



Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura

Centro de Formación Agroindustrial La Angostura y Tecnoparque nodo La Angostura

No. 2; Año 2. Diciembre de 2015. Huila, Colombia. ISSN: 2422-0493

Con el apoyo del Grupo de Investigación Agroindustrial La Angostura y SENNOVA Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

Director

Cándido Herrera González
cherrerag@sena.edu.co

Editor académico

Marcos Fabián Herrera Muñoz
mfabianhm@misena.edu.co

Comité editorial

Claudia Mercedes Ordoñez
Sergio Andrés Orduz

Comité Científico

M. Sc. Luis Alberto Tamayo
Servicio Nacional de Aprendizaje

M. Sc. Diego R. Chamorro Viveros
Universidad Nacional Abierta y a Distancia

M. Sc. Juan Carlos Suárez Salazar
Universidad de la Amazonía

Ph.D. Eduardo Pastrana Bonilla
Universidad Surcolombiana

Coordinación editorial

Sílaba Editores SAS

Diseño y diagramación

Minkalabs

Directivos SENA

Alfonso Prada Gil

Director General SENA

Mauricio Alvarado Hidalgo

Director de Formación Profesional

Emilio Eliecer Navia Zúñiga

Coordinador Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA

Luis Alberto Tamayo Manrique

Director Regional – SENA Huila

Cándido Herrera González

Subdirector del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura

Claudia Mercedes Ordoñez

Líder SENNOVA Centro de Formación Agroindustrial La Angostura

Traducciones de resúmenes al idioma inglés

Trisha R. Wagner

*Investigadora Universidad de Wisconsin
PARTNERS OF THE AMERICA*

María del Pilar Narváez Garzón

Instructor Bilingüismo

Centro de Formación Agroindustrial La Angostura

Distribución: gratuita | Revista anual

Tiraje: 700 ejemplares

Fecha de publicación: diciembre de 2015

Fotografías artículos: autores. Otras fotografías interiores y carátula: Harrinson Eduardo Castañeda

Centro de Formación Agroindustrial La Angostura - Tecnoparque nodo La Angostura

Dirección: Kilómetro 38 vía al sur de Neiva; Campoalegre (Huila).

Teléfonos.: (578) 8380191-8385060

Páginas web: <http://sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/zona-andina/Huila/Paginas/Huila.aspx>

<http://centroagroindustrial.blogspot.com>

Correo electrónico: angostura@sena.edu.co

Impresión: Panamericana Formas e Impresos S. A. / Printed in Colombia

Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra para fines educativos siempre y cuando se cite la fuente.

CONTENIDO

Editorial	7
Una propuesta metodológica para el análisis de sostenibilidad de las unidades productivas rurales	9
<i>A methodological approach for the analysis of sustainability of rural productive units</i>	
Hugo Alexander Semanate Quiñonez	
Evaluación de la calidad del agua en el canal La ovejera Campoalegre-Huila, empleando bioindicadores acuáticos	23
<i>Evaluation of water quality in the water channel "La ovejera" located in Campoalegre – Huila using aquatic bioindicators</i>	
Yoly Dayana Moreno, Félix Alonso Trujillo M., Valentín Murcia T.	
Diagnóstico de la huella de carbono por la generación de residuos sólidos en las unidades productivas del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura	29
<i>Diagnosis of carbon footprint in the generation of solid waste in the production of Agroindustrial Training Center "La Angostura" units</i>	
Juan David Camacho, Yoly Dayana Moreno, Belén Alexandra Cerón Q.	
Procesos de acidulación parcial y calcinación de la roca fosfórica del Huila para nuevos productos fertilizantes	37
<i>Partial acidulation process and calcination of phosphate rock of Huila for new fertilizing products</i>	
Armando Torrente Trujillo, Víctor Hugo Pérez Gómez, Anderson Medina Dussán, César Hernando Bolívar Herrera, Edgar Montealegre Cárdenas	
Identificación de mercados verdes como alternativas productivas en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura	45
<i>Identification of green markets as productive alternatives in Agroindustrial Training Center "La Angostura"</i>	
Diego M. Quintero V., Dania L. Valencia C., Sergio A. Orduz T.	
Elaboración de un acondicionador para suelos de base orgánica y mineral	57
<i>Development of an organic and mineral based soil conditioner</i>	
Armando Torrente Trujillo, César Hernando Bolívar Herrera, Víctor Hugo Pérez Gómez, Anderson Medina Dussán, Edgar Montealegre Cárdenas, Felipe A. Quimbaya Lasso	

Uso de la red social Facebook como herramienta para fortalecer el aprendizaje del idioma inglés <i>Use of the social network "Facebook" as a tool to strengthen english language learning</i> Diego Portilla P.	65
Caracterización por microscopia de fuerza atómica y microscopia electrónica de barrido de la escama de tilapia nilótica <i>Oreochromis sp / niloticus</i>, que determine su tipo de biopolímero y su implementación en empaques industriales <i>Characterization by atomic force microscopy and scanning electron microscopy flake Nilotic tilapia Oreochromis sp / niloticus, to determine its type of biopolymer and its implementation in industrial packaging.</i> Ángela Joana Ávila Acosta, Kathryn Yadira Guzmán Pacheco, Jean Carlo Quintero García	71
Diversidad florística en arreglos agroforestales asociados a cacao (<i>Theobroma cacao</i>), de cuatro municipios del sur colombiano <i>Agroforestry arrangements in floristic diversity associated to cocoa (Theobroma cacao) from four southern colombian municipalities</i> Vladimir Minorta-Cely, Claudia Mercedes Ordoñez Espinosa	81
Conservación de la agrobiodiversidad a través de la preservación de los recursos genéticos agropecuarios como soporte para una producción sostenible y aseguramiento alimentario de Colombia <i>Agrobiodiversity conservation through the preservation of agricultural genetic resources as support for sustainable production and food security considerations of Colombia</i> Marcela Rey A.	89





LA TRANSFORMACIÓN DEL CAMPO Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA: UNA TAREA ESENCIAL PARA COLOMBIA

La contribución del campo colombiano al desarrollo económico y social del país es notable. En efecto, el 81,8 % del territorio colombiano está conformado por municipios totalmente rurales, y según la Misión para la Transformación del Campo, el 30,3 % de la población colombiana vive en zonas del área rural (DNP-MTC, 2014). Por su parte, el sector agropecuario aporta en promedio 7,1 % del PIB total (DANE, 2014) y genera el 21,4 % del empleo del país (GEIH, 2014).

La limitada institucionalidad nacional y regional para la gestión del desarrollo rural y agropecuario es una dificultad sensible del sector. Adicionalmente, un contexto de grandes desequilibrios regionales y brechas entre zonas rurales, agudizan dichas carencias.

En respuesta a estos desafíos, el SENA ha definido en el plan estratégico 2015–2018, fortalecer la articulación interinstitucional y la implementación de ejes estratégicos, programas y proyectos para promover la competitividad de las actividades económicas rurales, principalmente las agropecuarias. Se pretende, de manera decidida, contribuir a mejorar la productividad del sector, mediante formación profesional pertinente y de calidad. Todo esto, de la mano de programas como SENNOVA y el fortalecimiento del emprendimiento y el empresarismo.

SENNOVA es el componente angular del sistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, cuyo propósito es implementar la estrategia para la apropiación de la ciencia en los centros de formación. Concitando aportes del sector privado, de los gremios y de las aso-

ciaciones de productores, es una apuesta imprescindible para la creación y la consolidación de grupos y semilleros de investigación. El propósito esencial es incidir en la calidad de la formación y en la oferta de servicios tecnológicos al entorno comunitario y productivo.

Los países encaminados por la ruta del desarrollo, y empeñados en alejarse de situaciones perturbadoras y causantes del letargo en sus procesos, han hecho de la generación de alimentos una prioridad y una tarea esencial para su aparato productivo. La potencialidad de Colombia en la producción de alimentos, nos obliga a asumir una responsabilidad impostergable. Un desarrollo rural integral, en el que el sector agropecuario sea el actor vital, plenamente apropiado de su rol en la satisfacción de las demandas dinámicas, nos permitirá comprender que la adopción de tecnología en el campo es un factor concomitante a la formación profesional, la investigación y la innovación.

La diversificación de métodos investigativos, la ampliación del espectro de los objetos de estudio en las ciencias agropecuarias, y un saludable alborozo de la comunidad educativa del SENA alrededor de la investigación como componente fundante del acto pedagógico, deben ser condiciones estimulantes para el acercamiento a un tema sensible en la agenda mundial. Contribuir a una transformación sostenible del campo y garantizar el alimento del hombre, han de ser tareas comunes para la ciencia y para los gobiernos de los próximos decenios.



UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS RURALES

Hugo Alexánder Semanate Quiñonez
Instructor e investigador del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
alex_admon@misena.edu.co

Resumen: Este trabajo pretende consolidar una herramienta y una metodología para el análisis de la sostenibilidad de las Unidades Productivas Rurales (UPR) del Programa de Jóvenes Rurales Emprendedores del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), a través del diseño y formulación de un Indicador de Desarrollo Sostenible para las Unidades Productivas Rurales del programa. El documento presenta una propuesta metodológica, los resultados del ejercicio hecho con las treinta y tres unidades productivas de café del Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano del 2014 y unas conclusiones finales del ejercicio que se está desarrollando en la actualidad.

Palabras Clave: Desarrollo sostenible, indicadores, unidad productiva rural, café.

A METHODOLOGICAL APPROACH FOR THE ANALYSIS OF SUSTAINABILITY OF RURAL PRODUCTIVE UNITS

Abstract: This study aims to consolidate a tool and methodology for analyzing the sustainability of Rural Productive Units (UPR) of the Rural Young Entrepreneurs Program of Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, through the design and development of a Sustainable Development Indicator for Rural Productive Units of the program. The document presents a methodological approach, the results of the practice carried out with the thirty-three coffee productive units in the South Colombian Management and Sustainable Development Training Center 2014 and final conclusions of such practice which is being developed at present.

Keywords: Sustainable development, indicators, rural productive unit, coffee.

Introducción

Este trabajo pretende consolidar las unidades productivas rurales desde el concepto del desarrollo sostenible, a partir de la visión ecológica, tradicional, cultural y local e involucrando las dimensiones sociales y económicas, las cuales son fundamentales en la estructura y consolidación de un desarrollo sostenible (Constanza y Daly, 1992). La siguiente propuesta pretende diseñar un modelo de indicadores de desarrollo sostenible a partir de los mecanismos de producción de los emprendedores rurales, buscando consolidar el fortalecimiento y recuperación de la agricultura tradicional de los campesinos y permitiendo un intercambio de conocimiento vernáculo y tradicional a las generaciones futuras (Zerda, 2003).

También permitirá recuperar y buscar la conservación de los recursos naturales (flora, fauna, etc.), los saberes y las experiencias en torno a las formas de subsistencia y cultura que desarrollan los emprendedores rurales y la agricultura tradicional llevada a cabo en las UPR, introduciendo una serie de elementos que, según Pearce (1995), muestran la forma en que las iniciativas de trabajo concebidas desde las comunidades permiten la interacción entre los diferentes aspectos considerados como fundamentales para generar un desarrollo sostenible.

La investigación desarrollará y formalizará una base teórica, conceptual y metodológica para el diseño de un Indicador de Desarrollo Sostenible (IDS), el cual se establezca como una herramienta de gestión y seguimiento de las unidades, tomando como estudio las Unidades Productivas Rurales (UPR) del Programa de Jóvenes Rurales Emprendedores, permitiendo así evaluar los impactos generados por los procesos productivos que se realizan en las regiones y que dependen directamente de los recursos de la naturaleza.

En los avances de investigación de este trabajo se presenta el esquema metodológico, una primera aproxi-

mación a los indicadores de sostenibilidad y un análisis gráfico de los resultados a partir de las etapas surtidas (recolección de datos y análisis e interpretación de la información). Finalmente, se presentan las conclusiones generales que permitirán ajustar los cursos y los objetivos de los programas de formación del programa, re-direccionar las estrategias de los emprendedores frente al agronegocio de las UPR, y trazar metodologías que permitan consolidar estas sosteniblemente, en pro de la sustentabilidad del departamento del Huila.

Justificación

En la actualidad, el Programa de Jóvenes Rurales Emprendedores (JRE) del SENA tiene como uno de sus objetivos consolidar las unidades productivas rurales a partir de un agronegocio o emprendimiento generado por los aprendices. En la regional Huila el programa para el 2015 visiona crear más de 200 Unidades Productivas Rurales, las cuales desarrollen actividades a favor de la sostenibilidad y sustentabilidad del territorio.

Es evidente que el programa JRE no cuenta con una herramienta y una metodología que permitan analizar holísticamente la sostenibilidad de las Unidades Productivas Rurales (UPR), realizando un seguimiento y una evaluación continua que involucre todas las áreas que le permiten a la UPR generar productividad, asociatividad e innovación, recuperando eco-sistémicamente los recursos naturales a través de la generación de impactos positivos en el ambiente, lo cual no ha sido evaluado y valorado por los aprendices, instructores y gestores del programa. Por tal razón, hay que evidenciar todo el trabajo que se realiza en las UPR, creando una metodología de análisis y valoración de las unidades productivas a partir del diseño, formulación y validación de un Indicador de

Desarrollo Sostenible (IDS) que permita analizar, desde la sostenibilidad, las Unidades Productivas Rurales del Programa JRE.

Metodología

Para desarrollar el modelo de indicadores se pretende utilizar la metodología investigativa de tipo cualitativa-exploratoria, fundamentada en la valoración y reunión de partes integradas en un todo (desde lo simple hasta lo compuesto), aprovechando otras investigaciones cuyos resultados han sido aceptados y validados (Semanate, 2014).

El marco de referencia fundamentará los conceptos y enfoques que sirven de plataforma a los indicadores de sostenibilidad. La recopilación de datos y análisis de experiencias se está realizando desde las perspectivas de indicadores de sostenibilidad con alcance regional y local. Para la caracterización de cada uno de los indicadores se empleará y se construirá el metadato, teniendo como base el artículo 8° de la resolución de 0643 de 2004, que se refiere a los indicadores mínimos de desarrollo sostenible para Colombia.

En la construcción del indicador se están determinando y caracterizando las variables por dimensión (productivo-ecológica, económica, social y de innovación), aclarando cuál es la información primaria y cuál la secundaria. Para evidenciar los avances del trabajo, en este documento se hace un análisis de unas unidades productivas en el cultivo de café del Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano del SENA, durante la vigencia 2014, para lo cual se realizó una primera simulación de los indicadores a partir de datos aleatorios generados en el programa Microsoft Excel (versión 97-2003), lo que permite graficar e interpretar los resultados de una forma clara y puntual.

En una fase posterior de la investigación se generarán escenarios prospectivos de desarrollo sostenible para las unidades productivas, mediante programas especializados, tales como el software estadístico IBM SPSS 19, que nos permitirá validar la información de los escenarios y procesar la información, dando un análisis de fiabilidad de datos significativo con un intervalo de confianza al 95%, con un valor verdadero de cero (0) en la prueba F

y una correlación entre las dimensiones anteriormente enunciadas. También se utilizará el software Mic Mac (análisis estructural, prospectiva y estrategia), que permitirá tomar valores para cada variable y dimensión con los diferentes supuestos de distribución de probabilidad, de manera aleatoria e independiente, generando los escenarios probables con tendencias actuales (Cely, 1999).

Ahora bien, el objetivo fundamental de la formulación de los escenarios de prospectiva es el de integrar el análisis individual de tendencias (Mojica, 1996), que en nuestro caso serían las dimensiones productivo-ecológica, económica, social y de innovación, con el análisis de posibles eventos y situaciones deseables dentro de una visión general del futuro, permitiendo que los emprendedores participen y cooperen en la construcción de una o varias imágenes del futuro (Miklos y Tello, 2007).

Con base en el trabajo realizado por Chávez (2013), se plantean las siguientes dimensiones de sostenibilidad, las cuales aportan significativamente en el diseño de los indicadores.

Dimensión ecológico-productiva

Los indicadores de la dimensión ecológico-productiva pretenden medir todas las acciones de los emprendedores frente al ecosistema en el cual está inmersa la unidad productiva. Entre las acciones desarrolladas a medir con los indicadores están el manejo y conservación del suelo, el manejo de insumos agrícolas, el manejo eficiente del agua y la diversidad agrícola funcional, los cuales son fundamentales para valorar la productividad de la UPR en un ecosistema determinado. En el siguiente cuadro se pueden observar los indicadores y la escala de valoración construida para la dimensión enunciada.

El cuadro de indicadores de la dimensión ecológico-productiva es aplicable para los cultivos de café, cacao, aguacate y granadilla, debido a que estos cultivos tienen un manejo técnico similar. Las escalas de valoración de los indicadores se construyeron a partir de información primaria analizada por el ingeniero agrícola Miguel Ángel Useche, instructor del Programa de JRE del CEFA.

Cuadro No. 3. Indicadores dimensión productivo-ecológica

Dimensión productivo-ecológica	Indicador	Escala
	Manejo y Conservación del Suelo (Se establecen las técnicas más adecuadas a la situación, y se valora la cantidad de estas implementadas)	Aplica técnicas tradicionales de limpieza del suelo
		Establecimiento de cobertura vegetal y aplicación de materia orgánica
		Plan de fertilización con base en análisis de suelos
		Realiza trazado del cultivo en curvas de nivel
		Aplica técnicas para disminuir la escorrentía del suelo
	Manejo de insumos agrícolas (Se cuantifican las prácticas alternativas para la prevención de plagas y enfermedades)	Aplica agro-insumos de categoría toxicológica II y III
		Implementa podas agrícolas
		Analiza el historial de plagas y enfermedades endémicas de la zona o el cultivo
		Realiza prácticas de manejo integrado del cultivo
		Realiza monitoreo y seguimiento de enfermedades en el cultivo
	Manejo eficiente del agua (Se cuantifican los requerimientos y las prácticas de manejo eficiente del agua)	Aplica riego de acuerdo a los requerimientos hídricos del cultivo o a la capacidad de campo del suelo.
		Implementa obras de manejo de aguas residuales y residuos sólidos
		Utiliza el menor grado de agua para el manejo de beneficio del cultivo
		Identifica nacimientos y fuentes de agua utilizados en el cultivo
		Realiza análisis de calidad del agua utilizada en el cultivo
	Diversidad agrícola funcional (Cuantificación de las especies cultivadas y asociadas favorables)	Establece cultivos asociados en mi parcela
		Establece cultivos de pancoger en mi parcela
		Realiza planificación de las especies asociadas al cultivo para lograr una producción sostenible y constante
		Utiliza semillas certificadas en los cultivos
		Realiza las actividades del manejo del cultivo a partir de las BPA

(Semanate y Useche, 2015).

Dimensión económica

Los indicadores de la dimensión económica pretenden medir todas las valoraciones financieras que recibe la unidad productiva por su accionar productivo o función

productiva. Entre las acciones desarrolladas que se miden con los indicadores están la rentabilidad, la autosuficiencia productiva, la diversidad productiva, el mercado diferenciado y los ingresos netos por unidad de área, los

cuales son fundamentales para valorar la sostenibilidad económica de la UPR. En el siguiente cuadro se pueden observar los indicadores y la escala de valoración construida para la dimensión enunciada.

Cuadro No. 4. Indicadores dimensión económica

Dimensión económica	Indicador	Escala
	Rentabilidad (Precio de venta menos costo de producción) (1-(costo total de producción/precio venta))*100	1. 0-20%
		2. 21-40%
		3. 41-60%
		4. 61-80%
		5. 81-100 o > %
	Autosuficiencia productiva (Relación porcentual entre insumos propios e insumos externos)	1. 0-20%
		2. 21-40%
		3. 41-60%
		4. 61-80%
		5. 81-100 o > %
	Diversidad productiva (Productos ofrecidos y tiempo de permanencia en la UPR)	1. 1 producto por periodo / año
		2. 2 productos por periodo / año
		3. 3 productos por periodo / año
		4. 4 productos por periodo / año
		5. 5 productos por periodo / año
	Mercado diferenciado (Relación porcentual entre producción total vendida y producción vendida directamente con valor agregado)	1. <=20% intermediario
		2. 40% intermediario
		3. 60% intermediario
		4. 80% venta directa
		5. 100% >=venta directa
	Ingresos netos por unidad de área (Se dividen los ingresos netos entre el área requerida por la unidad productiva)	1. \$200.000 o menos por periodo productivo
		2. \$400.000 a \$500.000 por periodo productivo
		3. \$600.000 a \$700.000 por periodo productivo
		4. \$800.000 a \$900.00 por periodo productivo
		5. \$1.000.000 o más por periodo productivo

(Chávez, 2013).

Dimensión social

Los indicadores de la dimensión social pretenden medir todas las interacciones comunitarias y sociales de los emprendedores y la UPR frente a la sociedad y el sector empresarial. La dimensión social también pretende propiciar a la UPR como proveedora de bienestar en el medio rural, viabilizando la incursión de emprendedores en la gestión y participación comunitaria, además de las herramientas conceptuales y metodológicas para la garantía de la alimentación de sus familias y de las comunidades que potencialmente puedan incursionar, y

así "poner en valor la cultura local para una adaptación de lo aprendido" (Chávez, 2013, p. 6).

