



**UNIVERSIDAD DE TALCA
MAGÍSTER EN GESTIÓN TECNOLÓGICA**

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE SEGUIMIENTO DE
INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA EL COMPLIMIENTO
DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLES (ODS) EN
LA PRODUCCIÓN LECHERA**

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL
GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN TECNOLÓGICA
CON ÉNFASIS EN BIOTECNOLOGÍA**

**Alumno: Rigoberto Antonio Carrión Pincheira
Profesor Guía: Dr. Paul Critician Vega
Profesor Informante:**

**SANTIAGO - CHILE
2022**

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi profesor guía y mentor el Dr. Paul Critician, quien con sus conocimientos y apoyo constante me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer al Sr. Isnardo López por su apoyo, consejos y facilita sus conocimientos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación.

También quiero agradecer a mis compañeros del magíster con quienes nos ayudamos y acompañamos constantemente en este proceso.

Por último quiero agradecer a mi familia, a mi esposa y mis hijas Trinidad e Isidora, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

La eficiencia de los sistemas de producción agropecuaria, depende en gran parte de la interacción entre factores económicos, sociales, ambientales y técnicos, la evaluación de la sostenibilidad debe integrar estos componentes, mediante la implementación de indicadores que permitan realizar un seguimiento a estos componentes (económica, social, ambiental y técnica), y que además aporten al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La finalidad de la tesis es identificar una serie de indicadores que permita a los productores lecheros evaluar y monitorear su cumplimiento en relación a la sostenibilidad, y que les ayude en la toma de decisiones y la implementación de medidas correctivas.

Se realizó una revisión y evaluación de distintas metodologías de sostenibilidad para elaborar indicadores adecuados para el sector lechero los que fueron validados por un grupo de expertos y luego evaluados en una prueba de campo con productores lecheros.

En términos generales los indicadores propuestos fueron considerados de forma positiva por los expertos consultados, indicando en su gran mayoría ser relevantes para evaluar la sostenibilidad en sistemas de producción lecheros, presentando una vinculación entre los indicadores y su aporte a los ODS. Por su parte la evaluación de los productores, si bien fue positiva mostró que en general los sistemas productivos no cuentan con registros que le permita hacer seguimiento y monitoreo de sus indicadores, en este punto, muchos expresan estar de acuerdo con el objetivo, pero no presenta mecanismos para evaluar sus avances.

Respecto a los indicadores propuestos el gran desafío fue formularlos de forma que logran ser vinculados de forma directa con los ODS. Igualmente se observó que la sostenibilidad es un factor clave para la competitividad agropecuaria debido a la valoración que de ella hacen los mercados y consumidores, por ello los indicadores deben permitir de forma clara, fácil y precisa cuantificar su aporte a la sostenibilidad y los ODS.

Palabras clave: sostenibilidad, objetivos de desarrollo sostenibles, producción lechera, calidad.

SUMMARY

The efficiency of agricultural production systems depends largely on the interaction between economic, social, environmental and technical factors, the evaluation of sustainability must integrate these components, through the implementation of indicators that allow monitoring of these components (economic, social, environmental and technical), and that also contribute to the performance of the Sustainable Development Goals (SDG).

The purpose of this thesis is to identify a series of indicators that allow dairy farmers to evaluate and monitor their accomplishment in relation to sustainability, and to help them in decision-making and the implementation of corrective measures.

A review and evaluation of different sustainability methodologies was carried out to develop adequate indicators for the dairy sector, which were validated by a group of experts and then evaluated in a field test with dairy farmers.

In general terms, the proposed indicators were considered positively by the experts consulted, the vast majority indicating that they are relevant to assess sustainability in dairy production systems, presenting a link between the indicators and their contribution to the SDGs. For its part, the evaluation of the producers, although it was positive, showed that in general the productive systems do not have records that allow them to follow up and monitor their indicators, at this point, many express their agreement with the objective, it does not present mechanisms to evaluate their progress.

Regarding the proposed indicators, the great challenge was to formulate them in such a way that they could be directly linked to the SDGs. It was also observed that sustainability is a key factor for agricultural competitiveness due to the assessment that markets and consumers make of it, therefore the indicators must allow a clear, easy and precise way to quantify their contribution to sustainability and the SDGs.

Keywords: sustainability, sustainable development goals, milk production, quality.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
SUMMARY	3
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo General:	9
2.2. Objetivos Específicos:	9
3. ESTADO DEL ARTE	10
3.1. Sostenibilidad	11
3.2. Sostenibilidad de los Sistemas Ganaderos	14
3.3. Indicadores de Sostenibilidad	16
3.4. Indicadores de Sostenibilidad para el Sector lechero	20
4. METODOLOGÍA	22
5. RESULTADOS	27
5.1. Validación de Indicadores de Sostenibilidad en Sistemas de Producción lecheros	27
5.1.1. Indicadores de Sostenibilidad Económica	27
5.1.2. Indicadores de Sostenibilidad Social	30
5.1.3. Indicadores de Sostenibilidad Ambiental	31
5.1.4. Indicadores de Sostenibilidad Técnica	34
5.2. Evaluación de Indicadores de Sostenibilidad en Productores lecheros	35
5.2.1. Evaluación Económica de Sostenibilidad	36
5.2.2. Evaluación Social de Sostenibilidad	37
5.2.3. Evaluación Ambiental de Sostenibilidad	38
5.2.4. Evaluación Técnica de Sostenibilidad	40
6. CONCLUSIONES	42
7. BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	49
ANEXO 1: Indicadores de sostenibilidad para sistemas de producción lecheros	50

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1: Indicadores de sostenibilidad económicos para sistemas de producción lecheros	24
Tabla 2: Indicadores de sostenibilidad social para sistemas de producción lecheros	24
Tabla 3: Indicadores de sostenibilidad ambiental para sistemas de producción lecheros	25
Tabla 4: Indicadores de sostenibilidad técnica para sistemas de producción lecheros	25
Tabla 5: Perfil de los expertos consultados para este estudio	26
Gráfico 1: Ponderación de indicadores de sostenibilidad en sistemas lecheros	28
Gráfico 2: Ponderación de indicadores de sostenibilidad económica en sistemas lecheros	29
Gráfico 3: Ponderación de indicadores de sostenibilidad social en sistemas lecheros	31
Gráfico 4: Ponderación de indicadores de sostenibilidad ambientales en sistemas lecheros	34
Gráfico 5: Ponderación de indicadores de sostenibilidad técnica en sistemas lecheros	35
Gráfico 6: Evaluación por dimensión de los indicadores de sostenibilidad económicos	37
Gráfico 7: Evaluación por dimensión de los indicadores de sostenibilidad social	39
Gráfico 8: Evaluación por dimensión de los indicadores de sostenibilidad ambiental	40
Gráfico 9: Evaluación por dimensión de indicadores de sostenibilidad técnica	42

1. INTRODUCCIÓN

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada el año 2015, supone una posibilidad de ejecutar un plan de acción para implementar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), los cuales promueven unas estrategias que favorezcan el crecimiento económico y las necesidades sociales (por ejemplo, educación, salud, protección social y oportunidades de empleo), ambas en el contexto de mitigar el cambio climático y fortalecer la protección del medio ambiente (Naciones Unidas, 2018).

Una de las brechas más importantes que se ha encontrado hasta el momento es la falta de un sistema de monitoreo y evaluación de resultados consolidado, lo cual repercute directamente en la adhesión empresarial a la Agenda 2030 (CEPAL, 2017). Hoy, Naciones Unidas ha definido una metodología para medir las contribuciones y avances, siempre considerando que el aporte del sector productivo es voluntario pero necesario para generar sinergias y avanzar más decididamente en alcanzar las metas establecidas en los ODS. incluyendo las distintas realidades de los continentes y países, por lo que es clave la implementación de estrategias adaptadas a la realidad local, incluyendo establecer hojas de ruta y planes de acción por actividad o sector económico.

En Chile, el sector agrícola ha experimentado una gran expansión y modernización en los últimos años, con avances en la producción, incorporación de tecnología, mejoras en la organización institucional, situación social y económica. Sin embargo, se mantienen conflictos en la pequeña agricultura, la que ha quedado atrás en adelantos tecnológicos, en comparación con los agricultores grandes (Lerdon, et al. 2016).

La eficiencia de los sistemas de producción agropecuaria, depende en gran parte de la interacción entre estos factores ambientales, económicos, sociales y técnicos. Sin embargo, estos sistemas, están forzados a realizar cambios metodológicos y organizacionales para sobrevivir y crecer en un medio cada vez más exigente en la búsqueda del equilibrio dinámico entre dos grandes principios de la sociedad y la economía como son la sostenibilidad y la competitividad.

La evaluación de la sostenibilidad debe integrar los componentes sociales, ambientales, técnicos y económicos de los sistemas de producción. Para su implementación es necesario contar con diferentes indicadores que resuman y cuantifiquen estos componentes y que además aportan el cumplimiento de los ODS, enfocándose en este caso a la producción lechera. A medida que los productores asumen una mayor responsabilidad sobre los recursos naturales, juegan un papel cada vez más importante la evaluación de la agricultura sostenible.

En específico, la producción lechera en Chile ha mostrado un notable dinamismo en los últimos 15 años. Este dinamismo se manifiesta en tres indicadores: tasa de crecimiento de la producción, cambio en la estacionalidad de la producción y mejoras en la calidad de la leche, lo que ha permitido posicionar a Chile como un país de excedentes, pasando de ser importador neto a exportador de productos lácteos y de leche (FIA, 2018) .

El aumento de la producción lechera, ha sido posible en gran parte por una mayor intensificación de los sistemas, incorporando innovación y tecnología en sus procesos productivos, con el objetivo de mantener o mejorar su productividad. Bajo estas condiciones, la competitividad del sector ha ido aumentando, para competir en mejor forma en los mercados internacionales (FIA, 2018). Por otro lado, la calidad del producto cobra una importancia creciente, dentro de la cual el aspecto ambiental social y económico se hace cada vez más relevante para el consumidor. A partir del año 2009, el sector lácteo nacional ha establecido un compromiso para promover la sostenibilidad con un enfoque integral, elaborando y difundiendo herramientas y lineamientos que faciliten la identificación y adopción de prácticas sostenibles. (Comité Nacional IDF, 2009).

A pesar de esos esfuerzos sectoriales, en la actualidad no existen elementos que permitan conocer de forma lineal los avances en los indicadores de sostenibilidad que cada empresa tiene seleccionada, y con ello poder ir conociendo su avance o retroceso para de forma inmediata tomar decisiones correctivas para mitigar los problemas y solucionarlos de forma rápida. junto con ello permitir realizar comparaciones entre los distintos reportes respecto al avance en sus metas y objetivos propuestos tanto en sostenibilidad, como en cumplimiento de los ODS.

Respecto a los indicadores agroambientales que se utilizan comúnmente para evaluar la sostenibilidad agrícola, se ha encontrado poca evidencia de indicadores diseñados para ser utilizados por productores lecheros y que le permitan de forma clara, fácil y precisa cuantificar su aporte a la sostenibilidad y a los ODS.

En este contexto, los indicadores propuestos, permitirá a los productores lecheros, de acuerdo a su modelo de negocio y producto ofrecido al mercado, visibilizar e identificar de mejor manera su impacto directo sobre los ODS, fortaleciendo el rol social de las empresas sobre la comunidad y el medioambiente, visualizando el cumplimiento de sus metas de corto, mediano y largo plazo, permitiendo la toma de decisiones para implementar medidas correctivas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Determinar indicadores de sostenibilidad aplicables a la industria productiva lechera, bajo criterios económicos, sociales, ambientales y técnicos, y su alineamiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

2.2. Objetivos Específicos:

1. Identificar y evaluar metodologías para la elaboración de indicadores de sostenibilidad en el sector agropecuario.
2. Proponer indicadores de sostenibilidad que cubran aspectos económicos, sociales, ambientales y técnicos, para la producción lechera, incluyendo su vinculación con los ODS.
3. Validar los indicadores y su alineamiento a los ODS, mediante una consulta a expertos y prueba piloto en sistemas productivos.

3. ESTADO DEL ARTE

Durante las últimas cuatro décadas, y como consecuencia del avance científico y tecnológico, la comunidad internacional ha reconocido la importancia que el medio ambiente constituye para la sociedad, respondiendo a través de la elaboración de instrumentos o acuerdos internacionales, vinculantes y no vinculantes sobre una gran variedad de temas, como biodiversidad, atmósfera, residuos peligrosos y patrimonio cultural, entre muchos otros (Orellana, 2014). En este contexto, La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobados en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, representan el consenso de gobiernos y actores diversos en pos de una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental, con un enfoque universal y que requiere, para su implementación, de todos los actores de la sociedad (CEPAL, 2017; Alem, 2021).

En las últimas décadas, tanto los indicadores de medio ambiente como de sostenibilidad han experimentado un gran auge y proliferación (Astier, et al. 2008). Sin embargo, hasta la fecha resultan muy escasos los estudios sistemáticos de los indicadores de sostenibilidad y medio ambiente medibles, entendida como las dimensiones espaciales, temporales, cuantitativas o analíticas usadas para monitorear y estudiar un determinado fenómeno. Esta escasez afecta al ámbito internacional, nacional y regional (Murillo et al, 2004; Ríos, G. 2010;)

La visión de la FAO de una alimentación y una agricultura sostenible es, la de un mundo en que la alimentación sea nutritiva y accesible para todos y en que la gestión de los recursos naturales preserve las funciones de los ecosistemas para respaldar la satisfacción de las actuales y futuras generaciones. En este contexto, los agricultores, pastores, pescadores, silvicultores y otros pobladores de zonas rurales tienen la posibilidad de participar activamente en el desarrollo económico y gozar de sus beneficios, disponer de condiciones de empleo decentes y trabajar en un entorno de precios justos. Las mujeres, los hombres y las comunidades rurales viven en un contexto de seguridad alimentaria y tienen control sobre sus medios de subsistencia, y acceso equitativo a recursos que utilizan en forma eficiente. (FAO, 2015)

En este contexto, la alimentación y la agricultura sostenibles tienen un gran potencial para revitalizar los sistemas ganaderos, para generar un crecimiento inclusivo y lograr un cambio positivo en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Los sistemas pecuarios contribuyen de manera importante a la economía nacional y mundial, el valor de la producción pecuaria representa el 40% en los países desarrollados y el 20% en los países en desarrollo, del total de la producción agrícola (Alem, 2021; FAO, 2018).

