerido identificar previamente:

- Los orígenes y destinos de los requerimientos de las principales producciones intermedias: vaca lechera y leche fresca en la fase agrícola y alfalfa + dactylis y avena forrajera en la fase agrícola.
- El VA en cada eslabón de la cadena productiva (agrícola, ganadera y manufactura).
- Los requerimientos directos e indirectos de materia prima e insumos por unidad de producto final (queso) e intermedio (leche, carne, terneros, pastos y forrajes)
- El costo de oportunidad del trabajo, la tierra y el capital.
- Actualización de precios de insumo a fecha específica.

Para efectos de homogenizar precios de mercado, obtenidos en diferentes tiempos y hacerlos comparables, fue necesario deflactarlos o actualizarlos según sea el caso mediante la ecuación (4). En esta ecuación se involucra al índice de precios al consumidor (IPC) como medida de inflación oficial mensual. De esta forma, los cálculos realizados se estandarizaron a precios de una sola fecha: abril del año 2020.

$$Precio_{Abril\ 2020} = \frac{IPC_{Abril\ 2020}}{IPC_{Mes\ referido}} * Precio_{Mes\ referido} \quad (4)$$

Se consideró a la infraestructura, la maquinaria, los equipos y el semoviente vaca como activos. La depreciación de los activos, el pago por su uso, el monto de descuento del valor de compra de estos capitales con fines de reposición, se realizó mediante la ecuación (5) que corresponde a la depreciación lineal simple (D_x). Esta fórmula indica que el activo se deprecia en forma homogénea a lo largo del tiempo y sus componentes son: valor inicial de compra del activo (VI_x), valor residual del activo después de su vida útil (VR_x) y la cantidad de unidades (N_x) por las que se imputó dicho uso (litros, kilos, tiempo).

$$D_x = \frac{VI_x - VR_x}{N_x} \quad (5)$$

3.6. METODOLOGÍA PARA HC DEL PRODUCTO

La HC del producto es una parte del ACV. Por ello, se consideró, esencialmente, la metodología sugerida por:

- Directrices del IPCC (2006) e IPCC (1996) para las fracciones, factores de emisión (FE) y ecuaciones de nivel 1 en los cálculos de HC.
- PAS 2050:2011, elaborado por el British Standard Institute (BSI 2011) con el apoyo de Carbon Trust y Department for Environment, Food and Rural Affairs; y, GHG Protocol, Greenhouse Gas Protocol (2001) para precisar el alcance, mapa de procesos, balance de masas, flujograma de materiales y energía y datas de actividad, métodos de asignación en caso de coproductos y subproductos y contabilidad de emisiones.

Los cálculos se limitaron a los principales GEI de la agricultura, esto es CO_2 , N_2O y CH_4 para lo cual se consideró la información recopilada para ganaderos representativos, en la

secuencia del flujograma de la Figura 13 y con las ecuaciones que correspondan a cada contaminante.

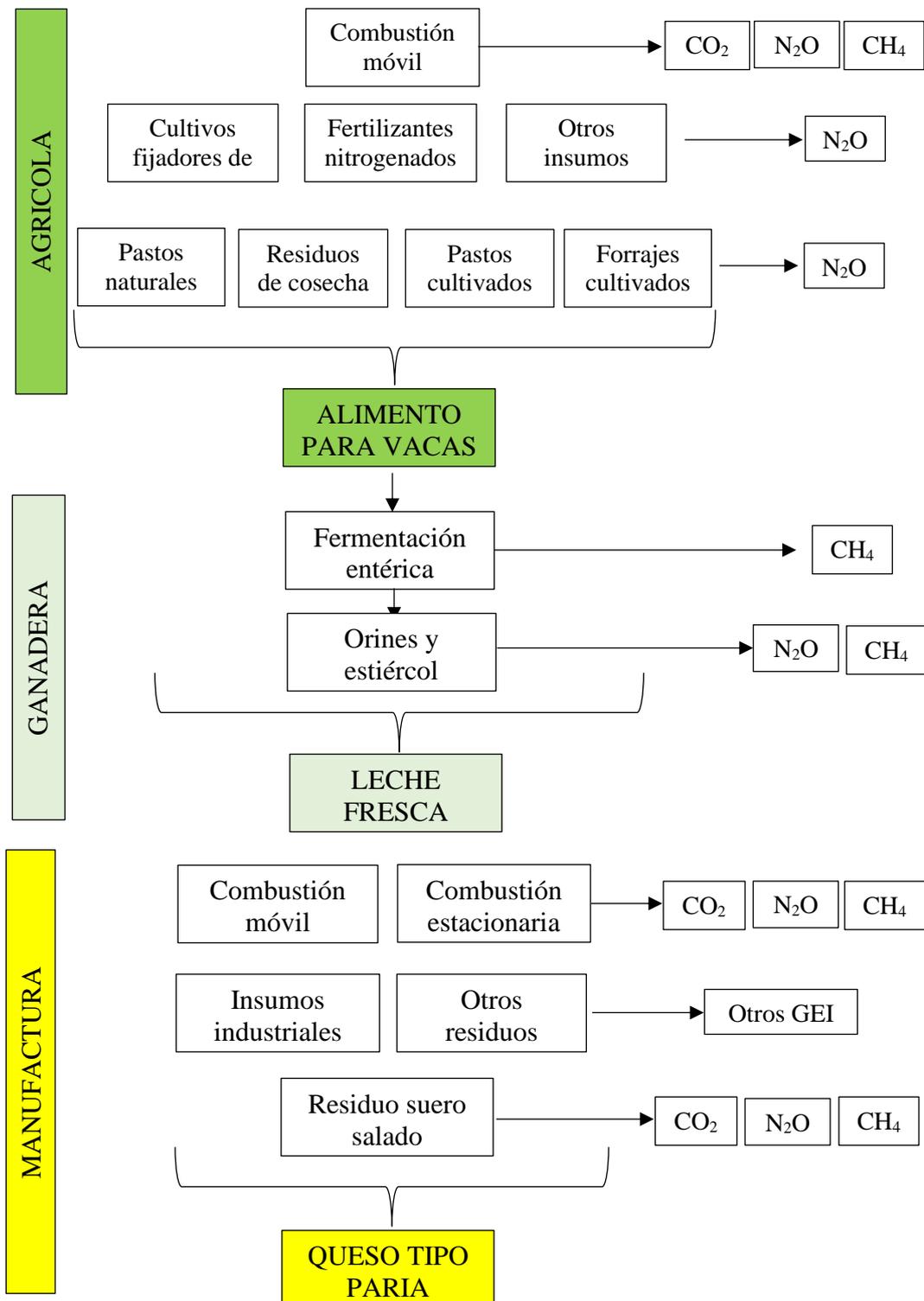


Figura 13: Relación entre VA y HC del queso tipo paria

Para la fase agrícola se consideró la metodología sugerida por el IPCC (1996) e IPCC (2006) para agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) complementado con energía. Se consideraron sólo las emisiones de GEI directas ($N_2O_{DIRECTAS}$), del pastoreo ($N_2O_{ANIMALES}$) e indirectas ($N_2O_{INDIRECTAS}$) de los pastos y forrajes cultivados y no de los pastos naturales por cuanto se supone que no hubo cambios en el uso de la tierra y que las cantidades de biomasa natural existentes se reponen anualmente⁷. En esta fase el mayor contaminante es el N_2O . Las emisiones directas se calcularon en kilogramos de N por año para lo cual se aplicó la ecuación (6).

$$N_2O_{DIRECTAS}(kg\ N/año) = [F_{SN} + F_E + F_{RC} + F_{BN}] \times FE_1 + F_{SO} \times FE_2 \quad (6)$$

Donde: F_{SN} = cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizantes sintéticos utilizados, F_E = cantidad anual de aporte de N por fertilización con estiércol, aplicado intencionalmente a los suelos, F_{RC} = cantidad anual de aporte de N por residuos de las cosechas, F_{BN} = cantidad anual de aporte de N por cultivos fijadores de N, FE_1 = factor de emisiones directas en cuanto a aporte de N, F_{SO} = superficie de suelos orgánicos cultivados y FE_2 = FE directas de los suelos orgánicos gestionados.

Para el cálculo de emisiones de N_2O por pastoreo se utilizó la ecuación (7). En nuestro caso, la ecuación (7) se aplicó exclusivamente al SME praderas y pastizales donde: N_T = número de vacas, N_{excT} = N excretado por las vacas en el SME praderas y pastizales, SME_T = Fracción del N excretado en el SME praderas y pastizales y FE_{3SME} = FE de N_2O para el SME praderas y pastizales.

$$N_2O_{Pastoreo} = N_T \times N_{excT} \times SME_T \times FE_{3SME} \quad (7)$$

Para el caso de las emisiones indirectas de N_2O , atribuible a los suelos, se consideró aquellas provenientes de la deposición atmosférica ($N_2O_{(G)}$) del amoníaco (NH_3) y los óxidos de nitrógeno (NO_X) y también aquellas procedentes de la lixiviación y escorrentía ($N_2O_{(L)}$) de N. Para la agregación de dichas emisiones indirectas se utilizó la ecuación (8).

⁷ El IPCC 2006, sugiere el “método de tierras de cultivo que permanecen como tales” para aquellas en las que no hubo conversión en su uso durante un período mínimo de 20 años; y para los cultivos anuales, supone que el incremento de las existencias de biomasa de cada año equivale a las pérdidas de biomasa producidas por la cosecha y la mortalidad en ese mismo año.

$$N_2O_{INDIRECTAS} = N_2O_{(G)} + N_2O_{(L)} \quad (8)$$

Para el cálculo de las emisiones indirectas de N₂O por deposición atmosférica se utilizó la ecuación (9) en donde: N_{FERT} = cantidad de nitrógeno contenido en el fertilizante sintético aplicado a los suelos, Frac_{GASF} = fracción de N en el fertilizante sintético aplicado que se volatiliza, N_{EX} = N excretado total por las vacas y Frac_{GASM} = fracción del total de N en el estiércol excretado que se volatiliza. La sumatoria de ambos productos se multiplicó por el FE por defecto para estimar las emisiones indirectas de N₂O por deposición atmosférica FE₄.

$$N_2O_{(G)} = (N_{FERT} \times Frac_{GASF} + N_{EX} \times Frac_{GASM}) \times FE_4 \quad (9)$$

Para el caso de las emisiones indirectas de N₂O de los suelos por lixiviación y escorrentía se utilizó la ecuación (10) donde: N_{FERT} = cantidad de N contenido en el fertilizante sintético aplicado a los suelos, N_{EXC} = cantidad de N total excretado por las vacas, Frac_{LIX} = fracción del aporte de N en los suelos que se pierde debido a la lixiviación y a la escorrentía y FE₅ = FE por defecto para estimar las emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía.

$$N_2O_{(L)} = (N_{FERT} + N_{EX}) \times Frac_{LIX} \times FE_5 \quad (10)$$

En la fase de la actividad propiamente ganadera se consideró que se emite CH₄ por fermentación entérica y manejo de estiércol y N₂O procedente de los SME esencialmente. Las emisiones de CH₄ por fermentación entérica se calcularon con la ecuación (11) y las correspondientes a gestión del estiércol con la ecuación (12), en donde: EF_(F) = FE por defecto correspondiente a fermentación entérica según producción anual de leche por vaca, EF_(G) = FE por defecto correspondiente a gestión según clima y temperatura promedio para el conjunto de vacas en cada ámbito de estudio y N_T = número de vacas necesarias en cada ámbito de estudio.

$$Emisiones CH_{4 ENTÉRICO} = EF_{(F)} \times \left[\frac{N_T}{10^6} \right] \quad (11)$$

$$Emisiones CH_{4 GESTION} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(G)} \times N_T)}{10^6} \quad (12)$$

El N₂O emitido en la fase ganadera, debido a los SME, se calculó con la ecuación (13):

$$N_2O_{(SME)} = \left[\sum_S \left[\sum_T (N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)}) \right] \times EF_3 \right] \times \frac{44}{28} \quad (13)$$

Donde: $N_{(T)}$ = número de vacas necesarias por ámbito de estudio, $Nex_{(T)}$ = promedio anual de N excretado por vaca según SME, $MS_{(T,S)}$ = fracción de nitrógeno excretado anual por vaca y ámbito de estudio, EF_3 = FE de N_2O directo por SME y $44/28$ = conversión de emisiones de N_2O-N a emisiones de N_2O .

En la fase manufacturera del queso los principales GEI evaluados corresponden a la combustión móvil, la combustión estacionaria y al subproducto suero salado. Para todas las combustiones se consideraron las emisiones de CO_2 , CH_4 y N_2O . Para la combustión móvil y estacionaria con gasolina y petróleo se utilizó la ecuación (14) en donde: DA_{TJ} = data de actividad en terajulios, DA_{gal} = cantidad de combustible líquido utilizado (galones y litros), D = densidad del combustible y VCN = valor calórico neto del combustible. El valor resultante se multiplicó por el respectivo FE por defecto y el PCG.

$$DA_{TJ} = DA_{gal} \times \frac{0.0037854 \text{ m}^3}{gal} \times \frac{\text{Densidad en kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ Gg}}{1000000 \text{ kg}} \times \frac{VCN \text{ en TJ}}{Gg} \quad (14)$$

Para el caso de la combustión estacionaria con GLP y leña se utilizó la ecuación (15) donde DA_{kg} = cantidad de kilos de GLP o leña utilizados. Luego se continuó con el procedimiento establecido para los combustibles líquidos.

$$DA_{TJ} = DA_{kg} \times \frac{1}{10^{12}} \times \frac{VCN \text{ en TJ}}{Gg} \quad (15)$$

Para el caso específico de la combustión estacionaria con leña fue necesario obtener previamente el peso de un árbol eucaliptus globulus (P_{AEG}) destinado a leña por lo cual se utilizó la ecuación (16) donde: DAP = diámetro a la altura del pecho, $H(t)$ = altura total, F_c = coeficiente de forma y D = densidad de la madera seca eucaliptus globulus.

$$P_{AEG} = DAP^2 \times \frac{\pi}{4} \times H(t) \times F_c \times D \quad (16)$$

Para calcular las emisiones por suero se consideró que éstos constituyen aguas residuales y según el IPCC (2006) emiten CH_4 y N_2O . Las emisiones de CH_4 se calcularon mediante las ecuaciones (17), (18) y (19):

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i)EF_i - R_i] \quad (17)$$

$$EF_j = B_o \times MCF_j \quad (18)$$

$$TOW_i = P_i \times W_i \times COD_i \quad (19)$$

Donde TOW_i = cantidad de materia orgánica degradable que contienen las aguas residuales según ámbito de estudio (i), S_i = parte orgánica separada como materia, EF_i = FE según sistema de eliminación, R_i = cantidad de CH_4 recuperado, B_o = máxima capacidad de producción de CH_4 , MCF_j = fracción de corrección para el CH_4 , P_i = producto industrial total de la planta, W_i = cantidad de aguas residuales generadas por unidad de producto y COD_i = demanda química de oxígeno.

Para las emisiones de N_2O del suero salado se consideró también que las emisiones se eliminan en fuentes acuáticas razón por la cual corresponden a emisiones indirectas para lo cual se utilizaron las ecuaciones (20) y (21):

$$Emisiones\ de\ N_2O = N_{EFLUENTE} \times EF_{EFLUENTE} \times \frac{44}{28} \quad (20)$$

$$N_{EFLUENTE} = (P \times F_{NPR} \times F_{NON-CON}) \quad (21)$$

Donde: $N_{EFLUENTE}$ = cantidad de N eliminado en medios acuáticos, $EF_{EFLUENTE}$ = FE para las emisiones de N_2O provenientes de la eliminación en aguas servidas, $44/28$ corresponde al factor de conversión de N_2O-N en N_2O , P = cantidad de proteína contenido en el efluente, F_{NPR} = fracción de N en las proteínas y $F_{NON-CON}$ = factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales.

Para los otros insumos relevantes, principalmente los correspondientes a la fase de manufactura del queso, en los que no se encontró fórmula específica para identificar el tipo de GEI emitido se utilizó la ecuación (22):

$$Emisiones\ CO_{2eq} = Data_p \times EF_p \quad (22)$$

Donde: $Data_p$ = data de actividad del producto y EF_p = FE del producto.

Para asignar la porción de GEI atribuible al coproducto leche en la fase ganadera se utilizó el método de asignación física de masas (leche y carne) y asignación económica para el subproducto suero dulce en la fase manufactura del queso. Las ecuaciones (23) y (24) explican el procedimiento:

$$AF_{leche} = 1 - 6.04 \times M_{carne} / M_{leche} \quad (23)$$

$$AF_{queso} = \frac{(P_{queso} \times Q_{queso})}{(P_{queso} \times Q_{queso} + P_{suero} \times Q_{suero})} \quad (24)$$

Donde: AF_{leche} = Fracción de asignación del producto leche o queso, M_{carne} = Peso vivo de todos los animales vendidos, M_{leche} = suma de leche corregida a 4 por ciento de grasa y 3.3 por ciento de proteína, P = precio al productor y Q = cantidad de producto.

3.7. ACTIVIDADES PARA CALCULAR EL VA Y LA HC DEL QUESO

3.7.1. Actividades para calcular el VA y la HC en la fase agrícola

Para el caso de la alfalfa + dactylis se describen 3 actividades que posibilitan identificar y cuantificar las entradas y salidas de materiales, insumos y energía involucrados en el proceso de cultivo de los pastos (Figura 14):

- **Instalación del cultivo.** Involucra preparación del terreno con maquinaria agrícola, compra de semilla certificada de alfalfa + dactylis y fertilización inicial con SFT. La actividad emite residuos contaminantes y energía residual no disponible para uso posterior.
- **Mantenimiento del cultivo.** Involucra fertilización anual de mantenimiento con SFT a fin de que el cultivo pueda prologar su vida económica útil. Parte del fertilizante no asimilado por el cultivo constituye residuo contaminante.
- **Cosecha.** Estrictamente, la vaca se encarga de la cosecha al consumir el pasto en verde cuando los ganaderos los llevan al sitio del cultivo para pastoreo, según altura y verdor del pasto.

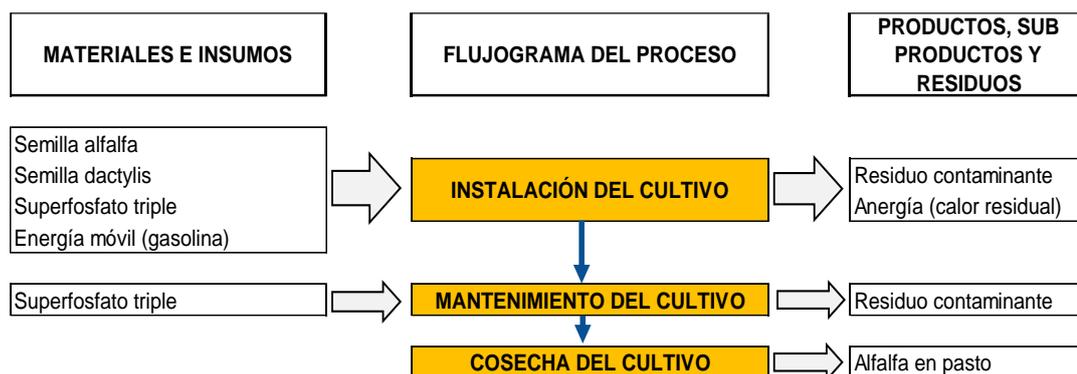


Figura 14: Flujo de materiales y energía en la producción de alfalfa + dactylis

En la avena forrajera (Figura 15), las actividades principales que incorporan al conjunto de entradas y salidas de materia y energía, atribuibles al cultivo se describen a continuación:

- **Instalación del cultivo.** La actividad involucra preparación del terreno, compra de semilla certificada en el mercado local y plantación.
- **Cosecha.** La avena forrajera cuando alcanza un determinado desarrollo y altura es cortada y almacenada para alimentación directa o conservación en forma de heno.

En este cultivo las labores culturales no son usuales; por tanto, no hay emisiones por este concepto ni gastos de mantenimiento.

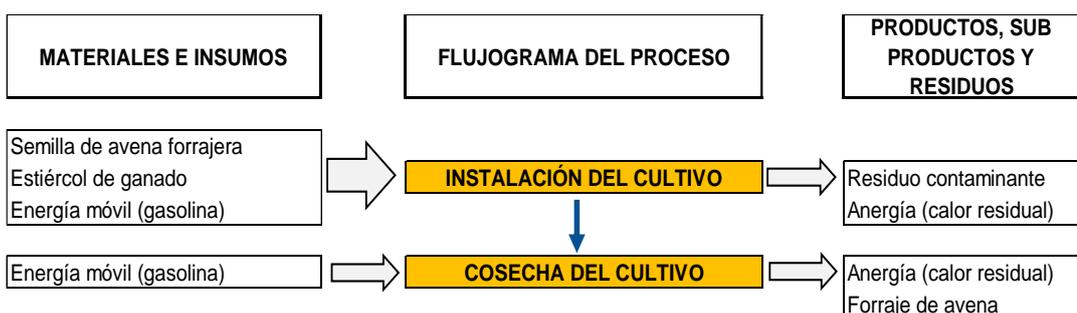


Figura 15: Flujo de materia y energía en la producción de avena forrajera

3.7.2. Actividades para calcular el VA y la HC en la fase ganadera

Para cuantificar las emisiones del producto leche se ha considerado pertinente analizar el ciclo de vida económico útil de una vaca por ser más representativo en la pequeña propiedad (Figura 16). Se consideró que el ciclo inicia con un semoviente (ternera destetada) que

compra el ganadero y lo alimenta; que ingresan al proceso económico insumos materiales (pastos y forrajes) y sale del proceso residuos (orines y excretas) y productos (leche, terneros y vaca para saca). En la crianza de vacas lecheras no se consideró flujo de energía fósil ni electricidad por cuanto en el ámbito no se utilizan sistemas de calefacción ni aire acondicionado.

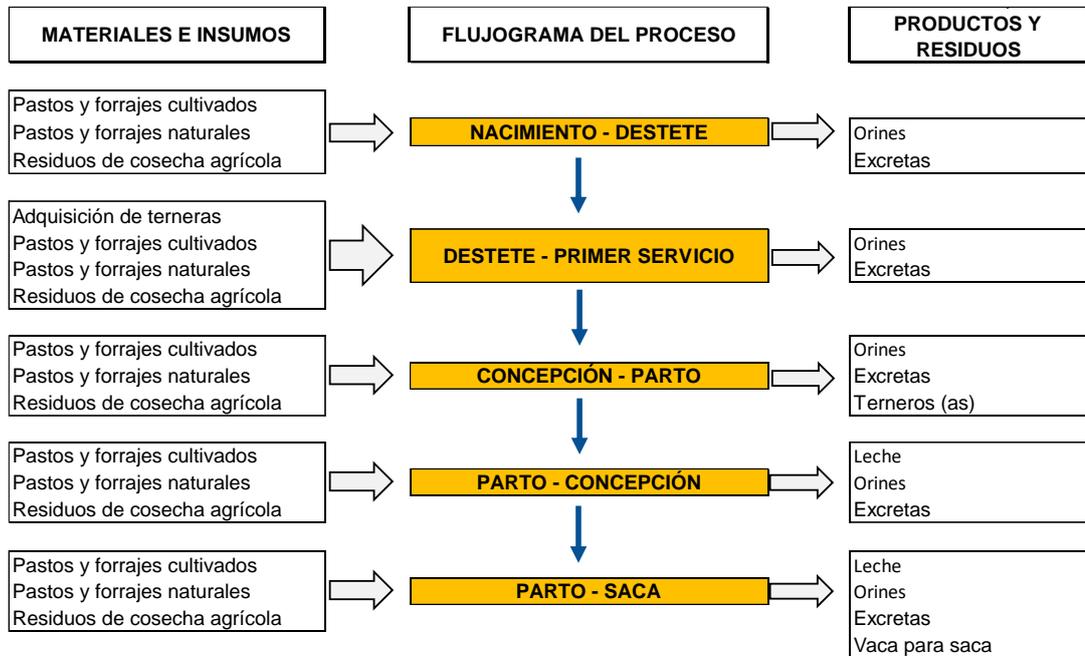


Figura 16: Flujo de materia y energía en la fase de producción de leche fresca

- **Nacimiento - Destete.** Etapa que abarca desde el nacimiento de las crías hasta el destete, a los 120 días en promedio. Si la cría es macho el ganadero prefiere su venta a partir del destete o crianza para engorde y luego venta en pie. Si la cría es hembra su destino es la venta luego del destete o reemplazo cuando se perfila como tal.
- **Destete – Primer servicio.** La actividad abarca la crianza de la ternera destetada, adquirida en el mercado local o lograda de la crianza familiar para reemplazo de la vaca cuando corresponde la saca, incluye el primer servicio y la concepción. En la actividad se consideró 640 días en promedio.
- **Concepción – Parto.** Es el periodo que abarca la crianza desde que la vaquillona o vaca está preñada hasta que corresponde el parto, considera 284 días calendario.

- **Parto - Concepción.** Periodo que involucra la alimentación y manejo de la vaca desde el parto, la producción de leche previo a la nueva concepción y el nuevo parto, se consideró 390 días en promedio.
- **Parto – Saca.** Es el periodo en el que la vaca debe ser reemplazada y, por tanto, después del parto y el último periodo de lactancia, se le prepara para venderlo en el mercado local, generalmente en pie. Se consideró 305 días en promedio.

3.7.3. Curvas de lactancia hipotéticas para el VA y la HC en la fase ganadera

Para calcular el VA y la HC del producto leche se incorporó en el análisis, previamente, el costo del alimento de una vaca durante su vida económica útil y su costo de reposición. Para la cantidad total de alimento consumido se asumieron índices productivos y reproductivos que se detallan en el Anexo 16. Dichos índices se asumieron en base a consulta a especialistas, investigaciones del ámbito local, diálogo con los productores y observación directa. Las estimaciones de Marca (2008) para ganado criollo en Culta – Ácora, Quispe *et al.* (2014) y Quispe *et al.* (2016) para crianza semi intensiva de vacas criollas y brown swiss en la estación experimental Illpa del INIA fueron muy importantes. En ese contexto, se consideró mayor peso al nacimiento y destete más temprano en Taraco y menor peso al nacer y destete más tardío en Platería. Además, se consideró que el productor lechero ha incorporado en su racionalidad las ideas de minimización de costos y maximización de ingresos, traducidos en incrementar el número de días de lactancia, lograr mayor número de partos, acelerar el primer servicio y el parto, reducir los intervalos de parto – concepción y el tiempo de duración de secas. Así, cuando el productor percibe que su vaca disminuye en la producción de leche lo prepara para saca y venta en pie en el mercado local.

Las cantidades de alimento se obtuvieron en base a los índices asumidos en el Anexo 16. Las proporciones y alimentos habituales (pastos y forrajes) se obtuvieron también en base a consulta a especialistas, diálogo con productores y observación directa en cuanto a lo usual en cada ámbito. Los cálculos corresponden a una unidad agropecuaria pequeña, que alimenta su ganado con pasto fresco de la asociación alfalfa + dactylis en la época de lluvias cuando rebrota la alfalfa, avena forrajera para consumo fresco o seco en épocas de escasez de pasto natural, nabo silvestre como complemento previo a las cosechas de cultivos de panllevar. Adicionalmente, residuos de cosecha en cantidades y proporciones variables según temporada y disponibilidad.

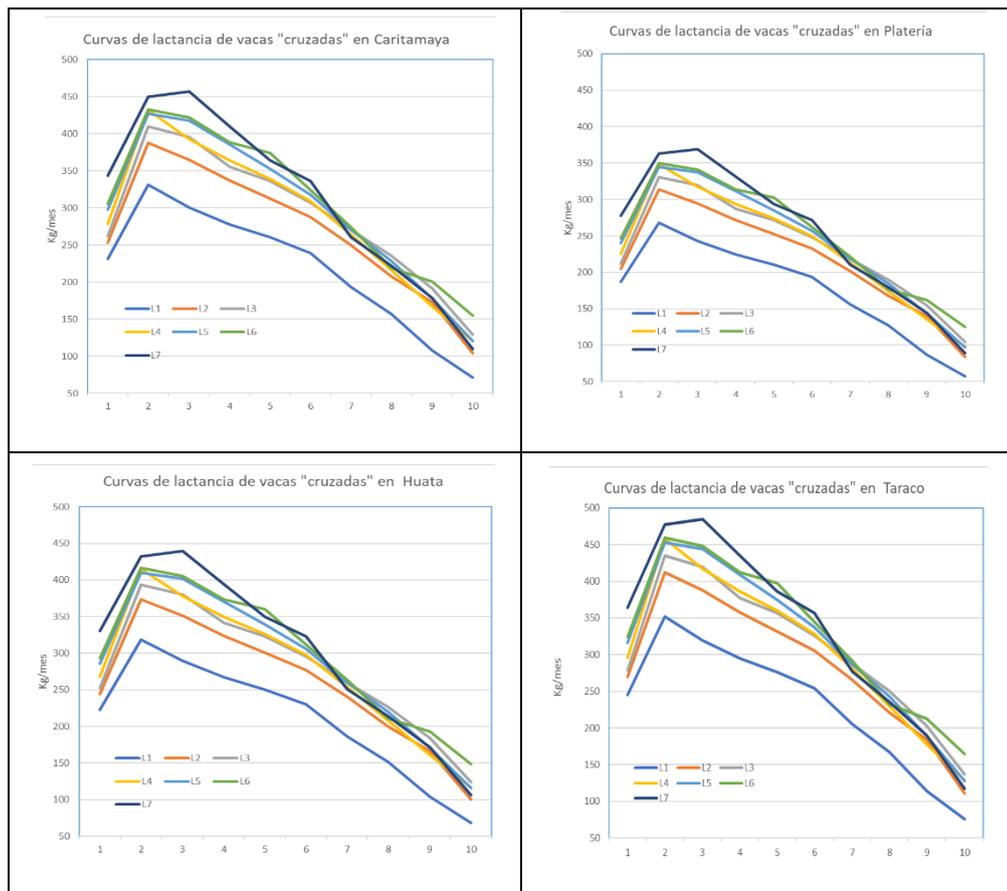


Figura 17. Curvas de lactancia hipotéticas asumidas para el ámbito de estudio

Fuente. Adecuado de Bueno (2018)

La producción total de leche se obtuvo por interpolación sobre curvas de lactancia en base a información puntual de la memoria del productor sobre eventos cercanos de producción de leche del día o la semana, edad del ternero, edad de la vaca, número de parto y duración de la lactancia. Se procedió de esa manera porque los productores no llevan registros, además de ser desconfiados. Los resultados se muestran en la Figura 17. Las estimaciones sobre curvas de lactancia de Vilca (2018) para vacas Brown Swiss PPC en el CIP Chuquibambilla, Apaza *et al.* (2016) para vacas mestizas Holstein con criollas en Achacachi en el altiplano boliviano y Bueno (2018) para cuatro razas en Cajamarca ayudaron bastante.

3.7.4. Actividades para calcular el VA y la HC en la fase manufacturera

Las actividades que se considera en la fase de manufactura son:

- **Acopio / recepción de leche.** Aquí, el personal de las unidades productivas, en horas de la mañana, se desplaza en vehículos para acopiar leche fresca.

- **Filtrado.** La actividad consiste en reducir la cantidad de impurezas que puede contener la leche fresca para lo cual generalmente se usa tela filtrante.
- **Pasteurizado / termizado.** La actividad consiste en el calentamiento de la leche con el objeto de destruir bacterias patógenas: a 65° C durante más de cinco minutos para pasteurización o más de 15 segundos en termizado.

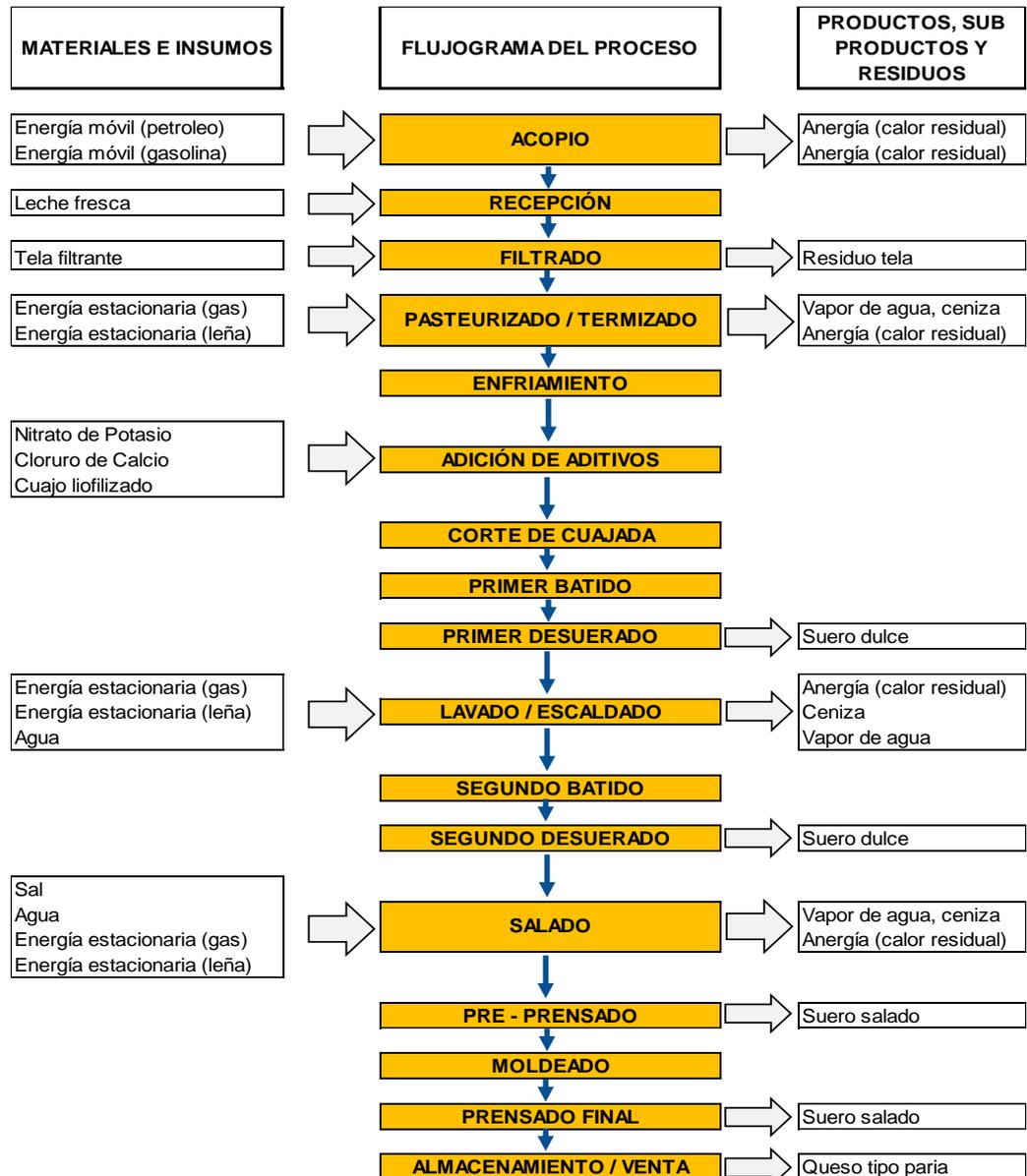


Figura 18: Flujoograma de materiales y energía en la fase de producción de queso

- **Enfriamiento / adición de aditivos.** A medida en que la temperatura de la leche va disminuyendo (entre 45°C y 36°C) se adiciona cloruro de calcio, nitrato de

potasio (20 gramos cada uno por cada 100 litros) y cuajo quimosina animal en proporción de 2.5 gramos por cada 100 litros.

