

Diseño de una Metodología Reproducible para el Fortalecimiento de Núcleos Rurales
Dispersos en Santander mediante la Estructuración de un Plan de Acción Tecnológico

Isabella Castellanos Azuero y Silvia Juliana Güiza Jaramillo

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniería Química

Director

Luis Enrique Lambis Benítez

Ingeniero Químico MSc.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

Dedicado a mis padres Graciela y Alberto, en agradecimiento a todo su amor, esfuerzo y apoyo que hicieron posible mi sueño de convertirme en Ingeniera Química.

A mi hermana Paula, quien siempre ha sido un gran ejemplo a seguir.

A mi nonita Carmen, a mis abuelitos Ofelina y Aristides, a toda mi familia por impulsarme siempre a seguir mis sueños.

A mis amigos por regalarme momentos inolvidables y haber hecho de la universidad una de las mejores etapas de mi vida.

Silvia Juliana Güiza Jaramillo

Dedicado a Chichia quien con sus historias me inculcó el cariño por el campo y con su amor me dio la fuerza y la motivación para seguir adelante.

A mi mamá, por ser el mejor ejemplo de tenacidad, persistencia y orden, por confiar siempre en mis capacidades y trabajar arduamente para cumplir mis sueños.

A mis amigas por acompañarme durante este largo proceso y llenar mis días de risas y abrazos cuando más lo necesitaba.

A Iván y Sofi por acompañarme y darme su cariño durante todos estos años.

Isabella Castellanos Azuero

Agradecimientos

Al profesor Luis Enrique Lambis Benítez por recordarnos el cariño que le tenemos al campo colombiano y sembrar en nosotras el interés para aplicar nuestros conocimientos como ingenieras químicas al sector campesino. Por su especial dedicación y entrega que hicieron posible el desarrollo de este trabajo del cual nos sentimos muy orgullosas. Gracias por ser un profesor excepcional y tener las palabras de aliento más sinceras en los momentos en los que las necesitamos.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Objetivos	17
1.1. Objetivo general.....	17
1.2. Objetivos específicos	17
2. Descripción metodológica.....	18
2.1. Caracterización agropecuaria de Santander	19
2.1.1. <i>Identificación de las actividades agropecuarias de Santander</i>	19
2.1.2. <i>Selección de las actividades: método por puntos</i>	19
2.2. Diseño de diagnóstico.....	20
2.2.1. <i>Diagnóstico de calidad de vida</i>	20
2.2.2. <i>Diagnóstico productivo</i>	21
2.2.3. <i>Visualización de indicadores</i>	21
2.3. Plan de acción	22
2.3.1. <i>Evaluación de potenciales</i>	22
2.3.2. <i>Identificación de posibles problemáticas</i>	22
2.3.3. <i>Planteamiento de estrategias de solución</i>	22
2.4. Validación de la metodología	22

2.4.1. <i>Aplicación de diagnóstico</i>	23
2.4.2. <i>Diseño de plan de acción</i>	23
3. Resultados	24
3.1. Caracterización agropecuaria de Santander	24
3.1.1. <i>Identificación de las actividades agropecuarias de Santander</i>	24
3.1.2. <i>Selección de las actividades: método por puntos</i>	24
3.2. Diseño de diagnóstico.....	25
3.2.1. <i>Diagnóstico de calidad de vida</i>	25
3.2.2. <i>Diagnóstico productivo</i>	25
3.3. Plan de acción	32
3.3.1. <i>Evaluación de potenciales</i>	32
3.3.2. <i>Identificación de posibles problemáticas</i>	34
3.3.3. <i>Planteamiento de estrategias de solución</i>	34
3.4. Validación de la metodología	36
3.4.1. <i>Aplicación de diagnóstico</i>	36
3.4.2. <i>Diseño de plan de acción</i>	37
4. Conclusiones	41
Recomendaciones	42
Referencias bibliográficas.....	43

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Metodologías participativas para la innovación rural	15
Tabla 2. Escala de puntuación de indicadores de calidad de vida	28
Tabla 3. Escala de puntuación de indicadores de productividad	30
Tabla 4. Problemáticas y alternativas de solución identificadas.....	35

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Esquema metodológico global desarrollado durante el trabajo.....	18
Figura 2. Instalaciones de la finca "El Diamante"	23
Figura 3. Visualización de indicadores	37

Lista de Apéndices

Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca UIS.

Apéndice A. Tablas de caracterización agropecuaria de Santander

Apéndice B. Tablas de diseño de diagnóstico

Apéndice C. Tablas de plan de acción

Apéndice D. Tablas de validación de la metodología

Glosario

Contexto rural disperso: es entendido como el territorio caracterizado por la disposición disgregada de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ellas. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles, carreteras, avenidas y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas (DANE, 2018). Para esta definición, el DANE tipifica la ruralidad en: ruralidad y ruralidad dispersa, esta última es aquella con densidad poblacional menor a 50 habitantes/km² y será la población objetivo de esta investigación (Departamento de Planeación Nacional, 2014).

Diagnóstico tecnológico: consiste en una investigación empírica que ayuda a comprender un contexto (Guamal, 2017) y proporcionar herramientas para priorizar problemas, identificar actores, detectar condiciones y realizar un análisis situacional (Escalada et al., 2004). El diagnóstico tecnológico también se articulará con factores productivos y sociales, entendiendo la tecnología como herramienta de fortalecimiento económico y de calidad de vida.

Energías alternativas: sustitutas de los combustibles fósiles ya que provienen de recursos naturales u otros recursos (Suárez Ántola, n.d.). Su uso permite la producción local de energía, la valorización de residuos y representa un aumento de la eficiencia de algunos procesos (Rikkonen et al., 2019). Por lo tanto, la valorización de residuos juega un papel importante dentro de las posibles soluciones a plantear ya que engloba estrategias orientadas al aprovechamiento de materiales resultantes de otros procesos que, generalmente, poseen un elevado valor energético (Valorizaci et al., 2014). En el caso de los residuos agrícolas, se tienen aquellos que provienen de cosechas y podas, así como de ganadería y se pueden aprovechar mediante bioprocesos para la obtención de compostaje y energía (*La “Valorización de Residuos” Almacenada Temporalmente*, n.d.).

Sector primario: hace referencia a las actividades derivadas del uso o explotación de algún recurso natural, como es el caso de la agricultura y la ganadería (Samper Padilla et al., 2011).

Sector secundario: abarca aquellas que involucran un proceso de transformación de las materias primas, como las actividades de beneficio y elaboración de productos semiterminados y terminados (Samper Padilla et al., 2011).

Tecnología low-tech: corresponden a tecnologías sencillas que potencian el uso de materiales locales con bajo impacto ambiental y adoptan técnicas tradicionales que pueden ser comprendidas fácilmente por los miembros de una comunidad (Attia, 2018). Debido a su simplicidad y rentabilidad, estas tecnologías son adaptables a distintas condiciones socioeconómicas.

Resumen

Título: Diseño de una Metodología Reproducible para el Fortalecimiento de Núcleos Rurales Dispersos en Santander mediante la Estructuración de un Plan de Acción Tecnológico*

Autor: Isabella Castellanos Azuero, Silvia Juliana Güiza Jaramillo**

Palabras Clave: actividades agropecuarias, diagnóstico tecnológico, plan de acción, low-tech

Descripción:

Las actividades agropecuarias en Santander hacen parte importante de la economía departamental, sin embargo, la desvinculación del campo de la academia y el abandono estatal hacia la población rural no permiten el desarrollo de procesos de innovación y aprovechamiento del potencial de los núcleos rurales. Como respuesta a lo anterior se han diseñado metodologías de innovación participativa por parte de entidades como la corporación PBA y algunas organizaciones de agricultores, no obstante, estas carecen de un plan de acción que incorpore tecnologías asequibles y que hagan uso de los potenciales presentes. Por consiguiente, se realizó el siguiente trabajo con el fin de estructurar una metodología de diagnóstico y acción replicable y aplicada en el contexto rural disperso en Santander. Para llevarla a cabo se realizó, en primer lugar, la caracterización del sector agropecuario en la región, identificando sus principales actividades en el sector primario y secundario. Posteriormente, se diseñó un diagnóstico tecnológico que articula elementos de productividad y de calidad de vida, donde se identificaron las etapas de los procesos productivos y se plantearon los indicadores que permiten evaluar el estado tecnológico del núcleo. En tercer lugar, se planteó un plan de acción basado en la evaluación y aprovechamiento de los potenciales, estrategias tecnológicas *low-tech* y redes de trabajo colaborativo. Por último, la metodología fue aplicada en la finca “El Diamante” del corregimiento de San Rafael de Lebrija, cuya principal actividad económica es la ganadería; allí se identificó la inaccesibilidad a servicios de gas y saneamiento básico y el gran potencial energético debido a la generación de residuos orgánicos. Como respuesta a estas características se propone la implementación de un biodigestor tubular, la instalación de un filtro de arena de bajo costo y la incorporación del compostaje para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Prof. Luis Enrique Lambis Benítez.

Abstract

Title: Design of a Reproducible methodology for the Strengthening of Dispersed Rural Nuclei in Santander through the Structuring of a Technological Action Plan*

Author: Isabella Castellanos Azuero, Silvia Juliana Güiza Jaramillo**

Key words: agricultural activities, technological diagnosis, action plan, low-tech

Description:

The agricultural activities in Santander are an important part of the departmental economy, however, the dissociation of the countryside from academia and the state's abandonment of the rural population does not allow the development of innovation processes and the use of the potential of rural areas. As a response to this, participatory innovation methodologies have been designed by entities such as Corporación PBA and some farmers' organizations, but these lack a plan of action that incorporates affordable technologies and makes use of present potentials. Therefore, the following work was developed to structure a methodology for diagnosis and action that can be replicated and applied in the dispersed rural context of Santander. To carry it out, the first step was to characterize the agricultural sector in the region, identifying its main activities in the primary and secondary sectors. Then, a technological diagnosis was designed that articulates elements of productivity and quality of life, where the stages of the productive processes were identified and the indicators that allow the evaluation of the technological state of the nucleus were proposed. Thirdly, a plan of action based on the evaluation and use of potentials, *low-tech* technological strategies and collaborative work networks was proposed. Finally, the methodology was applied in the farm "El Diamante" in the town of San Rafael de Lebrija, whose main economic activity is cattle farming; there it was identified the inaccessibility to gas and basic sanitation services and the great energy potential due to the generation of organic waste. In response to these characteristics, the implementation of a tubular biodigester, the installation of a low-cost sand filter and the incorporation of composting for the use of organic waste were proposed.