3.1. Sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad surge en el siglo pasado, en la década de los 80, originado en la necesidad de mejorar el uso de los recursos naturales y buscar una nueva forma de desarrollo de la sociedad. La primera definición reconocida internacionalmente, fue creada por la Asamblea de las Naciones Unidas en 1987, la cual sostiene que sostenibilidad es “aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades” (Naciones Unidas, 1987).

A partir de ese concepto, el manejo sostenible de los agroecosistemas se ha convertido en uno de los objetivos por alcanzar por parte de las políticas públicas de muchos países. Sin embargo, aún no es posible alcanzar un consenso tanto en su significado como su implementación, debido a que el concepto de sostenibilidad puede variar a través del tiempo y tener un diferente significado para cada persona (Ríos y Botero. 2020; Feil, et al. 2020; Börrowski, et al. 2020).

Según (Astier, et al. 2008), la sostenibilidad en los sistemas de ganadería debe incluir atributos como: productividad, estabilidad, confiabilidad, adaptabilidad y equidad. La productividad, podemos definirla como la capacidad del sistema de producción de generar un producto comercializable, pudiendo considerarse como la rentabilidad del sistema productivo, un atributo en el que la mayoría de los productores se enfoca, restándole importancia a los otros componentes, como el componente ambiental. La estabilidad de los sistemas de producción implica que estos puedan generar productos durante el tiempo, sin disminuir sus producciones, ni comprometer los recursos involucrados en los procesos. La confiabilidad se refiere al nivel de seguridad con que los sistemas de producción son capaces de mantener su

productividad frente a los imprevistos que puedan aparecer en el tiempo. La adaptabilidad es la capacidad de los sistemas de acoplarse a nuevas situaciones sin comprometer su productividad, a través de una búsqueda activa por nuevas formas de producción, innovación y tecnologías disruptivas que implique mejoras del sistema productivo a todo nivel. Finalmente, la equidad está relacionada con una distribución justa de los beneficios y costos que acarrea el manejo de los recursos naturales dentro de los sistemas de producción (Dechow, 2011; Ruiz et al, 2017; Micha et al, 2017; Londoño, 2018; Alem, 2021).

Por lo tanto, el desarrollo sostenible tiene implícito el mejoramiento de la calidad de vida, el acceso a los servicios básicos, el aumento de los niveles educativos, la seguridad alimentaria, la posibilidad de tener empleo, vivienda y trabajo, la disponibilidad de recursos naturales por parte de la actual y futuras generaciones y fundamentalmente la participación política (Acuña, 2015; FAO, 2015).

La sostenibilidad de la agricultura la podemos definir como la capacidad de un agroecosistema de mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales a mediano y largo plazo, conciliando la productividad agrícola con la reducción de los impactos al medio ambiente y atendiendo a las necesidades sociales y económicas de las comunidades rurales (FAO, 2018). Aunque existen innumerables definiciones de sostenibilidad, la mayoría de estas dan cuenta que el concepto aborda de manera importante las tres dimensiones: ambiental, económica y social.

Desde un punto de vista ambiental, la sostenibilidad de los agroecosistema, conlleva a la optimización de los recursos naturales; como la disponibilidad y equilibrio de los nutrientes, lo cual se relaciona con el suministro continuo de materia orgánica y de prácticas que aumenten la actividad biológica del suelo; de la protección y conservación de la superficie del suelo, entendido como la implementación de buenas prácticas de manejo que mitiguen la erosión y ayudan a la conservación del agua y la productividad del suelo; fomentar la conservación de la biodiversidad, mediante la diversificación en la composición de especies, aumentando la complejidad estructural y temporal del sistema; y la adaptabilidad e innovación en el uso de los recursos, lo que implica la incorporación de variedades adaptadas a las condiciones edafoclimáticas locales y que respondan a un manejo bajo en insumos externos (Walter & Stützel, 2009; Ríos, 2010; Tommasino, et al. 2010).

Por lo tanto, para lograr la sostenibilidad ambiental es imprescindible que las tasas de explotación de los recursos renovables sean iguales a las tasas de regeneración de estos recursos. Las tasas de emisión de residuos deben ser iguales a la capacidad natural de asimilación de los ecosistemas a los que se emiten esos residuos. Además, deben promover el uso de innovaciones y tecnologías que minimicen el uso de insumos no renovables (Ríos, 2010)

Desde el punto de vista económico, los agroecosistemas que tienden a la sostenibilidad, presentan características de rentabilidad y estabilidad productiva a lo largo del tiempo, haciendo el uso eficiente de los recursos naturales y económicos, con un mínimo de desperdicios (Ríos, 2010). Esto implica que los agroecosistemas deben ser robustos para enfrentar las dificultades socioeconómicas y ambientales que se le presenten, siendo adaptables a estos cambios y con la capacidad de recuperarse sin perder productividad (Lerdon, et al. 2016).

El objetivo económico de un agroecosistema está relacionado a maximizar sus ingresos. Sin embargo, para mantener la rentabilidad, la empresa debe cambiar, adaptarse, innovar y desarrollarse de manera competitiva en el mercado. La estabilidad económica es un elemento muy importante de la sostenibilidad, que opera en un entorno cambiante, aumentando la incertidumbre y el riesgo, debiendo buscar formas que les permitan sobrevivir y desarrollarse en un mercado competitivo para lograr el éxito (Bórawski, et al. 2020).

Desde una perspectiva social, los agroecosistemas por definición son sostenibles, ya que estos sistemas deben de beneficiar a quienes dependen de él para su subsistencia, brindando acceso a recursos y activos, participación en mercados y oportunidades de empleo, incluyendo la capacidad de las comunidades y personas de mantener y mejorar la productividad del agroecosistema mediante la prevención, mitigación o adopción de medidas para enfrentar los riesgos, adaptarse al cambio y recuperarse de las perturbaciones (Orozco y Arboleda, 2018; Dechow, 2020).

Según García y Tommasino (2008), la dimensión social de la sostenibilidad, se relaciona con que el agroecosistema debe poder satisfacer de manera continua las necesidades humanas básicas como la alimentación, el abrigo, la socialización, el derecho a la cultura, seguridad, equidad, libertad, educación, empleo y recreación, a

su vez de preocuparse por el rescate y protección del conocimiento tradicional o ancestral.

3.2. Sostenibilidad de los Sistemas Ganaderos

Los sistemas ganaderos, desde el desarrollo sostenible, deben garantizar condiciones socioeconómicas adecuadas para el grupo familiar, que sean permanente en el tiempo y permita la generación de productos de origen animal inocuos y de calidad, asegurando una adecuada y respetuosa articulación con el medio ambiente, de manera que mantener y mejorar los recursos naturales existentes en el sistema. Esto implica que el enfoque a utilizar para cuantificar el desarrollo sostenible en explotaciones lecheras o ganaderas, debe ser de carácter multidimensional, incluyendo criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales (Murillo, et al. 2004; Ríos, G. 2010; Micha, et al 2017; Londoño, 2018; Ríos y Botero, 2020; Malika & Hudori, 2021).

La dimensión ambiental en un enfoque de sostenibilidad es la más afectada y que recibe los mayores impactos de la producción lechera y ganadera en general, es evidente el deterioro del medio ambiente, principalmente debido a la erosión (Loaiza, et al. 2014). Con el propósito de establecer una mayor comprensión sobre la situación ambiental de la ganadería, es importante analizar su interacción con recursos como el suelo, el agua, la atmósfera y la biodiversidad; contemplando el desarrollo sostenible de la ganadería, que implica la capacidad de adaptación de los ecosistemas en respuesta al uso intensivo de los recurso; tales como, la tala y quema de bosques, la desecación de humedales, la construcción de caminos, el aumento de monocultivos, la disposición de residuos orgánicos e inorgánicos en el suelo y agua, la emisión de gases, entre otros aspectos, todos los que de alguna forma generan impactos de consideración sobre los recursos naturales y el medio ambiente (Altieri y Nicholls, 2000; Walker, 2002; Tommasino, et al, 2010; De Older, et al, 2016; Londoño, 2018).

La dimensión social se caracteriza por la participación y rol que cumple el propietario. En este contexto destacan como variables importantes: su nivel educacional, la estabilidad de la mano de obra y el acceso a servicios sociales (reflejado en su calidad de vida), la capacitación del recurso humano (reflejada en minimizar el contacto con agroquímicos y maximizar la seguridad laboral). Con respecto a los

beneficios reales percibidos por los empleados, se utilizan indicadores relacionados con salario y escolaridad de la mano de obra permanente de campo, acceso a servicios sociales, estabilidad laboral entre otras (Garcia y Tommasino, 2008; Dechow, 2011; Micha, et al. 2017; Orozco y Arboleda, 2018; Torres-Lemus, 2021)

Desde el punto de vista económico, los agroecosistemas lecheros generan ingresos por vaca en producción. Sin embargo, es importante mencionar que se requiere de inversiones y unos costos de producción altos representados en suplementación, fertilización de potreros, asistencia técnica, mano de obra permanente, entre otros, lo que amenaza la reducción de los márgenes de utilidad (Lerdon, et la 2016; Moreira y Bravo-Ureta, 2016; Malika y Hudori, 2021). Los animales en producción definen el nivel de productividad, los costos de producción y las cargas animales. La principal característica de estos sistemas productivos es el uso intensivo de los recursos de producción, obteniendo alta productividad biológica por unidad animal o unidad de área, medida en litros leche animal/día, aunque los altos costos de producción implican también márgenes reducidos de utilidad por unidad producida (Murillo, et al. 2004; Larrea, 2011; Londoño, 2018; Ruiz, et al. 2019; Feil, et al, 2020; Bòrawski, 2020).

Por otro lado, los agroecosistemas ganaderos técnicamente sostenibles, requieren la incorporación y adecuada utilización de registros productivos, sanitarios y reproductivos, con el fin de evaluar la eficiencia productiva general del agroecosistema ganadero. La mayoría de las explotaciones lecheras de mediana a pequeña escala no llevan registros continuos y adecuados; presentando en gran medida entrada de datos de forma irregular, olvidada o errada (Ríos, 2010; Moreira y Bravo-Ureta, 2016; Ruiz, et al, 2017; Alem, 2021), y en muy pocas pueden ser utilizados para cumplir esta finalidad básica. El conjunto de estos datos; productivos, sanitarios y reproductivos, así como cualquier otros eventos destacado de la vida productiva de los animales tanto en su conjunto como de forma individual, permiten evaluar la eficiencia productiva del sistema y mediante el análisis de esta información facilita la toma de decisiones y permite diseñar e implementar programas de selección y mejoramiento genético en el rebaño, cuyo objetivo es mejorar la eficiencia productiva del agroecosistema ganadero (Moreira y Bravo-Ureta, 2016; Ruiz, et al, 2019; Alem, 2021).

3.3. Indicadores de Sostenibilidad

Las actividades agropecuarias tienen una fuerte dependencia de los recursos naturales y la necesidad de satisfacer la demanda de alimentos, lo que a menudo lleva a la sobreexplotación de estos y al deterioro del medio ambiente. Debido a que el deterioro de los recursos naturales no se percibe en el corto plazo, se deben construir herramientas que ayuden a predecir los impactos medioambientales para poder tomar decisiones correctivas en los sistemas de producción (Ruiz, et al. 2017).

En este contexto, y a la luz de la creciente presión para incrementar la producción de alimentos de una manera social y ambientalmente responsable y sostenible (OCDE/FAO, 2019); avanzar en incorporar un enfoque de desarrollo sostenible de la producción lechera a nivel mundial, ha sido objeto de una creciente investigación en los últimos años, estableciendo un enfoque para medir la sostenibilidad, mediante la construcción de indicadores que pueden medir el desempeño general de la explotación lechera, estos indicadores son variables simplificadas que describen un sistema complejo y pueden medir las tres dimensiones de la sostenibilidad (Micha, et al. 2017).

En los últimos años, se ha avanzado considerablemente en la agenda de desarrollo sostenible a nivel mundial, así como en los instrumentos de medición y monitoreo del progreso hacia el desarrollo sostenible. Los estudios sobre el tema de la sostenibilidad en la producción lechera, comenzaron en 2011 y se relacionan con prácticas sostenibles aisladas, en particular residuos, tratamiento, consumo eléctrico, impactos ambientales, cuestiones económicas, que aparecen como los principales problemas que se enfrentan en la industria lechera (Londoño, 2018).

Los indicadores de sostenibilidad permiten comparar varios sistemas, permitiendo a los responsables reconocer fortalezas y debilidades, así como identificar los sistemas más sustentables, para visibilizarse como caso de éxito y modelos demostrativos, donde agricultores e investigadores puedan descifrar sus procesos e interacciones que posibilitan el mejor comportamiento de estos sistemas (Loaiza, et al 2014). A través de ellos puede ser posible establecer de forma proactiva y organizada prioridades, adaptaciones a los cambios y gestionar las externalidades; orientar recursos para investigación, desarrollo e innovación, disponiendo sistemas de reporte y medición para identificar oportunidades, mejorar y comunicar avances y

desafíos; todo ello con la finalidad de formular políticas públicas con base científica. (Comité Nacional IDF, 2009).

