

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

Por:

Clara María Londoño Velásquez
Administradora de Empresas Agropecuarias

Harold Cardona Trujillo
Director

Mario Fernando Cerón Muñoz
Codirector

Dursun Barrios
Integrante comité de asesores

Maestría en Agronegocios
Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Agrarias

2018

Resumen

La globalización de los mercados genera una presión para ser competitivos sobre los productores agropecuarios de países en vías de desarrollo como Colombia, la competitividad supone altos estándares de producción que garanticen la inocuidad de los productos con menor costo de producción posible y con una mayor sostenibilidad de la actividad productiva. La adopción de buenas prácticas de producción y certificación es limitada en Colombia, en particular en el sector Lechero. Por lo anterior, la presente investigación parte de una revisión de literatura relacionada con las metodologías implementadas para medir la sostenibilidad de sistemas ganaderos, de donde se obtuvo las variables para diseñar un nuevo indicador de sostenibilidad que se calculó con la metodología de Análisis de Componentes Principales (ACP), el ACP incluyó 60 predios ubicados en diferentes municipios del altiplano norte de Antioquia, con los que se realizó una comparación en cuanto a la Sostenibilidad en predios de producción de leche certificados y no certificados en buenas practicas ganaderas (BPG). Los indicadores calculados pertenecen a cada una de las dimensiones analizadas así: sostenibilidad económica (ISE), técnica (IST), ambiental (ISA), social (ISS) y global (ISG), este último como un puntaje agregado de los cuatro primeros. Los resultados muestran como a través de la medición de los indicadores de cada dimensión de la sostenibilidad y el indicador de sostenibilidad global propuesto, se puede concluir que los predios que cuentan con la certificación en Buenas Practicas Ganaderas (BPG), presentaron mejores indicadores de sostenibilidad con respecto a los que aún no cuentan con esta condición. Lo encontrado servirá como orientación al productor para la toma de decisiones con el fin de mejorar el desempeño productivo de su hato, así como soporte para futuras investigaciones.

Palabras clave: sostenibilidad, buenas practicas ganaderas, calidad, inocuidad, certificación.

Clasificación JEL: Q01, Q13, Q16

Abstract

The globalization of the markets generates a pressure to be competitive on the agricultural producers of developing countries like Colombia, the competitiveness supposes high standards of production that guarantee the innocuity of the products with smaller possible cost of production and with a greater sustainability of productive activity. The adoption of good farming practices and certification is limited in Colombia, particularly in the Dairy sector. Therefore, the present research begins from a literature review to the methodologies implemented to measure the sustainability of livestock systems, on the basis of this the variables are obtained to calculate a new sustainability indicator, which was calculated with the methodology Principal Components Analysis methodology (ACP), the ACP included 60 farms located in different municipalities of the northern highlands of Antioquia, with which a comparison was made in terms of sustainability in certified and non-certified milk production farms in good practices for Livestock, belonging to the Technical Assistance project and management control in the dairy sector for the Department of Antioquia (ATILA). The purpose of calculating the indicators of economic (ISE), technical (IST), environmental (ISA), social (ISS) and global (ISG) sustainability, the latter as an aggregate score of the first four. The results show how, through the measurement of the indicators of each dimension of sustainability and the proposed global sustainability indicator, it can be concluded that the farms that are certified as good farming practices in Livestock (BPG) have better indicators of sustainability with respect to those who do not yet have this condition. The found will serve as an orientation to the producer for decision making in order to improve the productive performance of his herd, as well as support for future research.

Contenido

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Capítulo 1. Introducción	5
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos.....	9
Capítulo 2. Marco teórico	10
Sostenibilidad.....	10
Buenas Practicas Ganaderas	13
Las BPG en Colombia	14
Capítulo 3. Metodología	18
Etapa 1: Selección de variables e indicadores de sostenibilidad.	18
Etapa 2: Análisis de variables.	20
Resultados	25
Capítulo 4. Conclusiones	34
Consideraciones finales	34
Capítulo 5. Referencias	36

Capítulo 1. Introducción

La convicción de que un enfoque territorial del desarrollo rural puede llevar a mejores resultados económicos, sociales y ambientales, es compartida actualmente por un número importante de organizaciones locales, gobiernos nacionales, regionales y organismos internacionales; hasta el punto de consolidarse como una de las más importantes orientaciones de políticas y programas para las áreas rurales de América Latina. Sin embargo, la diversidad y complejidad al interior de los territorios y sus actores, indican que aún, existe una cantidad de desafíos operativos por resolver, lo que amerita esfuerzos de investigación que contribuyan a ampliar nuestra comprensión sobre procesos localizados para la promoción del desarrollo (Baquero et al., 2007).

El sector agrario colombiano entendiendo su diversidad y complejidad ha impulsado políticas ajustadas a los requerimientos particulares del territorio, orientadas al desarrollo de los diferentes renglones productivos agropecuarios. Es el caso de la producción de leche, para la cual desde el año 2006 se establece la normativa sobre los requisitos que debe cumplir la leche como alimento para consumo humano a través de toda la cadena productiva (obtención, procesamiento, envase, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación), bajo el Decreto 616 (Buenas Practicas Ganaderas), entendiendo estas como la aplicación del conocimiento disponible para lograr la sostenibilidad ambiental, económica y social de la producción en finca y en el proceso de posproducción, con el fin de obtener productos agropecuarios sanos y seguros (Grajales, Afanador, & Vega, 2014). Esta normativa, surge como respuesta a la necesidad del país de que los productores de leche puedan responder y competir ante los tratados de libre comercio los cuales actualmente están en vigencia y poder así garantizar a los consumidores un producto inocuo de acuerdo con el artículo 78 de la Constitución Política de Colombia (Decreto 616. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

En un contexto de creciente internacionalización de la economía colombiana y en el marco de los acuerdos comerciales internacionales, el sector agropecuario se verá enfrentado progresivamente a la competencia externa y a las oportunidades que constituyen mercados de altos ingresos. Para afrontar los retos derivados de esta nueva realidad económica y materializar las oportunidades que ofrece, es necesario mejorar la competitividad y sostenibilidad de todos los eslabones de las cadenas productivas del sector agropecuario con el fin de minimizar los potenciales impactos negativos y maximizar las oportunidades que ofrecerán los nuevos mercados. En este escenario, el subsector lácteo colombiano se

encuentra ante una serie de retos para articularse exitosamente en los mercados internacionales y consolidar el mercado interno (Conpes., 2010).

Aunque la política de Ciencia, Tecnología e Innovación para el sector agropecuario en Colombia ha estado orientada en los últimos años en atender la baja productividad del sector, se han analizado también factores como la vulnerabilidad de los conglomerados productivos ante otras problemáticas como las socioeconómicas tanto internas como externas propias de la cadena láctea, lo cual ha incentivado la formulación de una política pública que permita disminuir la brecha entre la investigación y la adopción de conocimiento y tecnología para mejorar la productividad de esta (Rincon Diaz & Díaz Mateus, 2016). Con el fin de llevar el sector lácteo al cumplimiento de los retos de la globalización y el fortalecimiento del mercado interno, surgen entonces las BPG como respuesta y estrategia de política pública, orientada a garantizar que en los procesos desarrollados a lo largo de la cadena productiva, se adopten conocimientos y nuevas tecnologías que permitan garantizar la inocuidad del producto y lograr la sostenibilidad (económica, social, ambiental y técnica) de las unidades productivas del sector.

Actualmente se tienen identificados 512.103 predios ganaderos en el país de los cuales aproximadamente 32.775 se dedican a la producción de lechería especializada (FEDEGÁN, 2016), de los cuales se encuentran certificados en Buenas Prácticas Ganaderas 694 predios donde el Departamento de Antioquia aporta a este indicador el 63% de avance, con 442 predios (ICA., 2017), ver figura 1.