Entre las acciones desarrolladas y que serán medidas con los indicadores están la articulación comunitaria, la articulación con el sector productivo, el trabajo en red y el apalancamiento financiero logrado por los emprendedores, los cuales son fundamentales para valorar la articulación social de la UPR. En el siguiente cuadro se pueden observar los indicadores y la escala de valoración construida para la dimensión enunciada.

Cuadro No. 5. Indicadores Dimensión Social

Dimensión Social	Indicador	Escala
	Articulación comunitaria (Experiencias homólogas gestadas desde la UPR)	1. 1 experiencia comunitaria homóloga
		2. 2 experiencias comunitarias homólogas
		3. 3 experiencias comunitarias homólogas
		4. 4 experiencias comunitarias homólogas
		5. 5 o más experiencias comunitarias homólogas
	Articulación con el sector productivo (Empresas acompañadas y vinculadas en convenios de cooperación)	1. 1 empresa vinculada
		2. 2 empresas vinculadas
		3. 3 empresas vinculadas
		4. 4 empresas vinculadas
		5. 5 o más empresas vinculadas
	Trabajo en red (Actividades y convenios de articulación con otras experiencias líderes en el área de la UPR)	1. Asociado a 1 red o institución.
		2. Asociado a 2 redes o instituciones
		3. Asociado a 3 redes o instituciones
		4. Asociado a 4 redes o instituciones
		5. Asociado a 5 o más redes o instituciones
	Apalancamiento financiero (Recursos financieros gestionados por la UPR)	1. Menos de \$1.000.000 por año
		2. \$1.000.000 a \$5.000.000 por año
		3. \$ 5.000.000 a \$10.000.000 por año
		4. \$ 10.000.000 a 15.000.000 por año
		5. \$ 20.000.000 o más por año

(Chávez, 2013).

Dimensión innovación

Los indicadores de la dimensión de innovación pretenden medir todas las soluciones dadas por los emprendedores a los problemas identificados y salientes en la UPR, dichas soluciones pueden salir desde el conocimiento tradicional, empírico-tácito y vernáculo de los emprendedores quienes, al perfeccionarlos técnicamente, mejoran la productividad de la UPR.

Entre las innovaciones a medir con los indicadores están la innovación en el proceso productivo, la innovación en la transformación productiva, la innovación en la comercialización y administración del producto, y la innovación en la generación de prototipos desarrollados por los emprendedores, los cuales son fundamentales para consolidar la UPR en el mercado. Para esta dimensión se asumen los conceptos de innovación desarrollados en el *Manual de Oslo* de 2005¹.

En el Cuadro 6, se pueden observar los indicadores y la escala de valoración construida para la dimensión enunciada.

Cuadro No. 6. Indicadores Dimensión Innovación

Dimensión T + I + D + i (Tradición + Investigación + Desarrollo + innovación)	Indicador	Escala
	En el proceso productivo (Número de innovaciones en el proceso de producción)	1. 1 innovación por año 2. 2 innovaciones por año 3. 3 innovaciones por año 4. 4 innovaciones por año 5. 5 o más innovaciones por año
	En la transformación productiva (Número de innovaciones en la fase de transformación productiva)	1. 1 innovación por año 2. 2 innovaciones por año 3. 3 innovaciones por año 4. 4 innovaciones por año 5. 5 o más innovaciones por año
	Comercialización y administración del producto (Número de innovaciones en la fase de comercialización y/o administración del proceso productivo)	1. 1 innovación por año 2. 2 innovaciones por año 3. 3 innovaciones por año 4. 4 innovaciones por año 5. 5 o más innovaciones por año
	Prototipos (Número de prototipos o nuevos productos diseñados o elaborados durante el año productivo)	1. 1 prototipo por año 2. 2 prototipos por año 3. 3 prototipos por año 4. 4 prototipos por año 5. 5 o más Prototipos por año

(Semanate y Useche, 2015).

En el Cuadro No. 6 se pretende valorar el conocimiento tradicional de los emprendedores a través de la generación de nuevas innovaciones, por tal motivo se tiene: T + I + D + i que es igual a: Tradición + Investigación + Desarrollo + innovación.

Los anteriores indicadores permitirán generar una valoración cuantitativa del estado real de cada dimensión (ecológico-productiva, económica, social e innovación) de la UPR, generando así un estimado de sostenibilidad de la unidad productiva, del municipio y del programa en general. En la Tabla 1, se presenta la escala de valoración de la sostenibilidad a utilizar en futuros análisis similares.

1. Innovación: introducción de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización u organizativo de las prácticas internas de la unidad productiva, en la organización del lugar de trabajo o en las relaciones exteriores.
Innovación radical: es la innovación que tiene un impacto significativo en un mercado o en la actividad económica de las empresas en este mercado, es decir, que implique una ruptura en el mercado.
Innovación incremental: es la innovación donde se observa un incremento en la creación de valor agregado sobre un producto ya existente, agregándole cierta mejora que repercute en el mercado objetivo (Manual de Oslo, 2005).

Esta fue elaborada a partir del análisis de resultados del ejercicio en las Unidades Productivas Rurales de café del Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano, durante la vigencia 2014, dando los siguientes rangos de valores:

Tabla 1. Escala de Valoración de Sostenibilidad

ESCALA DE VALORACIÓN	Valor %
No sostenible	< 9,99
Sostenibilidad baja	10 - 29,9
Sostenibilidad intermedia	30 - 69,9
Sostenibilidad alta	75 - 89,9
UPR sostenible	90 - 100

(Semanate y Useche, 2015).

La escala de valoración se construyó arbitrariamente por los citados en la fuente. En la actualidad se está ajustando la metodología de valoración.

Análisis de resultados del estudio de caso

A continuación se presentan los análisis de los indicadores de sostenibilidad por dimensión para las 33 Unidades Productivas Rurales en café, durante el 2014, del Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano del SENA. Los datos utilizados en este análisis se generaron aleatoriamente en Microsoft Excel 97-2003 y se ajustaron de acuerdo a la información proveniente de la matriz de informe de gestión mensual final y de la valoración de los instructores del área técnica de café y de mercadeo, generada en el proceso de formación durante el año 2014. La Tabla 2 muestra los resultados generales y el valor total del IDS de las Unidades Productivas Rurales en el área de café.

Tabla 2. Resultados Generales del IDS

NOMBRE UPR	MUNICIPIO	DIMENSIONES DEL IDS				
		ECOLÓGICO-PRODUCTIVA	ECONÓMICA	SOCIAL	INNOVACIÓN	TOTAL
EL PALACIO DEL CAFÉ	ACEVEDO	17	9	14	13	53
ASOCIACIÓN DE CAFICULTORES SAN LUIS	ACEVEDO	10	12	19	13	54
GRUPO ASOCIATIVO AGROCAFETO	ACEVEDO	15	10	9	10	44
LOS CASTORES	ACEVEDO	12	17	8	12	49
CAFÉ Y FRUTALES GALLARDITO	ELÍAS	12	9	10	11	42
GRUPO ASOCIATIVO GRANJA AGROECOLÓGICA EL TREBOL	ISNOS	12	15	18	9	54
GRUPO ASOCIATIVO EL MORTIÑO	ISNOS	13	15	10	12	50
PROYECCIÓN CAFETERA EL CARMEN	OPORAPA	10	13	15	10	48

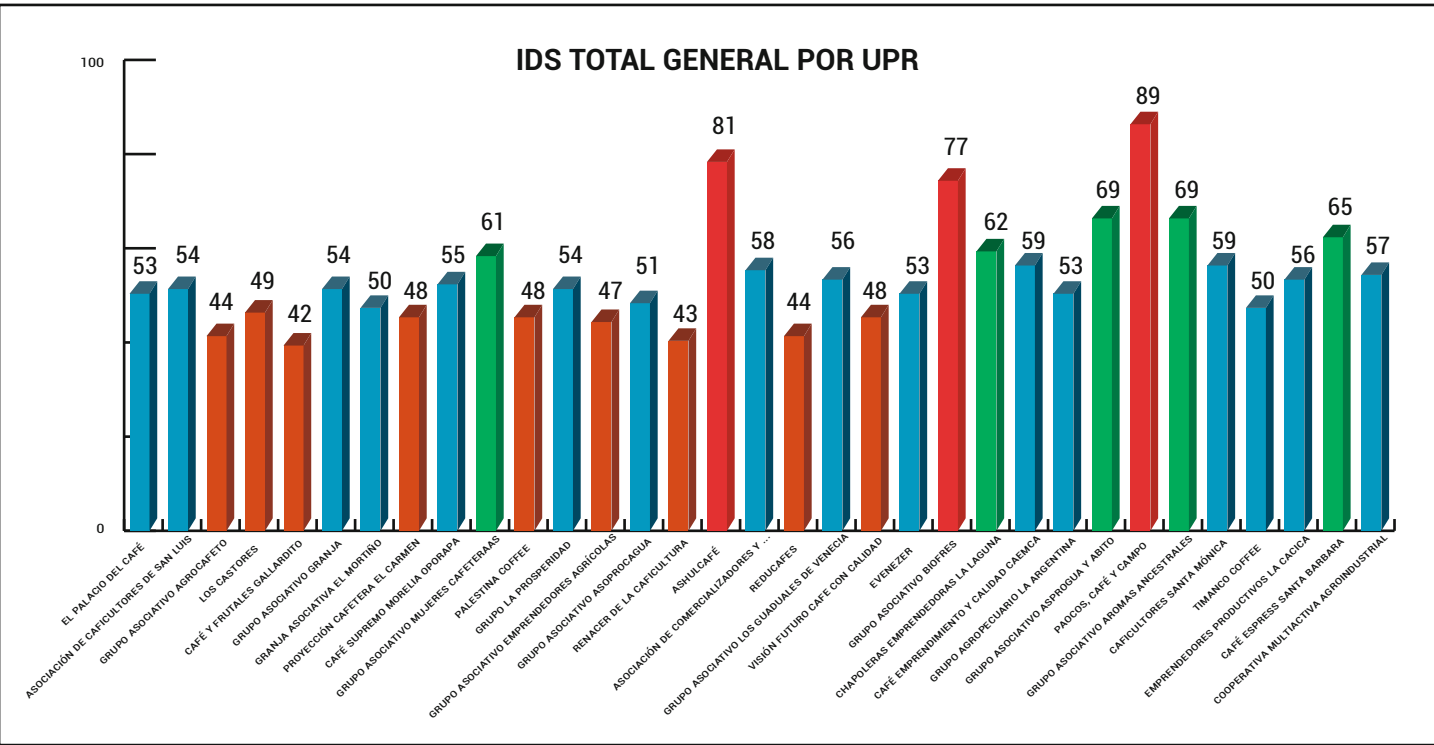
CAFÉ SUPREMO MORELIA OPORAPA	OPORAPA	15	13	18	9	55
GRUPO ASOCIATIVO MUJERES CAFETERAS	PALESTINA	18	16	17	10	61
PALESTINA COFFEE	PALESTINA	16	12	10	10	48
GRUPO LA PROSPERIDAD	PALESTINA	10	11	14	19	54
GRUPO ASOCIATIVO EMPRENDEDORES AGRÍCOLAS DE BETANIA	PITALITO	12	10	19	6	47
GRUPO ASOCIATIVO ASOPROCAGUA	PITALITO	14	15	13	9	51
RENACER DE LA CAFICULTURA	PITALITO	12	12	10	9	43
ASHULCAFE	PITALITO	18	22	21	20	81
ASOCIACIÓN DE COMERCIALIZADORES Y PRODUCTORES DEL MESÓN (ACPM)	PITALITO	19	12	15	12	58
REDUCAFES	PITALITO	17	15	17	12	44
GRUPO ASOCIATIVO LOS GUADUALES DE VENECIA	PITALITO	19	12	16	9	56
VISIÓN FUTURO CAFÉ CON CALIDAD	PITALITO	12	17	10	9	48
EVEZEZER	PITALITO	10	15	18	10	53
GRUPO ASOCIATIVO BIOFRES	PITALITO	16	20	20	21	77
CHAPOLERAS EMPRENDEDORAS LA LAGUNA	PITALITO	18	17	15	12	62
CAFÉ EMPRENDIMIENTO Y CALIDAD (CAEMCA)	PITALITO	17	15	14	13	59
GRUPO AGROPECUARIO LA ARGENTINA	S/BLANCO	18	10	12	13	53
GRUPO ASOCIATIVO ASPROGUAYABITO	S/BLANCO	18	16	20	15	69
PAOCOS, CAFÉ Y CAMPO	S/AGUSTÍN	23	18	25	23	89
GRUPO ASOCIATIVO AROMAS ANCESTRALES	S/ AGUSTÍN	18	13	20	18	69
CAFICULTORES SANTA MONICA	S/ AGUSTÍN	17	14	15	13	59
TIMANCO COFFEE	TIMANÁ	14	10	12	14	50
EMPRENDEDORES PRODUCTIVOS LA CACICA	TIMANÁ	15	17	15	9	56
CAFÉ ESPRESS SANTA BARBARA	TIMANÁ	18	15	20	12	65
COOPERATIVA MULTIACTIVA AGROINDUSTRIAL CAMENZO	TIMANÁ	10	23	12	12	57

(Tomado del informe final de gestión del Programa Jóvenes Rurales Emprendedores, 2014).

A partir de la información de la tabla anterior se graficaron los datos y se generó la Figura 1, mostrando a las UPR PAOCOS, Café y Campo del municipio de San Agustín, y el Grupo Asociativo BIOFRES y ASHULCAFÉ del municipio de Pitalito con una Sostenibilidad Alta con un IDS de 81%, 77% y 89%, respectivamente. Las 30 unidades restantes poseen una sostenibilidad intermedia con valores en el IDS que están en el rango de 42% a 69%. Hay que mencionar que de las 30 UPR nueve tienden hacia una sostenibilidad baja, pues su IDS no supera el 50% (ver color café de la Figura 1).

También se observa que 16 UPR se inclinan a una sostenibilidad intermedia, pues no alcanzan el 60% (ver barra de color azul de la Figura 1); mientras que las seis unidades restantes tienden hacia una sostenibilidad alta, superando el 60% (ver barras color verde de la Figura 1). Para analizar mejor estos resultados se propone realizar una valoración más puntual por cada dimensión de las UPR, que determine las debilidades y fortalezas de la unidad en cada dimensión del indicador.

Figura 1. Total General Indicador de Desarrollo Sostenible

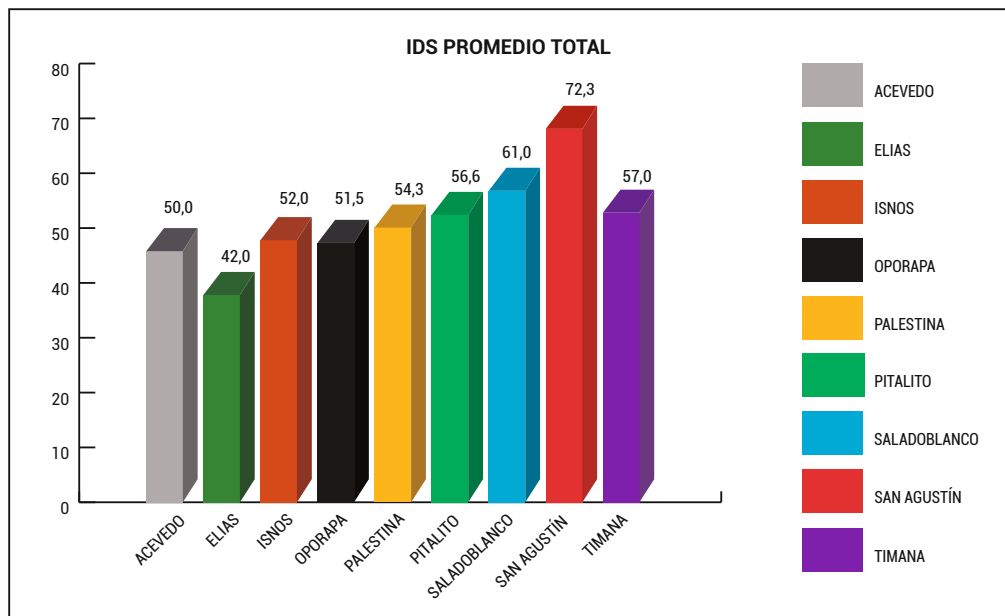


(Tomado del informe final de gestión. Programa Jóvenes Rurales Emprendedores, 2014).

A partir de la información anterior se calculó un promedio total por municipios (ver Figura 2), dando como resultado que los nueve municipios tienen una sostenibilidad intermedia; sin embargo, San Agustín, con un

valor de 72,3%, es el municipio que tiende a generar una sostenibilidad más alta de sus procesos productivos en las UPR.

Figura 2. Indicador de Desarrollo Sostenible. Promedio Total

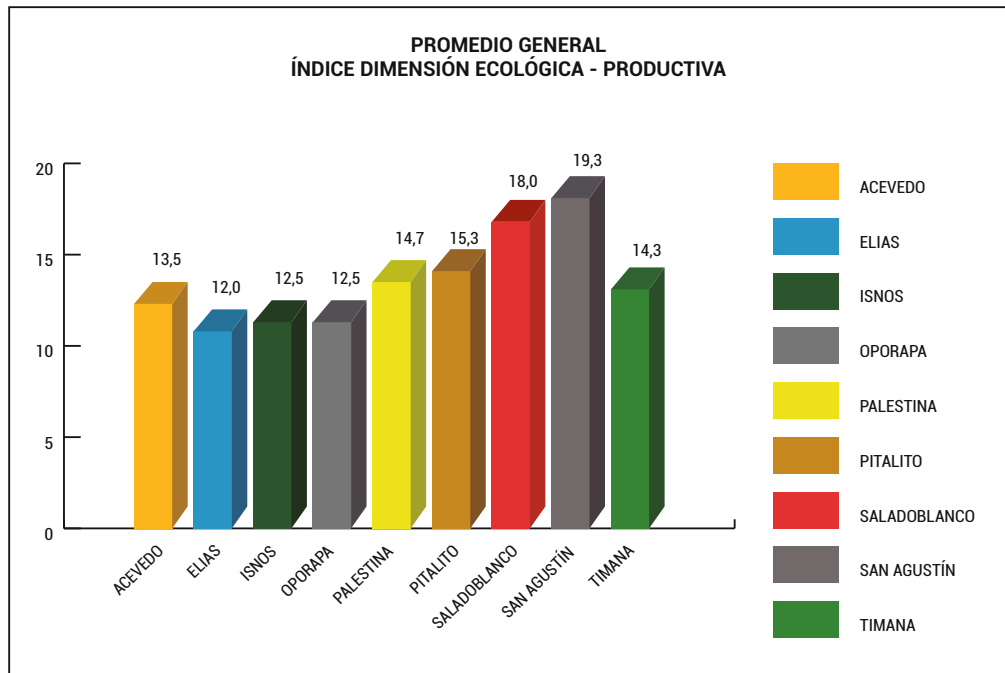


(Tomado del informe final de gestión. Programa Jóvenes Rurales Emprendedores, 2014).

Lo anterior es un cálculo del IDS promedio total para cada municipio a partir de las 33 UPR de café analizadas. Todos los municipios analizados no tienen el mismo número de UPR, lo cual tiene incidencia directa en el valor del promedio del IDS, sesgando la valoración realizada.

En cuanto al análisis por dimensiones, encontramos que San Agustín, con 19,3, es el municipio que tiene un mayor índice en la dimensión Ecológica-productiva, seguido por el municipio de Salado blanco, con 18,0 y Pitalito con 15,3 (ver Figura 3); por lo cual podríamos afirmar que las unidades productivas de estos municipios están desarrollando efectivamente las actividades técnicas y productivas, beneficiando al ecosistema en el cual están inmersas y aportando a la conservación y recuperación del ambiente.

Figura 3. IDS Dimensión ecológico-productiva



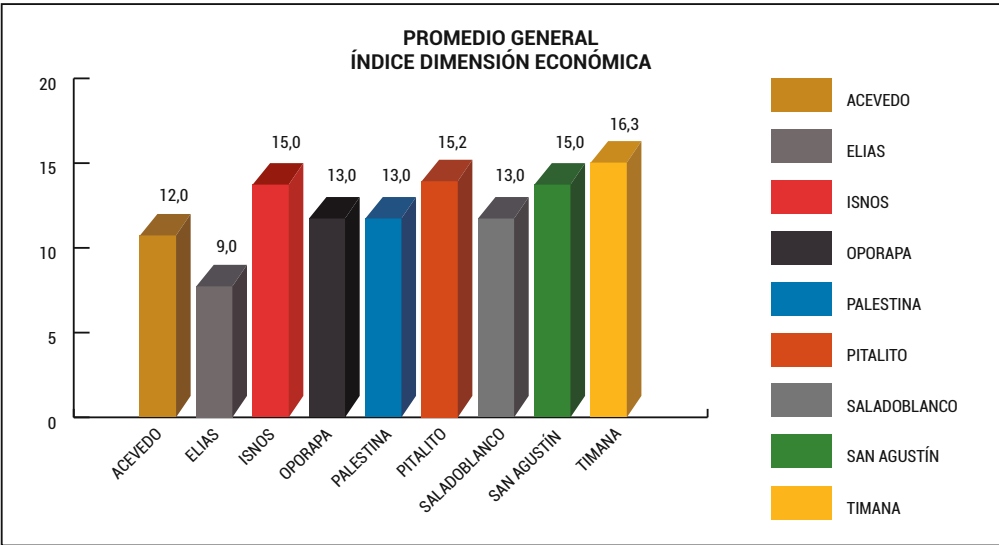
(Tomado del informe final de gestión. Programa Jóvenes Rurales Emprendedores, 2014).