De acuerdo a Ruiz, 2017, los indicadores de sostenibilidad deben reunir características mínimas que permitan su validación y utilidad en un sistema agroecológico, las cuales se relacionan con: a) Ser integradores, es decir, que entreguen información sobre distintas variables. b). Estar libres de sesgo y ser fáciles de medir. c). Ser contruidos a partir de información que esté disponible y de fácil obtención. d) Permitir la repetibilidad en las mediciones. e) Permitir que los grupos de interés puedan participar tanto en su formulación como en su implementación. f) Ser fáciles de entender por los distintos usuarios para que faciliten la información requerida. g). Tener relevancia en el problema de estudio, proporcionando información relevante sobre el sistema en cuestión. h) Permitir identificar los cambios que ocurren dentro del sistema. i) Centrarse en aspectos prácticos y claros

Al hablar de sostenibilidad en la producción ganadera, podemos inferir que su objetivo principal es minimizar el impacto que las prácticas pecuarias ejercen sobre el medio ambiente, disminuir los riesgos de contaminación de los productos pecuarios con agentes químicos, físicos y biológicos, mejorar el bienestar laboral y económico de los productores y trabajadores rurales, y procurar el bienestar y la sanidad de las especies animales que son explotadas técnicamente (Rodríguez y Ríos-Osorio, 2016; Acuña, 2017).

Para evaluar la sostenibilidad de un sistema de producción animal, es importante definir los principales atributos asociados, considerando la cadena de valor de la producción y el modelo de negocios, incluyendo en ello, una adecuada definición de criterios e indicadores (Astier, 2008; Ruiz, et al. 2017; Ríos y Botero, 2020). Varios autores han establecido atributos o propiedades generales de agroecosistemas sostenibles, los cuales están relacionados a aspectos ambientales, sociales, económicos y técnicos.

Posterior a la formulación de los indicadores, se hace necesario definir el procedimiento más adecuado para su monitoreo y evaluación, incluyendo su escala de medición. Otro punto importante es la metodología para la obtención de la información requerida para estos indicadores; pudiendo utilizar revisión de registros y documentación, entrevistas o encuestas formales e informales. Las principales

precauciones en cuanto a los datos cuantitativos se refieren a la actualidad, la metodología utilizada y representatividad, mientras que para las observaciones cualitativas, es importante identificar y registrar los criterios a considerar, de tal forma de preservar la transparencia y replicabilidad.

En cuanto a cómo evaluar la sostenibilidad, por más de 20 años, distintas instituciones han venido trabajando en generar indicadores capaces de medir el desarrollo sustentable. Una gran parte de estos indicadores se concentran en análisis a gran escala, destinados a orientar políticas públicas (de Olde, et al. 2017). Distintos autores han revisado y evaluado algunas herramientas o metodologías destinadas a realizar análisis a escala más pequeña, dentro de estas propuestas al menos tres métodos, IDEA (Vilain, 2008), SAFA (FAO, 2014) y RISE (Grenz, et al. 2012), han sido probadas en campo y en condiciones de agroecosistemas ganaderos.

Respecto a los tres métodos (IDEA, RISE y SAFA), estos permiten la evaluación de la sostenibilidad a nivel predial, a través de indicadores estratégicos y científicamente seleccionados, los cuales integran las dimensiones medioambiental, económica y social de sostenibilidad (De Olde et al. 2016). Además permiten la autoevaluación de cada agroecosistema y la comparación entre ellas sin la necesidad de comparar con un sistema referencial. (Torres-Lemus, et al 2021; FAO, 2014; Arulnata, et al. 2020).

El método IDEA (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles), es un método de diagnóstico de la sostenibilidad de las explotaciones agropecuarias, creado en Francia. Evalúa el desempeño general de una granja en base a dos enfoques complementarios: las tres dimensiones de la sostenibilidad y las cinco propiedades de la agricultura sostenible. (Zahm, et al. 2019; Zahm, et al 2018). Está, utiliza 53 indicadores basado en las 5 propiedades de un sistema agrícola sostenible (capacidad productiva y reproductiva de bienes y servicios, anclaje territorial, autonomía, capacidad productiva y reproductiva de bienes y servicios, robustez y responsabilidad global) que permiten identificar, para el agricultor o el asesor agrícola, formas de mejora hacia una mayor sostenibilidad (Zahm et al. , 2019).

IDEA es el más accesible y fácil de comprender. RISE y SAFA requieren datos técnicos más complejos. Los objetivos de cada método abordan diferentes dimensiones y temas, a través de indicadores que comprenden el sentido holístico de

la sostenibilidad (De Olde et al, 2016), con el objetivo final de orientar las granjas hacia el desarrollo sostenible (Zahm et al. 2018).

RISE (Response, Inducing Sustainability, Evaluation), desarrollado por la Universidad de Ciencias Aplicadas de Berna, Suiza, es un método enfocado en la visión del desarrollo sostenible de Río 1992. Permite evaluar la sostenibilidad de las explotaciones agropecuarias de manera integral (Barrezueta, 2015). Se basa en diez indicadores que consideran aspectos ambientales, económicos y sociales, que incluyen 57 parámetros de medición. La fuente de datos más importante es en formato entrevista con el responsable de la explotación (Berbec, et al. 2018). El método además de realizar un diagnóstico, es un instrumento de seguimiento, permitiendo mostrar el potencial que tiene la explotación en términos de rentabilidad, medioambiente y aspectos sociales, con la capacidad de proponer medidas correctivas (Arulnathan, 2020).

Por su parte la herramienta SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems) de la FAO, proporciona un marco de referencia holístico cuya intención es proporcionar convergencia dentro de las herramientas de sostenibilidad existentes. Por tanto, y debido a su utilización global a lo largo de la cadena alimentaria, este marco abarca una amplia gama de indicadores de sostenibilidad (Zahm, et al. 2018). SAFA puede evaluar el desempeño de varias entidades que pertenecen a una cadena de valor relacionada con la agricultura, los bosques, la pesca o la acuicultura. Este instrumento puede utilizarse como un método de autoevaluación, abarcando 21 indicadores cruciales asociadas a las dimensiones ambientales, sociales, económicas y de gobernanza (FAO, 2014).

El GRI (Global Reporting Initiative) es una iniciativa global de reconocimiento mundial, su metodología permite la elaboración de reportes e indicadores de sostenibilidad (ambientales, sociales y económicos), que pueden ser utilizados por distintos tipos de organizaciones (empresas de distinto tamaño y rubro, organismos públicos, fundaciones, universidades, etc.). (Rodríguez y Ríos-Osorio, 2016).

Los indicadores de sostenibilidad del GRI, aborda aspectos económicos, sociales y ambientales del desempeño de una empresa y permite además vincular estos indicadores con los Objetivos de Desarrollo Sostenibles. En este contexto, los indicadores son clasificados de acuerdo a estas tres dimensiones en; Los

indicadores económicos abordan temas como el valor económico generado y distribuido, la participación en el mercado, y los impactos indirectos; Los indicadores ambientales incluyen temas como materiales, cambio climático, energía, agua, emisiones, biodiversidad, cumplimiento normativo, entre otros; por último, los indicadores sociales se dividen en cuatro grandes áreas: Prácticas Laborales, Derechos Humanos, Relaciones con la Sociedad y Responsabilidad sobre el Producto (Orozco y Arboleda, 2018).

Por otro lado, el cumplimiento de los 17 ODS y sus 169 metas representa un enorme esfuerzo por parte de todos los actores sociales. Permitiendo una gran oportunidad a las explotaciones, como las alianzas público-privadas para el desarrollo, el fomento de cadenas de valor integradas o la incorporación de los consumidores en mercados emergentes (GRI, 2015b).

3.4. Indicadores de Sostenibilidad para el Sector lechero

Por décadas, el sector pecuario ha debatido en cómo aumentar la producción de forma sostenible. En la actualidad, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas ha sumado un nuevo y más amplio enfoque, desplazando el debate, hacia cómo potenciar la contribución del sector pecuario al logro de los ODS (FAO, 2019). Cada vez más, consumidores e inversionistas demandan información respecto a los procesos, insumos, prácticas laborales y ambientales de las empresas, como una forma de evaluar y presionar para que éstas asuman un rol responsable dentro de la cadena de valor de la producción. (ChileAlimentos, 2013; Krampe et al. 2021)

En los últimos años las empresas elaboradoras de alimentos han prestado mayor atención a los temas vinculados a la sostenibilidad, principalmente a su papel en la generación de empleo, cuidado y protección de los recursos naturales y porque atraen compradores que buscan productos sostenibles y que sean producidos bajo criterios éticos o biológicos. (FAO, 2018; Krampe et al. 2021; Naspetti et al. 2021).

Si bien varias empresas se han encaminado a evaluar su rendimiento sostenible de forma voluntaria, todo indica que los reportes de sostenibilidad se transformarán en un requisito obligatorio para las empresas. Estos reportes ayudan a las empresas a mitigar riesgos, proteger sus marcas corporativas y ganar ventajas competitivas,

obteniendo el reconocimiento de la opinión pública local, nacional e internacional (FAO, 2019; GRI, 2015b).

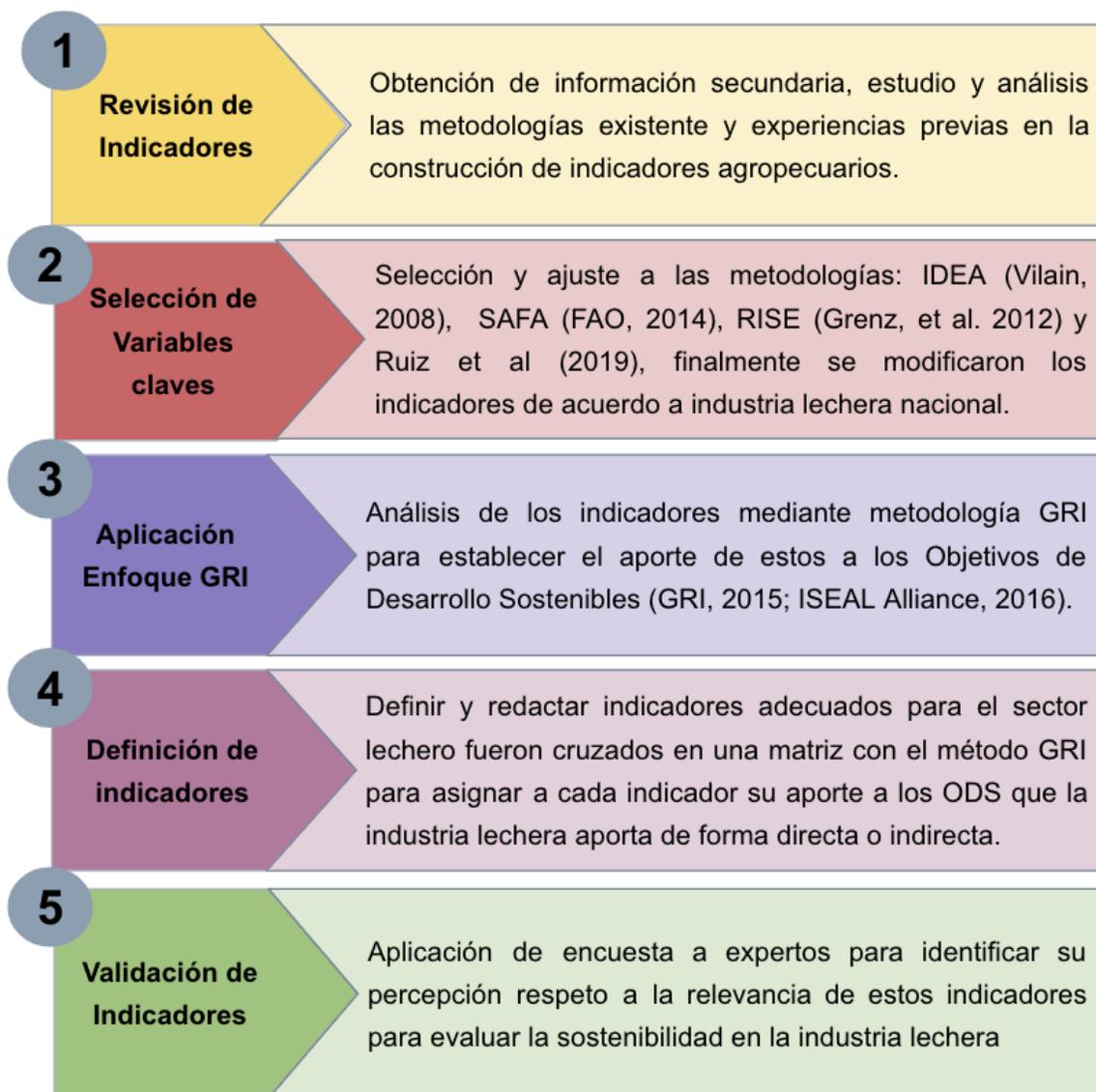
Chile se ha transformado en el primer país latinoamericano en implementar estrategias de sostenibilidad bajo reconocimiento internacional como el Dairy Sustainability Framework (DSF). En este sentido, desde el año 2009, se han implementado actividades en los ámbitos social, económico y ambiental. A su vez, la industria ha implementado diversos programas de desarrollo para obtener mejoras en la comunidad, los trabajadores, la reducción de residuos, la eficiencia de recursos, la disminución de emisiones de GEI y la conservación del medio ambiente (ProChile, 2017).