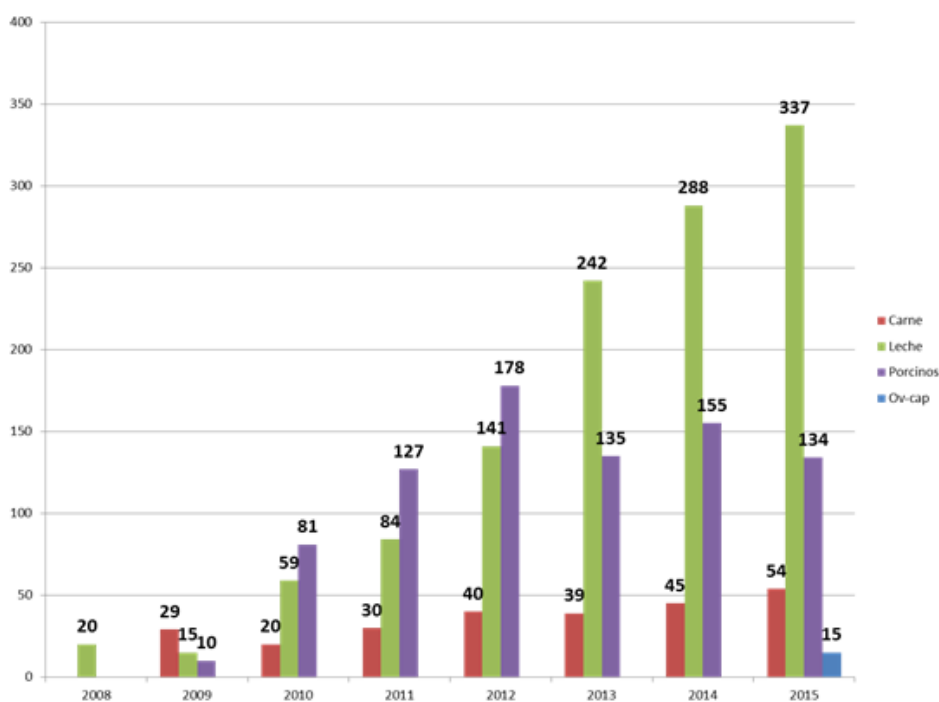


Figura 1. Listado de predios certificados en Buenas Prácticas Ganaderas en Colombia.

Fuente: ICA (2016)

Estas estadísticas muestran entonces la baja tasa de implementación de las buenas practicas ganaderas en sistemas productivos de lechería, con un 2,2 % de predios certificados en el país de los cuales Antioquia aporta el 1,4%, siendo el departamento con mayor número de predios certificados con BPG,

Una posible causa para la baja implementación de las BPG en las comunidades rurales dedicadas a la producción de leche, puede estar influenciada por el riesgo y la incertidumbre que conlleva la adopción de nuevas tecnologías según lo menciona Feder et al., (1985), donde los productores prefieren la adopción de la tecnología de forma selectiva que garantice beneficios marginales netos esperados. Sin embargo, las preferencias en la adopción no son fáciles de medir en un solo factor, ya que esto puede deberse a múltiples variables dentro de los cuales puede destacarse la edad del ganadero, la cual se incluye a menudo en los estudios de adopción de tecnología. La mayoría de los estudios han encontrado efectos negativos de la edad sobre la adopción de la tecnología, por ejemplo Kim, Gillespie, & Paudel, (2004), plantean la hipótesis de que los productores mayores son menos propensos a adoptar las Buenas Practicas, ya que tienen más cortos horizontes de planificación y no se dan cuenta plenamente los beneficios a largo plazo de adopción.

Otros autores evalúan el efecto de la educación en la adopción de las tecnologías (Cooper, 2003; Soule et al., 2002; Khanna, 2001; Wu y Babcock, 1998; Cooper y Keim, 1996; Dorfman, 1996; Fuglie y Bosch, 1995; Rahm y Huffman, 1984). Rahm y Huffman (1984) reportaron que la educación de los agricultores aumenta la eficiencia de la decisión de adopción (Kim et al., 2004). El productor con más alto nivel de educación general, tiene la capacidad de tomar decisiones mejor informadas, y es más probable que sea consciente de las alternativas de producción. Por lo tanto, se espera que se aumente la probabilidad de adopción de las Buenas Practicas (Kim et al., 2004).

Todos estos factores para la baja adopción de las tecnologías impiden el desarrollo de las unidades productivas, llevando a los productores a tener empresas poco rentables, con una baja admisibilidad de sus productos en los mercados nacionales y mundiales, baja productividad y una menor calidad de vida para sus familias.

Desde 1987, cuando se formaliza el concepto de desarrollo sostenible, en el informe de Brundtland elaborado por la comisión mundial sobre medio ambiente y desarrollo, han surgido metodologías de medición de la sostenibilidad y trabajos sobre el tema. Sin embargo,

en el sector Agropecuario Colombiano y en especial en el subsector lechero, los avances, medición e identificación de las variables de sostenibilidad han sido muy escasos.

El uso de un indicador de sostenibilidad como herramienta para la medición de esta, se desarrolla entonces para evaluar de forma holística la sostenibilidad de la producción agropecuaria a nivel de finca. Metodologías existentes como RISE, pretenden con el uso de los indicadores de sostenibilidad, contribuir a una producción agropecuaria más sostenible, a través de la difusión de la filosofía de la agricultura sostenible y puesta en práctica de la misma. Esta visión puede ser alcanzada haciendo más medible, tangible y comunicable el tema de una práctica sostenible a nivel de finca. Al determinar los potenciales y déficits de la operación agropecuaria, la administración de las fincas que suele enfocarse principalmente en la dimensión económica, se complementa con las dimensiones ecológica y social (Grenza, et al, 2013).

Con el análisis de los indicadores de desarrollo sostenible en sus dimensiones social, económica, ambiental y técnica, se generará una gran oportunidad para los productores en la identificación de las debilidades y fortalezas de la implementación de las Buenas Practicas Ganaderas, orientándolo en la toma de decisiones de su empresa y contribuyendo a la integración de sus componentes en la producción. Adicional se generará un referente en la comunidad académica que permitirá ser aplicado en otros sectores.

Por lo anterior, la presente investigación pretende plantear el diseño de un indicador global de sostenibilidad que reúna los indicadores de cada dimensión y con ello poder evaluar la contribución que realizan las BPG a la sostenibilidad de los predios dedicados a la producción láctea en el norte de Antioquia y en general al sector lácteo del país ya que permitirá generar estrategias y políticas enfocadas a la mejora a largo plazo y la visualización de la conservación de los recursos.

Objetivo General

Comparar los indicadores de sostenibilidad para los predios dedicados a la producción de leche del norte de Antioquia, certificados y no certificados en Buenas Practicas Ganaderas.

Objetivos Específicos

- Identificar las diferencias existentes en los predios certificados y no certificados en buenas prácticas ganaderas en cada dimensión de la sostenibilidad económica, técnica, ambiental y social.
- Comparar predios certificados y no certificados en buenas prácticas ganaderas, en cuanto a su grado de sostenibilidad a través de un indicador global de sostenibilidad.

Capítulo 2. Marco teórico

Sostenibilidad

En los sistemas ganaderos la versión de sostenibilidad se empezó a desarrollar en la segunda mitad de la década de los 90 del siglo XX habiendo sufrido un proceso de cambio en los últimos años (Campuzano, García, & Olalla, 2015), iniciando con una versión de sostenibilidad donde predominaban los objetivos meramente productivistas, que fueran fácilmente valorables a través de los rendimientos técnicos y la viabilidad económica; a potenciar la versión fuerte de sustentabilidad, que pretende el equilibrio de los elementos sociales, económicos y ambientales (Campuzano et al., 2015).

La percepción del concepto de sostenibilidad ha sufrido entonces un proceso de transformación, pasando de una visión exclusiva del deterioro medioambiental a una más global, en la que también son trascendentes otros aspectos, como los vinculados con la calidad de vida del ser humano (Ifoam, 2005).

El economista Robert Solow enunció en 1993 una definición alternativa, al considerar que la sostenibilidad es “la obligación de dejar a la próxima generación lo que sea necesario para lograr un nivel de vida al menos tan bueno como el nuestro y que permita proveer en forma similar a la generación siguiente”. Solow agregó: “No debemos consumir el capital de la humanidad, en el sentido más amplio” (PNUD., 2011). Se ha escrito mucho sobre el tema de la sostenibilidad en los negocios en los últimos años. Gran parte de la literatura en el desarrollo empresarial sostenible parece concentrarse en tres áreas clave, económica, ambiental y humana (PNUD., 2011)

Una definición de sostenibilidad que a menudo se hace referencia en la literatura es la de Bruntland en el Informe de la Comisión de 1987, que establece: "Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (Kealy, Dip, & Street, 2014). Cuando se habla de sostenibilidad de los agro ecosistemas, se dice que esta debe tener las características de ser respetuoso con el medio ambiente, ser económicamente viable, socialmente justa, culturalmente adaptada y socioculturalmente humanizada (Esse, Artesanal, & Sist, 2008).

Dicho de una manera sencilla, para garantizar la sostenibilidad del desarrollo humano existen tres requisitos, que los Objetivos de Desarrollo Sostenible pretenden asegurar: Que no disminuyan el número y la diversidad de oportunidades enriquecedoras en el hogar, en el trabajo y en la comunidad de las que disponen todas las personas a lo largo de su vida y la de sus descendientes; Que se sigan fomentando las capacidades para aprovechar estas

oportunidades, a lo largo de la vida de todas las personas y entre generaciones; Que se eliminen los obstáculos sociales, culturales, políticos o físicos que pueden impedir que las personas accedan a las oportunidades más adecuadas para sus capacidades, ya sea debido a la falta de participación, seguridad, habilitación o infraestructura (Jahan & Jespersen, 2015).