*Degree Work

** Faculty of Physical-Chemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Prof. Luis Enrique Lambis Benítez

Introducción

La agricultura y la ganadería representan un aporte del 8,4% al PIB departamental de Santander (Econ, 2020). La riqueza y diversidad de los 87 municipios repartidos en variedad de pisos térmicos se refleja en productos como: el cacao, piña, café, palma de aceite, guayaba, caña panelera, entre otros; mientras que la cría de animales está principalmente direccionada hacia ganado bovino, avícola, apícola, caprino y piscícola. Así mismo, la agroindustria ha venido creciendo en los últimos años con el beneficio o procesamiento de algunos productos agropecuarios como el cacao, café, guayaba, caña, leche y otros (Secretaría de Agricultura de Santander, 2018). Desde el punto de vista demográfico el 23,9% de la población santandereana corresponde a población rural (Darmawan, 2019).

El contexto rural disperso es entendido como el territorio de disposición disgregada de viviendas que, por lo general, no dispone de las facilidades propias de las áreas urbanas (DANE, 2018). Este contexto en Santander, al igual que en el resto del país, posee grandes falencias en cuanto a inclusión social y productividad. Por un lado, están las críticas cifras de acceso a saneamiento básico y agua potable que corresponden a un 48,5% y 13,3% respectivamente para centros poblados y núcleos rurales dispersos del departamento (DANE, 2020). Por otro lado, el potencial agrícola del departamento no es aprovechado al máximo, posee una baja competitividad y un índice de crecimiento que apenas llega al 1,8% (CCB, 2019). Dicho fenómeno se puede explicar por la escasa tecnificación y generación de valor agregado, de este modo, ¿cómo se podría aportar desde la academia en la innovación del sector agropecuario y agroindustrial del departamento?

Dentro de las áreas de investigación que se abarcan en el país, las ciencias agrícolas representan tan solo el 14,6% (*El Estado de La Ciencia En Colombia*, 2016), lo que evidencia la

gran escasez que existe a nivel nacional en cuanto a producción intelectual encaminada al desarrollo del campo colombiano. Además, en comparación con otros países de la región que poseen un sector agrícola exitoso, Colombia invierte apenas el 0,53% del PIB en investigación de ciencias agrícolas, mientras que Brasil el 1,76% y Chile el 1,26% (Technoserve, 2015). Sin embargo, a nivel nacional, existen organizaciones sin ánimo de lucro que trabajan por el progreso e innovación del agro, como lo ha hecho la Corporación PBA generando una variedad de documentos, entre los cuales se destaca el “Manual de Innovación Rural Participativa”. Estas guías proporcionan herramientas a las comunidades y facilitadores que acompañarán los procesos de innovación: definición e iniciación de la ruta, crecimiento y consolidación de las capacidades y proyección de las comunidades organizadas (Gutiérrez, 2010).

Otra metodología recalable que se ha realizado a nivel nacional es el “Diagnóstico tecnológico agropecuario Creced Norte del Cesar” , este trabajo enfatiza en los aspectos tecnológicos de cada una de las especies, cultivos o sistemas productivos característicos en el área de estudio (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 1990). Además, el “Diagnóstico tecnológico del uso de dispositivos programables en la industria boyacense”, se apoya en la realización de un inventario tecnológico, la identificación de los activos disponibles en las empresas del sector panelero y en la valorización del patrimonio tecnológico con respecto a la competencia (Adonayt & Ruge, 2017). También se tienen otras metodologías de innovación rural que se encuentran en la Tabla 1. A pesar de la existencia de las ya descritas metodologías, los elementos de las mismas se encuentran desarticulados, limitando el alcance a la mejora de una de las etapas del proceso productivo, y dejando a un lado el ámbito social.

Tabla 1*Metodologías participativas para la innovación rural*

Inventario metodológico del Área Andina, Colombia	REFERENCIA
EPT - Evaluación participativa de tecnologías	
CIAL - Comités de investigación agrícola local	
ECA - Escuelas de campo de agricultores	
IPA - Investigación participativa agrícola	
Ferías de agro biodiversidad	
Investigación agrícola participative	
Selección de clones	
Fitomejoramiento en la cadena de yuca	
IP y MIC	
DRP - Diagnóstico Rural Participativo	
Juegos económicos	
S&EP - Seguimiento y evaluación participativa	(CIAT, 2010)
Senderos de impacto	
Seguimiento de proyectos	
Sistematización de experiencias	
ARS - Análisis de redes sociales	
DOI - Desarrollo organizativo para la innovación	
EPPR - Empoderamiento de los pequeños productores rurales	
SAE - Socios para la acción empresarial	
IDOP - Identificación de oportunidades de mercado	
GIAR - Gestores de innovación en agroindustria rural	
Desarrollo Empresarial Participativo	
Análisis de cadenas productivas	
SIDER - Sistema de información empresarial rural	

Asimismo, las metodologías nombradas no evidencian un plan de acción inmediato que genere alternativas de solución aplicables, ya que en su mayoría son de iniciativa propia de la comunidad. Además, están principalmente dirigidas a comunidades compuestas, dejando a un lado a los pequeños núcleos rurales. En definitiva, existe la necesidad de articular saberes entre la academia y comunidades para así implementar estrategias de solución democratizables que aprovechen los potenciales del campo y permitan la apropiación social de la ciencia. Por este

motivo, el presente trabajo busca estructurar una metodología de diagnóstico y acción replicable y aplicada en el contexto rural disperso en Santander.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Diseñar una metodología reproducible para el fortalecimiento de núcleos rurales de contexto disperso en Santander, mediante la estructuración de un plan de acción tecnológico orientado a la apropiación social de la ciencia y al impulso de la competitividad.

1.2. Objetivos específicos

- ❖ Diseñar un algoritmo de diagnóstico tecnológico que permita la evaluación del estado de un núcleo rural de contexto disperso.
- ❖ Desarrollar un plan de acción tecnológico jerarquizado de acuerdo a las necesidades y oportunidades disponibles.
- ❖ Validar la metodología de fortalecimiento mediante su aplicación en un caso de estudio.

2. Descripción metodológica

A continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presenta un esquema global de la metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo.

Figura 1

Esquema metodológico global desarrollado durante el trabajo



Para el desarrollo del presente trabajo se propuso, en primer lugar, la selección de las actividades agropecuarias más relevantes en Santander. Las anteriores fueron estudiadas a detalle para la posterior estructuración de los inventarios y el planteamiento de los indicadores productivos; además se identificaron los ejes principales que se abordarían para el diagnóstico de calidad de vida. En tercer lugar, se mapearon las principales problemáticas del contexto rural del

departamento y sus posibles soluciones; asimismo se determinaron los métodos de evaluación de potencial de suelo y clima y energético, con el fin de plantear alternativas replicables. Por último, se seleccionó la finca “El Diamante” para la validación de la metodología.

2.1. Caracterización agropecuaria de Santander

2.1.1. Identificación de las actividades agropecuarias de Santander

Inicialmente, se mapearon las actividades agropecuarias clasificándolas, según el caso, en sector primario o secundario. Para este fin se emplearon fuentes secundarias procedentes de entidades gubernamentales tales como la Secretaría de Agricultura de Santander y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Esto para conocer el contexto productivo del campo en Santander.

2.1.2. Selección de las actividades: método por puntos

Teniendo tabulados los datos encontrados en la búsqueda anterior, se procedió a aplicar el método de selección por puntos, también denominado método de factores ponderados, para elegir las actividades que tuvieran mayor relevancia. En un principio, se eligieron los factores o parámetros de selección para cada sector y se les asignó un peso, procurando que todos tuvieran igual peso dentro del sector. Posteriormente, se estableció una escala de puntuación que iría de 0 a 5 junto a su respectivo intervalo o aspectos a tener en cuenta durante la asignación de puntajes. De esta manera, se escogieron las actividades agropecuarias con mayor puntuación, las cuales serán tenidas en cuenta en las posteriores etapas metodológicas; cabe resaltar que para el sector primario se escogerán aquellas diez actividades con puntaje más alto, mientras que para el sector secundario se elegirán las puntuaciones más altas que cuenten con registro de producción.

2.2. Diseño de diagnóstico

2.2.1. *Diagnóstico de calidad de vida*

Se decidió realizar una **revisión del concepto**, sin embargo, la gran mayoría de investigaciones relativas al estudio de calidad de vida coinciden en que no existe una teoría única capaz de definir y explicar el concepto (Cardona A. & Agudelo G., 2005). Para efectos de este trabajo se decidió utilizar la definición dada por el Director General del DANE: “Cuando pensamos en calidad de vida medimos variables objetivas desde el punto de vista demográfico, condiciones de salud, educación, algunas de mercado laboral, acceso a tecnologías de la información y comunicaciones, condiciones habitacionales e indicadores subjetivos de bienestar”.

Posteriormente se llevó a cabo el **planteamiento de los indicadores** a tener en cuenta para evaluar la calidad de vida, los cuales giran en torno a 5 dimensiones: accesibilidad a servicios básicos, características de entorno y vivienda, vinculación a seguridad social, educación y programas beneficiarios, aspectos económicos y otros aspectos. Dentro de las características del entorno y la vivienda se incluyó el concepto de grado de hacinamiento definido por el DANE como el cociente entre el número de personas del hogar y la cantidad de habitaciones en las que duermen, considerando que existe hacinamiento cuando hay más de tres personas por cuarto (DANE, 2009). Al mismo tiempo, se construyó el concepto de vivienda segura tomando aspectos descritos por el gobierno de Perú como requisitos indispensables para una vivienda saludable (Guillermo Juan, 2009) y otras características asociadas a la estructura física de la vivienda descritas por el DANE (DANE, 2009).

Se determinó que la información necesaria para llevar a cabo este diagnóstico provendrá de fuentes primarias, es decir de las personas que habitan en el núcleo rural, utilizando como **método**

de recolección de información una entrevista dirigida. En este instante, la tabla formato que contiene los indicadores mencionados será diligenciada por los entrevistadores.