El sector Lácteo hace un aporte importante a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles mediante su participación de forma directa o indirecta en algunos de los 17 ODS establecidos en 2015 por las Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2018). En este sentido su participación la podemos desagregar de la siguiente manera; el sector lácteo representa cerca de 6.000 productores muchos de ellos de pequeña escala (ODEPA, 2019), incluyendo algunos bajo la línea de la pobreza (ODS 1; Fin a la Pobreza). Del mismo modo, genera más de 160.000 puestos de trabajo a lo largo de la cadena de valor, presentando una oportunidad para salir de la pobreza y generar desarrollo económico (ODS 8; Trabajo Decente y Desarrollo Económico), reduciendo la desigualdad en el sector rural. La mujer cumple un rol clave en el sector, lo que asegura la equidad de género (ODS 5; Igualdad de Género). La leche como alimento, provee energía, proteína y micronutrientes, contribuyendo a terminar con el hambre (ODS 2; Hambre Cero y Agricultura Sostenible); la industria láctea, contribuye a la salud pública, la seguridad alimentaria y su consumo aporta a una vida saludable (ODS 3; Salud y Bienestar). El sector lácteo, mediante la adopción de buenas prácticas, promueve patrones de producción sustentables, ayuda a combatir el cambio climático, proteger y restaurar los ecosistemas terrestres y la biodiversidad y promoviendo la gestión sustentable del agua y su saneamiento (ODS 6; Agua Limpia y Saneamiento; ODS 12; Producción y Consumo Responsable; ODS 13; Acción por el Clima y ODS 15; Vida de Ecosistemas terrestres). (Comité nacional IDF, 2009; Acuña, 2017; PROCHILE, 2017; FIA, 2018; Naciones Unidas, 2018; ODEPA, 2019)

4. METODOLOGÍA

El presente estudio es de carácter exploratorio y descriptivo, donde se aplicó un diseño no experimental. En particular, la metodología utilizada consideró elementos empíricos y teóricos relacionados con la sostenibilidad en sistemas agropecuarios, considerando el quehacer de quienes conforman la Industria láctea a nivel nacional.

La metodología utilizada en el presente trabajo se realizó en etapas, según el siguientes esquema:



En las Tablas 1 a la 4 podemos ver los indicadores seleccionados en cada una de las dimensiones y el aporte de ellos a los distintos ODS que el sector lechero nacional ha definido que aporta de forma directa o indirecta.

Tabla 1: Indicadores de sostenibilidad económicos para sistemas de producción lecheros

SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHEROS		
DIMENSIÓN	NÚMERO DE INDICADORES	VINCULADO AL ODS
1. INVERSIÓN	4	
2. RENTABILIDAD	3	  
3. ESTABILIDAD	5	
4. LIQUIDEZ	2	 
5. SEGURIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA	4	 
6. CREACIÓN DE VALOR	3	 

Tabla 2: Indicadores de sostenibilidad social para sistemas de producción lecheros

SOSTENIBILIDAD SOCIAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHEROS		
DIMENSIÓN	NÚMERO DE INDICADORES	VINCULADO AL ODS
1. CALIDAD DE VIDA	3	 
2. COMERCIO JUSTO	2	
3. DERECHOS LABORALES	4	 
4. SEGURIDAD Y SALUD PÚBLICA	3	   

Tabla 3: Indicadores de sostenibilidad ambiental para sistemas de producción lecheros

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHEROS		
DIMENSIÓN	NÚMERO DE INDICADORES	VINCULADO AL ODS
1. GASES EFECTO INVERNADERO (GEI)	3	
1. USO Y CALIDAD DE AGUA	3	
2. MANEJO DEL SUELO	3	 
3. DIVERSIDAD DEL ECOSISTEMA	3	 
4. RECICLAJE, REUTILIZAR, RENOVAR	2	
5. USO DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES	3	
6. REDUCCIÓN Y GESTIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	3	
7. SANIDAD ANIMAL	4	
8. BIENESTAR ANIMAL	4	

Tabla 4: Indicadores de sostenibilidad técnica para sistemas de producción lecheros

SOSTENIBILIDAD TÉCNICA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHEROS		
DIMENSIÓN	INDICADOR	VINCULADO AL ODS
1. EFICIENCIA PRODUCTIVA	3	
2. EFICIENCIA REPRODUCTIVA	6	
3. CONDICIÓN SANITARIA	4	

La recopilación de información primaria se llevará a cabo mediante la aplicación de la encuesta a 10 profesionales con experiencia en sostenibilidad, producción lechera y aplicación de indicadores para el monitoreo. El objetivo de esta encuesta es

“identificar la percepción de actores claves respecto a la relevancia o no de los indicadores propuestos para la evaluación de la sostenibilidad en la industria lechera, considerando que la herramienta es de autoevaluación, y que le permitirá a los productores monitorear los indicadores y su cumplimiento en el tiempo para gestionar sus reportes de sostenibilidad, la toma de decisiones e implementar programas de mejora continua.

Tabla 5: Perfil de los expertos consultados para este estudio

Profesión	Actividad	Nº Expertos
Médico Veterinario	Docente Universitario	3
Médico Veterinario	Asesor técnico en producción y sanidad animal	3
Ingeniero Agrónomo	Especialista en Sostenibilidad	1
Sociólogo	Especialista en sostenibilidad	1
Economista	Especialista en sostenibilidad	1
Médico Veterinario	Productor Lechero	1

El cuestionario se elaboró a través de la plataforma “Google Drive” y será enviado de manera personalizada a los correos electrónicos de los informantes calificados. El cuestionario considerará la evaluación de los indicadores, solicitando a cada experto, indicar el nivel de relevancia que le asigna al indicador para la industria lechera en escala de 1 a 5; donde 1 es irrelevante y 5 es muy relevante.

La recopilación de información secundaria se obtuvo de material bibliográfico; publicaciones científicas en revistas indexadas, tesis de grado, revisión de información recopilada a través de internet, libros electrónicos, e informes técnicos de sostenibilidad realizados por el sector lechero nacional y el sector público.

Una vez recibidas las respuestas del cuestionario, este se analizó y contrastó sus resultados con la capacidad de reporte a los ODS relevantes para el sector lácteo nacional, según la Agenda de Desarrollo Sostenible del Sector Lácteo de Chile (2021).

Para una segunda etapa, a los resultados sistematizados y procesados se les establecerá una escala de medición y monitoreo para cada uno de los indicadores seleccionados y definirá sus variables. Lo anterior permitirá obtener la información de manera sencilla y al ser de autoevaluación a cada productor le permita establecer sus metas, hitos y escala de tiempo para cumplir sus metas en cada indicador, e igualmente permitirá eliminar indicadores que no aplique a su sistema productivo.

Para esto se propone validar la herramienta propuesta, mediante la implementación de un plan piloto, que comprendería aplicar esta herramienta de autoevaluación en al menos 10 predios lecheros en las zonas centro y sur del país para probarla en terreno, y mediante una encuesta semiestructurada recoger las impresiones de los productores cuyos resultados luego serán tabulados.

5. RESULTADOS

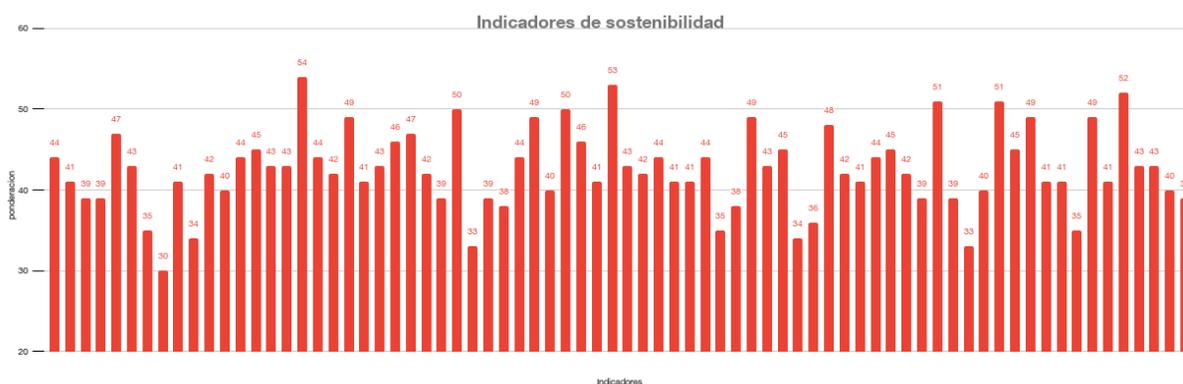
5.1. Validación de Indicadores de Sostenibilidad en Sistemas de Producción lecheros

Para cada una de las dimensiones analizadas se obtuvo una variable que estableció un puntaje, resultado de la sumatoria de las respuestas obtenidas por los especialistas consultados y el valor asignado a cada respuesta.

La muestra obtenida, nos entrega una visión global respecto a lo que estos expertos en distintas áreas observan sobre el uso de indicadores de sostenibilidad en sistemas lecheros y cómo estos indicadores aportan a los ODS.

En el cuadro 1, se puede observar la tendencia de las respuestas y como estas indican la importancia que los expertos le asignan a los indicadores y que se relaciona con los ODS respectivos.

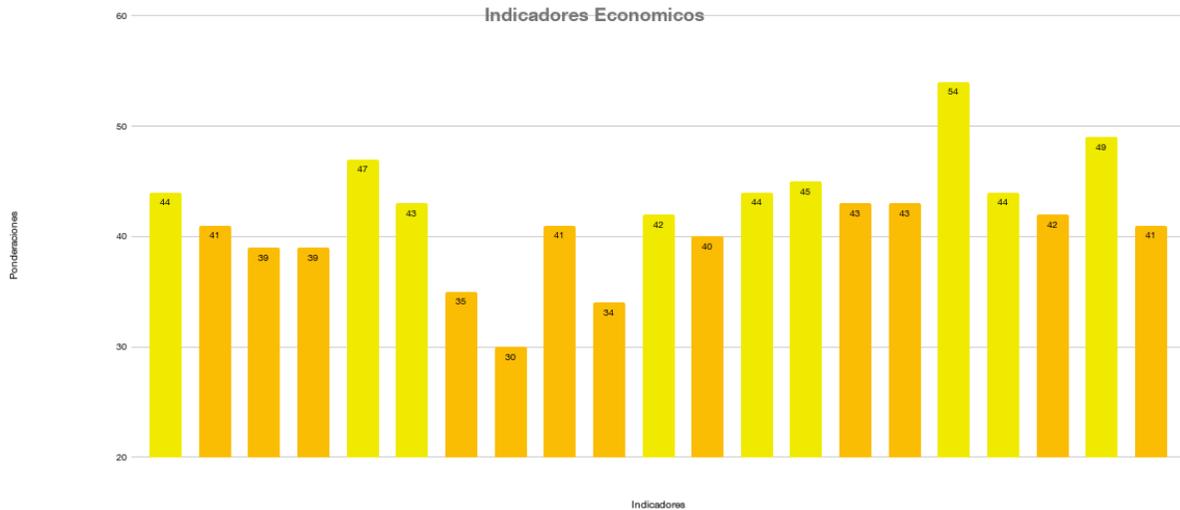
Gráfico 1: Ponderación de indicadores de sostenibilidad en sistemas lecheros



5.1.1. Indicadores de Sostenibilidad Económica

La sostenibilidad económica es el resultado de la combinación de indicadores de producción como rentabilidad, inversión, estabilidad, liquidez, creación de valor y seguridad y calidad de la producción. Considerando los 21 indicadores propuestos en esta dimensión, los expertos definieron 7 de ellos como muy relevantes, 13 relevantes y 1 con carácter indiferente.

Gráfico 2: Ponderación de indicadores de sostenibilidad económica en sistemas lecheros



Al analizar por dimensión, podemos ver que en la dimensión inversión, los 4 indicadores fueron calificados por los expertos como relevante, estos indicadores se relacionan con la capacidad y la formulación de una estrategia por parte de la empresa para realizar inversiones con el objetivo de mejorar su desempeño productivo, proteger los recursos naturales y favorecer a la comunidad, todo esto mediante un plan de negocios adecuado escrito y con metas a corto, mediano y largo plazo, resultados similares a los descritos por Ruiz et al, 2019.

Con respecto a los indicadores de la dimensión rentabilidad, uno fue calificado como muy relevante y dos como relevantes, todos ellos aportan a los ODS específicamente a los ODS 2: Hambre Cero, ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico y ODS 10: Reducción de las desigualdades. Estos indicadores permiten conocer cómo es el flujo de caja de la empresa y permite conocer cuál es la fórmula de cálculo para determinar su costo de producción y el precio de venta de sus productos.

Al revisar los indicadores de la dimensión estabilidad, de los 5 indicadores hay un indicador definido por los expertos como indiferente el N°8: *Cuenta la empresa con mecanismos implementado para reducir el impacto negativo respecto al incumplimiento del volumen de producción y estándares de calidad*, el cual según los expertos no aporta para evaluar sostenibilidad económica y 4 como relevantes, esta dimensión, mediante sus indicadores permite evaluar la estrategia que tiene la

empresa respecto al flujo de materias primas para permitir la continuidad de las operaciones, y si cuenta con una diversificación de productos que le permita ser sostenible en el tiempo y la relación que esta tiene con sus proveedores y compradores lo que le daría la estabilidad económica a la empresa.

En la dimensión liquidez, los indicadores aportan de forma directa a los ODS en específico el ODS 8 y ODS 10, para los expertos que evaluaron estos indicadores uno de ellos es muy relevante y el otro calificado como relevante. Esta dimensión pretende conocer si la empresa cuenta con acceso a fuentes de financiamiento y por cuántos años mantiene un flujo de caja positivo, lo cual nos indica la estabilidad de la empresa.