- **Corte de cuajada.** Consiste en realizar cortes con las liras vertical y horizontal para saber cuán lista está la cuajada y obtener trozos uniformes de 1 a 2 centímetros que posibiliten un mejor desuerado.
- **Primer batido.** Proceso que dura de 20 a 30 minutos para lograr gránulos firmes y con ello lograr un desuerado más eficiente.
- **Primer desuerado.** Consiste en retirar el suero, separarlo de la cuajada, a fin de que la masa vaya adquiriendo consistencia. Generalmente se retira al menos la tercera parte del volumen total de leche en proceso.
- **Lavado / escaldado.** Consiste en adicionar agua caliente (entre 50 a 60°C) en proporción de 20 a 25 por ciento de acuerdo a la acidez del suero, con el propósito de diluir los componentes del suero (lactosa y ácido láctico) y acelerar el desuerado.
- **Segundo batido.** Consiste en reanudar el agitado de la cuajada durante 5 a 10 minutos aproximadamente y obtener el “punto” apropiado, se trata de tomar parte de la cuajada en la mano y detectar que la forma se mantiene.
- **Segundo desuerado.** La actividad consiste en retirar el suero restante hasta que se vean los granos de la cuajada en la superficie.
- **Salado.** Consiste en la incorporación lenta de sal en proporción de 2.5 a 3.0 por ciento, diluida en agua hervida en proporción de 20 por ciento respecto al total de leche, cuando los granos de la cuajada están en la tina, moviendo suavemente, para distribución uniforme, penetración y así obstaculizar la proliferación de microorganismos.
- **Pre prensado.** Se realiza con el objeto de extraer la máxima cantidad de suero y hacer más compacta la cuajada para lo cual se requiere presión mecánica de 2 a 3 veces el peso de la cuajada durante 15 a 20 minutos.
- **Moldeado.** Consiste en trasladar la cuajada a los moldes para darle forma al producto final.
- **Prensado final.** Requiere presión mecánica de 4 a 6 kg de peso, se ejerce de forma gradual sobre la masa de queso hasta obtener una pasta más sólida, luego se retiran los moldes y, después de 8 a 12 horas, está disponible para la venta.

- **Almacenamiento / venta.** Al concluir el prensado final y el oreo del queso se procede a trasladar el queso a un espacio fresco para la venta directa a los acopiadores en la planta.

3.8. ALCANCE, LÍMITES Y RESTRICCIONES DEL ESTUDIO

En el presente ítem se detalla un mapa de procesos general del queso tipo paria, desde la cuna hasta la puerta (Figura 19), alcance, límites del estudio, unidad funcional, balance de masas y las restricciones que limitan al estudio.

a. Mapa de proceso general

En él se detallan dos fases previas a la manufactura del queso: agrícola (pastos y forrajes) y ganadera (leche fresca). Para cada bien intermedio o final, se identificó un conjunto de materiales y de energía, resultando del proceso, además del producto, sub productos y residuos.

La fase agrícola comprende el proceso productivo de los pastos y forrajes que requieren cultivo, labores agrícolas, fertilización y cosecha. El esquema del IPCC (1996) supone que la vegetación existente se repone naturalmente al año siguiente; así, las emisiones se igualaron a las remociones, por tanto, emisión neta cero. En cambio, la producción de alfalfa + dactylis, avena y cebada forrajera requiere compra de semillas y fertilización adicional a lo que la naturaleza provee. Esta fase también requiere energía para combustión móvil en la preparación del terreno para ambos cultivos y cosecha sólo para avena forrajera. Los productos son pastos y forrajes en materia verde, además residuos orgánicos y no orgánicos.

Para la fase ganadera se consideró como punto de inicio, lo habitual, la compra de un semoviente (ternera destetada) y, como punto final la vaca de saca, cuando el semoviente cumple su ciclo de vida económica útil. El proceso productivo requiere alimentación, agua, cuidados, inseminación artificial y antibióticos. Luego, el semoviente se reproduce y se obtiene una cría como subproducto y leche como producto principal durante un tiempo (periodo de lactancia). El proceso además genera residuos aprovechables y no aprovechables por lo que se consideró las cantidades de orines y de estiércol generado, ya sea en el galpón durante la noche y a campo abierto durante el día. Adicionalmente, el semoviente en el proceso de digestión (rumia) genera también GEI que se identificaron y calcularon. En esta

fase no se consideró combustión móvil por cuanto la crianza de vacas está en el mismo ámbito de los cultivos.

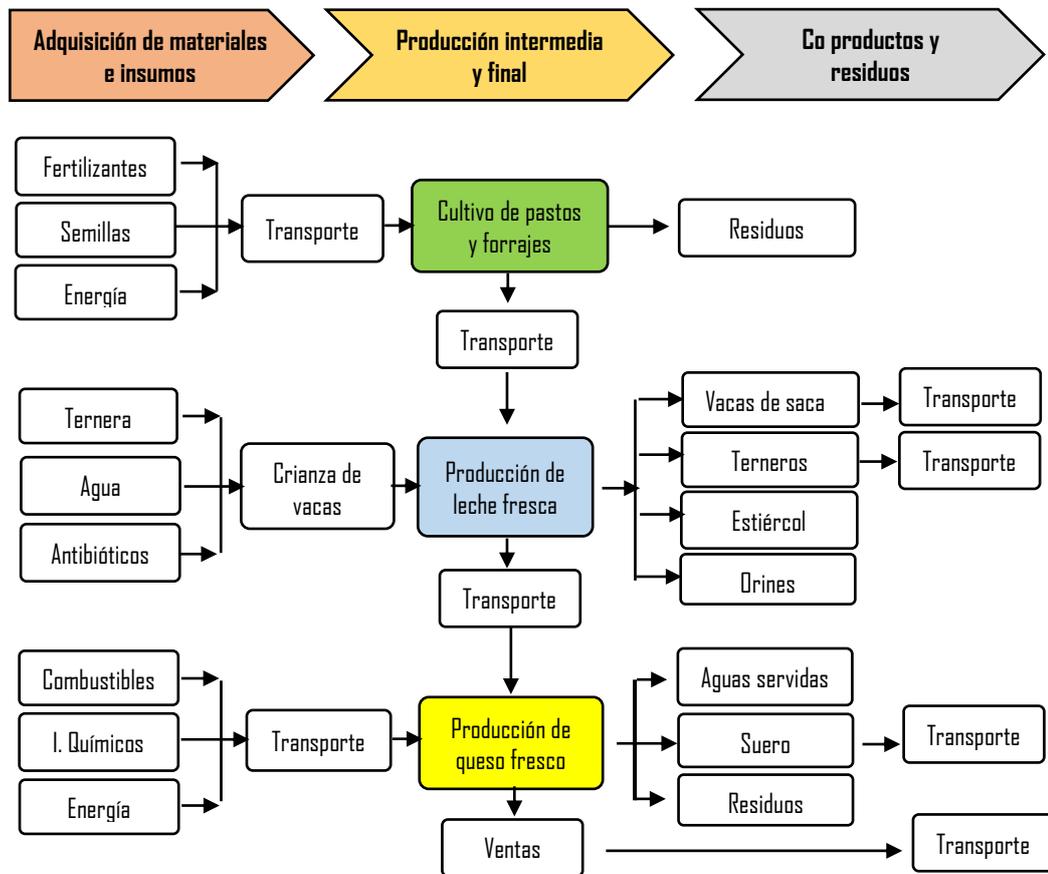


Figura 19. Mapa de proceso del queso tipo paria, desde la cuna hasta la puerta

En la fase manufacturera del queso se consideró a la leche como insumo principal. Para el acopio se consideró energía (fósil y humana) para combustión móvil. Para la manufactura, se consideró energía para combustión estacionaria, insumos químicos y agua. De este proceso productivo se obtiene queso como producto principal y residuos aprovechables (suero dulce) y no aprovechables (aguas residuales no tratadas). No se consideró transporte del producto final por cuanto las ventas son en el punto de fabricación, a cuenta y riesgo del comprador (acopiador de quesos).

b. Alcance

Según lo usual en el BSI (2011), el presente estudio corresponde al alcance uno; es decir, mide las emisiones controladas y controlables por las unidades de producción vinculadas: plantas de lácteos y sus correspondiente proveedores pecuarios y agrícolas. Así, los cálculos

de VA se limitan a los principales consumos intermedios generados localmente: pastos, forrajes y leche. Los cálculos de HC corresponden al producto final queso fresco tipo paria, desde la cuna hasta la puerta. La cuna no incorpora el VA ni la HC generados por la producción de semillas y fertilizantes. Hasta la puerta implica VA y HC hasta que el queso es disponible para la venta en la planta.

c. Límites del sistema de estudio

Se calcularon las emisiones directas e indirectas de los tres principales GEI asociados a las cadenas alimentarias de los animales, particularmente del rubro lácteo, en concordancia a lo sugerido por las directrices de GHG Protocol, PAS 2050 (BSI 2011), IPCC (1996) e IPCC (2006). Por tanto, los eslabones analizados son: agricultura, ganadería y manufactura; las emisiones de GEI evaluadas son: CO₂, N₂O y CH₄. Los otros GEI, vinculados a fabricación y uso de refrigerantes no son habituales en el ámbito, en los productos intermedios (pastos, forrajes, leche) ni en el producto final (queso). Adicionalmente, se excluyó del análisis, por no corresponder, la fuerza de trabajo humano aplicado a los procesos de producción, transporte de trabajadores hacia y desde la planta de productos lácteos. Respecto al nivel de evaluación, corresponde al Nivel I ya que se trabajó con ecuaciones, fracciones y FE por defecto tomados del IPCC (1996), IPCC (2006) y del MINAM (2021).

d. Unidad funcional y de análisis

Se tomó como unidad funcional a un kilogramo de queso fresco tipo paria disponible para el consumo humano en consideración a los siguientes usos finales: queso frito para acompañar al sancochado de papa, habas u ocas, queso rallado para tallarines, tajadas de queso para acompañar con pan, tunta con relleno de queso, queso con verduras (solterito), chuño rebozado con queso, queso cauchi, queso para acompañar al rocoto relleno, ingrediente en pastel de papa o tallarines, etc. Para fines de agregación, la unidad funcional de los productos intermedios también fue el kilogramo de: leche fresca cruda acopiada diariamente por las plantas de lácteos, pasto verde consumido periódicamente por las vacas, forraje en materia verde cosechada una vez al año y destinada a alimento de las vacas

Como producto final se consideró al queso, conservado en lugar fresco, en el ámbito local y regional, que se mantiene en buenas condiciones durante 72 horas a una semana según la

temperatura ambiente; consiguientemente, no se consideró habitual la conservación refrigerada ni el procesamiento adicional.

e. Balance de masa

Se elaboró un balance de masas sólo para la fase de transformación de la leche fresca en queso en consideración a que, para las fases agrícola y ganadera de los productos lácteos, la Guía PAS 2050 (BSI 2011) reconoce que el uso de este instrumento es complejo, poco práctico, irrelevante y no recomendado. El balance de masa es un diagrama que describe las cantidades de flujos de entradas y salidas y sus interrelaciones, es el cálculo del total de materiales que ingresan y salen de un proceso productivo posibilitando confirmar que se hayan incorporado todos los materiales. Sin embargo, a fin de evitar que en las fases agrícola y ganadera se obvие algún flujo de materiales y energía se elaboró el correspondiente mapa de procesos.

f. Restricciones del estudio

El contexto del COVID – 19, en parte, limitó el libre tránsito y la posibilidad de contactar mejor a las personas del ámbito de estudio. Adicionalmente, no se contó con financiamiento externo ni el respaldo de alguna institución que trabaje directamente con ellos y que posibilite cierto nivel de presión para la realización de algún evento masivo con fines de mejor información o entrega puntual de información detallada. La independencia de los negocios, respecto a la entidad que ocasionalmente les provee algún financiamiento, el recelo de algunas autoridades, de los directivos y trabajadores de las plantas productoras de queso y de los mismos productores agropecuarios condicionaron a que la información fluya lentamente, con mucho rodeo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

4.1.1. La Cooperativa de Servicios San Santiago en Caritamaya - Ácora

La cooperativa, en el rubro de lácteos, es la más antigua de la región Puno: agrupa a 115 socios (105 mujeres y 10 varones), involucra a 320 familias en cinco comunidades, trabaja una red de 22 centros de acopio de leche, tiene capacidad instalada para procesar hasta 10 mil litros de leche por día y es referente de visitas y de múltiples investigaciones. Caritamaya inició la producción de quesos con 40 miembros en la forma de asociación, luego consorcio y finalmente cooperativa. La Cooperativa logró apoyos de parte del Estado: Agroideas les requirió contrapartida del 30 por ciento para infraestructura y equipos, Pro Compite del Gobierno Regional también les apoyó. El INDECOPI, en el 2019, le otorgó, de forma gratuita un sello de marca colectiva, en reconocimiento a sus esfuerzos. Ahora, el apoyo se ha ralentizado porque el Estado prefiere a las asociaciones para pequeños productores y a empresas privadas en el caso de producciones de mayor cantidad y calidad⁸.

En esta cooperativa se comparte el riesgo. Los socios, eventualmente, se convierten en clientes cuando hay excedente en la producción de quesos, situación que genera cierto descontento. Aparte, algunos socios se quejan de la gestión del cuerpo directivo, otros deciden retirarse para no pagar multas por inasistencia a reuniones. Algunos comuneros perciben que la cooperativa va a declinar en su actividad cuando los vehículos cumplan su vida económica útil.

La producción de quesos se incrementó por mayor producción de leche debido al liderazgo de sus directivos, el apoyo del gobierno regional y los gobiernos locales en cuanto a

⁸ El Estado, a través del Gobierno Regional con el Proyecto Praderas y su componente Tecnoleche, y el Gobierno Nacional a través de Agroideas, priorizan la forma asociativa de producción, lo que es copiado por las municipalidades distritales. A través de Sierra y Selva exportadora también hay apoyo para el sector lácteo pero muy inclinado a la empresa privada pura.

asistencia técnica y apoyo en mejora genética del ganado e instalación del piso forrajero de avena y alfalfa. Ahora, otros productores de comunidades y centros poblados aledaños, organizados en Asociación, han ingresado al mercado de quesos. Sin embargo, la Cooperativa está posicionada, parte de su producción va al mercado extra regional. No obstante, una mayor expansión requiere mejora, particularmente agua potable de calidad. Las obras de infraestructura del “Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable”, ejecutadas por PROCOES, aún no se han entregado ni liquidado. Además, en opinión de sus dirigentes, el agua aún no es de calidad.

4.1.2. Asociación de Productores Lácteos de Platería: Ecoandina

La Asociación de Productores Lácteos de Platería es la pionera en el distrito; inicialmente proveía de leche a la planta de Caritamaya, pero, por discordancias en cuanto a calidad y precio se distanciaron. En ese contexto, la Asociación decidió producir queso y yogurt, de forma artesanal, incluso con cocinas y ollas prestadas. La gestión municipal 2,015-18 apoyó esta iniciativa con subsidio en cuanto a personal, pagos de servicios públicos, cesión de uso de un local y gestión de donación de equipos valorizado en 40 mil soles. Con este apoyo, la Asociación logró acopiar hasta 1,000 litros por día. Con la nueva gestión 2,019 – 2,022, la planta entró en declive por desinterés inicial de la nueva autoridad traducido en reducción de los subsidios, mejorando el último año.

La producción de quesos en Ácora se realiza con restricciones. La oferta de leche involucra a productores organizados con bajos niveles de productividad. La planta quesera tiene capacidad instalada para procesar hasta dos mil litros diarios, cuatro trabajadores, tres a cuenta de la Municipalidad y uno de la Asociación, los servicios públicos son asumidos íntegramente por la Municipalidad. El responsable de planta es profesional en el área, miembro de la Asociación y también el mayor proveedor de leche. La planta destinada a la producción de quesos es inapropiada, se ubica en área urbana, no tiene el tamaño, distribución ni servicios básicos y genera impacto ambiental negativo por mala disposición del residuo suero.

Sin embargo, se prevé superar las situaciones negativas identificadas. El señor alcalde, en septiembre del 2,019, puso la primera piedra para la “Construcción de la Planta Procesadora de Lácteos” con asignación presupuestal de medio millón de soles. Además, la Municipalidad ha priorizado y aprobado un proyecto de inversión pública por S/. 2,790,000

nuevos soles con el que se espera ampliar la capacidad instalada y mejorar la calidad del producto queso. En esa perspectiva, la Asociación ha dispuesto extensionistas: uno para mejoramiento genético y otro para sanidad animal.

4.1.3. Empresa Municipal Ecolácteos Huata

La planta productora de quesos de Huata es una empresa estatal, generada por la Municipalidad en el año 2,009. En ese periodo ingresaron al mercado cinco plantas de producción privadas. La Municipalidad le dio impulso a la actividad acopiando leche a S/. 1.20 por litro ocasionando: incremento de la producción hasta mil quesos por día, retiro de la transnacional Gloria y abandono de la actividad quesera de las plantas privadas por competencia desleal⁹. A la fecha, la planta cuenta con infraestructura propia, capacidad instalada para acopiar y procesar hasta 10 mil litros de leche por día, vehículos y porongos para acopio refrigerado, laboratorio, sala de proceso, lavadero y personal profesional calificado para la producción de acuerdo a las normas de inocuidad y aseguramiento de la calidad. Además, las instalaciones de la planta se utilizan para capacitación y pasantía en los eventos conducidos por las entidades públicas.

La gestión actual considera que la producción distrital de leche es de 30 mil litros por día. En ese contexto, el Proyecto Sierra Exportadora, en el año 2,019, potenció la capacidad productiva de la planta para procesar hasta 16 mil litros de leche diarios. Por su parte, la Municipalidad está decidida a ampliar sus operaciones con la producción de leche de los distritos aledaños (Huata y Coata); por ello ha iniciado nuevas construcciones que posibilitarán incrementar el volumen de producción y albergar equipos más modernos.

Sin embargo, hay factores que limitan el crecimiento sostenible del negocio: calidad del agua y política de subsidios. En cuanto a calidad del agua los parámetros olor, sabor, potencial de hidrógeno, temperatura, conductividad eléctrica, dureza total, cloruros, sulfatos, calcio y sólidos totales, está por debajo de los niveles máximos permisibles debido a la contaminación del río Coata; lo que ocasiona múltiples protestas expresadas en paros,

⁹ Por ejemplo, el señor Ulises Zapana Pari de “Industrias Alimentarias Paquiza” dice que en la época de su apogeo acopiaba hasta 2,000 litros para producir queso, pero ahora su producción se ha reducido y sólo produce yogurt; no obstante, manifiesta, tiene la formación técnica, la formalidad legal y parte del instrumental necesario para reactivar su producción cuando lo considere conveniente.

movilizaciones, bloqueos, mesas de concertación y declaraciones de emergencia, sin solución a la fecha. La política de subsidio es poco clara, no se conoce de contabilidad separada respecto a la Municipalidad.

4.1.4. Agroindustria Ima Sumac Siachi EIRL en Taraco

Ima Sumac Siachi es una micro empresa privada, personal y artesanal en la parcialidad de Sacasco, distrito de Taraco. La micro planta de queso se encuentra dentro de una propiedad privada rural en el que se constata ciertas instalaciones: tienda para expendio de quesos y yogurt con venta directa al consumidor, pozos para bombeo de agua, algunos pastizales de alfalfa logrados con apoyo estatal y crianza de animales menores (cuyes y cerdos). El Gobierno Regional Puno apoyó a esta micro empresa a través del proyecto Pradera en el año 2,006 y financió el Plan de Negocio “Mejoramiento de la productividad lechera de los hatos ganaderos de la Asociación de productores agropecuarios y artesanales Siachi” en el año 2,013. La micro empresa tiene la ventaja de trabajar en familia y estar ubicado a pie de la carretera Juliaca – Huancané por lo que no contrata mano de obra. Sin embargo, la producción lechera propio es insuficiente en cantidad por lo que más del 90 por ciento de la leche requerida es acopiada.

Esta micro planta, por su tamaño y características, es fiel reflejo de otras plantas de lácteos a nivel distrital. Para esta unidad productiva, así como para las otras, la preocupación por el agua es general. La provisión de agua potable es limitada: en el ámbito urbano es de media hora al día y, en el ámbito rural, está pendiente el Proyecto de Irrigación Taraco por más de 100 millones de soles ya que la ANA argumenta que no hay recurso hídrico suficiente. Por ello, las unidades productivas utilizan agua subterránea obtenida con pozos tubulares. El suero dulce de esta planta se destina como alimento en la crianza de cerdos y como añadido al forraje en la crianza de vacunos. El suero salado en parte se destina a la producción de yogur; pero, el yogur tiene menor demanda que el queso.

4.2. VA EN LA FASE AGRÍCOLA: PASTOS Y FORRAJES

Los pastos y los forrajes, naturales y cultivados, constituyen el principal insumo en el proceso de crianza de una vaca orientada a la producción de leche, pero su obtención no es similar. Los pastos y forrajes naturales son provistos por la naturaleza de forma gratuita, permanente, sin mayor VA. Algunas especies naturales son típicas de una, dos o más zonas

claramente definidas (Cuadro 13). La capacidad nutritiva y utilidad de este recurso depende del tipo de especie, su manejo y disponibilidad. El nabo, por ejemplo, es una especie que, según los productores, crece como la mala hierba, es cosechado y constituye parte de la ración de las vacas. En cambio, los pastos y forrajes cultivados incorporan VA porque la semilla proviene del trabajo humano y su cultivo requiere esfuerzo, además de maquinaria, fertilizantes y otros insumos.

Cuadro 13: Diversidad de flora natural en la zona lago del Titicaca

	Especie típica de una zona	Compartida en dos zonas	
Lago	tatora y llachu		
Bofedal	chiji, china tiña, orcco tiña, chilligua, tisña, occo pasto, qoran qoran y huaylla ichu	chiji, sillu sillu, crespillo, kemillo, sicuya ichu y layo	
Ladera baja	grama salada y kanlla		iru ichu y
Ladera alta	tisña, llapa pasto, yareta y thola		sicuya ichu

Fuente: Adaptado de Mamani (2009).

En la actividad agrícola, para fines de la actividad lechera, destaca la alfalfa en pastos cultivados y la avena en las especies forrajeras, seguido de lejos por la cebada (Anexo 11). La avena forrajera es la especie transitoria preferida por los productores y resalta en el contexto nacional ya que representa el 69.3 por ciento del número de hectáreas sembradas y el 80.7 por ciento de las toneladas cosechadas en relación al país en su conjunto. Los residuos de cosecha de cultivos agrícolas, de quinua y habas principalmente, constituyen también alimento para el ganado, disponibles después de las cosechas de enero, febrero o marzo; sin embargo, no corresponde VA ya que no se transan en el mercado y su escaso valor económico está incorporado en el precio de mercado del producto principal.

El cultivo de pastos y forrajes, durante los últimos 20 años, respecto a la campaña 1996/1997, creció de forma exponencial (Anexo 12). En pastos, la alfalfa destaca con nitidez respecto a rye grass y trébol, viables técnicamente, pero muy poco extendidas en el ámbito; el distrito de Ácora (29,800 por ciento) destaca en cuanto a crecimiento, le siguen Platería (4060 por ciento), Taraco (794 por ciento) y finalmente Huata (293 por ciento). En forrajes, destacan con nitidez avena forrajera y marginalmente cebada como especies clave; el distrito de Platería (858 por ciento) destaca en este crecimiento, seguido por Huata (592 por ciento).

Respecto a forrajes, se asume que estas especies son sustitutos; por ello, el VA de la avena expresa también el de la cebada. Mamani (2016) sostiene que la avena es de primera calidad en base a su digestibilidad y capacidad para dar energía neta de lactación (ENL). En términos absolutos (Hás), destaca Taraco en ambos cultivos posibilitando mayor disponibilidad para la alimentación del ganado.

Respecto a fertilizantes químicos (Anexo 13), el número de productores que los usan en cantidad suficiente está en el rango de 1.62 por ciento a 2.21 por ciento y, en poca cantidad, en el rango de 15.59 por ciento (Huata) a 48.16 por ciento (Taraco). Para el cultivo de pastos y forrajes se constató que los productores, preferentemente, fertilizan los suelos con estiércol, en forma descompuesta y semi seca. La escasez de estiércol condiciona a que cada productor lo prefiera para sus suelos más que para comercialización. La preparación de compost de residuos orgánicos, humus de lombriz y biol que promueven las entidades públicas y privadas no es desconocida por el productor, pero su práctica no es usual. Las recomendaciones técnicas de uso de guano de islas no se aplican en el ámbito ya que este insumo no está muy disponible en la región¹⁰.

Las semillas de calidad¹¹ y los fertilizantes químicos constituyen CI en el cultivo de pastos y forrajes, incorporan VA porque provienen del trabajo humano, se tranzan en el mercado y se realizan en él. Las semillas provienen de especies en estado natural y silvestre, domesticadas en diversas culturas, seleccionadas durante milenios y, últimamente, obtenidas vía manipulación genética. En el precio de mercado de las semillas, de los fertilizantes y otros insumos está contenido también su respectivo VA; su cálculo no corresponde a los alcances del presente estudio.

El CI puede ser de origen nacional o extranjero. El CI de origen nacional mayormente proviene del ámbito local y corresponde a servicios de análisis de suelos, alquiler de maquinaria agrícola y transporte de insumos; pero, cada servicio incorpora VA ya que el CI propiamente se reduce a reactivos, combustible y lubricantes. Situación positiva ya que

¹⁰ El Manual de Abonamiento del Minagri, al caracterizar los suelos del Perú, olvida totalmente de la sierra, casi todo su recetario lo destina a cultivos de la costa orientados a la exportación. Asimismo, el Programa Agro Rural oferta guano de islas para Puno en cantidades insignificantes.

¹¹ La calidad de un producto es discutible, se evalúa generalmente por su productividad, concepto que no considera apropiadamente las externalidades negativas de éstos en términos de dependencia, daños a la salud y gastos defensivos.

incrementa el VA generando empleo, ingresos y bienestar social en el ámbito local. El CI de insumos de origen extranjero corresponde a semillas y fertilizantes importados, implica sacrificio de divisas, dependencia económica y tecnológica ya que genera empleo, ingresos, mayor consumo y bienestar en el exterior¹².

El recurso suelo es fuente de VA en tanto objeto de apropiación humana y productividad, su valor se calculó como costo de oportunidad vinculado al precio de alquiler en un mercado con distorsiones. Distorsionado porque cualquier foráneo no puede acceder a un terreno, el propietario prefiere alquilar a sus familiares y allegados. Además, éste es un precio hedónico porque en su formación intervienen diversos atributos ambientales como ser: acceso al agua y a la carretera, fertilidad del suelo y microclima, entre los principales. Así, un terreno tipo bofedal, a pie de carretera, en Huata se alquila en 1,000 soles anual por hectárea. Esto es así porque en el medio rural la organización de productores es fuerte; el cargo de teniente gobernador, por ejemplo, requiere casi dedicación exclusiva, es asumido por los productores en forma obligatoria y rotativa. No asumir cargos o abandonarlos implica perder derechos, incluso a la tierra. Además, las posesiones y usufructos no están respaldadas en escritura pública, menos aún en registro público.

La maquinaria agrícola también es fuente de VA por ser trabajo acumulado pasado. Respecto a su uso se observó déficit, particularmente en épocas de siembra. A los proveedores privados del servicio no les conviene la pequeña propiedad por lo que requieren alguna forma de asociación de parte de los interesados, caso contrario el precio del servicio es inaccesible. Respecto a la maquinaria que poseen los municipios la queja es que son muy anticuadas, no satisfacen la demanda en su oportunidad y que el alquiler es objeto de condicionamiento político.

Los Cuadros 14 y 15 resumen el valor que agregan los productores con el cultivo de pastos y forrajes. Los cálculos corresponden a tecnología media que supone escaso uso de

¹² La identidad macroeconómica básica señala que el Producto Interno Bruto (PBI), por la vía del gasto agregado, mejora cuando el valor de las exportaciones (X_{CE}) exceden a las importaciones (M_{CN}):

$$PBI = C_H + C_G + C_I + [X_{CE} - M_{CN}]$$

maquinaria agrícola, uso intensivo de mano de obra, escaso o nulo uso de fertilizantes químicos, insecticidas, fungicidas y herbicidas industriales.

4.2.1. Particularidades del VA del producto asociación alfalfa + dactylis

La asociación alfalfa + dactylis y trébol blanco + rye grass produce pasto más balanceado y digerible, con ello se reduce el riesgo de timpanismo (Durand 2014). La leguminosa alfalfa aporta proteína y la gramínea dactylis energía. En cuanto a su aprovechamiento, los productores prefieren pastorear su ganado en los pastos cultivados para consumo directo y en verde, para ello sujetan la vaca con una soga a una estaca durante 3 a 4 horas. En el caso de alfalfa pura el productor tiene más cuidado, previamente les da a sus vacas una ración de forraje seco. Las formas de heno y ensilado de alfalfa no son habituales en la conservación de este pasto.

Cuadro 14: VA de una hectárea de cultivo de alfalfa + dactylis para ocho años de vida promedio, tecnología media, materia verde y precios de abril del 2020

	Nuevos soles	Porcentaje
CONSUMO INTERMEDIO	4,230.6	11.4
Insumos no comercializados	1,290.0	3.5
Insumos comercializados (divisas)	2,940.6	7.9
VALOR AGREGADO	32,874.2	88.6
Impuestos	232.3	0.6
Factor trabajo	27,818.2	75.0
Factor capital	823.7	2.2
Factor tierra	4,000.0	10.8
VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN	37,104.8	100.0

En el VA, el mayor componente le corresponde al factor trabajo (75 por ciento) en la forma de salarios y excedente del productor, seguido del factor tierra como costo de oportunidad valorado al precio de alquiler, el factor capital en la forma de depreciación del vehículo habitual (moto carga); y, finalmente, el 0,6 por ciento del valor se destina al gobierno en la

forma de impuesto general a las ventas (IGV) e impuesto de promoción municipal (IPM)¹³. Así, la proporción que beneficia al productor asciende al 86 por ciento del VBP ya que, generalmente, éste es propietario, posesionario y usufructuario de las tierras que trabaja.

Pero, hay costos sociales y ambientales que deben incorporar estudios de mayor detalle. Estos costos pueden disminuir el VA en el mediano y largo plazo. La semilla de alfalfa es importada, transgénica y estéril, se proveen en mercados monopólicos y oligopólicos generando dependencia tecnológica e incremento de precios relativos o menor calidad y duración de la semilla al mismo precio; por ello, su cultivo su cultivo no es sostenible. Por ejemplo, los productores anhelan la variedad Ranger que tenía un tiempo de vida útil de 20 años; ahora, las nuevas semillas ya no tienen esa duración. Adicionalmente, esta especie incorpora atributos de resistencia a heladas y sequía que mejoran la productividad por un tiempo, pero paralelamente, en el largo plazo, pueden afectar a las especies nativas de pastos ocasionando pérdida de biodiversidad, erosión genética y desertización; consiguientemente descenso del beneficio social.

Respecto a este tema corresponde investigación ya que para las condiciones del ámbito local y ecosistemas de altura no se conocen estudios de VA sobre alfalfa, los estudios existentes se limitan a análisis de costos desde el punto de vista privado. No se conocen estudios sobre rentabilidad social que implique identificar, valorar e internalizar externalidades. La investigación debe orientarse a sistematizar experiencias y extenderlas, como es el caso del cultivo de colza y trigo invernal desarrollados en Puno en los años 80 o abordar preocupaciones sobre pastos nativos y nabo forrajero que son vox pópuli entre los expertos.

4.2.2. Particularidades del VA del producto avena forrajera

La avena es preferida en el contexto departamental (Anexo 4); pero, en el contexto distrital, la cebada es igualmente preferidas con ligera ventaja para avena en Huata y Taraco y cebada forrajera en Ácora y Platería (Anexo 12). La escasez de infraestructura de riego hace que la provisión de forrajes esté muy condicionada a las precipitaciones pluviales y a una cosecha por año calendario.

¹³ Las semillas certificadas y el superfosfato triple están exonerados del arancel de importación y del impuesto selectivo al consumo.

Las variedades de avena forrajera que se cultivan en el ámbito son varias, generalmente importadas, con rendimiento similar. Las variedades preferidas son: Tayko, INIA - 902, Africana, Avena local, Vilcanota y Urano; de ellas, Tayco es la más aceptada por su gran adaptación y rendimiento. La avena en general es rústica, poco exigente en suelos, prefiere terrenos profundos con textura franco a franco arcilloso. Se siembra anualmente, generalmente entre noviembre y diciembre, para su cosecha en forraje después de 4 a 6 meses según variedad de semilla, clima, propósito productivo y tecnología.

El VA de la avena, en términos proporcionales y absolutos, por hectárea cultivada, es muy inferior al de alfalfa (Cuadro 15). La avena requiere siembra anual lo que implica mayor CI en servicios de maquinaria, equipos y transporte de semillas a diferencia de la alfalfa donde el mayor CI se da en el año cero y para un horizonte de ocho años. Pero, esto es relativo, el CI puede reducirse en favor del VA y del ámbito local ya que los cálculos del CI corresponden a servicios de origen local que pueden desagregarse a su vez en CI de combustibles y lubricantes y más VA.

Cuadro 15: VA de una hectárea de cultivo de avena forrajera en secano, una campaña agrícola por año, tecnología media, materia verde y precios de abril del 2020

	Nuevos soles	Porcentaje
CONSUMO INTERMEDIO	1,895.10	58.5
Insumos no comercializados	1,529.0	47.2
Insumos comercializados (divisas)	366.1	11.3
VALOR AGREGADO	1,345.0	41.5
Impuestos	96.4	3.0
Factor trabajo	499.1	15.4
Factor capital	249.5	7.7
Factor tierra	500.0	15.4
VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN	3,240.1	100.0

Incrementar el VA requiere innovación tecnológica y soporte institucional. La innovación implica mejora en la función de producción que se traduzca en obtener más cantidad de producto avena por unidad de insumo: tierra, semilla y agua principalmente. Tierra por ser pequeña propiedad, semilla por ser insumo comercializado y agua por ser de escasa

disponibilidad en los meses de baja temperatura y menor precipitación pluvial. Pero, la innovación tecnológica requiere esfuerzo institucional previo. En semillas, se requiere fortalecer la labor del INIA para lograr variedades locales de calidad, con menores externalidades negativas, precoces, poco exigentes en agua, resistentes a la salinidad y al estrés por variedad climática estacional. Mayor VA significa también abordar apropiadamente los temas de rotación de cultivos, asociación de cultivos, época de siembra, tipo de fertilización, densidad de plantas, longitud ideal al momento del corte y conservación del alimento vía henificación y ensilado. En la cuestión del agua, fortalecer la labor de la ANA y la ALA para que administre mejor el recurso y no se limite a otorgar licencias para infraestructura de riego de forma reticente.

Los estudios económicos de avena forrajera se limitan al cálculo y la discusión sobre costos de producción con el objeto de mejorar la rentabilidad. En ese paradigma, Mamani (2016) considera que el cultivo de avena forrajera en productores grandes es más eficiente y rentable que en pequeños y medianos productores, debido principalmente a menores costos por el uso de maquinaria agrícola y asistencia técnica. El mérito de Mamani (2016) es que se acerca un poco al concepto de VA al desagregar el precio de mercado en costos comerciables, factores de producción y ganancias con lo que el VA para la provincia de Puno representa el 37.3 por ciento del precio de mercado, inferior a nuestro cálculo; sin embargo, no muestra qué conceptos del costo, directo o indirecto, variable o fijo los considera insumos o factores por cuanto hay insumos que no son comerciados y hay factores comerciados que no constituyen insumos.