2.2.2. Diagnóstico productivo

Se realizó una **revisión bibliográfica** para cada una de las actividades productivas seleccionadas en pasos anteriores mediante el método por puntos. Así, se identificaron las etapas más generales relativas a dichas actividades, al igual que los métodos, equipos y herramientas más utilizados. Con esta información, se procedió a realizar la **estructuración de los inventarios tecnológicos**, teniendo en cuenta también algunos datos adicionales requeridos para su posterior análisis. Por esta razón, se realizó el **planteamiento de indicadores**, los cuales giran en torno a 5 dimensiones: ingreso neto mensual asociado a las actividades productivas, nivel tecnológico, eficiencia del proceso, consumo de recursos y capacidad de crecimiento.

De igual forma, se determinó que la información necesaria para llevar a cabo este diagnóstico provendrá de fuentes primarias, utilizando como **método de recolección de información** una entrevista dirigida a los propietarios de la finca. En este instante, los inventarios realizados al igual que la tabla formato de indicadores productivos serán diligenciados por los entrevistadores.

2.2.3. Visualización de indicadores

Se eligió el gráfico radial como herramienta de visualización de los valores de los indicadores. Allí se reúnen las puntuaciones finales de los indicadores relativos al diagnóstico de calidad de vida y al diagnóstico productivo con el fin de observar la situación global del núcleo rural y, posteriormente, priorizar lo susceptible a ser intervenido.

2.3. Plan de acción

2.3.1. Evaluación de potenciales

Se determinó la importancia de conocer los atributos que poseen los núcleos en cuanto a potenciales de suelo y clima y potencial energético para que, posteriormente, puedan ser explotados y aprovechados.

Para esto se realizó una revisión bibliográfica que permitió conocer los procedimientos para el análisis de dichos potenciales y los parámetros óptimos de clima y suelo para los cultivos estudiados en este trabajo.

2.3.2. Identificación de posibles problemáticas

A través de fuentes secundarias correspondientes a los últimos Planes de Desarrollo de Santander se identificaron las problemáticas que más tienen lugar en el sector agropecuario del departamento. Sin embargo, también se contemplaron otras problemáticas más generales que comparte el sector rural a nivel nacional.

2.3.3. Planteamiento de estrategias de solución

Con el fin de suministrar posibles soluciones a las problemáticas, se recopilieron algunas alternativas que involucran tecnologías low-tech, aprovechamiento de potenciales y valorización de residuos, que podrían dar respuesta a futuros casos de aplicación de este trabajo. Además, se seleccionó una metodología para identificar las redes de trabajo colaborativo.

2.4. Validación de la metodología

Esta metodología fue aplicada a un caso de estudio: la finca “El Diamante”, la cual corresponde a un núcleo rural disperso ubicado en San Rafael de Lebrija, corregimiento de Rionegro, Santander. La unidad productiva pertenece a una familia santandereana desde hace más

de 70 años, tiene un área de aproximadamente 300 hectáreas y su principal actividad productiva por tradición ha sido la ganadería extensiva. Actualmente los propietarios no habitan en la finca, quienes están al frente de la misma para apoyar las labores y cuidado de la casa son otra familia campesina que ha sido desplazada por la violencia y, finalmente, encontraron una oportunidad de vivienda y trabajo allí.

Figura 2

Instalaciones de la finca "El Diamante"



2.4.1. Aplicación de diagnóstico

Mediante una entrevista realizada a los vivientes y propietarios de la finca, se diligenciaron los formatos relativos a diagnóstico de calidad de vida y diagnóstico productivo.

2.4.2. Diseño de plan de acción

A partir de los resultados del diagnóstico, se diseñó un plan de acción que contempla algunas alternativas que pueden dar solución a las problemáticas encontradas contemplando el potencial energético calculado para la unidad.

3. Resultados

3.1. Caracterización agropecuaria de Santander

3.1.1. *Identificación de las actividades agropecuarias de Santander*

En el sector primario agrícola se tuvieron en cuenta los 78 cultivos transitorios, permanentes y anuales reportados en el documento de Evaluaciones Municipales Agropecuarias (Secretaría de Agricultura de Santander, 2018) con sus respectivos datos de producción anual, área sembrada y área cosechada. De igual forma, en el sector primario pecuario se consideraron las actividades ganaderas reportadas en el mismo documento, en el Censo Pecuario Nacional (*Instituto Colombiano Agropecuario - ICA*, n.d.) y en la Encuesta Nacional Agropecuaria (Nacional & Ena, 2020) con sus respectivos datos de número de individuos y número de granjas. Por otro lado, en el sector secundario agrícola y pecuario se consideraron las actividades que se reportaban en los Planes de Desarrollo vigentes de cada municipio del departamento, Cifras Sectoriales reportadas por el Ministerio de agricultura e, igualmente, Encuesta Nacional Agropecuaria (Nacional & Ena, 2020), sin embargo, para algunas no se encontró registro de producción.

3.1.2. *Selección de las actividades: método por puntos*

En el Apéndice A. se presentan los parámetros de selección utilizados (Tabla A1) y las actividades productivas que obtuvieron mayor puntuación con sus respectivos valores. Para el caso del sector primario agrícola (Tabla A2) se tienen los cultivos de: caña panelera, cacao, café, palma de aceite, guayaba, plátano, piña, yuca, guayaba pera y fique. En tanto, en el sector primario pecuario (Tabla A3) está el ganado: bovino, avícola (pollos, patos, gansos y pavos), ovino, apícola, piscícola, porcino, caprino y bufalino. Por otro lado, para el sector secundario agrícola (Tabla A4) se eligieron los procesos: beneficio del cacao, extracción de fibra de fique, producción de panela,

beneficio del café y producción de bocadillo. Finalmente, para el sector secundario pecuario (Tabla A5) se seleccionaron: proceso de la lana, producción de lácteos y el proceso de la miel.

3.2. Diseño de diagnóstico

3.2.1. Diagnóstico de calidad de vida

Las dimensiones fueron servicios básicos; características de entorno y vivienda; acceso a seguridad social, educación y programas beneficiarios; aspectos económicos, y, por último, otros aspectos que pueden observarse en su totalidad en la Tabla 2.

3.2.2. Diagnóstico productivo

En el Apéndice B se presentan los inventarios tecnológicos realizados. En el caso de los sectores primarios, tanto agrícola (Tabla B4 y Tabla B5) como pecuario (Tabla B6 y Tabla B7), fue posible unificar dichas etapas:

❖ Sector primario agrícola:

- Preparación del suelo
- Siembra
- Mantenimiento
- Beneficio
- Almacenamiento y distribución
- Gestión de residuos

❖ Sector primario pecuario:

- Manejo genético
- Nutrición animal
- Instalaciones pecuarias

- Sanidad y bienestar animal
- Manejo del producto

Por el contrario, para los sectores secundarios, agrícola (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.B8** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.B9**) y pecuario (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.B10** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.B11**), se tienen etapas independientes para cada uno:

❖ Sector secundario agrícola:

- Beneficio del cacao: recepción de materias primas, desguayada, fermentación, secado, control de calidad, almacenamiento y distribución, gestión de residuos y otros productos con valor agregado.
- Beneficio del café: recepción de materias primas, despulpado, fermentación y lavado, secado, almacenamiento y distribución, gestión de residuos y otros productos con valor agregado.
- Beneficio del fique: recepción de materias primas, desfibrado, lavado, fermentación, secado, tinturado, almacenamiento y distribución, gestión de residuos y otros productos con valor agregado.
- Producción de panela: recepción de materias primas, molienda, evaporación y concentración, batido y moldeo, almacenamiento y distribución y gestión de residuos.
- Producción de bocadillo: recepción de materias primas, selección y lavado, escaldado y despulpado, concentración, moldeo y corte, almacenamiento y distribución y gestión de residuos.

❖ Sector secundario pecuario:

- Producción de lácteos: se contempla
Elaboración de quesos: recepción de materias primas, cuajar, desuerar, moldeo, prensado, maduración y refrigeración, almacenamiento y distribución y gestión de residuos.
Elaboración de arequipe: recepción de materias primas, mezcla y concentración, empaque, almacenamiento y distribución.
Elaboración de yogurt: recepción de materias primas, fermentación y mezcla, empaque, almacenamiento y distribución.
- Proceso de la lana: clasificación y lavado, secado, escarmenado y cardado, hilado y retorcido, tinturado, almacenamiento y distribución y otros productos con valor agregado.
- Proceso de la miel: desoperculado, extracción, filtración, almacenamiento y distribución y otros productos con valor agregado.

Se establecieron 5 indicadores generales: ingreso neto mensual asociado a las actividades productivas, nivel tecnológico, eficiencia del proceso, eficiencia de recursos y capacidad de crecimiento. A cada uno se le estableció una escala de puntuación como se muestra en la

Tabla 3.

Tabla 2*Escala de puntuación de indicadores de calidad de vida*

Indicadores calidad de vida	Peso	Escala de puntuación					
		0	1	2	3	4	5
Servicios básicos	100%						
Energía: acceso a servicio de energía eléctrica	20%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
Gas: acceso a servicio de gas	20%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
Saneamiento: acceso a red sanitaria, alcantarillado, acueducto y servicio de recolección de basuras (qué tratamiento dan si no tienen acceso)	20%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
Tecnologías de la información y comunicaciones	20%						
<i>Acceso a computador, celular, tablet, televisor, internet.</i>	10%	No posee ninguno de los equipos mencionados	Posee uno de los equipos mencionados	Posee dos de los equipos mencionados	Posee tres de los equipos mencionados	Posee cuatro de los equipos mencionados	Posee cinco de los equipos mencionados
<i>Calidad de servicios y equipos disponibles</i>	10%	Nula	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
Estado de las vías de acceso	20%	Nula	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
Características de entorno y vivienda	100%	0	1	2	3	4	5
Vivienda segura	33,3%						
<i>Se ubica en un lugar seguro, sin riesgo de deslizamiento o de inundaciones</i>	6,66%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
<i>Paredes de materiales diferentes a: caña, esterilla, otro tipo de material vegetal, zinc, tela, cartón, latas, desechos, plástico</i>	6,66%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
<i>Su techo es impermeable y no tiene goteras</i>	6,66%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
<i>Cuenta con pisos compactos, impermeables y de fácil limpieza.</i>	6,66%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí

<i>Cuenta con espacios limpios y ordenados para el manejo adecuado de los alimentos</i>	6,66%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
Condición de hacinamiento (si habitan más de tres personas por habitación)	33,3%	Sí	N/A	N/A	N/A	N/A	No
Ventajas estratégicas asociados a la ubicación geográfica	33,3%						
<i>Climas extremos</i>	8,325%	Sí	N/A	N/A	N/A	N/A	No
<i>Calidad de suelos</i>	8,325%	N/A	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
<i>Cercanía a la principal fuente de agua</i>	8,325%	Se necesita vehículo	Muy lejos	Lejos	Intermedio	Cerca	Muy cerca
<i>Cercanía a los centros poblados</i>	8,325%	Se necesita vehículo	Muy lejos	Lejos	Intermedio	Cerca	Muy cerca
Acceso a seguridad social, educación y programas beneficiarios	100%	0	1	2	3	4	5
Salud: acceso al Sistema de Salud	16,7%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
Condición de salud	16,7%	N/A	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
Pensión: acceso al Sistema General de Pensiones	16,7%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
Acceso a educación (escuelas cerca)	16,7%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
Nivel de educación (ninguno, primaria, bachiller, técnico, universitario)	16,7%	Ninguno	Primaria	Básica secundaria	Bachiller	Técnico / Tecnológico	Profesional
Beneficiario de algún programa (familias en acción, etc)	16,7%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
Aspectos económicos	100%	0	1	2	3	4	5
Ingresos del hogar/personas que componen el hogar	25%	Menor o igual a \$100.041	>\$100.041 <\$169.185	>\$169.185 <\$257.433	>\$257.433 <\$350.000	>\$350.000 <\$450.000	>\$450.000
Empleo (porcentaje de personas mayores de 18 años con empleo)	25%	0%	>0% ≤20%	>20% ≤40%	>40% ≤60%	>60% ≤80%	>80% ≤100%
Tenencia de vivienda y/o tierra propia	25%	N/A	Posesión sin título	Con permiso del propietario (sin pago)	Arriendo o subarriendo	Propia, la están pagando	Propia, totalmente paga

Autonomía económica (ingresos mensuales asociados a la unidad productiva/ingresos mensuales totales)	25%	0%	>0% ≤20%	>20% ≤40%	>40% ≤60%	>60% ≤80%	>80% ≤100%
Otros aspectos	100%	0	1	2	3	4	5
Medio de transporte propio (moto, carro, etc)	25%	No	N/A	N/A	N/A	N/A	Sí
Percepción propia de bienestar	25%	Nula	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
Interacción comunitaria (grado de relación cultural y participación social en el medio)	25%	Nula	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
Afectación por el conflicto	25%	Muy alta	Alta	Media	Media baja	Baja	Nula

Tabla 3

Escala de puntuación de indicadores de productividad

Indicadores de productividad	Peso	Escala de puntuación					
Ingreso neto mensual asociado a las actividades productivas	100%	0	1	2	3	4	5
Ingreso neto mensual(\$)=Ingresos mensuales totales-Costos mensuales totales	100%	<\$100.000	>\$100.000 ≤\$200.000	>\$200.000 ≤\$600.000	>\$600.000 ≤\$1.000.000	>\$1.000.000 ≤\$2.000.000	>\$2.000.000
Nivel tecnológico	100%	0	1	2	3	4	5
Adopción de procesos innovadores (diversificación productiva, mecanización de procesos, mejoramiento genético, análisis de suelos, optimización de recursos, aprovechamiento de residuos, innovación comercial, estrategia de sostenibilidad)	50%	Nula	1 innovación	2 innovaciones	3 innovaciones	4 innovaciones	5 o más innovaciones
Adopción de herramientas tecnológicas disponibles: teniendo en cuenta procesos mecanizados	50%	Nula	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta

Eficiencia del proceso	100%	0	1	2	3	4	5
Pecuario: (Cantidad de animales final/Cantidad de animales inicial)*100%		0%	>0% ≤20%	>20% ≤40%	>40% ≤60%	>60% ≤80%	>80% ≤100%
Agricultura: (Área perdida/ Área inicial sembrada)*100%		0%	>0% ≤20%	>20% ≤40%	>40% ≤60%	>60% ≤80%	>80% ≤100%
Agroindustria:(Cantidad final producto/Cantidad materia prima)*100%		0%	>0% ≤20%	>20% ≤40%	>40% ≤60%	>60% ≤80%	>80% ≤100%
Consumo de recursos	100%	0	1	2	3	4	5
Consumo de energía: Consumo de energía/Parámetro de consumo de energía, <i>revisar parámetros en Apéndice B, Tabla B1</i>	50%	>1,4	>1 ≤1,4	1	<1 ≥0,8	<0,8 ≥0,5	<0,5
Consumo de agua: Consumo de agua/Parámetro de consumo de agua, <i>revisar parámetros en Apéndice B, Tabla B2</i>	50%	>1,4	>1 ≤1,4	1	<1 ≥0,8	<0,8 ≥0,5	<0,5
Capacidad de crecimiento	100%	0	1	2	3	4	5
Pecuario: (Densidad poblacional actual/Densidad poblacional recomendada)*100%, <i>revisar parámetros en Apéndice B, Tabla B3</i>		>80%	>60% ≤80%	>40% ≤60%	>20% ≤40%	>0% ≤20%	0%
Agricultura: (Área cultivada/Área cultivable)*100%		>80%	>60% ≤80%	>40% ≤60%	>20% ≤40%	>0% ≤20%	0%
Agroindustria: (Producción/Capacidad de producción)*100%		>80%	>60% ≤80%	>40% ≤60%	>20% ≤40%	>0% ≤20%	0%

3.3. Plan de acción

3.3.1. Evaluación de potenciales

Potenciales de suelo y clima. En primer lugar, se determinó la importancia de una caracterización general de las condiciones meteorológicas, para esto se recurre a la base de datos hidrometeorológicos del IDEAM (IDEAM, n.d.) donde se consultan las precipitaciones y temperaturas del municipio al que pertenezca el núcleo rural en estudio. Los datos recolectados deben ser comparados con las condiciones óptimas presentadas en el Apéndice C, Tabla C1 con el fin de identificar los potenciales cultivos a sembrar.

Posteriormente, se planteó la caracterización de los suelos cultivables, para esto se toman muestras en el área a estudiar para someterlas a pruebas de análisis de laboratorio, allí se determinarán los valores de pH, materia orgánica, fósforo asimilable, potasio, calcio y magnesio.

Para la determinación del pH se propuso el método del potenciómetro descrito en el manual de técnicas analíticas para análisis de suelo (Paneque, Victor; Calaña, Juan; Calderon, 2010), donde se determina el potencial de hidrógeno usando una relación de suelo-agua de 1:1.

Por otro lado, la determinación de materia orgánica se analiza según el procedimiento de combustión húmeda (Paneque, Victor; Calaña, Juan; Calderon, 2010), ya que esta metodología ha probado ser confiable y es comúnmente usada en este tipo de análisis. Este procedimiento está basado en la oxidación del carbono presente con dicromato de potasio en solución sulfúrica.

Asimismo, se planteó la determinación de fósforo por el método de Arnold y Kurtz (Paneque, Victor; Calaña, Juan; Calderon, 2010) el cual presenta valores que, comparándolos con los de otros métodos, corresponden mejor con los requerimientos de las plantas. El fósforo es

extraído con soluciones de ácido clorhídrico y fluoruro de amonio, mientras la concentración de potasio se determina siguiendo el método de Oniani, con la ayuda de un fotómetro de llama.

Por último, la determinación de cationes intercambiables de calcio y magnesio es realizada por medio del desplazamiento de los mismos en una solución de cloruro de potasio (Analfucos, 1993).

Los resultados obtenidos por los métodos anteriormente descritos deben ser comparados con los valores de referencia de los cultivos estudiados en este trabajo presentados en el Apéndice C. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**C2 y analizados con los resultados del potencial según condiciones meteorológicas; esto con el fin de identificar el o los cultivos aptos para la siembra.

Potencial energético. Los residuos agrícolas y pecuarios, tanto del sector primario como secundario, al igual que toda materia orgánica vegetal o animal, puede ser aprovechada energéticamente. Esta fuente de energía renovable se denomina bioenergía o energía de biomasa e involucra procesos termoquímicos y bioquímicos y es una alternativa muy viable en la actualidad (*Termotecnia Básica Para Ingenieros Químicos. Bases de Termodinámica Aplicada - Antonio de Lucas Martínez, José Villaseñor Camacho, Justo Lobato Bajo - Google Libros, n.d.*). Por esta razón, se hace necesario estimar el potencial energético derivado de la biomasa residual (Ec. 1), es decir, la energía generada por la biomasa que es susceptible de aprovechamiento sin considerar su posibilidad real de explotación o los aprovechamientos que de ella se hagan actualmente (Callejo López et al., 2008).

$$PE \left(\frac{kcal}{mes} \right) = BR \left(\frac{kg}{mes} \right) * PCI \left(\frac{kcal}{kg} \right) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

PE: Potencial Energético

BR: Biomasa Residual

PCI: Poder Calorífico Inferior (Ver valores en Apéndice C, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.C3)**)

3.3.2. Identificación de posibles problemáticas

Con respecto a los procesos agroindustriales se identificaron problemáticas relacionadas con la escasez de agua, dificultades fitosanitarias en los cultivos, inadecuada gestión de residuos y carencia de infraestructura de acopio, beneficio, embalaje, procesamiento y transformación del producto (Darmawan, 2019) (Gobernación de Santander, 2010); las anteriores son presentadas en la Tabla 4.

Por otro lado, gran parte de los núcleos rurales dispersos del país no cuentan con todos los servicios básicos tales como: acceso a agua potable, saneamiento, energía eléctrica y gas (*Geoportal Del DANE - Geovisor Censo Nacional Agropecuario*, n.d.).

3.3.3. Planteamiento de estrategias de solución

Para dar solución a las posibles problemáticas se mapearon las estrategias presentadas en la Tabla 4 que se caracterizan por el uso de tecnologías de bajo costo y la valorización de los residuos agroindustriales.