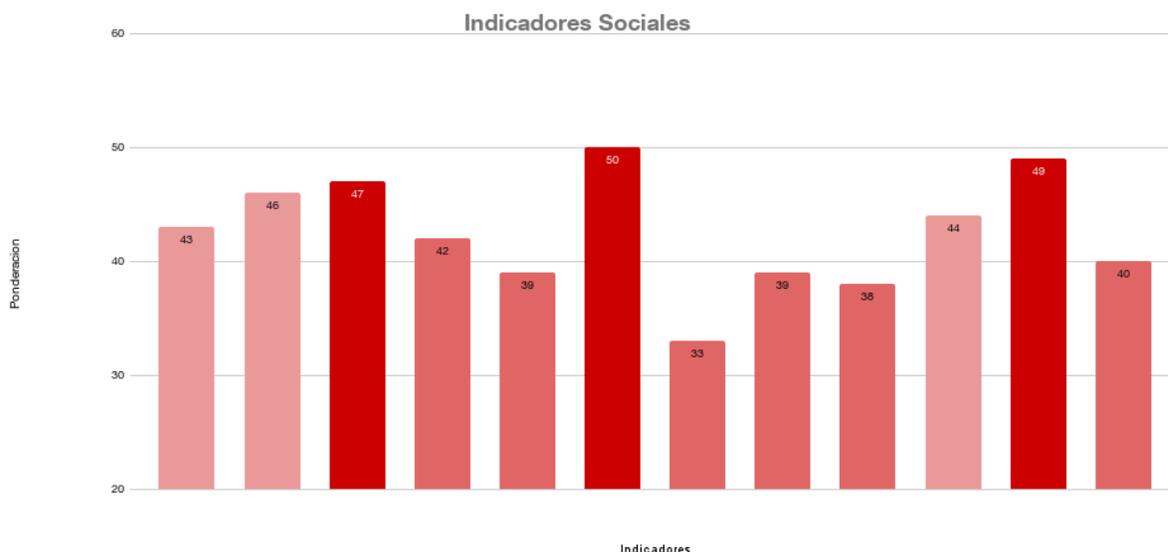
La dimensión de seguridad y calidad agroalimentaria, sus indicadores nos permiten conocer y evaluar el cumplimiento de normas de calidad y seguridad en los procesos productivos que permitan la producción de alimentos de calidad e inoocuos para la salud de los consumidores. En este punto los expertos indicaron que de los 4 indicadores propuestos, 3 son muy relevantes y uno relevante, cabe destacar que estos indicadores todos aportan a los ODS, de forma específica y directa al ODS 1: Fin a la Pobreza, ODS 2: Hambre Cero, ODS 3: Salud y Bienestar y ODS 12: Producción y Consumo Responsable. Dada la importancia del rol de la leche en la provisión de energía, proteína y micronutrientes, la adopción de programas de buenas prácticas por parte de la industria lechera, permite reducir los impactos negativos a la salud pública, lo que permite contribuir directamente a terminar con el hambre, mejorar la seguridad alimentaria y fortalecer la vida saludable.

Por último la dimensión de creación de valor, de los tres indicadores propuestos que permiten medir la capacidad de la empresa para aportar a la comunidad o su entorno mediante la interacción social y económica que se generan, ya sea con la participación de colaboradores en la empresa de la comunidad, el pago de impuestos y la compra de insumos y materias primas requeridas para sus operaciones desde proveedores locales, los expertos calificaron de muy relevantes 2 de los tres indicadores y uno como relevante. Al igual que la dimensión anterior, estos indicadores aportan a los ODS de forma directa al ODS 5: Igualdad de Género y ODS 10: Reducción de las Desigualdades.

5.1.2. Indicadores de Sostenibilidad Social

En general la sostenibilidad social se relaciona con la satisfacción de las necesidades humanas básicas como la alimentación, el abrigo, la socialización, el derecho a la cultura, seguridad, equidad, libertad, educación, empleo y recreación (Dechow, 2011; Barrezueta, 2015; Micha et al, 2017 y Londoño, 2018). De los 12 indicadores consultados, 7 fueron definidos por los expertos como muy relevantes, cabe destacar que de estos indicadores 6 se relacionan con algún ODS.

Gráfico 3: Ponderación de indicadores de sostenibilidad social en sistemas lecheros



Al analizar los indicadores por dimensiones, podemos observar que en la dimensión calidad de vida, sus tres indicadores fueron calificados por los expertos como muy relevantes, además estos indicadores que tiene relación con las facilidades de la familia, colaboradores y otras persona relacionadas a la empresa para disfrutar tiempo de descanso, cultura y poder atender sus necesidades y las posibilidades de los colaboradores de poder aumentar sus habilidades y conocimientos. estos indicadores además realizan un aporte directo a los ODS, en específico al ODS 1: Fin a la Pobreza y ODS 3: Salud y Bienestar.

Con respecto a la dimensión Comercio Justo, que no tiene un aporte directo a los ODS, sus 2 indicadores fueron calificados como muy relevantes uno y el otro como relevante. Estos indicadores dicen relación con los derechos de los proveedores a

tener acuerdos y contratos para pagos justos y a la negociación de estos con la empresa.

Al revisar la dimensión sobre derechos laborales, de sus 4 indicadores, uno fue calificado como muy relevante y los tres restantes como relevantes, con respecto a los ODS en esta dimensión todos ellos aportan de forma directa a los ODS, y son a los ODS 1: Fin a la Pobreza, ODS 5: Igualdad de Género y ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico. Esta dimensión pretende conocer las facilidades de negociación que cuentan los colaboradores su relación contractual con la empresa y la participación de mujeres y personas con capacidades diferentes en ella.

Al evaluar la dimensión seguridad y salud pública, de sus tres indicadores dos de ellos fueron calificados como muy relevantes y uno como relevante. Estos indicadores nos permiten conocer el compromiso de la empresa con la salud de sus trabajadores y la comunidad al proporcionar capacitaciones y cobertura de salud a sus colaboradores y preocuparse por la mitigación de contaminantes a la comunidad donde se encuentra la empresa. Para esta dimensión el aporte directo a los ODS es a través del ODS 1: Fin a la Pobreza, ODS 3: Salud y Bienestar, ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento y ODS 13: Acción por el clima.

La participación es un componente importante de la sostenibilidad social, si bien no es un concepto claro, algunos autores como Orozco y Arboleda (2018), consideran la participación como un medio para alcanzar mayores niveles de eficiencia productiva permitiendo mejorar la gestión y uso de los bienes. En cuanto a los agroecosistemas de producción lechera, la sostenibilidad social se relaciona directamente con la calidad de vida tanto de los ganaderos como de sus colaboradores, incluyendo sus derechos laborales, de seguridad y salud que permitan un buen desempeño en sus tareas, además de el comercio justo que implica una buena relación con sus proveedores tanto de insumos como de servicios para una buena gestión de la empresa.

5.1.3. Indicadores de Sostenibilidad Ambiental

Estos indicadores en general, buscan la vinculación de los procesos biofísicos y el mantenimiento de la productividad y funcionamiento de los ecosistemas. La sostenibilidad ambiental de largo plazo requiere el mantenimiento de la calidad de los recursos y su productividad, considerando las condiciones físicas de agua, la

protección de los recursos genéticos y la conservación de la diversidad biológica (Loaiza et al 2014; De Olde et al, 2016; Berbec et al, 2018).

Al evaluar los indicadores propuestos por sus distintas dimensiones, podemos ver que en la dimensión gases de efecto invernadero (GEI), del total de indicadores, 2 fueron calificados como muy relevantes y uno como relevante, en esta dimensión lo que se espera es conocer la estrategia y objetivos de la empresa para disminuir la emisión de GEI incluyendo sus metas para permitir un monitoreo posterior. Esta dimensión aporta directamente al ODS 13: Acción por el Clima.

Respecto a la dimensión de uso y calidad del agua, sus indicadores están definidos para conocer cuál es la estrategia de gestión eficiente del agua en el sistema productivo, en este contexto, los expertos calificaron como muy relevantes los tres indicadores los que a su vez aportan directamente al ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento. Para mitigar el cambio climático es muy importante establecer patrones de producción sustentables y uno de los puntos importantes es la eficiencia en el uso y gestión del agua.

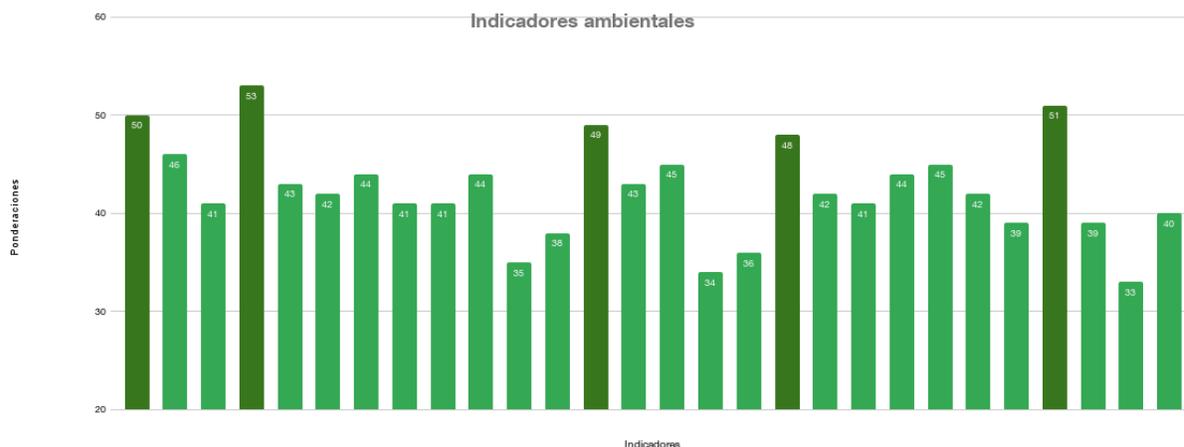
Al revisar la dimensión sobre manejo del suelo, los indicadores propuestos nos permiten conocer y monitorear el programa de conservación de suelo y las acciones implementadas para solucionar y mitigar la erosión de los mismos. Al respecto los expertos calificaron como muy relevante un indicador y dos como relevante. Estos indicadores aportan directamente a los ODS 2: Hambre Cero, ODS 13: Acción por el Clima y ODS 15: Vida de Ecosistemas Terrestres.

Respecto a la dimensión diversidad del ecosistema, los expertos calificaron como muy relevante un indicador y dos como relevante. Estos indicadores buscan conocer cuál es el programa de conservación y/o rehabilitación de hábitat que está implementando la empresa y poder hacer un monitoreo de este. Como en las dimensiones anteriores, estos indicadores aportan directamente a los ODS 2: Hambre Cero y ODS 15: Vida y Ecosistemas terrestres.

La dimensión sobre Reciclaje, Reutilizar y Renovar, que busca con sus indicadores conocer la estrategia y prácticas implementadas por la empresa para disminuir el uso de materiales no reciclables y su disposición, los expertos calificaron estos

indicadores como muy relevantes, los cuales aportan directamente al ODS 12: Producción y Consumo Responsable.

Gráfico 4: Ponderación de indicadores de sostenibilidad ambientales en sistemas lecheros



Al analizar la dimensión de uso de energías renovables no convencionales (ERNC), los indicadores propuestos buscan conocer la estrategia y prácticas implementadas para reducir el uso de energías en las operaciones y monitorear su reemplazo por ERNC. En esta dimensión los expertos consultados calificaron un indicador como muy relevante y 3 como relevantes, importante es mencionar que esta dimensión es una de las más importantes dentro de un sistema ganadero y por tanto aporta directamente al ODS 13: Acción por el Clima.

La evaluación de la dimensión reducción y gestión de desechos sólidos, los indicadores permiten conocer la estrategia y prácticas implementadas para el manejo de purines principalmente, permitiendo su monitoreo en el tiempo, al respecto los expertos calificaron como muy relevantes dos de los tres indicadores y uno como relevante. Esta dimensión aporta directamente al ODS 12: Producción y Consumo Responsable. Es importante destacar la importancia de un buen uso de los purines en el sistema productivo, lo cual se traduce en una buena estrategia, planificación y gestión ambiental, que para el caso de un sistema lechero, implica la disminución del uso de agua para lavados de piso y sala de ordeña.

Al analizar la dimensión de sanidad animal, los indicadores propuestos, nos permiten conocer el programa sanitario implementado en el sistema productivo y los niveles de uso de medicamentos de uso veterinario, enfocados en este caso al uso de

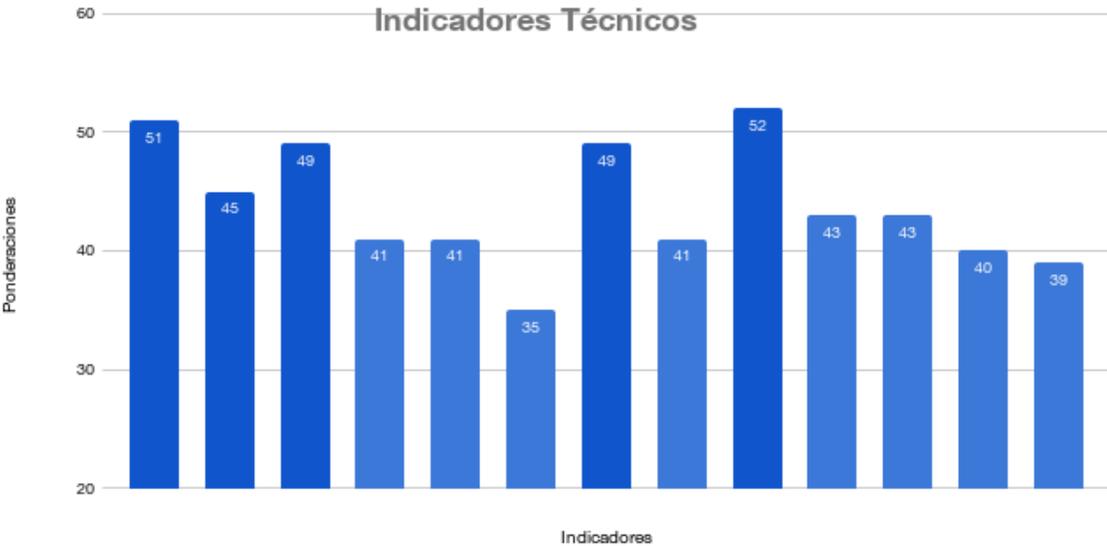
antibacterianos, lo cual hoy en día es un gran problema a nivel global, también los indicadores permiten hacer un monitoreo y seguimiento a la disminución de uso de medicamentos en los animales. En este contexto, los expertos calificaron tres indicadores como muy relevantes y uno como relevante, por la importancia de esta dimensión ambiental, está hace un aporte directo al ODS 3: Salud y Bienestar.

Por último respecto a la dimensión de bienestar animal, se espera conocer la estrategia y prácticas implementadas por el sistema para minimizar el sufrimiento animal y los riesgos de accidente o enfermedades durante las operaciones del sistema productivo, permitiendo su monitoreo en el tiempo. Los indicadores propuestos para esta dimensión y evaluados por los expertos, expresaron que tres de los indicadores fueron calificados como muy relevantes y uno como relevante. Por su importancia respecto al manejo de animales en el sistema esta dimensión aporta directamente al ODS 3: Salud y Bienestar.