La Figura 4 muestra cómo la dimensión económica tiene un promedio general, es decir, los municipios tienden a tener un índice similar, lo cual induce a concluir que las unidades productivas están desarrollando efectivamente los procesos comerciales, brindándoles una mayor rentabilidad y diversidad productiva.

La dimensión social, eje fundamental del desarrollo humano de la UPR, nos muestra que el municipio de San Agustín, con un índice de 20,0 (ver Figura 5), es el que lidera los procesos sociales en las unidades productivas. En general, la dimensión marca una tendencia al crecimiento en los procesos sociales de los emprendedores frente al que hacer de la unidad productiva, lo cual se refleja en los índices que oscilan el rango de 10,0 a 16,0, respectivamente.

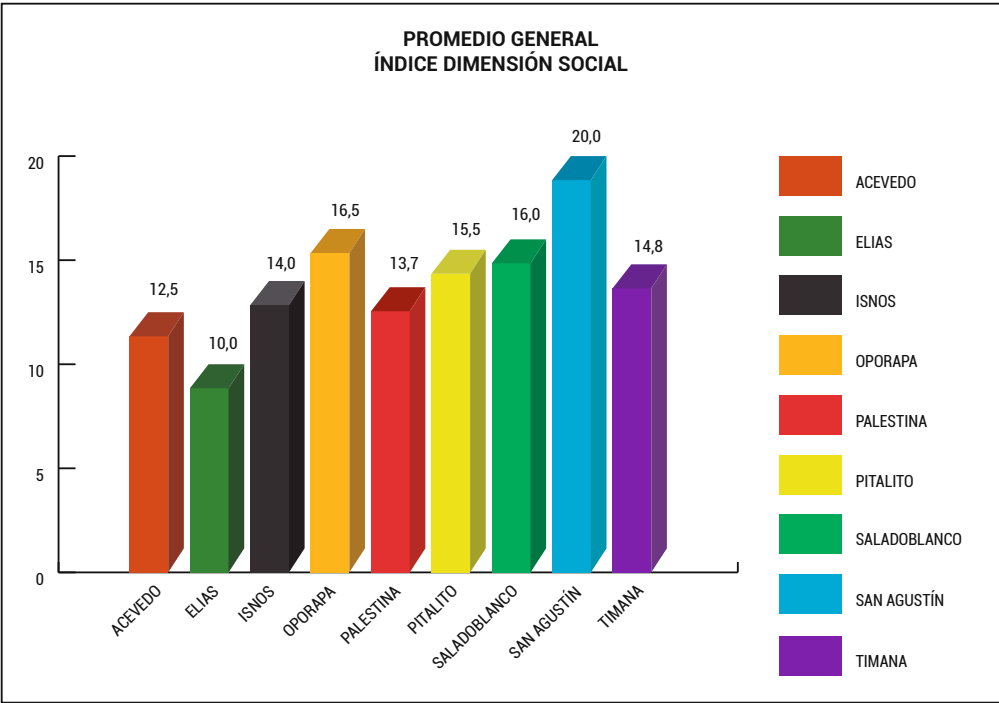
Finalmente, la dimensión de innovación arroja unos resultados similares a los de la dimensión social, dando a entender que la innovación va ligada al desarrollo y crecimiento de los procesos organizacionales y sociales de los emprendedores. La Figura 6 presenta los valores del promedio general de los índices por municipio, dando como resultado a San Agustín, con un índice de 18, como el municipio que lidera y aporta con más procesos de innovación en las unidades productivas, lo que repercute en la consolidación

Figura 4. IDS Dimensión económica1



(Tomado del informe final de gestión. Programa Jóvenes Rurales Emprendedores. 2014).

Figura 5. IDS Dimensión social

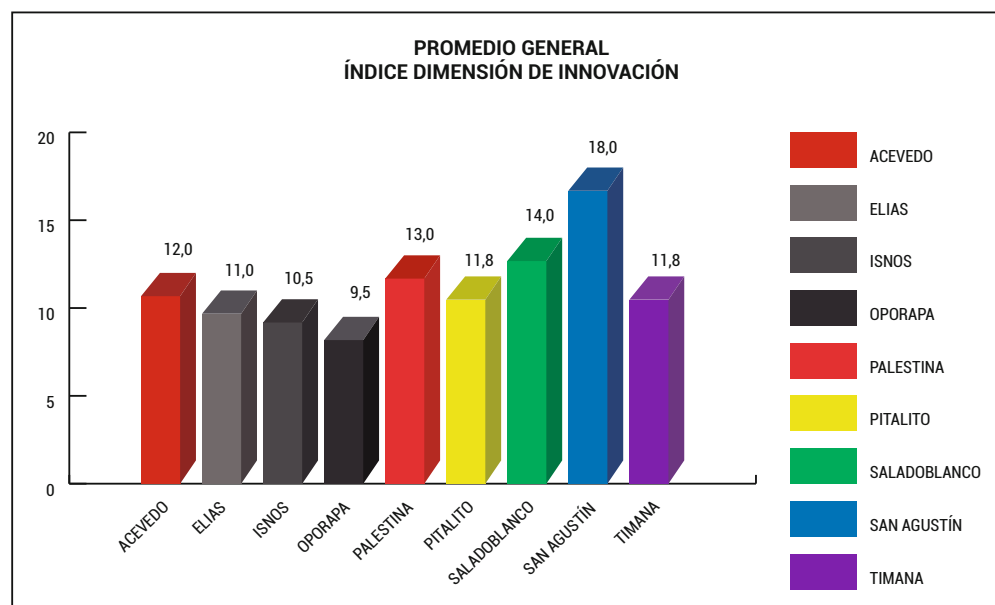


(Tomado del informe final de gestión. Programa Jóvenes Rurales Emprendedores, 2014).

1. El dato atípico lo arroja el municipio de Elías, con un índice de 9,0. Sin embargo, el municipio aporta solo una unidad productiva al presente análisis.

económica y ambiental de los diferentes procesos productivos de los emprendedores en la unidad productiva.

Figura 6. Dimensión de innovación



(Tomado de informe final de gestión. Programa Jóvenes Rurales Emprendedores, 2014).

Conclusiones

Los resultados hasta aquí presentados muestran, de cierta forma, el avance de la construcción de una herramienta y metodología para analizar la "sostenibilidad" de las Unidades Productivas Rurales del Programa de JRE. El ejercicio también permitió dar una primera valoración y aproximación al estado actual de las UPR analizadas en este documento frente a los procesos que encierra la sostenibilidad.

La metodología está actualmente en proceso de valoración y análisis, por lo cual el ejercicio desarrollado en este documento se hizo a partir de la generación de datos aleatorios en Microsoft Excel 93-2007, y el mismo no refleja un 100% de la realidad actual de las Unidades Productivas Rurales. La herramienta propuesta inicialmente va dirigida hacia las UPR agrícolas, en especial en café, cacao, granadilla y aguacate, cultivos que tienen manejos técnicos similares. Por tal motivo, se espera que en los resultados finales se pueda estandarizar la metodología para cualquier clase de cultivo.

Como conclusión del ejercicio se puede afirmar que las Unidades Productivas Rurales de los municipios del sur del Huila, y en especial las del municipio de San Agustín, son las que están desarrollando las actividades acorde a las dimensiones analizadas en el IDS, las cuales van de la mano y en dirección de los postulados teóricos de la sostenibilidad y de la sustentabilidad. Finalmente, se espera que este primer trabajo permita consolidar la estructuración de la herramienta y metodología de análisis-valoración para las UPR del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, Sena-Campoalegre.

Referencias

- Constanza, R. y H. E., Daly (1992). *Natural Capital and Sustainable Development*. *Conservation Biology*, 6 (1): 37-9.
- Chávez P., Yony A. (2013). *Agroecología y Sostenibilidad Agroecosistema Tecnoparque Yamboró*. Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano. SE-NA. Pitalito, Huila.
- Manual de Oslo (2005). *La Medida de las Actividades Científicas y Tecnológicas. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Tercera edición. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y Eurostat. Recuperado de http://www.uis.unesco.org/Library/-Documents/OECD Oslo-Manual05_spa.pdf
- Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial (2004). Resolución 0643 de 2004. Por medio de la cual se establecen los indicadores mínimos de que trata el artículo 11 del Decreto 1200 de 2004 y se adoptan otras disposiciones. Recuperado de http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/6f-bf0a804d6147909e6c9-e5fb5b7b042/resolucion_643_2004.pdf?MOD=AJPERES

- Miklos, Thomas & Tello, Ma. Helena (2007). *Planeación Prospectiva. Una estrategia para el diseño del futuro*. Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier Barros Sierra AC. México: Limusa.
- Mojica, Francisco (1996). *Cartillas de prospectiva*. Bogotá: Universidad de la Sabana. En: Cely, B. Alexandra, V. (1999). Metodología de los escenarios para estudios prospectivos. Ingeniería e Investigación. No. 44.
- Pearce, D. y Turner (1995). Economía de los Recursos Naturales y Ambientales. Colegio de Economistas de Madrid.
- Semanate, Hugo A. y Useche, Miguel A. (2015). Análisis de La Sostenibilidad de las Unidades Productivas Rurales del CEFA. Proyecto de Investigación. Centro de Formación Agroindustrial La Angostura. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Programa Jóvenes Rurales Emprendedores. Grupo de Investigación La Angostura. Campoalegre, Huila.
- Zerda, S. Álvaro (2003). *Derechos de Propiedad Intelectual Sobre el Conocimiento Vernáculo. Análisis y propuesta desde la economía institucionalista*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL CANAL LA OVEJERA CAMPOALEGRE-HUILA, EMPLEANDO BIOINDICADORES ACUÁTICOS

Yoly Dayana Moreno

Instructora del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura.
ydmoreno@sena.edu.co

Félix Alonso Trujillo M.

Aprendiz del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura.
fatrujillo7@misena.edu.co

Valentín Murcia T.

Aprendiz del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura.
vmurcia4@misena.edu.co

Resumen: El agua es un recurso estratégico de vital importancia para el desarrollo y mantenimiento de los seres vivos. Las fuentes hídricas se ven sometidas diariamente a la severa intervención del hombre, provocando alteraciones en la calidad de los sistemas dulceacuícolas y afectando directamente la biota acuática. Por tal motivo, una herramienta ideal para la evaluación del grado de contaminación en un cuerpo hídrico es el uso de bioindicadores acuáticos, como los macroinvertebrados, permitiendo identificar el estado ecológico de la fuente hídrica de una forma rápida y económica. En este proyecto se evaluó el efecto de las actividades antrópicas sobre las comunidades de macroinvertebrados que habitan en el afluente y efluente del canal La ovejera. Para la evaluación de calidad del agua se empleó el índice BMWP'Col (*Biological Monitoring Working Party Score System*) adaptado para las fuentes hídricas de Colombia. De acuerdo con el análisis de los macroinvertebrados colectados en el canal La ovejera se obtuvo que el afluente del canal presenta una calidad de agua limpia, mientras que el efluente presentó calidad medianamente contaminada. Estos resultados sugieren que las diferentes actividades antropogénicas realizadas a lo largo del canal La ovejera están afectando la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, teniendo como consecuencia alteraciones en el equilibrio ecológico y el deterioro de la calidad de esta fuente hídrica.

Palabras clave: Bioindicador, calidad de agua, macroinvertebrados acuáticos, índice BMWP'Col, contaminación, afluente, efluente, antrópicas, taxonomía.

EVALUATION OF WATER QUALITY IN THE WATER CHANNEL "LA OVEJERA" LOCATED IN CAMPOALEGRE – HUILA USING AQUATIC BIOINDICATORS

Abstract: Water is a strategic resource vital to the development and maintenance of living things. The water sources are subjected daily to severe human intervention causing changes in the quality of freshwater systems, directly affecting aquatic biota; therefore, aquatic bioindicators, such as macroinvertebrates, are used as an ideal tool for assessing the degree of pollution in a water body since they allow to quickly and economically identify the ecological status of the water source. In this study the effect of human activities on the macroinvertebrate communities inhabiting the tributary and effluent water channel "La Ovejera" was evaluated. For assessing the water quality a BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System) index for water sources in Colombia was used. According to the analysis of macroinvertebrates collected in the water channel "La Ovejera", it was found that the tributary of the channel has clean water quality while the effluent showed moderately polluted quality. These results suggest that different anthropogenic activities along the channel "La Ovejera" are affecting the structure of communities of aquatic macroinvertebrates, in consequence there are changes in the ecological balance and deterioration of the quality of this water source.

Key words: Bioindicator, water quality, aquatic macroinvertebrates, BMWP'Col index, pollution, tributary, effluent, anthropic, taxonomy.

Introducción

Un aspecto sensible que contribuye al deterioro de los ecosistemas acuáticos es el de las actividades ejecutadas por el ser humano y el desconocimiento de las buenas prácticas agrícolas y pecuarias, lo que afecta el equilibrio ecológico de las fuentes hídricas y pone en riesgo el desarrollo y la conservación de los recursos naturales existentes en la región (Pérez, 1999; Posada, Roldán & Ramírez, 2000).

En los últimos veinte años se ha dado un proceso de cambio en el concepto de evaluación de la calidad de las aguas, debido a los elevados costos y falencias espacio temporales de los métodos fisicoquímicos (Hilldier Zamora, 2007). Un indicador biológico se ha considerado como aquel cuya presencia y abundancia señala algún proceso o estado del sistema en el cual habita, en especial si tales fenómenos constituyen un problema de manejo del recurso hídrico (Gamboa, Reyes & Arrivillaga, 2008). Para los ecosistemas de agua dulce se destacan los macroinvertebrados acuáticos, ya que son organismos de fácil captura e identificación y, lo más importante, que

gracias a la diversidad de este grupo y los requerimientos de cada taxa que lo conforma, se han logrado establecer grupos de sensibilidad o tolerancia a la contaminación hídrica (Prat, Ríos, Acosta, & Rieradevall, 2009). Lo cual permite a los investigadores obtener datos confiables y rápidos del estado actual de la fuente de interés (Alba-Tercedor, 1996).

Es de gran importancia el desarrollo de estudios que permitan establecer el estado de las fuentes hídricas de una forma rápida, económica y que no provoquen alteraciones en los ecosistemas, con el fin de implementar estrategias para la conservación de los recursos naturales. De acuerdo a lo anterior, en este proyecto se evaluó el efecto de las actividades antrópicas sobre las comunidades de macroinvertebrados que habitan en el afluente y efluente del canal La ovejera, como un mecanismo que permita adoptar políticas oportunas de mitigación para evitar el deterioro del medio ambiente y, en especial, de este ecosistema acuático tan importante para mantener la funcionalidad de esta fuente hídrica y su entorno.

Metodología

Área de estudio. El canal La ovejera cuenta con una longitud aproximada de 7 km. Esta fuente hídrica limita con el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, que está ubicado en la zona norte del departamento del Huila, en el municipio de Campoalegre. Tiene una temperatura promedio anual de 27 °C, y se encuentra a una altitud de 612 msnm. Esta fuente es abastecida por el río Neiva. Se lograron identificar a lo largo del canal diferentes sistemas de producción agropecuaria: 1) Pozo séptico, 2) Cultivos de cítricos, 3) Cultivo de cacao, 4) Cultivo de mango, 5) Potreros, 6) Porqueriza y 7) Piscicultura (Figura 1-a).

Evaluación de la calidad del agua. Para la evaluación de la calidad del agua en el canal La ovejera se seleccionaron dos estaciones de muestreo (Figura 1-b), ubicadas en el afluente (Estación A) y efluente (Estación B). Para el

muestreo de los macroinvertebrados se emplearon dos tipos de redes (Red Surber y Red de Patada); en cada estación se realizaron nueve muestras correspondientes a tres réplicas en diferentes hábitats, correspondientes a piedra, grava, arena y material vegetal a la margen derecha e izquierda de la fuente hídrica, que están presentes en las dos estaciones de muestreo. Posteriormente, los macroinvertebrados acuáticos colectados se fijaron con alcohol al 70% dentro de los recipientes plásticos para su preservación (Carrera & Fierro, 2001) y se realizó la identificación de los macroinvertebrados con guías y claves taxonómicas (Roldán, 1988). Con base en el inventario realizado se implementó el índice BMWP'Col (H. Zamora, 1999), en el cual se emplean criterios de evaluación para determinar el estado actual de la fuente hídrica de interés (Tabla 1), de acuerdo a la comunidad de macroinvertebrados asociados a la fuente.

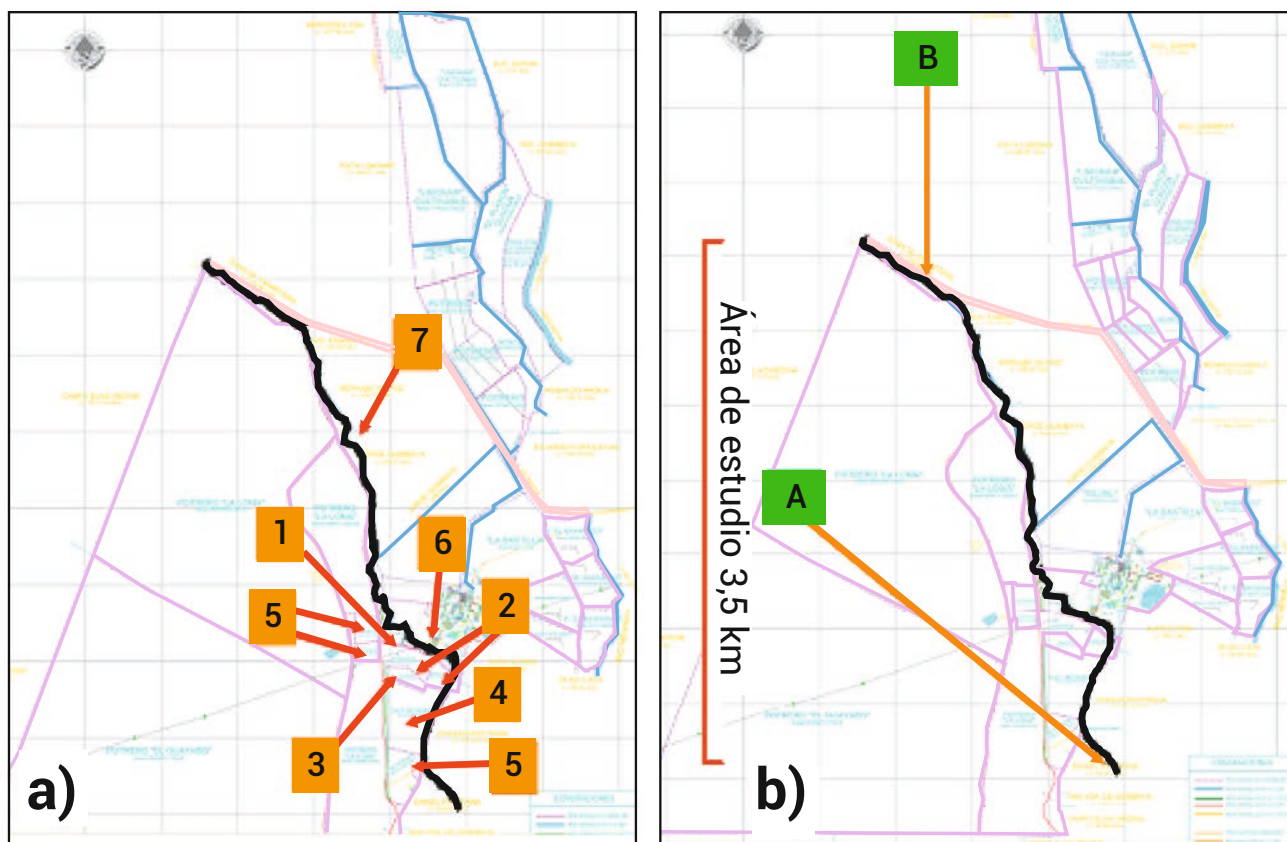


Figura 1. Descripción del área de estudio. a) Ubicación de sistemas agropecuarios a lo largo del canal La ovejera. b) Ubicación en plano de las estaciones de muestreo.

Tabla 1. Criterio en la determinación de la calidad del agua

Clase	Rango	Calidad	Características	Color Cartográfico
I	>121	Muy buena	Aguas muy limpias	
II	101-120	Buena	Aguas limpias	
III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	
IV	36-60	Dudosa	Aguas contaminadas	
V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas	
VI	<15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	

(Carrera, C. & Fierro, K., 2001).

Resultados

Identificación de los Macroinvertebrados acuáticos colectados

De acuerdo a la descripción taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos colectados en el canal La ovejera se identificó un total de 9 órdenes, 20 familias y 17 géneros. En las estaciones de muestreo A y B del canal La ovejera se observaron diferencias respecto a la abundancia y diversidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, ya que en la estación A se identificaron 19 géneros y 18 familias, con una abundancia total de macroinvertebrados colectados por muestra de 562 individuos, mientras que en la estación B se identificaron 12 géneros y 12 familias, con un promedio de abundancia total de 123 macroinvertebrados colectados. Lo anterior evidencia diferencias significativas entre las comunidades de macroinvertebrados existentes en las estaciones de muestreo A y B del canal La ovejera.