Al hablar de sostenibilidad particularmente en la producción ganadera se puede decir que esta pretende minimizar el impacto que las prácticas pecuarias tienen 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 de las especies animales que son explotadas técnicamente (Uribe et al., 2011).

Uno de los mayores impactos dentro de las dimensiones de la sostenibilidad en las producciones lecheras y la ganadería en general se evidencia en el deterioro del medio ambiente, por esto con el fin lograr una mayor comprensión sobre la situación ambiental de la ganadería en el país, es importante hacer un análisis sobre su interacción con recursos como el suelo, el agua, la atmósfera y la biodiversidad; contemplando igualmente lo que debe ser el desarrollo sostenible de la ganadería, resaltando la capacidad de adaptación de los ecosistemas como respuesta y en defensa ante el uso intensivo de los recursos, en actividades como la tala y la quema de bosques, la uniformidad, la desecación de humedales, la construcción de vías de penetración, la demanda creciente de madera para construcciones, la deposición de residuos orgánicos e inorgánicos en el agua y en el suelo, la emisión de gases, entre otros aspectos, que generan impactos de especial consideración sobre los recursos naturales y el medio ambiente (Mahecha et al., 2016), esa capacidad de adaptación a todos los cambios es lo que se denomina resiliencia. Término con el cual en 1973 Crawford Holling introduce por primera vez este concepto en la literatura ecológica como una forma para comprender las dinámicas no lineales así como los procesos a través de los cuales los ecosistemas se auto-mantienen y persisten frente a perturbaciones y los cambios. Este concepto luego tiene un alto grado de desarrollo ya que impacta en la forma en que las sociedades se comportan para llevar adelante sus actividades y los impactos que estas transformaciones tienen en el devenir de los sistemas humanos (Calvente, 2007). La resiliencia entonces define como los sistemas pueden desarrollarse, aprender, adaptarse y a la vez persistir en el tiempo. La resiliencia y la sostenibilidad están directamente relacionados con las influencias en el largo plazo de las consecuencias de las transformaciones y el

cambio, su impacto en lo adyacente posible y su devenir en el perfil de las sociedades, las economías y el sistema humano en su conjunto (Calvente, 2007).

Indicadores de Sostenibilidad

En los últimos treinta años, se ha avanzado considerablemente en la agenda de desarrollo sostenible en el mundo, así como en los instrumentos de medición del progreso hacia el desarrollo sostenible. Partiendo de los indicadores de primera generación los cuales habitualmente reciben el nombre de indicadores ambientales o de sostenibilidad ambiental. Esta denominación se debe a que su desarrollo se produjo entre los años ochenta y la actualidad (dependiendo de la iniciativa), periodo en el que se han diseñado e implementado indicadores ambientales, los cuales, siendo de primera importancia, dan cuenta del fenómeno complejo desde un sector productivo (minería, agricultura, forestal), o bien desde la singularidad o desde un determinado número de fenómenos constitutivos de la complejidad ambiental (por ejemplo, conteniendo variables de contaminación y de recursos naturales).

La segunda generación de indicadores corresponde al desarrollo realizado desde el enfoque multidimensional compuesto por indicadores de tipo ambiental, social, económico e institucional.

La tercera generación constituye un reto mayúsculo, en el sentido de producir indicadores transversales o sinérgicos, que en una o pocas cifras, nos permita tener un acceso rápido a un mundo de significados mucho mayor, en los cuales esté incorporado lo económico, social y ambiental en forma transversal y sistemática. De lo que se trata en estos indicadores es poder dar cuenta del progreso en la sostenibilidad, o mejor aún, hacia la sostenibilidad del desarrollo en forma efectiva, utilizando un número limitado de indicadores verdaderamente vinculantes, que tengan incorporados, potenciándose sinérgicamente, dimensiones y sectores desde su origen.

En Colombia son numerosos los esfuerzos emprendidos para desarrollar sistemas de información e indicadores ambientales y de gestión. La primera experiencia emprendida fue liderada en 1996 por la Unidad de Política Ambiental (UPA) (actual Dirección de Política Ambiental) del Departamento Nacional de Planeación (DNP), en un convenio de cooperación técnica con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Esta experiencia surgió como respuesta a la necesidad del DNP de contar con una herramienta para monitorear el avance de las políticas y acciones derivadas del componente ambiental del Plan Nacional de Desarrollo.

Cabe decir que en nuestra región y también en el mundo, se encuentra entre la primera y segunda generación, pues la mayoría de países están trabajando indicadores de primera y segunda generación en forma simultánea, y al mismo tiempo se reconoce la necesidad de avanzar, en forma cooperativa y horizontal, en el desarrollo de la tercera generación en el tercer milenio (Quiroga Martinez, 2007).

Buenas Practicas Ganaderas

Con el aporte que hacen las BPG en los cambios positivos dentro del sistema productivo, se aumenta la resiliencia ante fenómenos naturales y del cambio climático debido a la implementación de prácticas, como: construcción de acequias y gavetas en terrenos con alta pendiente para evitar la erosión laminar, siembra de árboles en finca y rescate de bosques, prácticas silvopastoriles y protección de nacimientos de agua en fincas ganaderas; estas prácticas han empezado a demostrar sus beneficios mediante resultados tangibles y visibles, que se enmarcan dentro de la denominada *agricultura climáticamente inteligente*, los beneficios se observan tanto al nivel de finca como de paisaje. Hay una creciente consciencia sobre la necesidad de producir en armonía con la naturaleza y aprovechar lo que ésta provee, mejorando la conservación de la biodiversidad a través del manejo de la finca y su agrobiodiversidad se optimizan y economizan recursos productivos y se aseguran y mejoran los medios de vida. Lo fundamental es que todas las iniciativas involucradas en el proceso se complementen, coadyuven y encadenen en un movimiento que genere verdaderas condiciones de impacto y sostenibilidad (Prins et al., 2017).

En Colombia una de las estrategias para avanzar hacia la sostenibilidad de los predios de producción ganadera, que permita mitigar los impactos en cada una de las dimensiones de la sostenibilidad son las Buenas Prácticas Ganaderas, estas son normas que se aplican durante el proceso de producción pecuaria, con el fin que la empresa ganadera sea sostenible ambiental, económica y socialmente y de esta manera obtener productos sanos, seguros y de buena calidad. Las BPG son aplicables a todo lo largo de la cadena productiva bovina: desde el productor o eslabón primario, seguido por el transformador hasta que llegue al consumidor final.

En este orden de ideas, las BPG aplicadas a la producción de leche, tienen como propósito la obtención de leche inocua, o sea, óptima para el proceso de higienización y que no constituya ningún riesgo para la salud del consumidor, a través de procesos de

producción, ordeño y conservación de la leche en las fincas. Además integra cada una de las dimensiones (Indicadores de Sostenibilidad ambiental, social, económico y técnico), de forma que no solo se cumpla con una normativa vigente sino que sirva como herramienta para acercarse a la medición de la Sostenibilidad.

Las BPG en Colombia

En Colombia las BPG para la producción de leche, tienen su origen y están reglamentadas por el Decreto 616 del 2006, expedido por el Ministerio de Protección Social y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y por la Resolución 3585 del 2008 del Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (Tafur Garzón & Nieto, 2011). Los principales aspectos técnicos para la implementación de las BPG en un predio dedicado a la producción de leche son: sanidad animal y bioseguridad, cuarto del tanque de enfriamiento de leche, sistema y rutina de ordeño, protección contra la contaminación de la leche, equipos y utensilios, suministro y calidad de agua, control de medicamentos veterinarios e insumos agropecuarios, instalaciones, control documental, manejo integrado de plagas, bienestar animal y personal.

Se empieza a hablar de buenas prácticas mediante la Ley 170 de 1994, cuando Colombia aprueba el Acuerdo de la Organización Mundial del Comercio, el cual contiene, entre otros, el "Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio" que reconoce la importancia de que los países miembros adopten medidas necesarias para la protección de los intereses esenciales en materia de seguridad de todos los productos, comprendidos los industriales y agropecuarios, dentro de las cuales se encuentran los reglamentos técnicos (Ministerio de la Protección Social, 2006). Luego según lo establecido en el artículo 26 de la Decisión Andina 376 de 1995, se detallan los reglamentos técnicos se establecen para garantizar, entre otros, los siguientes objetivos legítimos: los imperativos de la seguridad nacional; la protección de la salud o seguridad humana, de la vida o la salud animal o vegetal, o del medio ambiente y la prevención de prácticas que puedan inducir a error a los consumidores (Ministerio de la Protección Social, 2006). Para 1997 bajo el Decreto 3075, se establece la leche y sus derivados, dentro de los alimentos considerados de mayor riesgo en salud pública, y por lo tanto, estos deben cumplir con los requisitos para garantizar la protección de la salud de los consumidores. En el año 2006 se da un acercamiento mayor a lo que son las exigencias y requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país a través de la expedición del Decreto 616.