5.1.4. Indicadores de Sostenibilidad Técnica

Por la naturaleza de estos indicadores productivos para estos sistemas, su aporte a los ODS es indirecto, siendo la dimensión Condición Sanitaria la que hace un aporte más directo a los ODS, específicamente al ODS 3: Salud y Bienestar.

Gráfico 5: Ponderación de indicadores de sostenibilidad técnica en sistemas lecheros



Al realizar el análisis por dimensiones; en la dimensión sobre eficiencia productiva, que evalúa parámetros productivos importantes para estos sistemas, los expertos consultados, consideraron los 3 indicadores como muy relevantes, estos en particular no hacen un aporte directo a los ODS. Por su parte la dimensión de eficiencia reproductiva y que dice relación con parámetros reproductivos que entregan información respecto a la gestión del sistema, uno de los 6 indicadores fue considerado como muy relevante; el porcentaje de pariciones anual y 5 como relevantes, al igual que la dimensión anterior, en esta no hay un aporte directo a los ODS.

Al revisar la dimensión condición sanitaria, que dice relación con el manejo sanitario del sistema y específicamente al cumplimiento con el programa de control y erradicación de enfermedades que el servicio veterinario oficial implementa. En este punto 3 de los 5 indicadores fueron considerados como muy relevantes y 2 como relevantes, en esta dimensión si existe un aporte directo al ODS 3: Salud y Bienestar, bajo el enfoque de una salud, garantizar una vida saludable y promover el bienestar implica fortalecer la salud humana, animal, vegetal y ambiental como un todo.

5.2. Evaluación de Indicadores de Sostenibilidad en Productores lecheros

El procedimiento de obtención de la información se realizó a través de la implementación de una encuesta a nivel predial, de preferencia respondida por el propietario, por temas sanitarios y de distancia no fue posible aplicar estos cuestionarios de forma presencial.

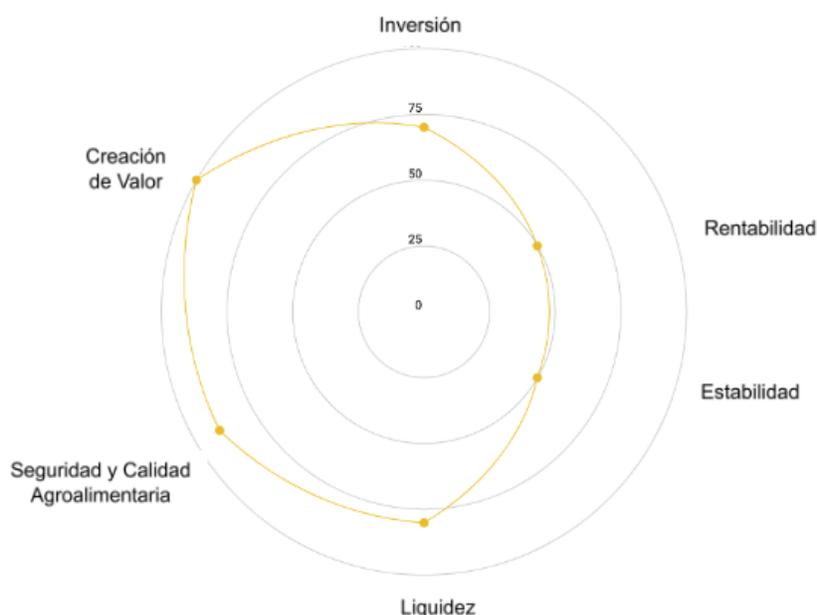
El método consistió en dos etapas: a) recoger la información a nivel predial, a través de la aplicación de un formulario de encuesta a través de google y conversar con algunos propietarios mediante comunicación telefónico o video llamada; b) sistematizar y procesar dicha información mediante el uso de herramientas informáticas adaptadas para este cometido (Microsoft Excel y Microsoft Access).

5.2.1. Evaluación Económica de Sostenibilidad

Al analizar las distintas dimensiones del conjunto de indicadores económicos que fueron abordados por los productores encuestados se obtuvo las siguientes

respuestas; Respecto a la dimensión inversión, el 70% de los productores consultados conoce o cuenta con un plan de negocios que le permite articular el crecimiento económico de la empresa con un programa de inversión para mejorar su desempeño económico, social ambiental y técnico, Si bien este punto es indicado por ellos como muy importante, más adelante veremos que hay ciertos indicadores que nos dicen que no es del todo así. Al analizar la dimensión rentabilidad, solo el 50% de los productores dice contar con un flujo de caja y una estrategia para calcular su costo de producción y precio de venta del producto.

Gráfico 6: Evaluación por dimensión de los indicadores de sostenibilidad económicos



A su vez, al revisar la dimensión estabilidad, el 50% de los productores, si bien declaran no contar con mecanismo para mitigar los impactos negativos por incumplimiento en volumen y calidad del producto, si cuentan con mecanismos para asegurar una diversificación de ingresos. Se hace notar que todos los productores encuestados generan más de dos productos para la venta y que en general todos ellos tienen mecanismos implementados para mitigar los riesgos de escasez de insumos y estos van desde contratos a largo plazo con proveedores, aumento de stock en bodegas por compras anticipadas, entre otras. Al analizar la dimensión

liquidez, podemos observar que el 90% de los productores cuenta con acceso a fuentes de financiamiento, ya que además cuentan con flujos de caja positivos en el tiempo.

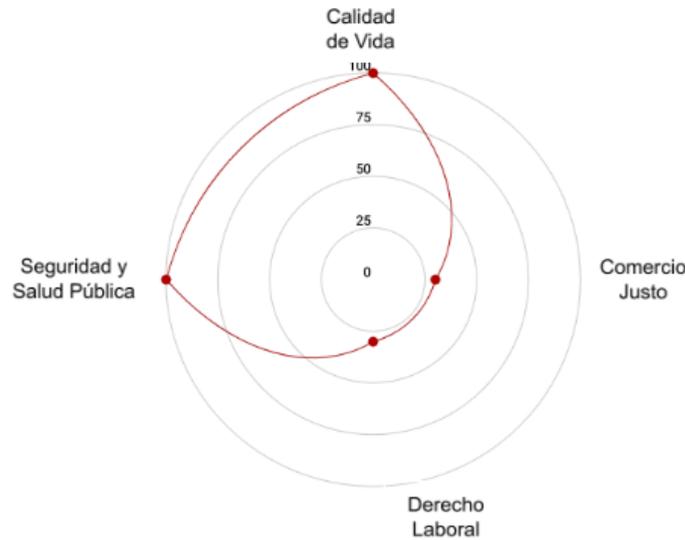
En la dimensión seguridad y calidad agroalimentaria, el 100% de los productores declaran cumplir con las normas y estándares de calidad de la autoridad sanitaria y manejar un sistema de trazabilidad del producto, respecto a la manipulación de plaguicidas, muy pocos cuentan con colaboradores certificados, los cuales dicen tercerizar esta labor. Finalmente en la dimensión creación de valor, en cuanto a los colaboradores que pertenecen a la localidad la diferencia va desde el 0 al 100% siendo el promedio de un 60%. Respecto a los insumos obtenidos desde proveedores locales también la diferencia va desde 0 al 100% con un promedio de 56%.

5.2.2. Evaluación Social de Sostenibilidad

En la dimensión calidad de vida, el 100% de los productores declara contar con tiempo de descanso y para la cultura adecuados, que los colaboradores tiene la posibilidad de capacitación y que tanto proveedores como colaboradores reciben salario digno y acorde a mercado. Por otro lado en la dimensión comercio justo, sobre los derechos de los proveedores para negociación y precio justo, solo el 30% indica trabajar en esa línea, lo cual es un bajo porcentaje comparado con lo descrito por Ríos y Botero, 2020 y Malika et al, 2021 .

Al analizar la dimensión derechos laborales, es necesario revisar los indicadores de forma individual, ya que respecto al indicador sobre si los colaboradores cuentan con acuerdos que cumplan con las leyes laborales un 20% indica que no se cuenta con esto lo que es preocupante al no contar con estos derechos laborales. En el caso del derecho a negociación ya sea individual o colectivo de los colaboradores, el 70% indica que este derecho no existe, ambos indicadores aportan directamente al ODS 1: Fin de la Pobreza. Respecto a los indicadores sobre Igualdad de Género (ODS 5), la nómina está compuesta por un 45% de mujeres en promedio y en dos de los productores encuestados las mujeres participan en cargos de jefatura y por tanto en la toma de decisiones.

Gráfico 7: Evaluación por dimensión de los indicadores de sostenibilidad social



Sobre la dimensión seguridad y salud pública, en general al ser indicadores que tiene relación con derechos legales se cumplen en un 100%, indicando que las capacitaciones en salud y seguridad son entregadas por la mutualidad, y por lo tanto cuentan con cobertura de salud a sus colaboradores. Respecto a su relación con las medidas de mitigación de contaminación y contribución a la salud de la comunidad, los productores encuestados indican que su principal foco es el cumplimiento de las leyes y el manejo de riles con foco en la gestión de purines.

5.2.3. Evaluación Ambiental de Sostenibilidad

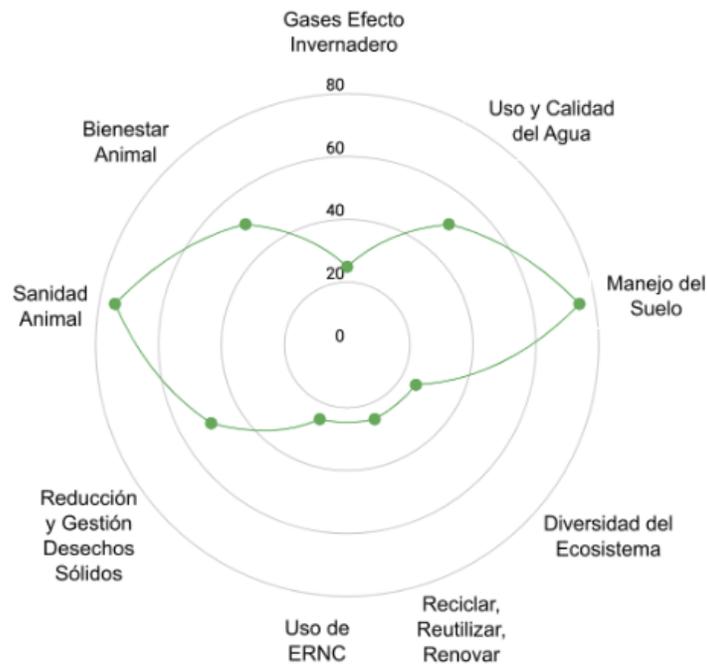
Al realizar el análisis de sostenibilidad ambiental de la encuesta realizada a los productores, podemos observar en general, que si bien un porcentaje importante declara cumplir los objetivos, en general no cuentan con mecanismos implementados para medir avances o cumplir con hitos, que permitan un monitoreo a estos indicadores, como veremos al revisar cada dimensión en particular.

Al analizar la dimensión sobre los gases efecto invernadero, sólo el 25% declara contar con una estrategia para disminuir sus GEI, pero lamentablemente ninguno de los que indican contar con estrategia, tiene un plan o programa implementado o cuenta con un mecanismo de medición de su GEI. Sobre la dimensión uso y calidad del agua, el 50% indica contar con una estrategia de gestión del agua, al igual que la

dimensión anterior si bien cuentan con un plan y/o actividades para esto, las que van desde riego tecnificado y recubrimiento de canales de riego, entre otras, no hay un mecanismo de monitoreo y medición de avance o para conocer el ahorro real en el uso eficiente de agua.

Al revisar la dimensión de manejo y uso de suelo, el 75% de los encuestados indica contar con una estrategia de manejo, la que se traduce en realizar rotación de praderas, aporte de materia orgánica al suelo (purines) y medición de pH y niveles de fósforo, como principales medidas implementadas. Respecto a la dimensión diversidad ecológica, sólo el 25% cuenta con estrategia de conservación y rehabilitación de hábitat o ecosistemas, siendo la principal actividad la conservación de bosques nativos en el campo, en este punto el 75% de los productores dice conocer el porcentaje del campo destinado a conservación.

Gráfico 8: Evaluación por dimensión de los indicadores de sostenibilidad ambiental



Al analizar la dimensión reciclar, reutilizar y renovar, el 25% de los encuestados indica contar con una estrategia respecto al tema pero no realiza actividades en relación al reciclaje por lo que es solo una declaración de principios, es importante notar que esta dimensión aporta directamente a los ODS y no está siendo abordada

por los productores encuestados. Sobre la dimensión uso de energías renovables no convencionales, solo un productor indica contar con estrategias indicando que trabaja el uso de celdas fotovoltaicas con una meta de llegar a reemplazar el 40% por ERNC en el futuro. En cuanto a la dimensión gestión de desechos sólidos, el 50% indica contar con una estrategia para gestionar estos residuos, su principal actividad es la acumulación y reutilización de los purines en el campo.