Tabla 2. Lista faunística con abundancia y abundancia relativa de las taxas de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos colectados en el canal La ovejera.

Macroinvertebrados identificados	Estación A (afluente)		Estación B (efluente)	
	Abundancia	% de Abundancia	Abundancia	% de Abundancia
<i>O. Coleóptera</i>				
<i>Elmidae</i>	12	2,14	1	0,81
<i>Dytiscidae</i>	23	4,09		
<i>Gyrinidae</i>	1	0,81		
<i>Psphenidae</i>	1	0,81		
<i>O. Díptera</i>				
<i>Chironomidae</i>	21	3,74		
<i>Podonominae</i>	18	3,20	22	19,89
<i>Simuliidae</i>	26	4,63	14	14,38
<i>O. Ephemenoptera</i>				
<i>Leptophlebiidae</i>	134	23,84	13	17,89
<i>Baetidae</i>	70	12,46	22	10,57
<i>O. Haplotaxida</i>				
<i>Tubificidae</i>	1	0,18	2	1,63
<i>O. Hemíptera</i>				

<i>Velidae</i>	18	3,20	11	8,94
<i>Nepidae</i>	8	1,42		
<i>O. Neuróptera</i>				
<i>Corydalidae</i>	28	4,98	5	4,07
<i>O. Odonata</i>				
<i>Libellulidae</i>	12	2,14	2	1,63
<i>Coenagrionidae</i>	1	0,18	5	4,07
<i>O. Plecóptera</i>				
<i>Perlidae</i>	9	1,60	13	10,6
<i>O. Trichóptera</i>				
<i>Hidropsychidae</i>	74	13,17		
<i>Leptoceridae</i>	18	3,20	13	10,57
<i>Hidrpsychidae</i>	87	15,48		

Análisis de la calidad del agua implementando el índice BMWP

Para el análisis del índice BMWP´Col, con el fin de evaluar la calidad del agua de la fuente hídrica del canal La ovejera, se emplea la información de la identificación taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos colectada en las estaciones de muestreo. La aplicación de este índice permitió simplificar la identificación de los bioindicadores de calidad del agua, herramienta que facilita el control de la misma con la sola presencia o ausencia de los individuos pertenecientes a estos grupos.

De acuerdo con la descripción taxonómica, la estación A obtuvo un puntaje de BMWP´Col de 135, y la estación B un puntaje BMWP´Col de 84, y al verificar la tabla de criterios de calidad de agua (Tabla 1) se evidencia que el afluente del canal, según el puntaje de BMWP, se encuentra en un rango de >121, lo que significa que la característica del agua en este punto del canal es de muy buena calidad y se puede representar con el color cartográfico azul oscuro, representativo para aguas limpias. Por otro lado, el BMWP obtenido por el efluente del canal La ovejera se ubica en el rango 61-100, con una calidad de agua aceptable, pero con características de agua medianamente contaminada, y el color cartográfico que le corresponde es el verde, pues se evidencia el deterioro del agua debajo del afluente de esta fuente hídrica.

Tabla 3. Puntaje de BMWP respectivo para la familia de macroinvertebrados identificados para las dos estaciones de muestreo del canal La ovejera

INDICE BMWP			
Familia	Puntaje BMWP	Afluente canal La ovejera	Efluente canal La ovejera
<i>Corydalidae</i>	8	x	x
<i>Hidropsychidae</i>	8	x	
<i>Perlidae</i>	10	x	x
<i>Libellulideae</i>	6	x	x
<i>Elmidae</i>	6	x	x
<i>Chironomidae</i>	2	x	x
<i>Leptoceridae</i>	8	x	x
<i>Simullidae</i>	9	x	x
<i>Hidropsychidae</i>	8	x	
<i>Dytiscidae</i>	8	x	
<i>Coenagrionidae</i>	9	x	x
<i>Gyrinidae</i>	9	x	
<i>Velidae</i>	8	x	x
<i>Leptophlebiidae</i>	9	x	x
<i>Nepidae</i>	6	x	
<i>Chironomidae</i>	2	x	
<i>Tubificidae</i>	1	x	x
<i>Psphenidae</i>	10	x	
<i>Baetidae</i>	8	x	x
BMWP		135	84

Conclusiones

Los resultados de este proyecto evidencian que las prácticas antropogénicas y agropecuarias que se realizan a lo largo del canal La ovejera del municipio de Campoalegre, Huila, posiblemente están afectando la estructura de las comunidades de macroinvertebrados en esta fuente hídrica, lo que se evidencia en la diferencia de abundancia de los macroinvertebrados pertenecientes a las órdenes *Plecóptera*, *Trichóptera* y *Ephemeroptera*, los cuales pertenecen al grupo de indicadores de buena calidad del agua. Esto se refleja en el deterioro o pérdida de la calidad del agua, que incrementa el riesgo de los recursos naturales de la región. Las metodologías similares al uso de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de agua permitirán tener resultados mucho más rápidos y confiables, logrando que la comunidad tome decisiones y establezca estrategias de manejo ambiental en pro de la conservación de los recursos naturales.

Bibliografía

Alba-Tercedor, J. (1996). *Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*. Artículo presentado en el IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA). Almería.

Carrera, C. & Fierro, K. (2001). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua: manual de monitoreo. *Eco Ciencia*. Quito, Ecuador.

Gamboa, M., Reyes, R. & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como

bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48(2): 109-120.

- Pérez, G. R. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Academia Colombiana de Ciencia*, 23(88): 375-387.
- Posada, J. A., Roldán, G. & Ramírez, J. J. (2000). Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 48(1): 59-70.
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R. & Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas, p. 631-654. En *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*.
- Roldán, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Zamora, H. (1999). Adaptación del índice BMWP para la evaluación biológica de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. *Revista Unicauca Ciencia*, 4: 47-60.
- (2007). El índice BMWP y la evaluación biológica de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. *Memorias XL Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*. Santiago de Cali. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 19: 73-81.

DIAGNÓSTICO DE LA HUELLA DE CARBONO POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DEL CENTRO DE FORMACIÓN AGROINDUSTRIAL LA ANGOSTURA

Juan David Camacho
Aprendiz Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
jdcamacho6@misena.edu.co

Yoly Dayana Moreno
Instructora del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
ydmoreno@sena.edu.co

Belén Alexandra Cerón Q.
Instructora del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
alexcequi@misena.edu.co

Resumen: La huella de carbono es un indicador que a través de un inventario mide la producción de gases efecto invernadero (GEI) generados por las diferentes actividades de personas, empresas, eventos, etc. Es pertinente el desarrollo de este proyecto en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura (CEFA), ya que permitió conocer y evaluar el impacto de las emisiones de los GEI generados por las diversas actividades que se realizan rutinariamente en las unidades productivas (UP). Este proyecto permitió realizar un diagnóstico de la Huella de Carbono en 10 UP ubicadas en diferentes áreas productivas del CEFA: pecuaria, agrícola y ambiental; para el desarrollo de este diagnóstico, se identificaron y describieron las actividades rutinarias en las unidades, logrando determinar los focos de emisión de GEI, lo que permitió establecer el alcance de los gases emitidos por las actividades en las UP. Estos procesos ayudaron a identificar las áreas productivas que generan emisiones de mayor impacto para la atmósfera. Se realizó una identificación y cuantificación de los residuos sólidos generados semanalmente (peso en kg) en las unidades y áreas productivas durante un mes; los registros fueron consolidados en una hoja de cálculo GEH 2015 de la oficina Catalana del Canvil Climático, lo que permitió estimar la cantidad de toneladas de dióxido de carbono equivalente (TON CO₂EQ), y estimar el aporte de huella de carbono del CEFA. Se encontró que el área con mayor aporte en la huella de carbono es el área Pecuaria, con un 91% de producción de CO₂eq, generado por las unidades de Ganadería (18% CO₂eq) y la unidad de Porcinos (72% CO₂eq). Con este proyecto se espera lograr sensibilizar a la comunidad con el fin de establecer estrategias de mitigación con base en medidas correctivas y medidas preventivas.

Palabras clave: Efecto invernadero, emisión, gases, huella de carbono, diagnóstico, alcance, estimación.

DIAGNOSIS OF CARBON FOOTPRINT IN THE GENERATION OF SOLID WASTE IN THE PRODUCTION OF AGROINDUSTRIAL TRAINING CENTER "LA ANGOSTURA" UNITS

Abstract: The carbon footprint is an indicator that measures the production of greenhouse gases (GHG) generated by the various activities of individuals, companies, events, among others by conducting an inventory. It is relevant to develop this project at the Agroindustrial Training Center "La Angostura" (CEFA) as it allowed us to know and evaluate the impact of greenhouse gas emissions generated by the various activities performed routinely in the productive units (UP in its Spanish acronym). For this project, a diagnosis of the carbon footprint was undertaken in the 10 UP located in several productive areas such as livestock, agricultural crops, and natural environments at CEFA. To develop this diagnosis, routine activities were identified and described in the units, determining emissions sources of GHG thereby allowing for the scope of the gases emitted by the activities in UP to be established, these processes helped identify the productive units that generated emissions of greater impact on the atmosphere. Identification and quantification of solid waste generated weekly (weight in kg) in the productive units and areas for one month were conducted, the records were consolidated into one GEH 2015 spreadsheet of the Catalan Climate Canvil office, which allowed to estimate the number of tons of carbon dioxide equivalent (CO₂e TON), and estimate the contribution of carbon footprint of CEFA. It was found that the area with the greatest contribution to the carbon footprint is the livestock area, with 91% of CO₂eq production generated by livestock units (18% CO₂ eq) and the unit of pigs farming (72% CO₂eq). This project is expected to raise public awareness with the goal of establishing mitigation strategies based on corrective and preventive measures.

Key words: Greenhouse effect, emission, gases, carbon footprint, diagnosis, thermo-active agents, direct scope, indirect scope, estimate.

Introducción

El cambio climático, catalogado como uno de los retos más grandes a los que se enfrenta la humanidad, es un fenómeno global provocado por una serie de actividades atribuidas al hombre, que afecta cada vez más a la naturaleza, nuestras condiciones de vida y la economía de los países. Hoy en día casi todas las actividades que realizamos (transporte, alimentación, etc.) implican consumir energía, lo que a su vez genera gases de efecto invernadero (GEI) (Schneider & Samaniego, 2009). Los gases de efecto invernadero son gases termo-activos, es decir, retienen el calor de la tierra en la atmósfera y absorben y emiten radiaciones a longitudes de ondas específicas (Baethgen & Martino, 2001). Los principales gases de efecto invernadero, según el protocolo de Kyoto de 1997, son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los óxidos nitrosos (N₂O) y los gases fluorados (CFC's,

PFC, SF₆) (Linares & Pintos, 2013). En los últimos años, tras la contaminación que el hombre genera, la cantidad de estos gases ha aumentado, trayendo consigo una serie de fenómenos naturales provocados por el aumento de la temperatura de la superficie terrestre y afectando la producción agrícola, ya que con el aumento de las temperaturas se incrementa la evaporación del suelo y la posibilidad de que ocurran fenómenos meteorológicos extremos, como las sequías (Higuera & Caicedo).

La estimación de la huella de carbono se emplea como una herramienta para darle solución al problema de gases contaminantes que deterioran la atmósfera y el medio ambiente. La huella de carbono es una forma de cuantificar la producción de GEI, generados por las diferentes actividades de individuos, empresas, eventos, productos, etc., como consecuencia del consumo de energía, quema

de combustibles fósiles (como el carbón, el petróleo y el gas natural), generación de metano, generación de otros gases producto de procesos industriales y refrigeración (Andrade, Oswald & Segura, 2014). La identificación de la huella de carbono en los últimos años ha generado buenas expectativas, ya que ha permitido cautivar al mercado consumidor, empresas, instituciones y organizaciones para que sean conscientes del daño que aportan al medio ambiente, y empiecen a tomar medidas de mitigación, cuantificación y reducción de GEI (Seltzer, 2015).

Este proyecto requiere de la profundización del sector ambiental mediante la capacidad de analizar, interpretar y comprender los diferentes factores que interactúan en las unidades productivas, con el fin de hacer un diagnóstico en la producción de GEI en dichas unidades (Espíndola & Valderrama, 2012). Es pertinente el desarrollo de este proyecto en el Centro ya que nos permitirá conocer y gestionar el impacto de las actividades de las UP con respecto a los GEI en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura.

Metodología

Para realizar el diagnóstico de las emisiones de GEI generados por la producción de residuos sólidos de 10 UP pertenecientes a las diferentes áreas de producción del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, como son: Agrícola, Pecuaria y Ambiental, se identificaron las actividades rutinarias y los gases emitidos en cada UP; luego se determinó el tipo de alcance de las diferentes emisiones generadas por dichas actividades (esto de acuerdo con la metodología establecida en el protocolo de GHG). Después se procedió a clasificar las emisiones de los GEI en directos o indirectos, es decir, las emisiones asociadas a fuentes controladas por la sociedad (Alcance 1 del Protocolo de Kioto); las emisiones asociadas a la generación de la energía eléctrica consumida (Alcance 2); y las emisiones de la cadena de valor de la energía adquirida y consumida: las emisiones consecuencia de los bienes y servicios adquiridos, las emisiones asociadas a los viajes de trabajo y las emisiones asociadas a los desplazamientos al centro de trabajo (Alcance 3). Los datos sobre la generación de residuos se recolectaron semanalmente (peso en kg) por un mes; estos datos

fueron consolidados en una base de datos con el fin de identificar las unidades y áreas productivas con mayor producción de residuos sólidos y cuantificar la cantidad en toneladas de dióxido de carbono equivalente (TON CO₂EQ). Para la estimación de la huella de carbono en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura se empleó la hoja de cálculo GEH 2015 de la oficina Catalana del Canvil Climático (Casado Casado, 2015)².

Resultados

Área de estudio

El Centro de Formación Agroindustrial La Angostura está ubicado en el municipio de Campoalegre, en la zona norte del departamento del Huila, a 32 km de la ciudad de Neiva. Este Centro de formación, debido a su estrategia de desarrollo de competencias laborales, cuenta con más de 30 UP pertenecientes a las áreas agrícola, agroindustrial, pecuaria, mercadeo y ambiental. Para el desarrollo de este proyecto se seleccionaron 10 UP, a saber, ganadería, porcinos, aves de postura y cunícola, en el área Pecuaria; vivero cítrico, mangos, cacao y cítricos, en el área agrícola; y zona agroecológica y vivero ornamental y forestal, del área ambiental.

Inventario de GEI y Alcances

El proceso de estimación de la huella de carbono se inició con la identificación de las actividades rutinarias realizadas en las UP. En el área agrícola se destacan las actividades de fumigación, fertilización y transporte de los productos, las cuales generan emisión de gases como CO₂, CO y N₂O (Bhattacharyya et al., 2012; Eixarch et al., 2015). El consumo de energía y la acumulación de estiércol son actividades que se destacan en el área pecuaria, las cuales originan emisiones de CH₄, NH₃ y CO₂ (Baethgen & Martino, 2001). En el área ambiental las emisiones generadas son de CO₂, especialmente por el consumo de energía (Corominas, 2010). Estos resultados permitieron evidenciar que en las áreas de estudio se encuentran los Alcances 1, 2 y 3 (ver Tabla 1), donde se destaca el área pecuaria, porque en ella se pueden encontrar los tres tipos de alcances de GEI.

2. Consultada en http://canviclimatic.gencat.cat/es/reduex_emissions/calculadora_demissions/.

Tabla 1. Gases generados por las actividades rutinarias en las unidades productivas

ÁREA PRODUCTIVA	UP	ACTIVIDAD	GEI	ALCANCE DE GEI
AGRÍCOLA	Policultivo PPC	Fumigas, fertilizaciones.	Óxido nitroso	1, 3
	Mango	Fumigas, fertilizaciones, transporte y recepción de productos	Óxido nitroso, dióxido de carbono, monóxido de carbono	
	Guanábana	Fumigas, fertilizaciones	Óxido Nitroso	
	Cítricos	Fumigas, fertilizaciones, transporte y recepción de productos	Óxidos nitrosos, dióxido de carbono, monóxido de carbono	
PECUARIA	Ganadería	Acumulación de bovinaza, consumo de energía eléctrica	Metano, dióxido de carbono, gas amoniaco	1, 2, 3
	Cunícola	Acumulación de Conejaza.	Metano, gas amoniaco	
	Ovinos	Acumulación de Ovinaza	Metano, gas amoniaco	
	Gallinas ponedoras y de engorde	Acumulación de Gallinaza	Metano, gas amoniaco	
AMBIENTAL	Vivero ornamental y forestal	Consumo de energía	Dióxido de carbono	2
	Zona agroecológica	Consumo de energía	Dióxido de carbono	

Estimación de los Residuos Sólidos Generados en las diferentes unidades productivas

De acuerdo con los resultados obtenidos en la estimación de los residuos sólidos generados en las diferentes UP (ver Tabla 2), en el área pecuaria se evidencia un promedio de 2753 kg semanales, destacándose la UP de porcinos como la mayor generadora residuos sólidos con un promedio de 1980 kg/semana. Según la información recolectada, en el área agrícola se obtuvo un promedio de generación de residuos sólidos 236 kg/semana; la UP de esta área con mayor generación de residuos orgánicos es la unidad de mangos (150 kg/semana); cabe resaltar que en el momento en que se realizó el seguimiento y

registro la unidad se encontraba en tiempo de cosecha, lo que evidenció la necesidad de establecer o entender el comportamiento de las unidad agrícolas para idear estrategias de contención en el manejo y aprovechamiento de los residuos generados en épocas de cosecha. Y en el área ambiental se obtuvo un promedio de 45 kg/semana de residuos generados, donde se identifica a la unidad zona agroecológica como la mayor generadora de residuos sólidos (40 kg/semana), derivados de la hojarasca que hay en la unidad. El Centro de Formación Agroindustrial La Angostura genera aproximadamente 3034 kg/semana de residuos sólidos en las 10 UP seleccionadas para el estudio, lo que evidencia la necesidad de generar estrategias que permitan aprovechar y transformar los diferentes tipos de residuos sólidos.

Tabla 2. Peso promedio semanal y tipo de residuos sólidos generados en las diferentes Unidades Productivas

ÁREA	UNIDAD	TIPO DE RESIDUO	Peso promedio UP (kg/semana)	Peso promedio por área productiva (kg/semana)
PECUARIA	Ganadería	Residuo Biológico Bovinaza	500	2753
	Porcinos	Residuo Biológico	1980	
	Cunícola	Residuo Orgánico	25	
		Hojarasca-Conejaza		
	Aves de Postura	Residuo Biológico Gallinaza	248	

AGRÍCOLA	Vivero cítrico	Residuo orgánico Hojarasca	1	236
	Mangos	Residuo Orgánico	150	
	Cacao	Residuo Orgánico	40	
	Cítricos	Residuo orgánico Hojarasca	45	
AMBIENTAL	Vivero Ornamental, Forestal y Medicinal	Residuo orgánico Hojarasca	5	45
	Zona Agroecológica	Residuo orgánico Hojarasca	40	

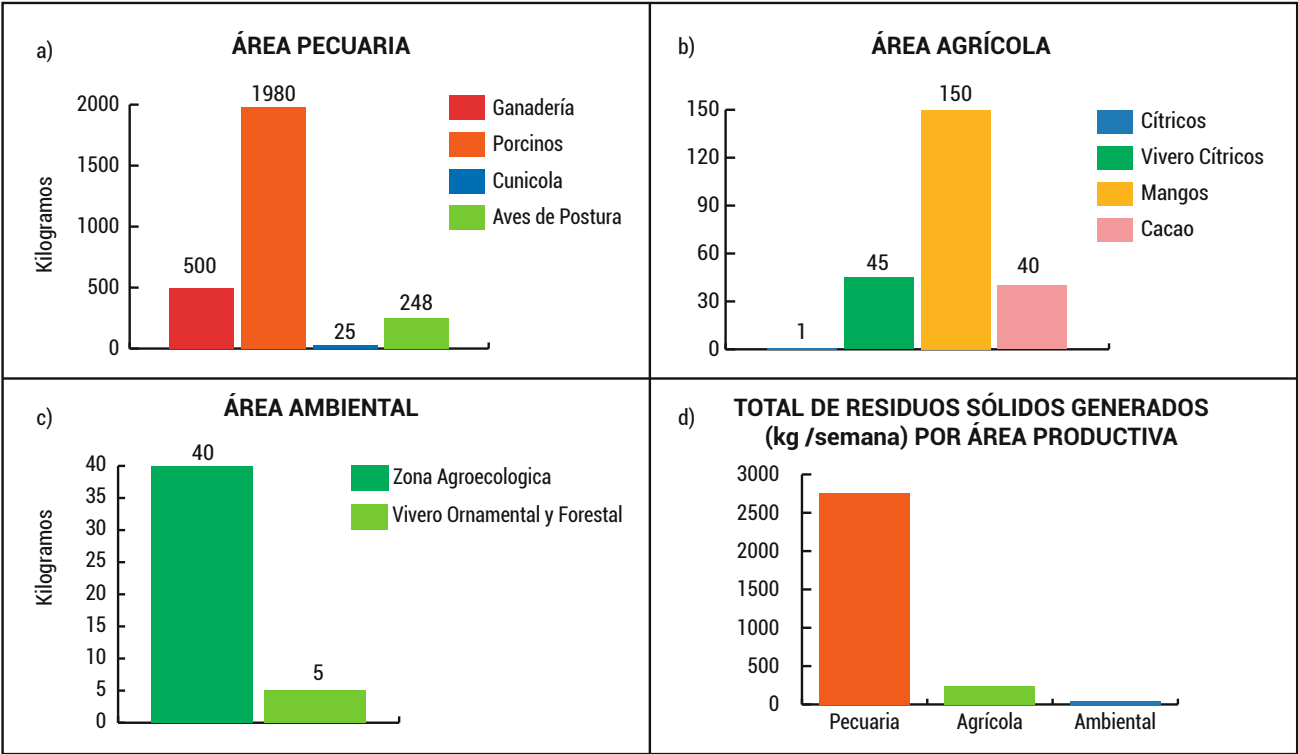


Figura 1. Cantidad de residuos sólidos generados por las áreas productivas del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura. a) Promedio de residuos sólidos (kg/semana) en el área Pecuaria. b) Promedio de residuos sólidos (kg/semana) en el área agrícola. c) Promedio de residuos sólidos (kg/semana) en el área ambiental. d) Promedio total de residuos sólidos (kg/semana) en las áreas productivas.