En el año 2008 se establecen los requisitos en la producción primaria únicamente, con el sistema de inspección, evaluación y certificación oficial de la producción de leche a través de la Resolución 3585, de conformidad con lo dispuesto en el capítulo II del título I del Decreto 616 de 2006 (ICA., 2008).

El Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 "Estado Comunitario: Desarrollo para Todos", adoptado mediante Ley 1151 de 2007, en el marco del desarrollo de la estrategia de crecimiento y mejoramiento de la competitividad del sector agropecuario, establece entre sus objetivos: i) Proteger los ingresos de los productores y mejorar la competitividad de la producción; ii) Racionalizar los costos de producción; iii) Ampliar la disponibilidad, el acceso y mejorar el uso de los factores productivos básicos (suelo, agua y recursos genéticos); iv) Impulsar la investigación, la transferencia y la innovación tecnológica; v) Mejorar el estatus sanitario; vi) Abrir nuevos mercados; vii) Mejorar la información sectorial y; vi) fortalecer el financiamiento del sector. La "Visión Colombia II Centenario – 2019", en el capítulo relacionado con Aprovechar las Potencialidades del Campo, desarrolla una estrategia para mejorar la productividad y la eficiencia en los sistemas de producción y comercialización agropecuarios (Conpes., 2010).

En el 2010 se genera el documento Conpes 3675 cuyo objetivo general es mejorar la competitividad del sector lácteo colombiano, a partir del desarrollo de estrategias e instrumentos que permitan disminuir los costos de producción e incrementar la productividad, con miras a profundizar y diversificar los mercados interno y externo y aprovechar las oportunidades y ventajas comparativas que tiene el sector (Conpes 3675., 2010). Así mismo se crea para este mismo año el documento Conpes 3676, el cual pretende consolidar las políticas sanitarias y de inocuidad dirigidas a mantener y mejorar las condiciones sanitarias de la carne, la leche y sus productos logrando así la admisibilidad de la producción nacional en los mercados de interés, el mejoramiento de la salud pública y la competitividad de las cadenas, solucionando problemas relacionados con:

a) el estatus sanitario de la producción primaria, b) los programas preventivos para la inocuidad, c) las condiciones sanitarias de los establecimientos de procesamiento de carne y sus derivados, d) los planes subsectoriales -PSS- de vigilancia y control de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes químicos, y de patógenos e) la capacidad de gestión del riesgo de las autoridades nacionales y territoriales, y f) el acceso sanitario a mercados priorizados (Conpes 3676., 2010).

Herramientas de evaluación de la sostenibilidad

Para la planificación de la producción lechera se hace necesario conocer su estado actual en cuanto a elementos técnicos, económicos, ambientales y sociales, de acuerdo con el contexto internacional donde se ha avanzado en definir indicadores que ayudan a reconocer el nivel de sostenibilidad de la actividad lechera, autores como Olde, Oudshoorn, Sørensen, Bokkers, & De Boer, (2016), en su artículo «La evaluación de la sostenibilidad a nivel de finca: lecciones aprendidas a partir de una comparación de las herramientas en la práctica», comparan 48 herramientas de evaluación de sostenibilidad, además de evaluar la pertinencia de estas según la percepción de los agricultores. Para este caso la metodología utilizada es el estudio de las evaluaciones de sostenibilidad que se han convertido en herramientas de evaluación ex post del desempeño de la sostenibilidad en las explotaciones agrícolas que han utilizado estos indicadores. También se toman datos de opiniones y trabajos científicos sobre las evaluaciones de sostenibilidad. Además, se añaden varias herramientas desarrolladas recientemente que han sido presentadas en conferencias científicas y se establece contacto con los desarrolladores para analizar las características de las herramientas. Para seleccionar las herramientas de evaluación de sostenibilidad en las explotaciones se utiliza la metodología de Marchand que analiza tres aspectos (normativos, sistémicos y de procedimiento). Solo cuatro herramientas son seleccionadas para evaluar el desempeño de la sostenibilidad en cinco granjas danesas RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation), IDEA (indicateurs de durabilité des exploitations), SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems) y PG (Public Goods)

Finalmente la herramienta seleccionada por los agricultores como la más completa es RISE a pesar de una inversión de tiempo mayor y menor transparencia, pero es la única que presenta una amplia descripción del contexto del mercado y permite las comparaciones con otros productores del sector.

Según (Grenz, et al., 2009), en su artículo sobre un método para evaluar la sostenibilidad de la producción agrícola en las explotaciones (RISE), cuyo objeto es ilustrar como se aplica esta herramienta en el desarrollo y contextos de los países en transición (Armenia y Kenia), la investigación comienza con la recolección de una amplia información sobre aspectos ambientales, económicos y sociales a través de un cuestionario que se aplica al productor, luego un modelo de computador utiliza esta información para calcular 57 parámetros de sostenibilidad, condensada en doce indicadores. En Armenia se seleccionaron 13 granjas para probar la aplicabilidad de RISE bajo condiciones de este país, Las principales deficiencias encontradas se relacionan con el potencial de N & P de emisiones, la eficiencia

económica y la Seguridad Social, las altas puntuaciones de sostenibilidad se encuentran en temas como Energía, Agua, Residuos, Economía Local y Protección de las Plantas. En Kenia se seleccionaron 30 fincas, los principales cuellos de botella se presentan en relación con temas como agua, el estiércol y la gestión de la fertilidad del suelo (N & P potenciales de emisión), el uso de pesticidas y manipulación (protección de las plantas), los resultados económicos (la estabilidad económica y la eficiencia) y la seguridad social.

Según (López-Ridaura, et al., 2001), en su artículo sobre la evaluación de los sistemas agrícolas integrados: El marco MESMIS, cuyo objeto es desarrollar un marco referencial para la evaluación de la sostenibilidad, define la estructura operativa para la construcción de los indicadores de sostenibilidad, en seis pasos que son: la definición del objeto de evaluación, la determinación de los puntos críticos, la selección de criterios de diagnóstico e indicadores, medición y monitoreo de indicadores, presentación de resultados y conclusiones y recomendaciones.

Autores como Deponti, Córdula, & Azambuja, (2002), en su artículo sobre Estrategias para construir indicadores de sostenibilidad, afirman que la construcción de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad es un trabajo que requiere un equipo interdisciplinario, porque no hay una fórmula fija, por lo que es necesario el análisis, la interpretación y comprensión por parte de los involucrados. Los indicadores describen un proceso específico y son particulares de estos procesos, y por lo tanto no hay un conjunto de indicadores globales adaptables a cualquier realidad.

Según Rios Atehortua (2008), en su propuesta para generar indicadores de sostenibilidad en sistemas de producción agropecuaria, para la toma de decisiones caso: lechería especializada, propone indicadores de sostenibilidad, para evaluar los sistemas de producción agropecuaria integrando los tres componentes de sostenibilidad. Este estudio se lleva a cabo con información proveniente de diez ganaderías lecheras de los municipios de La Unión y San Pedro de los Milagros. Se tomaron datos económicos y sociales a través de entrevistas semi estructuradas. Los datos ambientales son medidos en campo con metodologías especiales según la variable medida, finalmente se logra establecer un indicador integrado de sostenibilidad en ganadería especializada (ISGE), para lo cual se seleccionan 16 variables en cuatro indicadores: Sostenibilidad económica (ISE), sostenibilidad social (ISS), sostenibilidad ambiental (ISA). Por lo anterior se concluye que el modelo propuesto de ISGE, si cumple con la función de ser una herramienta administrativa

Capítulo 3. Metodología

Esta investigación se desarrolló en siete municipios del altiplano norte de Antioquia: Belmira, Donmatías, Entrerrios, San Pedro de los Milagros, Santa Rosa de Osos, San José de la Montaña y Bello. Se seleccionaron 60 predios (16 predios certificados y 44 predios no certificados en BPG)¹, entre un total de 140 beneficiarios de intervención directa en predio, del proyecto ATILA financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la Gobernación de Antioquia (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) y la Universidad de Antioquia (Facultad de Ciencias Agrarias). Los instrumentos para la recolección de la información fueron la lista de chequeo establecida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la cual está establecida para medir los criterios de cumplimiento para certificación en BPG, además de una encuesta creada con el fin de recolectar información complementaria que permitiera medir de forma más precisa algunos aspectos en los indicadores de sostenibilidad ambiental y social.

Con el fin de comparar la sostenibilidad global (ISG) así como las distintas dimensiones, se calcularon indicadores de sostenibilidad económica (ISE), técnica (IST), ambiental (ISA) y social (ISS), para predios certificados y no certificados en BPG. El ISG fue el puntaje agregado de las cuatro dimensiones evaluadas.