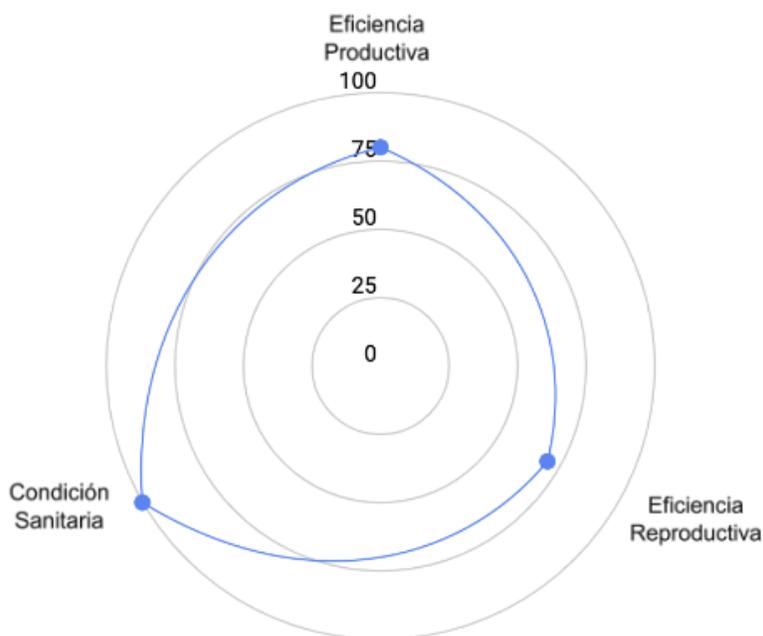
Al analizar la dimensión sanidad animal, el 75% de los encuestados declaran contar con estrategias para el control de enfermedades animales mediante la implementación de programas sanitarios con foco en la prevención, si bien indican implementar programas de disminución de uso antimicrobianos no se explica cómo esto se lleva a cabo. Sobre la dimensión bienestar animal, el 50% de los encuestados indica contar con estrategias de buenas prácticas las que se implementan mediante la capacitación de sus colaboradores en el manejo de animales, también se declara que el 100% de sus animales puede expresarse libremente de acuerdo a sus necesidades.

5.2.4. Evaluación Técnica de Sostenibilidad

Con respecto a los indicadores de sostenibilidad técnica, se puede observar de las respuestas recibidas, que cerca del 90% de los encuestados conoce sus niveles productivos y reproductivos pero no demuestran trabajar en mejorar estos parámetros.

En este contexto al analizar la dimensión eficiencia productiva, todos los productores conocen los litros de leche producidos por vaca no así los otros indicadores, ya que al menos uno de ellos no conoce la relación litros de leche por alimento consumido y la duración de la lactancia en promedio del rebaño.

Gráfico 9: Evaluación por dimensión de indicadores de sostenibilidad técnica



En relación a la dimensión eficiencia reproductiva, al igual que la dimensión anterior, también los productores conocen sus parámetros reproductivos pero no especifican implementar medidas para mejorarlos presentado algunos de ellos parámetros fuera de lo normal, en este punto también hay un productor que no conoce sus parámetros, debido a que no lleva registros reproductivos. En cuanto a la condición sanitaria y considerando que todos los productores encuestados cuentan con certificación PABCO (Predio Animal Bajo Control Oficial) por parte del Servicio Agrícola y Ganadero de Chile, todos cumplen al 100% con los indicadores propuestos.

6. CONCLUSIONES

El sector lácteo enfrenta un gran desafío de avanzar en incorporar un enfoque de sostenibilidad, y por ello, debe ir de la mano con la construcción de indicadores que permitan visibilizar el aporte directo de la agroindustria a los ODS.

Respecto a las metodologías revisadas, SAFA es la que se ajusta de mejor forma a la formulación de indicadores de sostenibilidad para el sector lechero, debido a su facilidad de construcción y la metodología de obtención de información, facilitando la articulación con los ODS.

Los indicadores propuestos en este estudio, permiten cubrir de forma clara los aspectos económicos, sociales, ambientales y técnicos de la producción lechera, su formulación permite además adaptarlos al modelo de negocio y finalidad del sistema productivo, vinculándose tanto directa como indirectamente a los ODS.

Respecto de los resultados obtenidos de la validación de los indicadores, es evidente que hay diferencias en cuanto a la declaración de intenciones u objetivos por parte de los productores y el contar con herramientas adecuadas que permita monitorear y evaluar esas mejoras, de forma medible y alcanzable en un tiempo determinado, más aún cuando estos indicadores reportan directamente a los ODS.

La sostenibilidad es clave para la competitividad del sector agroalimentario, principalmente por la valoración que de ella hacen los mercados y consumidores, por lo que se hace necesario establecer un enfoque integrado para el desarrollo pecuario sostenible que aborde de manera simultánea los desafíos económicos, sociales, ambientales y técnicos; destacando como uno de los principales retos el compromiso de la industria con los ODS.

7. BIBLIOGRAFÍA

- **Acuña, D.** (2015). Agricultura sostenible: antecedentes e iniciativas. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Chile.
- **Acuña, D.** (2017). Estrategia de sustentabilidad para el sector lechero. Departamento de Análisis de Mercado y Política Sectorial. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Odepa. Octubre de 2017. p11
- **Alem, H.** (2021) The Role of Technical Efficiency Achieving Sustainable Development: A Dynamic Analysis of Norwegian Dairy Farms. Sustainability 2021, 13, 1841. <https://doi.org/10.3390/su13041841>.
- **Altieri, M.; Nicholls, C.** (2000) Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1st ed. México D.F. En: <http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>.
- **Arulnathan V, Davoud Heidari M, Doyon M, Li E, Pelletier N,** (2020). Farm-level decision support tools: A review of methodological choices and their consistency with principles of sustainability assessment, Journal of Cleaner Production, Volume 256, 2020, doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120410.
- **Astier C.; Maser M.; Galván-Miyoshi, Y.** (2008) Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional. Mundiprensa. MESMIS. P (ed.), México. En http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf.
- **Barrezueta, S.** (2015). Introducción a la sostenibilidad agraria: Con enfoque de sistemas e indicadores. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA. Primera edición 2015. ECUADOR. ISBN: 978-9942-24-077-4
- **Bórawski, P.; Pawlewicz, A., Mickiewicz, B.; Pawlewicz, K.; Bełdycka-Bórawska, A., Holden, L.; Brelik, A.** (2020). Economic Sustainability of Dairy Farms in the EU. European Research Studies Journal. 1. 955-978. <https://DOI:10.35808/ersj/1864>.
- **Berbeć, A.K.; Feledyn-Szewczyk, B.; Thalmann, C.; Wyss, R.; Grenz, J.; Kopiński, J.; Stalenga, J.; Radzikowski, P.** (2018). Assessing the Sustainability Performance of Organic and Low-Input Conventional Farms from Eastern Poland with the RISE Indicator System. Sustainability 2018, 10, 1792. <https://doi.org/10.3390/su10061792>
- **CEPAL.** (2017), Informe anual sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe (LC/L.4268(FDS.1/3)/Rev.1), Santiago, 2017.

- **ChileAlimentos** (2013). Guía de Indicadores de Sustentabilidad en la Industria de Alimentos Procesados. Segundo Acuerdo de Producción Limpia Chilealimentos - Mayo 2013.
- **Comité Nacional IDF.** (2009). Agenda de Desarrollo Sustentable del Sector Lácteo de Chile al 2021. Ministerio de Agricultura y Consorcio Lechero. https://consorciolechero.cl/industria-lactea/wp-content/uploads/2018/01/AgendaSustentable_ConsorcioLecheroWEB1.pdf.
- **Dechow CD.** (2011). Short communication: Farm and socioeconomic characteristics of the top 100 dairy farm counties in the United States. *J Dairy Sci.* 2011 Jun; 94(6):2972-6. <https://doi:10.3168/jds.2010-3909>. PMID: 21605767.
- **De Olde, E.M., Oudshoorn, F.W., Sørensen, C.A.G., Bokkers, E.A.M. and de Boer, I.J.M.,** (2016). Assessing sustainability at farm level: Lessons learned from a comparison of tools in practice, *Ecological Indicators*, 66, 391-404. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.01.047>.
- **De Olde, EM.; Bokkers, EA.; de Boer, IJ.** (2017). The Choice of the Sustainability Assessment Tool Matters: Differences in Thematic Scope and Assessment Results, *Ecological Economics*, Volume 136, 2017, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.02.015>.
- **FAO.** (2014). SAFA Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems Guideline - Version 3.0. Food and Agriculture organization of the United Nations - Rome 2014.
- **FAO.** (2015). Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenibles: Principios y Enfoque. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.
- **FAO.** (2018). Transformar la Alimentación y la Agricultura para alcanzar los ODS, 20 acciones interconectadas para guiar a los encargados de adoptar decisiones. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.
- **FAO.** (2019). El sector pecuario en el mundo: Transformando el sector pecuario a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Resumen. Roma. 12 págs. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- **Feil AA, Schreiber D, Haetinger C, Haberkamp AM, Kist JI, Rempel C, Maehler AE, Gomes MC, da Silva GR.** (2020). Sustainability in the dairy industry: a systematic literature review. *Environmental Science and Pollution Research Sep; (27)* :33527-33542. doi: 10.1007/s11356-020-09316-9.

- **FIA.** (2018). Agenda de Innovación para la Cadena de Valor Láctea 2008-2018 – Fundación para la Innovación Agraria (FIA).
- **García R. & Tommasino, H.** (2008). Manual de evaluación de sistemas lecheros familiares a través de indicadores de sustentabilidad. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay. Enero de 2008.
- **Grenz, J., Schoch, M., Stämpfli, A., Thalmann, C.** (2012). RISE 2.0 Field Manual. School of Agricultural, Forest and Food Sciences (Bern University of Applied Sciences), Zollikofen, Switzerland.
- **GRI.** (2015a). Fundamentar las decisiones, impulsar el cambio El papel de los datos en un futuro sostenible. En: https://globalreporting.org/resourcelibrary/The_Role_of_Data_in_a_Sustainable_Future-Spanish.pdf.
- **GRI.** (2015b) SDG Compass: La guía para la acción empresarial en los ODS. Global Reporting Initiative (GRI), United Nations Global Compact (UNGC) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).
- **ISEAL Alliance.** (2016). Sustainability Standards and the SGs: Sustainable agriculture. ISEAL Alliance, Inglaterra.
- **Krampe, C.; Serratos, J.; Niemi, J.K.; Ingenbleek, P.T.M.** (2021). Consumer Perceptions of Precision Livestock Farming—A Qualitative Study in Three European Countries. *Animals* 2021, 11, 1221. <https://doi.org/10.3390/ani11051221>
- **Larrea, A.** (2011). Caracterización y eficiencia de la producción lechera en el Noreste de La Pampa (Argentina). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 2011 Córdoba. ISBN-13: 978-84-694-4751-2
- **Lerdon, J.; Herrera, I.; Moreira, V.; Carrillo, B.** (2016). Análisis económico de predios lecheros del sur de Chile. *IDESIA (Chile) Volumen 34, N° 5, Octubre, 2016.* DOI: 10.4067/S0718-34292016005000028
- **Loaiza, W.; Carvajal, Y.; Ávila, A.** (2014) Agroecological evaluation of agricultural production systems in the Centella watershed (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal* 17(2): 161–179. En: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392014000200004
- **Londoño, C.M.** (2018). Comparativo de Indicadores de desarrollo Sostenible en los sistemas de producción de lechería, certificados y no certificados en buenas prácticas ganaderas: caso norte de Antioquia. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. Maestría en Agronegocios.

- **Malika, U.E. & Hudori, H.A.** (2021). Rapid appraisal: a sustainability analysis of dairy cattle agribusiness based on resources accessibility. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 672 012037
- **Micha, E.; Heanue, K.; Hyland, J.; Hennessy, T.; Dillon, E. and Buckley, C.** (2017). Sustainability levels in Irish dairy farming: a farm typology according to sustainable performance indicators. Studies in Agricultural Economics. 119. 62-69. <https://DOI:10.7896/j.1706>.
- **Moreira, V. and Bravo-Ureta, B.** (2016) Total factor productivity change in dairy farming: Empirical evidence from southern Chile. J. Dairy Sci. 99:8356–8364. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11055>
- **Murillo, L.; Villalobos, L.; Saenz, F.; Vargas, B.** (2004). Un acercamiento integrado para determinar la sostenibilidad de granjas lecheras de Costa Rica: 1. Desarrollo de una matriz de indicadores. Livestock Research for Rural Development. 16.
- **Naspetti, S., Mandolesi, S., Buysse, J. et al.** (2021). Consumer perception of sustainable practices in dairy production. Agric Econ 9, 1 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40100-020-00175-z>
- **Naciones Unidas.** (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. World Commission on Environment and Development A/42/427 June 1987. Geneva, Switzerland
- **Naciones Unidas.** (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- **OCDE/FAO** (2019), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028, OECD Publishing, París/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma. <https://doi.org/10.1787/7b2e8ba3-es>.
- **ODEPA.** (2019). Descripción de la Cadena Láctea en Chile. Departamento de Información Agraria, Análisis Económico y Transparencia de Mercados Artículo. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. Diciembre 2019
- **Orellana, M.** (2014). Tipología de instrumentos de derecho público ambiental internacional. CEPAL - Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 158. (LC/L. 3912), Octubre 2014.
- **Orozco, L.; Arboleda, W.** (2018). Desarrollo sostenible y responsabilidad social empresarial (RSE): un panorama integrador desde lo ambiental, social,

tecnológico y económico. Unaciencia Revista de Estudios e Investigaciones. 11. 22-26. <https://revistas.unac.edu.co/ojs/index.php/unaciencia/article/view/184>

- **ProChile.** (2017). Contribución del Sector Exportador Alimentario a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): Buenas Prácticas y Recomendaciones. Ministerio de Relaciones Exteriores. ProChile. Santiago de Chile. Octubre de 2017
- **Ríos, G.P.** (2010) Propuesta para generar indicadores de sostenibilidad en sistemas de producción agropecuaria, para la toma de decisiones caso: lechería especializada. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. En www.bdigital.unal.edu.co/1888/1/43097230.2010.pdf.
- **Rios, G. & Botero, S.** (2020). An Integrated Indicator to Analyze Sustainability in Specialized Dairy Farms in Antioquia-Colombia. *Sustainability*. 12(22)9595. DOI: 10.3390/su12229595.
- **Rodríguez, L.C. & Ríos-Osorio, L.A.** (2016). Evaluación de sostenibilidad con metodología GRI. *Dimensión Empresarial* 14(2), 73-89. DOI: <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v14i2.659>
- **Ruiz, J.; Barahona, R.; Vergara, D.** (2017). Indicadores de sustentabilidad para lechería especializada: Una revisión. *Livestock Research for Rural Development*. 29(1): 9.
- **Ruiz, J.; Cerón-Muñoz, F.; Barahona, R.; Bolívar-Vergara, D.** (2019). Caracterización de los sistemas de producción bovina de leche según el nivel de intensificación y su relación con variables económicas y técnicas asociadas a la sustentabilidad. *Livestock Research for Rural Development*. 31(3):1-21.
- **Tommasino, H.; García Ferreira, R.; Marzaroli, J.; Gutierrez, R.** (2010). Indicadores de sustentabilidad ecológica para la producción lechera familiar en Uruguay. In book: *Hacia una pedagogía de la educación ambiental*. Editors: Ma Laura Barcia. Mayo 2010.
- **Torres-Lemus, E., Martínez-García, C.G., Prospero-Bernal, F.** (2021). On-farm assessment of the sustainability of small-scale dairy systems with three methods based on indicators. *Trop Anim Health Prod* 53, 208 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02658-7>
- **Vilain L.** (2008). La méthode IDEA, indicateurs de durabilité des exploitations agricoles, 3e édition, guide d'utilisation. Educagri Éditions, Dijon, France.
- **Walter, C.; Stützel, H.** (2009). A new method for assessing the sustainability of land-use systems (I): Identifying the relevant issues. *Ecological Economics*. 68. 1275-1287. [https://DOI:10.1016/j.ecolecon.2008.11.016](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.11.016).