La eficiencia no debería importar mucho en situaciones de desempleo, subempleo, emigración y bienestar. La economía, además de la eficiencia y la rentabilidad debe preocuparse por la equidad y el bienestar social, además del individual. La maquinaria y los equipos posibilitan el incremento de la producción, pero, a la par ocasionan impacto social y ambiental negativo. Los productores que acceden al uso de la maquinaria acumulan más capital dinero en nombre de la productividad, pero, a cuenta de desempleo, subempleo y emigración ya que la mano de obra excedente no puede insertarse productivamente en otras actividades del ámbito local ni extra local. Peor aún, las emisiones de GEI por consumo de energía fósil, hacen de las maquinarias y los equipos los menos eficientes en términos de costo energético e irreversibilidad por contaminación, dispersión de la materia y degradación de la energía (Georgescu 1996).

4.3. VA EN LA FASE GANADERA: LECHE FRESCA

La producción de leche fresca es un proceso que requiere la participación, de forma imprescindible, del activo biológico vaca; por ello, asumimos que la generación del VA involucra todo el horizonte de vida útil del semoviente que involucra gastos de compra del semoviente, alimentación y crianza e ingresos por venta de terneros, leche y carne para una vaca tipo. De esta forma, la producción de leche depende de la raza, la alimentación y el manejo de dicha vaca.

El capital pecuario vacuno, según el último censo agropecuario (INEI 2013), es de raza o, excluyentemente, criollo; el ganado de raza es, casi exclusivamente, Brown Swiss y representa el 59.9 por ciento del plantel vacuno en el distrito de Taraco, seguido de Huata (37.7 por ciento), Ácora (20.9 por ciento) y Platería (9.2 por ciento). Sin embargo, las diferencias no son abismales si se acota el territorio, excluyendo las zonas alta y puna en Ácora y alta en Platería). Además, en Platería el proceso de “mejora” de ganado es reciente, incentivado por la demanda de leche de la única planta local de quesos promovida por la municipalidad. En ese contexto, los datos del censo no corresponden estrictamente a razas puras sino a diversos niveles de cruzamiento y “mejora” del ganado. En cuanto a ganado “mejorado” con Holstein su presencia es viable, pero escasa en el ámbito. Los productores reconocen que esta vaca produce más, pero lo valoran menos porque, indican, su leche es “aguachenta”¹⁴.

Respecto a la modalidad de “mejoramiento” del ganado, la inseminación artificial es la práctica más usual (INEI 2013). En Taraco, se aplica en el 43,6 por ciento de las unidades productivas, le sigue Huata con 21,3 por ciento, Ácora con 5,1 por ciento y finalmente Platería con 3,9 por ciento¹⁵. En Ácora y Platería la menor proporción está sesgada por las unidades productivas localizadas en zonas altas (que prefieren al criollo por su rusticidad) y la puna (donde sólo hay camélidos). La oferta de servicio de inseminación artificial está a

¹⁴ Lo contrario ocurre en Bolivia, los productores, a la misma altitud y en ecosistemas parecidos, prefieren el “mejoramiento” con Holstein en la producción de leche.

¹⁵ En Taraco, por ejemplo, el Ingeniero Fidel Huanco indica que el 50 por ciento de los productores ganaderos poseen vacas mejoradas a través del mejoramiento genético con inseminación artificial, obteniendo buena cantidad de leche, por ello, explica, en el distrito hay unas 70 plantas de lácteos formales y 40 informales. También refiere que el productor Walter Huanco I. destaca en el ámbito local con cinco vacas de raza Brown Swiss y una Holstein que le da hasta 40 litros al día.

cargo del Estado y de privados (profesionales y técnicos agropecuarios) con precios variables según quién efectúa el servicio, distancia, confianza, calidad del semen y garantía. La demanda es insatisfecha en términos de cantidad, oportunidad y calidad¹⁶. Algunos productores con experiencia desconfían de los municipios que contratan personal con escasa calificación lo que se traduce en no lograr preñar la vaca, buscar nuevo servicio, ampliar el intervalo parto – concepción y mayor costo de mantenimiento. Así, la tendencia es a la consolidación del ganado mejorado vía inseminación artificial de semen de ganado Brown Swiss en las vacas del productor, que inicialmente poseía ganado criollo y, luego, sucesivamente fue “mejorando”, rescatando atributos de productividad y tamaño del Brown Swiss y rusticidad y longevidad del ganado criollo¹⁷.

Para la sanidad animal hay mercado de servicio profesional y técnico, en algunos casos el mismo productor se encarga del servicio. La mayoría de predios son de explotación semi intensiva, distanciados, lo que reduce la transmisión de enfermedades. Además, el movimiento de animales de una unidad productiva a otra es restringido por razones de recría del reemplazo o por auto abastecimiento en la alimentación.

En cuanto a sexo, los machos representan menos del 30 por ciento del ganado (INEI 2013). Ello revela que los productores priorizan la crianza de hembras ya que les proporciona, además de carne, terneros y leche. La proporción de machos muestra también que la crianza de vacunos aún es de doble propósito, aunque más orientada a leche en los últimos años¹⁸. La necesidad de incrementar ingresos y optimizar el uso de los pastos y forrajes exige deshacerse de los machos a temprana edad, a ellos se los cría y engorda casi exclusivamente para carne y muy eventualmente para semental o como buey para el arado. El nacimiento de una ternera hembra es motivo de felicidad para la familia del productor por cuanto puede ser

¹⁶ En Huata, por ejemplo, un productor manifestó que el personal de la Municipalidad es sólo técnico, pero no profesional, sin experiencia y que le han “malogrado” su vaca.

¹⁷ En la comunidad de Collacachi, el año 2,012, se obtuvo terneros vía transferencia de embriones como resultado de la iniciativa puntual de la Municipalidad Provincial de Puno, pero, a la fecha, no se conoce de su impacto ni sostenibilidad.

¹⁸ Marca (2008) refiere que en los años 80 la producción de leche era una actividad secundaria, se prefería el engorde de vacunos para carne.

destinado al reemplazo. La muerte de un ternero (a) constituye una tragedia que el productor no se puede permitir.

Al revisar diversos estudios sobre producción de leche se observó las siguientes particularidades:

- Los análisis se inclinan hacia costos de producción sin abordar el VA.
- Los cálculos se limitan al año calendario soslayando el horizonte de vida económica útil del activo biológico.
- Los datos corresponden a registros de hatos de ganado puro, Brown Swiss o criollos, obviando los diversos niveles de cruzamiento existentes en el ámbito.
- Las unidades de análisis corresponden a hatos de ganado de la mediana y gran propiedad y no de la pequeña.
- No deducen la depreciación del activo biológico.
- No agregan como ingreso el valor residual de la vaca de saca ni los terneros como subproductos.

Por ello, en este estudio, se consideró como objeto de análisis a “una vaca en producción lograda del cruce de Brown Swiss con vaca criolla o mejorada”. El Cuadro 16 muestra que el VBP de una vaca incorpora un producto principal (leche), dos subproductos (terneros destetados y vaca para saca) y estiércol (que se valora como uso antes que para intercambio). El VBP permitió calcular, vía asignación económica, el VA atribuible al producto leche. En el VBP el mayor CI corresponde a la alimentación, seguido de reposición del activo biológico y sanidad. En el cálculo del VBP se incorporó la depreciación del activo biológico (la vaca), el costo de reposición (cría y recría de terneras lecheras), la alimentación, los costos de oportunidad de la mano de obra y de la tierra, las distorsiones del mercado y la producción de leche durante todo el ciclo de vida de la vaca¹⁹.

¹⁹ Diversos autores indican que la vaca lechera es un activo que requiere depreciarse y reponerse apropiadamente ya que representa desde el 8% al 25% de los costos de producción de leche; por lo que no corresponde omisión. Berra *et al.* (2012), por ejemplo, considera que reponer una vaquillona significa costo de operación del 15 al 20 por ciento.

Para alimentar al ganado generalmente se cultiva alfalfa pura, alfalfa + dactylis, avena o cebada forrajera²⁰. En las zonas media y baja escasea el pasto natural por lo que los productores destinan de 0.30 a 0.40 hectáreas para alfalfa, además de avena forrajera o cebada. La vaca y su cría se manejan generalmente juntas, amarradas a diferentes estacas. Adicionalmente, al ganado se le provee de broza de quinua, habas y cañihua (Ojeda 2017) según la época del año. Las malezas de los deshierbes de cultivos agrícolas se distribuyen entre enero y marzo, al concluir las cosechas. De junio a agosto, el ganado es trasladado a las áreas de cultivo para aprovechar los residuos de cultivos de panllevar: papa, quinua, habas y oca principalmente²¹. El consumo de forraje es de 25 a 35 kg al día, para ello disponen, en promedio, tres mil a cuatro mil pacas de 18 kg por campaña, para el autoabastecimiento. Excepcionalmente, algunos productores con más tierras producen excedentes de forraje y lo ofertan en el periodo de escasez. El alimento balanceado en la región es provisto por las empresas Tomasino, Purina, Alicorp y Mercedes, pero su consumo es marginal.

En cuanto a reposición del activo, el productor cruza su vaca “mejorada” o criolla con Brown Swiss. Prefiere reposición con ternera de su propio hato, ya que le resulta difícil comprar una nueva ternera, vaquilla o vaquillona. Esta práctica posibilita también reducir la mortalidad. Así, el proceso productivo inicia con la predisposición del productor de obtener terneras “mejoradas” mediante “cruzamiento”. Los terneros logrados y la vaca de saca se incorporaron como ingreso, a precios de mercado rural y de ganado en pie.

En cuanto a VA, el mayor corresponde al factor trabajo seguido del factor tierra y capital. En el factor trabajo se observó fuerte participación de la mujer en la tercera edad por lo cual se valoró como costo de oportunidad; además, el costo de vida en el campo es más bajo que en cualquier urbe local. Aparte, hay bienes meritorios que valora la población en el ámbito rural (tranquilidad, libertad), gastos defensivos que se deducen (contaminación, daños a la salud), servicios públicos, subproductos aprovechables (suero dulce, residuos de cosecha). Adicionalmente, se consideró que el productor rural es autoempleado, estable, aunque a

²⁰ Estofanero (2015) indica que en Taraco los productores prefieren la asociación alfalfa con dactylis glomerata. En Huata se constató que las variedades de alfalfa disponibles son: WL 320, WL 325 y WL 350.

²¹ Avalos (2015) informa que en las zonas aledañas al lago Titicaca, las familias pueden extraer hasta 4.6 toneladas de totora fresca al año, de las cuales el 96.7 por ciento lo destinan como forraje para el ganado vacuno.

tiempo parcial y puede dedicarse paralelamente a otras actividades complementarias (agricultura, albañilería y comercio).

El factor capital se calculó vía depreciación lineal de los activos que poseen los productores, incluyendo el semoviente. La mayoría de productores cuenta con corrales y cobertizos construidos con material de la zona: piedra y barro, techados con calamina, muy poco térmicos. También poseen bebederos y comederos de material noble los que hacen posible un mejor manejo de las raciones. La vaca es ordeñada una vez al día, por la mañana. La leche es depositada en porongos de aluminio de 30 litros y acopiada por personal de las plantas de producción de lácteos. Con ello se reduce el ingreso de vehículos al predio y el riesgo de enfermedades por contacto con el exterior.

Cuadro 16: VA de la producción de una vaca lechera "mejorada" durante todo el ciclo de vida útil a precios de abril del 2020

	Nuevos soles				Porcentajes			
	Ácora	Platería	Huata	Taraco	Ácora	Platería	Huata	Taraco
C. INTERMEDIO	18,692	14,897	16,964	18,692	65	61	60	65
Insumos no comercializados	18,692	14,897	16,964	18,692	65	61	60	65
Insumos comercializados	0	0	0	0	0	0	0	0
VALOR AGREGADO	10,173	9,389	11,251	9,970	35	39	40	35
Impuestos	7	7	7	7	0	0	0	0
Factor trabajo	8,477	7,714	9,540	8,238	29	32	34	29
Factor capital	679	649	694	724	2	3	2	3
Factor tierra	1,011	1,019	1,011	1,011	4	4	4	4
TOTAL VBP	28,865	24,286	28,215	28,672	100	100	100	100
Leche cruda	21,835	17,636	20,995	21,072	76	73	74	73
Crías al nacer	3,330	3,150	3,420	3,600	12	13	12	13
V. residual de vaca	3,700	3,500	3,800	4,000	13	14	13	14

Los resultados de VA de leche no son comparables, estrictamente, con otros estudios por cuanto el enfoque de VA incorpora utilidad a diferencia del enfoque de costos. Con esas limitaciones, Sánchez (2012) señala que la leche da una rentabilidad del 14 por ciento, desagrega los costos en fijos y variables incorporando reproducción y reemplazo como costos fijos (CF), con lo cual concluyó que la alimentación de la vaca lechera, costo variable (CV), representa el 47.7 por ciento del costo total. Pero, en detalle, los CF de reproducción y de reemplazo no siempre son compras, incorporan también alimentación, en el caso de

recría, con lo cual se incrementa la proporción de la alimentación respecto al costo total y al precio. Por lo tanto, nuestros resultados de CI serían cercanos a los CV encontrados por Sánchez (2012). Una mirada en detalle del CI muestra que la alimentación representa más del 97 por ciento de ese rubro. Estos resultados sugieren que la actividad genera VA y éste es más alto en la medida en que el productor dispone de su propio alimento y reduce sus compras.

El mercado del activo biológico es dinámico y se realiza en los llamados “k’atos”, desde las 4 y 5 de la mañana. Estos “k’atos” son plazas de ganado hacia donde los productores llevan el ganado de saca previamente engordados y los terneros destetados excedentes. En él se observa poco ganado hembra, excepto si es para saca. Los lugares relevantes en el ámbito son: sábado en Ácora y domingo en Ilave para los ganaderos de Platería y Ácora; Paucarcolla, los días miércoles, el más cercano para los productores de Huata; y, finalmente, los jueves en Taraco y domingo en Huancané y Juliaca. Los compradores, conocidos como “rescatistas” (intermediarios), son del ámbito, usan la lengua local y actúan como oligopolio al no permitir la participación de otros compradores, distorsionando los precios en contra de los ganaderos. El ganado vacuno acopiado se transporta a mercados extra regionales (Arequipa, Tacna y Lima para una segunda etapa de engorde) y locales para camal directamente (Ilave, Puno y Juliaca).

Cuadro 17: VA del producto leche de una vaca "mejorada" en la fase ganadera, por unidad productiva, tiempo y precios de abril del 2020

	Nuevos soles			
	Ácora	Platería	Huata	Taraco
VBP TOTAL LECHE	21,835.0	17,635.9	20,995.1	21,071.5
VA del producto leche por vaca	7,695.6	6,818.0	8,372.3	7,334.4
VA del producto leche por año	761.4	669.1	828.4	725.7
VA del producto leche por mes	63.5	55.8	69.0	60.5

El Cuadro 17 resume el VA del producto leche en la fase ganadera como parte de su correspondiente VBP, se calculó vía asignación económica. Representa al menos el 34.8 por ciento (Taraco) del VBP. En términos absolutos, significa ingresos por leche de al menos 6,818 nuevos soles por vaca en Platería durante toda su vida útil (10.19 años), lo que es equivalente a 669.1 y 55.8 nuevos soles por vaca al año y mes respectivamente. De esta

forma, se concluye que el ingreso de los pequeños propietarios por el producto leche es demasiado bajo, lo que exige del productor innovación tecnológica; y, complementariamente, incorporar otros productos con nuevo valor.

4.4. VA EN LA MANUFACTURA: QUESO TIPO PARIA

El Cuadro 18 posibilita contextualizar el mercado del insumo principal; sugiere que la leche fresca, tanto en términos de unidades productivas como de cabezas de vaca, es destinado al consumo final en el mercado, al menos, en el rango del 1.4 por ciento (Platería) al 10.2 por ciento (Taraco). La producción restante se destina al consumo intermedio, descontando el autoconsumo familiar. La leche que acopian los porongueros se destina a la elaboración de quesos, yogurt y mantequilla. Le leche que no se vende es destinada a la elaboración de quesos y quesillos de forma artesanal y familiar para extender la duración del producto y venta en mercados rurales locales (ver panel fotográfico del Anexo 43). Algunos llevan leche fresca a las urbes cercanas. Otros, ubicados a mayor distancia, prefieren su propia planta de quesos, se constituyen en asociación y buscan apoyo estatal. La situación en Taraco es particular, la leche del 63.5 por ciento de las unidades agropecuarias y 68.0 por ciento de las vacas se destina a los porongueros (acopiadores), proporción mucho mayor que en los otros ámbitos, revelando, por una parte, mayor dinamismo y, por otra, proliferación de quesos de diversa calidad.

Cuadro 18: Destino de la leche por origen en unidades agropecuarias y cabezas de vaca

	Unidades Agropecuarias				Cabezas de Vacas			
	Acora	Platería	Huata	Taraco	Acora	Platería	Huata	Taraco
Total	3,202	903	905	2,954	7,317	1,839	3,031	8,427
Porcentaje	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Al público	2.1	1.8	2.9	10.0	1.8	1.4	3.0	10.2
A porongueros	5.8	1.4	6.6	63.5	5.1	1.7	6.8	68.0
Como insumo productivo	74.4	72.3	48.8	15.4	62.6	65.0	52.5	11.2
Al autoconsumo	17.7	24.5	41.7	11.1	30.5	31.9	37.	10.6

Fuente: Adecuado de INEI (2013)

En cuanto a precios observamos diferencias sustantivas: el precio de acopio está alrededor de un nuevo sol y al público (en Juliaca y Puno) en 2.5 nuevos soles el litro. El diferencial

de precios explica el riesgo de pérdidas por ser producto rápidamente perecible en ausencia de refrigeración y, en parte también por el costo de transporte. Además, la informalidad, sanidad, menor escala de producción y ventas, restringe el desarrollo de este mercado. El precio en cada ámbito se configura de forma particular: en Huata la municipalidad se constituye en monopsonio, competidor desleal de los otros productores privados de quesos, ocasionando su salida del mercado y distorsionando el rol que le corresponde al Estado; en Ácora y Platería la situación no es muy tirante, hay acuerdo mutuo en cuanto al precio, es que los ganaderos son también propietarios de las plantas queseras; y, en Taraco la planta tiene cierta ventaja sobre los ganaderos, condiciona el precio a la baja. En cualquiera de los escenarios, estamos frente a mercados cautivos (Figura 20).

	Ácora	Platería	Huata	Taraco
Nº de productores	Muchos	Muchos	Muchos	Muchos
Nº de compradores	Uno	Uno	Pocos	Muchos
Determina el precio	Comprador	Comprador	Comprador	Mercado
Barreras	Al ingreso	Al ingreso	Al ingreso	Al ingreso
Tipo de mercado	Monopsonio	Monopsonio	Oligopsonio	Competencia

Figura 20: Estructuras de mercado en el insumo leche

El VA del producto queso en la fase de manufactura se muestra en el Cuadro 19 y con mayor detalle en los anexos 21, 22, 23 y 24. El mayor VA se genera en Huata (25.8 por ciento), le sigue Ácora (25.6 por ciento), luego Taraco (24.6 por ciento) y finalmente Platería (13.7 por ciento). De alguna forma el VA refleja la rentabilidad y la eficiencia económica de la actividad. En el caso de Huata, el mayor VA corresponde en parte a la mayor escala de producción, que puede disminuir si la empresa deja de ser subsidiada y se sincera su contabilidad. En Ácora, el VA expresa rentabilidad real, se explica por mayor eficiencia, mejor calidad, colocación del producto a mayor precio y mejor posicionamiento en el mercado. En Taraco, su VA se explica por su mejor ubicación a pie de carretera, venta directa al por menor y gestión estrictamente privada. En Platería su menor VA es menor porque paga 10 céntimos de nuevo sol más por kilogramo de leche que las demás plantas. En cuanto a los componentes del VA observamos que el factor trabajo es remunerado en más del 64.5 por ciento, lo que indica que la actividad es intensiva en el uso de mano de obra, generadora de empleo y autoempleo en el ámbito local.

En cuanto al CI observamos que representa más del 74.2 por ciento del VBP. La compra de leche representa el 84.2 por ciento al 94.7 por ciento del CI. Otra parte importante del CI corresponde al combustible requerido, tanto en el acopio de leche como en su preparación para elaborar quesos. Los demás insumos (cuajo, sal y otros), en relación al CI, no son significativos.

Cuadro 19: VA en la manufactura del queso tipo paria por producción diaria, unidad productiva y precios de abril del 2020

	Nuevos soles				Porcentajes			
	Ácora	Platería	Huata	Taraco	Ácora	Platería	Huata	Taraco
C. INTERMEDIO	2,132	1,017	7,269	348	74.4	86.3	74.2	75.4
I. no comerciados	2,132	1,017	7,269	348	74.4	86.3	74.2	75.4
I. comerciados (divisas)	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
VALOR AGREGADO	735	162	2,531	114	25.6	13.7	25.8	24.6
Impuestos	107	21	254	3	3.7	1.8	2.6	0.7
Factor trabajo	510	104	2,222	102	17.8	8.9	22.7	22.1
Factor capital	108	27	45	5	3.8	2.3	0.5	1.1
Factor tierra	10	10	10	3	0.3	0.8	0.1	0.6
TOTAL VBP	2,868	1,179	9,800	462	100.0	100.0	100.0	100.0
% leche /c. intermedio	84.2	93.0	94.7	94.1				
Kg de leche/kg queso	7.8	8.1	8.3	8.3				
% del trabajo respecto al VA					69.3	64.5	87.8	89.9

4.5. EMISIONES DE GEI EN LA AGRICULTURA: PASTOS Y FORRAJES

Las emisiones de la fase agrícola que corresponde atribuir se refieren a las tierras gestionadas para los pastos y forrajes cultivados que constituyen parte de la dieta de la vaca lechera.

4.5.1. Datos de actividad para calcular emisiones de GEI en pastos y forrajes

Los datos que se presentan en los Cuadros 20 y 21 expresan una relación insumo – producto de la fase agrícola, corresponden a las cantidades de insumos necesarios para producir y obtener la cantidad de producto (alfalfa y avena forrajera) que posibiliten satisfacer los requerimientos de la dieta principal de las vacas destinadas a cubrir la demanda de leche en el ámbito de cada planta productora de queso. En esta fase no se observaron diferenciales tecnológicos sustantivos en dichos cultivos; por ello, a mayor nivel de insumo le corresponde mayor cantidad de producto.

Cuadro 20: Relación insumo – producto para alfalfa + dactylis en materia verde según la demanda anual de leche en cada planta de quesos

Descripción	Cantidad anual de productos e insumos				Unidad
	Ácora	Platería	Huata	Taraco	
Flujo de referencia: alfalfa + dactylis	1,038,757	436,452	3,390,894	172,683	kilo
Entradas					
Semilla de alfalfa	162.3	68.2	529.8	27.0	kilo
Semilla de dactylis	39.0	16.4	127.2	6.5	kilo
SFT, instalación del cultivo	1,129.6	474.6	3,687.6	187.8	kilo
SFT en mantenimiento	5,193.8	2,182.3	16,954.5	863.4	kilo
Gasolina: combustión móvil	302.7	127.2	988.3	50.3	galón
Salidas					
Alfalfa + dactylis	1,038,757	436,452	3,390,894	172,683	kilo

Para alfalfa + dactylis se consideró que el cultivo requiere SFT, triple tanto en la instalación como en el mantenimiento anual (ocho años), no hay cosecha mecánica ni manual ya que lo usual es amarrar a la vaca en el pastizal para consumo directo; en cambio, el cultivo de avena forrajera es anual, es necesario y suficiente el abonamiento con estiércol de ganado, no requiere mayores labores culturales, pero sí demanda energía fósil durante la cosecha.

Cuadro 21. Relación insumo – producto para avena forrajera en materia verde según la demanda anual de leche en cada planta de quesos

Descripción	Cantidad anual de productos insumos				Unidad
	Ácora	Platería	Huata	Taraco	
Flujo de referencia: avena forrajera	1,963,975	936,438	6,084,066	326,492	kilo
Entradas					
Semilla de avena forrajera	10,246.8	4,885.8	31,743.0	1,703.4	kilo
Estiércol de ganado	170,780.5	81,429.4	529,049.2	28,390.6	kilo
Gasolina: combustión móvil, instalación	2,433.4	1,160.3	7,538.3	404.5	galón
Gasolina: combustión móvil, cosecha	1,091.3	520.4	3,380.8	181.4	galón
Salidas					
Avena forrajera	1,662,011	848,361	5,012,626	276,293	kilo
Heno de avena forrajera	83,101	24,239	294,860	13,815	kilo

De esta forma se acotó el uso de materiales y energía a lo estrictamente requerido por las otras fases de la cadena productiva, se evitó indagar sobre los otros usos que puede darle el

agricultor a su excedente de producción y que, por tanto, no corresponden imputar al producto final queso. Tanto las entradas de insumos (cultivo) como los productos de él derivados (cosecha) se cuantifican en kilos para mejor agregación, excepto el combustible que se expresa en galones para su conversión a litros y de ahí a kilos.

4.5.2. Emisiones de GEI debido a la producción de pastos y forrajes

En la fase agrícola las mayores emisiones de GEI provienen de la gestión de los suelos y corresponden mayormente al N_2O mediante dos procesos complejos: nitrificación y desnitrificación. Por esta complejidad, las emisiones de fuente antropogénica se agruparon en tres: directas, del pastoreo e indirectas. Para el cálculo la data se adecuó a las fórmulas sugeridas por el IPCC (1996) para el nivel 1 con las fracciones y factores de emisión por defecto correspondientes.

En el Cuadro 25 se muestran los resultados de dichas emisiones para un horizonte temporal de un año calendario para la cantidad de pastos y forrajes requeridos por las vacas en producción en el ámbito de cada planta de lácteos. El mayor impacto ambiental es por emisiones provenientes del uso del suelo, atribuible al N_2O . La diferencia se atribuye a la combustión móvil en las labores agrícolas del cultivo de alfalfa+dactylis y avena forrajera.

En cuanto a emisiones directas de N_2O de los suelos:

- No se consideraron emisiones por aportes de N en el uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados (F_{SN}) ya que lo usual en la fertilización del cultivo de alfalfa es el SFT y en la avena forrajera el estiércol animal.
- Se consideraron emisiones por manejo de estiércol animal (F_{EA}), debido principalmente a la forma de praderas y pastizales y en menor magnitud a la forma almacenamiento sólido (Anexo 32). Para ello se consideró las fracciones de N excretado sugerido por el MINAM (2019): 15 por ciento por combustión de estiércol, 60 por ciento por deposición de estiércol del ganado durante el pastoreo y 20 por ciento que se emite como óxidos de nitrógeno (NO_x) y amoníaco (NH_3) que se volatiliza (Anexo 33).
- Se consideraron emisiones de los residuos de cosecha (F_{RC}) de avena forrajera y la alfalfa como cultivos no fijadores de N con las fracciones por defecto 0.015

correspondiente a la biomasa seca en este tipo de cultivos, que no se retiran (0.50) ni se queman (0.85), según el MINAM (2019).

- No se consideran emisiones por cultivos de especies fijadoras de N (F_{BN}) en atención a que el IPCC (2006) y el MINAM (2019) restringen el concepto a las legumbres y la soja.
- No se consideran emisiones por mineralización del N de los suelos orgánicos (F_{SO}), por corresponder estrictamente a histosoles.

Las emisiones de N_2O procedentes del pastoreo ($N_2O_{PASTOREO}$) corresponden al total de N excretado por los animales (heces y orina) durante el pastoreo, en el sistema praderas y pastizales, multiplicado por el FE por defecto correspondiente (0.02) sugerido por el IPCC (1996) y el MINAM (2019) para al nivel 1. El resultado se multiplicó por la relación de conversión 44/28 para el paso de unidades de kg $N_2O - N/kg$ a unidades de N_2O .

Cuadro 22. Emisiones anuales de GEI por el cultivo de pastos y forrajes en kg de CO_2eq dado el total de kg en materia verde requeridos por las vacas

Categoría	PCG	Kg CO_2eq			
		Ácora	Platería	Huata	Taraco
CO ₂ por combustión móvil de gasolina	1	33,805	15,967	105,167	5,620
CH ₄ por combustión móvil de gasolina	21	338	160	1,052	56
N ₂ O por combustión móvil de gasolina	310	484	229	1,505	80
Emisiones por combustión de gasolina		34,627	16,355	107,724	5,756
Emisiones directas de N ₂ O	310	63,042	29,508	200,684	10,547
Emisiones de N ₂ O por pastoreo	310	34,200	18,811	124,628	6,146
Emisiones indirectas de N ₂ O	310	75,207	41,367	274,066	13,516
Emisiones de los suelos utilizados		172,449	89,686	599,378	30,209
Emisiones de GEI en la fase agrícola		207,076	106,041	707,102	35,966

En cuanto a emisiones indirectas de N_2O se consideraron dos fuentes: la deposición atmosférica de óxidos de N (NO_x) y amoníaco (NH_3) en los suelos y la lixiviación y escorrentía de los diversos aportes de N a los suelos. Estas emisiones se calcularon para la cantidad de N excretado por las vacas (N_{exc}) multiplicado por la fracción por defecto que se volatiliza ($Frac_{GASM}$), 0.2, y el FE por defecto correspondiente (0,001) en el caso de

deposición atmosférica; o, multiplicado por otra fracción que es lixiviada ($Frac_{LIX}$), 0.30, y el FE por defecto correspondiente (0.025), en el caso de lixiviación y escorrentía.

También se consideraron las emisiones de CO_2 , CH_4 y N_2O provenientes de la combustión de gasolina correspondiente a la preparación del terreno para los cultivos. Para ello se utilizó la ecuación (14) sugerida por el IPCC (2006) para energía con fines agrarios, con su correspondiente densidad (760 kg/m^3), VCN (44.3), FE por defecto y PCG por tipo de contaminante. No correspondió cálculo vía kilometraje recorrido por no estar disponible información confiable de registro diario, tipo de vehículo y antigüedad.

4.6. EMISIONES DE GEI EN LA FASE GANADERA: LECHE FRESCA

En la fase ganadera se evaluó el ciclo de vida económica útil de la vaca lechera en donde la leche fresca es el producto principal y los terneros (as) y la vaca de saca constituyen coproductos ineludibles del proceso de crianza; por tanto, se realizó la asignación correspondiente.

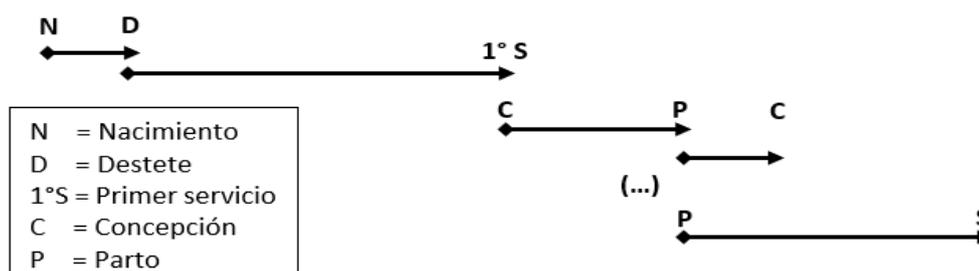


Figura 21: El ciclo de vida económica útil de la vaca lechera

4.6.1. Datos de actividad para producir leche fresca cruda

Para la fase de crianza de vacas se consideró que cada ámbito tiene diferente dotación de recursos y nivel tecnológico. Algunos tienen más pastizales naturales, llachu, totora y residuos de cosecha agrícola de panllevar que otros, lo cual condiciona diferenciales en la composición de la dieta de la vaca. En Taraco, las unidades agropecuarias son más pequeñas, disponen de menor cantidad de pastos naturales, pero tienen mejor acceso al lago para cosecha de llachu y totora; al contrario, Huata posee mayores extensiones de pastos naturales.

Las cantidades que aparecen en el Cuadro 23 expresan los requerimientos anuales de insumos que posibilitan alimentar el número de vacas destinadas a cubrir los requerimientos de leche fresca cruda en el ámbito de cada una de las plantas productoras de queso. Así, en cuanto a insumos, las cifras difieren entre ellas debido, principalmente, a la cantidad de acopio de cada planta quesera, y, secundariamente por el nivel tecnológico de la crianza.

Cuadro 23. Relación insumo – producto en la producción de leche para la demanda anual de cada planta productora de queso

Descripción	Cantidad				Unidad
	Ácora	Platería	Huata	Taraco	
Flujo de referencia: leche	620,500.0	292,000.0	2,117,000.0	109,500.0	kilo
Entradas					
Ternera destetada	1,734.9	956.2	6,322.2	311.8	kilo
Leche y calostro	7,502.3	5,463.8	26,619.9	1,247.2	kilo
Alfalfa + dactilis	1,038,757.0	436,451.6	3,390,893.8	172,683.4	kilo
Heno de avena o cebada	1,662,011.2	848,361.2	5,012,625.7	276,293.4	kilo
Ensilado de avena o cebada	83,100.6	24,238.9	294,860.3	13,814.7	kilo
Alimento balanceado	41,550.3	24,087.3	147,430.2	6,907.3	kilo
Pastos naturales	207,751.4	242,388.9	1,474,301.7	34,536.7	kilo
Sal común	3,459.5	2,032.0	12,275.1	575.1	kilo
Salidas					
Vacas para saca	11,566.0	6,374.5	42,148.1	2,078.6	kilo
Terneros destetados	8,674.5	4,780.9	31,611.1	1,559.0	kilo
Leche fresca cruda	620,500.0	292,000.0	2,117,000.0	109,500.0	kilo

El nivel tecnológico de la crianza condiciona la eficiencia en la producción lo que se traduce en mayor o menor producto (leche, terneros y carne) por unidad de insumo (pasto y forraje). Estas diferencias tecnológicas corresponden a tipo de vaca lechera mejorada, alimentación y manejo y se incorporaron en parte como índices productivos y reproductivos supuestos (Anexo 16). Por tanto, la cantidad de litros de leche promedio por vaca expresa de alguna manera el diferencial tecnológico y la eficiencia técnica (Figura 17). Pero, la eficiencia técnica no siempre se traduce en eficiencia económica por cuanto cambios en los precios relativos pueden ocasionar efecto sustitución en la canasta de insumos.

4.6.2. Emisiones de GEI del producto leche fresca

En la fase ganadera las emisiones de GEI del producto leche constituyen la fracción más importante de las emisiones totales de la ganadería lechera, le siguen los subproductos terneros y vacas de saca. Para determinar las emisiones de GEI atribuibles al producto leche se utilizó la Ecuación 23 correspondiente a asignación física de masas sugerida por la IDF (2015) por cuanto detectó correlación simple y robusta en el caso específico de leche y carne, con ello se evita distorsiones de la asignación económica por cambios en los precios relativos. Las fracciones de asignación física para leche obtenidas son: 80.3 por ciento (Ácora), 76.9 por ciento (Platería), 79.0 por ciento (Huata) y 79.9 por ciento (Taraco); lo cual es concordante con la literatura internacional (IDF 2015).

Cuadro 24. Emisiones anuales de GEI por la producción de leche en términos de kg de CO₂eq por volumen total anual de kg de leche fresca requerida

Categoría	PCG	Kg CO ₂ eq			
		Acora	Platería	Huata	Taraco
CH ₄ por fermentación entérica	21	388,940	198,227	1,356,988	64,365
CH ₄ por gestión del estiércol	21	4,370	2,447	15,247	723
Total CH ₄ de la actividad ganadera		393,310	200,674	1,372,235	65,089
N ₂ O por almacenamiento sólido	310	509	268	1,822	91
N ₂ O por praderas y pastizales	310	27,461	14,471	98,401	4,913
Total N ₂ O por gestión del estiércol		27,970	14,738	100,223	5,004
Emisiones de GEI en la ganadería		421,280	215,413	1,472,458	70,093

El Cuadro 24 muestra la cantidad de emisiones de GEI atribuidas al producto leche en unidades de kg de CO₂eq para el total de la demanda anual de leche en la planta quesera de cada ámbito. Para el cálculo se consideró las ecuaciones del IPCC (1996) para el Nivel uno, con las fracciones, FE y PCG correspondientes. Se identificó al CH₄ y al N₂O como los principales GEI de la fase ganadera; de ellos, el CH₄ es responsable en más del 92.9 por ciento.