La comparación entre dimensiones se realizó por medio de análisis de componentes principales (ACP) con técnicas de cuantificación óptima. A continuación se explican las dos etapas o momentos en los cuales se desarrolló la selección de variables que fueron utilizadas para medir la sostenibilidad.

Etapas 1: Selección de variables e indicadores de sostenibilidad.

Para la selección de variables y evaluación de los indicadores de sostenibilidad (económico, técnico, ambiental y social), se seleccionaron y ajustaron las metodologías: MESMIS (López-Ridaura et al., 2001); RISE (Grenz, et al., 2009); con el método RISE; SAFA (FAO., 2013) y los indicadores de Sostenibilidad propuestos por Rios (2008) con su propuesta para generar, como aporte para la selección de variables. En los cuadros 1 y 2 se muestran las variables que fueron seleccionadas en la construcción de los indicadores.

¹ La información detallada de los productores participantes es de total confidencialidad del proyecto por lo cual no se publica el listado de estos.

Cuadro 1. Variables seleccionadas para la construcción de indicadores de sostenibilidad social y económica.

Dimensión	Variable	RISE ²	MESMIS ³	SAFA ⁴	RIOS ⁵	Barrios & Olivera ⁶	DANE ⁷
Social	Tenencia del predio						X
	Composición del hogar						X
	Personas trabajando en la ganadería además del propietario y/o responsable						X
	Está afiliado a alguna entidad de seguridad social	X		X	X		
	Nivel educativo del tomador de decisiones		X		X		
	Capacitación y/o acompañamiento por parte de alguna entidad			X			
Económica	Solicitud y acceso al crédito				X		
	Costo por litro de leche	X	X		X	X	
	Margen bruto		X		X	X	
	Precio de venta		X			X	
	Punto de equilibrio	X			X	X	
	Rentabilidad por vaca					X	

Fuente: elaboración propia

Cuadro 2. Variables seleccionadas para la construcción de indicadores de sostenibilidad ambiental y técnica.

Dimensión	Variable	RISE ⁸	MESMIS ⁹	SAFA ¹⁰	RIOS ¹¹	Barrios & Olivera ¹²	DANE ¹³
Ambiental	Protección de fuentes de agua				X		
	Calidad de agua	X		X			
	Manejo de aguas residuales	X			X		
	Manejo de residuos	X					

² Grenza, et al, 2013

³ López Ridaura, et al, 2001

⁴ De Olde, et al, 2016

⁵ Ríos Atehortua, 2008

⁶ Barrios & Olivera, 2013

⁷ DANE, 2009

⁸ Grenza, et al, 2013

⁹ López Ridaura, et al, 2001

¹⁰ De Olde, et al, 2016

¹¹ Ríos Atehortua, 2008

¹² Barrios & Olivera, 2013

¹³ DANE, 2009

	Presencia de bosque protector o barreras vivas	X	
Técnica	Natalidad		X
	Litros/hectárea/año		X X
	Recuento de células somáticas (RCS)		
	Unidades formadoras de colonia (UFC)		
	Grasa		
	Proteína		
	Análisis de suelo		X
	Plan de Fertilización		X

Fuente: elaboración propia

Las variables que no fueron seleccionadas correspondieron a temas relacionados con flujo de nutrientes, índices de cosechas, diversidad de especies en los predios, huella de carbono (RISE, MESMIS y SAFA), para la metodología analizada de Ríos Atehortua se excluyeron variables como: compactación del suelo, erosión, densidad de lombrices. Por el contrario se incluyeron variables de la dimensión técnica para la sostenibilidad la cual no es evaluada normalmente dentro de las metodologías de medición, la mayoría de las variables que se incluyeron fueron tomadas de lo presentado por Ríos Atehortua tales como días abiertos, rotación de potreros, tratamiento de excretas entre otras y la información técnica que fue recolectada en los predios por el proyecto ATILA con variables de calidad de leche: RCS, UFC, grasa y proteína, dada su importancia en los procesos de certificación en BPG.

Etapa 2: Análisis de variables.

Con el fin de hacer una comparación enfocada en las dimensiones de la sostenibilidad entre predios certificados y no certificados en buenas prácticas ganaderas, se empleó en esta investigación la metodología de Análisis de Componentes Principales (ACP). Esta técnica, permitió sintetizar la mayor cantidad de variables, en un número más reducido de factores cuya finalidad fue capturar la mayor información posible de las variables originales. Esos factores reunieron la información en un indicador multidimensional de componentes principales que proporcionaron las ponderaciones de cada variable de análisis con el propósito de cuantificar los indicadores de sostenibilidad económica (ISE), técnica (IST), ambiental (ISA), social (ISS) y global (ISG), este último como un puntaje agregado de los cuatro primeros.

Dado que las variables seleccionadas presentaron un nivel mixto de medición (cualitativa y cuantitativa), no fue posible el uso del ACP tradicional. Como alternativa se utilizó la técnica de «*Optimal Scaling*» o Cuantificación Óptima. Este procedimiento asignó valores numéricos a las categorías de las variables de forma tal que se maximizara la varianza (se maximice la cantidad de información), del primer componente principal teniendo en cuenta las características de medición de los datos.

Previo al ACP se realizó la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), para saber si era posible factorizar las variables originales de forma eficiente partiendo de la matriz de correlaciones entre las variables observadas. También se utilizó del test de Bartlett que utiliza la correlación parcial para medir la relación entre dos variables eliminando el efecto del resto. El índice KMO comparó los valores de las correlaciones entre las variables y sus correlaciones parciales. Si el KMO estaba próximo a 1, era conveniente realizar ACP. Por el contrario si el KMO estaba próximo a 0, el ACP no era relevante. Por su parte, el test de Bartlett parte de la hipótesis nula de que la matriz de coeficientes de correlación no es significativamente distinta de la matriz identidad.

En el cuadro 3 se detallan las 43 variables estudiadas, distribuidas así: ISE (5), IST (13), ISS (10) e ISA (15).

Cuadro 3. Variables incluidas en los índices de sostenibilidad.

Indicador	Variables	Abreviación
Índice de Sostenibilidad Económica (ISE) ¹⁴	- Variable del ISE que expresa el costo por litro de leche producido, Inverso.	- iseCtoxt_a
	- Variable del ISE donde se indica el margen bruto por cada litro de leche producido.	- iseMB
	- Variable del ISE donde se indica el precio de venta por cada litro de leche producido.	- isePV
	- Variable del ISE donde se indica la rentabilidad por vaca	- iseRV
	- Variable del ISE donde se evidencia el punto de equilibrio (Its/mes).	- isePE
Índice de Sostenibilidad Técnica (IST) ¹⁵	- Área total del predio (hectáreas).	- istAT
	- Área destinada a la producción de leche.	- istAPXN
	- Número de animales pertenecientes a cada predio.	- istNA
	- Variable del IST que indica el volumen de producción del predio (expresado en litros por mes).	- istVPXN
	- Variable del IST en Capacidad de Carga, que indica el número de animales que pueden pastorear en un potrero, Inverso.	- istCC_a
	- Variable del IST en Intervalo entre partos, que indica el número de días transcurridos entre un parto y el siguiente, Inverso.	- istIEP_a
	- Variable del IST en días abiertos, que indica los días que transcurren entre el parto de la vaca y el momento en que vuelve a quedar preñada, Inverso.	- istDA_a
	- Variable del IST en la tasa de natalidad, que indica el porcentaje de nacimientos en el hato en un periodo de un año.	- istTN
	- Variable del IST en litros producidos por hectárea en un año, Inverso.	istLtshaaño
	- Variable del IST en Recuento de células Somáticas (RCS), que indica el estado de salud de la glándula mamaria de la vaca lactante, Inverso.	- istRCS_a
	- Variable del IST en unidades formadoras de colonia (UFC), que indica la calidad microbiológica de la leche, Inverso.	- istUFC_a
- Variable del IST que indica la calidad composicional de la leche, expresada en porcentaje de grasa, Inverso.	- istGrasa_a	
- Variable del IST que indica la calidad composicional de la leche, expresada en porcentaje de proteína.	- istPtrot_a	