Tabla 4*Problemáticas y alternativas de solución identificadas*

PROBLEMÁTICAS	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	REFERENCIA
Carencia de soluciones de riego y abastecimiento de agua para cultivos y animales	Sistemas de control de riego con tecnologías low cost, teniendo en cuenta variables como temperatura, humedad, lluvia y flujo de agua.	(Rodríguez, 2014) (Inteligente, 2018) (Borrero et al., 2018) (<i>Rainwater Harvesting for Agriculture in the Dry Areas - Theib Y. Oweis, Dieter Prinz, Ahmed Y. Hachum - Google Libros</i> , n.d.) (Helmreich & Horn, 2009)
	Sistema de captación de aguas lluvias y posterior tratamiento para el consumo humano, agrícola y/o animal.	
Problemas fitosanitarios	Uso de biopreparados como fungicidas e insecticidas.	(FAO, 2010) (Porcuna Coto, n.d.)
	Revisión de parámetros para la prevención de pudrición del cogollo en la palma de aceite.	(Martínez et al., 2009)
Requerimientos de fertilización	Uso de biopreparados como estimulantes y fertilizantes.	(FAO, 2010)
Inaccesibilidad a tratamiento de aguas	Instalación de un sistema ISSF (filtración lenta en arena operada intermitentemente) con una etapa posterior de cloración.	(Siwila & Brink, 2018)
	Tecnologías de saneamiento ecológico para el tratamiento de aguas y el aprovechamiento residuos.	(Sawyer & Buenfil, 2003)
Inadecuada gestión de residuos y escasa valorización de los mismos	Valorización energética de residuos agroindustriales mediante procesos de biodigestión e incineración.	(SALGADO, 2020)
	Compostaje y vermicompostaje para el aprovechamiento de los residuos sólidos de la agroindustria.	(Chávez Porras & Rodríguez González, 2016) (Villegas-Cornelio & Laines Canepa, 2017)
	Implementación de residuos agropecuarios en alimentos para rumiantes y monogástricos.	(Martín, 2009)

Además, se propone realizar un mapeo de actores claves, también conocido como MAC, para identificar las posibilidades de mejora y expansión de la unidad productiva. La construcción de esta red de *stakeholders* se realiza siguiendo las etapas nombradas a continuación (Tapella, 2007):

- Identificación y clasificación de los actores.
- Reconocimiento de funciones y roles de cada actor.

- Análisis de los actores.
- Elaboración de la matriz del MAC.
- Identificación de las relaciones sociales.
- Reconocimiento de las redes sociales existentes.

Con la aplicación de esta metodología se pretenden crear relaciones de trabajo colaborativo con otras unidades productivas, entidades públicas y privadas, centros de investigación, etc.; con el fin de mejorar aspectos como la comercialización de los productos, el acceso a programas benéficos y favorecer la innovación rural.

3.4. Validación de la metodología

3.4.1. Aplicación de diagnóstico

En el Apéndice D. se muestra el diagnóstico de la finca “El Diamante”. La Tabla D1 presenta la tabla formato aplicada al núcleo rural para evaluar la calidad de vida junto a algunas observaciones de las cuales se tomó nota a la hora de la entrevista. De manera general, la unidad productiva posee carencias en cuanto a servicios básicos ya que no tiene acceso a servicio de gas ni de saneamiento; la vivienda y sus alrededores resultan ser seguros para habitar; la familia que allí vive tiene acceso a seguridad social y educación para sus hijos, aunque no son beneficiarios de ningún programa de interés social. Además, los ingresos del hogar son acordes al número de personas que conforman la familia y los obtienen directamente de la unidad; entre otros aspectos, cabe resaltar que la percepción propia de bienestar es buena, aunque han sufrido los estragos del conflicto en el país.

Por otro lado, en la Tabla D2 y Tabla D3 se encuentra el inventario tecnológico pecuario aplicado a la actividad de ganadería que se realiza en la finca junto a los datos adicionales

requeridos para el cálculo de los indicadores de productividad. Estos indicadores se presentan en la Tabla D4, junto a algunas observaciones, y, de manera global, sugieren un buen desempeño relativo a ingresos netos mensuales para los propietarios, alta eficiencia del proceso debido a la baja tasa de mortalidad y un eficaz uso de recursos. El nivel tecnológico es óptimo ya que se cuenta con los equipos básicos para sostenimiento que son tractor y guadaña, así como con algunas estrategias innovadoras como el uso eficiente de tales equipos, el mejoramiento genético y sostenibilidad mediante la conservación de una reserva forestal. Sin embargo, la capacidad de crecimiento es nula debido a que ya se está usando al máximo el terreno destinado a pastoreo.

A continuación, en la , es posible observar las puntuaciones obtenidas en cada uno de los indicadores de la etapa diagnóstica:

Figura 3

Visualización de indicadores



3.4.2. *Diseño de plan de acción*

A partir del diagnóstico fue posible realizar la **identificación de problemáticas** susceptibles a abordar mediante el presente plan de acción: la carencia de servicios de gas y

saneamiento. Actualmente, para suplir el requerimiento de gas, se usa leña para cocinar o se compra constantemente un cilindro de gas; mientras que, para el caso de saneamiento, las aguas residuales no reciben ningún tipo de tratamiento, los residuos sólidos se depositan en un relleno sanitario clandestino y el agua que proviene del pozo es bebida sin ningún tipo de tratamiento.

Además, en la etapa diagnóstica se identificó una nula capacidad crecimiento que debe abordarse desde una perspectiva diferente a la intensificación de la actividad pecuaria debido a que ya está en su máximo punto.

Continuando con la **evaluación de potenciales**, se procede a realizar el cálculo de potencial energético, únicamente, debido a que en la unidad solo se llevan a cabo actividades pecuarias. Dicho potencial será calculado sobre la cantidad de excretas bovinas que se recolectan en las actividades de ordeño diariamente en el corral, correspondiente a 30 vacas, mediante la Ec. 2. Así, se tiene la energía presente en las excretas que podría aprovecharse (Ec.3).

$$PE \left(\frac{kcal}{mes} \right) = 2700 \left(\frac{kg}{mes} \right) * 3,68 \left(\frac{kcal}{kg} \right) \quad Ec. 2$$

$$PE = 9.936 \frac{kcal}{mes} \quad Ec. 3$$

Por último, en el **planteamiento de estrategias** que puedan dar respuesta a las problemáticas mencionadas y, además, aprovechen el potencial energético que se dispone, se propone la instalación de *biodigestores*. Esta tecnología sencilla y asequible consiste en tanques cerrados donde la materia orgánica y el agua residual se descomponen durante un período de tiempo para producir biogás y fertilizante orgánico. De esta forma, se podría garantizar una fuente de gas y dar un mejor tratamiento a las aguas residuales que se producen en la vivienda al mismo tiempo que se aprovecha el potencial energético de las excretas bovinas. Aunque existen tres tipos

de biodigestores, el más recomendado en este caso es un biodigestor tubular debido a que se pueden usar materiales fáciles de encontrar y transportar y no requiere tener conocimientos de construcción avanzados. Generalmente se realiza a partir de un tanque o bolsa tubular, una entrada y salida de PVC y una tubería para recolectar el biogás desde el digestor hasta el depósito. Los requerimientos de gas se alcanzan con un biodigestor de entre 6 a 10 m³ cargado diariamente y puede tener una vida útil de 3 a 8 años, dependiendo del material plástico usado (Castro et al., 2017) (Wahid et al., 2017) (Pinto C. & Quipuzco U., 2015) (Koszel & Lorencowicz, 2015).

Por otro lado, una estrategia que podría implementarse para dar una adecuada gestión a los residuos orgánicos de cocina es el *compostaje*. Este sencillo proceso consiste en la degradación de la materia orgánica mediante microorganismos para producir abono orgánico y puede llevarse a cabo en recipientes de plástico o madera. Este tipo de compostadores son muy económicos y prácticos ya que los residuos se van introduciendo conforme se generan hasta alcanzar su máxima capacidad. Los residuos deben clasificarse óptimamente, deben depositarse restos de verduras, hortalizas, frutas, cáscaras de huevo, entre otros. Una vez recolectada la materia orgánica, se prepara y acondiciona para empezar el proceso de descomposición durante aproximadamente 20 días, dependiendo de la cantidad de materia a descomponer. Se debe garantizar aireación mezclando cada 2 días, y, finalmente, se produce abono listo para ser usado (Acosta & Peralta, 2015) (Sepúlveda & Alvarado, 2013) (ICA, 2016).

En tanto que, para garantizar un consumo de agua más segura, se plantea la *instalación de un filtro* de arena de bajo costo que incorpora carbón activado granular y geotextil no tejido. Este sencillo filtro es capaz de eliminar metales pesados, bacterias y ciertas partículas suspendidas en el agua, sin embargo, se recomienda realizar un tratamiento complementario de cloración (Siwila & Brink, 2018).

Finalmente, una alternativa que podría hacer frente a la nula capacidad de crecimiento es la implementación de *silvopastoreo* con el propósito diversificar productivamente la unidad y, al mismo tiempo, contribuir a la conservación, recuperación y uso sostenible de la biodiversidad. Esta práctica involucra la combinación de especies arbóreas con especies arbustivas o herbáceas, generalmente cultivadas, bajo un sistema de manejo integral. Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantados con fines maderables o frutales (Mahecha, 2002). Proyectos como estos son liderados por la organización Fedegan, como es el caso de “Ganadería Colombiana Sostenible” para beneficiar unidades productivas pecuarias de varios departamentos del país, entre los que se encuentra Santander (Urube. F., Zuluaga A.F., Valencia L., Muergueitio E., Zapata A., Solarte L. et al., 2018).

4. Conclusiones

- ❖ Se diseñó un algoritmo de diagnóstico tecnológico que consta de una dimensión de calidad de vida y otra de productividad que, a través de indicadores e inventarios tecnológicos, permite evaluar el estado de un núcleo rural de contexto disperso. De esta manera, se concluye que no es posible realizar un diagnóstico tecnológico y productivo sin contemplar la dimensión social de las comunidades.
- ❖ Se desarrolló un plan de acción tecnológico jerarquizado que permitió dar respuesta a las problemáticas identificadas de manera general en el departamento, teniendo en cuenta también las oportunidades disponibles traducidas en los potenciales de suelo y clima y energético.
- ❖ La elaboración de esta metodología de diagnóstico y plan de acción reproducible en definitiva aporta enormemente al progreso e innovación del sector agropecuario y agroindustrial del Santander ya que permite identificar y abordar las problemáticas mediante estrategias de solución sencillas, asequibles y efectivas.
- ❖ La validación de la metodología de fortalecimiento fue realizada en una finca ganadera que evidenció problemáticas en cuando a acceso de algunos servicios básicos. Mediante el plan de acción es posible aprovechar el potencial energético de la misma y se propuso la implementación de energías low-tech. Así, se reafirmó su aplicabilidad y reproducibilidad de la metodología en núcleos rurales dispersos del departamento.