Las emisiones de CH₄ por fermentación entérica y gestión del estiércol corresponden al número de vacas involucradas en la provisión de leche para cada una de las plantas de lácteos, multiplicado por el FE por defecto correspondiente. En el caso de CH₄ por

fermentación entérica el FE expresa que hay relación directa entre productividad lechera y emisiones. En el caso de CH₄ por gestión del estiércol el FE expresa un promedio de clima y temperatura del ámbito de crianza de las vacas. Para ello, se consideró que el 50 por ciento del tiempo anual las vacas se crían en clima frío (-15°C) y el restante en clima templado (15-25°C). Al respecto, el IPCC (2006) considera que en los climas cálidos (+25°C) las emisiones de CH₄ por gestión del estiércol son mucho mayores que en climas templados y fríos e incluso podría reducirse a cero según el IPCC (1996).

El N₂O atribuible a la fase ganadera proviene del sistema de gestión del estiércol que involucra excretas y orines en conjunto. En el caso nuestro, de acuerdo a la clasificación del IPCC (1996), los sistemas de manejo aplicables corresponden a almacenamiento sólido (40 por ciento) y praderas y pastizales (60 por ciento) ya que el estiércol no se trata previamente, sino que se deposita directamente en el galpón y en el campo²². Posteriormente, parte del estiércol depositado es acopiado, almacenado y secado a temperatura ambiental para su uso como fertilizante esencialmente.

Para el cálculo de emisiones de N₂O se multiplicó el número de vacas por el promedio típico de masa animal (TAM) en cada ámbito y la tasa de ingesta por defecto correspondiente (0.48) con lo cual se obtuvo la cantidad anual de N excretado por animal; además, se tomó los valores de 0.01 y 0.36 como fracciones por defecto aplicables a los SME almacenamiento sólido y praderas y pastizales respectivamente; esto supone, en nuestro caso que bajo sombra y en galpón hay mucho menos N por excreción de estiércol. Seguidamente, las cantidades obtenidas se multiplicaron por 0.020 como FE por defecto por SME (F₃) y 310 como PCG. En ese contexto, la deposición del estiércol en la forma almacenamiento sólido y praderas y pastizales, sin almacenamiento ni tratamiento previo, constituye la principal fuente de emisión de N₂O atribuible al producto leche en la fase ganadera de la cadena de valor del queso tipo paria.

4.7. EMISIONES DE GEI EN LA FASE MANUFACTURA DEL QUESO

En esta fase, la leche constituye el insumo principal del proceso productivo del queso fresco tipo paria como producto principal. Sin embargo, este proceso productivo tiene

²² Al respecto, el IPCC (2006), en la página 10.66 del volumen IV, considera que el manejo sólido requiere estrictamente separación de excretas en sólidos y líquidos.

particularidades que corresponde analizar a efectos de identificar y dimensionar las emisiones de GEI.

4.7.1. Balance de masas para cuantificar emisiones de GEI del producto queso

MATERIALES E INSUMOS		Ácora	Platería	Huata	Taraco
ACOPIO / RECEPCIÓN					
+	Leche fresca	1,700	800	5,800	300
↓					
PRIMER DESUERADO					
(-)	Suero dulce	595	280	2,030	105
↓					
LAVADO / ESCALDADO					
+	Agua potabilizada	340	160	1,160	60
↓					
SEGUNDO DESUERADO					
(-)	Suero dulce	595	280	2,030	105
(-)	Agua	340	160	1,160	60
↓					
SALADO					
+	Agua potabilizada	85	40	290	15
↓					
PRE - PRENSADO					
(-)	Suero salado	293	142	1,040	54
(-)	Agua	0	0	0	0
↓					
PRENSADO FINAL					
(-)	Suero salado	0	0	0	0
(-)	Agua	85	40	290	15
↓					
ALMACENAMIENTO / VENTA					
=	Queso tipo paria	217	98	700	36

Figura 22: Balance de masas en la fase de producción de queso (kilogramos)

Para la fase de manufactura del queso, a diferencia de las fases agrícola y ganadera, se necesitó previamente un balance de masas para identificar y cuantificar actividades (Figura 22), lo que ayudó a evitar que se omita materiales potencialmente importantes en cuanto a emisiones de GEI. Esto es concordante con el principio de que la materia no se crea ni se destruye, pero se dispersa y se hace menos disponible. Así, los insumos y materiales que ingresan al proceso productivo no desaparecen, al contrario, salen del mismo en forma de productos, subproductos y residuos. La suma algebraica de cantidades de leche y agua que ingresa al proceso de producción equivale a las cantidades de producto queso y residuo suero que sale de dicho proceso; para ello, en cada fila el ingreso de materiales viene precedida por el signo + y las salidas por el signo (-).

La adecuada cuantificación de masas, para fines de agregación y deducción requirió previamente unidades comunes; por ello se consideró que las densidades de la leche y del agua son muy cercanos a uno; además, un litro, conceptualmente, es equivalente a un kilogramo. Asimismo, se excluyó de la cuantificación los insumos no relevantes en términos de masa (fermentos, cuajo y sal), la energía por no ingresar estrictamente como masa y los bienes de capital por no ser parte identificable en el producto; por ello, al balance de masas se complementó con un flujograma de actividades (Figura 18). Del proceso productivo sale queso fresco como bien principal, útil y con valor de cambio.

4.7.2. Datos de actividad para cuantificar emisiones de GEI del producto queso

El Cuadro 25 muestra el flujo referencia de la fase de manufactura del queso, las entradas de materiales y de energía y las salidas de productos y residuos, para el horizonte temporal de un año. En las entradas de materiales están las cantidades de leche, insumos químicos y agua necesarios para alcanzar el nivel de producto del flujo de referencia. En las entradas de energía figuran las cantidades de combustible fósil (gasolina, petróleo, GLP y leña) y energía eléctrica necesarios para el acopio de leche y su transformación en queso. Finalmente, del proceso productivo sale el producto principal queso, el sub producto suero dulce y el residuo suero salado. Todos los flujos de entrada y salida se expresan en kilos para fines de homogeneidad, excepto el combustible que posteriormente se convierte también a kilos.

Las cantidades y proporciones de insumos materiales para la producción están casi definidas y fijas para el queso tipo paria por ser uno de los productos bandera, muy conocido y popular; ya que, el Estado mediante las municipalidades, proyectos Tecnoleche y Sierra Exportadora, entre otros, le dio relativa importancia mediante diversos procesos de promoción, capacitación y estandarización de la calidad del producto. En cambio, hay diferencias sustantivas en cuanto a tipo y cantidades de energía; por ejemplo, para el acopio de leche en Taraco se requiere menos combustible y vehículo liviano debido a la cercanía de los proveedores, a diferencia de Ácora, Platería y Huata que requieren mayor desplazamiento, vehicular y motorizado principalmente. En el procesamiento las diferencias son más sustantivas debido al tipo de combustible usado, particularmente Platería que utiliza exclusivamente leña.

Cuadro 25. Relación insumo – producto de la producción de queso, subproductos y residuos por año calendario y ámbito

Descripción	Ácora	Platería	Huata	Taraco	Unidad
Flujo de referencia: queso	79,205.0	35,861.3	255,500.0	13,249.5	kilo
Entrada de insumos directos					
Leche fresca de vaca	620,500.0	292,000.0	2,117,000.0	109,500.0	kilo
Nitrato de Potasio	124.1	58.4	423.4	21.9	kilo
Cloruro de Calcio	124.1	58.4	423.4	21.9	kilo
Cuajo liofilizado	15.5	7.3	52.9	2.7	kilo
Sal	15,512.5	7,300.0	52,925.0	2,737.5	kilo
Agua potable (lavado/escaldado)	124,100.0	58,400.0	423,400.0	21,900.0	kilo
Agua potable (salado)	31,025.0	14,600.0	105,850.0	5,475.0	kilo
Entrada de insumos indirectos					
Lejía	113.3	51.3	365.4	18.9	litro
Lavavajillas (ayudín)	7.8	3.5	25.1	1.3	litro
Detergente	150.7	68.2	486.1	25.2	kilo
Entrada de energía					
Gasolina para acopio de leche	2,007.5	0.0	0.0	182.5	galón
Petróleo para acopio de leche	6,132.0	730.0	4,124.5	0.0	galón
Petróleo para calderos	0.0	0.0	584.0	0.0	galón
GLP para calderos	0.0	292.0	0.0	146.0	kilo
Leña para calderos	17,793.8	9,752.5	0.0	0.0	kilo
Energía eléctrica	2190.1	5,475.2	13,688.0	821.3	kWh
Salida de productos y residuos					
Sub producto suero dulce	434,350.0	204,400.0	1481900.0	76650.0	kilo
Residuo suero salado	106,945.0	51,738.8	379,600.0	19,600.5	kilo
Producto queso fresco	79,205.0	35,861.3	255,500.0	13,249.5	kilo

4.7.3. Emisiones de GEI en la manufactura del queso fresco tipo paria

El Cuadro 26 presenta las cantidades anuales de los principales GEI atribuidas al producto queso en la fase de manufactura del queso tipo paria en kilogramos de CO₂eq de producto queso para el nivel de producción total en cada planta Para esta fase, se ha considerado como sub producto al suero dulce ya que tiene valor de uso para los proveedores de leche. Para fines de atribución de emisiones de GEI se utilizó el método de asignación económica

(Ecuación 24) que divide el valor de cambio de la producción de queso con la sumatoria del valor de cambio del queso y suero dulce. Así, las emisiones de GEI atribuidas al producto queso, en porcentajes, son²³: 97.7 (Ácora), 97.4 (Platería), 97.8 (Huata) y 97.5 (Taraco).

Para el cálculo de emisiones de GEI se consideró los datos de actividad del Cuadro 25 y los FE de diferentes fuentes ya que no se encontraron valores por defecto específicos calculados por el IPCC ni por el MINAM para dichos insumos. Los FE utilizados y las fuentes de donde se obtuvieron se muestran al detalle en las dos últimas columnas del Anexo 25²⁴. En cambio, para la energía se siguió el procedimiento sugerido por el IPCC (2006) para el nivel 1: combustión estacionaria con la Ecuación 14 y combustión fija con la Ecuación 15. Para el caso específico de energía eléctrica se utilizó el FE utilizado por el MINAM (2010). Para el residuo suero salado se utilizó el procedimiento sugerido por el IPCC (2006) que identifica al CH₄ y el N₂O como los principales GEI.

Para el residuo suero salado, las emisiones de CH₄ se calcularon en función de la cantidad de materia orgánica degradable que contienen las aguas residuales (TOW) multiplicado por el FE por defecto para el sistema de eliminación (0.025); a su vez, el valor de TOW depende de la producción anual de queso, el contenido de proteína del residuo suero salado²⁵ (7.0) y la demanda química de O (2.7 kg/m³). Las emisiones de N₂O por residuo suero salado dependen de la cantidad de N eliminado en medios acuáticos multiplicado por el FE por defecto de las aguas servidas (0.005), el factor de conversión de N₂O–N en N₂O (44/28) y el PCG correspondiente (310). A su vez, la cantidad de N eliminado en los medios acuáticos está en función directa de la cantidad de proteína contenida en el suero salado durante un año, multiplicado por la fracción de N por defecto contenido en las proteínas (0.16) y el factor por defecto de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales (1.0).

²³ La IDF (2015) considera que normalmente la subdivisión del sistema en alimentos no es posible, tampoco es fácil aplicar la extensión del sistema, ni menos aún encontrar una relación física que refleje apropiadamente el vínculo entre insumos y productos.

²⁴ Por tal razón, en las emisiones de GEI de los insumos materiales directos, indirectos y energía eléctrica no se especifica qué proporción de estas emisiones le corresponde a CO₂, CH₄ u N₂O como sí se calculó para los demás insumos materiales y de energía.

²⁵ Poveda (2013) indica que un kilogramo de suero ácido contiene siete gramos de proteína. Adicionalmente, Benavente (2018) indica que la leche de vacuno Brown Swiss en Puno contiene 3.6 por ciento de proteína por cada 100 gramos.

Cuadro 26. Emisiones anuales de GEI en la fase manufactura del queso en Kg de CO₂eq, volumen de producción anual de queso y ámbito.

Categoría	Acora Kg CO ₂ eq	Platería Kg CO ₂ eq	Huata Kg CO ₂ eq	Taraco Kg CO ₂ eq
Dióxido de carbono (CO ₂)	110,615.3	24,914.0	48,296.9	1,997.2
Metano (CH ₄)	2,497.7	1,290.2	2,541.9	130.7
Óxido nitroso (N ₂ O)	1,066.3	443.5	1,717.6	92.4
Otros GEI	92,281.8	45,064.6	317,309.0	16,422.4
HCP en manufactura: queso t. paria	206,461.2	71,712.3	369,865.4	18,642.7
HCP queso: de la cuna a la puerta	834,817.4	393,166.3	2,549,425.0	124,701.3

4.8. SÍNTESIS DEL VA Y HC DEL PRODUCTO QUESO TIPO PARIÁ

En el presente ítem se presenta y discute los agregados de VA y HC correspondiente a los tres eslabones de la cadena de valor del queso para un kilogramo de queso tipo paria.

4.8.1. Síntesis del VA en el queso tipo paria

Agregar valor implica transformar insumos en productos intermedios y finales más valiosos (Coltrain *et al.* 2000). El VA total del queso tipo paria se muestra en el Cuadro 27, detalla el VA generado en cada eslabón de la cadena productiva. El VA total fluctúa entre S/. 9.30 en Platería y S/.11.51 en Huata, por kilogramo de queso, lo que representa más del 77.5 por ciento del VBP. La proporción de VA respecto al VBP refleja el nivel de desagregación de los precios del producto final en precios de los productos intermedios más relevantes. Eso significa que, si se identifica y desglosa los otros insumos locales, la proporción de VA local se incrementaría; y, adicionalmente, si desglosamos los demás insumos no locales el CI sería un valor cercano a cero (Castro y Mokate 2013), porque en esencia todo es VA.

Este VA expresa el nivel de transformación en origen, posibilita dinamismo en la economía local, integración de tipo vertical y desarrollo con inclusión social (Bragachini 2010). En la perspectiva de región geográfica (Kraybill y Jhonson 1989) la alta proporción de VA local expresa el nivel de ventas de un territorio respecto a sus compras, lo que se traduce en mayores ingresos para el ámbito y beneficio para el conjunto de familias involucradas en toda la cadena.

La remuneración al factor trabajo es la parte más significativa del VA ya que representa más del 72.4 por ciento de lo obtenido en dicho rubro por concepto de quesos, lo que ratifica el concepto de que la mano de obra es la fuente de creación de valor porque tiene la virtud de transformar la naturaleza y las materias primas en bienes para la satisfacción de necesidades humanas. Gracias al trabajo una parte del VA se destina a impuestos en beneficio de los sectores de población que considere el gobierno, otra parte puede disponerse a la renovación del capital. Además, considerando que la tierra es propiedad del ganadero, que no paga renta a otro, el beneficio vinculado a la población rural involucrada asciende a más del 76.0 por ciento del VA.

El VA es objeto de apropiación, generalmente hay problemas de inequidad intersectorial (Gaudin y Padilla 2020). Si bien en todos los eslabones se genera VA se percibe relativa ventaja del sector agrícola, de 35.8 (Huata) a 43.3 por ciento (Platería); en segundo lugar, la fase ganadera y, finalmente, la fase de manufactura que participa en menor proporción. Entre la fase ganadería y manufactura se percibe cierta equidad lo que de alguna forma expresa competencia intersectorial, que las tasas de ganancias en mercados más competitivos tienden a la convergencia. La particularidad es Platería, la fase manufacturera participa en menor proporción en la distribución del VA porque los ganaderos y agricultores controlan para sí la fase de manufactura mediante su asociación lo que les posibilita un control más directo, aunque no necesariamente más eficiente.

En términos absolutos el VA está limitado por el precio. El mayor VA se da en Huata (S/. 11.51) y el menor en Platería (S/. 9.30); esto se explica, en parte por el mayor precio de colocación en Huata (S/. 14.00) que en Platería (S/.12.00). El mayor precio en Huata es explicable, en parte, por su mayor cercanía a los mercados urbanos, Puno y Juliaca, esto ocurre también en Taraco donde el punto de venta de la empresa está a pie de carretera. El posicionamiento en el mercado es otra variable que explica el mayor precio. En Huata la empresa, al ser estatal, indirectamente respalda a su producto ya que los consumidores lo perciben como serio y de calidad; algo parecido ocurre en Caritamaya, su producto está posicionado pero la mayor distancia respecto a la carretera y a los mercados urbanos le resta ventaja. Lo opuesto ocurre en Platería, por tratarse de negocio nuevo el producto aún no se posiciona en el mercado.

Cuadro 27. VA contenido en un kg de producto queso según factor productivo, productos intermedios, planta de queso y precios de abril del 2020

	Nuevos soles				Porcentaje			
	Ácora	Platería	Huata	Taraco	Ácora	Platería	Huata	Taraco
Impuestos	0.61	0.34	0.48	0.21	5.7	3.6	4.1	2.1
Factor trabajo	7.80	6.73	9.20	8.13	73.0	72.4	79.9	78.9
Factor capital	1.04	0.87	0.63	0.70	9.7	9.3	5.5	6.8
Factor tierra	1.23	1.37	1.21	1.26	11.5	14.7	10.5	12.2
VA total queso	10.68	9.30	11.51	10.31	100.0	100.0	100.0	100.0
VA pastos y forrajes	4.14	4.03	4.12	4.12	38.8	43.3	35.8	40.0
VA leche fresca	3.22	3.67	3.86	3.13	30.2	39.4	33.5	30.4
VA queso fresco	3.31	1.61	3.53	3.06	31.0	17.3	30.7	29.7
VA total queso	10.68	9.30	11.51	10.31	80.8	77.5	82.2	81.0
CI total	2.53	2.70	2.49	2.42	19.2	22.5	17.8	19.0
VBP = Precio del queso	13.21	12.00	14.00	12.73	100.0	100.0	100.0	100.0

El VA en la manufactura del queso puede incrementarse porque hay sub productos que no se incluyeron en el cálculo, nos referimos a la mantequilla y el yogurt que no requieren necesariamente más insumo leche sino proceso adicional, es el caso de Ácora y Platería. Sin embargo, estos productos no tienen mucha demanda por lo que su producción es eventual y a pedido; fortalecer estos sub productos incrementan el VA, reducen el impacto ambiental y hace más rentable la actividad. Adicionalmente, en Taraco, parte del suero salado es destinado a la producción de yogurt. El suero dulce es un residuo aprovechable ya que mayormente se regala y se devuelve a los proveedores que lo prefieren para la crianza de cerdos e incluso para mezclarlo con el forraje.

El CI también explica el monto del VA. El CI expresa que las compras de origen extra local están en el rango del 17.8 (Huata) al 22.5 por ciento (Platería) respecto al VBP del producto queso. Eso significa que hay un margen significativo para reducir esas compras a favor del desarrollo local; compras que no son fáciles de reducir como es el caso de semillas certificadas, SFT, combustibles fósiles y pajillas de semen; sin embargo, estratégicamente corresponde reducir ese CI ya que involucra independencia tecnológica y seguridad alimentaria.

Otra perspectiva de la importancia del VA del producto queso es el multiplicador (Cuadro 28). El modelo insumo – producto (I/O) posibilita analizar el impacto de la actividad dentro de la economía regional (Cabrera *et al.* 2008). El incremento de un nuevo sol en la demanda de queso tiene alta capacidad de arrastre directo de los sectores ligados a él. El multiplicador mayor a 2.3 indica que la producción de queso dinamiza el mercado de la leche y ésta a su vez el mercado de pastos y forrajes y también el de semillas y otros productos en un monto mayor a 1.3 nuevos soles por kilogramo de queso. El multiplicador muestra que el sector agrario es altamente inclusivo, intensivo en mano de obra; por tanto, altamente rentable socialmente ya que es generadora de autoempleo con poco capital. En este escenario, el MINAGRI (2017) identificó que el coeficiente técnico de la leche fresca es 36.1 por ciento. Eso significa que la industria láctea del Perú, por cada 100 nuevos soles de venta de sus productos procesados (queso, yogurt y leche) retribuyen sólo 36.1 nuevos soles a sus proveedores, apropiándose para sí el 63.9 por ciento del VBP, altamente beneficiosa para el oligopolio en perjuicio de los productores primarios.

Por lo anterior, consideramos que el análisis rentista simple de beneficio – costo, castrado y limitado a ingreso y gasto, es inapropiado y torpe porque ha llevado a algunos señalar que la actividad no es rentable (Sanchez 2012). Falso, la actividad es rentable, dado el costo de oportunidad de la mano de obra. Por ello, los productores persisten en la actividad, no son tontos, ya habrían emigrado y abandonado completamente el negocio. Obviamente, la actividad no es muy rentable y el reto técnico y económico es, justamente, hacerla mucho más rentable.

Cuadro 28. Multiplicador del producto final queso tipo paria según cadena de valor y ámbito geográfico

	Ácora	Platería	Huata	Taraco	Unidad
Precio de un kilogramo de queso	13.2	12.0	14.0	12.7	soles
Demanda de leche y otros insumos para queso	9.6	10.1	10.2	9.4	soles
Demanda de pastos y forrajes cultivados para leche	5.9	5.8	5.8	5.9	soles
Demanda de semillas y otros insumos para forrajes	2.4	2.9	2.1	4.1	soles
Multiplicador de insumo – producto	2.4	2.6	2.3	2.5	

4.8.2. Síntesis de la HC del producto queso tipo paria

En el presente ítem se agregan las emisiones de GEI de la cadena de valor en términos de CO₂eq por kilogramo de producto queso. Previamente, en el Cuadro 29 se muestra la HC del producto intermedio leche para fines de comparación. Los resultados muestran que la leche tiene una HC alrededor de un kg de CO₂eq por kilogramo de leche, la HC más alta corresponde a Platería y la más baja a Taraco. Los mayores contribuyentes a la HC son el CH₄ en primer lugar en el rango de 61.4 a 63.0 por ciento y el N₂O en el rango de 32.0 a 33.3 por ciento respecto al total de HC. Asimismo, la fase ganadera es la más contaminante por cuanto emite la mayor parte de los GEI, el doble de la fase agrícola. En la fase agrícola el N₂O es el mayor causante del impacto ambiental y en la fase ganadera el CH₄, por fermentación entérica.

Cuadro 29. HC de un kilogramo de producto leche fresca en unidades de CO₂eq por GEI, cadena de valor y planta de lácteos

Categoría	kg CO ₂ eq por kg de leche				Porcentaje			
	Acora	Platería	Huata	Taraco	Acora	Platería	Huata	Taraco
Dióxido de carbono (CO ₂)	0.054	0.055	0.050	0.051	5.4	5.0	4.8	5.3
Metano (CH ₄)	0.634	0.688	0.649	0.595	62.6	62.5	63.0	61.4
Óxido nitroso (N ₂ O)	0.324	0.358	0.331	0.322	32.0	32.6	32.2	33.3
HC leche: cuna a la puerta	1.013	1.101	1.030	0.969	100.0	100.0	100.0	100.0
Agrícola	0.334	0.363	0.334	0.328	33.0	33.0	32.4	33.9
Ganadera	0.679	0.738	0.696	0.640	67.0	67.0	67.6	66.1

Los resultados de HC del producto intermedio leche se encuentran dentro de lo encontrado en diversa literatura (Cuadro 30). Comparando resultados encontramos que la HC del producto leche está por debajo del sistema pastoril y menor al sistema agrícola mixto; pero, cercano al sistema convencional de España y Canadá. Además, la HC del producto leche es altamente variable, desde los sistemas modernos convencionales con HC bajos (0.88 kg de CO₂eq en Canadá) hasta los más altos (4.15 kg de CO₂eq en Colombia). Sin embargo, es necesario precisar que la comparación no es fácil por cuanto se trata de diferentes enfoques de modelado, softwares utilizados, supuestos asumidos, inclusión o no de cambios en el uso de la tierra, inclusión o no de remociones, formas de crianza y otros (Dalgard *et al.* 2014 y Flysjö 2012).

Cuadro 30. Comparativo de diferentes huellas de carbono del producto leche fresca

Kg de CO ₂ eq	Sistema ganadero	Ámbito	Autor
2.7	Pastizales	Global	FAO (2010)
1.8	Agrícolas mixtos	Global	FAO (2010)
1.196	Convencional	España	Bravo (2016)
1.47 - 2.16	Silvopastoril intensivo	Colombia	Rivera <i>et al.</i> (2015)
1.56 - 4.15	Convencional	Colombia	Rivera <i>et al.</i> (2015)
1.20	Convencional	Global	Aguirre <i>et al.</i> (2011)
0.88 – 1.15	Convencional	Canadá	Vergé <i>et al.</i> (2013)
1.0	Agrícolas mixtos	España	Mainar (2019)
0.99	Semi intensivos	Uruguay	Lizarralde (2013)
2,3	Semi intensivo	Chile	Mardones (2012)
1.20	Semi intensivo	España	Bravo (2016)
0.59	No especifica	Perú	Chávez y Meléndez (2016)
1.07	No especifica	Dinamarca	Dalgaard <i>et al.</i> (2014)
1.67	Tecnificada	Ecuador	Yunga (2020)
3.32	Convencional	Ecuador	Yunga (2020)
1.00	Pastoreo libre	Nueva Zelanda	Flysjö <i>et al.</i> (2011)
1.16	Alojamiento	Suecia	Flysjö <i>et al.</i> (2011)

La HC de los productos intermedios pastos y forrajes no son comparables con otros estudios por la diversidad en la alimentación del ganado. La alfalfa puede ser comparable pero no la avena forrajera cuyo éxito es muy particular en Puno. No obstante, lo que interesa es la cantidad de GEI del producto alfalfa + dactylis y avena forrajera como medio de alimentación animal. Por ello, los sistemas ganaderos más cercanos a nuestro ámbito, para fines de comparación, son los sistemas agrícolas mixtos y semi intensivo.

A continuación, en el Cuadro 31 se muestran los resultados de la HC del producto final queso, en términos de CO₂eq por kilogramo de producto final queso. En él se observa que la más alta HC se genera en Platería (10.96 kg CO₂eq) y la más baja en Taraco (9.41 kg CO₂eq). Desde el punto de vista de los GEI involucrados observamos que el mayor causante es el CH₄ seguido del N₂O, CO₂ y otros GEI no identificados. La prelación de GEI es concordante con lo encontrado en diferentes estudios (Batalla *et al.* 2015, Dalgaard *et al.* 2014). Respecto a cadena de valor se observa que la fase ganadera genera mayor HC, seguido de la agrícola

y la manufacturera. En cuanto GEI relevantes, se observa que la mayor preocupación en la agricultura es el N₂O en el rango del 83.5 (Ácora) al 85.0 por ciento (Huata), el CH₄ en la ganadería en el intervalo 92.9 al 93.4 por ciento; y, el CO₂ en la manufactura del queso.

Las mayores emisiones de la agricultura corresponden a N₂O y marginalmente al CO₂ (Cuadro 22). Las emisiones de N₂O, en orden de magnitud son indirectas, directas y del pastoreo. Las emisiones indirectas y del pastoreo corresponden esencialmente a la mayor cantidad de N excretado por los animales que, por menor productividad de leche, requieren mayor número de vacas para cubrir la demanda de leche de la planta. Las emisiones directas corresponden a los residuos de las cosechas y al estiércol utilizado en el cultivo de avena forrajera, no correspondió atribuir emisiones por otras fuentes directas ya que no es habitual la fertilización sintética nitrogenada, los cultivos fijadores de N ni la presencia de suelos orgánicos.

Al respecto, se conoce que las emisiones de N₂O atribuibles al manejo de estiércol requieren la presencia de nitritos y de nitratos en un entorno apropiado. Zamora (2013) indica que las mayores emisiones de N₂O provienen del estiércol manejado en sistemas líquidos o recolectados y almacenados en forma sólida; adicionalmente, Constantini *et al.* (2018) refieren que las mayores emisiones de N₂O por manejo del estiércol corresponden al sistema de manejo líquido. Estos puntos de vista divergen del IPCC (1996) al considerar un mayor FE a los sistemas almacenamiento sólido y praderas y pastizales respecto a los sistemas de tipo líquido, por tanto, menor impacto ambiental. Al margen de las divergencias teóricas, la práctica exige abordar apropiadamente el sistema de manejo del estiércol por su alta importancia en las emisiones de N₂O. Y, desde el punto de vista teórico, corresponde indagar mejor las causalidades en las emisiones de N₂O por gestión del estiércol.

En la fase ganadera, las mayores emisiones de GEI corresponden al CH₄ y marginalmente al N₂O (Cuadro 24). Las mayores emisiones de CH₄ corresponden a fermentación entérica y marginalmente a gestión del estiércol. Los resultados encontrados son concordantes con Beltrán *et al.* (2016) quienes encontraron que las emisiones de CH₄ por fermentación entérica constituyen el 99.6 por ciento y por manejo de estiércol 0.4 por ciento. Además, se conoce que, la fermentación entérica está relacionada, además del peso vivo del ganado, con su edad, desplazamiento diario, consumo de materia seca y calidad de la dieta. Al respecto, Alvarado *et al.* (2021), para ecosistemas de altura propios de los andes peruanos, encontraron

que el sistema de pastos cultivados genera menor CH_4 entérico por unidad de ingesta de alimento siendo indiferente los altibajos estacionales. Adicionalmente, Cambra *et al.* (2008) y Bart *et al.* (2008) consideran que generalmente hay correlación negativa entre digestibilidad de la dietas y emisión de CH_4 . En el caso de manejo de estiércol, en forma sólida o sobre pasturas y el suelo, la tendencia es a la descomposición aeróbica produciendo muy poco o nada de metano (Zamora 2013). Por tanto, los esfuerzos por reducir las emisiones de CH_4 en la fase ganadera deben centrarse en la fermentación entérica y marginalmente en el manejo del estiércol. Por ello, además, es entendible que la mayor parte de los estudios esté más inclinada a la fermentación entérica que al manejo del estiércol.

Sin embargo, la situación no es simple, si bien el sistema de manejo del estiércol es poco importante en cuanto a emisiones de CH_4 , la situación cambia radicalmente en cuanto a emisiones de N_2O ya que el total de emisiones de esta fase provienen exclusivamente de cómo se maneja el estiércol.

Respecto al rol de la orina sobre los pastizales se tienen dos estudios en ecosistemas comparables a nuestro ámbito, se trata de estudios para ganadería lechera en la cooperativa agraria San Francisco de Chichasuri, sobre los 4105 msnm, en el departamento de Junín. García (2019) considera que las emisiones de N_2O por deposición indiscriminada de orina de los animales sobre los suelos puede incrementarse hasta en 4.6 veces respecto a sin orina. Para la época seca, Chuquisupa (2019) concluye que el flujo de emisiones de $\text{N-N}_2\text{O}/\text{m}^2$ fue 2.16 veces mayor con la aplicación de orina. Es que las emisiones por la deposición de orines sobre los pastizales dependen de la temperatura, la densidad y humedad del suelo, lo que condiciona la velocidad de nitrificación del N contenido en la orina; sin embargo, indican, no se conocen mediciones de N_2O sobre las otras formas de emisión en sistemas lecheros, como ser: emisiones directas (fertilización, residuos de cosecha y cultivos fijadores de N), del pastoreo e indirectas (deposición atmosférica y lixiviación). Por tanto, controlar esta variable ayuda a reducir el impacto ambiental por esta fuente ya que, en nuestro caso, el íntegro de emisiones de N_2O corresponden al N excretado en la modalidad de praderas y pastizales.

En la fase de manufacturera del queso, las mayores emisiones de GEI le corresponden al CO_2 , le siguen otros GEI y marginalmente CH_4 y N_2O (Cuadro 26). Las emisiones de CO_2 corresponden mayormente a la combustión móvil y estacionaria en el acopio de leche y en

el procesamiento del queso respectivamente. La menor HC de Taraco (1.407 kg de CO₂eq), se explica en parte por la menor combustión de energía fósil en el acopio de leche dada la cercanía de los proveedores y el uso de vehículos más livianos al contrario de lo que ocurre en Ácora (2.607 kg de CO₂eq) donde hay mayor dispersión y distancia de los productores respecto a la planta de lácteos. Los otros GEI sin identificación específica, representan una fracción importante de la HC, entre 1.165 a 1.257 kg de CO₂eq y corresponden exclusivamente al conjunto diverso de insumos requeridos en la manufactura del queso. Si se excluye de este conjunto los GEI no priorizados para el sector agricultura por la FAO (2010) y la IDF (2015), la HC se reduciría sustantivamente²⁶. En este grupo de GEI sin identificación específica el agua potable es responsable de más del 93 por ciento del impacto, lo cual revela que los otros insumos contribuyen poco a la HC. Aparte, en el agua potable hay diversidad de calidades, costos y fuentes de aprovisionamiento por lo que las emisiones de GEI requiere ajuste con FE aplicables al contexto local.

Cuadro 31. HC de un kilogramo del producto final queso tipo paria según cadena de valor, GEI y planta productora de quesos

Categoría	kg CO ₂ eq por kg de queso				Porcentaje			
	Ácora	Platería	Huata	Taraco	Ácora	Platería	Huata	Taraco
Dióxido de carbono (CO ₂)	1.823	1.140	0.601	0.575	17.3	10.4	6.0	6.1
Metano (CH ₄)	5.002	5.636	5.385	4.927	47.5	51.4	54.0	52.3
Óxido nitroso (N ₂ O)	2.550	2.931	2.751	2.671	24.2	26.7	27.6	28.4
Otros GEI	1.165	1.257	1.242	1.239	11.1	11.5	12.4	13.2
HC producto queso	10.540	10.964	9.978	9.412	100.0	100.0	100.0	100.0
Agrícola: pastos y forrajes	2.614	2.957	2.768	2.715	24.8	27.0	27.7	28.8
Ganadera: leche	5.319	6.007	5.763	5.290	50.5	54.8	57.8	56.2
Manufactura: queso	2.607	2.000	1.448	1.407	24.7	18.2	14.5	14.9

En cuanto al suero, las emisiones de GEI se acotaron al suero salado por ser menos disponible para su aprovechamiento en otro proceso productivo, se le trató propiamente como residuo y se calcularon las correspondientes emisiones de GEI con la ecuación 17. Se encontró que el CH₄ es responsable del 72.9 por ciento del impacto ambiental por emisiones de GEI en Ácora, 71.6 en Platería, 71.0 en Huata y 71.1 en Taraco (Anexo 38); la diferencia,

²⁶ La IDF (2015) ha definido uno por ciento como umbral, por practicidad, para excluir flujos materiales o energéticos contribuyentes a las emisiones de GEI.

le corresponde al N₂O (Anexo 39). Respecto al suero dulce se le consideró como sub producto por ser más disponible para su aprovechamiento en otro proceso productivo como ser: crianza de cerdos y mezcla con el forraje en la crianza de vacunos en las granjas de los proveedores de leche y elaboración de yogurt en la planta de lácteos; por tanto, su evaluación corresponde a otro proceso productivo. Además, el valor de cambio del suero dulce es bajo porque los ganaderos desconocen las propiedades proteicas del residuo y las alternativas técnicas para un mejor aprovechamiento²⁷.