- **Walker J.** (2002). Environmental indicators and sustainable agriculture. Regional Water and Soil Assessment for Managing Sustainable Agriculture in China and Australia, ACIAR Monograph No. 84, 323–332.
- **Zahm F., Alonso Ugaglia A., Boureau H., Del’homme B., Barbier J.M., Gasselin P., Gafsi M., Girard S., Guichard L., Loyce C., Manneville V., Menet A., Redlingshofer B.**, (2019), Évaluer la durabilité des exploitations agricoles. La méthode IDEA v4, un cadre conceptuel mobilisant dimensions et propriétés de la durabilité, Cahiers Agricultures, 28, 5. DOI: <https://doi.org/10.1051/cagri/2019004>
- **Zahm, F.; Alonso Ugaglia A.; Boureau H.; Del’homme B.; Barbier J.M.; Gasselin P.; Gafsi M.; Girard S.; Guichard L.; Loyce C.; Manneville V.; Menet A.; Redlingshofer B.** (2018). Evaluating sustainability of farms: introducing a new conceptual framework based on three dimensions and five key properties relating to the sustainability of agriculture. The IDEA method version 4, Theme 2 – Agroecology and new farming arrangements. 13th European IFSA Symposium, 1-5 July 2018, Chania (Greece).

ANEXOS

ANEXO 1: Indicadores de sostenibilidad para sistemas de producción lecheros

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICOS		
DIMENSIÓN	INDICADOR	APORTE A LOS ODS
INVERSIÓN	1. Cuenta la empresa con inversión en actividades o procesos, para mejorar y monitorear su desempeño social, económico, ambiental, técnico	
	2. La empresa satisface las necesidades de la comunidad, con un uso eficiente de los recursos y manteniendo un equilibrio ambiental	
	3. Las inversiones que realiza la empresa, tienen el objetivo de establecer, mantener, generar e incrementar los beneficios empresariales a largo plazo	
	4. Cuenta la empresa con un plan de negocios actualizado que articule los flujos de ingresos, el plan de crecimiento y un plan de acción operativo que proyecte la generación de recursos financieros para el futuro	
RENTABILIDAD	5. Cuenta la empresa con un flujo de caja actualizado por año que demuestre la relación entre los costos de producción y los ingresos netos.	  
	6. Cuenta la empresa con un sistema de cálculo para determinar el costo total de producción por unidad para calcular su punto de equilibrio.	  
	7. Cuenta la empresa con una estrategia para determinar el precio de venta su producto que le permita negociar con sus compradores	  
ESTABILIDAD	8. Cuenta la empresa con mecanismos implementado para reducir el impacto negativo respecto al incumplimiento del volumen de producción y estándares de calidad	
	9. Cuantos productos genera la empresa para obtener ingresos	
	10. Describa las acciones que ha implementado para minimizar el riesgo de escasez de suministro de insumos, incluido las relaciones comerciales continuas con los proveedores	
	11. Cual es el porcentaje de los contratos / relaciones comerciales con los proveedores ha permanecido durante los últimos años	
	12. Cuenta la empresa con acciones y mecanismos para asegurar una estructura de ingresos diversificada y consolidada de la venta de productos o de los servicios prestados	
LIQUIDEZ	13. Cuenta la empresa con un flujo de caja neto positivo en los últimos años	 
	14. Cuenta la empresa con acceso a fuentes financieras formales para hacer frente a las crisis de liquidez	 

SEGURIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA	15. Cuenta la empresa con medidas implementadas para el control de peligros alimentarios que cumplan con las reglamentaciones correspondientes	 
	16. Cuantos colaboradores del total, manipulan plaguicidas y productos peligrosos, y cuentan con certificación y capacitaciones al día por la autoridad regulatoria	 
	17. Cumple el producto y/o proceso productivo con la calidad requerida, normas y estándares, de acuerdo a la autoridad regulatoria	 
	18. La trazabilidad del proceso productivo, es garantizada en todas las etapas de la cadena alimentaria, de modo que los productos puedan identificarse fácil y correctamente y, si es necesario, retirarse del mercado	 
CREACIÓN DE VALOR	19. Qué porcentaje de sus colaboradores pertenecen a la localidad y que cuenten con el perfil y habilidades requeridas para el cargo.	
	20. La empresa efectúa el pago de los impuestos según lo indicado por las regulaciones locales, regionales y nacionales.	
	21. Cual es el porcentaje de los insumos requeridos por la empresa que son adquiridos desde proveedores locales	

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD SOCIAL		
DIMENSIÓN	INDICADORES	APORTE A LOS ODS
CALIDAD DE VIDA	1. Cuentan los propietarios y colaboradores de la empresa con tiempo para la familia, el descanso y la cultura, y la capacidad de atender sus necesidades, como mantener una dieta adecuada	 
	2. Los proveedores que abastecen a las empresas y todos los colaboradores obtienen un salario digno y acorde a mercado	 
	3. Cuentan los colaboradores con oportunidades para aumentar sus habilidades y conocimientos, para avanzar dentro de la empresa en la que trabajan	 
COMERCIO JUSTO	4. Cuenta la empresa con políticas y prácticas que reconocen y apoyan los derechos de los proveedores a precios, contratos y acuerdos justos	
	5. Existe un reconocimiento y apoyo explícito a los derechos de los proveedores a la libertad de asociación y a la negociación colectiva	
DERECHOS LABORALES	6. Cuenta la empresa con acuerdos escritos con sus colaboradores que cumplen con las leyes laborales y la seguridad social	
	7. Los colaboradores son libres de negociar, como individuos o como grupos, o mediante un sindicato o representantes de su elección para establecer las condiciones de su empleo	
	8. Qué porcentaje de su nómina corresponde a mujeres y personas con capacidades diferentes.	

	9. Cuántas mujeres o personas con capacidades diferentes se encuentran en cargos de jefatura	
SEGURIDAD Y SALUD PÚBLICA	10. Cuántas capacitaciones en salud y seguridad se realizan a sus colaboradores y en qué porcentaje de la nómina	 
	11. La empresa proporciona cobertura de salud según los requisitos legales y garantiza el acceso oportuno a la atención médica en caso de emergencia para sus colaboradores	
	12. Describa las medidas que ha tomado para evitar contaminar a la comunidad local y contribuye a la salud de la comunidad local	 

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL		
DIMENSIÓN	INDICADORES	APORTE A LOS ODS
GASES EFECTO INVERNADERO (GEI)	1. Cuenta la empresa con una estrategia y objetivos para reducir las emisiones de GEI	
	2. Describa las actividades y/o prácticas ha implementado la empresa que han reducido efectivamente las emisiones de GEI	
	3. Cuanto es el nivel de emisión de GEI que tiene su proceso de la empresa	
USO Y CALIDAD DE AGUA	4. Cuenta la empresa con una estrategia eficiente y objetiva para la gestión hídrica	
	5. Describa las actividades y prácticas ha implementado la empresa que efectivamente han aumentado la eficiencia en el uso del recurso hídrico utilizada en la operación	
	6. Cuál es la proporción de uso de agua como porcentaje del agua renovable total	
MANEJO DEL SUELO	7. Cuenta la empresa con un plan para conservar o mejorar el suelo y rehabilitar suelos degradados	 
	8. Describa las técnicas efectivas de conservación del suelo y/o medidas de rehabilitación se han implementado y/o practicado regularmente en la operación	 
	9. Cuál es el porcentaje de tierras rehabilitadas del total de tierras degradadas en las operaciones de la empresa	 
DIVERSIDAD DEL ECOSISTEMA	10. Cuenta la empresa con un plan de conservación y/o rehabilitación de los hábitats y ecosistemas que se encuentran dentro de su esfera de influencia	 
	11. Describa las actividades y prácticas se han implementado para mejorar efectivamente el funcionamiento de los servicios de los ecosistemas, así como la conectividad de los ecosistemas	 

	12. Qué porcentaje del área utilizada por la empresa se destina a cultivos y/o praderas, y cuanto a conservación y/o rehabilitación de hábitats o ecosistemas	 
RECICLAJE, REUTILIZAR, RENOVAR	13. Cuenta la empresa con una estrategia, objetivos y políticas en torno a reciclar, reutilizar y renovar.	
	14. Describa las prácticas y actividades que ha implementado para reemplazar efectivamente el uso de materiales no renovables por materiales reciclados / reutilizados / renovables en la operación	
USO DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES	15. Cuenta la empresa con una estrategia establecida para generar y/o utilizar energías renovables en sus operaciones.	
	16. Describa las prácticas y actividades que ha implementado para reducir efectivamente el uso de energía en su operación	
	17. Cuanto del total de energía usada directamente se genera a partir de fuentes renovables sostenibles	
REDUCCIÓN Y GESTIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	18. Cuenta la empresa con un objetivo para reducir la generación de residuos y su gestión adecuada dentro de sus operaciones	
	19. Describa las prácticas y actividades se han implementado para reducir y gestionar efectiva y adecuadamente la generación de desechos en la operación de la empresa, foco principal en purines	
	20. Cuántos desechos sólidos tratados (foco en purines) no peligrosos para los seres humanos y el medio ambiente, genera la empresa en el punto de liberación.	
SANIDAD ANIMAL	21. Cuenta la empresa con una estrategia para fortalecer e implementar programas sanitarios y de control de enfermedades animales dentro del predio y apoyar programas similares en sus grupos de interés	
	22. Describa las actividades y prácticas que ha implementado para promover eficazmente la salud de los animales	
	23. Describa las actividades y prácticas que ha implementado para minimizar el uso de medicamentos veterinarios (foco en Antibióticos) y previenen la pérdida de animales debido a enfermedades y lesiones	
	24. Cual es el porcentaje de los animales sano y/o que no ha requerido tratamiento con medicamentos veterinarios contra enfermedades o dolencias en un año	
BIENESTAR ANIMAL	25. Cuenta la empresa con una estrategia implementada de buenas prácticas de bienestar animal en sus operaciones	
	26. Describa las prácticas y actividades que ha implementado para minimizar efectivamente el sufrimiento y el riesgo de lesiones de los animales durante todas las etapas de su desarrollo productivo, incluido el transporte y la matanza	
	27. Cual es el porcentaje de animales que tiene la posibilidad de comportarse de acuerdo con sus necesidades específicas	

	28. Cual es el porcentaje de animales que tiene suficiente libertad para moverse, vivir sin dolor, malestar y angustia todo el tiempo, durante todas las fases de su vida, incluso durante el transporte y la matanza	
--	---	---

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD TÉCNICOS		
DIMENSIÓN	INDICADOR	APOORTE A LOS ODS
EFICIENCIA PRODUCTIVA	1. Litros de leche-vaca/año: promedio de cantidad de leche producida por vaca en un día.	
	2. Relación Leche/Consumo: esta variable se relaciona con la cantidad de alimento proporcionado a las hembras de acuerdo al nivel de producción de leche.	
	3. Duración de Lactancia: período de producción de leche, entre el parto y el momento en que se seca el animal.	
EFICIENCIA REPRODUCTIVA	4. Lapso Interpartos (LIP): Período de tiempo transcurrido entre partos, constituye la medida más exacta y reveladora de eficiencia reproductiva del rebaño.	
	5. Lapso Parto Primer Servicio (LPPS): Período transcurrido entre el parto y el primer servicio, valor óptimo debe ser entre 60 y 90 días, considera tiempo de involución uterina y primer celo fértil.	
	6. Lapso parto preñez (LPP): Período de tiempo entre un parto y la detección de gestación	
	7. Días Abiertos: esta variable se relaciona con el período comprendido entre el parto y el primer estro postparto.	
	8. Porcentaje de Parición Anual: “Nº de terneros nacidos vivos, con relación al total de hembras encastadas del rebaño”.	
CONDICIÓN SANITARIA	10. Cuenta con Certificación Oficial de Predio Libre de Tuberculosis, Brucelosis y Leucosis bovina, de acuerdo al programa voluntario de control y erradicación de enfermedades del SAG.	
	11. Cuenta con Certificación Oficial de Predio Bajo Control de Tuberculosis, Brucelosis y Leucosis bovina, de acuerdo al programa voluntario de control y erradicación de enfermedades del SAG.	
	12. Cuenta con Certificación Oficial de Predio Bajo Control de Paratuberculosis, de acuerdo al programa voluntario de control y erradicación de enfermedades del SAG.	
	13. Cuenta con Certificación Oficial de Predio Libre de Paratuberculosis, de acuerdo al programa voluntario de control y erradicación de enfermedades del SAG.	
	14. No cuenta con certificaciones o participación en programas oficiales de control o erradicación de enfermedades animales	