Recomendaciones

- ❖ Incorporar una herramienta de software que permita la consolidación de la información recogida durante la fase de diagnóstico y arroje como resultado los indicadores de productividad y calidad de vida propuestos.

- ❖ Se recomienda llevar a cabo la metodología propuesta para la determinación de potencial de suelo y potencial meteorológico en la finca “El Diamante”.

- ❖ Implementación de la metodología descrita para la identificación de la red de actores asociadas al caso de estudio.

- ❖ Contemplar un trabajo de campo que lleve a cabo el plan de acción en el caso de estudio.

Referencias bibliográficas

- INFORMACIÓN BÁSICA*. (n.d.). Retrieved September 26, 2020, from http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s01.htm
- A. Espinel, N. Banderas, & Farandino. (1985). Castracion de bovinos. *Ganaderia Produccion de Bovinos*, 1–25.
- Acosta, W., & Peralta, M. (2015). Elaboración De Abonos Orgánicos a Partir Del Compostaje De Residuos Agrícolas En El Municipio De Fusagasugá. *Trabajo de Grado*, 116. [http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1234/ELABORACION DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DEL COMPOSTAJE DE R.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1234/ELABORACION_DE_ABONOS_ORGÁNICOS_A_PARTIR_DEL_COMPOSTAJE_DE_R.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Adonayt, I., & Ruge, R. (2017). Diagnóstico tecnológico del uso de dispositivos programables en la industria boyacense. Caso de estudio: cadena agroindustrial de la panela. *Tecnura*, 21(52), 111–129. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.2.a09>
- AGROACADEMICOSMY: SURCADO DE TERRENO*. (2017, July 27). <http://agroacademicosmy.blogspot.com/2017/07/surcado-de-terreno.html>
- Agroservicios. (n.d.). *Control de Maquinaria, Nivelación Láser y Agricultura de Precisión - Agroservicios*. Retrieved August 7, 2020, from <https://www.agroservicios.com.ar/>
- Agua, D. D. E. (2010). *Estimación de la demanda de agua*. 5.
- Analfucos, D. S. (1993). *MANUAL DE ANALISIS DE SUELOS Y TEJIDO VEGETAL Una guía teórica y práctica de metodologías DOCUMENTO DE TRABAJO No. 129*.

- Ángel, M., & Sánchez, A. (2017). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas* (M. Arvelo (Ed.)).
- Anon. (1972). Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia. In *Mar Eng Nav Architect* (Vol. 95, Issue 1155).
- Aristizábal, C., & Duque, H. (2005). Caracterización del proceso de beneficio de café en cinco departamentos cafeteros de Colombia. *Cenicafé*, 56(4), 299–318.
<http://hdl.handle.net/10778/208>
- Ariza, P. C. C., & Los, J. Z. M. (n.d.). *ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE MIEL DE ABEJAS EN EL SECTOR APÍCOLA DEL MUNICIPIO DE MOSQUERA*.
- Artesanías de Colombia, & Gobernación de Cundinamarca. (n.d.). MEJORAMIENTO DEL PROCESO TÉCNICO PARA LA PREPARACIÓN Y ADECUACIÓN DE LA LANA DE OVEJA. In *Meta*.
- Asociación de Hilanderas de Patio Alto. (2005). *Transferencia tecnológica en los procesos de hilado y tinturado de lana virgen con tintes naturales*. 1–30.
- Aspectos verificados durante el diagnóstico y el seguimiento de BPG | Fedegan*. (n.d.). Retrieved September 26, 2020, from <https://www.fedegan.org.co/programas/aspectos-verificados-durante-el-diagnostico-y-el-seguimiento-de-bpg>
- Attia, S. (2018). Evolution of Definitions and Approaches. *Net Zero Energy Buildings (NZEB)*, 21–51. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812461-1.00002-2>
- Bejarano Toro, E. E., Sepúlveda Valencia, J. U., & Correa Londoño, G. (2014). *ELABORACIÓN DE QUESITO ANTIOQUEÑO REDUCIDO EN SAL, ADICIONADO CON Bifidobacterium*

bifidum. Y APROVECHAMIENTO DE ESTE PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO. 1–65.

Bocadillos de guayaba en mis viajes de juventud al Táchira. (n.d.). Retrieved October 18, 2020, from <https://elestimulo.com/bienmesabe/bocadillos-de-guayaba-en-mis-viajes-de-juventud-al-tachira/>

Borrero, J. D., Fernández, G., & Rodríguez, C. (2018). *Diseño De Una Red De Dispositivos Inalámbricos Y De Bajo Consumo Para La Gestión En Tiempo Real De Las Necesidades De Agua De Riego Del Cultivo*. 37–48.

Bravo, A. (2012). Manejo de praderas: Cultivo de pastos y forrajes. *Sena*, 17, 1–16.

Calle, A. (2010). *El desarrollo sostenible en la cadena productiva del caucho en Colombia*. 77. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9377/tesis470.pdf;sequence=1>

Callejo López, J. A., León Cívico, F. de S. M., Montilla León, V. M., Sanz Pagés, A., Parra Heras, T., & Cáceres Clavero, F. (2008). *Potencial energético de la biomasa residual agrícola y ganadera en Andalucía*. July, 98. <http://www.cap.junta-andalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/servicio-estadisticas/Estudios-e-informes/historico/metodologia-y-documentos-de-apoyo/biomasa.pdf>

Cardona A., D., & Agudelo G., H. B. (2005). Construcción cultural del concepto calidad de vida. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 79–90.

Carina Alvarez. (n.d.). *Métodos de labranza*. Facultad de agronomía UBA. Retrieved August 5, 2020, from [https://www.agro.uba.ar/users/steinbac/Anexo 3- Alvarez en colores.pdf](https://www.agro.uba.ar/users/steinbac/Anexo%203- Alvarez en colores.pdf)

- Carlos, J., & Grajales, O. (2015). *VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE CONFINAMIENTO BOVINO EN EL DEPARTAMENTO DEL META, COLOMBIA*. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD.
- Castells, M. L., González, M., Mattos, C., Juliano, P., Mellinger, C., Sepulveda, J. U., Jorcín, S., Krolow, A. C., Di Risio, J., & López, T. (2017). Valorización del lactosuero. In *Alternativas de valorización de sueros de quesería*. <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/lactosuero.pdf>
- Castro, L., Escalante, H., Jaimes-Estévez, J., Díaz, L. J., Vecino, K., Rojas, G., & Mantilla, L. (2017). Low cost digester monitoring under realistic conditions: Rural use of biogas and digestate quality. *Bioresource Technology*, 239, 311–317. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.05.035>
- CCB, C. de C. de B. (2019). PRODUCTO INTERNO BRUTO | sinfopress. *Actualidad Economica*, 2018. <https://sinfopress.wordpress.com/tag/producto-interno-bruto/>
- Chávez Porras, Á., & Rodríguez González, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Academia y Virtualidad*, 9(2), 90–107. <https://doi.org/10.18359/ravi.2004>
- CIAT. (2010). *Metodologías participativas para la innovación rural*. 125.
- Codex Alimentarius Commission. (2006). *Buenas prácticas de manufactura (BPM) de la panela como industria de alimentos*. 129–154. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1525s/a1525s06.pdf>
- Coordinación General de Ganadería (CGG), S. N. de S. I. y C. A. (SENASICA). (n.d.). *Manual de Buenas Prácticas de Producción de Miel*.
- Cosecha, Fermentación y Secado del Grano de Cacao*. (n.d.).

- DANE. (2009). Metodología Déficit de Vivienda. *Colección Documentos*, 79, 55.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit_vivienda.pdf
- DANE. (2018). *Conceptos básicos* (pp. 1–3). <https://doi.org/10.2307/j.ctvvn88z.5>
- DANE. (2020). *Boletín Técnico: ECV 2019*. 1–24.
- Darmawan, D. (2019). Santander siempre contigo y para el mundo Plan de Desarrollo 2020-2023. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Departamento de Planeación Nacional. (2014). *MISIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN DEL CAMPO Definición de Categorías de Ruralidad*. 1–27.
- Domínguez, V., González, D., & Ramírez-Navas, J. S. (2013). Gelatina de pata de res. *La Alimentación Latinoamericana*, 307(December), 58–63.
- Duque, D. (2011). *Optimización de los subproductos del Fique*. 68.
https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78814/1/105796.pdf
- Econ, E. (2020). *Información : Perfiles Económicos Departamentales*.
- El beneficio del cacao*. (n.d.).
- El Estado de la Ciencia en Colombia*. (2016).
<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/yanethgiha-estadodelaciencia.pdf>
- Elena, R., Mora, G., Segundo, O., & Romero, D. (2019). *Use of Herbicides in Controlling Weeds*. 11, 5–10.

- Escalada, M., Fernández, S., & Fuentes, M. P. (2004). *Acción, estructura y sentido en la investigación diagnóstica. II.*
- Escobar Cardona, E. (2016). Estudio de caracterización ocupacional del sector tabacalero. *Colloquium Salutis*, 1–113. <https://doi.org/10.3726/978-3-0351-0658-9/5>
- FAO. (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. *Ipes/Fao*, 94. <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>
- FAO. (2012). *Transición de la quema a la práctica de no quema.*
- FAO, & INTA. (2012). Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. In *Onu - Fao*.
- Fedecacao. (2005). *Caracterización físicoquímica y beneficio del grano de cacao (Theobroma cacao L.) en Colombia.* http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_09B.pdf
- Federación Nacional de cafeteros. (2006). Descripción del proceso productivo y del beneficio del café. Guía tecnológica del cultivo. *Guía Ambiental Para El Sector Cafetero*, 51–80. <https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/8Capitulo6.pdf>
- Fernando, C., & Castro, N. (2008). *Arequipe o dulce de leche.* 65–92. *Fisiología nutrición y fertilización del cafeto.pdf.* (n.d.).
- Genesis. (n.d.). *GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESOS.* 1–15.
- Geportal del DANE - Geovisor Censo Nacional Agropecuario.* (n.d.). Retrieved February 28,

- 2020, from <http://geoportal.dane.gov.co/geovisores/economia/censo-nacional-agropecuario/>
- Gobernación de Santander. (2010). Plan de Desarrollo Departamental Santander Nos Une; 2016 - 2019. *PND Todos Por Un Nuevo País*, 1, 419. http://www.santander.gov.co/images/cooperacion/plan_de_desarrollo.pdf
- Gobernación del Cauca. Artesanías de Colombia. Fundación para la orientación familiar. (2014). *IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES Y FORTALECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD ARTESANAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA*. 1–57. https://repositorio.artesaniasdecolombia.com.co/bitstream/001/4859/13/INST-D_2015_304_11.pdf
- Guamal, D. (2017). *Diagnóstico social , demográfico y económico , y situación de pobreza del municipio de Guamal , departamento del Social , demographic and economic diagnosis , and poverty situation of the municipality of Guamal , Magdalena , Colombia* Introducción El depar. 47–71.
- Guía de Manejo del Pollo de Engorde pollo de engorde COBB Guía de Manejo del Pollo de Engorde IntrOduCCIOn*. (n.d.).
- Guillermo Juan, F. C. (2009). *Guía para el facilitador HACIA UNA VIVIENDA SALUDABLE Dirección 1. Biológicos F, Medio Y. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ r FACULTAD DE ENFERMERIA TESIS [Internet]. 2015 [cited 2019 Jul 7]. Available from: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream>. https://www.paho.org/per/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=viviendas-saludables-948&alias=68-guia-vivienda-saludable-8&Itemid=1031*
- Gurovich, L. (1985). *Fundamento y diseño de sistemas de riego* (T. Saraví & J. Escoto (Eds.);

Primera).