4.8.3. Comparación de HC relativas al producto queso tipo paria

El Cuadro 32 muestra las diversas HC del producto queso, para fines de comparación. El más bajo lo muestran Vergé *et al.* (2013) para Canadá con 5.3 kg de CO₂eq y el más alto Canellada (2017) para España con 10.2 kg de CO₂eq luego de descontar remociones en 8.8 kg de CO₂eq. Vergé *et al.* (2013) trabajaron con el enfoque del ACV, desde la cuna (producción agrícola) hasta la puerta de salida de las plantas de procesamiento de queso, con uso de la calculadora del Sistema Unificado de Industria Ganadera y Estimación de Emisiones de Cultivos (ULICEES) para la realidad de ganado Holstein en Canadá. Por su parte, Canellada (2017) también trabajó el enfoque del ACV del producto con el software SimaPRO encontrando emisiones por 19.8 kg de CO₂eq y remociones de 8.8 kg de CO₂eq por lo que, manifiesta, la emisión neta es de 10.2 kg de CO₂eq. La particularidad de su método es que calcula en forma explícita las remociones, lo que no ocurre en los cálculos de otros autores que pueden referirse exclusivamente a emisiones sin descontar remociones. En el caso de Bravo (2016) puede haber sobreestimación ya que incorpora otros GEI no priorizados para el sector agrario, como ser: SF₆, PFCs y HFCs.

No obstante, nuestros cálculos sugieren que la HC del queso es cercano a la HC del queso fresco estimado por Bravo (2016) en España y Suni (2018) para un queso similar fresco tipo paria en Arequipa. Además, nuestro HC es superior a los estimados por Aguirre *et al.* (2011) y Castro (2014) y muy superiores a Vergé *et al.* (2013).

²⁷ Los proveedores, algunas veces, prefieren elaborar su propio queso de forma artesanal antes que vender leche a precios que no les conviene. En la planta, un envase de 18 litros de suero dulce se “vende” a un sol a los proveedores que lo desean.

Cuadro 32. Comparativo de diferentes huellas de carbono del producto queso

Kg de CO ₂ eq	Tipo de queso	Ámbito	Autor
9.1526	Queso fresco	España	Bravo (2016)
11.8	Queso fresco	Perú	Suni (2018)
19.0	Queso madurado	España	Canellada (2017)
8.377	Queso cheddar	Global	Aguirre-Villegas <i>et al.</i> (2011)
5.3	Varios quesos	Canadá	Vergé <i>et al.</i> (2013)
8.788	Queso fresco	Argentina	Castro (2014)
11.46	Queso fresco	Perú	Gonzales (2018)

Sin embargo, la comparación de resultados con otros estudios tiene limitaciones ya que, además de ser pocos, encontramos las siguientes particularidades:

- Algunos asumen FE por defecto del IPCC; en cambio, otros, consideran los obtenidos para el país en particular.
- Hacen referencia generalmente a vacas Holstein y poco a Brown Swiss como fuente del insumo leche.
- Los diversos análisis están centrados esencialmente en el enfoque ACV y pocos siguen el procedimiento HC del IPCC.
- Los estudios muestran diferentes alcances, extensiones y análisis a lo que es o no controlable o atribuible a las unidades productivas agrícolas y pecuarias locales como ser la huella que dejan los insumos para la producción agrícola: fertilizantes, semillas, pesticidas, fungicidas y otros.
- Pueden incluir otros GEI distintos a CO₂, CH₄ y N₂O priorizados para el sector agricultura; por tanto, sobreestimación.
- El queso no es un producto homogéneo, hay quesos frescos y también madurados, el tipo paria es fresco y muy particular de Puno.

Adicionalmente, los estudios mayormente muestran emisiones de GEI, pocos incluyen remociones en la fase agrícola; además, no hay metodología comúnmente aceptada sobre secuestro de carbono (Batalla *et al.* 2015 y Salcedo 2020). En nuestro caso, las emisiones son netas, las remociones se consideraron de forma implícita por cuanto se consideró cambios netos cero en el uso de la tierra en los últimos 20 años, que las emisiones por

cosecha de pastos y forrajes se compensan con las remociones generadas por los mismos cultivos en la siguiente campaña agrícola según el IPCC (1996).

En cuanto a enfoques de modelado, la mayoría utilizó el ACV con la ayuda de un software, sin mostrar los FE utilizados, tampoco hay detalle de cómo se obtuvieron éstos, para qué contextos se recomienda su utilización ni la magnitud de los GEI específicos involucrados; además, las mediciones de N₂O del ACV no son apropiadas ni prácticas (Bentrup 2000); por tanto, los resultados son discutibles según la forma de inclusión del tipo de alimentación que requiere la crianza. Los sistemas de crianza están muy vinculados a los sistemas de alimentación del ganado, hay diferencias sustantivas en cuanto a intensidad de alimento concentrado o intensidad del pastoreo. En nuestro caso, los pastos y forrajes cultivados no requieren fertilización nitrogenada ni es usual los concentrados en la alimentación, razón por la cual las emisiones de N₂O son bajas.

4.8.4. Rentabilidad ambiental del producto queso tipo paria

En el presente ítem se integra en uno los indicadores de VA y HC del producto queso y se discute cómo mejorarlo: a ese indicador se le denominó rentabilidad ambiental (Cuadro 33). Se conceptúa a la rentabilidad ambiental como la relación entre el VA y la HC, análoga a beneficio – efectividad por cuanto valora los ingresos de la actividad económica (en términos de VA, entendido como beneficio) respecto al impacto ambiental de esa actividad (en términos de HC, entendido como eficiencia, eficacia y efectividad). Por tanto, se discute cómo incrementar el VA, por un lado, y cómo reducir la HC del producto, por otro lado. Así, se considera que la relación VA/HC es mejor cuanto más elevada es su valor absoluto.

Las mejores rentabilidades ambientales se dan en Huata y en la fase agrícola desde la óptica del ámbito de producción y la cadena de valor; y, en oposición, las peores rentabilidades se perciben en Platería y en la fase ganadera. Eso significa que debemos centrar nuestra atención en la identificación de las causas de tales resultados a efectos de mejora y sostenibilidad.

Para mejorar los indicadores de rentabilidad ambiental se requiere ser más eficientes en términos económicos y ambientales. La eficiencia económica significa maximización de la utilidad, dado una restricción de ingresos (primal) o minimización de costos dado un nivel de utilidad (dual). La eficiencia ambiental, requiere también reducir el desperdicio, la

dispersión de la materia, la degradación de la energía, la irreversibilidad y la entropía (Georgescu 1996). La eficiencia en general implica obtener mayor nivel de producto por unidad de insumo, mayor productividad con menor impacto ambiental. Por tanto, la eficiencia económica no debería discrepar de lo ambiental si se entiende que el costo económico es mucho más que gasto y costo de oportunidad, que el VA en esencia es bienestar, más amplio que solo ingreso monetario. Por tanto, la búsqueda de crecimiento económico implica también reconocer que hay crecimiento no económico, que toda actividad económica genera impacto ambiental negativo; y, lo que corresponde es minimizar dicho impacto.

Cuadro 33. Rentabilidad ambiental de un kilogramo de producto queso en términos de VA respecto a HC, eslabón de la cadena de valor y ámbito

Eslabones de la cadena de valor	Nuevos soles /kg CO ₂ eq			
	Ácora	Platería	Huata	Taraco
Fase agrícola: pastos y forrajes	1.59	1.36	1.49	1.52
Fase ganadera: leche fresca	0.61	0.61	0.67	0.59
Fase manufactura: queso fresco	1.27	0.80	2.44	2.17
Ratio VA/HC producto queso	1.01	0.85	1.15	1.09
VA total	10.68	9.30	11.51	10.31
HC total	10.54	10.96	9.98	9.41
Precio del queso	13.21	12.00	14.00	12.73

Pero, la eficiencia se expresa y se mide en la productividad. Por ello, en el Cuadro 34 se resumen las principales productividades vinculadas a la producción del queso, que explican en parte los resultados de rentabilidad ambiental.

En la fase agrícola (Cuadro 34), la avena forrajera y la alfalfa constituyen los principales cultivos con mayor impacto en el ámbito (Vilca 2010). Las productividades de estos cultivos son similares pero bajas porque son cultivos de secano, corresponden mayormente a ecosistemas de puna húmeda (Cuesta *et al.* 2009) y tecnología intermedia (Mamani 2016). Sin embargo, en cada ámbito hay diferencias en cuanto a dotación de recursos y disponibilidad de pastos naturales, mucho más frescos en Taraco por su mayor humedad y cercanía al lago Titicaca. Eso explica, en parte, las diferencias de rentabilidad ambiental

agrícola (Cuadro 33): diferentes raciones para las vacas, mayores proporciones de pastos naturales respecto a pastos y forrajes cultivados en Platería y Huata y menores en Ácora y Taraco; por tanto, diferentes cantidades de vacas involucradas en la producción de leche por unidad de producto.

Cuadro 34. Productividad de las unidades de producción vinculadas a la producción de queso tipo paria en cada ámbito

	Ácora	Platería	Huata	Taraco	Unidad
Fase agrícola					
Materia verde alfalfa + dactylis por año	20,000	20,000	20,000	20,000	kilo
Materia verde avena por año	23,000	23,000	23,000	23,000	kilo
Fase ganadera					
Prod. de leche en tercer mes de tercera lactancia	13.0	10.5	12.5	13.8	kilo
Proporción de alfalfa + dactylis en la dieta habitual	25	18	23	25	por ciento
Proporción de avena forrajera en la dieta habitual	40	35	34	40	por ciento
Peso vivo promedio en periodo productivo	411.1	388.9	422.2	444.4	kilo
Fase manufacturera					
Cantidad de queso diario por unidad productiva	217.00	98.25	700.00	36.30	kilo
Cantidad de leche requerida por kg de queso	7.83	8.14	8.29	8.26	kilo
Consumo de energía por combustión	0.19	0.09	0.02	0.02	kg CO ₂ eq

Las emisiones de GEI atribuidos a los suelos agrícolas corresponden esencialmente al N₂O debido al estiércol animal (MINAM 2010). El agua se contamina por estiércol y orines del ganado vía escurrimiento, infiltración y percolación en los galpones no protegidos y en las áreas de pastoreo; pero, también genera beneficios ya que contiene N y P (Pinos *et al.* (2012). Al respecto, la FAO (2010) concluye que los sistemas de pastizales emiten más GEI por kg de leche corregida con grasa y proteína (FPCM) en comparación a los sistemas mixtos. El valor estimado por la FAO para pastizales es de 2,7 kg de CO₂eq por kg de FPCM y en sistemas agrícolas mixtos es 1,8 kg de CO₂eq por kg de FPCM.

En la fase ganadera, la mayor productividad se observa en Taraco con 13.8 kilos en el tercer mes de la tercera lactancia (Cuadro 34), seguida de Ácora, Huata y Platería. El mayor nivel tecnológico en Taraco es resultado la mayor experiencia de los productores en cuanto a manejo de animales mejorados, cultivo de pastos y forrajes y dosificación alimentaria, además de localizarse en zona más húmeda. A la inversa, el menor nivel tecnológico se percibe en Platería por su reciente incorporación a la crianza de vacas lecheras, menor nivel

de “mejoramiento” del ganado y menores proporciones de pastos y forrajes cultivados en la alimentación del ganado.

Asimismo, en todos los ámbitos se observa menores rentabilidades ambientales debido esencialmente a la HC, principalmente a causa del CH₄ como fermentación entérica por menor digestibilidad y calidad proteica de los pastos naturales que constituyen parte de la dieta del ganado, además de la temperatura y el clima marcado del altiplano (frio y templado). La HC en Platería (6.007 kg de CO₂eq) expresa mayor ineficiencia en la provisión de alimentos para el ganado ya que en su ámbito hay mayor disponibilidad de pastos naturales (menos palatables) que pastos y forrajes cultivados; además, su menor experiencia en la crianza del ganado “mejorado”. Al contrario, las menores HC en la fase agrícola se dan en Ácora y Taraco lo que refleja mayor disponibilidad de pastos y forrajes cultivados, experiencia en la crianza del ganado “mejorado” y mejor alimentación para el ganado; por tanto, mayor productividad de leche. Al respecto, Vilca (2015) señala que las vacas suplementadas emiten menos, que las leguminosas pueden reducir las emisiones de CH₄ comparado con las gramíneas debido a sus menores concentraciones de fibra. Asimismo, las emisiones dependen esencialmente de la cantidad y calidad de alimento ingerido por las vacas (Cambra *et al.* 2008) e incluso de la época del año, lluviosa o seca (Alvarado 2018 y Medrano 2019).

En la fase de manufactura, se muestra el nivel de producción por día, la cantidad de leche requerida por kilogramo de queso y el consumo de energía en la combustión móvil; sin embargo, adicionalmente, la proporción de suero utilizada en nuevos productos debe ser objeto de monitoreo. Para un kilogramo de queso fresco se requiere más de 7.83 kilos. Al respecto, en el valle del Mantaro, Gamboa (2012) y Fuentes *et al.* (2014) informan que las empresas formales utilizan, en promedio, 7.44 litros de leche para la obtención de un kg de queso fresco. Así, en términos de costo energético e irreversibilidad la planta de Caritamaya en Ácora es la más eficiente del ámbito. En cuanto a energía por combustión móvil, el mayor consumo se percibe en Ácora debido a la mayor distancia recorrida diariamente en el acopio de leche. Otra parte de la eficiencia está vinculada a la sub utilización y el desperdicio del suero del queso. El impacto ambiental derivado del suero depende de cómo se convierte en subproducto y cuál es su destino final. El suero dulce es más disponible para su aprovechamiento en otro proceso productivo como ser: crianza de cerdos y preparación de alimentos para vacunos en las granjas de los proveedores de leche y eventualmente

elaboración de yogurt en las plantas de lácteos; por ello, el suero dulce constituye insumo para otros productos; en cambio, el suero salado es menos disponible para su aprovechamiento en otro proceso productivo.

4.9. REFLEXIONES PARA EL DISEÑO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Las políticas públicas que corresponden deben buscar mejorar la rentabilidad ambiental. Eso implica elevar el valor de numerador (VA), reducir el denominador (HC) o simultáneamente ambos.

4.9.1. Reflexiones generales para incrementar el VA y reducir la HC

Las políticas públicas, para que sean costo – efectivas deben ser impulsadas, implementadas, monitoreadas, evaluadas y realimentadas por el Estado desde el más alto al más bajo nivel, acompañado por un marco legal apropiado. Eso significa:

- Mejorar el marco constitucional y legislativo nacional para la producción agrícola en cuanto a: la protección de la producción nacional y el mercado interno ante la invasión de productos extranjeros subsidiados; priorizar la promoción de la producción local y el mercado interno buscando eficiencia productiva, equidad social, soberanía y seguridad alimentaria; y, agregar roles de promoción y extensión al MINAM y al MINAGRI para fortalecer el mercado interno preferentemente.
- Fortalecer el rol de los gobiernos regionales y locales en la promoción y el desarrollo local mediante normativas específicas (acuerdos y ordenanzas, regionales y municipales) y proyectos de inversión con rentabilidad privada, social y ambiental demostrables.

4.9.2. Reflexiones específicas para incrementar el VA

Dado que el VA total es bajo, aparte de discutir quién se lleva la mayor parte, y cómo redistribuirlo para mayor equidad, es más importante analizar cómo incrementar el numerador del índice de rentabilidad ambiental. Y esto es posible mediante dos vías: uno, internamente, reduciendo el CI ya que está entre 17.8 a 22.5 por ciento del VBP, vía sustitución de importaciones y reducción de compras extra locales; y, dos, externamente, accediendo a nuevos mercados, preferentemente nichos con mayor DAP.

Mejorar el numerador no es fácil porque el VA total está acotado por el precio, variable dependiente y externo a la producción. Por ello es importante que las unidades productivas del ámbito accedan a mercados con mayor ingreso económico y DAP, los cuales son también exigentes en cuanto a calidad, sólo así se puede beneficiar a la población involucrada en toda la cadena de valor y financiar de forma indirecta el impacto ambiental. Acceder a nuevos mercados requiere producción estándar, calidad y mayores volúmenes de producción. Homogenizar el producto queso no es fácil, es una preocupación constante de la Mesa de Lácteos Puno, pero no encuentra el suficiente eco en los participantes. La mayor parte de los productores visualizan el corto plazo y el ámbito local, por ello se empeñan en una guerra por un mercado pequeño y con productos cualitativamente diferentes; con eso sólo se logra reducir el precio del producto final queso en perjuicio de ellos mismos. La calidad puede mostrarse en organicidad, naturalidad e inocuidad del producto y percibirse en mejores atributos de olor, color, sabor y textura. Dado ese reto, puede ser ineludible ingresar en procesos de certificación y etiquetado orgánico, marca colectiva, denominación de origen, mercado justo y HC²⁸.

Para colocar el producto queso a mejor precio corresponde analizar el mercado. El MINAGRI (2017) considera que la elasticidad precio de la oferta de alimentos es generalmente inferior a uno, lo que indica rigidez de la producción; es decir, ante cambios en el precio de mercado la oferta reacciona lentamente porque se requiere un tiempo para adecuarse al ciclo biológico de los cultivos y las crianzas. Por otra parte, la demanda de alimentos también es inelástica ya que los cambios en el precio no afectan mucho a la cantidad demandada (Coltraín *et al.* 2000). Al respecto, Martínez (1998) hace referencia al consumo endosomático y exosomático típicos de la especie humana, señala que el primero está condicionado por razones biológicas y el segundo por razones culturales. Así, no hay mucho margen para consumir más alimentos por restricciones biológicas; pero sí, para consumir mejor, por razones culturales. En ese escenario, el reto es desplazar a los productos similares y sustitutos. Adicionalmente, Coltrain *et al.* (2000) señalan que se debe considerar las tendencias de las preferencias de los consumidores de alimentos en cuanto a conveniencia, etnicidad, adultez, calorías, frescura y naturalidad. Así, hay margen para

²⁸ Respecto a organicidad, se conoce que el costo de producción de leche orgánica es 10 por ciento mayor que el convencional y que, en el caso de Puno, es viable, pero de mayor riesgo (Olarte y Olarte 2013). En el mercado europeo un litro de leche orgánica está en 2.15 euros mientras que el convencional se aprecia en 0.70 euros (Toro y Madrid 2011). L

innovar el producto final queso con calidad y acceder a nichos de mercado exigentes, con mayores ingresos y DAP.

Mayores volúmenes de producción con mayor VA exige integración de las unidades productivas para mejor negociación. En el ámbito de estudio se percibe formas de integración vertical, la actividad agrícola no está separada del sector pecuario, ambos constituyen una sola unidad a cargo del mismo propietario o poseionario. La particularidad surge en la manufactura porque se percibe más alejada, en ella se diluye la propiedad, la posesión y el usufructo de acuerdo a la forma de organización (cooperativa, asociación, estatal y familiar) y transparencia en la gestión. En Ácora y Platería, por ejemplo, una parte de los trabajadores rota periódicamente, generando pertenencia e identidad, lo que no ocurre en Huata ni Taraco. Las formas de integración vertical y horizontal posibilitan transformación en origen, dinamismo económico, organizaciones de gran tamaño, acumulación de capital, sinergias productivas, bajos costos de transacción y economías de escala; pero, paralelamente, hay peligro de rigidez productiva y burocratización (Anlló *et al.* 2010 y Bragachini 2010).

Para evitar la rigidez productiva y la burocratización se requiere transparentar y mejorar la gestión. En Ácora, el problema principal de gestión es la transparencia, los socios no están plenamente identificados con su cooperativa, el cuadro directivo debe renovarse periódicamente. En Platería, la Municipalidad ha proyectado construir infraestructura nueva y adquirir más equipos; sin embargo, no han definido la forma organizativa más conveniente en términos de equidad y eficiencia, la Asociación de Productores de leche se ha limitado a la petición de cesión de uso, aprobado en la práctica, pero débil para fines de planeamiento a largo plazo. En Huata, la Municipalidad ha incrementado la capacidad instalada para acopiar leche de distritos colindantes, pero aún mantiene el sistema burocrático propio de la gestión estatal. En Taraco, la propiedad privada pura restringe la integración vertical por cuanto esta forma excluye y desincentiva a los agricultores y ganaderos cuando se pretende expansión y sostenibilidad del negocio. Las entidades gubernamentales y no gubernamentales como Sierra y selva exportadora, Tecnoleche, Care Perú y las municipalidades provinciales y distritales pueden y deben definir la forma organizativa más costo – efectiva y financiar los primeros cambios para fortalecer la integración vertical y horizontal.

Las formas asociativas logradas en el ámbito constituyen buen paso inicial de la integración vertical. Coltraín (2020) sugiere fortalecer la propiedad de los productores, agricultores y ganaderos en nuestro caso. Esto implica definir con mayor claridad la participación de los productores en la propiedad, la posesión, el usufructo y el dominio en las plantas queseras y en el negocio del queso. Los productores se deben empoderar, deben ser partícipes activos y no pasivos, comprometidos más que sólo involucrados. Por ello, se debe buscar mejor definición de la organización y luego avanzar a niveles superiores, que podría ser una central de cooperativas.

Una organización de nivel superior posibilitará aprovechar las particularidades territoriales de la región Puno para acceder con fuerza en mercados extra locales. Kraybill y Jhonson (1989) discuten esta alternativa al considerar la perspectiva territorial relativo a quién se beneficia con el VA; por tanto, desde la perspectiva territorial del desarrollo con inclusión corresponde incrementar la participación de los insumos locales para aumentar el valor autóctono incorporado en cada uno de los insumos y en el producto final.

4.9.3. Reflexiones específicas para reducir la HC del producto queso

Respecto al denominador, reducir la HC requiere eficiencia, reducir el desperdicio y la irreversibilidad en cada eslabón y actividad de la cadena de valor, lo cual está vinculado a la productividad (Cuadro 34).

En la fase agrícola, para fines de mejora, los suelos destinados a pastos y forrajes deben ser más productivos lo cual implica reposición de nutrientes con abonamiento orgánico, rotación de cultivos, asociación de especies, equilibrio de macronutrientes (N-P-K), riego y semillas de calidad. Se debe adoptar el principio de precaución como guía en la toma de decisiones (Georgescu 1996); por lo que, corresponde cuidado con las semillas transgénicas y la fertilización química nitrogenada.

Adicionalmente, en la fase agrícola se requiere:

- Diseñar paquete tecnológico sobre el mejor manejo del estiércol y la orina que se deposita en el galpón y sobre los pastizales.
- Promover el uso de fertilizantes naturales como la roca fosfórica molida y la cal (katawi) para reducir la acidez de los suelos.

- Hacer de los pastos cultivados complemento y no sustituto en la alimentación animal, previa investigación aplicada que valide el conocimiento popular acerca del nabo forrajero que es muy apetecido por las vacas y el layo (*trifolium amabile* HBK) que aporta N al ecosistema, es perenne y puede asociarse bien con la alfalfa.

En la fase ganadera, se requiere mejorar los indicadores por ser los más críticos: productividad lechera y menores emisiones de CH₄ por fermentación entérica. Incrementar la cantidad de leche por vaca requiere previamente: mejor ganado, buena alimentación y crianza. En cuanto a ganado el mejoramiento del ganado con Brown Swiss es el más viable, corresponde continuar; sin embargo, se debe considerar que las ganancias en productividad vía selección para producción deprimen la longevidad, la salud, la fertilidad y el bienestar de las vacas (Camargo (2012)). En cuanto a alimentación, se necesita mejorar la dieta con pastos y forrajes cultivados más palatables, conservación vía henificación y ensilado y que el productor prepare su propio alimento balanceado. Específicamente en Platería, corresponde incorporar en la dieta del ganado mayores proporciones de pasto y forraje cultivado vía mayor extensión del área cultivada y mejorar su productividad. Además, dado que hay restricciones del tamaño de propiedad sobre la tierra, particularmente en Taraco y Ácora, se requiere diversificar las actividades económicas para fines de pleno empleo de la mano de obra y complemento de ingresos.

En la fase de manufactura se requiere reducir las emisiones de CO₂ por combustión móvil y estacionaria. Respecto a combustión móvil se sugiere utilizar vehículos livianos con motores eficientes y rutas de menor esfuerzo en el proceso de acopio de leche. En la combustión estacionaria, se requiere reconversión de todo el proceso de manufactura hacia el uso de energía más amigable: solar por menor costo anual equivalente.

Adicionalmente, la cantidad de producto debe ampliarse porque todas las plantas tienen capacidad instalada ociosa para posibilitar eficiencia vía economías de escala, considerando que la producción está limitada por la disponibilidad del insumo leche y el tamaño del mercado local para el producto queso. Respecto al insumo leche, en el corto plazo, se puede extender el acopio de leche fresca en cada ámbito, incorporando más productores como socios en el negocio. En el largo plazo corresponde elevar la producción de leche por vaca y leche por hectárea. En la manufactura del queso hay que considerar que la productividad,

cantidades de insumo leche destinadas al producto leche, está condicionada por la composición y la calidad de la leche; por lo que, la estandarización del producto final queso involucra también calidad en el consumo intermedio (leche y alimentación del ganado).

El impacto ambiental del residuo suero de queso requiere abordarse, es altamente contaminante por su alto contenido de materia orgánica que, expresado como DBO (demanda biológica de oxígeno) está entre 30.000 y 50.000 mg/L y como DQO (demanda química de oxígeno) entre 60.000 y 80.000 (Araujo *et al.* 2013). En el distrito de Huata, respecto a la DBO se observó valores entre 50.650 y 69.200.00 mg/L, superiores al promedio nacional (Flores 2020). Sin embargo, este residuo contiene el 55 por ciento de los ingredientes de la leche, rico en lactosa, proteínas, materia grasa y sales minerales, útil para los sectores alimentario, cosmético y farmacéutico. Sólo en el rubro alimentario se pueden obtener concentrados, aislados e hidrolizados de proteína de suero (Ortega y Rebouillat 2013 y Araujo *et al.* 2013). En el suero está casi el 50 por ciento de las proteínas, aminoácidos y vitaminas (Teniza 2008).

Del suero de queso se puede obtener una infinidad de productos: ácidos orgánicos, productos de panadería, bebidas para deportistas, alcoholes, bebidas fermentadas, gomas, empaques biodegradables, sustancias inhibidoras de crecimiento, proteína unicelular, exopolisacáridos y concentrados proteicos (Araujo *et al.* 2013). Adicionalmente, hay tecnologías de ultrafiltración para concentrar proteínas, nanofiltración para recuperación de lactosa y operación adicional de secado para obtener productos en polvo que pueden sustituir rápidamente importaciones (Teniza 2008). Así, el asunto del suero de queso, es un problema ambiental pero también una oportunidad de negocio y de agregación de valor. Aquí corresponde identificar coproductos vinculados al queso y sobre ellos hacer evaluación privada, social y ambiental para nuevas inversiones.

V. CONCLUSIONES

1. El presente estudio determinó la HC del producto queso fresco tipo paria en cuatro plantas de la zona lago de la cuenca del lago Titicaca, bajo un enfoque de cadena de valor. El estudio incluyó la evaluación de tres eslabones y tres fuentes de emisión de GEI; para lo cual se vinculó el VA con la HC mediante un indicador de rentabilidad ambiental, en términos de nuevos soles de VA por kg de CO₂ eq de queso. Se encontró que la mejor rentabilidad ambiental se da en la planta de Huata (1.15) debido a un mayor precio de colocación; y, la menor rentabilidad en Platería (0.85) por su menor precio de colocación y baja efectividad en toda la cadena de valor.
2. En el análisis de la cadena de valor, se encontró un VA total bajo, con rango de 9.30 (Platería) a 11.51 (Huata) nuevos soles por kg. de producto, principalmente debido a limitaciones tecnológicas, de integración vertical y territorial circunscritas al mercado local. Del porcentaje total del VA, más del 35.8 por ciento del VA se genera en la fase agrícola y, al menos, el 72.4 por ciento está vinculado al factor trabajo. La relación proveedores de leche – queseros requiere mejor integración. Además, se puede apreciar lo siguiente:
 - a. La actividad agrícola genera VA a partir de los cultivos alfalfa + dactylis y avena forrajera, aunque sin el uso de fertilización química nitrogenada. La producción está limitada por el tamaño de la propiedad, la estacionalidad de lluvias, el sub empleo de la mano de obra y escaso uso de maquinaria agrícola.
 - b. En la actividad ganadera, la leche es la mayor fuente de VA. Más del 90 por ciento del producto se destina al queso en cada ámbito. Los ganaderos mejoran su ganado criollo con Brown Swiss; sin embargo, no llevan registros y se vinculan al mercado principalmente para acceder a servicios de inseminación artificial y sanidad animal.
 - c. En el proceso de manufactura del queso, más del 64.5 por ciento del VA corresponde al factor trabajo. Se observa además que la leche fresca del entorno cubre íntegramente la demanda de las plantas, hay subutilización y disposición inapropiada del suero; y, el producto queso se vende en planta a los acopiadores.

3. En el análisis de la HC, se encontró que la fase ganadera genera más del 50.5 por ciento del impacto ambiental con emisiones de 9.41 (Taraco) a 10.96 (Platería) kg de CO₂eq por kilogramo de producto queso, siendo más del 47.5 por ciento de ellas correspondientes a emisiones de CH₄. Además, se aprecia lo siguiente:
 - a. En la actividad agrícola, más del 83.5 por ciento de la HC corresponde al N₂O proveniente de los suelos agrícolas, seguido de CO₂ y CH₄ por combustión móvil.
 - b. En la actividad ganadera, más del 92.5 por ciento de la HC corresponde al CH₄, seguido de N₂O. Las emisiones de CH₄ corresponden a procesos de fermentación entérica y marginalmente al sistema de gestión del estiércol, condicionado por el sistema de alimentación de las vacas.
 - c. En el proceso de manufactura del queso, las emisiones de GEI corresponden mayormente a emisiones de CO₂, seguido marginalmente de CH₄ y N₂O atribuibles al producto queso y la disposición inapropiada del suero.

VI. RECOMENDACIONES

1. Respecto a la conclusión general, se recomienda establecer acciones orientadas a mejorar, de forma sostenible, la rentabilidad ambiental de la producción del queso tipo paria en el ámbito de cada planta productora de quesos de la zona lago de la cuenca del Titicaca, mediante el incremento del valor agregado local y la reducción de la HC del producto en toda la cadena de valor.
2. Respecto a la conclusión sobre VA, se recomienda promover el acceso del producto queso paria a mercados extra locales, mediante la elaboración de un producto estandarizado, diferenciado y certificado (inocuidad, marca colectiva, denominación de origen, trazabilidad, precio justo y HC), desarrollado de forma asociativa (preferentemente cooperativa y central cooperativa); lo cual permitirá el fortalecimiento de la integración vertical y horizontal de los productores e incrementar, a su vez, el valor agregado local. Adicionalmente, se sugiere:
 - a. Optimizar la producción del cultivo de alfalfa y avena forrajera con riego tecnificado, asociación y rotación de cultivos, abonamiento orgánico y semillas certificadas, preferentemente de origen local.
 - b. Mejorar las capacidades de los ganaderos en cuanto a crianza de vacas, dieta de calidad, conservación de pastos y forrajes y registro simple y verificable de índices productivos y reproductivos.
 - c. Mejorar las prácticas de control de calidad del insumo leche, asegurando su inocuidad. Asimismo, mejorar la gestión del residuo suero, para evitar un incremento de la contaminación ambiental.
3. Respecto a la conclusión sobre HC, se recomienda implementar estrategias que permitan lograr emisiones netas cero a largo plazo, tales como:
 - a. Incorporar prácticas agrícolas como la diversificación de pastos, asociación y rotación de cultivos, descanso de suelos, extensión de la cubierta forestal y arbustiva; y, uso de fertilizantes orgánicos y minerales de origen local, que posibiliten la captura de N de la atmósfera y el control del N excedente que suele convertirse en N₂O.

- b. Continuar la crianza de vacas “mejoradas”, cruzando el ganado criollo local con ganado Brown Swiss; por su mejor adaptación a zonas altoandinas con respecto a otras razas lecheras especializadas. Asimismo, emplear dietas más palatables y nutritivas, galpones confortables y mejor disposición del estiércol y orines; las cuales, a su vez de incrementar la productividad, promueven la reducción de GEI.
- c. Reestructurar la manufactura del queso, mediante el acopio de leche con vehículos livianos, motores eficientes y rutas de menor esfuerzo. De la misma manera, implementar el uso de energía solar en el proceso de pasteurización de la leche y mejorar la gestión del residuo suero.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, H.; Kraatz, S. 2011; Milani, F.; Newenhouse, A.; Passos-Fonseca, T.; Reinemann, D. Understand the carbon footprint of cheese. Sustainable Cheese Production. 28 p. Disponible en: www.uwex.edu/ces/cty
- Alvarado Bolovich, VI. 2018. Emisión de metano entérico de vacas en lactación con pastos cultivados en zona altoandina - estación lluviosa y seca. Tesis Magíster Scientiae en Nutrición, Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria la Molina. 90 p.
- Alvarado, VI; Medrano, J; Haro, J; Castro, J; Dickhoefer, U; Gómez, C. 2021. Enteric methane emissions from lactating dairy cows grazing cultivated and native pastures in the high Andes of Peru. Journal Elsevier, Livestock Science 243 (2021) 104385.
- Andía C.W. y Argote Q.G. 2006. Guía práctica de pastos cultivados. Instalación, producción y manejo. Edición del REDESA – INIA y CARE, con apoyo de USAID.
- Andina 2019. Los mejores quesos madurados provienen de Arequipa, Puno y Cajamarca. Lima, Perú, 19 noviembre 2013. Disponible en <http://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=483163>
- Andrade, M. F. (Ed.) 2018. Climate and extreme events from the Central Altiplano of Peru and Bolivia 1981-2010. La Paz, Bolivia. Imprenta A.G. Carrasco. 188 p. DOI: 10.4480/GB2018.N01.
- Anlló, G; Bisang, R; Salvatierra, G; Lódola, A; Brigo, R; Morra, F. 2010. Cambios estructurales en las actividades agropecuarias. De lo primario a las cadenas globales de valor. Consultoría de la CEPAL en Buenos Aires. Santiago de Chile, Chile.
- Apaza, H. Y.; Loza, M. MG; Rojas, P. A.; Achu, N. C. 2016. Determination the behavior of the curve lactation Mestizo and dairy cattle Altiplano of the Province Omasuyos Department of La Paz-Bolivia. Artículo de investigación de la Official Journal of The Selva Andina Research Society 2016 3(2): 77-86.