¹⁴ Variable continua

¹⁵ Variable continua

Indicador de Sostenibilidad Social (ISS)¹⁶	- Variable del ISS que identifica el tipo de tenencia de cada predio analizado (propio, en arriendo).	- issTP
	- Variable del ISS que identifica el nivel educativo de la persona que se encarga de tomar las decisiones en el predio.	- issNEDP
	- Variable del ISS que identifica como está compuesto el hogar (familia).	- issCH
	- Variable del ISS, que identifica si los productores responsables de los predios cuentan con afiliación a algún sistema de seguridad social	- issSS
	- Variable del ISS que identifica cuantas personas trabajan en la ganadería, además del tenedor del predio.	- issPTG
	- Variable del ISS que permite evidenciar la calificación que da el productor frente a la calidad en la asistencia técnica que ha recibido.	- issAT
	- Variable del ISS que indaga por los cambios y/o mejoras tecnológicas implementadas en cada uno de los predios, durante los últimos dos años en la ganadería.	- issCT
	- Variable del ISS que indaga sobre como los cambios y/o mejoras tecnológicas implementadas, han influido en la calidad de vida de los hogares de cada productor.	- issCV
	- Variable del ISS que indaga sobre la participación de los productores analizados, en grupos de interés para el desarrollo de su empresa y/o comunidad.	- issPGI
	- Variable del ISS que indaga sobre los factores de competitividad percibidos por el productor en su empresa.	- issFC
	- Variable del ISA que indica el lugar exacto donde fue recolectada la muestra de agua.	isaLugartom
	- Variable del ISA que indica si el nivel de hierro presente en al agua analizada, se encuentra dentro del límite máximo permitido por la normativa vigente (0,3mg/L)	isaFQLMHT
	- Variable del ISA que indica si la calidad microbiológica del agua es apta o no para el consumo humano y demás labores de limpieza y desinfección de equipos y utensilios de la producción de leche.	- isaMB
	- Variable del ISA que indica los días en los cuales se encuentra el ganado dentro de un potrero en pastoreo.	- isaPOP
	- Variable del ISA que indica el periodo de recuperación (en días), que tiene un potrero entre cada rotación del ganado.	- isaPDP
	- Variable del ISA que indica cuales son las acciones tomadas por el productor con el fin de conservar el suelo.	- isaACS
- Variable del ISA que indica si el productor tiene implementado algún sistema silvopastoril como apoyo a las prácticas de conservación del suelo.	- isaPSS	
- Variable del ISA que indica cual es el manejo que el productor, le da a las aguas residuales de su predio.	- isaMAR	
- Variable del ISA que indica cuales son los sistemas implementados en el predio, para la protección de las fuentes de agua.	- isaPFA	
- Variable del ISA que indica si en los predios analizados se realiza clasificación (separación), de residuos sólidos.	- isaCR	
- Variable del ISA que indica si se realiza una adecuada disposición final de residuos sólidos.	- isaDFBRP	
- Variable del ISA que indica si se realiza una adecuada disposición final de excretas.	- isaME	
- Variable del ISA que indica la presencia de bosque protector o barreras vivas en el predio.	- isaPBP	
- Variable del ISA que indica cual es el tipo de fertilización (orgánica y/o química), que se utiliza en cada uno de los predios analizados.	- isaTF	
- Variable del ISA que indica si además del sistema de producción de leche, existe algún otro sistema productivo implementado en el predio.	- isaOSP	

¹⁶ Variable cualitativa

¹⁷ Variable continua

Para la construcción del indicador de sostenibilidad global (ISG), se empleó el método de análisis de componentes principales (ACP), de las dimensiones anteriores. El ISG, se obtuvo entonces como resultado de las ponderaciones de los cuatro indicadores en conjunto.

Basado en la metodología RISE (Grenz, et al., 2009), se construyó una medida de desempeño para observar en que categoría de sostenibilidad se ubicaba cada predio, así: grado de sostenibilidad bajo (0-33,9), grado de sostenibilidad medio (34-66,9) y grado de sostenibilidad alto (67-100).

Resultados

Para cada una de las dimensiones analizadas se obtuvo una variable resumen que estableció un puntaje en porcentaje. Es decir se obtuvieron cuatro análisis y de cada uno se extrajo el primer componente con los siguientes resultados:

- $ISE_j = 0,981iseCtoxt_a + 0,818iseMB + 0,365isePV + 0,901iseRV + 0,725isePE$
- $IST_j = 0,898istAT + 0,894istAPXN + 0,773istNA + 0,572istVPXN + 0,201istCC_a + 0,891istIEP_a + 0,891istDA_a + 0,850istTN + 0,153Ltshaaño_a + 0,062istRCS_a + 0,063istUFC_a + 0,072istGrasa_a + 0,049istProt_a$
- $ISS_j = 0,124issTP + 0,303issNETD + 0,094issCH + 0,655issSS + 0,221issPTG + 0,640issAT + 0,629issCT + 0,578issCV + 0,331issPGI + 0,632issFC$
- $ISA_j = 0,399isaLugartoma + 0,258isaFQLMHT + 0,231isaMB + 0,197isaPOP + 0,158isaPDP + 0,192isaACS + 0,248isaPSS + 0,640isaMAR + 0,370isaPFA + 0,856isaCR + 0,892isaDFBRP + 0,706isaME + 0,213isaPBP + 0,076isaTF + 0,327isaOSP$
- $ISG_j = 0,785ise + 0,737ist + 0,660isa + 0,570iss$

Los coeficientes representaron las ponderaciones de cada variable (observar abreviación cuadro 3) en su respectivo indicador en el predio j .

Con las ponderaciones obtenidas se calculó el valor de cada indicador. Para transformar la escala de los primeros componentes en cada dimensión y en el indicador global, se efectuó una transformación a una escala interpretable de 0 a 100 de la siguiente forma:

Para el primer componente en cada una de las dimensiones se estandarizó de la siguiente forma:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

De la ecuación anterior se despeja X así:

$$X = \mu + \sigma Z$$

Ahora bien, se llevaron estos valores a una escala de 0 a 100, es decir que la nueva variable X cuando toma el valor mínimo de cero, la variable Z toma también su valor mínimo

(Zmin); cuando X toma el valor máximo de cien, Z toma también su valor máximo (Zmax), quedando así las siguientes expresiones:

$$100 = \mu + \sigma Z_{max}$$

$$0 = \mu + \sigma Z_{min}$$

Se tienen entonces dos ecuaciones con dos incógnitas, las cuales al resolver presentan las siguientes expresiones:

$$\sigma = \frac{100}{Z_{max} - Z_{min}}$$

$$\mu = -\sigma Z_{min}$$

Estas expresiones fueron las estimaciones de la media y desviación de la variable en escala de cero a cien.

De esta forma cada indicador quedó expresado como la participación en la sostenibilidad del predio analizado así:

$$ISE (\%)_j = 35,15 + (21,63 * ISE_j)$$

$$IST (\%)_j = 34,41 + (18,87 * IST_j)$$

$$ISA (\%)_j = 57,43 + (29,15 * ISA_j)$$

$$ISS (\%)_j = 66,54 + (18,69 * ISS_j)$$

$$ISG (\%)_j = 42,10 + (20,01 * ISG_j)$$

Con el fin de confirmar la existencia de correlaciones entre variables se realizan las pruebas KMO y Esfericidad de Bartlett, las cuales se presentan en la tabla 1:

Tabla 1. Resultados pruebas de KMO y Esfericidad de Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,581
	Aprox. Chi-cuadrado	38,849
Prueba de esfericidad de Bartlett	gl	6
	Sig.	0,000 ¹⁸

Fuente: elaboración propia

La prueba de KMO global no aseguró la aplicación del ACP de forma certera. Sin embargo, la prueba de esfericidad de Bartlett fue estadísticamente significativa. Aunque esta

¹⁸ ns(Sig>0,05),
*(0,01<sig<0,05)
**(0,001<sig 0,01)

prueba tiende a ser estadísticamente significativa a medida que el número de observaciones aumenta, se recomienda usarla cuando la razón $\frac{n}{k}$ donde n es el número de observaciones y k el número de variables, sea menor que 5. En este caso $\frac{60}{43} = 1,39$.

Aunque la muestra constó solo de 60 observaciones, lo que indicaba que no era lo suficientemente representativa, si fue acertado hablar de una tendencia comparativa en medias de los predios certificados respecto a los no certificados.

Una vez se aplican las pruebas y se tienen construidos los indicadores, se visualiza en la figura 2, la comparación para los indicadores estudiados entre predios certificados y no certificados.