Cuantificación de la huella de carbono según los residuos generados en las Unidades Productivas (UP)

De acuerdo al análisis descriptivo de los datos obtenidos y a la estimación del porcentaje de CO₂Eq aportado por las diferentes emisiones de GEI generadas por los residuos sólidos producidos en las 10 UP seleccionadas para este estudio, se implementó una calculadora de huella de carbono de la oficina Catalana del Cambio Climático 2015. Estos datos fueron analizados por área productiva: agrícola, pecuaria y ambiental.

De acuerdo a la producción constante de residuos sólidos en las unidades productivas generadas por las diferentes actividades rutinarias, se puede estimar que el área productiva pecuaria conformada por las unidades de ganadería, cunícola, porcinos y aves de postura-engorde, aportan un 91% (ver Figura 2) en la generación de emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O), los cuales son evaluados con Alcances de tipo 1, 2 y 3; esto equivale a 1,08157 toneladas de CO₂Eq por semana, donde se evidencia que el área pecuaria es la que más aporta a la huella de carbono en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, en comparación con la influencia a la huella de carbono del área agrícola, que es de un 8% , y del área ambiental, que es de 1%.

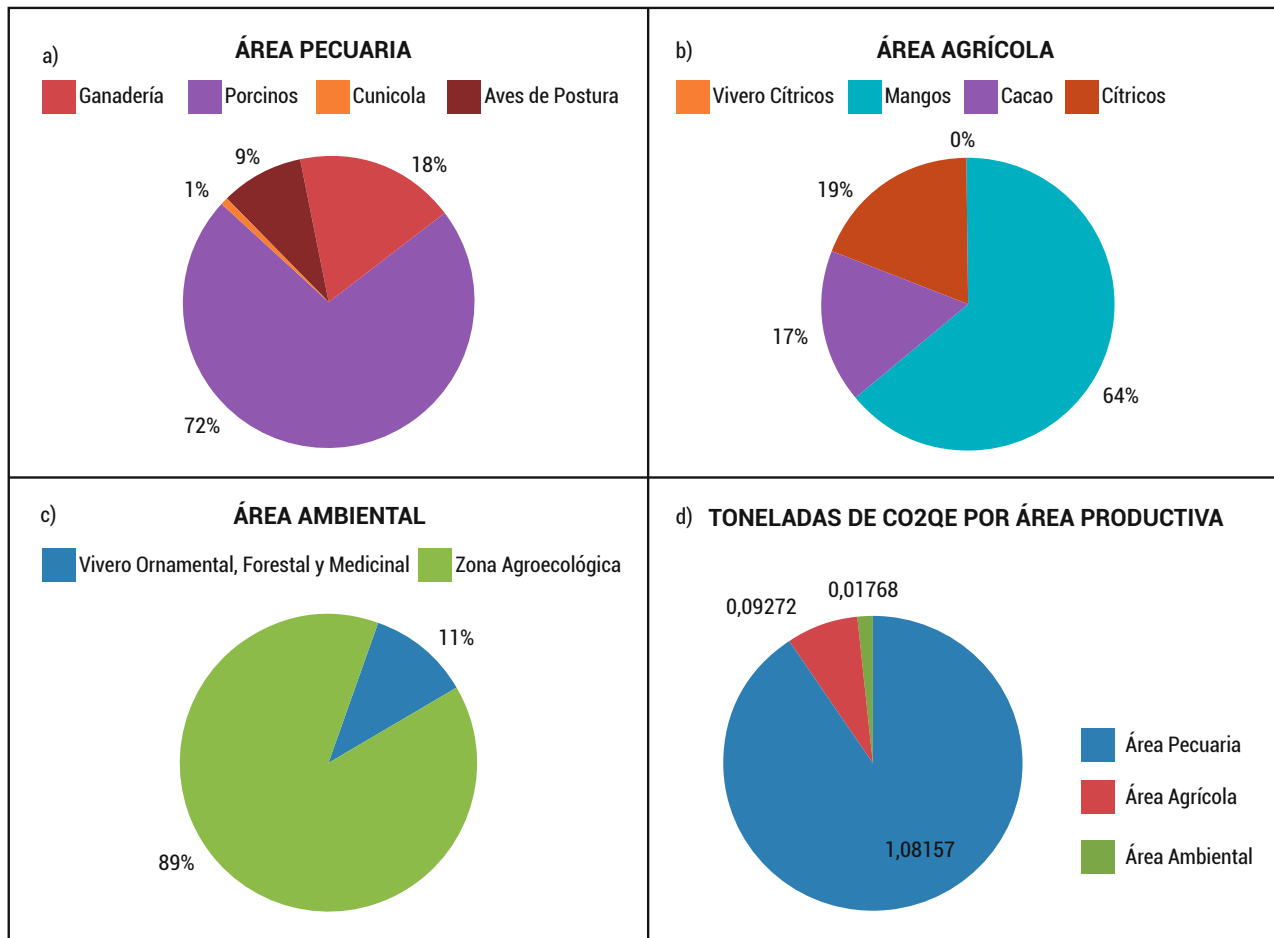


Figura 2. CO₂Eq generado por los residuos sólidos en las Áreas productivas del CEFA. a) Porcentaje de CO₂Eq generado por los residuos sólidos en el área pecuaria. b) Porcentaje de CO₂Eq generado por los residuos sólidos en el área agrícola. c) Porcentaje de CO₂Eq generado por los residuos sólidos en el área ambiental. d) Toneladas de CO₂Eq generadas por los residuos sólidos de las áreas productivas.

Conclusiones

De acuerdo con los datos obtenidos en el estudio se evidencia que las áreas productivas de mayor generación de GEI son las áreas agrícola y pecuaria, ya que en ellas la producción de estos gases es constante, ya sea por las actividades rutinarias o por la producción; debido a ello se hace pertinente el establecimiento de estrategias que favorezcan la mitigación del impacto ambiental generado por los alcances o impactos a la atmósfera. También se hace importante que los sistemas productivos agropecuarios, identifiquen fuentes de productividad que no se hayan tomado en cuenta frente a la producción y el valor agregado a sus productos, como son los procesos de transformación y aprovechamiento de los residuos sólidos generados por dichas actividades. Además, es necesario implementar acciones de producción limpias, ya que aportarían en gran medida a la disminución de la huella de carbono en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura.

Bibliografía

- Andrade, H. J., Oswald, C. & Segura, M. (2014). Carbon footprint of the rice (*Oryza sativa*) production system in the municipality of Campoalegre, Huila, Colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(1): 25-31.
- Baethgen, W. & Martino, D. (2001). Emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores agropecuario y forestal del Uruguay y oportunidades en el mercado de carbono. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 9(2): 127-134.
- Bhattacharyya, P., Roy, K., Neogi, S., Adhya, T., Rao, K., & Manna, M. (2012). Effects of rice straw and nitrogen fertilization on greenhouse gas emissions and carbon storage in tropical flooded soil planted with rice. *Soil and Tillage research*, 124: 119-130.
- Casado Casado, L. (2015). Derecho y políticas ambientales en Catalunya. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 5(2).
- Corominas, J. (2010). Agua y energía en el riego, en la época de la sostenibilidad. *Ingeniería del agua*, 17(3): 219-233.
- Eixarch, M. M., Garcia, A. R., Pujadas, M. R. T., Caiola, N. A. M., Torren, L. J. & Martí, C. I. (2015). Medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en el Delta del Ebro: proyecto Life Ebro-Admiclim. *Agrícola vergel: Fruticultura, horticultura, floricultura*, 34(383): 153-155.
- Espíndola, C. & Valderrama, J. O. (2012). Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Información tecnológica*, 23(1): 163-176.
- Higuera, P. J. R. & Caicedo, J. D. P. (s.f.). Flujos de dióxido de carbono entre el océano y la atmósfera en las áreas marítimas colombianas durante el período 1998-2001.
- Linares, P. & Pintos, P. (2013). Los efectos económicos del sistema europeo de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero. *Cuadernos de Información Económica*. (237): 97-104.
- Schneider, H. & Samaniego, J. (2009). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Seltzer, J. C. (2015). La contabilidad de gases de efecto invernadero en el programa GEI de México. *Documentos de Trabajo de Contabilidad Social* (1): s.p.

PROCESOS DE ACIDULACIÓN PARCIAL Y CALCINACIÓN DE LA ROCA FOSFÓRICA DEL HUILA PARA NUEVOS PRODUCTOS FERTILIZANTES³

Armando Torrente Trujillo
Profesor Titular Universidad Surcolombiana
armando.torrente@gmail.com

Víctor Hugo Pérez Gómez
Universidad Surcolombiana
rotciv05@gmail.com

Anderson Medina Dussán
Universidad Surcolombiana
andermed16@gmail.com; andermed@outlook.com

César Hernando Bolívar Herrera
Universidad Surcolombiana
cesarhernandobolivar@gmail.com,

Edgar Montealegre Cárdenas
Universidad Surcolombiana
ingemco@hotmail.com,

Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario (GHIDA)

Resumen: El propósito de la presente investigación fue la obtención de nuevos productos con mayor disponibilidad de fósforo como fertilizantes mediante procesos de acidulación parcial y calcinación de la roca fosfórica de la mina Media Luna en el departamento del Huila, para lo cual se realizan distintas pruebas experimentales. Las variables del diseño experimental para el proceso de acidulación parcial de la roca fosfórica fueron: grado de acidulación, tamaño de grano y tiempo de reacción. En el proceso de calcinación para la fusión de la roca fosfórica, se utilizó como variante un fundente (serpentina) a temperatura de 1200 °C. Los resultados de caracterización muestran que los contenidos de fósforo total, asimilable y soluble de la roca fosfórica, presentan coeficientes de variación del 5.41 %, 13.04 % y 42.58 % respectivamente, explicados por la alta heterogeneidad del material extraído en la mina y su manejo. Los productos de roca fosfórica con mayor contenido de fósforo asimilable seleccionados fueron los tratados con acidulación parcial al 40 % de ácido sulfúrico (H_2SO_4) con fracciones que

Palabras clave: Roca fosfórica, procesos de la roca fosfórica, fósforo natural.

3. El presente artículo es producto de una investigación en curso. Se publica en el marco del plan de transferencia al SENA incorporado en el convenio 003 de 2014 entre la Universidad Surcolombiana e InfiHuila (Corredor Tecnológico del Huila), con el objeto de ejecutar el proyecto de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación SIGP No. 17733 denominado "Aprovechamiento de los recursos minerales calcáreos y fosforitas del departamento del Huila en el desarrollo de nuevos insumos para la agricultura". El proyecto, en ejecución, inició el 26 de septiembre de 2014 y finalizará el 25 de marzo de 2016. Es financiado con recursos de regalías de la gobernación del Huila, del SENA y la empresa privada, y ejecutados por la Universidad Surcolombiana.

pasan por malla 100 y cuya reacción tiene duración de 20 minutos, obteniéndose así la máxima solubilidad. El tiempo de reacción del proceso de acidulación no tuvo efecto relacionado con el contenido de fósforo asimilable. Los tratamientos de calcinación de la roca fosfórica, sin y con serpentina, no mostraron diferencia significativa en contenidos de fósforo asimilable.

PARTIAL ACIDULATION PROCESS AND CALCINATION OF PHOSPHATE ROCK OF HUILA FOR NEW FERTILIZING PRODUCTS

Abstract: This research aimed at the development of new products with higher availability of phosphorus as a fertilizer through partial acidulation processes and calcination of phosphate rock from the mine Media Luna in the department of Huila, hence different experimental tests are performed. The variables in the experimental design for the process of partial acidulation of the phosphate rock were: degree of acidulation, rock particle size and reaction time. In the process of calcination for the fusion of the phosphorus rock, a flux variant (serpentine) was used at a temperature of 1200^oC. The characterization results show that the contents of total assimilated and soluble phosphorus of the phosphate rock have variation coefficients of 5.41%, 13.04% and 42.58% respectively due to the high heterogeneity of the material extracted in the mine and its management. The products of phosphate rock with a higher content of phosphorus that can be assimilated were treated with partial acidulation to 40% with sulfuric acid (H₂SO₄) with fractions that pass through a 100-mesh sieve and whose reaction lasts 20 minutes, thereby obtaining the maximum solubility. The reaction time of the acidulation process had no effect related to the content of phosphorus that was able to be assimilated. Calcination treatments of phosphate rock with and without serpentine, showed no significant difference in content of phosphorus that was able to be assimilated.

Keywords: Phosphate rock, processes phosphate rock, natural phosphorus.

Introducción

El compuesto de fósforo en las rocas es una forma del mineral apatita y dependiendo de su origen e historia geológica, las apatitas pueden tener características físicas, químicas y cristalográficas distintas (Chien, 2003). Los factores que influyen en la efectividad de la roca fosfórica para su uso en fertilizantes son: su reactividad, las propiedades del suelo, las condiciones climáticas, las especies que se cultivarán y las prácticas de cultivo (Chien & Menon, 1995), (IFA, 1998). La efectividad agrícola de la roca fosfórica se incrementa en cuanto aumente la sustitución de carbonatos por fosfatos en el cristal de apatita y el tamaño de la partícula (menos de 0.15 mm) (Solórzano, 1993), (Fernández & Meza, 2004). La roca fosfórica es un fertilizante natural, que presenta una adecuada relación

de precios por unidad de nutriente, pero de menor concentración y más lenta solubilidad que los fertilizantes industriales. En suelos ácidos, mantiene una progresiva solubilización a través del tiempo que posibilita un aporte de fósforo similar a las fuentes más solubles (FAO, 2007).

Muchos depósitos de roca fosfórica se encuentran en los trópicos y los subtrópicos y no han sido explotados. Una razón es que estos yacimientos no cumplen los estándares para la producción de fertilizantes basados en fósforo, solubles en agua utilizando tecnología convencional. Otra razón es que los depósitos son muy pequeños para sustentar la inversión requerida para su explotación y proceso industrial (Ivanova & Bojinova, 2006), (Rodríguez & Herrera, 2002), (Pérez et al., 1995).

La llamada roca fosfórica comercializada en Colombia, contiene alrededor del 30 % de P_2O_5 y es la fuente de fósforo más utilizada para la fabricación de fertilizantes agrícolas. Estos consisten básicamente en una mezcla de compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), elementos considerados como los macronutrientes básicos de las plantas. También contienen proporciones menores de otros elementos considerados todos como micronutrientes, o por lo menos la mayoría de los insumos utilizados en la producción de fertilizantes son de origen mineral (Alvarado & Barreto, 2005).

En Colombia se encuentran niveles de fosfáticos en formaciones arenosas del Cretáceo Superior de la Cordillera Oriental, los cuales se han configurado como yacimientos en varios lugares de esta cordillera. Algunos de estos yacimientos fueron parcialmente explorados por INGEOMINAS en los primeros años de la década del 60. Según esta entidad, el espesor de los niveles mineralizados varía entre 0,5 a 5,4 m y los tenores de P_2O_5 oscilan entre 10 y 37 %. Actualmente se explota la roca fosfórica en 15 áreas localizadas en los departamentos de Boyacá, Norte de Santander y Huila (Unión Temporal Gi.Georecursos, 2005).

Por su parte, las principales empresas productoras de este material son Fosfatos de Boyacá S.A, localizada en el departamento de Boyacá; FOSFONORTE S.A, localizada en Norte de Santander; y FERTIPAEZ, S.A., Productos Químicos Panamericanos, S.A. y Fosfatos del Huila S.A, localizadas en el departamento del Huila. La producción colombiana de roca fosfórica no alcanza a satisfacer la demanda interna, por lo cual se importa anualmente un importante volumen de compuestos de fósforo (Unión Temporal Gi.Georecursos, 2005).

En Colombia existen varias empresas, grandes y pequeñas, que producen el fertilizante para el mercado interno y algunas para el externo. Su producción industrial incluye, además de fertilizantes complejos NPK enriquecidos con elementos menores y secundarios, algunas materias primas intermedias obtenidas a partir de la roca fosfórica, tales como el ácido fosfórico y el fosfato de amonio. Otras, generalmente pequeñas, se ocupan de procesar la roca fosfórica y otros minerales para su aplicación directa en agricultura.

El propósito de la investigación es realizar pruebas de calcinación y acidulación parcial de la roca fosfórica en busca de obtener mayor concentración y disponibilidad de fósforo para su aprovechamiento como fertilizante natural en la producción agrícola.

Metodología

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana de Neiva, tomando muestras varias en la mina Media Luna localizada en la vía a Praga y en la Planta Industrial de Bambucá en el municipio de Aipe, departamento del Huila.

Caracterización físico-química de la roca fosfórica:

Se realizó a través de muestras tomadas de la Planta Bambucá en el municipio de Aipe, departamento del Huila, propiedad de la Empresa Fosfatos del Huila S.A., durante diferentes etapas del proceso de molienda, utilizando métodos de calcinación y acidulación parcial.

Pruebas de calcinación: Se realizaron pruebas de calcinación en mufla a 1200 °C durante 45 minutos, con muestras de 10 gramos de roca fosfórica molida dispuesta sobre crisoles de porcelana. Además, se hicieron pruebas de calcinación con gas propano en cucharas de arcilla especiales para fundición durante 20 minutos hasta alcanzar temperatura de 1300 °C.

Pruebas de acidulación parcial: Se mezclaron 870 g de roca fosfórica (contenido de P_2O_5 de 28.5 %), 220 g de ácido sulfúrico al 98 % y 350 cm³ de agua, durante un tiempo de proceso de 40 minutos, de los cuales 20 minutos se dedicaron a la mezcla de la fosforita (roca fosfórica molida) y agua, y el tiempo restante en reacción con el ácido sulfúrico. Después de este periodo, se descargó el material sobre una superficie hasta finalizar su reacción, evidenciándose la presencia de gases. Luego de 12 horas del vaciado, el material se hallaba con humedad en el rango del 4 al 10 %, situación que condujo a la homogenización para el secado uniforme. Con el fin de acelerar el proceso, se sometió a un horno de secado con aireación por convección durante 24 horas a temperatura constante de 105 °C y posteriormente se redujo el tamaño del material acidulado hasta pasar el 100 % por malla 4 y se colectó la fracción retenida en malla 10 para su empaque y exhibición como primer producto del ensayo.

El producto obtenido es similar a los existentes en el mercado como son el Calfos y la Fosforita. Con esta experiencia se logró un fertilizante en estructura granular, mostrando la susceptibilidad de obtener un material con buena presentación y calidad para el mercado. El pH de la fosforita se evaluó para diferentes relaciones roca-agua destilada con valores que variaron entre 6.0 y 7.0.

Se cuantificó la concentración de fósforo en sus tres formas comunes: total, soluble y asimilable para un total de 181 lecturas en el espectrofotómetro UV. A los tratamientos con acidulación parcial de la roca fosfórica, se realizaron 86 análisis de la concentración de fósforo en sus tres formas y 143 análisis de los elementos calcio, magnesio, potasio y sodio durante el proceso de caracterización de la roca fosfórica del Huila.

Las variables del diseño experimental para acidulación parcial de la roca fosfórica fueron: (a) grado de acidulación, (b) tamaño de grano y (c) tiempo de reacción. Para su codificación y análisis se usó el sistema tradicional, según el diseño experimental 2³, donde dos (2) es el número de niveles que toma la variable y tres (3) el número de variables a tratar, las diferentes combinaciones de tratamientos, ocho (8) en total, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos de acidulación parcial

(1)	A, B, C; están en el nivel bajo
a	A está en el nivel alto B y C en el nivel bajo
b	B está en el nivel alto A y C en el nivel bajo
ab	A y B están en el nivel alto y C en el nivel bajo
c	C está en el nivel alto A y B en el nivel bajo
ac	A y C están en el nivel alto y B en el nivel bajo
bc	B y C están en el nivel alto y A en el nivel bajo
abc	A, B y C están en el nivel alto

Fuente: Elaboración propia.

Los dos (2) niveles que toman cada una de las variables (alto y bajo), se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos de la roca fosfórica en acidulación parcial con diversos tamaños y tiempos de reacción

Acidulación (%)	20 min		40 min	
	mall 20	mall 100	mall 20	mall 100
20	(1)	b	c	bc
40	a	ab	ac	abc

Fuente: Elaboración propia.