- Araujo G. V; Monsalve C. LM; Quintero T. AL. 2013. Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, Volumen 4, Número 2, julio-diciembre de 2013. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Valledupar, César, Colombia.
- Argote Q. G. 2007. Labranza mínima y siembra directa de trébol blanco en praderas nativas. Boletín 3 del Instituto Nacional de Investigación Agraria de la Estación Experimental Agraria Illpa – Puno. Puno, Perú, s.e.: 27 p.
- Ávalos Quispe, L. 2015. Suplementación de concentrado fibroso con inclusión de heno de totora (*schoenoplectus tatora*) en la alimentación de vacas lecheras al pastoreo. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 64 p.
- Bartl, K; Gómez CA; Aufdermauer, T; Garcia, M; Kreuzer, M; Hess, HD; Wettstein, HR. 2008. Effect of diet type on performance and metabolic traits of Peruvian local and introduced cow types kept at 200 and 3,600 m of altitude. *Livestock Production Science*.122, 30-38.
- Bascón D. 2011. Estudio de la HC del Producto/Servicio. Documento elaborado por la Oficina Comercial de ProChile en Berlín. Noviembre 2011. Disponible en www.prochile.cl
- Batalla, I; Trydeman K. M; Mogensen, L; del Hierro O; Pinto M; Hermansen JE. 2015. Carbon footprint of milk from sheep farming systems in Northern Spain including soil carbon sequestration in grasslands. *Journal of Cleaner Production* xxx (2015): 1-9.
- Beltrán, S. MA; Alvarez-Fuentes, G; Pinos-Rodríguez, JM; Contreras-Servín, C. 2016. Emisión de metano en los sistemas de producción de leche bovina en el valle San Luis Potosí, México. *Agrociencia* April 2016: 297-304. Disponible en <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2016/abr-may/art-3.pdf>.
- Benavente Paricahua, R. 2018. Evaluación de fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) urea y nitroshure en la producción de leche de vacas Brown Swiss estabulados – INIA ILLPA

- Puno. Tesis Ingeniero Agrónomo, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 78 p.
- Brentrup, F; Kiisters, J; Lammel J; Kuhlmann, H. 2000. Methods to Estimate On-Field Nitrogen Emissions from Crop Production as an Input to LCA Studies in the Agricultural Sector. Hydro Agri, Research Centre Hanninghof, Hanninghof 35, D-48249 Dfilmen, Germany. *Int. J. LCA* 5 (6): 349 – 357.
- Berra, G; Osacar, G. 2012. El costo de la reposición. *Sitio Argentino de Producción Animal. Producir* 2012 20(249): 48-52.
- Berger, B. L. 2011. Emisiones de óxido nitroso producidas por la actividad ganadera en el Uruguay en condiciones de pastoreo. Informe de pasantía, Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. 42 p.
- Bonilla, C. JA; Lemus, F. C. 2012. Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 3 (2): 215-246. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v3n2/v3n2a6.pdf>.
- Bravo Fernández, E. 2016. Estudio de la huella de carbono de organización de una industria quesera y su proveedor lácteo mediante la norma ISO 14.064-1 en el año 2015. Tesis Mg. Valladolid, España, Universidad de Valladolid. 51 p.
- Bragachini, M. 2010. VA a la producción ganadera. Nuevos paradigmas para los sistemas productivos agropecuarios. Agregar valor en origen. *Memorias del X Congreso Nacional de Producción Porcina*, Mendoza, Argentina, 2010 páginas del 49 al 66. 18p.
- BSI (British Standards Institution). 2011. *The Guide to PAS 2050: 2011. How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain.* London W4 4AL. 74 p.
- Bueno Cabrera, WA. 2018. Índices productivos y reproductivos en vacunos Brown Swiss, Jersey y Holstein en altura - Cooperativa Atahualpa Jerusalén, Cajamarca 1999 – 2013. Tesis Magister Scientiae, Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 182 p.

- Bustamante, C. 2006. El lazarillo de ciegos caminantes desde Buenos Aires, hasta Lima (en línea). Biblioteca virtual universal. 169 p. Disponible en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/132560.pdf>.
- Cabrera, V. E; Hagevoort, R; Solís, D; Kirksey, D; Diemer J. A. 2008. Economic Impact of Milk Production in the State of New Mexico. American Dairy Science Association, Journal of Dairy Science Vol. 91 No. 5, 2008.
- Camargo, O. 2012. La vaca lechera: entre la eficiencia económica y la ineficiencia biológica. Revisión bibliográfica. Arch. Zootec. 61 (R): 13-29. 2012. Archivos de zootecnia, vol. 60 (R), p. 14.
- Cambra, M; García, P; Estellés F; Torres, A. 2008. Estimation of emissions from ruminants in Spain: the methane conversion factor. Arch. Zootec. 57 (R): 89-101. 2008.
- Canellada Barbón, F. 2017. Análisis de ciclo de vida y huella de carbono de una quesería tradicional asturiana. Tesis Mg. Oviedo, España, Universidad de Oviedo. 91 p.
- Carmona, JC; Bolívar, DM; Giraldo, LA. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Revista colombiana de ciencias pecuarias 18 (1): 49-63. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v18n1/v18n1a06.pdf>.
- Carrero, B. I. 2011. Productos con etiquetado social y ambiental: un estudio comparativo en distribuidores españoles y británicos. Universidad Pontificia. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/249992142>.
- Castellano, A; Goizueta, ME. 2015: Dimensiones conceptuales en torno al VA agroalimentario y agroindustrial. Artículo de la Asociación Argentina de Economía Agraria.
- Castro, R. R; Mokate, K. M. 2013. Evaluación Económica y Social de proyectos de Inversión. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia. 362 p.
- Castro Seltzer, AL. 2014. Estimación de la huella de carbono en la producción de queso fresco para la eco-región pampeana, Argentina. Tesina Ing. La Pampa, Argentina, Universidad Nacional de la Pampa. 51 p.

- Chávez, L. JS; Meléndez, A. PY. 2016. Huella de carbono parcial de un kilo de leche pasteurizada de la planta piloto de leche de la UNALM. Trabajo de titulación Biólogo, Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 93 p.
- Coltraín, D; Barton, D; Boland, M. 2000. Values Added: Opportunities and strategies. Arthur Capper Cooperative Center. Department of Agricultural Economics Cooperative Extension Service, Kansas State University 18 p.
- Condori Cusi, R. 2002. Impacto ambiental por presión demográfica en la cuenca del Lago Titicaca. Tesis Mg. Cochabamba, Bolivia, Universidad Mayor de San Simón. 162 p.
- Costantini, A; Perez, MG; Busto, M; González, F; Cosentino, V; Romaniuk, R; Taboada, MA. 2018. Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. Revista Ciencia e Investigación, tomo 68 N° 5 – 2018.
- Cuesta F. JC; Navarro, G; Barrena, V; Cabrera, E; Chacón M. E, Ferreira, W; Peralvo, M; Saito, J; Tovar, A. 2009. Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL. Lima, Perú.
- Crosson P., Shalloo L., O'Brien D., Lanigan G.J., Foley P.A., Boland T.M., Kenny D.A., 2011. A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and dairy cattle production systems. *Animal Feed Science and Technology*. Journal homepage: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840111001209>
- Dachraoui, M. 2015. Comparación de diferentes modelos de predicción de emisión de gases de efecto invernadero por vacas lecheras alimentadas con dietas basadas en ensilado de raigrás italiano o ensilado de haba y colza forrajera. Tesis Mg. Zaragoza, España, Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. 104 p. Disponible en <http://zaguan.unizar.es/record/31631/files/TAZ-TFM-2015-494.pdf>.
- Dalgaard, R; Schmidt, J; Flysjö, A. Generic model for calculating carbon footprint of milk using four different LCA modelling approaches. *Journal of Cleaner Production* xxx (2014): 1-8.

- Diario La República. 2015. Quesos de Puno tendrán denominación “Paria”. Lima, Perú, 20 agosto 2015. Disponible en <https://larepublica.pe/sociedad/578289-quesos-de-puno-tendran-denominacion-paria>.
- Diario La República. 2017. Producción de queso es alta en Puno, pero es informal. Lima, Perú, 13 julio 2017. Disponible en <https://larepublica.pe/sociedad/1060883-produccion-de-queso-es-alta-en-puno-pero-es-informal>.
- Durand Aguilar, MJ. 2014. Comportamiento productivo de alfalfa (medicago sativa L.) en cultivo puro y asociado con gramíneas forrajeras en el CIP – Camacani. Tesis Ingeniero Agrónomo, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 90 p.
- Estofanero Hallasi, JO. 2015. Seroprevalencia del virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina en la comunidad de Huancollusco del distrito de Taraco Huancané. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 55 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization on the United Nations, Italy) Animal Production and Health Division. 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment. Rome, Italy, s.e. 98 p. Disponible en: http://www.foodsec.org/docs/GAUL_DISCLAIMER.pdf.
- Fernández N. J. 1870. Los peruanos ante sus autoridades y el sacrosanto concilio ecuménico de Roma Arequipa: en el estudio del Author by T.C. (en línea). Londres, Inglaterra. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ekRTAAAacAAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Jos%C3%A9+Fern%C3%A1ndez+Nodal%22&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjG9p2xkqHiAhXMo1kKHWZhDhUQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>.
- Flysjö, A; Henriksson, M; Cederberg Ch; Ledgard S; Englund, JE. 2011. The impact of various parameters on the carbon footprint of milk production in New Zealand and Sweden. *Agricultural Systems* 104 (2011): 459–469.
- Flysjö, A. 2012. Greenhouse gas emissions in milk and dairy product chains. Improving the carbon footprint of dairy products. PhD Thesis Science and Technology, Aarhus, Dinamarca, Aarhus University. 165 p.

- Flores Arizaca, A. 2020. Estimación de efluentes líquidos producidos en el procesamiento de queso en la región Puno. *Revista Científica I+D Aswan Science* 2020, 1(1): 1. IEST Ayaviri, *Revista Científica I+D Aswan Science* 2020, 1(1): 1.
- Fuentes, N. E., Faure G., Cortijo E., De Nys E., Bogue J., Gómez C., Mercado W., Gamboa C., Le Gal P.Y. 2014. The impacts of differentiated markets on the relationship between dairy processors and smallholder farmers in the Peruvian Andes. Disponible en www.elsevier.com/locate/agsy.
- Fundación Pública Andaluza. 2015. Cadena de valor. Catálogo de la Consejería de economía y crecimiento (en línea). Consultado 14 jul 2018. Disponible en <https://es.slideshare.net/josemanuelarroyoquero/cadena-de-valor-51935612>.
- Gamboa Barraza, CD 2012. Producción y comercialización de la leche en el valle del Mantaro, provincia de Concepción – Junín. Tesis Economista, Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 148 p.
- García García, L. 2019. Emisión de óxido nitroso en suelos de pasturas cultivadas en estación seca en ganadería lechera altoandina, Tesis Magister Scientiae en Ciencias Ambientales, Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 94 p.
- Gaudin, Y; Padilla P. R. 2020. Los intermediarios en cadenas de valor agropecuarias. Un análisis de la apropiación y generación de VA. Serie Estudios y perspectivas N°186, Sede subregional de la CEPAL en México.
- Georgescu R, N. 1996. La ley de la entropía y el proceso económico (en línea). Madrid, España. 260 p. Consultado el 26 oct. 2016. Disponible en <http://www.elsarbresdefahrenheit.net/documentos/obras/2401/ficheros/La ley de la Entropia y el proceso economico red.pdf>.
- Gonzales Salas, DP. 2019. Cálculo de la huella de carbono aplicando herramientas informáticas, Tesis Maestro en Ciencias: con mención en Seguridad y Medio Ambiente, Arequipa, Perú, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 152 p.
- Guillén, N.A. 2018. Unidad del mercado interior, normalización industrial, etiquetas ecológicas y sistemas de gestión. *Revista Aragonesa de Administración Pública*

(Zaragoza) XIX: 271-328. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6888455>.

IDF (International Dairy Federation, Belgium). 2015. A common carbon footprint approach for the dairy sector. The IDF guide to standard life cycle assessment methodology. Bulletin of the International Dairy Federation 479/2015. Brussels, Belgium, s.e. 70 P. Disponible en https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/09/Bulletin479-2015_A-common-carbon-footprint-approach-for-the-dairy-sector.CAT.pdf

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú). 2013. Perú: IV Censo Nacional Agropecuario 2012 – Sistema de consulta de cuadros estadísticos. Lima, Perú, s.e. Disponible en <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú). 2017. Resultados definitivos de los censos nacionales 2017 Puno. XII de población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Tomo XII. Lima, Perú, s.e. 1157 p.

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos, Reino Unido). 1996. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996. v4 Agricultura. Londres, Reino Unido, s.e. 67 p.

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos, Japón). 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Program, s.l., s.e. v4, cap. 10. 87 p.

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos, Suiza). 2014. Cambio climático 2014. Informe de síntesis: Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. s.e., Ginebra, Suiza. 157 p.

Kraybill, S. D; Johnson, T. G. 1989. Value-added activities as a rural development strategy Southern Journal of Agricultural Economics. July, 1989; in Agecon Search. Research in agricultural & Applied Economic Digital Library.

Lancaster, K. 2014. A new approach to consumer theory. Journal of Political Economy 74 (2): 132-15. Disponible en: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/259131?journalCode=jpe>.

- Lizarralde P, CA. 2013. Relación entre la huella de carbono y las prácticas de manejo en predios lecheros de Uruguay. Tesis Magíster en Ciencias Agrarias, Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. 67 p.
- Luque, V. JC. 2016. El gas metano y su relación con las actividades ganaderas de la provincia de Manabi, Ecuador. Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM 19 (37): 97-103. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/12959>.
- Mainar, FV. 2019. La huella de carbono de la producción de leche de vaca. Publicación de SERIDA. Revista El campo de Asturias. 40, 7.
- Mamani Miranda, L. 2009. Plan de desarrollo económico local del distrito de Samán 2009-2017. Trabajo académico Especialista, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 73 p.
- Mamani Paredes, Javier. 2016. Avena forrajera: rendimiento, valor nutricional, ventaja comparativa y competitiva en la región Puno. Tesis Doctoris Scientiae en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 290 p.
- Marca Choque, US. 2008. Producción láctea en vacunos criollos de la cuenca de Culca. Tesis Magíster Scientiae, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 130 p.
- Mardones Jara, LP. 2012. Estimación de la huella de carbono en un predio lechero semi intensivo del valle central regado de la provincia de Ñuble, región del Bío-Bío, Chile. Memoria de título de Médico Veterinario, Chillán, Chile, Universidad de Concepción. 2 p.
- Martínez, A. J. 1998. Curso de Economía Ecológica. 1 ed. México D.F. México. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. 132 p.
- Medrano Tinoco, JL 2019. Emisión de metano entérico de vacas en lactación en pastizales altoandinos en estación lluviosa y seca. Tesis Magister Scientiae en Nutrición, Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 86 p.

- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2017. Anuario Estadístico “Producción Pecuaria y Avícola 2017”: el Perú primero. s.l., s.e. 154 p. Disponible en <http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-produccion-pecuaria-2017-2611180.pdf>.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú); Viceministerio de Políticas Agrarias. 2017. Estudio de la Ganadería Lechera en el Perú. Análisis de su Estructura, Dinámica y Propuestas de Desarrollo. Lima – Perú.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2010. Huella de carbono del Ministerio del Ambiente (MINAM) Informe Final. Lima, Perú, s.e. 68 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2018. El Perú y el cambio climático: tercera comunicación nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Lima, Perú, s.e. 329 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú); Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. 2018. Inventario Nacional de Glaciares. Las cordilleras glaciares del Perú. Huaraz, Perú, s.e. 354 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2019. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2014 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010 y 2012. Lima, Perú, s.e. 317 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2021. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2016 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2012 y 2014. Lima, Perú, s.e. 478 p.
- Miranda Choque, F. 2008. Influencia del mejoramiento del piso forrajero en la producción de leche en vacunos en la microcuenca San José-Azángaro-Puno. Tesis Mg. Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 161 p.
- NNUU (Naciones Unidas, Japón). 1998. Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Kioto, Japón, s.e. 25 p.

- Nordhaus, WD. 2006. The "Stern review" on the economics of climate change. *Journal of Economic Literature*, American Economic Association 45 (3): 686-702, September. Disponible en <http://www.nber.org/papers/w12741>
- Oddone, N.; Padilla Pérez, R.; Antunes, B. 2014. Metodología del Proyecto CEPAL-GIZ para el diseño de estrategias de fortalecimiento de cadenas de valor (en línea). In *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial, metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica*. Santiago de Chile, Chile, cooperación alemana. p. 79-114. Consultado 19 jul 2018. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43176/S20131092_es.pdf.
- Oficina Comercial de ProChile en Berlín. 2011. Catálogo pro|CHILE (en línea). Berlín, Suiza. Consultado 11 set. 2018. Disponible en http://www.prochile.gob.cl/wp-content/files_mf/documento_11_28_11171243.pdf.
- Ojeda Gutiérrez, FV. 2017. Prevalencia de tuberculosis bovina en hatos lecheros del distrito de Taraco. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 64 p.
- Olarte, C. S; Olarte, D. C. 2013. La producción de leche orgánica en la región Puno: una alternativa de desarrollo sostenible. *Mundo Agrario* 13 (26). Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1515-59942013000100011.
- Ortega, R; Rebouilla, S. 2013. Bigger data open innovation: Potential applications of value-added products from milk and sustainable valorization of by-products from the dairy industry. Review. *Green Chemistry*. Cutting-edge research for a greenes sustainable future. Volume 1, Number 1, Jan 2013, Pages 1-100.
- Pacheco, B.; Paneque, A.; Collado, D.; Viñoles, R.; Capuz, S. 2017. Actitud de los consumidores frente a las etiquetas ambientales. 12th International. Conference Paper July 2008.
- Pandey D.; Agrawal M.; Pandey JS. 2010. Carbon footprint: current methods of estimation. Article in *Environmental Monitoring and Assessment* · July 2011 27 p. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/46289480>

- Pastrana, V.I.; Reza G.S.; Espinosa C.M.; Suárez, P.E; Díaz A.E. 2011. Efecto de la fertilización nitrogenada en la dinámica del óxido nitroso y metano en *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 12(2): 134-142.
- PCM (Presidencia del Consejo de Ministros, Perú); Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. 2019. Perú: información departamental, provincial y distrital de población que requiere atención adicional y devengado per cápita. Lima, Perú, s.e. 10 p.
- Pérez, E. R. 2011. El lado oscuro de la ganadería. *Problemas del Desarrollo Revista Latinoamericana de Economía* 39 (154): 217-227. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300011.
- Pinos, R. JM; García, L. JC; Peña, A. LY; Rendón, H. JA; Gonzáles, G. C; Tristán, P. F. 2012. Environmental regulations and impact of manure generated by livestock operations in some American countries. Publicado como Ensayo en *Agrociencia* 46: 359-370, 2012.
- Pinto, A. P. 2014. Lampa, la promesa lechera. *Revista Que Hacer* (194). Disponible en: <https://vlex.com.pe/vid/lampa-promesa-lechera-557920658>.
- Póveda E, E. 2013. Whey, generalities and potential use as source of calcium from high bioavailability. *Rev Chil Nutr* Vol. 40, N°4, diciembre 2013.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Kenya). 2000. Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Nairobi, Kenya, s.e. 41 p. Disponible en <http://www.unep.org/ozone>.
- Quiros, V.G. 2015. Determinación de la huella de carbono y utilización de energía solar en unidades productoras de leche como alternativa al cambio climático en la región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis Br. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 86 p.
- Quispe, C. J.; Apaza, Z. E.; Chambilla, C. P.; Sapana, V. R. 2014. Índices reproductivos y productivos en un hato de bovinos criollo del altiplano peruano. *Revista de investigación altoandina* 2014 16 (2): 49-56.

- Quispe, C. J.; Belizario, Q.C.; Apaza, Z. E.; Maquera, M. Z.; Quisocala, C. V. 2016. Desempeño productivo de vacunos Brown Swiss en el altiplano peruano. *Revista de investigación altoandina* 2016 18 (4): 411-422.
- Rivera, H. JE.; Chará, JD; Murgueitio, R. E.; Barahona, R. R. 2015. Estimación de la huella de carbono en sistemas silvopastoriles intensivos y convencionales para la producción de leche bovina en Colombia. In 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles – VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Conferencia, s.l. 6 p.
- Román, P. SI; Hernández M, JH. 2016. Producción y Medición de Metano (CH₄) en ganado bovino. Technical Report. *RevistaGanadero.com* julio / agosto (16): 184-193. Disponible en https://www.researchgate.net/.../308202349_Produccion_y_Medicion_de_Metano_CH4.
- Roque Díaz, RE. 2019. Quesos del altiplano. Periódico *El Eco de Puno* 2019, IV época / año CXXI (15540), Puno, Perú; dic, 2019: 1 p.
- Roque, D. R. 2013. Manual de costos de producción agropecuaria. 1era edición. Impreso en Gráfica General, Lima.
- Salcedo, G. 2020. Emisiones en la producción de forrajes de las explotaciones lecheras. *ITEA-Inf. Tec. Econ. Agrar.* 116(4): 311-337.
- Salvador, G. 2016. Agregado de valor: compartiendo conceptos. Material de difusión generado por técnicos de la Estación Experimental Agroforestal Esquel. Chacabuco, Argentina. 8 p. Disponible en www.inta.gob.ar/esquel.
- Sánchez Mendoza, J. 2012. Rentabilidad productiva de leche y queso en la sostenibilidad del CIP Ilpa. Tesis Magister Scientiae en Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 132 p.
- Santacoloma, V. LE. 2011. Las dietas en las emisiones de metano durante el proceso de rumia en sistemas de producción bovina. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA* 2 (1) 2011: 55-64. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3902003.pdf>.

- Suni Tunquipa, A. 2018. Cuantificación y determinación de la huella de carbono en la producción de queso artesanal en el pueblo de Chuquibamba. Tesis Ingeniero Ambiental, Arequipa, Perú, Universidad Nacional San Agustín. 105 p.
- Suquisupa Herrera, CT. 2019. Emisión de óxido nitroso en sistemas de producción lechera en praderas naturales altoandinas durante la época seca. Tesis Magister Scientiae en Producción Animal, Lima, Perú, Universidad Agraria La Molina. 98 p.
- Teniza García, O. 2008. Estudio del suero de queso de leche de vaca y propuesta para el reuso del mismo. Tesis Mg. Tlaxcala, México, Instituto Politécnico Nacional. 137 p.
- Toro, M; Madrid, J. 2011. Fundamentos estratégicos para la especialización de la producción primaria en leche orgánica y ecológica como VA desde los hatos lecheros. Trabajo Especialista en Gerencia Agropecuaria, Caldas, Colombia, Corporación Universitaria Lasallista. 96 p.
- UNEP (Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente, Estados Unidos de América). División de aguas continentales. 1996. Diagnóstico ambiental del Sistema Titicaca - Desaguadero - Poopó - Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Bolivia – Perú. Washington, D.C., s.e. 223 p. Disponible en: <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea31s/begin.htm>.
- Valero, A 1998. Termoeconomía: El punto de encuentro de la Termodinámica, la Economía y la Ecología. En, La construcción de la ciudad después de Kioto. Edición especial del Instituto Juan de Herrera, Madrid- España. Dispñible en <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n5/aaval.html>.
- Vásquez, G. 2018. El “queso de paria” ... es de paria. La Patria, diario digital del Perú, 16 mayo 2019. Disponible en [https:// lapatria.pe/2018/08/22/el-queso-de-paria-es-de-paria](https://lapatria.pe/2018/08/22/el-queso-de-paria-es-de-paria).
- Vásquez Selem, E. 2013. Evaluación de la eficiencia económica de los sistemas de producción bovinos de doble propósito y lechería familiar/semiespecializada, en cuatro grupos GGAVATTdel estado de Veracruz. Tesis Maestro, Xalapa, México, Universidad Veracruzana. 111 p.

- Vera del Carpio, JJ. 2017. Una historia sobre el queso de paria. Brisas, revista cultural, año II, (3): 28-29. Disponible en https://issuu.com/brisasdeltiticaca/docs/revistas_brisas_enero_2017.
- Vergé, X, PC; Maxime, D.; Dyer, J.A.; Desjardins, R.L.; Arcand, Y.; Vanderzaag A. 2013. Carbon footprint of Canadian dairy products: Calculations and issues. In American Dairy Science Association. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030213004797>.
- Vergíu, C. J. 2013. La cadena de valor como herramienta de gestión para una empresa de servicios. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial UNMSM 16(1): 17-28. Disponible en <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/2944>.
- Ventura, Q. O. 2003. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de las praderas altoandinas en el Perú - Políticas para el manejo sostenible. In III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Conferencia, Arequipa, Perú. 8 p. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/foro/psa/pdf/ventura.pdf.
- Victoria, J. F. 2012. La huella de carbono. In Retos medioambientales de la industria alimentaria. Madrid, España. p. 27-54. Consultado 7 jul 2018. Disponible en <https://www.aitiip.com/noticias/retos-medioambientales-de-la-industria-alimentaria-libro-para-descarga-gratuita.html>.
- Vilca Castro, C. 2010. Factores limitantes en el desarrollo de las tecnologías en producción de leche de vaca en la región Puno. Tesis Magister Scientiae, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 118 p.
- Vilca Oblitas, G. 2015. Efecto del concentrado fibroso sobre las emisiones de metano entérico (CH₄) en vacas lecheras. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 62 p.
- Vilca Zúñiga, ES. 2018. Eficiencia de la producción láctea de vacas Brown Swiss PPC, bajo el sistema de crianza semi-intensiva en CIP Chuquibambilla – Puno. Tesis Ingeniero Agrónomo, Puno, Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 78 p.

- Yunga Chicaiza, SA. 2020. Análisis comparativo del cálculo de huella de carbono por litro de leche producido, entre pequeños y medianos productores que emplean prácticas ganaderas convencionales y pequeños y medianos productores que emplean prácticas de ganadería climáticamente inteligente. Tesis Maestría en Cambio Climático y Negociación Ambiental, Quito, Ecuador, Universidad Andina Simón Bolívar. 109 p.
- Zamora Zamora, HD. 2013. Alternativas para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero en fincas ganaderas lecheras andinas del departamento de Nariño. Informe final Especialista en Gestión Ambiental Local, Pereira, Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira. 106 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Guía de entrevista a productores de leche.

Instrucciones

La presente guía de entrevista se aplica para fines de tesis a nivel de doctorado en Economía de los Recursos Naturales y Medio Ambiente en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se aplica a jefes de familia, proveedores habituales de leche a la planta procesadora de quesos. La entrevista ayudará a mejorar la producción del queso tipo paria.

Fecha de la entrevista: _____ Hora _____	Distrito: _____ Sector: _____
---	--------------------------------------

LA ACTIVIDAD PECUARIA

Rendimiento de leche de las vacas que están en producción

Vaca	Tiempo de ordeño en la última campaña	Tiempo de seca previo al último parto	Ordeño de leche en la semana previo al seco		Acerca del último parto		Ordeño en la segunda semana del último parto		Ordeño de leche en esta semana
			Fecha	Litros/día	Fecha	Nº	Fecha	Litros/día	Litros/día
1.									
2.									
3.									
4.									

¿Cuántas veces al día ordeña?

Otras crianzas pecuarias

	Cantidad		Cantidad		Cantidad
Ovinos	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Patos	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Conejos	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
Porcinos	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Pollos	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Cuyes	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>

Alimentación diaria de su ganado lechero

Edad	Tipo de alimento	Cantidad en estiaje	Cantidad en lluvias

Edad	Tipo de alimento	Cantidad en estiaje	Cantidad en lluvias

Edad	Tipo de alimento	Cantidad en estiaje	Cantidad en lluvias

Cultivos de pastos y forrajes que tiene para alimentar su ganado.

Asociación de especies					Área sembrada	Cantidad cosechada
Especie	Variedad		Especie	Variedad		
		+				
		+				
		+				

Maquinaria agrícola utilizada

Pastos o forraje	Tipo de maquinaria	Actividad	Tiempo alquilado	Monto total pagado

Insumos que compró para sus pastos y forrajes:

Pasto o forraje l	Producto	Cantidad	Unidad

Pasto o forraje 2	Producto	Cantidad	Unidad
Pasto o forraje 3	Producto	Cantidad	Unidad

¿Contrató mano de obra para sus pastos o forrajes?

Pasto o forraje 1	Actividad	Cantidad	Monto pagado
Pasto o forraje 2	Actividad	Cantidad	Monto pagado

Pasto o forraje 3	Actividad	Cantidad	Monto pagado

En la campaña anterior ¿Compraste forraje para tu ganado?

SI

NO

¿Qué compró?

¿Cuánto compró?

¿Cuánto pagó?

¿Por qué no compró?

En la campaña anterior ¿Vendiste forraje?

SI

NO

¿Qué vendiste?

¿Cuánto vendiste?

¿A cuánto?

¿Por qué no vendiste?

¿Prepara
balanceado?

alimento

SIEMPRE

A VECES

NUNCA

¿Cómo lo prepara?

Productos veterinarios que compra habitualmente para cuidar su ganado

Producto	Cantidad	Unidad	Frecuencia	Motivo
1.				
2.				
3.				

INFRAESTRUCTURA PARA LA CRIANZA DE VACAS LECHERAS

	Material	Calidad	Confort	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN			
Techos	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Calidad		Confort	
Paredes	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Muy buena	4	Muy comfortable	4
Piso	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Buena	3	Comfortable	3
Comedero	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Regular	2	Poco comfortable	2
Bebedero	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Mala	1	Nada comfortable	1
Dormidero	_____	<input type="text"/>	<input type="text"/>				

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE SUS VACAS LECHERAS

¿Prepara usted sus propios quesos?	_____	¿Qué cantidad?	_____
¿Consume leche fresca su familia?	_____	¿Con qué frecuencia?	_____
¿A quiénes vende leche?	_____	¿Cuánto vende por día?	_____
¿Dónde vende la leche?	_____	¿A cuánto vende?	_____

DISPOSICIÓN DEL ESTIÉRCOL DE VACUNOS

Disposición del estiércol y orines depositados en el establo

¿Cada cuánto tiempo hace limpieza?	_____
¿Qué hace con el estiércol?	_____
¿Qué haces con los orines?	_____

¿Qué hace con el estiércol de los vacunos depositados en el campo?

¿Qué puede opinar acerca del acopio de leche? ¿Le conviene?

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ENTREVISTADOR

.....

OPINIÓN DEL ENTREVISTADOR

En su opinión el entrevistado estuvo:

Muy atento	<input type="checkbox"/>
Atento	<input type="checkbox"/>
Indiferente	<input type="checkbox"/>
Distraído	<input type="checkbox"/>
Muy distraído	<input type="checkbox"/>

Anexo 2: Guía de entrevista a personal de las plantas productoras de queso.

Instrucciones

La presente guía de entrevista tiene por objeto la elaboración de una tesis a nivel de doctorado en Economía de los Recursos Naturales y Medio Ambiente en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se aplica al personal responsable de la conducción de las plantas de producción de queso, la información proporcionada es completamente confidencial y ayudará a mejorar la producción del queso tipo paria.

Planta de lácteos

Nombre del entrevistado Edad

Cargo actual Nivel educativo

Sin educación	1
Primaria incompleta	2
Primaria completa	3

Secundaria incompleta	4
Secundaria completa	5
Superior técnica incompleta	6

Superior técnica	7
completa	8
Universitaria incompleta	9
Universitaria completa	

¿Qué productos se elaboran habitualmente en esta planta?

Producto	Cantidad producida	Peso	Frecuencia	Precio en planta	Mercados de destino
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					

¿Cuánto litros de leche acopia el negocio?

¿Cuántos quesos tipo paria produce el negocio?

En <input type="text"/>	May <input type="text"/>	Sept <input type="text"/>	En <input type="text"/>	May <input type="text"/>	Sept <input type="text"/>
Feb <input type="text"/>	Jun <input type="text"/>	Oct <input type="text"/>	Feb <input type="text"/>	Jun <input type="text"/>	Oct <input type="text"/>
Ma <input type="text"/>	Jul <input type="text"/>	Nov <input type="text"/>	Mar <input type="text"/>	Jul <input type="text"/>	Nov <input type="text"/>
Ab <input type="text"/>	Ag <input type="text"/>	Dic <input type="text"/>	Abr <input type="text"/>	Ag <input type="text"/>	Dic <input type="text"/>

¿Cuánto pagan por la leche?

En	<input type="text"/>	Abr	<input type="text"/>	Jul	<input type="text"/>	Oct	<input type="text"/>
Feb	<input type="text"/>	May	<input type="text"/>	Ag	<input type="text"/>	Nov	<input type="text"/>
Mar	<input type="text"/>	Jun	<input type="text"/>	Sep	<input type="text"/>	Dic	<input type="text"/>

En su opinión, ¿Por qué la planta no está produciendo más quesos?

Marque

Explique

No hay muchos compradores	<input type="checkbox"/>	_____
Los clientes pagan poco	<input type="checkbox"/>	_____
No hay mucha leche para comprar	<input type="checkbox"/>	_____
No todos quieren vender leche	<input type="checkbox"/>	_____
	<input type="checkbox"/>	_____

Esta empresa ¿Podría producir más quesos?
¿Por qué?

SI NO

Diariamente, ¿Con cuántas unidades móviles trabaja la planta productora de quesos?

Motocicletas Motocars Camionetas

¿Cómo y quién transporta la leche de la chacra a la planta productora de quesos?

La empresa lo recoge				La familia lo trae		
A veces	Siempre	Nunca		A veces	Siempre	Nunca
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En motocicleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En motocar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En camioneta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Para el acopio de leche ¿Cuántos galones de combustible se consume?

	Ahora		Antes
Petróleo	<input type="text"/>	Petróleo	<input type="text"/>
Gasolina	<input type="text"/>	Gasolina	<input type="text"/>

Principales insumos utilizados en la planta, en orden de importancia

Insumo o materia prima	Cantidad de compra	Frecuencia de compra	Lugar de compra	Precio aproximado
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

¿Qué tipo de energía se utiliza en la planta de quesos?

	Natural	Humana	Eléctrica	Leña	Petróleo	Gasolina
Iluminación del local	<input type="text"/>					
Enfriado de leche	<input type="text"/>					
Preparación del queso	<input type="text"/>					
Refrigeración	<input type="text"/>					

¿Cuánto y cómo se paga por el consumo de energía?

	Cantidad	Frecuencia	Pago	¿Quién provee el combustible?
Energía eléctrica	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Leña	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Gas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

¿Qué destino se da al residuo suero?

Criterios para valorar la calidad y disponibilidad de la información contenida:

Muy Buena	5
Buena	4
Regular	3
Deficiente	2
No tienen	2

Muy disponible	5
Disponible	4
Poco disponible	3
No disponible	2

En su opinión: ¿Qué problemas, debilidades o amenazas pueden llevar al fracaso del negocio?

En su opinión: ¿Qué soluciones, fortalezas u oportunidades pueden conducir al éxito del negocio?