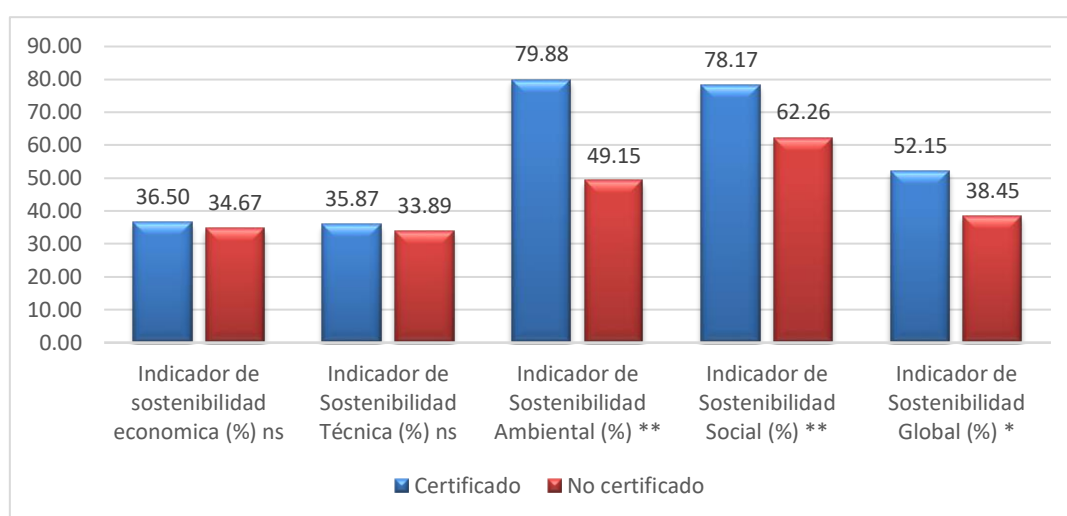


Figura 2. Indicadores promedio de Sostenibilidad entre predios certificados y no certificados

Fuente: elaboración propia

Los resultados presentados indicaron que no hubo mayores diferencias entre el ISE y el IST y si entre el ISA, el ISS y el ISG entre predios certificados y no certificados. No obstante, para los predios certificados, los indicadores siempre fueron mayores respecto a los no certificados. Las variaciones entre indicadores fueron corroboradas de acuerdo a las diferencias estadísticas existentes. Ahora, la tabla 2 muestra en promedio, los indicadores de sostenibilidad discriminado por la variable del indicador de sostenibilidad técnica que indica si el predio se encuentra certificado o no certificado en buenas prácticas ganaderas. En la tabla 3 se presenta el análisis de significancia estadística por cada indicador para predios certificados y no certificados.

Tabla 2. Indicadores promedio de Sostenibilidad entre Predios Certificados y No Certificados

		N ¹⁹	Media	Desviación estándar	Error estándar	intervalo ²⁰		Mín	Máx
						Límite inferior	Límite superior		
Indicador de sostenibilidad económica (%)	Certificado	16	36,49	17,36	4,342	27,24	45,75	9,29	67,52
	No certificado	44	34,66	23,15	3,490	27,63	41,70	,00	100,00
	Total	60	35,15	21,63	2,792	29,56	40,74	,00	100,00
Indicador de Sostenibilidad Técnica (%)	Certificado	16	35,86	16,24	4,060	27,21	44,52	13,34	84,09
	No certificado	44	33,89	19,89	2,999	27,84	39,94	,00	100,00
	Total	60	34,42	18,87	2,437	29,54	39,29	,00	100,00
Indicador de Sostenibilidad Ambiental (%)	Certificado	16	79,88	9,86	2,467	74,62	85,13	63,38	91,75
	No certificado	44	49,14	29,92	4,511	40,05	58,24	,00	100,00
	Total	60	57,34	29,41	3,797	49,74	64,94	,00	100,00
Indicador de Sostenibilidad Social (%)	Certificado	16	78,16	13,33	3,332	71,06	85,27	54,91	100,00
	No certificado	44	62,25	18,84	2,841	56,52	67,99	,00	92,56
	Total	60	66,50	18,82	2,430	61,63	71,36	,00	100,00
Indicador de Sostenibilidad Global (%)	Certificado	16	52,15	10,74	2,687	46,42	57,88	31,88	70,34
	No certificado	44	38,45	21,40	3,227	31,94	44,96	,00	100,00
	Total	60	42,10	20,01	2,584	36,93	47,27	,00	100,00

¹⁹ Numero de predios²⁰ 95% del intervalo de confianza para la media

Tabla 3. Significancia estadística de los Indicadores de Sostenibilidad entre predios
Certificados y No Certificados.

		gl	Media cuadrática	F
Indicador de sostenibilidad económica (%)	Entre grupos	1	39,236	0,083 ²¹
	Dentro de grupos	58	475,433	
	Total	59		
Indicador de Sostenibilidad Técnica (%)	Entre grupos	1	45,654	0,126 ²²
	Dentro de grupos	58	361,712	
	Total	59		
Indicador de Sostenibilidad Ambiental (%)	Entre grupos	1	11080,875	16,077 ²³
	Dentro de grupos	58	689,256	
	Total	59		
Indicador de Sostenibilidad Social (%)	Entre grupos	1	2969,195	9,598 ²⁴
	Dentro de grupos	58	309,354	
	Total	59		
Indicador de Sostenibilidad Global (%)	Entre grupos	1	2203,075	5,960 ²⁵
	Dentro de grupos	58	369,664	
	Total	59		

²¹ ns

²² ns

²³ ***

²⁴ **

²⁵ *

De acuerdo al cuadro anterior, el ISE y el IST no presentaron diferencias estadísticas, mientras que el ISA, el ISS y el ISG si lo hicieron ($p < 0,05$). Esto sugiere que en promedio, para los datos analizados, la diferencia de medias entre predios certificados y no certificados solo presentó impacto en los componentes ambiental y social.

En la tabla 4 se presenta la distribución del número de predios de acuerdo a la categorización del grado de sostenibilidad para cada indicador.

Tabla 4. Distribución del número de predios según el grado de sostenibilidad

		Certificado		No certificado		χ^2
		Recuento	%	Recuento	%	
Indicador de sostenibilidad económica	Bajo	13	81,3%	34	79,1%	1,299 ²⁶
	Medio	3	18,8%	6	14,0%	
	Alto	0	0,0%	3	7,0%	
Indicador de Sostenibilidad Técnica	Bajo	14	87,5%	37	86,0%	0,190 ²⁷
	Medio	1	6,3%	4	9,3%	
	Alto	1	6,3%	2	4,7%	
Indicador de Sostenibilidad Ambiental	Bajo	0	0,0%	23	52,3%	14,381 ²⁸
	Medio	7	43,8%	12	27,3%	
	Alto	9	56,3%	9	20,5%	
Indicador de Sostenibilidad Social	Bajo	0	0,0%	7	15,9%	3,927 ²⁹
	Medio	11	68,8%	30	68,2%	
	Alto	5	31,3%	7	15,9%	
Indicador de Sostenibilidad Global	Bajo	7	43,8%	31	72,1%	6,141 ³⁰
	Medio	9	56,3%	10	23,3%	
	Alto	0	0,0%	2	4,7%	

²⁶ ns²⁷ ns²⁸ **²⁹ ns³⁰ *

Con lo anterior se evidenció que la única dimensión en la que hubo asociación estadística con respecto a la certificación en BPG fue la ambiental, las otras no presentaron asociación estadística.

A continuación se detallan los resultados por cada indicador de Sostenibilidad analizada:

Para el caso del ISE, el precio de venta promedio en los predios certificados en BPG fue 981,68 pesos/lt, mientras que el costo de producción 759,06 pesos/lt, arrojando un margen bruto de 222,62 pesos/lt, la relación costo/precio es de 0,77. Esto significa que con el 77% del precio de venta, se cubren los costos de producción. Este resultado fue superior al encontrado en los predios no certificados en BPG, cuyo precio de venta promedio fue 970,45 pesos/lt, mientras que el costo de producción 764,56 pesos/lt, arrojando un margen bruto de 205,88 pesos/lt, la relación costo/precio es de 0,79, es decir que con el 79% del precio de venta, se cubren los costos de producción. Según lo anterior, este resultado de la relación costo/precio en los predios no certificados en BPG es similar a lo encontrado por (Barrios & Olivera, 2013), quienes reportan para el año 2013 una relación costo/precio de 0,792, evidenciando que cuatro años después estos predios siguen cubriendo sus costos de producción con el mismo porcentaje de su precio de venta. Mientras que los precios certificados en BPG presentan una evolución en esta relación, logrando una disminución quedando en 0,77.

Para el IST, se presentaron resultados sobresalientes en predios certificados con respecto a los que no lo estaban, tales como el intervalo entre partos promedio (IEP) con 400 días y 420 días respectivamente. Para los predios certificados se presentan resultados cercanos a los encontrados por (Rios Atehortua, 2008) en un rango entre 375 – 390 días, mientras que para los predios no certificados esta diferencia es aún mayor. En la calidad higiénica de la leche con Unidades Formadoras de Colonia (UFC) el promedio fue de 13.000 para predios certificados y 157.000 para predios no certificados, aunque ambas clasificaciones (certificados y no certificados), se encuentran dentro del rango permitido para la presencia de UFC en la leche, el resultado que muestra que los predios certificados se encuentran con un rango en el cual por su mejor calidad higiénica obtienen una mayor bonificación en el pago de la leche según lo reportado en la Resolución 017 de 2012.