IICA.

<http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7213/BVE18040268e.PDF;jsessionid=7DCE3D3B8BF1B1763A19E2D08CCC139F?sequence=1>

Gutiérrez, O. (2010). Desarrollo de la metodología Innovación Rural Participativa en la zona andina central de Colombia Development of methodology Participatory Rural Innovation in the Central Andean region of Colombia. *Agronomía Colombiana*, 28(3), 525–533.

Helmreich, B., & Horn, H. (2009). Opportunities in rainwater harvesting. *Desalination*, 248(1–3), 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.05.046>

Heredia, B. (2011). *Centro de Investigaciones en Café CICAPE Guía Técnica para el Cultivo del Café*.

HISTORIA DEL CAFÉ DE COLOMBIA - Café de Colombia. (n.d.). Retrieved October 18, 2020, from <https://www.cafedecolombia.com/particulares/historia-del-cafe-de-colombia/>

Howeler, H. (1981). *Nutrición mineral y fertilización de la yuca*. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

ICA. (2016). *Cartilla Práctica Para La Elaboración De Abono Orgánico Líquido Fermentado*. <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/agricultura-ecologica-1/documentos/cartilla-elaboracion-abono-organico-liquido-28-11.aspx>

IDAE. (2006). *Ahorro, eficiencia energética y sistemas de laboreo agrícola* (IDAE (Ed.); 2nd ed.). https://www.idae.es/sites/default/files/publications/online/2/Agricultura_4_opf_files/pdfs/Agricultura_n_4.pdf

IDEAM. (n.d.). *Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos*. Retrieved October 18, 2020,

from <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

IFA. (2002). *Los fertilizantes y su uso*.

Instalaciones para la cría de cerdos - ABC Rural - ABC Color. (n.d.). Retrieved September 29, 2020, from <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/instalaciones-para-la-cria-de-cerdos-900121.html>

Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (n.d.). Retrieved September 26, 2020, from <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>

Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (1990). *Diagnóstico tecnológico agropecuario Creced norte del Cesar*. Primera pa.

Inteligente, R. (2018). *(Sistema de Riego Inteligente)*.

INVIMA, & FEDEPANELA. (2009). *ABC de la Panela*. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78814/1/105796.pdf

José Antonio Linarez, Edda Sciutto, María Elena Trujillo, Juan José Pére, J. J. M. (2011). *Estructura etaria, comportamiento productivo y reproductivo de una población de cerdos criados en semiconfinamiento, en una comunidad rural del estado de Morelos, México*. 42(4), 259–267.

Jose, D., Garizao, P., & Valera, R. (2015). *Elaboración de arequipe y leche condensada*. Universidad Popular del Cesar.

Juan Castellanos A. (2017, June 19). *Nivelación sin daños físicos o químicos al Suelo*. Engormix. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/nivelacion-sin-danos-fisicos-t40953.htm>

Juárez, J. (2008). Obtención y purificación de la manteca de cerdo : diseño y formulación de bases dermocosméticas para la incorporación de extractos vegetales. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 39.

Koszel, M., & Lorencowicz, E. (2015). Agricultural Use of Biogas Digestate as a Replacement Fertilizers. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7, 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.12.004>

La “Valorización de residuos” almacenada temporalmente. (n.d.). Retrieved March 2, 2020, from <https://www.ismedioambiente.com/la-valorizacion-de-residuos-almacenada-temporalmente/>

Labrada, R., & Parker, C. (n.d.). *Capítulo 1. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas*. Retrieved August 20, 2020, from <http://www.fao.org/3/t1147s05.htm>

Lección 11: Cuidado de las pezuñas (cascos). (n.d.). Retrieved September 26, 2020, from <http://www.fao.org/3/t0690s/t0690s05.htm>

LEIVA, B. E. D. (2013). *ESTUDIO DESCRIPTIVO SOBRE LA ESQUILA EN OVINOS Y SU REPERCUSIÓN EN BIENESTAR ANIMAL Y EN LA MANIPULACIÓN DE LA LANA EN LAS REGIONES METROPOLITANA, DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O’HIGGINS, DE LOS LAGOS Y DE LOS RÍOS*. Universidad de Chile.

León, G. (2011). *Sistemas de producción animal. 1*.

León Reyes Leal. (1963). Mantenimiento y operación del rastrillo. In *Curso de mantenimiento de maquinaria agrícola para tractoristas* (Vol. 1). SENA. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4944/1/curso_mantenimiento_maquinaria_unidades_7_8_9.pdf

- Liotta, M. (2015). DRENAJE DE SUELOS PARA USO AGRÍCOLA . In *Manual de capacitación* (Vol. 1).
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_drenaje_de_suelos_para_uso_agricola.pdf
- Litopoulou-Tzanetaki, E., & Tzanetakis, N. (2014). Fermented Milks: Range of Products. In *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition* (Second Edi, Vol. 1). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00120-8>
- Lopez, A. (1999). INTERPRETACION DE LOS ANALISIS QUÍMICOS DE SUELOS Y FOLIARES EN EL CULTIVO DE BANANO (Musa AAA, CV. Valery) EN COSTA RICA. ANALISIS DE UN CASO Y FACTORES INVOLUCRADOS. *Congreso Nacional Agronómico*.
- Lopez Camelo, A. (2003). *Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas* (FAO (Ed.)). <http://www.fao.org/3/y4893s/y4893s00.htm#Contents>
- Mag-centa-frutales, P. (2010). *Guia tecnica del cultivo de la guayaba*.
- Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu*, 15, 226–231.
- Maquinaria de producción agrícola - Raimundo Romero Moreno, Pedro España Martínez, Mariano Suárez de Cepeda - Google Libros*. (n.d.). Retrieved September 26, 2020, from <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1sZ9CvkDryQC&oi=fnd&pg=PA3&dq=rotocultor+agricola&ots=NyH08SMjMu&sig=ZfoHABs30m5EoGoT0ovCEXKjwmQ#v=onepage&q=rotocultor+agricola&f=false>
- Martín, P. C. (2009). Animal feed using agro-industrial residues in Cuba: past, present and future.

Avances En Investigación Agropecuaria, 13(3), 3–10.

- Martínez, G., Arias, N. A., Sarria, G. A., Torres, G., Noreña, C., Salcedo, S., Aya, H. A., Ariza, J. G., Aldana, R., & Martínez, L. C. (2009). *Prácticas de manejo de la pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite*. 12.
- Melo, M. A. M. (2004). *Asesoría de diseño en producción, mejoramiento y desarrollo de nuevos productos para los municipios La Unión, Genova, San Pablo Consaca, Sapuyes, Ancuya, Sandona, La Florida y Linares en los oficios de sombrería y tejeduría en iraca (paja toquilla)*.
- Mercedes, A., & Forero, C. (2012). *Estimación del consumo requerido de agua para un subsector del sector agroalimentario de la ciudad de Bogotá*.
- Merino, M., Salazar, G., & Gómez, D. (2015). Guía Práctica de Piscicultura en Colombia. In *Incoder* (Vol. 1, Issue 1, p. 81). <http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Guia-Practica-de-Piscicultura-en-Colombia.pdf>
- Merr, A. L., García, S. S., Jesús, D., López, P., Cruz, J. Z., Fredy, C., García, O., Espinoza, C. L., Estrada, M. C., Peña, A. G., & Ortiz, Á. I. (2017). *Integrated system for recommending fertilization rates in pineapple (Ananas comosus (L.) Merr .) crop*. 66, 566–574.
- Minagricultura, & Fenalfique. (2019). *Cartilla Técnica del Cultivo del Fique*.
- Moreno, A. (2013). *Catalogo de maquinaria para procesamiento del grano de café*. 1–46. https://energypedia.info/images/0/08/Maquinaria_para_Cacao.pdf
- Munévar, F. (2001). Fertilization of Oil Palm to Obtain High Yields. *Palmas*, 22(4), 9–17.
- Nacional, E., & Ena, A. (2020). *Boletín Técnico*.

Número de vacas por hectárea se duplica en fincas tecnificadas | Fedegan. (n.d.). Retrieved September 29, 2020, from <https://www.fedegan.org.co/noticias/numero-de-vacas-por-hectarea-se-duplica-en-fincas-tecnificadas>

Organización Mundial de Sanidad Animal. (2019). *Desinfección De Establecimientos Y Equipos De Acuicultura*. 1–10. https://www.oie.int/index.php?id=171&L=2&htmfile=chapitre_disinfection.htm

Paneque, Victor; Calaña, Juan; Calderon, M. (2010). *Manual de técnicas analíticas para el análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos* (Mariana Pé). http://ediciones.inca.edu.cu/files/folletos/folleto_suelos.pdf

Parodi, A., & Enciso, V. (2017). Rentabilidad de la producción de soja (*Glicine max* L.), en sistema de siembra al voleo y sistema de siembra directa en el distrito de santa fe-alto paraná-paraguay. *Custos e Agronegocio*, 13(4), 172–189.