Anexo 3: Lista de chequeo para plantas productoras de queso

La presente tiene por objeto verificar in situ la capacidad, características, condiciones y potencialidad de la infraestructura, el equipamiento, vehículos y los servicios que posee la planta para fines de acopio de leche, procesamiento del queso, disposición de residuos y mercadeo del producto. La información recopilada constituye insumo para la elaboración de una tesis a nivel de doctorado en Economía de los Recursos Naturales y Medio Ambiente en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Fecha de aplicación: _____

Planta productora de quesos: _____

Distrito:

Comunidad:

Sector:

I. INFRAESTRUCTURA

Materiales de construcción en estructuras

	Piedra + barro (%)	Adobe (%)	Concreto armado + ladrillo (%)	(%)

Materiales en acabados de paredes

	Mortero de barro (%)	Yeso (%)	Mortero de cemento (%)	Mayólica/cerámica (%)

Materiales en pisos

	Total M ²	Piedra (%)	Cemento (%)	Cerámica (%)	Otro (%)

Materiales en techo

	Madera + Paja	Madera + calamina	Concreto armado	Otro

II. VEHICULOS

	Cantidad	Capacidad	Antigüedad	Uso actual
Camión				
Camioneta				
Motocar				
Motocicletas				
Triciclo / bicicleta				

III. EQUIPAMIENTO

	Cantidad	Capacidad	Calidad	Uso actual
Enfriadora de leche				
Calderos de pasteurización				
Filtros de leche				
Tina para elaborar queso				
Moldeadores de queso				
Prensadora de queso				
Envasadoras de queso				
Salmuera				
Recipientes de acopio de leche				
Colador de suero				
Lira para corte de leche				
Palas para agitación				
Refrigeradores				
Congeladores				
Ablandador de agua				
Mesas				
Estantes				
Balanzas				
Extinguidores				
Electrobombas				
Compresores de aire				
Porongos				

IV. AGUA Y ENERGÍA

Agua

	Mes	M ³	Salas
1			
2			
3			
4			
5			
6			

	Mes	M ³	Salas
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Indicadores de la calidad de agua según muestra:

Disponibilidad de agua:

Bomba de agua

Almacenamiento

Tanque elevado

Disposición de residuos

Residuo suero

Aguas residuales de la planta

Aguas residuales domésticas

Energía eléctrica:

	Mes	Kilowats	Soles
1			
2			
3			
4			
5			
6			

	Mes	Kilowats	Soles
7			
8			
9			
10			
11			
12			

V. OTROS ASPECTOS

	SI/NO	NOTA	OBSERVACIONES
Tiene pavimento en buenas condiciones			
Usan un sistema de desinfección para vehículos que ingresan			
Usan un sistema de desinfección para personas que ingresan			
El almacén siempre está limpio y en buenas condiciones			
En el almacén, los insumos están ordenados y limpios			
Los pisos, paredes y techo son de fácil limpieza y/o lavado			
El residuo suero es tratado post planta			
Hay insumos importados usados en la planta			
Hay envases importados de los insumos			
Hay disposición apropiada de residuos plásticos			
Hay disposición apropiada de residuos no plásticos			
Con los residuos se genera alguna energía			
Con los residuos se generan sub - productos			

NOMBRE Y APELLIDOS DEL QUE CHEQUEA LA PLANTA PRODUCTORA DE QUESOS

OPINIÓN DEL VERIFICADOR:

En opinión del verificador, los informantes estuvieron:

Muy interesados	
Interesados	
Indiferentes	

Poco interesados	
Nada interesados	

Anexo 4: Hectáreas cultivadas por especies agrícolas principales y distritos

TOTAL	Ácora	Platería	Huata	Taraco	Dpto. Puno
	4746.82	1336.17	126.85	1788.37	126420.06
En riego	81.24	0.98	0.02	2.32	3427.02
En secoano	4665.58	1335.19	126.83	1786.05	122993.04
CEREALES	1186.76	162.00	20.90	615.43	30187.99
Avena grano	15.32	14.37	6.50	48.36	927.61
Cañihua	116.47	3.45	1.01	18.70	2779.36
Cebada grano	264.46	82.69	3.20	131.78	6198.57
Maiz amilaceo	0.69	0.01	0.00	0.24	264.69
Maiz choclo	0.41	0.00	0.00	0.05	700.32
Quinoa	757.65	48.09	9.69	399.51	17852.21
Trigo	30.21	13.29	0.50	16.45	902.58
LEGUMINOSAS	330.31	88.77	2.15	258.33	7299.55
Arveja	5.99	1.62	0.00	15.64	83.00
Haba	323.08	87.07	2.15	242.64	6936.60
Tarhui	0.21	0.07	0.00	0.05	265.12
TUBERCULOS Y RAICES	1951.25	516.82	18.46	514.02	47876.21
Mashua	1.18	0.38	0.37	0.36	210.83
Oca	40.85	10.60	0.38	30.48	2508.82
Olluco	2.13	0.72	1.00	1.65	369.82
Papa amarga	370.70	26.53	0.50	5.37	5887.80
Papa blanca	159.03	45.26	0.35	28.52	4111.95
Papa huayro	0.18	0.65	0.00	0.92	272.93
Papa nativa	1356.06	427.72	15.61	444.26	31881.88
OTROS NO FORRAJEROS	0.70	0.00	0.02	0.02	1087.05
FORRAJEROS TRANSITORIOS	1277.80	568.59	85.32	400.57	39969.26
En riego	54.36	0.63	0.00	0.63	1556.00
En secoano	1223.46	567.96	85.32	399.94	60203.00
Avena forrajera	563.13	214.26	75.84	299.61	33242.74
En riego	2.97	0.36	0.00	0.40	1008.53
En secoano	560.16	213.89	75.84	299.21	51789.00
Cebada forrajera	714.68	354.33	9.48	100.75	6697.70
En riego	51.40	0.27	9.48	0.23	100.75
En secoano	663.30	354.06	0.00	100.52	6596.97
Otros forrajes	0.00	0.00	0.00	0.21	28.82

Fuente: Adecuado de INEI 2012.

Anexo 5: Hectáreas cosechadas de pastos y forrajes por campaña agrícola y distritos.

Distrito de Acora				Distrito de Plateria				Periodo de campaña agrícola	Distrito de Huata				Distrito de Taraco			
Alfalfa	Otros pastos	Avena forrajera	Cebada forrajera	Alfalfa	Otros pastos	Avena forrajera	Cebada forrajera		Alfalfa	Otros pastos	Avena forrajera	Cebada forrajera	Alfalfa	Otros pastos	Avena forrajera	Cebada forrajera
5.0	9.0	332.0	942.0	5.0	3.0	45.0	33.0	1996/1997	121.0	32.0	60.0	62.0	688.0	33.0	830.0	670.0
11.0	10.0	635.0	1170.0	6.0	3.0	85.0	52.0	1997/1998	80.0	28.0	102.0	81.0	525.0	43.0	1055.0	935.0
8.0	10.0	522.0	984.0	3.0	3.0	95.0	60.0	1998/1999	84.0	20.0	125.0	100.0	725.0	43.0	1060.0	850.0
9.0	10.0	490.0	829.0	4.0	3.0	75.0	60.0	1999/2000	84.0	20.0	110.0	100.0	696.0	43.0	910.0	780.0
9.0	10.0	654.0	974.0	6.0	3.0	78.0	47.0	2000/2001	75.0	19.0	96.0	34.0	710.0	41.0	845.0	630.0
23.0	10.0	520.0	830.0	6.0	2.0	95.0	70.0	2001/2002	63.0	18.0	240.0	120.0	760.0	41.0	1340.0	515.0
23.0	10.0	517.0	828.0	6.0	3.0	107.0	170.0	2002/2003	75.0	20.0	270.0	130.0	780.0	33.0	1292.0	590.0
48.0	10.0	460.0	990.0	6.0	2.0	110.0	150.0	2003/2004	65.0	20.0	230.0	140.0	799.0	23.0	1335.0	520.0
47.0	10.0	490.0	980.0	6.0	3.0	110.0	180.0	2004/2005	75.0	20.0	280.0	170.0	859.0	23.0	1380.0	500.0
52.0	10.0	550.0	890.0	8.0	3.0	130.0	190.0	2005/2006	77.0	20.0	270.0	170.0	1094.0	23.0	1390.0	515.0
52.0	10.0	600.0	950.0	8.0	3.0	140.0	200.0	2006/2007	77.0	20.0	280.0	180.0	1123.0	23.0	1400.0	510.0
62.0	10.0	700.0	950.0	12.0	3.0	160.0	200.0	2007/2008	89.0	20.0	290.0	170.0	1835.0	23.0	1230.0	475.0
87.0	10.0	750.0	960.0	17.0	3.0	180.0	200.0	2008/2009	99.0	20.0	300.0	180.0	2010.0	23.0	1490.0	620.0
587.0	10.0	800.0	980.0	27.0	3.0	200.0	220.0	2009/2010	99.0	20.0	330.0	190.0	2395.0	23.0	616.0	515.0
1287.0	10.0	910.0	1060.0	137.0	3.0	240.0	240.0	2010/2011	355.0	20.0	350.0	210.0	3905.0	23.0	1272.0	560.0
1387.0	10.0	950.0	1090.0	165.0	3.0	260.0	250.0	2011/2012	355.0	20.0	370.0	220.0	4062.0	23.0	970.0	400.0
1427.0	10.0	980.0	1070.0	172.0	3.0	280.0	260.0	2012/2013	415.0	20.0	380.0	230.0	4470.0	23.0	1375.0	590.0
1427.0	10.0	1130.0	1125.0	180.0	3.0	385.0	340.0	2013/2014	415.0	20.0	405.0	235.0	4470.0	23.0	1680.0	670.0
1487.0	10.0	1150.0	1100.0	202.0	3.0	390.0	390.0	2014/2015	475.0	20.0	415.0	230.0	5230.0	23.0	1680.0	670.0
1487.0	10.0	1190.0	1100.0	202.0	3.0	390.0	340.0	2015/2016	475.0	20.0	410.0	230.0	5650.0	23.0	1750.0	740.0
1487.0	10.0	1150.0	1090.0	202.0	3.0	395.0	325.0	2016/2017	475.0	20.0	415.0	220.0	5890.0	23.0	2010.0	910.0
1495.0	10.0	1160.0	1040.0	208.0	3.0	431.0	90.0	2017/2018	475.0	20.0	415.0	150.0	6150.0	23.0	1940.0	840.0

Fuente: Adecuado de Dirección Regional Agraria Puno

Anexo 6: Número de unidades agropecuarias y animales por tipo de crianzas pecuarias, distritos y porcentajes de posesión de especies pecuarias

Especies pecuarias	N° de UA que poseen la especie					N° de animales en las UA					% de U.A. que poseen la especie				
	Distritos				Dpto Puno	Distritos				Dpto Puno	Distritos				Dpto Puno
	Ácora	Platería	Huata	Taraco		Ácora	Platería	Huata	Taraco		Ácora	Platería	Huata	Taraco	
Vacunos	6,072	1,828	1,096	3,904	128,646	27,958	6,496	10,794	32,982	841,776	61.9	68.1	72.2	83.3	59.8
Porcinos	2,128	514	351	2,165	36,578	5,181	1010	1024	5,833	92,346	21.7	19.2	23.1	46.2	17.0
Ovinos	6,477	1,958	1,051	3,470	145,056	86,623	16,674	10,779	30,132	2,545,867	66.0	73.0	69.2	74.1	67.4
Caprinos	12	0	2	2	251	47	0	3	6	717	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
Alpacas	1,608	83	38	12	37,156	37,925	275	122	17	1,459,903	16.4	3.1	2.5	0.3	17.3
Llamas	564	15	0	2	24,640	8,253	26	0	2	237,669	5.7	0.6	0.0	0.0	11.5
Aves en granja	1	0	0	0	14	11	0	0	0	14,327	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aves familiar	3,276	598	639	1,994	76,482	12,778	2,243	2,881	7,778	319,387	33.4	22.3	42.1	42.6	35.5
Conejos	31	10	22	42	1,380	136	57	105	300	8,566	0.3	0.4	1.4	0.9	0.6
Cuyes	245	45	74	238	11,587	2,779	345	1,844	2,476	113,881	2.5	1.7	4.9	5.1	5.4
Toral UA	9,814	2,684	1,518	4,684	215,170										

Anexo 7: Proporción de cultivos bajo riego y secano de los forrajes transitorios

Total forrajes transitorios	Hás	Ácora	Platería	Huata	Taraco	Dpto.
		1277.8	568.6	85.3	400.6	61391.0
En riego	%	4.3	0.1	0.0	0.2	2.5
En secano	%	95.7	99.9	100.0	99.8	98.1
Avena forrajera	Hás	563.1	214.3	75.8	299.6	33242.7
En riego	%	0.5	0.2	0.0	0.1	3.0
En secano	%	99.5	99.8	100.0	99.9	155.8
Cebada forrajera	Hás	714.7	354.3	9.5	100.8	6697.7
En riego	%	7.2	0.1	100.0	0.2	1.5
En secano	%	92.8	99.9	0.0	99.8	98.5
Otros forrajes	%	0.0	0.0	0.0	0.2	21450.6

Fuente: Adecuado de INEI 2013

Anexo 8: Proporciones de población de ganado vacuno por razas y distritos

Categorías	Unidad	Distritos				Dpto
		Ácora	Platería	Huata	Taraco	Puno
Total	Cabezas	23123	5947	7836	20624	617,163
Total razas	%	20.9	9.2	37.7	59.9	36.4
Holstein	%	0.2	0.1	1.0	1.0	0.7
Brown Swiss	%	19.3	8.2	35.2	57.9	34.1
GYR / Cebú	%	0.1	0.0	0.3	0.3	0.2
Otras	%	1.3	0.8	1.2	0.8	1.5
Vacunos criollos	%	79.0	90.7	62.1	40.1	63.5

Fuente: Adecuado de INEI 2013

Anexo 9: Proporciones de prácticas de "mejoramiento" de ganado vacuno en unidades agropecuarias y distritos

Prácticas de mejoramiento genético	Unidad	Distritos				Dpto
		Ácora	Platería	Huata	Taraco	Puno
Total U.A.	UA	9,814	2,684	1,518	4,684	215,170
Poseen alguna especie pecuaria	%	83.8	84.2	79.4	90.1	82.9
Realizan mejoramiento genético	%	5.1	3.9	21.3	43.6	10.2
Sólo inseminación artificial	%	3.0	1.8	10.6	26.2	5.8
Sólo con sementales de raza	%	1.5	1.9	4.7	7.7	2.8
Efectúa inseminación y utiliza sementales de raza	%	0.6	0.3	5.9	9.6	1.6
No realizan mejoramiento genético	%	78.6	80.2	58.1	46.5	72.7

Fuente: Adecuado de INEI 2013

Anexo 10: Proporciones de cabezas de ganado vacuno por categoría y distritos

Categorías	Unidad	Distritos				Dpto Puno
		Ácora	Platería	Huata	Taraco	
Total	Cabezas	23123	5947	7836	20624	617,163
Terneros (as)	%	24.4	23.2	29.3	26.6	22.3
Vaquillas	%	7.3	8.3	11.4	6.0	8.0
Vaquillonas	%	6.1	5.5	6.8	4.7	7.2
Vacas	%	44.6	47.0	41.9	47.2	46.4
Toretas	%	8.6	7.8	7.3	7.6	7.3
Toros	%	9.0	8.2	3.2	7.8	8.7
Bueyes	%	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
Machos	%	70.2	72.3	74.7	71.3	72.7
Hembras	%	29.8	27.7	25.3	28.7	27.3

Fuente: Adecuado de INEI 2013

Anexo 11: Importancia de los principales productos agrícolas de la región Puno

Principales cultivos de Puno	Siembras (ha)	% sobre el nacional	Cosechas (ton)	% sobre el nacional
Avena forrajera	75,165	69.3	1,793,273	80.7
Papa	59,981	17.9	798,367	15.6
Alfalfa			1,296,735	19.9
Quinoa	35,916	54.5	38,858	45.2
Cebada forrajera	17,650	84.7	382,237	87.7

Fuente: adecuado de Minagri (2018)

Anexo 12: Incremento de la superficie cosechada de pastos y forrajes en 20 años

Especies cosechadas	Producción campaña 2017/2018				Δ respecto a campaña 1997/98			
	Ácora ha	Platería ha	Huata ha	Taraco ha	Ácora %	Platería %	Huata %	Taraco %
Alfalfa	1,495.0	208.0	475.0	6,150.0	29,800.0	4,060.0	292.6	793.9
Otros pastos	10.0	3.0	20.0	23.0	11.1	0.0	-37.5	-30.3
Avena forrajera	1,160.0	431.0	415.0	1,940.0	249.4	857.8	591.7	133.7
Cebada forrajera	1,040.0	90.0	150.0	840.0	10.4	172.7	141.9	25.4
Total del ámbito	3,705.0	732.0	1,060.0	8,953.0				
Porcentaje de alfalfa	40.4	28.4	44.8	68.7				

Fuente: Adecuado de INEI 2013

Anexo 13: Proporción de unidades agropecuarias que usan fertilizantes químicos

Unidades agropecuarias con tierra que:	Unidad	Distritos			
		Ácora	Platería	Huata	Taraco
Unidades agropecuarias con tierra que:	UA	9681	2664	1488	4680
	%	100.00	100.00	100.00	100.00
Aplican fertilizantes químicos	%	31.70	32.55	17.27	49.79
En cantidad suficiente	%	1.88	2.21	1.68	1.62
En poca cantidad	%	29.82	30.33	15.59	48.16
No aplican ningún fertilizante químico	%	68.30	67.45	82.73	50.21

Fuente: Adecuado de INEI 2013

Anexo 14: VBP de una hectárea de alfalfa + dactylis en materia verde, tecnología media para ocho años de horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020

	Q	Unidad	Precio (P ^p)	Total año		Total campaña	Insumo		E.P.	T
				0	1...8		N	M		
VB PRODUCCIÓN				0	37,105	37,105				
M. verde alfalfa + dactylis	160	Tonelada	231.9	0	37,105	37,105				
C. INTERMEDIO				2,563	1,824	4,387	1,290	2,941	0	156
Instalación de cultivo				2,563	0	2,563	1,170	1,237	0	156
Análisis de suelo	1	Análisis	60.0	60	0	60	60	0	0	0
Alquiler de arado	7	Hora/Maq	60.0	420	0	420	420	0	0	0
Alquiler de rastra	5	Hora/Maq	60.0	300	0	300	300	0	0	0
Nivelación y compactado	3	Hora/Maq	60.0	180	0	180	180	0	0	0
Semilla de alfalfa	25	Kilo	31.9	798	0	798	0	676	0	122
Semilla de dactylis	6	Kilo	37.5	225	0	225	0	191	0	34
Transporte de semillas	2	Pasaje	6.0	12	0	12	12	0	0	0
Superfosfato triple	174	Kilo/há	2.1	370	0	370	0	370	0	0
Transporte de fertilizantes	6	Pasaje	3.0	18	0	18	18	0	0	0
Siembra y tapado	3	Hora/Maq	60.0	180	0	180	180	0	0	0
Mantenimiento del cultivo				0	1,824	1,824	120	1,704	0	0
Superfosfato triple	800	Kilo/há	2.1	0	1,704	1,704	0	1,704	0	0
Transporte de fertilizantes	40	Pasaje	3.0	0	120	120	120	0	0	0
V. AGREGADO				140	7,700	32,718	7,340	424	24,878	76
FACTOR TRABAJO				140	2,800	27,818	2,940	0	24,878	0
Siembra y tapado	3	Jornal	35.0	105	0	105	105	0	0	0
Fertilización inicial	1	Jornal	35.0	35	0	35	35	0	0	0
Fertilización anual	8	Jornal	35.0	0	280	280	280	0	0	0
Recojo de forraje	56	Jornal	35.0	0	1,960	1,960	1,960	0	0	0
Carga y almacenado	16	Jornal	35.0	0	560	560	560	0	0	0
Plusvalía		global				24,878	0	0	24,878	0
FACTOR CAPITAL				0	900	900	400	424	0	76
Deprec. Infraestructura	20	%	2000.0	0	400	400	400	0	0	0
Deprec. Moto carga	5	%	10000.0	0	500	500	0	424	0	76
FACTOR TIERRA				0	4,000	4,000	4,000	0	0	0
Alquiler de terrenos	8	Año	500.0	0	4,000	4,000	4,000	0	0	0

Anexo 15: VBP de una hectárea de Avena Sativa L. para henificación, tecnología media, para una campaña agrícola en nuevos soles de abril 2020.

	Q año/há	Unidad medida	Precio (P ^P)	Total campaña	Insumo		Excedente del Prod.	T
					N	M		
VB PRODUCCIÓN				3,240.1				
Materia verde avena	23	Tonelada	140.9	3,240.1				
C. INTERMEDIO				1,961.0	1,529.0	366.1	0.0	65.9
Instalación de cultivo				1,581.0	1,149.0	366.1	0.0	65.9
Alquiler de arado	5	Hora/Maq	60.0	300.0	300.0	0.0	0.0	0.0
Alquiler de rastra	3	Hora/Maq	60.0	180.0	180.0	0.0	0.0	0.0
Semilla de avena	120	Kilo	3.6	432.0	0.0	366.1	0.0	65.9
Transporte de semillas	5	Pasaje	3.0	15.0	15.0	0.0	0.0	0.0
Tapado	3	Hora/Maq	60.0	180.0	180.0	0.0	0.0	0.0
Estiércol	2	Ton	237.0	474.0	474.0	0.0	0.0	0.0
Cosecha del cultivo				380.0	380.0	0.0	0.0	0.0
Alquiler de segadora	4	Hora/maq	74.0	296.0	296.0	0.0	0.0	0.0
Transporte de forraje	7	Galón	12.0	84.0	84.0	0.0	0.0	0.0
V. AGREGADO				1,279.1	1,735.0	169.5	-690.9	30.5
FACTOR TRABAJO				499.1	1,155.0	0.0	-690.9	0.0
Desinfección de semilla	1	Jornal	35.0	35.0	35.0	0.0	0.0	0.0
Siembra	2	Jornal	35.0	70.0	70.0	0.0	0.0	0.0
Deshierbo	5	Jornal	35.0	175.0	175.0	0.0	0.0	0.0
Siega	20	Jornal	35.0	700.0	700.0	0.0	0.0	0.0
Empacado	2	Jornal	35.0	70.0	70.0	0.0	0.0	0.0
Carguío y almacenado	4	Jornal	35.0	140.0	140.0	0.0	0.0	0.0
Plusvalía		global		-690.9	0.0	0.0	-690.9	0.0
FACTOR CAPITAL				280.0	80.0	169.5	0.0	30.5
Deprec. Infraestructura	4	%	2,000.0	80.0	80.0	0.0	0.0	0.0
Deprec. Moto carga	2	%	10,000.0	200.0	0.0	169.5	0.0	30.5
FACTOR TIERRA				500.0	500.0	0.0	0.0	0.0
Alquiler de terrenos	1.0	Año	500.0	500.0	500.0	0.0	0.0	0.0

Anexo 16: Supuestos asumidos sobre índices productivos y reproductivos para una vaca tipo y distritos

Índices productivos y reproductivos	Unidad	Distritos				
		Ácora	Platería	Huata	Taraco	
Peso al nacimiento	PN	Kilos	37	35	38	40
Edad al destete	EDT	Días	120	150	120	120
Edad al primer servicio	EPS	Días	760	790	760	760
Edad al primer parto	EPP	Días	1044	1074	1044	1044
Duración de la gestación	C - P	Días	284	284	284	284
Intervalo Parto - Concepción	P - C	Días	106	106	106	106
Intervalo Parto - Parto	P - P	Días	390	390	390	390
Tiempo de duración de secas	DS	Días	90	90	90	90
Días de lactancia	DL	Días	305	305	305	305
Intervalo Parto - Saca	P - S	Días	305	305	305	305

Anexo 17: VBP de una vaca en Caritamaya – Ácora durante todo su horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020

	Cantidad	Unidad	Precio chacra	Total	Insumo		EP	T
					N	M		
VB DE LA PRODUCCIÓN				28865.0				
Leche cruda	19850.0	Kilo	1.10	21835.0	21835.0	0.0	0.0	0.0
Crias al nacer	6.0	Unidad	555.00	3330.0	3330.0	0.0	0.0	0.0
V. residual de vaca para saca	1.0	Vaca	3700.00	3700.0	3700.0	0.0	0.0	0.0
CONSUMO INTERMEDIO				18698.9	18691.7	0.0	0.0	7.2
Alimentación de vacas				18201.9	18201.9	0.0	0.0	0.0
Leche y calostro	240.0	Kilo	1.00	240.0	240.0	0.0	0.0	0.0
Alfalfa + dactilis	33230.1	Kilo	0.23	7642.9	7642.9	0.0	0.0	0.0
Heno de avena o cebada	53168.2	Kilo	0.14	7443.5	7443.5	0.0	0.0	0.0
Ensilado de avena o cebada	2658.4	Kilo	0.60	1595.0	1595.0	0.0	0.0	0.0
Alimento balanceado	1329.2	Kilo	0.88	1169.7	1169.7	0.0	0.0	0.0
Pastos naturales	6646.0	Kilo	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sal común	110.7	Kilo	1.00	110.7	110.7	0.0	0.0	0.0
Sanidad animal				47.0	39.8	0.0	0.0	7.2
Antiparasitarios	10.1	Dosis	1.15	11.6	9.8	0.0	0.0	1.8
Antibióticos	10.1	Dosis	3.50	35.4	30.0	0.0	0.0	5.4
Reproducción				450.0	450.0	0.0	0.0	0.0
Inseminación artificial	3.0	Unidad	50.00	150.0	150.0	0.0	0.0	0.0
Monta natural	3.0	Servicio	100.00	300.0	300.0	0.0	0.0	0.0
VALOR AGREGADO				10166.1	9759.1	0.0	407.0	0.0
FACTOR TRABAJO				8476.6	8069.7	0.0	407.0	0.0
Mano de obra	230.6	Jornal	35.00	8069.7	8069.7	0.0	0.0	0.0
Plusvslía		Global		407.0	0.0	0.0	407.0	0.0
FACTOR CAPITAL				678.8	678.8	0.0	0.0	0.0
Deprec. Cobertizo	15.0	%	500.00	75.0	75.0	0.0	0.0	0.0
Deprec. Bebedero	15.0	%	125.00	18.8	18.8	0.0	0.0	0.0
Deprec. Equipos	30.0	%	100.00	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0
Deprec. Activo biológico	100	%	555.00	555.0	555.0	0.0	0.0	0.0
FACTOR TIERRA				1010.7	1010.7	0.0	0.0	0.0
Alquiler de terrenos	10.1	Año	100.00	1010.7	1010.7	0.0	0.0	0.0

Anexo 18: VBP de una vaca en Platería durante todo su horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020

	Cantidad	Unidad	Precio chacra	Total	Insumo		EP	T
					N	M		
VB DE LA PRODUCCIÓN				24285.9				
Leche cruda	16032.7	Kilo	1.10	17635.9	17635.9	0.0	0.0	0.0
Crias de 36 kg al nacer	6.0	Unidad	525.00	3150.0	3150.0	0.0	0.0	0.0
V. residual de vaca para saca	1.0	Vaca	3500.00	3500.0	3500.0	0.0	0.0	0.0
CONSUMO INTERMEDIO				14904.3	14897.1	0.0	0.0	7.2
Alimentación de vacas				14406.9	14406.9	0.0	0.0	0.0
Leche y calostro	300.0	Kilo	1.00	300.0	300.0	0.0	0.0	0.0
Alfalfa + dactilis	23964.0	Kilo	0.23	5511.7	5511.7	0.0	0.0	0.0
Heno de avena o cebada	46580.4	Kilo	0.14	6521.3	6521.3	0.0	0.0	0.0
Ensilado de avena o cebada	1330.9	Kilo	0.60	798.5	798.5	0.0	0.0	0.0
Alimento balanceado	1322.5	Kilo	0.88	1163.8	1163.8	0.0	0.0	0.0
Pastos naturales	13308.7	Kilo	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sal común	111.6	Kilo	1.00	111.6	111.6	0.0	0.0	0.0
Sanidad animal				47.4	40.2	0.0	0.0	7.2
Antiparasitarios	10.2	Dosis	1.15	11.7	9.9	0.0	0.0	1.8
Antibióticos	10.2	Dosis	3.50	35.7	30.2	0.0	0.0	5.4
Reproducción				450.0	450.0	0.0	0.0	0.0
Inseminación artificial	3.0	Unidad	50.00	150.0	150.0	0.0	0.0	0.0
Monta natural	3.0	Servicio	100.00	300.0	300.0	0.0	0.0	0.0
VALOR AGREGADO				9381.6	9803.0	0.0	-421.3	0.0
FACTOR TRABAJO				7714.0	8135.3	0.0	-421.3	0.0
Mano de obra	232.4	Jornal	35.00	8135.3	8135.3	0.0	0.0	0.0
Plusvslía		Global		-421.3	0.0	0.0	-421.3	0.0
FACTOR CAPITAL				648.8	648.8	0.0	0.0	0.0
Deprec. Cobertizo	15.0	%	500.00	75.0	75.0	0.0	0.0	0.0
Deprec. Bebedero	15.0	%	125.00	18.8	18.8	0.0	0.0	0.0
Deprec. Equipos	30.0	%	100.00	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0
Deprec. Activo biológico	100	%	525.00	525.0	525.0	0.0	0.0	0.0
FACTOR TIERRA				1018.9	1018.9	0.0	0.0	0.0
Alquiler de terrenos	10.2	Año	100.00	1018.9	1018.9	0.0	0.0	0.0

Anexo 19:VBP de una vaca en Huata durante todo su horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020

	Cantidad	Unidad	Precio chacra	Total	Insumo		EP	T
					N	M		
VB DE LA PRODUCCIÓN				28215.1				
Leche cruda	19086.5	Kilo	1.10	20995.1	20995.1	0.0	0.0	0.0
Crias al nacer	6.0	Unidad	570.00	3420.0	3420.0	0.0	0.0	0.0
V. residual de vaca para saca	1.0	Vaca	3800.00	3800.0	3800.0	0.0	0.0	0.0
CONSUMO INTERMEDIO				16970.9	16963.7	0.0	0.0	7.2
Alimentación de vacas				16473.9	16473.9	0.0	0.0	0.0
Leche y calostro	240.0	Kilo	1.00	240.0	240.0	0.0	0.0	0.0
Alfalfa + dactilis	30571.7	Kilo	0.23	7031.5	7031.5	0.0	0.0	0.0
Heno de avena o cebada	45193.0	Kilo	0.14	6327.0	6327.0	0.0	0.0	0.0
Ensilado de avena o cebada	2658.4	Kilo	0.60	1595.0	1595.0	0.0	0.0	0.0
Alimento balanceado	1329.2	Kilo	0.88	1169.7	1169.7	0.0	0.0	0.0
Pastos naturales	13292.0	Kilo	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sal común	110.7	Kilo	1.00	110.7	110.7	0.0	0.0	0.0
Sanidad animal				47.0	39.8	0.0	0.0	7.2
Antiparasitarios	10.1	Dosis	1.15	11.6	9.8	0.0	0.0	1.8
Antibióticos	10.1	Dosis	3.50	35.4	30.0	0.0	0.0	5.4
Reproducción				450.0	450.0	0.0	0.0	0.0
Inseminación artificial	3.0	Unidad	50.00	150.0	150.0	0.0	0.0	0.0
Monta natural	3.0	Servicio	100.00	300.0	300.0	0.0	0.0	0.0
VALOR AGREGADO				11244.2	9774.1	0.0	1470.1	0.0
FACTOR TRABAJO				9539.8	8069.7	0.0	1470.1	0.0
Mano de obra	230.6	Jornal	35.00	8069.7	8069.7	0.0	0.0	0.0
Plusvalía		Global		1470.1	0.0	0.0	1470.1	0.0
FACTOR CAPITAL				693.8	693.8	0.0	0.0	0.0
Deprec. Cobertizo	15.0	%	500.00	75.0	75.0	0.0	0.0	0.0
Deprec. Bebedero	15.0	%	125.00	18.8	18.8	0.0	0.0	0.0
Deprec. Equipos	30.0	%	100.00	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0
Deprec. Activo biológico	100.0	%	570.00	570.0	570.0	0.0	0.0	0.0
FACTOR TIERRA				1010.7	1010.7	0.0	0.0	0.0
Alquiler de terrenos	10.1	Año	100.00	1010.7	1010.7	0.0	0.0	0.0

Anexo 20: VBP de una vaca en Taraco durante todo su horizonte de vida económica útil en nuevos soles de abril 2020

	Cantidad	Unidad	Precio	Total	Insumo		EP	T
			chacra		N	M		
VB DE LA PRODUCCIÓN				28671.5				
Leche cruda	21071.5	Kilo	1.00	21071.5	21071.5	0.0	0.0	0.0
Crias al nacer	6.0	Unidad	600.00	3600.0	3600.0	0.0	0.0	0.0
V. residual de vaca para saca	1.0	Vaca	4000.00	4000.0	4000.0	0.0	0.0	0.0
CONSUMO INTERMEDIO				18698.9	18691.7	0.0	0.0	7.2
Alimentación de vacas				18201.9	18201.9	0.0	0.0	0.0
Leche y calostro	240.0	Kilo	1.00	240.0	240.0	0.0	0.0	0.0
Alfalfa + dactilis	33230.1	Kilo	0.23	7642.9	7642.9	0.0	0.0	0.0
Heno de avena o cebada	53168.2	Kilo	0.14	7443.5	7443.5	0.0	0.0	0.0
Ensilado de avena o cebada	2658.4	Kilo	0.60	1595.0	1595.0	0.0	0.0	0.0
Alimento balanceado	1329.2	Kilo	0.88	1169.7	1169.7	0.0	0.0	0.0
Pastos naturales	6646.0	Kilo	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sal común	110.7	Kilo	1.00	110.7	110.7	0.0	0.0	0.0
Sanidad animal				47.0	39.8	0.0	0.0	7.2
Antiparasitarios	10.1	Dosis	1.15	11.6	9.8	0.0	0.0	1.8
Antibióticos	10.1	Dosis	3.50	35.4	30.0	0.0	0.0	5.4
Reproducción				450.0	450.0	0.0	0.0	0.0
Inseminación artificial	3.0	Unidad	50.00	150.0	150.0	0.0	0.0	0.0
Monta natural	3.0	Servicio	100.00	300.0	300.0	0.0	0.0	0.0
VALOR AGREGADO				9972.6	9804.1	0.0	168.5	0.0
FACTOR TRABAJO				8238.2	8069.7	0.0	168.5	0.0
Mano de obra	230.6	Jornal	35.00	8069.7	8069.7	0.0	0.0	0.0
Plusvslía		Global		168.5	0.0	0.0	168.5	0.0
FACTOR CAPITAL				723.8	723.8	0.0	0.0	0.0
Deprec. Cobertizo	15.0	%	500.00	75.0	75.0	0.0	0.0	0.0
Deprec. Bebedero	15.0	%	125.00	18.8	18.8	0.0	0.0	0.0
Deprec. Equipos	30.0	%	100.00	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0
Deprec. Activo biológico	100.0	%	600.00	600.0	600.0	0.0	0.0	0.0
FACTOR TIERRA				1010.7	1010.7	0.0	0.0	0.0
Alquiler de terrenos	10.1	Año	100.00	1010.7	1010.7	0.0	0.0	0.0

Anexo 21: VBP diaria de quesos Eco Aroma en la Cooperativa San Santiago de Ácora en nuevos soles de abril 2020.