Para los indicadores de sostenibilidad ambiental y social (ISA, ISS), también se encontraron mejores resultados en todas las variables analizadas, en los predios certificados en comparación con los que no lo estaban, algunas de estas se detallan a continuación así: manejo de residuos sólidos y líquidos donde se evidencio que los predios certificados tenían implementado algún tipo de manejo (separación de residuos, disposición final, pozos sépticos

y estercoleros), que disminuya y/o evite la contaminación, con respecto a los predios que no estaban certificados y aun no tenían definido e implementado ningún sistema. Para el ISS también se encontraron grandes diferencias entre predios certificados y no certificados, resaltando algunas variables analizadas como acceso al crédito, calidad de vida, acceso a servicios de salud y seguridad social.

El Indicador de Sostenibilidad Global (ISG), evidenció en promedio un mejor desempeño en la escala media, en los predios que cuentan con la certificación en BPG. En el caso de los predios no certificados en BPG la mayoría de los predios presentaron un ISG bajo.

Capítulo 4. Conclusiones

- Los predios certificados en BPG presentaron mejores indicadores sociales y ambientales comparados con los predios que no contaban con la certificación en BPG, sin embargo en indicadores como el económico y el técnico presentaron resultados semejantes.
- La generación de un indicador de sostenibilidad global (ISG), permitió evaluar de forma integral los sistemas productivos valorando el aporte de cada dimensión analizada a la sostenibilidad de los predios, además permitió agruparlos y calificarlos como: Alto, medio y bajo grado de sostenibilidad.
- A través del cálculo del ISG, se pudo concluir que los predios certificados en BPG presentaron una mejor calificación en este indicador, ubicándolos en un nivel medio de sostenibilidad global. Mientras que los predios que aún no se encontraban certificados presentaron un nivel bajo de sostenibilidad global.

Consideraciones finales

- De acuerdo con los resultados encontrados, podría explicarse por qué los ganaderos no buscan la certificación en BPG dado que no se percibe una diferencia económica significativa que les permita cubrir en el corto plazo las inversiones realizadas para lograr la certificación.
- Se pudo evidenciar que una de las bondades en el logro de la certificación está en la mejora de los indicadores sociales, los cuales no son suficientemente valorados por el productor, aun cuando revisten gran importancia para el desarrollo del sector agropecuario, la economía del país y la mejora en la calidad de vida de la población.
- Históricamente para los ganaderos del país las cuestiones ambientales no se han abordado con la relevancia que merecen; aspecto contradictorio toda vez que la ganadería es importante para el cambio climático y su contribución con las emisiones de CO₂; aspecto que se confirma al obtenerse un mejor desempeño en el indicador de sostenibilidad ambiental, lo que muestra que la certificación contribuye de forma positiva al cuidado y conservación de las fuentes renovables y no renovables que nos permitirán precisamente ser sostenibles en el tiempo y brindar condiciones de bienestar para las generaciones futuras.
- Se hace necesario la formulación de políticas públicas direccionadas al mejoramiento de las condiciones sociales, económicos, ambientales y técnicos, como la seguridad

alimentaria, la mejora en la calidad de vida de las comunidades rurales, la generación de ingresos, y la conservación de los recursos.

Capítulo 5. Referencias

- Baquero, F. S., Falconi, C., & Baquero, F. S. (2007). *DESARROLLO TERRITORIAL RURAL. ANALISIS DE EXPERIENCIAS EN BRASIL, CHILE Y MEXICO*.
- Barrios Hernández, D., & Olivera Ángel, M. (2013). Análisis de la competitividad del sector lechero: Caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia. *Innovar*, 23(48), 33–42.
- Calvente, A. (2007). Resiliencia : un concepto clave para la sustentabilidad, 1–4.
- Campuzano, G. M., García, A., & Olalla, L. (2015). Gestión Sustentable de empresas agroalimentarias. Factores clave de estrategia competitiva.
- Consejo Nacional de política económica y Social. Conpes 3675 (2010). Colombia. Retrieved from <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/conpes3675.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes). Conpes 3675 - Política nacional para mejorar la competitividad del sector lácteo (2010). Colombia.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes). (2010b). Documento 3676. Consolidación De La Política Sanitaria Y De Inocuidad Para Las Cadenas Láctea Y Cárnica. *Departamento Nacional de Planeación*, 1–84. Retrieved from <http://www.ica.gov.co/getattachment/3b31038a-72ba-40f9-a34d-cecd89015890/2010cp3676.aspx>
- De Olde, E. M., Oudshoorn, F. W., Sørensen, C. A. G., Bokkers, E. A. M., & 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. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.01.047>
- Deponti, C. M., Córdula, E., & Azambuja, J. L. B. (2002). Estratégias para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecologia E Desenvolvimento Rural Sustentável*, 3(4), 44–52.
- Esse, R., Artesanal, P., & Sist, A. (2008). Proposta Metodológica para Uso de Indicadores de Sustentabilidade na Pesca Artesanal 1.
- FEDEGÁN. (2014). Análisis del inventario Ganadero colombiano Comportamiento y variables explicativas, 1–21.
- Grajales, H., Afanador, G., & Vega, C. (2014). Prácticas ganaderas en sistemas de producción en ovinos y caprinos : desafíos para el mejoramiento de la competitividad del sector en Colombia. *Revista Ciencia Animal*, (2014), 41–65. Retrieved from

- <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/download/2794/2541>
- Grenz, J., Thalmann, C., Stämpfli, A., Studer, C., Häni, F. (2009). RISE – a method for assessing the sustainability of agricultural production at farm level. *Rural Development News*, 1(January), 5–9.
- Grenza, J., Thalmann, C., Schoch, M., & Stalder, S. (2013). RISE (Response - Inducing Sustainability Evaluation), versión 2 . 0. *Bern University of Applied Sciences*, 1–6. Retrieved from https://www.hafl.bfh.ch/fileadmin/docs/Forschung_Dienstleistungen/Agrarwissenschaft/en/Nachhaltigkeitsbeurteilung/RISE/Descripcion_de_RISE_es.pdf
- Ifoam. (2005). Análisis Técnico , Económico Y Social.
- Instituto Colombiano Agropecuario, I. (2017). No Title. Retrieved from <https://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Pecuaria/Servicios/Inocuidad-en-las-Cadenas-Agroalimentarias/LISTADO-DE-PREDIOS-CERTIFICADOS-EN-BPG/consolidado-BPG-por-Departamento-Diciembre.pdf.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario, I. (2008). Forma 4-027, 1–13.
- Jahan, S., & Jespersen, E. (2015). *Informe sobre Desarrollo Humano 2015*.
- Kealy, T., Dip, M. P. P. G., & Street, K. (2014). Sustainable Business Development : an Irish Perspective, 4(12).
- Kim, S.-A., Gillespie, J. M., & Paudel, K. P. (2004). The effect of economic factors on the apoption of best management practices in beef cattle production. *Southern Agricultural Economics Association, 2004 Annual Meeting*, (225), 26.
- López-Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. (2001). Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: el marco MESMIS. *Revista Leisa de Agroecología*, 16, 25–27.
- Mahecha, L., Gallego, L. A., & Peláez, F. J. (2016). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 213–225. <http://doi.org/ir-ART0000358602>
- Ministerio de la Protección Social. (2006). Republica de Colombia, 1–121.
- Prins, C., Vega, D., Watler, W., Mata, E., Barboza, C., Zúñiga, P., & Benegas, L. (2017). Acciones conjuntas y buenas prácticas para la implementación de actividades de restauración, manejo de cuencas y resiliencia de fincas y paisajes ante el cambio climático. *Centro Agronómico Tropical de Investigación Y Enseñanza (CATIE)*, 24, 6.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2011). *Informe sobre Desarrollo Humano 2011, sostenibilidad y equidad; un mejor futuro para todos*. Retrieved from

http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2011_es_complete.pdf

Quiroga Martinez, R. (2007). *Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe*.

Rincon Diaz, C. A., & Díaz Mateus, R. D. (2016). Una aproximación teórica a la innovación. Fuentes y barreras en el sector lácteo. *Revista CIFE: Lecturas de Economía Social*, 18, 91–110. <http://doi.org/10.15332/s0124-3551>

Rios Atehortua, G. P. (2008). PROPUESTA PARA GENERAR INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGROPECUARIA, PARA LA TOMA DE DECISIONES. CASO: LECHERIA ESPECIALIZADA, 107. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Tafur Garzón, M., & Nieto, A. (2011). Las buenas practicas ganaderas en la produccion de leche. *Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)*, 34. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Las+buenas+prcticas+ganaderas+en+la+produccion+de+leche#0>

Uribe, F., Zuluaga, A., Valencia, L., Murgueitio, E., Ochoa, L., & . (2011). *Proyecto ganadería colombiana sostenible*.