Resultados y discusión

De manera general, los resultados de la tabla 4 muestran variaciones relativas en los elementos químicos contenidos en la roca fosfórica dependiendo de su procedencia, bien sea de la mina Media Luna (rajón) o de la Planta Bambucá (fosforita). De la roca fosfórica procedente de la mina hacia la Planta, se aprecia la disminución de los elementos calcio (6 %) y fósforo (7 %). Igualmente se presenta incremento de los silicatos (13 %), aluminio (0.68 %), hierro (0.41 %), magnesio (0.035 %) y potasio (0.07 %), mientras el sodio permanece constante. Así mismo incrementan las pérdidas de masa por calcinación a 1000 °C (1.3 %).

Se hace claridad de que la denominación de fosforita corresponde a la roca fosfórica molida industrialmente para la posterior comercialización.

Los contenidos de sodio registran el mismo nivel para todas las muestras. El contenido de potasio en los análisis muestra un incremento del 0.07 % en la concentración de este elemento, en el tránsito de la mina a la Planta industrial de fosfatos. Se aprecian diferencias estadísticas significativas al 5 % entre los contenidos químicos de la roca fosfórica según su origen (mina y Planta) a excepción del contenido de sodio (Na).

El contenido de humedad de la roca fosfórica después de someterse a la estufa de secado a temperatura constante de 105 °C durante 24 horas, osciló entre 2.6 y 7 %, con un promedio de 5.1 %. Esta corresponde a la humedad de equilibrio con el ambiente en condiciones

Tabla 3. Elementos químicos (%) contenidos en la roca fosfórica rajón y fosforita

Origen de la roca fosfórica	Ca	SiO2	Al	Fe	Mg	P2O5	Na	K	H	Pérdidas por calcinación
Mina (rajón)	44	12	0.42	0.39	0.065	34.5	0.13	0.06	0.9	2.7
Planta (fosforita)	38	25	1.10	0.80	0.100	27.5	0.13	0.13	0.7	4.0
Diferencia	- 6	+ 13	+ 0.68	+ 0.41	+ 0.035	- 7	0	+ 0.07	-0.2	+ 1.3

Fuente: Elaboración propia.

del Laboratorio de Suelos (temperatura ambiente de 27 °C y humedad relativa ambiental del 70 %).

Se observó que a medida que la relación agua-suelo fue menor, el pH se hizo creciente en la franja alcalina. Esto demuestra que el agua utilizada afectó la roca fosfórica, produciendo reacciones químicas en su interior asociadas a la disolución de calcio. Los ensayos adelantados de solubilidad muestran un valor bajo para la fosforita, siendo en promedio de 0.047 % (fosforita en agua a 25 °C).

Proceso de calcinación de la roca fosfórica: La calcinación es un proceso alternativo en la producción de un fertilizante con alto contenido de fósforo asimilable (alrededor del 18 % como P_2O_5). Sin embargo, para alcanzar este grado de asimilación es necesario llevar las materias primas (roca fosfórica y/o fundentes) a temperaturas superiores a 1400 °C (Chien & Menon, 1995). La investigación se propuso alcanzar la fusión de la roca fosfórica utilizando como fundente serpentina, ya que la temperatura de fusión de la roca fosfórica pura está alrededor de 1400 °C.

Se procesaron 12 muestras de roca fosfórica con tratamientos de calcinación con fundente (serpentina) y sin fundente. Con el fin de conocer las condiciones de operación de las muflas, se realizaron las curvas de calentamiento para los ensayos (Tabla 4). El resultado del tratamiento por calcinación contrasta con el fósforo asimilable de la roca fosfórica tratada con acidulación parcial y no se observa diferencia significativa respecto al fósforo asimilable de la roca fosfórica ($P \geq 95 \%$).

Tabla 4. Caracterización de la roca fosfórica molida (fosforita)

CARACTERÍSTICA	RESULTADO	COMPOSICIÓN	RESULTADO (%)
Color (Munsell)	Pardo pálido (10YR6/3)	Fósforo total	23 a 30.2
Humedad	2.6 - 7 %	Fósforo asimilable	7.3 a 14.7
Densidad	1.3 a 1.6 g/cm ³	Fósforo soluble	10
Coefficiente de Uniformidad	Cu = 22.72	Calcio (CaO)	37.86
Coefficiente de gradación	Cg = 0.305	Magnesio (MgO)	0.10
Consistencia	No plástico	Potasio (K ₂ O)	0.04
Compactación	2.8 g.cm ⁻³	Sodio (Na ₂ O)	0.016
PH	7.0 (Neutro)	Sílice	24.08
Salinidad	Baja	Flúor	3.99
Solubilidad	Baja	Azufre	0.14
Reactividad	Lenta	Aluminio	1.05
		Hierro	5.50

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del proceso de calcinación fueron los siguientes: reducción del peso total con variación entre 6.0 y 8.6 %; adherencia de la roca fosfórica al fondo del recipiente, haciendo difícil la extracción del material calcinado y se alcanzó el punto de mineralización de la roca hasta obtener formas minerales simples (Tabla 5).

La roca fosfórica se debe someter a temperatura superior a las probadas (870 a 1300 °C), ya que los mayores niveles de fósforo asimilable se esperan a temperaturas superiores (Fernández & Noguera, 2003).

Tabla 5. Fósforo en los tratamientos de calcinación de la roca fosfórica

Muestra	Fósforo asimilable (%)	Tratamiento
C2	5,42	800 °C Serpentina 1.5 % sin apagado
C3	8,02	800 °C sin apagado
C4	10,84	Doblado en Rea 870 °C 10 % apagado
C5	9,04	870 °C 20 % apagado
C6	7,57	870 °C 40 % sin apagado
C7	5,76	870 °C 40 % serpentina apagado
C8	7,50	870 °C 20 % serpentina apagado
C9	8,42	870 °C 10 % serpentina apagada
C10	7,63	Rajón 1278 °C, sin apagado
P2	5,64	Rajón 1278 °C, sin apagado
P3	11,63	1300 °C gas sin apagado
RA	7,48	Fósforo asimilable en fosforita sin tratar
RB	8,21	Fósforo asimilable en fosforita sin tratar
RC	7,80	Fósforo asimilable en fosforita sin tratar
FF1	8,37	Fosforita y serpentina 5 % fundida la mezcla y apagada
FF2	5,90	Fosforita y serpentina 10 % fundida la mezcla y apagada
FF3	5,60	Fosforita y serpentina 10 % fundida la mezcla y apagada
FF4	6,59	Fosforita y dolomita 20 % fundida la mezcla y apagada
FF5	7,33	Fosforita fundida y apagada

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 se presenta el porcentaje de fósforo soluble, fósforo asimilable y fósforo total en los distintos tratamientos codificados mediante procesos de acidulación parcial de la roca fosfórica del Huila como se planteó en el Cuadro 3, teniendo como factores: (a) el grado de acidulación, (b) el tamaño de grano (número de malla) y (c) el tiempo de reacción. El porcentaje de fósforo asimilable para los distintos tratamientos de acidulación parcial incluyendo los tres factores mencionados varió entre 9.73 y 14.66, la fracción de fósforo soluble resultó muy baja, variando entre 1.51 y 6.72 %, mientras que el porcentaje de fósforo total varió entre 22.11 y 25.83 %.

La fracción de fósforo soluble con relación al fósforo total presentó variación entre el 8 y el 26 %, mientras que la fracción de fósforo asimilable con relación al fósforo total presentó variación entre el 44 y el 57 %.

Tabla 6. Fósforo en los tratamientos de acidulación parcial de la roca fosfórica

Tratamiento codificado	% Fósforo								
	Soluble			Asimilable			Total		
	R I	R II	R III	R I	R II	R III	R I	R II	R III
(1)	1,79	1,67	1,51	10,66	10,99	11,58	25,51	25,43	25,13
a	6,16	6,42	5,99	12,36	11,28	10,90	23,09	22,86	22,99
b	3,11	2,85	2,91	14,66	13,32	12,82	25,83	25,58	25,15
ab	6,72	6,61	6,54	14,17	14,04	13,92	22,47	21,99	22,11
c	2,80	2,65	3,04	12,46	12,20	13,41	24,06	24,37	24,12
ac	4,99	5,28	4,98	10,07	9,76	9,73	22,75	22,39	22,46
bc	2,79	2,82	2,59	14,19	14,23	13,93	24,38	24,44	24,17
abc	5,80	5,30	5,31	14,75	14,10	14,03	22,88	22,22	22,37

(a) % Acidulación, (b) Tamaño de Partícula, (c) Tiempo de reacción.
Fuente: Elaboración propia.

Los tratamientos de acidulación parcial de la roca fosfórica del Huila con mayor expresión en porcentaje de fósforo asimilable corresponden a los tratamientos b, ab, bc y abc cuyos promedios son 13.60 %, 14.04 %, 14.20 % y 14.29 % respectivamente, presentando rendimientos significativos superiores a un nivel de significancia del 0.05, con relación al resto de los tratamientos puestos a prueba.

La mayor fracción de fósforo asimilable en promedio es la correspondiente al tratamiento abc (40 %, malla 100, 40'), lo que significa un grado de acidulación parcial con ácido sulfúrico de 40 %, tamaño de grano que pasa por malla 100 y 40 minutos de reacción; sin embargo, desde el punto de vista técnico-económico presenta mayor ventaja el tratamiento bc (20 %, malla 100, 40') es decir, grado de acidulación parcial con ácido sulfúrico del 20 %, tamaño de grano que pasa por malla 100 y 40 minutos de duración en la reacción de mezcla.

Con relación al fósforo total dado en porcentaje, los tratamientos de mayor concentración correspondieron a (1) (20 %, malla 20, 20') y (b) (20 %, malla 100 y 20'). Obsérvese que el tratamiento bc presenta altos niveles correspondientes de fósforo total y asimilable, ratificando su bondad técnico-económica para la obtención de fuentes de fósforo aprovechable para las plantas.

Conclusiones

La adición de fundentes a la roca fosfórica en el proceso de calcinación, aumenta el contenido de fósforo asimilable en el producto final. Para obtener mayores niveles en cuanto a contenidos de fósforo asimilable, se requiere un mayor grado de temperatura y evaluar la conveniencia agronómica de introducir fundentes.

- Se debe alcanzar la fusión total de la roca fosfórica y proceder con el inmediato apagado utilizando agua.
- Los contenidos de fósforo total, asimilable y soluble de la fosforita procedente de la mina y de la Planta de Fosfatos del Huila S.A., son muy variables, esto se explica por la alta heterogeneidad de las materias primas procedentes de la explotación de la roca fosfórica.
- Los productos de la roca fosfórica con mayor contenido de fósforo asimilable son los procedentes de acidulación parcial con fosforita molida en malla 100.
- El contenido máximo de fósforo soluble se obtiene con el mayor nivel de acidulación parcial de la roca fosfórica.
- Los tratamientos de calcinación de la roca fosfórica sin y con serpentina, no mostraron diferencia significativa en contenidos de fósforo asimilable.

- El tiempo de reacción del proceso de acidulación no tiene efecto en el contenido de fósforo asimilable. Se debe estudiar su influencia en las características físicas del producto final, especialmente la viscosidad de la masa (relacionada con la cantidad de agua en la reacción).

Bibliografía

- Ivanova, R. P., & Bojinova, D. Y. (2006). The Solubilization of Rock Phosphate by Organic Acids. *Phosphorus, Sulfur, and Silicon*, 181:2541–2554. Kucey R.M.N.
- Alvarado, L., & Barreto, R. (2005). *Minerales Naturales utilizados en Colombia como fuentes en fertilizantes o enmiendas de suelo*. Brasil.: CYTED.
- Chien, S. H. (2003). Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. *In direct application of phosphate rock and related technology: latest development and practical experiences*, (S.S.S. Rajan and S.H. Chien, ed.). *Special Publications IFDCSP- 37, IFDC, Muscle Shoals, Alabama.*, pp.50-62.
- Chien, S. H., & Menon, R. G. (1995). Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. *Fertilizer Research*, 227 - 234.
- FAO. (2007). Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. ISBN, 9789253050307. Job Number, Y5053/S., Número en series, 13 Boletines. Series No.150 Rome. .
- Fernández, S. M., & Meza, C. A. (2004). Efecto residual de la roca fosfórica de Riecito modificada por calcinación o acidulación sobre plantas de maíz en suelos con nivel variable de calcio. *Bioagro* 16(2), 93-98.
- Fernández, S. M., & Noguera, R. S. (2003). Producción de fosfatos térmicos a partir de rocas fosfóricas nacionales. *Agronomía Tropical* 53(1), 49-57.
- IFA. (1998). The Fertilizer Industry's manufacturing process and Environmental Issues. *Technical Report*, No. 26 - Part. 1.
- Pérez, M. J., Troung, B., & Fardeau, J. C. (1995). *Solubilidad y eficiencia agronómica de algunas rocas fosfóricas venezolanas (naturales y modificadas) mediante el uso de técnicas isotópicas*. Venezuela.

Rodriguez, R., & Herrera, J. (2002). Field evaluation of partially acidulated phosphate rocks in a ferrasols from Cuba. *Nut. Cyc. Agroecosys.* 63 (1), 43 – 48.

Solorzano, P. R. (1993). Evaluación de Roca Fosfórica Natural y Compactada en Diversos Sistemas Sue-

lo-planta en Venezuela. *Venesuelos*, Vol. 1, núm. 1.

Unión Temporal Gi.Georecursos. (2005). *Análisis de la estructura productiva y mercados de la roca fosfórica*. Bogotá, D.C. : Informe final contrato 1517-08-2005. 123p.



IDENTIFICACIÓN DE MERCADOS VERDES COMO ALTERNATIVAS PRODUCTIVAS EN EL CENTRO DE FORMACIÓN AGROINDUSTRIAL LA ANGOSTURA

Diego M. Quintero V.

Instructor Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
dmquintero68@misena.edu.co

Dania L. Valencia C.

Aprendiz Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
dlvalencia23@misena.edu.co

Sergio A. Orduz T.

Instructor Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
sorduz@gmail.com

Resumen: La necesidad de buscar comercios alternativos como mercados verdes en el Huila permitirá favorecer la competitividad, en especial por la gran variedad de empresas del departamento. El Centro de Formación Agroindustrial La Angostura (CEFA) se caracteriza por poseer diversas unidades productivas convirtiéndolo en un modelo para implementar mercados verdes; es por ello que se propone identificar mercados verdes como alternativa productiva. Para ello, se aplicó un diagnóstico descriptivo sobre los conocimientos en mercados verdes en instructores y administrativos del CEFA, dicha información fue analizada para diferenciar grupos por nivel de conocimiento. Posteriormente se procedió a identificar productos o servicios verdes en corto (<6 meses), mediano (6-36 meses) y largo (>36 meses) plazo. Se determinó que los administrativos registraron, en promedio, asertividad baja en comparación a los instructores (t-student; p: 0.019). El principal mercado verde identificado por los entrevistados es *Uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad*; sin embargo, el producto *Biotecnología* no fue identificado o recomendado. Para ambos casos como producto real, teórico y potencial, fue identificada la *Agricultura Ecológica* aunque la *Educación Ambiental* no es opción clara como producto verde para ninguno de los dos grupos de estudio. Con relación a los productos o servicios identificados como potenciales mercados verdes, a corto plazo el compost es la principal opción; a mediano, el servicio de ecoturismo es representativo; y por último, a largo plazo, los árboles maderables. Este estudio permitió establecer la orientación para la adecuada divulgación, implementación y compromiso en relación a mercados verdes; además fueron identificados 7 mercados para posible implementación.

Palabras claves: Marketing ecológico, Mercado verde, productos verdes, servicios verdes.

IDENTIFICATION OF GREEN MARKETS AS PRODUCTIVE ALTERNATIVES IN AGROINDUSTRIAL TRAINING CENTER "LA ANGOSTURA"

Abstract: The need to find alternative markets such as green markets in Huila will help foster competitiveness, especially for the wide variety of industries in the department. The Agroindustrial Training Center La Angostura (CEFA) is characterized as having several productive units; this makes it a model for implementing green markets, which is why it is intended to identify green markets as a productive alternative. A descriptive diagnosis of knowledge in green markets was carried out with instructors and administrative staff of CEFA; the information was analyzed to distinguish groupings of knowledge. Then green products or services were identified as short-term (<6 months), medium term (6-36 months) and long-term (> 36 months). It was determined that the administrative staff registered a low assertiveness ratio compared to instructors (t-student, p:0.019). The main green market identified by the interviewees is *Sustainable use and development of Natural Resources and Biodiversity*, however the product *Biotechnology* was not identified or recommended; in both cases *Organic Farming* was considered as an actual, theoretical and potential product while *Environmental Education* was not a clear choice as a green product for any of the two study groups. Regarding goods or services, compost was identified as the main option for a potential green market in the short-term; ecotourism service is representative in the medium term, and finally timber trees in the long-term. This study established how adequate guidance for information, implementation and commitment should be delivered in relation to green markets; furthermore, seven markets were identified for possible implementation.

Keywords: Ecological marketing, green market, green products, green services.

Introducción

El crecimiento demográfico y la economía internacional, han sido algunos de los argumentos principales para la búsqueda de nuevas alternativas comerciales que además generen ingresos per cápita a empresas. Adicionalmente, la responsabilidad empresarial como política comercial, aporta al cuidado de los recursos naturales; lo que implica que la actividad industrial o agropecuaria debe prescindir o reducir al mínimo su impacto sobre el medio ambiente, logrando un equilibrio entre las necesidades de los consumidores, así como el bienestar de la sociedad en la actualidad y en la futura (Cronin, Smith, Gleim, Ramírez, & Martínez, 2011).

Dentro de las diferentes alternativas que dan lugar a la responsabilidad y a las políticas ambientales empresariales, el Marketing Ecológico (ME) y Mercado Verde (MV) cobran fuerza, en especial por que estas surgen

a raíz de la necesidad de mejorar y proteger los recursos naturales, y donde las empresas se ven obligadas a adaptarse a las demandas ecológicas de sus mercados y a las entidades protectoras ambientales (González & Lacoba, 2006). El ME se refiere a aquellas actividades de comercialización que se realizan en un lugar determinado para facilitar los intercambios de productos y servicios, y de esta manera satisfacer la demanda de los clientes considerando el cuidado y protección de los recursos naturales y del medio ambiente (Samper, et al., 2008). De otro modo, el ME está conformado por un conjunto de estrategias de comunicación y de comportamiento de productos y servicios no dañinos para el entorno (Prakash, 2002). Además, como estrategia de Marketing Ecológico, es necesario considerar los mercados y potenciales clientes en donde los productos y servicios sean amigables

con el medio ambiente, respondiendo a una preferencia o necesidad, e involucrando el aprovechamiento de los recursos naturales (Ram et al., 2009).

Metodología

Con el fin de identificar potenciales mercados, productos y servicios verdes, se evaluó el conocimiento de los diferentes niveles (Instructores y administrativo) del centro de Formación Agroindustrial la Angostura (CEFA) que tienen influencia directa sobre el resto de la comunidad académica; paralelamente fueron identificados productos o servicios verdes potenciales en las unidades productivas que el CEFA posee.

Diagnóstico de conocimientos

Para la realización de esta investigación se desarrolló una encuesta con siete preguntas a veinte personas, la cual incluía: (a) instructores del área ambiental y (b) personal del área administrativa del CEFA, con el fin identificar el conocimiento que se tiene sobre Marketing Ecológico, Mercados, productos y servicios verdes, usando parámetros propuestos por del Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes (PENMV) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Corantioquia & Naturales, 2010). En general se quiso establecer si los entrevistados tenían claro el concepto de mercados verdes y determinar el grado de conocimiento sobre los mercados verdes avalados por PENMV y los que conocen o identifican como productos o servicios presentes o potenciales en el Centro de Formación.

Como primer paso, las 20 personas fueron encuestadas aleatoriamente en forma de entrevista, con la finalidad de registrar y tabular la información. Luego se diseñó una matriz de conceptualización y asociación de información para estandarizar conceptos entre las respuestas del entrevistado y el PENMV, permitiendo identificar palabras claves y unificar criterios.

Posteriormente se evaluó si existía diferencia en la media de conocimiento entre instructores y administrativos usando una prueba t-student ($\alpha: 0.05$). Seguidamente, la información de las preguntas asociadas a identificación de mercados verdes se observó mediante análisis estadísticos descriptivos según su grado de conocimiento. No obstante, se categorizaron las respuestas del análisis

usando estadística cualitativa, donde el proceso fue desarrollado usando el software SPSS vrs 22. Esta información permitió identificar los mercados verdes más reconocidos por los entrevistados, así como aquellos productos o servicios existentes que no son contemplados como alternativa o potencial en el Centro de Formación y que sí son reconocidos por PENMV.

Identificación de productos o servicios potenciales en el Centro de Formación

La identificación de potenciales productos o servicios verdes en el Centro de Formación, fue realizada mediante visitas a cada unidad productiva. Allí se realizó el registro fotográfico y se clasificó el producto o servicio según el PENMV; sin embargo, según la posibilidad de implementación, estos fueron categorizados en potencial de corto, mediano o largo plazo, siendo corto aquel que se podrá realizar menor a seis meses, mediano plazo de siete a treinta y seis meses, y largo plazo de treinta y seis meses en adelante.