	Vida útil	Q por día	Unidad	Precio	Total	Insumo N	M	EP	T
VB PRODUCCIÓN					2867.5				
Queso de 1.4 Kgr		155.00	moldes	18.50	2867.5	2867.5	0.0	0.0	0.0
Residuo suero			litro	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONSUMO INTERMEDIO					2219.9	2132.1	0.0	0.0	87.8
Insumos directos					1933.9	1924.1	0.0	0.0	9.7
Leche		1,700.00	litros	1.10	1870.0	1870.0	0.0	0.0	0.0
Cloruro de sodio (sal), 2.5%		42.50	kilo	1.00	42.5	36.0	0.0	0.0	6.5
Nitrato de potasio		340.00	gramo	0.01	4.2	3.6	0.0	0.0	0.6
Cloruro de calcio		340.00	gramo	0.01	2.4	2.1	0.0	0.0	0.4
Cuajo industrial (quimosina)		113.33	gramo	0.13	14.7	12.5	0.0	0.0	2.2
Energía en acopio de leche					269.7	193.0	0.0	0.0	76.6
Gasolina para vehículos		5.50	galón	11.58	63.7	43.5	0.0	0.0	20.2
Petroleo para vehículos		16.8	galón	12.26	206.0	149.5	0.0	0.0	56.5
Energía en la producción					7.0	7.0	0.0	0.0	0.0
Leña		48.75	kilo	0.14	7.0	7.0	0.0	0.0	0.0
Materiales fungibles					6.3	5.3	0.0	0.0	1.0
Lejía		0.31	kilo	3.16	1.0	0.8	0.0	0.0	0.1
Lavavajillas (ayudín)		0.02	kilo	7.00	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Detergente		0.41	kilo	8.00	3.3	2.8	0.0	0.0	0.5
Materiales de escritorio		1.00	global	0.50	0.5	0.4	0.0	0.0	0.1
5 Uniforme		0.27	%	500.00	1.4	1.2	0.0	0.0	0.2
Servicios públicos					3.1	2.6	0.0	0.0	0.5
Energía eléctrica		1.00	global	3.08	3.1	2.6	0.0	0.0	0.5
Agua potable		1.00	día	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VALOR AGREGADO					647.6	255.0	13.2	360.0	19.5
FACTOR TRABAJO					510.0	150.0	0.0	360.0	0.0
Jefe de planta		1.00	jornal	50.00	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0
Acopiador - ayudante		2.00	jornal	35.00	70.0	70.0	0.0	0.0	0.0
Guardián		1.00	jornal	15.00	15.0	15.0	0.0	0.0	0.0
Otro		1.00	jornal	15.00	15.0	15.0	0.0	0.0	0.0
Plusvalía			global		360.0	0.0	0.0	360.0	0.0
FACTOR CAPITAL					127.6	95.0	13.2	0.0	19.5
Deprec. de Infraestructura					74.1	62.8	0.0	0.0	11.3
Finan PROCOMPITE, Jun 2013		0.01	%	810,933.64	74.1	62.8	0.0	0.0	11.3
Depreciación de vehículos					15.5	0.0	13.2	0.0	2.4
1 camión de 2 TN, VU 15 años	15	0.02	%	58,860.00	10.8	0.0	9.1	0.0	1.6
2 trimoto, 1000 Kgr., VU 10 a	10	0.03	%	14,000.00	3.8	0.0	3.3	0.0	0.6
1 motocicleta, VU 10 años	10	0.03	%	3,500.00	1.0	0.0	0.8	0.0	0.1
Depreciación de equipos					37.9	32.1	0.0	0.0	5.8
1 tina de 2010 litros	10	0.03	%	80,000.00	21.9	18.6	0.0	0.0	3.3
1 tina de recepción leche, 500 l	10	0.03	%	15,000.00	4.1	3.5	0.0	0.0	0.6
1 caldero	10	0.03	%	21,000.00	5.8	4.9	0.0	0.0	0.9
1 prensa neumática, 100 moldes	10	0.03	%	18,000.00	4.9	4.2	0.0	0.0	0.8
1 lira horizontal, inoxidable	10	0.03	%	300.00	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1 lira vertical, inoxidable	10	0.03	%	800.00	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
1 acidómetro	3	0.09	%	300.00	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0
1 lactodensímetro	3	0.09	%	90.00	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1 tanque de agua	5	0.05	%	1,000.00	0.5	0.5	0.0	0.0	0.1
Depreciación de utensilios					0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Cernidor	1	0.27	%	15.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Escoba	1	0.27	%	9.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recogedor de basura	1	0.27	%	5.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FACTOR TIERRA					10.0	10.0	0.0	0.0	0.0
Costo de oportunidad		1.00	día	10.00	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0

Anexo 22: VBP diaria de quesos Ecoandina de la Asociación de Productores Lácteos de Platería en nuevos soles del 2020.

	Vida útil	Q día	Unidad	Precio	Total	Insumo N	M	EP	T
VB PRODUCCIÓN					1,179.0				
Queso de 1.5 Kgr		65.50	moldes	18.0	1,179.0	1,179.0	0.0	0.0	0.0
Residuo suero			litro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONSUMO INTERMEDIO					1,032.8	1,016.9	0.0	0.0	15.9
Insumos directos					990.1	985.5	0.0	0.0	4.6
Leche		800.00	litro	1.2	960.0	960.0	0.0	0.0	0.0
Cloruro de sodio (sal), 2.5%		20.00	kilo	1.0	20.0	16.9	0.0	0.0	3.1
Nitrato de potasio		160.00	gramo	0.0	2.0	1.7	0.0	0.0	0.3
Cloruro de calcio		160.00	gramo	0.0	1.2	1.0	0.0	0.0	0.2
Cuajo industrial (quimosina)		53.33	gramo	0.1	6.9	5.9	0.0	0.0	1.1
Energía en acopio de leche					24.5	17.8	0.0	0.0	6.7
Petróleo para 2 motocar		2.00	galón	12.3	24.5	17.8	0.0	0.0	6.7
Energía en la producción					6.9	4.1	0.0	0.0	2.8
Leña, un árbol para 30 días		26.72	kilo	0.1	3.8	3.3	0.0	0.0	0.6
GLP		0.80	kilo	3.8	3.0	0.8	0.0	0.0	2.2
Materiales fungibles					3.6	3.1	0.0	0.0	0.5
Lejía		0.14	kilo	3.2	0.4	0.4	0.0	0.0	0.1
Lavavajillas (ayudín)		0.01	kilo	7.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Detergente		0.19	kilo	8.0	1.5	1.3	0.0	0.0	0.2
Materiales de escritorio		1.00	global	0.5	0.5	0.4	0.0	0.0	0.1
4 uniformes		0.27	%	400.0	1.1	0.9	0.0	0.0	0.2
Servicios públicos					7.7	6.5	0.0	0.0	1.2
Energía eléctrica		1.00	día	7.7	7.7	6.5	0.0	0.0	1.2
Agua potable		1.00	día	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VALOR AGREGADO					146.2	173.6	3.3	-35.5	4.8
FACTOR TRABAJO					104.5	140.0	0.0	-35.5	0.0
Jefe de planta - Administrador		1.00	jornal	50.0	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0
Acopiador - ayudante		2.00	jornal	30.0	60.0	60.0	0.0	0.0	0.0
Vendedor		1.00	jornal	30.0	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0
Plusvalía			global		-35.5	0.0	0.0	-35.5	0.0
FACTOR CAPITAL					31.7	23.6	3.3	0.0	4.8
Deprec. de Infraestructura					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
En cesión de uso		0.00	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Depreciación de vehículos					3.8	0.0	3.3	0.0	0.6
2 trimoto, 1000 Kgr., VU 10 a	10	0.03	%	14,000.0	3.8	0.0	3.3	0.0	0.6
Depreciación del equipos					27.8	23.5	0.0	0.0	4.2
1 caldero, vapor a leña, 2000 l.	10	0.03	%	28,000.0	7.7	6.5	0.0	0.0	1.2
1 tina automática de 1015 litros	10	0.03	%	45,000.0	12.3	10.4	0.0	0.0	1.9
1 prensadora neumática, 120 m	10	0.03	%	15,000.0	4.1	3.5	0.0	0.0	0.6
1 mesa de moldeo	10	0.03	%	9,000.0	2.5	2.1	0.0	0.0	0.4
1 lira horizontal, inoxidable	10	0.03	%	300.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1 lira vertical, inoxidable	10	0.03	%	800.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
1 acidómetro	3	0.09	%	300.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0
1 lactodensímetro	3	0.09	%	90.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1 tanque de agua	5	0.05	%	1,000.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.1
Depreciación de utensilios					0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Cernidor	1	0.27	%	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Escoba	1	0.27	%	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recogedor de basura	1	0.27	%	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FACTOR TIERRA					10.0	10.0	0.0	0.0	0.0
Cesión de uso		1.00	Día	10.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0

Anexo 23: VBP diaria de quesos de la Empresa Municipal Ecolácteos de Huata en nuevos soles de abril 2020

	Vida útil	Q por día	Unidad	Precio	Total	Insumo N	M	EP	T
VB PRODUCCIÓN					9,800.0				
Queso de 1.0 Kgr		700.00	moldes	14.0	9,800.0	9,800.0	0.0	0.0	0.0
Residuo suero			litro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C. INTERMEDIO					7,349.7	7,268.7	0.0	0.0	81.0
Insumos directos					7,155.3	7,125.5	0.0	0.0	29.8
Leche		5800.00	litro	1.2	6,960.0	6,960.0	0.0	0.0	0.0
Cloruro de sodio (sal), 2.5%		145.00	kilo	1.0	145.0	122.9	0.0	0.0	22.1
Nitrato de potasio		1160.00	gramo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cloruro de calcio		1160.00	gramo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cuajo industrial (quimosina)		386.67	gramo	0.1	50.3	42.6	0.0	0.0	7.7
Energía en acopio de leche					138.5	100.6	0.0	0.0	38.0
Petroleo para vehículos		11.30	galón	12.3	138.5	100.6	0.0	0.0	38.0
Energía en la producción					19.6	14.2	0.0	0.0	5.4
Petroleo para caldero		1.60	galón	12.3	19.6	14.2	0.0	0.0	5.4
Materiales fungibles					16.0	13.6	0.0	0.0	2.4
Lejía		1.00	kilo	3.2	3.2	2.7	0.0	0.0	0.5
Lavavajillas (ayudín)		0.07	kilo	7.0	0.5	0.4	0.0	0.0	0.1
Detergente		1.33	kilo	8.0	10.7	9.0	0.0	0.0	1.6
Materiales de escritorio		1.00	global	1.0	1.0	0.8	0.0	0.0	0.2
16 uniformes		0.27	%	1,600.0	4.4	3.7	0.0	0.0	0.7
Servicios públicos					20.2	14.8	0.0	0.0	5.4
Energía eléctrica		1.00	global	19.2	19.2	14.0	0.0	0.0	5.2
Agua potable		1.00	día	1.0	1.0	0.8	0.0	0.0	0.2
VALOR AGREGADO					2,450.3	611.8	12.4	1,653.5	172.6
FACTOR TRABAJO					2,386.7	568.8	0.0	1,653.5	164.4
1 Jefe de planta		1.00	diario	92.1	92.1	75.6	0.0	0.0	16.4
1 Mantenimiento, máquinas		1.00	diario	42.7	42.7	32.9	0.0	0.0	9.9
2 Guardíanía		2.00	diario	42.7	85.5	65.8	0.0	0.0	19.7
5 Operario, producción queso		5.00	diario	42.7	213.7	164.4	0.0	0.0	49.3
4 Chofer. Acopiador		4.00	diario	42.7	171.0	131.5	0.0	0.0	39.5
3 Varios		3.00	diario	42.7	128.2	98.6	0.0	0.0	29.6
Plusvalía			global		1,653.5	0.0	0.0	1,653.5	0.0
FACTOR CAPITAL					53.6	33.0	12.4	0.0	8.2
Deprec. de Infraestructura					12.6	10.7	0.0	0.0	1.9
Proyecto infraestructura	30	0.01	%	138,329.2	12.6	10.7	0.0	0.0	1.9
Depreciación de vehículos					14.6	0.0	12.4	0.0	2.2
2 camiones	15	0.02	%	61,211.6	11.2	0.0	9.5	0.0	1.7
2 trimotos	10	0.03	%	12,479.4	3.4	0.0	2.9	0.0	0.5
Depreciación de equipos					26.2	22.2	0.0	0.0	4.0
1 caldero de 4 bhp	10	0.03	%	20,799.0	5.7	4.8	0.0	0.0	0.9
1 tina de 500 litros	10	0.03	%	5,796.7	1.6	1.3	0.0	0.0	0.2
1 tina de 1000 litros	10	0.03	%	10,503.5	2.9	2.4	0.0	0.0	0.4
1 tina de 1500 litros	10	0.03	%	15,443.3	4.2	3.6	0.0	0.0	0.6
1 tina de 2000 litros	10	0.03	%	20,955.0	5.7	4.9	0.0	0.0	0.9
2 prensadoras de 216 y 198	10	0.03	%	19,727.9	5.4	4.6	0.0	0.0	0.8
5 batidoras tipo pala	5	0.05	%	416.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
1 lira horizontal	5	0.05	%	187.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1 lira vertical	5	0.05	%	187.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
2 barímetros	5	0.05	%	166.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1 lactodensímetro	5	0.05	%	83.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 termómetros	5	0.05	%	171.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Deprec. de utensilios					0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
Cernidor	2	0.27	%	15.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Escoba	2	0.27	%	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recogedor de basura	2	0.27	%	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FACTOR TIERRA					10.0	10.0	0.0	0.0	0.0
Costo de oportunidad		1.00	Día	10.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0

Anexo 24: VBP diaria del queso en la Agroindustria Ima Sumac Siachi EIRL de Taraco en nuevos soles de abril 2020

	Vida útil	Q día	Unidad	Precio	Total	Insumo		EP	T
						N	M		
VB PRODUCCIÓN					462.0				
Queso de 1.1 Kgr		33.00	molde	14.0	462.0	462.0	0.0	0.0	0.0
Residuo suero			litro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CONSUMO INTERMEDIO					350.8	348.2	0.0	0.0	2.5
Insumos directos					341.3	340.9	0.0	0.0	0.4
Leche		300.00	litro	1.1	330.0	330.0	0.0	0.0	0.0
Cloruro de sodio (sal), 2.5%		7.50	kilo	1.0	7.5	7.5	0.0	0.0	0.0
Nitrato de potasio		60.00	gramo	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0
Cloruro de calcio		60.00	gramo	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
Cuajo industrial (quimosina)		20.00	gramo	0.1	2.6	2.2	0.0	0.0	0.4
Energía en acopio de leche					5.8	4.0	0.0	0.0	1.8
Gasolina para vehículos		0.50	galón	11.6	5.8	4.0	0.0	0.0	1.8
Energía en la producción					1.5	1.5	0.0	0.0	0.0
GLP		0.40	kilo	3.8	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0
Materiales fungibles					1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
Lejía		0.05	kilo	3.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
Lavavajillas (ayudín)		0.00	kilo	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detergente		0.07	kilo	8.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0
Materiales de escritorio		1.00	global	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 uniformes		0.27	%	100.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
Servicios públicos					1.2	0.8	0.0	0.0	0.3
Energía eléctrica		1.00	global	1.2	1.2	0.8	0.0	0.0	0.3
Agua potable		1.00	día	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VALOR AGREGADO					111.2	74.8	0.0	35.6	0.8
FACTOR TRABAJO					102.3	66.7	0.0	35.6	0.0
1 productor quesero		1.00	diario	66.7	66.7	66.7	0.0	0.0	0.0
Plusvalía			global		35.6	0.0	0.0	35.6	0.0
FACTOR CAPITAL					6.0	5.2	0.0	0.0	0.8
Depreciación de Infraestructura					0.7	0.7	0.0	0.0	0.0
Infraestructura, adobe y calamina	20	0.01	%	5000.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0
Depreciación de vehículos					2.0	1.7	0.0	0.0	0.3
Moto carga	10	0.03	%	7279.7	2.0	1.7	0.0	0.0	0.3
Depreciación de equipos					3.2	2.7	0.0	0.0	0.5
Tina pre prensa de 500 litros	10	0.03	%	10399.5	2.8	2.4	0.0	0.0	0.4
1 lactodensímetro	5	0.05	%	83.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 prensadora manual de 6 moldes	10	0.03	%	200.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Mea de moldeo de queso	10	0.03	%	300.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Pozo tubular	10	0.03	%	500.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Porongo de aluminio	10	0.03	%	250.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Depreciación de utensilios					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cernidor	0.5	0.27	%	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Escoba	0.5	0.27	%	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recogedor de basura	0.5	0.27	%	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FACTOR TIERRA					3.0	3.0	0.0	0.0	0.0
Costo de oportunidad		1	Día	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0

Anexo 25: Detalle de emisiones anuales de GEI en la manufactura del queso en términos de kg de CO₂eq por volumen de producción anual de queso y ámbito de planta

Insumos, energía y residuos	Kg CO ₂ eq				FE	Fuente
	Acora	Platería	Huata	Taraco		
Insumos directos	91,133	42,747	310,936	16,048		
Nitrato de Potasio	271	127	923	48	2.230	Suni 2018
Cloruro de Calcio	36	17	124	6	0.300	Bravo 2016
Sal	1,365	640	4,656	240	0.090	Bravo 2016
Agua potable (lavado/escaldado)	71,569	33,570	244,186	12,603	0.590	Bravo 2016
Agua potable (salado)	17,892	8,393	61,046	3,151	0.590	Bravo 2016
Insumos indirectos	267	121	862	45		
Lejía	174	78	561	29	1.570	Bravo 2016
Lavavajillas (ayudín)	6	3	20	1	0.831	Suni 2018
Detergente	87	39	281	15	0.592	Bravo 2016
Energía	114,008	28,361	54,577	2,370		
Gasolina para acopio de leche	17,793	0	0	1,614		IPCC 2006
Petróleo para acopio de leche	62,899	7,593	43,044	0		IPCC 2006
Petroleo para calderos	0	0	6,022	0		IPCC 2006
GLP para calderos	0	851	0	426		IPCC 2006
Leña para calderos	32,434	17,719	0	0		IPCC 2006
Energía eléctrica	882	2,197	5,511	330	0.412	MINAM 2010
Residuos	1,053	484	3,490	180		
Residuo suero salado	1,053	484	3,490	180		IPCC 2006
Total emisiones	206,461	71,712	369,865	18,643		

Anexo 26: Cantidad de N excretado (N_{exc}) por cabeza de ganado, categoría de vaca, promedio típico de masa animal y ámbito de estudio

Ámbito de estudio	Vacas en producción					Vacas de reemplazo					Total vacas
	Cabeza	N _{ingesta} ^(T)	TAM	N _{exc} /año		Cabeza	N _{ingesta} ^(T)	TAM	N _{exc} /año		N _{exc} /año
				kg/cabeza	kg/total				kg/cabeza	kg/total	
Ácora	182	0.48	411	72	13,134	77	0.48	232	41	3,117	16,251
Platería	106	0.48	389	68	7,239	45	0.48	214	38	1,700	8,939
Huata	647	0.48	422	74	47,862	273	0.48	238	42	11,359	59,221
Taraco	30	0.48	444	78	2,360	13	0.48	250	44	560	2,921

Anexo 27: Cantidad de N excretado (N_{exc}) por categoría de ganado, sistema de manejo de estiércol y ámbito de estudio

Ámbito de estudio	N excretado por las vacas en producción								N excretado por las vacas de reemplazo							
	Almacenamiento sólido				Praderas y pastizales				Almacenamiento sólido				Praderas y pastizales			
	N° vacas	N _{exc} /año kg/cabeza	% N	N _{exc} kg N/año	N° vacas	N _{exc} /año kg/cabeza	% N	N _{exc} kg N/año	N° vacas	N _{exc} /año kg/cabeza	% N	N _{exc} kg N/año	N° vacas	N _{exc} /año kg/cabeza	% N	N _{exc} kg N/año
Ácora	73	72	0.01	52.5	109	72	0.36	2,836.9	31	41	0.01	12.5	46	41	0.36	673.3
Platería	42	68	0.01	29.0	64	68	0.36	1,563.5	18	38	0.01	6.8	27	38	0.36	367.2
Huata	259	74	0.01	191.4	388	74	0.36	10,338.1	109	42	0.01	45.4	164	42	0.36	2,453.6
Taraco	12	78	0.01	9.4	18	78	0.36	509.8	5	44	0.01	2.2	8	44	0.36	121.0

Anexo 28: Emisiones anuales de N₂O por sistema de manejo de estiércol correspondiente a las vacas involucradas en la producción de leche para queso

Ámbito de estudio	Almacenamiento sólido			Praderas y pastizales			Total	Total
	N _{exc}	FE ₃	Gg de N ₂ O	N _{exc}	FE ₃	Gg de N ₂ O	Gg de N ₂ O	Gg de CO ₂ eq
Ácora	65.0	0.02	0.000002	3,510.2	0.02	0.000110	0.000112	0.034833
Platería	35.8	0.02	0.000001	1,930.8	0.02	0.000061	0.000062	0.019160
Huata	236.9	0.02	0.000007	12,791.7	0.02	0.000402	0.000409	0.126936
Taraco	11.7	0.02	0.000000	630.9	0.02	0.000020	0.000020	0.006260

Anexo 29: Cantidades anuales de N excretado por las vacas involucradas en la producción de leche para queso y utilizadas como fertilizante

Ámbito de estudio	N excretado (kg N/año)	Frac _{COMB}	Frac _{PAST}	Frac _{GASM}	Suma	N utilizado (kg N/año)
Caritamaya	16,251.02	0.15	0.60	0.20	0.05	812.55
Platería	8,938.72	0.15	0.60	0.20	0.05	446.94
Huata	59,220.88	0.15	0.60	0.20	0.05	2,961.04
Taraco	2,920.62	0.15	0.60	0.20	0.05	146.03

Anexo 30: Cantidades anuales de aporte de N de los residuos de cosecha de las especies agrícolas involucradas en la producción de leche para queso

Ámbito de estudio	Alfalfa y avena forrajera		Legumbres y soja		1-Frac _{CR}	1-Frac _{QUEM}	F _{RC} kg N/año
	Cultivo _{OO}	Frac _{N_{CRO}}	Cultivo _{BF}	Frac _{N_{CRBF}}			
	kg MS/año	kg N/kg MS	kg MS/año	kg N/kg MS			
Caritamaya	748,271.6	0.015	0.0	0.030	0.50	0.85	9,540.46
Platería	345,014.5	0.015	0.0	0.030	0.50	0.85	4,398.93
Huata	2,352,619.5	0.015	0.0	0.030	0.50	0.85	29,995.90
Taraco	124,393.0	0.015	0.0	0.030	0.50	0.85	1,586.01

Anexo 31: Emisiones anuales directas de N₂O de los suelos agrícolas según fuente aportante de N y ámbito de estudio

	Aporte de Nitrógeno (kg N/año)				FE directas (kg N ₂ O-N/kg N)	Emisiones directas (Gg N ₂ O-N/año)			
	Ácora	Platería	Huata	Taraco		Ácora	Platería	Huata	Taraco
Fertilizante sintético (F _{SN})	0	0	0	0	0.0125	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Estiercol (F _E)	813	447	2,961	146	0.0125	0.00001016	0.00000559	0.00003701	0.00000183
Residuos de cosecha (F _{RC})	9,540	4,399	29,996	1,586	0.0125	0.00011926	0.00005499	0.00037495	0.00001983
Cultivos fijadores de nitrógeno (F _{BN})	0	0	0	0	0.0125	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
						0.00012941	0.00006057	0.00041196	0.00002165
Emisiones directas totales excluyendo histosoles (Gg de N ₂ O/año)						0.00020336	0.00009519	0.00064737	0.00003402

Anexo 32: Emisiones anuales de N₂O de los suelos procedentes del pastoreo de las vacas involucradas en la producción de leche para queso por ámbito de estudio

Ámbito de estudio	N _{ex} total kg N/año	N _{ex} praderas kg N/año	FE ₃ praderas y pastizales kg N ₂ O-N/kg N	Emisiones de N ₂ O Gg
Caritamaya	16,251.02	3,510.22	0.02	0.00011032
Platería	8,938.72	1,930.76	0.02	0.00006068
Huata	59,220.88	12,791.71	0.02	0.00040203
Taraco	2,920.62	630.85	0.02	0.00001983

Anexo 33: Emisiones anuales indirectas de N₂O por volatilización y deposición atmosférica de NH₃ y NO_x correspondiente al N emitido por los cultivos y las vacas involucradas en la producción de leche para queso

Ámbito de estudio	N _{FERT} kg N/año	Frac _{GASFS} kg N /kg N	N _{FERT} volatilizado kg N /kg N	N _{ex} total kg N /año	Frac _{GASM} kg N /kg N	N _{ex} volatilizado kg N /kg N	FE ₄	Emisiones N ₂ O Gg N ₂ O-N/año
Caritamaya	0	0.1	0	16,251	0.2	3,250	0.01	0.00003250
Platería	0	0.1	0	8,939	0.2	1,788	0.01	0.00001788
Huata	0	0.1	0	59,221	0.2	11,844	0.01	0.00011844
Taraco	0	0.1	0	2,921	0.2	584	0.01	0.00000584

Anexo 34: Emisiones anuales indirectas de N₂O por lixiviación del N proveniente de los cultivos y las vacas involucradas en la producción de leche para queso

Ámbito de estudio	N _{FERT} kg N/año	N _{ex} kg N/año	Frac _{LIX} kg N/kg N	FE ₅	Total N ₂ O Gg N ₂ O-N/año
Ácora	0	16,251	0.30	0.025	0.00012188
Platería	0	8,939	0.30	0.025	0.00006704
Huata	0	59,221	0.30	0.025	0.00044416
Taraco	0	2,921	0.30	0.025	0.00002190

Anexo 35: Resumen de las emisiones anuales de N₂O atribuible a los suelos involucrados en la producción de leche para queso por ámbito de estudio

Ámbito de estudio	N ₂ O _{DIRECTOS} Gg	N ₂ O _{PASTOREO} Gg	N ₂ O _{INDIRECTAS} Gg	Total N ₂ O Gg	Total CO ₂ eq PCG = 310
Ácora	0.00020336	0.00011032	0.00024260	0.00055629	0.17244941
Platería	0.00009519	0.00006068	0.00013344	0.00028931	0.08968617
Huata	0.00064737	0.00040203	0.00088408	0.00193348	0.59937779
Taraco	0.00003402	0.00001983	0.00004360	0.00009745	0.03020944

Anexo 36: Emisiones anuales de CH₄ por fermentación entérica y gestión del estiércol del ganado involucrado en la producción de leche para queso por ámbito de estudio

Ámbito de estudio	Emisiones por fermentación entérica					Emisiones por gestión de estiércol						Total CH ₄		
	Número de vacas lecheras			FE por fermentación (kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹)	Emisiones por fermentación (Gg CH ₄ año ⁻¹)	% poblacional por clima			FE según temperatura (kg/cabeza/año)			FE promedio por gestión (kg/cabeza/año)	Emisiones por gestión (Gg CH ₄ /año)	Emisiones PGG = 2l (Gg CO ₂ eq)
	en producción	de reemplazo	total			Frio (-15°C)	Templado (15-25°C)	Cálido (+25°C)	Frio	Templado	Cálido			
Ácora	182	77	259	89	0.023065	50	50	0	1	1	2	1.000000	0.000259	0.489815
Platería	106	45	151	81	0.012271	50	50	0	1	1	2	1.000000	0.000151	0.260869
Huata	647	273	920	89	0.081841	50	50	0	1	1	2	1.000000	0.000920	1.737978
Taraco	30	13	43	89	0.003834	50	50	0	1	1	2	1.000000	0.000043	0.081427

Anexo 37: Emisiones anuales de los principales GEI por combustión móvil y estacionaria, tipo de combustible y ámbito de estudio

	GEI	Datos de actividad (cantidad anual)				Unidad	densidad kg/m ³	VCN (TJ/Gg)	Factor de Emisión por defecto		PCG IPCC 2013	Emisiones de GEI (Kg CO _{2eq})			
		Acora	Platería	Huata	Taraco				Fuente	(kg de GEI/TJ)		Acora	Platería	Huata	Taraco
Gasolina para cultivos	CO ₂	3,827.49	1,807.83	11,907.34	636.28	galón	760	44.3	69300.0	IPCC 2006: V2, Ch3, cuadro 3.2.1	1	33,804.76	15,966.92	105,166.77	5,619.72
Gasolina para cultivos	CH ₄	3,827.49	1,807.83	11,907.34	636.28	galón	760	44.3	33.0	IPCC 2006: V2, Ch3, cuadro 3.2.2	21	338.05	159.67	1,051.67	56.20
Gasolina para cultivos	N ₂ O	3,827.49	1,807.83	11,907.34	636.28	galón	760	44.3	3.2	IPCC 2006: V2, Ch3, cuadro 3.2.2	310	483.90	228.56	1,505.42	80.44
Gasolina para cultivos												34,626.70	16,355.15	107,723.86	5,756.36
Gasolina en acopio de leche	CO ₂	2,007.50	0.00	0.00	182.50	galón	760	44.3	69300.0	IPCC 2006: V2, Ch3, cuadro 3.2.1	1	17,730.43	0.00	0.00	1,611.86
Gasolina en acopio de leche	CH ₄	2,007.50	0.00	0.00	182.50	galón	760	44.3	3.8	IPCC 2006: V2, Ch3, cuadro 3.2.2	21	20.42	0.00	0.00	1.86
Gasolina en acopio de leche	N ₂ O	2,007.50	0.00	0.00	182.50	galón	760	44.3	5.7	IPCC 2006: V2, Ch3, cuadro 3.2.2	310	452.09	0.00	0.00	41.10
Gasolina en acopio de leche												18,202.93	0.00	0.00	1,654.81
Petroleo en acopio de leche	CO ₂	6,132.00	730.00	4,124.50	0.00	galón	870	43.0	74100.0	IPCC 2006: V2, Ch3, cuadro 3.2.1	1	64,345.95	7,660.23	43,280.31	0.00
Petroleo en acopio de leche	CH ₄	16.80	730.00	4,124.50	0.00	galón	870	43.0	3.9	IPCC 2006: V2, Ch3, cuadro 3.2.2	21	0.19	8.47	47.84	0.00
Petroleo en acopio de leche	N ₂ O	16.80	730.00	4,124.50	0.00	galón	870	43.0	3.9	IPCC 2006: V2, Ch3, cuadro 3.2.2	310	2.88	124.98	706.15	0.00
Petroleo en acopio de leche												64,349.02	7,793.68	44,034.30	0.00
Petroleo para calderos	CO ₂	0.00	0.00	584.00	0.00	galón	870	43.0	74100.0	IPCC 2006: V2, Ch2, cuadro 2.5	1	0.00	0.00	6,128.19	0.00
Petroleo para calderos	CH ₄	0.00	0.00	584.00	0.00	galón	870	43.0	10.0	IPCC 2006: V2, Ch2, cuadro 2.5	21	0.00	0.00	17.37	0.00
Petroleo para calderos	N ₂ O	0.00	0.00	584.00	0.00	galón	870	43.0	0.6	IPCC 2006: V2, Ch2, cuadro 2.5	310	0.00	0.00	15.38	0.00
Petroleo para calderos												0.00	0.00	6,160.94	0.00
GLP para calderos	CO ₂	0.00	292.00	0.00	146.00	kilo		47.3	63100.0	IPCC 2006: V2, Ch2, cuadro 2.5	1	0.00	871.51	0.00	435.76
GLP para calderos	CH ₄	0.00	292.00	0.00	146.00	kilo		47.3	5.0	IPCC 2006: V2, Ch2, cuadro 2.5	21	0.00	1.45	0.00	0.73
GLP para calderos	N ₂ O	0.00	292.00	0.00	146.00	kilo		47.3	0.1	IPCC 2006: V2, Ch2, cuadro 2.5	310	0.00	0.43	0.00	0.21
GLP para calderos												0.00	873.39	0.00	436.70
Leña para calderos	CO ₂	17,793.75	9,752.55	0.00	0.00	kilo		15.6	112000.0	IPCC 2006: V2, Ch2, cuadro 2.5	1	31,089.24	17,039.65	0.00	0.00
Leña para calderos	CH ₄	17,793.75	9,752.55	0.00	0.00	kilo		15.6	300.0	IPCC 2006: V2, Ch2, cuadro 2.5	21	1,748.77	958.48	0.00	0.00
Leña para calderos	N ₂ O	17,793.75	9,752.55	0.00	0.00	kilo		15.6	4.0	IPCC 2006: V2, Ch2, cuadro 2.5	310	344.20	188.65	0.00	0.00
Leña para calderos												33,182.21	18,186.78	0.00	0.00

Anexo 38: Emisiones anuales de CH₄ proveniente de la disposición del residuo suero salado por ámbito de estudio

Ámbito de estudio	P _i kg/año	P _i ton/año	W _i m ³ /ton	COD _i kg COD/m ³	TOW _i kg COD/año	B ₀ kg CH ₄ /kg COD	MCF _i	EF kg CH ₄ /kg COD	Emisiones kg CH ₄ /año	Emisiones kg CO _{2eq} /año
Ácora	79,205.00	79.2050	7.0	2.7	1,496.9745	0.25	0.10	0.025	37.4244	785.9116
Platería	35,861.25	35.8613	7.0	2.7	677.7776	0.25	0.10	0.025	16.9444	355.8333
Huata	255,500.00	255.5000	7.0	2.7	4,828.9500	0.25	0.10	0.025	120.7238	2,535.1988
Taraco	13,249.50	13.2495	7.0	2.7	250.4156	0.25	0.10	0.025	6.2604	131.4682

Anexo 39: Emisiones anuales de N₂O proveniente de la disposición del residuo suero salado por ámbito de estudio

Ámbito de estudio	Proporción gr/kilo	Suero salado kilo/año	P _i gr/año	P _i kg proteína/año	F _{NPR} kg N/kg proteína	F _{NON-CON}	N _{EFLUENTE} kg N/año	E _{EFLUENTE} kg N ₂ O-N/kg N	Factor de conversión	Emisiones kg N ₂ O/año	Emisiones kg CO _{2eq} /año
Ácora	7.0	106,945.0	748,615.0	748.6150	0.16	1.00	119.7784	0.005	1.5714	0.9411	291.7460
Platería	7.0	51,738.8	362,171.3	362.1713	0.16	1.00	57.9474	0.005	1.5714	0.4553	141.1433
Huata	7.0	379,600.0	2,657,200.0	2657.2000	0.16	1.00	425.152	0.005	1.5714	3.3405	1,035.5488
Taraco	7.0	19,600.5	137,203.5	137.2035	0.16	1.00	21.95256	0.005	1.5714	0.1725	53.4702

Anexo 40: El lago Titicaca, lago sagrado de los incas.



Retroceso de aguas en el sur de la Bahía de Puno



El lago sagrado visto desde Platería

Anexo 41: Pasantía "Ganadería y cambio climático" en la U. Agraria La Molina



Medición de emisiones de óxido nitroso



Pasantes de "Ganadería y Cambio Climático"

Anexo 42: El INIA y Proyecto Pradera promueven recuperación del queso paria.



Con funcionarios del INIA y PRADERA en Puno



El queso paria incluye leche de ovino y vacuno

Anexo 43: Concertando con autoridades del ámbito local.



Participando en izamiento del pabellón nacional en Huata

Anexo 44: El queso tipo paria en el mercado local y regional



Caritamaya promociona sus productos



Caritamaya promociona sus productos en ferias



Platería en proceso de despegue



Huata participa en ferias agropecuarias



Productos de la Planta Municipal de Huata



Otros productores de Huata



Lácteos de Taraco en punto de carretera



Otros pequeños productores de Taraco

Anexo 45: Acopio de quesillo artesanal en la zona lago del Titicaca



Vendiendo quesillos en Huata



Acopiadora de quesillos en Huata

Anexo 46: Las plantas de queso tipo paria en la zona lago del Titicaca



Personal de lácteos en Caritamaya - Ácora



Planta de lácteos en Caritamaya - Ácora



Planta de lacteos "Eco Aymara" en Ácora



Planta de lácteos en Platería



Preparación del queso en Platería



Acopio de leche en planta de Platería



Caldero en planta de Platería



Análisis de calidad en planta de Platería



Tina automática en planta de Platería



Disposición del suero en Platería



Disposición del suero en Platería



La planta de la Municipalidad distrital de Huata



Vehículos para acopio de leche en Huata



Residuo suero en exterior a la planta de Huata



Planta de queso tipo paria de Taraco



Disposición del suero en Taraco



Con Nery de Tecnoleche y socios de "La Florentina" en Taraco



Socios de "La Florentina" en Taraco



Planta de quesos "La Florentina" Taraco

Anexo 47: Crianza de vacas lecheras en la zona lago del Titicaca



Vaca en pastos naturales en Ácora



Vacas pastando en bofedal en Ácora



Ración de mostaza en Platería



Ración de mostaza en Huata



Vacas en comedero en Taraco



Vacas atadas a pastizal en taraco

Anexo 48: Los pastos y forrajes en la zona lago del Titicaca.



Tanques para agua en Caritamaya



Acopio de forraje en Platería



Pastos y forrajes cultivados en Huata



Pastos del PEBLT en Huata



Pastos del PEBLT en Huata



Pasto cultivado en Taraco



Rebrote de alfalfa en Taraco



Buscando agua en Taraco



Forraje en Taraco



Pacas de forraje en Taraco



Conservación de forraje en Taraco