Pedro Fonseca. (2016, October 3). *¿Qué tipos de productos corrigen problemas en el suelo?* | *CONtexto ganadero* | *Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia*. <https://www.contextoganadero.com/reportaje/que-tipos-de-productos-corrigen-problemas-en-el-suelo>

Pedro García S, & Luis Rangel B. (1992). *Trazado y ahoyado del huerto* (SENA Boyacá (Ed.)). <http://babel.banrepcultural.org/cdm/ref/collection/p17054coll22/id/87>

Pelae, D. (1985). *Control de malezas*.

PELÁEZ, A. F. C., & RAMIREZ, S. A. S. (2010). *CARTILLA TÉCNICA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE BENEFICIADEROS DE CAFÉ Y SISTEMAS DE SECADO*.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA.

- Pérez, M., & Contreas, J. (2017). Guía de buenas prácticas de cosecha, fermentación y secado para la producción de cacao especiales. *Coexca Cacao Fino y de Aroma*, 22–41. https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Colombia/Documents/Guia_de_buenas_practicas_de_poscosecha.pdf
- Pinilla, G. (n.d.). *Factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de arequipe en sus diversas presentaciones en Floridablanca, Santander*. Universidad Industrial de Santander.
- Pinto C., L., & Quipuzco U., L. (2015). Aprovechamiento De Aguas Residuales Domésticas Para Producción De Biogás Y Biol Mediante Digestores De Carga Diaria. *Anales Científicos*, 76(1), 87. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.768>
- Porcuna Coto, J. L. (n.d.). *Manejo de plagas y enfermedades en producción ecológica* (Junta de Andalucía & Sociedad Española de Agricultura Ecológica (Eds.)). Retrieved August 20, 2020, from https://www.alcoi.org/export/sites/default/es/areas/medi_ambient/cimal/descargas/MANEJO-PLAGAS-Y-ENFERMEDADES-EN-PRODUCCION-ECOLOGICA.pdf
- Proceso del Bocado | bocadilloveleno*. (n.d.). Retrieved September 26, 2020, from <https://www.bocadillovelenodo.com/proceso-del-bocado>
- PRODAR. (2003). Fichas técnicas, procesados de frutas. *Ica*, 79. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Q, L. H. F., Q, D. C., & C, C. V. D. (2007). *MANUAL DE ESTABLECIMIENTO*.

Rainwater Harvesting for Agriculture in the Dry Areas - Theib Y. Oweis, Dieter Prinz, Ahmed Y.

Hachum - Google Libros. (n.d.). Retrieved October 17, 2020, from https://books.google.es/books?id=nSRwMny-ae4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Restrepo, C. (2007). Historia de la panela colombiana , su elaboración y propiedades. *Panela Monitor*, 1–6. <http://www.panelamonitor.org/documents/297/historia-de-la-panela-colombiana-su-elaboracion-y/>

RESTREPO, J. A. H. (2019). Análisis del sector apícola en el departamento del tolima. *Universidad Cooperativa De Colombia*, 1–42.

Revista Semana. (n.d.). *INDUSTRIA DEL CUERO*. Retrieved October 18, 2020, from <https://www.semana.com/especiales/articulo/industria-del-cuero/6760-3/>

Rikkonen, P., Tapio, P., & Rintamäki, H. (2019). Visions for small-scale renewable energy production on Finnish farms – A Delphi study on the opportunities for new business. *Energy Policy*, 129(March), 939–948. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.004>

Rivera B, J. C. (n.d.). *Instalaciones agropecuarias*.

Rivera, M. D. (n.d.). *Manual práctico para el cultivo sustentable del plátano*. Universidad de Puerto Rico.

Rivera, N. A., Alberto, L., & Vargas, O. (2013). *Evaluación de aptitud de tierras al cultivo de caña de azúcar en la Huasteca potosina , México , por técnicas geomáticas 1*. 156, 141–156.

Rodríguez, G. E. (2014). Diseño y desarrollo de un prototipo de riego automático controlado con

Raspberry Pi y Arduino. *Sergioguillen.Com*, 1–45. http://sergioguillen.com/wp-content/uploads/2015/05/Guillen_Cavero_TFG_vFinal.pdf

Rodríguez, H. (2014). *Evaluación agronómica con enfoque agroecológico en un sistema diversificado de guayaba (Psidium guajava L.), nopal (Opuntia ficus L.), piña (Ananas comosus L.) y papaya (Carica papaya L.) utilizando vermicompost*. Universidad Nacional Agraria.

Rojas-molina, J., & Castilla-campos, C. E. (2019). *Physicochemical characteristics of cacao (Theobroma cacao L.) soils in Colombia: Are they adequate to improve productivity? Características fisicoquímicas de los suelos con cacao (Theobroma cacao L.) en Colombia: ¿ Están adecuados para mejorar la p. 37(1), 28–38.*
<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v37n1.70545>

SALGADO, G. (2020). *VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS: CÁSCARA DE PLÁTANO, CASCARILLA DE ARROZ Y BAGAZO DE CAÑA MEDIANTE PROCESOS DE BIODIGESTIÓN Y COMBUSTIÓN*. Escuela Politécnica Nacional.

Samper Padilla, J. A., Lopez Morales, H., & Hernandez Cabrera, C. E. (2011). Sectorización de la economía. *Produccion y Comprension de Textos. Libro de Ejercicios*, 4, 45–56.
<https://doi.org/10.4272/84-9745-028-0.ch4>

Sawyer, R., & Buenfil, A. A. (2003). *Planificación holística de saneamiento ecológico en ciudades pequeñas: El programa piloto TepozEco*. 267–275.

Secretaría de Agricultura de Santander. (2018, May 4). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales de Santander*.
<http://www.santander.gov.co/index.php/gobernacion/documentacion/category/560->

secretaria-de-agricultura

Sena. (2014). *ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LACTEOS GUIA DE APRENDIZAJE*.

SENA, R. V. D. A. (1985). *Preparación de suelos: Construcción de lomos con caballoneador :: Servicio Nacional de Aprendizaje - Sena* (Buga: SENA (Ed.)).
<http://babel.banrepcultural.org/cdm/ref/collection/p17054coll22/id/105>

Sepúlveda, L. A., & Alvarado, J. A. (2013). Manual de compostaje doméstico: Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá. In *Área Metropolitana del Valle de Aburrá*.
[http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/Manual Compostaje.pdf](http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/Manual%20Compostaje.pdf)

Siwila, S., & Brink, I. C. (2018). A small-scale low-cost water treatment system for removal of selected heavy metals, bacteria and particles. *Water Practice and Technology*, 13(2), 446–459. <https://doi.org/10.2166/wpt.2018.055>

Suárez Ántola, R. (n.d.). *Energías Alternativas*.

Sugiyono, P. D. (2016). Buenas prácticas en la producción acuícola. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Tapella, E. (2007). *El mapeo de actores clave*.

Technoserve. (2015). Construcción de un modelo de agricultura competitiva en Colombia, una mirada al sector agrícola Colombiano. *Diario La República*, 123.

Tecnología de palma aceitera CULTIVO E INDUSTRIA DE LA PALMA PALMA ACEITERA (Elaeis guineensis). (n.d.).

Termotecnia básica para ingenieros químicos. Bases de Termodinámica Aplicada - Antonio de

Lucas Martínez, José Villaseñor Camacho, Justo Lobato Bajo - Google Libros. (n.d.).

Retrieved October 16, 2020, from https://books.google.es/books?id=159w-Ia_3UIC&pg=PA101&hl=es#v=onepage&q&f=false

Union Temporal Agroplan. (2007). CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(1), 23–42.

Urube. F., Zuluaga A.F., Valencia L., Muergueitio E., Zapata A., Solarte L., et al., Buitrago-Guillen, M. E., Ospina-Daza, L. A., & Narvárez-Solarte, W. (2018). Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible Establecimiento y manejo de. In *Boletín Científico del Centro de Museos* (Vol. 1, Issue 1).

Useche, J. P., & Ardila, J. R. (2004). *Guía técnica para el cultivo de cacao*. 30p. <http://201.234.78.28:8080/jspui/handle/123456789/3601>

Vainfas, R. (2006). La diáspora judía entre Amsterdam y el Brasil holandés. *Historia y Sociedad*, 12, 1.

Valdez, J., & Hernández, R. (2014). *Guía Técnica para la Producción de Yuca*. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.

Valencia, A. G., David, J., & Soto, R. (2016). *Piscícola*. Corantioquia.

Valorizaci, A. D. E., Energ, A., Por, M., Residuos, C. D. E., Municipales, L., Una, E. N., Productora, P., Carlos, F., & Tangua, V. (2014). *ALTERNATIVA DE VALORIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO Y MATERIAL POR COPROCESAMIENTO DE*

*RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE CEMENTO –**Frank Carlos Vargas Tangua. 1–122.*

Vásquez, J. (n.d.). *Efecto del clima en la producción de caña y azúcar en Central Progreso.*

Vasquez, R., Camargo, E., Ortega, N., & Maldonado, W. (2015). Implementación de buenas prácticas apícolas y mejoramiento genético para la producción de miel y polen. *Implementación de Buenas Prácticas Apícolas y Mejoramiento Genético Para La Producción de Miel y Polen.* <https://doi.org/10.21930/978-958-740-199-8>

Víctor Dickel. (2018, August 29). *Uso de las curvas de nivel en agricultura.* ABC Rural. <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/uso-de-las-curvas-de-nivel-en-agricultura---victor-dickel--1735674.html>

Vidal, C. (2011). *Historia y futuro de una fibra vegetal 1.* 1–48.

Villarroel, J. A. (1988). *Manual Practico Para La Interpretacion De Analisis De Suelos En Laboratorio* (Agruco). http://atlas.umss.edu.bo:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/142/MANUAL_PRACTICO_ST10.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Villegas-Cornelio, V. M., & Laines Canepa, J. R. (2017). Vermicompostaje: II avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 407. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.60>

Wahid, H., Ahmad, S., Nor, M. A. M., & Rashid, M. A. (2017). FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO DE BIODIGESTORES Módulo para la asignatura de Construcciones Agrícolas. *Jurnal Ekonomi Malaysia*, 51(2), 39–54.

Yépez, V. C. P., & Abalco, S. M. I. (2013). *“ELABORACIÓN DE ATÉ (BOCADILLO) DE GUAYABA (Psidium guajaba L.) INCORPORANDO FRÉJOL CARGABELLO (Phaseolus vulgaris L.) Y PANELA, PARA MEJORAR EL VALOR NUTRICIONAL DEL PRODUCTO.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.