Resultados y discusión

En el marco del análisis por grupos de encuestados, y con base en las definiciones y estándares del PENMV, se determinó que existía diferencia estadística significativa entre la media de conocimientos general del grupo de instructores y administrativos (t-student: 0.0019, $\alpha: 0.05$) siendo el grado de conocimiento de los instructores mayor (0.1898) y de los administrativos menor (0.1347). Esto se puede presentar dado que en general los instructores son del área ambiental, cuyas profesiones están relacionadas con la temática de estudio, aunque no existen programas relacionados con mercados verdes en la formación titulada y complementaria impartida por el Centro de Formación. Sin embargo, el grado de conocimiento de los instructores se considera medio, dado que la media es inferior al 0.5; lo que implica la necesidad de establecer programas dirigidos al fortalecimiento de los conocimientos en torno a mercados verdes.

Línea de uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad

Se realizó un análisis en esta línea y se compararon los resultados de las respuestas entre los instructores

y los administrativos, verificando que el grupo de encuestados tiene un 65 % de conocimiento en tipos de mercados verdes de esta línea, lo que permitió identificar posibles productos en el Centro de Formación, tales como *agricultura ecológica*, abonos orgánicos y bio-insumos, entre los que se encuentran abonos orgánicos y compostaje; de estos últimos, ya existe producción en el Centro.

Identificación del producto más reconocido

En la línea *Uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad*, en la opción de *agricultura ecológica* se identificó que este es el producto de mayor conocimiento por parte de los encuestados (media >0.80), indicando que el 70 % de los entrevistados tiene un conocimiento alto sobre este tipo de mercado existente en el Centro (Figura 1). Esto se presenta dada la extensión de tierras dedicadas a dicho fin, la cual es cercana a 32.5 hectáreas. Es por tanto que este mercado podría ser considerado como una muy buena alternativa para definir productos asociados a *agricultura ecológica*. Sin embargo, es necesario denotar que la certificación de un producto orgánico el cual está relacionado con *agricultura ecológica*, requiere un proceso que entre otras cosas demanda mínimo tres años de aplicación de abonos orgánicos o requisitos de estándares según la normatividad nacional vigente (Resolución 0187 de 20006 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural); por tanto, este debe clasificarse como *producto potencial* para su implementación en el Centro, sobre todo considerando que productos como cereales orgánicos son los más consumidos internacionalmente (Arias et al., 2007).

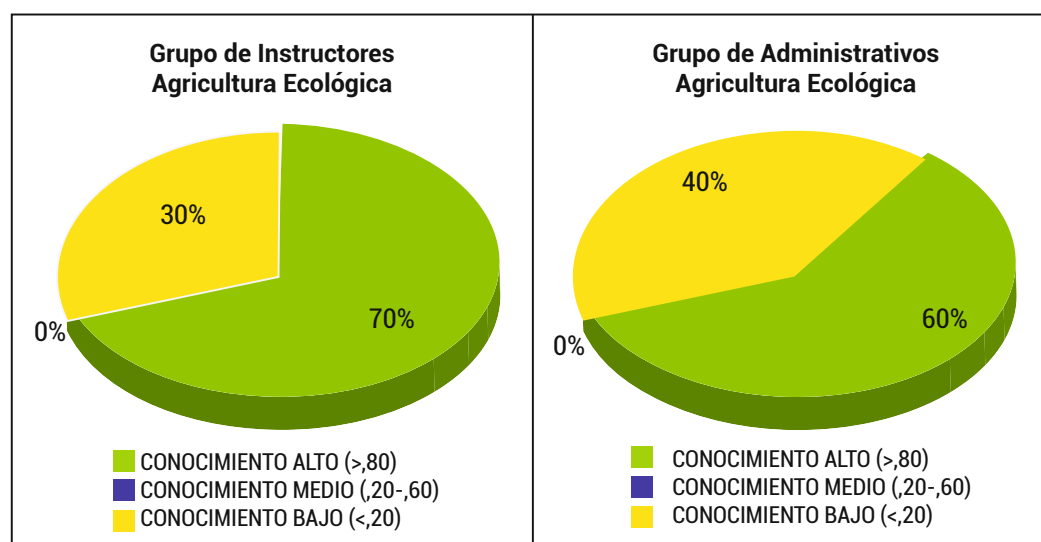


Figura 1. Mercados identificados por Instructores ambientales en productos de *agricultura ecológica* de la línea *Uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad*.

Línea eco-productos industriales

Dentro de la línea de *Eco-productos industriales* se identificó que solo 10 % del total de los encuestados tienen conocimiento sobre mercados verdes de esta categoría, es decir que los encuestados poseen poca noción acerca de productos basados en tecnologías limpias o productos elaborados a partir del aprovechamiento de los residuos o energías renovables como la energía solar, hidroeléctrica y desarrollo de estructuras, etc. Esto implica que se deben implementar programas de capacitación que busquen modificar los hábitos o estrategias de consumo, y además dar a conocer los beneficios de la línea. Esto se debe centrar en la reducción y reutilización de residuos sólidos, y consecuentemente en la transformación en productos limpios y aprovechamiento de energías renovables.

Producto significativo: energías limpias

En la línea de *Eco-productos industriales* la opción más significativa o calificada fue la de energías limpias. Sin embargo, aunque están dadas las condiciones ambientales de luminosidad en el Centro de Formación, el uso de energías limpias está solo implementado en el ambiente Tecnoparque nodo la Angostura y en la portería del Centro; la falta de conocimientos reales con relación a esta opción denota el retraso que el Centro posee. Sin

embargo, el hecho de que se hayan implementado sistemas de aprovechamiento como los presentes en algunas unidades y edificaciones del Centro, implica que el aprovechamiento de energías alternativas y el establecimiento de planes de consumos energéticos ambientalmente sostenibles están dentro de la política del Centro de Formación.

Línea de servicios ambientales

Dentro de la línea de *Servicios ambientales* se identificó que el grupo de encuestados entre instructores y administrativos tiene un 30% de conocimiento sobre este tipo de mercado verde; es decir, que a pesar de que el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura posee un gran potencial de productos y servicios originados en áreas distintas (agrícola, pecuaria, ambiental y mercadeo), no existe un reconocimiento de este tipo de mercado que permita mejorar la calidad de vida y la conservación de los recursos naturales. De acuerdo con estos resultados, se invita a la comunidad a identificar y reconocer variables que incrementen el consumo o las alteraciones ambientales, por medio de sensibilización e identificación de productos amigables con el medio ambiente, y promoviendo estrategias de mitigación de impacto ambiental.

Producto significativo: ecoturismo

En la línea de *Servicios ambientales* la opción más significativa o calificada fue el *Ecoturismo*, aunque solo el 10% de los entrevistados tiene conocimiento sobre este servicio verde. Se debe tener en cuenta que La Angostura cuenta con 253.5 hectáreas y 32 unidades productivas, pero ha sido difícil la realización de recorridos ecológicos debido a que no se cuenta con rutas establecidas que indiquen a los visitantes de forma responsable, sobre los beneficios de esta nueva tendencia donde se pueden conocer áreas naturales sin perturbarlas, con el fin de disfrutar, valorar y estudiar sus atractivos naturales. De esta manera se propone, hacer un programa tanto para instructores ambientales y administrativos planteando que se conozca más sobre este tipo de servicio que se encuentra en pleno desarrollo con un atractivo natural especial, promoviendo la educación ambiental, monitoreando y reduciendo los impactos ambientales.

Identificación de mercados

Dentro de los productos y servicios identificados se priorizaron aquellos que denotaran mayor importancia para su potencial implementación, según política institucional y la disponibilidad que el Centro de Formación posea.

Área pecuaria

La primera línea de análisis fue la pecuaria. Esta área se caracteriza por tener 7 unidades productivas; entre estas, los tres productos identificados como potenciales fueron aves de engorde, y bovinos de cría (Tabla 1). En general, dado que ya se implementan programas de sanidad que promueven la salud animal, esta última unidad puede ser considerada a mediano plazo. Las aves de engorde, dado que el ciclo de producción es aproximadamente de 45 días, es viable para su implementación a corto plazo, partiendo de adecuaciones requeridas y de mantener los planes sanitarios establecidos por el mismo Centro de Formación, entre los cuales está el poco uso de antibióticos, el aislamiento de animales enfermos, el no uso de tratamientos hormonales y el no exceder los 1,230 animales por hectárea (Minagricultura, 2006).

Tabla 1. Matriz de Identificación de productos área pecuaria en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura

Unidades productivas	Productos Verdes	Tiempo Estimado para MV			Registro Fotográfico
		Corto Plazo	Medio Plazo	Largo Plazo	
Avicultura	Aves de Engorde	X			FOTO 1
Bovino	Leche		X		FOTO 2
	Carne		X		



Foto 1



Foto 2

Área agrícola

El área agrícola es aquella con mayor extensión de uso de suelo en el Centro de Formación, por esto la implementación de estrategias podría implicar costos elevados y programas a largo plazo. Es por ello que los dos principales productos potenciales son Viveros y Fruhor (Tabla 2). El primero puede ser implementado a mediano plazo ya que es un manejo cíclico corto; como segunda opción, el fruhor, dado que los cultivos son de menos de una hectárea y los planes de manejo pueden ser implementados, especialmente aquellos relacionados con el uso de fertilizantes orgánicos y estrategias de manejo de suelos.

Tabla 2. Matriz de Identificación de productos área agrícola en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura

Unidades productivas	Productos Verdes	Tiempo Estimado para MV			Registro Fotográfico
		Corto Plazo	Medio Plazo	Largo Plazo	
Vivero cítricos	Plántulas de limón	X			FOTO 4
	Mandarina cleopatra	X			
Fruhor	Melón		X		FOTO 5
	Piña		X		FOTO 6

Área ambiental

En esta área productiva fueron identificados dos productos claves, los abonos orgánicos y el ecoturismo (Tabla 3). Dado que el Centro cuenta con su propio centro de producción de compost y se están implementando sistemas de producción de humus y estratos orgánicos como fertilizantes, la implementación de este producto puede ser viable. En cuanto a ecoturismo, se posee gran variedad de aves, zonas ecológicas y unidades productivas que permitirían realizar turismo ecológico de diferentes líneas como aves, insectos, y flora; los principales limitantes están enfocados en los establecimientos de los programas para tal fin.

Tabla 3. Matriz de Identificación de productos área ambiental en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura

Unidades productivas	Productos Verdes	Tiempo Estimado para MV			Registro Fotográfico
		Corto Plazo	Medio Plazo	Largo Plazo	
Abonos Orgánicos	Abono orgánico (gallinaza, tamo y estiércol)	X			FOTO 7
Ecoturismo	Ruta Ecológica		X		FOTO 8
Productos naturales no maderables	Guadua y sus derivados			X	FOTO 9

Los mercados colombianos son limitados. Ramón y Echeverry (2008) mostraron que algunas empresas incurrieron en mercados ofreciendo productos no habituales; sin embargo, aprovecharon productos identificados en mercados internacionales y su objetivo fue fortalecer a los mercados similares en Colombia.

Ramón y Echeverry (2008) presentan el caso de 3 empresas que implementan producto verde. Se demuestra que partiendo de una problemática ambiental que repercutía en gasto, una de las empresas estudiadas desarrolló estrategias de reciclaje, lo cual lo convirtió en un producto negociable; la identificación se generó partiendo de la necesidad de reducir gastos. Este proyecto se enfocó en la identificación de potenciales productos, independientemente de la necesidad de reducción de daños al medio ambiente; pero a largo plazo, estas actividades propuestas permitirán reducir el impacto ambiental del CEFA e igualar la propuesta de la empresa descrita por Ramón y Echeverry (2008) de “desperdicios igual a cero”.

En este caso la intención fue el concepto de rentabilidad y el manejo verde de los recursos naturales pero no se enfocó en la identificación de mercados.

El proyecto (MV) permite establecer la estrategia para identificar mercados independientemente de las necesidades internas de manejo de residuos de la empresa; simplemente, se trata de enfocar los esfuerzos en el aprovechamiento de todas aquellas unidades productivas que puedan estar en una empresa.



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9

Conclusiones

Con este estudio se logró implementar la metodología para establecer productos o servicios potenciales en una empresa, indicando además cuáles son las debilidades y fortalezas que podrían considerarse ante el compromiso establecido por la política de sostenibilidad ambiental, además establecer estrategias de Marketing Ecológico para la comercialización de productos y servicios de un mercado verde a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, el poco conocimiento de las personas acerca de las estrategias de marketing, mercados, productos y servicios verdes, es limitado; esto se debe a que no son difundidos de forma masiva por parte de la empresa y se requiere realizar capacitación para entrevistados, en especial funcionarios y administrativos.

Bibliografía

- Arias, A. F., Soto, F. A., & Arroyave, J. D. O. (2007). La agricultura ecológica en Colombia. *Alimento Ecológico*, 1–20.
- Corantioquia-, D. E. L. C. D. E. A., & Naturales, S. D. E. R. (2010). CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL.
- Cronin, J. J., Smith, J. S., Gleim, M. R., Ramírez, E., & Martínez, J. D. (2011). Green marketing strategies: An examination of stakeholders and the opportunities they present. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 39(1), 158–174. <http://doi.org/10.1007/s11747-010-0227-0>
- González, M., & Lacoba, R. (2006). El estado de la investigación sobre Marketing Ecológico en España: *Análisis de Revistas*, 12(3), 137–156.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Viceministerio de Ambiente Dirección Desarrollo Sectorial Sostenible (2010).
- Prakash, A. (2002). Policy and Managerial. *Business Strategy and the Environment*, 297(11), 285–297. <http://doi.org/DOI: 10.1002/bse.338>
- Ram, L. V., Programa, C., Verdes, M., Estrat, P., Verdes, M., & Territorial, D. (2009). *Mercados verdes y biocomercio sostenible*.
- Samper, J. R., María, L., & Cañas, E. (2008). A. Acciones y prácticas de mercadeo verdes en empresas colombianas. *Revista de economía y Administración*, vol. 5 No.2. 139–158.
- Minagricultura (2006). Reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaque, etiquetado, Almacenamiento, certificación de Productos Agropecuarios Ecológicos *Resolución 0187 de 2006*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. República de Colombia.



ELABORACIÓN DE UN ACONDICIONADOR PARA SUELOS DE BASE ORGÁNICA Y MINERAL⁴

Armando Torrente Trujillo
Profesor Titular Universidad Surcolombiana
armando.torrente@gmail.com

César Hernando Bolívar Herrera
Universidad Surcolombiana
cesarhernandobolivar@gmail.com

Víctor Hugo Pérez Gómez
Universidad Surcolombiana
rotciv05@gmail.com

Anderson Medina Dussan
Universidad Surcolombiana
andermed@outlook.com

Edgar Montealegre Cárdenas
Universidad Surcolombiana
ingemco@hotmail.com

Felipe A. Quimbaya Lasso
Universidad Surcolombiana
felipequimbaya@ingenieros.com

Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario - GHIDA

Resumen: El proyecto consistió en la selección de un grupo de materias primas inorgánicas (Calizas, dolomitas y fosforitas), y orgánicas (cascarilla de café y arroz), con la adición de compuestos químicos como el bórax y el sulfato de cobre, que suplan necesidades bioquímicas de los suelos con baja productividad, con fines de obtener un producto acondicionador de suelos con amplio rango de aplicación por su composición, con un precio competitivo a las alternativas presentes en el mercado y con una versatilidad en las composiciones para poder atender necesidades específicas

Palabras clave: Acondicionador de suelos, materiales orgánico – minerales, enmiendas al suelo.

4. El presente artículo es producto de una investigación en curso. Se publica en el marco del plan de transferencia al SENA incorporado en el convenio 002 de 2014 entre la Universidad Surcolombiana e Infihuala (Corredor Tecnológico del Huila), con el objeto de ejecutar el proyecto de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación SIGP No 17714 denominado "Obtención de abonos orgánico-minerales como acondicionadores en suelos agrícolas". El proyecto, en ejecución, inició el 26 de septiembre de 2014 y finaliza el 25 de marzo de 2016. Es financiado con recursos de regalías, de la gobernación del Huila, del SENA y la empresa privada, y ejecutado por la Universidad Surcolombiana.

de suelos para uso agrícola. En primera instancia, se seleccionaron materias primas producidas en el Huila con el propósito de mejorar la competitividad del sector minero y reducir costos de producción; luego se caracterizaron físico-químicamente para determinar el aporte de nutrientes con disponibilidad para la incorporación en las plantas y, con base en las reacciones químicas de quelatación, en las que son asimilables elementos como el fósforo, el calcio y el magnesio, se diseñaron dos mezclas de carácter orgánico-mineral como acondicionadores de suelo con la adición a las mezclas de un producto de síntesis orgánica que mejora la retención de la humedad en el suelo, como elemento de innovación para competir en el mercado de los acondicionadores de suelos. Los acondicionadores de suelos, por lo general contienen materias primas orgánicas y minerales que, en conjunto, aportan las características necesarias para mantener el suelo óptimo. Rocas como la calcita (CaCO_3), la dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) y la fosforita ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) sirven como fuente de calcio, magnesio y fósforo; mientras que materias orgánicas, como la cascarilla de café y la cáscara de arroz, aportan, por medio de actividades enzimáticas, resistencia a la proliferación de hongos y bacterias.

DEVELOPMENT OF AN ORGANIC AND MINERAL BASED SOIL CONDITIONER

Abstract: The project involved the selection of a group of inorganic materials (limestones, dolomites and phosphates) and organic materials (coffee and rice husks), with the addition of chemical compounds such as borax and copper sulfate, that replace biochemical needs of soils with low productivity, in order to obtain a soil conditioner product with a wide application range by its composition, with a competitive price to alternatives on the market and versatility in the compositions to meet specific needs of soils for agricultural use. Firstly, raw materials produced in Huila were selected with the aim of improving the competitiveness of the mining sector and reduce production costs, then physico-chemical characteristics were identified to determine the nutrient availability for incorporation into plants. Based on the chemical reactions of chelation, on which there are elements capable of assimilation such as phosphorus, calcium and magnesium, two mixtures of organic-mineral character were designed as soil conditioners with the addition of product mixtures of organic synthesis that improves moisture retention in the soil, an element of innovation to compete in the market for soil conditioners. Soil conditioners usually contain organic and mineral materials that collectively provide the necessary characteristics to keep optimal soil. Rocks such as calcite (CaCO_3), dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) and phosphate ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) serve as a source of calcium, magnesium and phosphorus; while organic materials such as coffee husk and rice husk support a range of enzymatic activities, and resistance to the proliferation of fungi and bacteria.

Keywords: Soil conditioner, organic materials - minerals, soil amendments.

Introducción

Los suelos agrícolas se deterioran y pierden fertilidad como consecuencia de la explotación de cultivos, por lo que es necesario corregir sus carencias mediante la aplicación de productos fertilizantes y acondicionadores. Los componentes de estos productos son nutrientes minerales y, en algunos casos, compuestos orgánicos que se presentan como enlaces de carbono en la estructura, como lo indican las fichas técnicas del producto mineral.

Una deficiencia en el aporte de nutrientes inhibe el crecimiento vegetal, y un exceso puede descontrolar el crecimiento y ocasionar contaminación de aguas subterráneas por escorrentía de nutrientes (Marín, 1974). Los productos fertilizantes y acondicionadores deberían utilizarse solamente para corregir los factores limitantes de los cultivos, por lo que estos productos deben cubrir todas las necesidades para el buen desarrollo del potencial productivo y para amortiguar cualquier efecto negativo (Blanco Sandoval, 2006). Cuando se habla de abonar un suelo se hace desde el punto de vista de la aportación de nutrientes para las plantas y de la mejora de su estructura como sistema edáfico capaz de retener nutrientes (Moreno Pérez et al., 2011).

Se propone la formulación de un producto de base orgánica y mineral que sirva como acondicionador de suelos para mejorar propiedades como el pH, producto de la acidificación del suelo y la pérdida de nutrientes esenciales (elementos menores y bases intercambiables), y otras que favorezcan la retención de humedad.

Para lo anterior, se cuenta con materias primas minerales extraídas en la región como calcitas, dolomitas y fosforitas que aportan calcio, magnesio y fósforo. La materia orgánica será aportada por remanente despulpa de café que podrá ser aplicado como producto transformado en compost o secado y aplicado directamente. Otro residuo aplicable a la mezcla es la cascarilla de arroz calcinado y pulverizado que aportaría dióxido de sílice (Prada & Cortés, 2010), el cual genera una actividad enzimática astringente que impide la acumulación de hongos o bacterias medianamente perjudiciales. Para generar una mezcla que logre un efecto acondicionador de suelos con contenidos bajos en nutrientes se hace necesaria la aplicación de elementos químicos que le permitan a la

planta absorber iones metálicos en suspensión, lo que requeriría de compuestos químicos altamente solubles en agua (Jaramillo J., 2002).

Materiales y métodos

Las materias primas como la roca fosfórica, la roca dolomita y las calizas, fueron caracterizadas en el laboratorio de análisis de suelos para uso agrícola de la Universidad Surcolombiana de Neiva, mediante metodologías normalizadas aplicables en Colombia (NTC 51 67), y con todos los materiales y reactivos químicos requeridos para aplicar adecuadamente dichas metodologías, con el fin de determinar el contenido de elementos como calcio, magnesio, y fósforo, entre otros, para así determinar su aporte a las tres mezclas producidas.

Adicionalmente se adquirió un polímero hidrorretedor biodegradable, elemento de síntesis orgánica que no fue caracterizado y cuya función es la de mantener una reserva de agua que facilite los procesos biológicos para la transformación de las materias constituyentes de la mezcla acondicionadora de suelos y la solubilidad de las sustancias aportantes al suelo.

La metodología aplicada consistió en la realización de tres formulaciones para mezclas en estado sólido que proporcionaran al suelo los elementos necesarios de acondicionamiento para ser cultivados con cualquier tipo de cultivo que se pueda implementar por condiciones ambientales; el producto llevaría adicionalmente materia orgánica, para facilitar la metabolización según se requiriera.

Se experimentó inicialmente con mezclas basadas en las propiedades fisicoquímicas de los suelos principalmente acidificados por la pérdida de nutrientes, aprovechando el aporte de carbonato de calcio de los materiales minerales, generando un incremento en el pH de 5,5 hasta 6,5 como mínimo, para lograr puntos de neutralización que facilitarían los procesos bioquímicos que se presentan en la fase intercambiable del suelo por la acción de los microorganismos y la presencia de agua; esta facilita la formación de quelatos que son sustancias que se forman a partir de los elementos nutrientes para la planta, que son de fácil asimilación por las raíces de la misma.

Viabilidad económica en la selección de materias primas para el acondicionador de suelos: Para la selección de la mezcla óptima es necesario determinar el costo de los insumos, para calcular un posible precio de venta. Las composiciones probables de mezcla orgánica pueden oscilar de acuerdo a la Tabla 1.

Caracterización físico química de los componentes de la mezcla para acondicionadores de suelos: Características como la composición química y física, contenido de humedad, porcentaje de cenizas, poder calorífico y densidad aparente, son necesarias para un estudio de balance de materia, el cual nos indica la producción de óxidos y sulfatos a partir de material orgánico o mineral. De cada una de las materias primas se determinan los porcentajes obtenidos de los compuestos activos en la forma química que asimila la planta.

Tabla 1. Posible formulación, contraste costo de producto

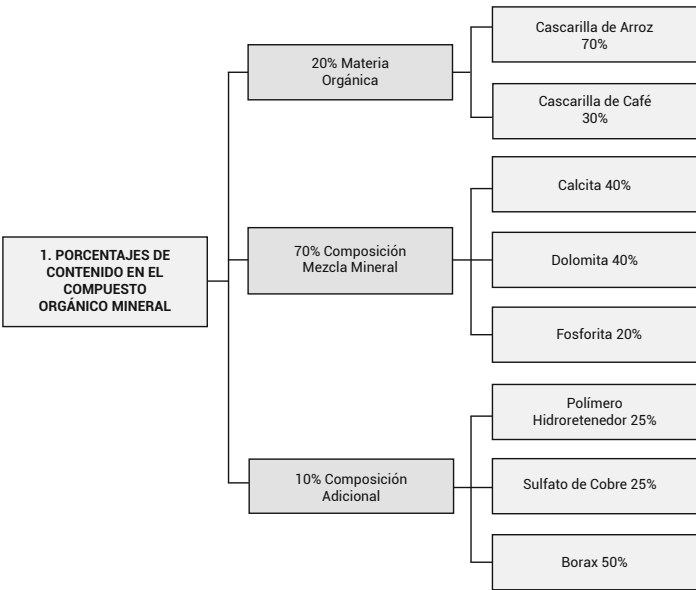
Producto	Cantidad (g)	Precio (\$) compra/ kg	Fórmula química	% de nutriente aportado
Bórax	10	2.100	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	Na(0,4%), B(0,38%)
Cascarilla de arroz	50	3.000	No aplica	P ₂ O ₅ (1,82%)
Cascarilla de café	50	2.000	No aplica	N(0,39%) Ca(18,9%)
Sulfato de cobre	200	20.000	CuSO ₄	Cu(39,81%) S(20,09%)
Cal dolomita	600	3.000	CaMg(CO ₃) ₂	Ca(21,73%) Mg(13,18%) C(13,03%)
Sulfato de potasio	20	35.000	K ₂ SO ₄	K(44,87%) S(18,40%)
Sulfato de zinc	50	50.000	ZnSO ₄	Zn(40,51%) S(19,86%)
Fosforita	20	3.000	Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ F ₂	Ca(39,74%) P(18,43%)
Total de compuesto	1000	118.100		

Fuente: Construcción propia.

Los balances de materia de cada una de las propuestas permiten conocer la cantidad de cada componente de la mezcla total (materia orgánica, mineral, aditivos). Esto con el fin de conocer la cantidad adecuada a mezclar para cumplir con las especificaciones. A continuación se

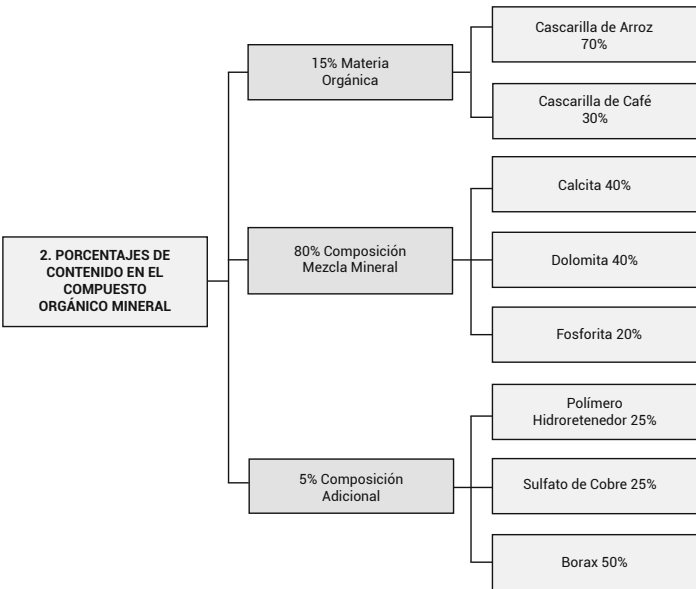
observan las gráficas de composición de las tres formulaciones propuestas.

Gráfica 1. Primera propuesta de composición de producto



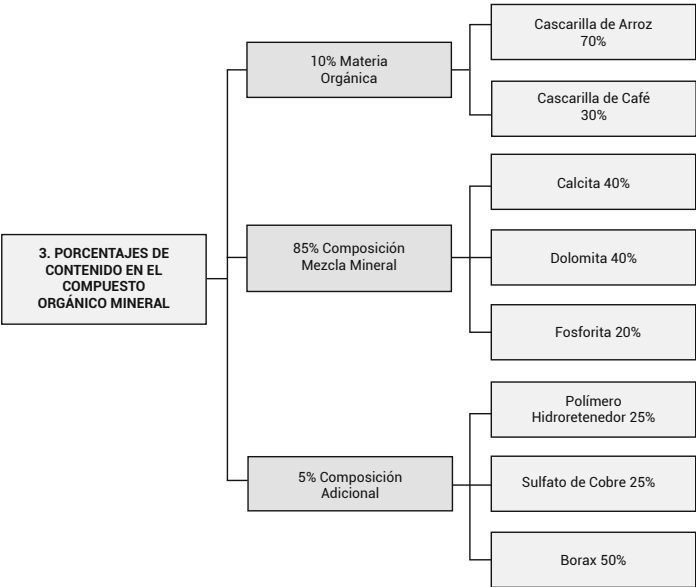
Fuente: Construcción propia

Gráfica 2. Segunda propuesta de composición de producto



Fuente: construcción propia

Gráfica 3. Tercera propuesta de composición de producto



Fuente: Construcción propia

Diferencia de calcita, dolomita y fosforita: En las tablas 2, 3, 4 y 5 se observan los resultados de cálculos de balance de materia de las tres posibles propuestas variando el porcentaje de materia orgánica en relación con la base mineral según lo propuesto anteriormente:

Tabla 2. Contraste entre el gramaje con relación a una muestra de 1000 g

COMPONENTE	CALCITA (40%) g	DOLOMITA (40%) g	FOSFORITA (20%) g
PROPUESTA 1 (20%)	280	280	140
PROPUESTA 2 (25%)	320	320	160
PROPUESTA 3 (30%)	340	340	170

Fuente: Construcción propia

Tabla 3. Diferencias entre propuesta 1 – propuesta 2

COMPONENTE	CALCITA (40%) g	DOLOMITA (40%) g	FOSFORITA (20%) g
PROPUESTA 1 (20%)	280	280	140
PROPUESTA 2 (25%)	320	320	160
DIFERENCIAS	40	40	20

Fuente: Construcción propia

Tabla 4. Diferencias entre propuesta 1 – propuesta 3

COMPONENTE	CALCITA (40%) g	DOLOMITA (40%) g	FOSFORITA (20%) g
PROPUESTA 1 (20%)	280	280	140
PROPUESTA 3 (30%)	340	340	170
DIFERENCIAS	60	60	30

Fuente: Construcción propia

Tabla 5. Diferencias entre propuesta 2 – propuesta 3

COMPONENTE	CALCITA (40%) g	DOLOMITA (40%) g	FOSFORITA (20%) g
PROPUESTA 2 (25%)	320	320	160
PROPUESTA 3 (30%)	340	340	170
DIFERENCIAS	20	20	10

Fuente: Construcción propia

Tabla 6. Diferencias de materia orgánica (ceniza de cascarilla de arroz)

CASCARILLA DE ARROZ		CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	
Componente	%	Componente	%
Carbono	39,1	Ceniza de Sílice (SiO ₂)	94,1
Hidrógeno	5,2	Óxido de Calcio (CaO)	0,55
Nitrógeno	0,6	Óxido de magnesio (MgO)	0,95
Oxígeno	37,2	Óxido de Potasio (K ₂ O)	2,10
Azufre	0,1	Óxido de Sodio (Na ₂ O)	0,11
Cenizas	17,8	Sulfato	0,06
		Cloro	0,05
		Óxido de titanio (TiO ₂)	0,05
		Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0,12
		Otros componentes (P ₂ O ₅ , F ₂ O ₃)	1,82
Total	100,0	Total	100,0

Fuente: Agronomía Colombiana (1991)

Teniendo en cuenta esta composición, y conociendo los porcentajes de cascarilla de arroz y cascarilla de café en cada una de las propuestas, mediante balances de materia, podrá encontrarse la composición total de la muestra de 1000 g para cada uno de los casos (Tabla 7).

Tabla 7. Elementos nutrientes con base en óxidos obtenidos por cada una de las propuestas

COMPONENTE	SiO ₂ (g)	CaO (g)	MgO (g)	K ₂ O (g)	Na ₂ O (g)	SO ₄ (g)
PROPUESTA 1 (20%)	131,74	0,77	1,33	2,94	0,154	0,084
PROPUESTA 2 (25%)	98,805	0,5775	0,9975	2,205	0,1155	0,063
PROPUESTA 3 (30%)	65,87	0,385	0,665	1,47	0,077	0,042

COMPONENTE	Cl (g)	TiO ₂ (g)	Al ₂ O ₃ (g)	P ₂ O ₅ (g)	F ₂ O ₃ (g)
PROPUESTA 1 (20%)	0,07	0,07	0,168	1,274	1,274
PROPUESTA 2 (25%)	0,0525	0,0525	0,126	0,9555	0,9555
PROPUESTA 3 (30%)	0,035	0,035	0,084	0,637	0,637

Fuente: Construcción propia

En las tablas 8, 9 y 10, se comparan las cantidades de los diferentes componentes respecto a cada una de las fórmulas propuestas.

Tabla 8. Diferencia entre propuesta 1 – propuesta 2

COMPONENTE	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₄
PROPUESTA 1 (20%)	131,74	0,77	1,33	2,94	0,154	0,084
PROPUESTA 2 (25%)	98,805	0,5775	0,9975	2,205	0,1155	0,063
DIFERENCIA (g)	32,935	0,1925	0,3325	0,735	0,0385	0,021

COMPONENTE	Cl (g)	TiO ₂ (g)	Al ₂ O ₃ (g)	P ₂ O ₅ (g)	F ₂ O ₃ (g)
PROPUESTA 1 (20%)	0,07	0,07	0,168	1,274	1,274
PROPUESTA 2 (25%)	0,0525	0,0525	0,126	0,9555	0,9555
DIFERENCIA (g)	0,0175	0,0175	0,042	0,3185	0,3185

Fuente: Construcción propia

Tabla 9. Diferencia entre propuesta 1 – propuesta 3

COMPONENTE	SiO ₂ (g)	CaO (g)	MgO (g)	K ₂ O (g)	Na ₂ O (g)	SO ₄ (g)
PROPUESTA 1 (20%)	131,74	0,77	1,33	2,94	0,154	0,084
PROPUESTA 3 (30%)	65,87	0,385	0,665	1,47	0,077	0,042
DIFERENCIA (g)	65,87	0,385	0,665	1,47	0,077	0,042

COMPONENTE	Cl (g)	TiO ₂ (g)	Al ₂ O ₃ (g)	P ₂ O ₅ (g)	F ₂ O ₃ (g)
PROPUESTA 1 (20%)	0,07	0,07	0,168	1,274	1,274
PROPUESTA 3 (30%)	0,035	0,035	0,084	0,637	0,637
DIFERENCIA (g)	0,035	0,035	0,084	0,637	0,637

Fuente: Construcción propia

Tabla 10. Diferencia entre propuesta 2 – propuesta 3

COMPONENTE	SiO ₂ (g)	CaO (g)	MgO (g)	K ₂ O (g)	Na ₂ O (g)	SO ₄ (g)
PROPUESTA 2 (25%)	98,805	0,5775	0,9975	2,205	0,1155	0,063
PROPUESTA 3 (30%)	65,87	0,385	0,665	1,47	0,077	0,042
DIFERENCIA (g)	32,935	0,1925	0,3325	0,735	0,0385	0,021

COMPONENTE	Cl (g)	TiO ₂ (g)	Al ₂ O ₃ (g)	P ₂ O ₅ (g)	F ₂ O ₃ (g)
PROPUESTA 2 (25%)	0,0525	0,0525	0,126	0,9555	0,9555
PROPUESTA 3 (30%)	0,035	0,035	0,084	0,637	0,637
DIFERENCIA (g)	0,0175	0,0175	0,042	0,3185	0,3185

Fuente: Construcción propia

Conclusiones

- De las posibles formulaciones se seleccionan la propuesta 1 (20% de materia orgánica) y 2 (15% de materia orgánica) debido a su mayor aporte de material orgánico.
- El aporte de carbonatos de las dos propuestas podría generar en algunas situaciones específicas la alcalinización del suelo, lo que inhibiría la acción de los elementos químicos adicionados como el bórax y el sulfato de cobre, cuya función es la de aportar elementos menores al suelo con un grado elevado de disponibilidad de asimilación para la planta.
- Estos compuestos químicos se deberían adicionar al suelo después de la acción de corrección y acondicionamiento de las fórmulas propuestas para la fase experimental de acuerdo al cultivo.
- En cuanto a las mezclas propuestas, se manejaría cada una de las materias primas pulverizadas, esto facilita la acción de mezclado en planta reduciendo procesos unitarios y maquinaria requerida para la operación, reduciendo los costos de implementación.

- Las formulaciones generadas deberán ser probadas en cuanto a la efectividad de forma práctica mediante un diseño de experimentos en campo con un cultivo base específico para determinar rendimiento y dosificación, y así pensar en la presentación final del producto.
- El estado de las materias primas y de las mezclas sólidas propuestas, garantiza la durabilidad en su composición en un periodo teórico de cuatro a seis meses, lo que permite que la posible planta de proceso no requiera de una instalación o una infraestructura demasiado tecnificada, lo cual asegura el stock de inventario de producto y materias primas.

Bibliografía

Agronomía Colombiana. (1991). Composición de la cascarilla de arroz. *Agronomía colombiana*, volumen 8 número 2: 322-335 .

Blanco Sandoval, J. O. (2006). *Acondicionadores y mejoradores del suelo*. Bogotá: Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria – PRO-NATTA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Jaramillo J., D. F. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Marín, M. G. (1974). Acidez y Encalamiento. *Boletín Didáctico ICA No.3 Tibaitatá, Bogotá*, 24p.

Moreno Pérez, R., García Martín, T., Storch de Gracia y Asensio, J. M., Muñoz Hernández, M., Yáñez Conde, E., & Pérez Arellano, E. (2011). Fertilización y corrección edáfica de suelos agrícolas con productos orgánicos. *Tecnología y Desarrollo: Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente*, Vol. IX.

Prada, A., & Cortés, C. E. (2010). La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral. *Orinoquía 14 sup (1)*, 155-170.



USO DE LA RED SOCIAL FACEBOOK COMO HERRAMIENTA PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE DEL IDIOMA INGLÉS

Diego Portilla P.
Instructor Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
diegoportilla@misena.edu.co

Resumen: El objetivo de la investigación fue determinar cuál es el impacto de la red social Facebook en el aprendizaje del inglés en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura (CEFA), en Campoalegre, Huila (Colombia). El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) tiene una herramienta llamada Learning Management System (LMS), la cual permite administrar la formación profesional y los aprendices (así se les llama a los estudiantes) deben evidenciar su trabajo enviando sus actividades a través de esta plataforma; sin embargo, en el Centro de Formación la conexión a Internet es muy limitada y puede presentar fallas. LMS permite realizar actividades como chat, videoconferencia, entre otras herramientas funcionales; sin embargo, por el problema de la conectividad, su poco atractivo para los aprendices y su arquitectura, se usa únicamente cuando se solicita. El tipo de investigación es acción-participación, correlacional, cualitativa, cuantitativa y descriptiva. La metodología se desarrolló primero a través de una caracterización de los aprendices que se forman a nivel de tecnólogos, para determinar el uso de la red social Facebook y su nivel de inglés, teniendo en cuenta que el 100 % de los aprendices en la titulación que se escogió como prueba contaban con la red social y más del 70 % estaban en contacto diario con la misma; se decidió realizar actividades de chat, uso de imágenes, vídeos y comentarios en los muros con dos titulaciones más. Los resultados fueron positivos. Se realizó una encuesta de satisfacción y el 100 % de los aprendices participaron en las actividades propuestas en la red social, siendo la actividad más llamativa la del chat; además, los aprendices utilizaron el muro de comentarios de una forma libre y espontánea. Es importante concluir que un aspecto negativo en el uso de la red social Facebook ha sido la dependencia de muchos aprendices al traductor, limitando la producción real de inglés, aspecto sobre el que es necesario reflexionar y proponer soluciones al respecto.

Palabras claves: Impacto, tecnología, red social, chat, aprendizaje de inglés.

USE OF THE SOCIAL NETWORK "FACEBOOK" AS A TOOL TO STRENGTHEN ENGLISH LANGUAGE LEARNING

Abstract: The purpose of the study was to determine the impact of Social Network Sites (SNSs) such as Facebook in English learning in the Agroindustrial Training Centre La Angostura (CEFA), in Campoalegre, Huila (Colombia). The National Apprenticeship Service (SENA) utilizes a tool, Learning Management System (LMS) that allows managed vocational training, apprentices (as students may be properly called) must show their work by sending their assignments through this platform; however in the internet in the Training Centre is very limited and can be erratic. LMS contains modules to carry out activities such as chatting, video conferencing, among other functional tools, but the problem of connectivity makes the platform unattractive for apprentices and its architecture. Thus, it is used only when assigned. The research is active participation, correlational, qualitative, quantitative and descriptive. The methodology was developed first through a characterization of the apprentices who are at a technical level to determine the use of SNSs sites like Facebook and their level of English. Considering that 100% of the trainees in the program selected for the test belong to the social network and 70% were in daily contact with the network, it was decided to engage apprentices in chat rooms, using pictures, videos and comments on the timelines with two more programs. The findings were positive. A satisfaction survey was conducted, whereas 100% of the trainees participated in the activities proposed in the social network, one of the most successful activities was chatting, additionally apprentices used the Timeline comments freely and spontaneously. It is important to conclude that a negative aspect in the use of Facebook has been how dependent apprentices are upon automatic translators, limiting the actual production of English, something that is necessary to reflect on the matter and propose solutions.

Keywords: Impact, technology, social network sites (SNSs), chat, English learning.

Introducción

La red social Facebook es muy atractiva para la sociedad actual, y es especialmente usada por los jóvenes; de hecho "existen más de 25 millones de personas conectadas a Internet y 20 millones se encuentran en Facebook. De esa enorme base de usuarios el 60 % crea contenidos en su perfil a diario" (El Tiempo, 2014). En la misma publicación se plantea que cada mes esos 20 millones de colombianos contribuyen a construir montañas de datos en Facebook. Se envían 5,2 millones de mensajes, se realizan 1,6 millones de "Me Gusta" y se escriben 345 millones de comentarios, el equivalente a un aproximado de 14 mil biblias. Además, se suben 225 millones de fotografías (suficientes para llenar 3,7 millones de álbumes, cada uno con 60 imágenes), se registran 48 millones de actualizaciones de estado y 44 millones de publicaciones en el muro. Este atractivo permitió iniciar un proceso de

integración de la formación profesional y la red social.

De acuerdo con Burt (2011), los estudiantes comparan sus gustos, pasatiempos y mucho más; por ello, usar Facebook para propósitos académicos resulta ser efectivo para la producción de lenguaje. Aunque la gramática presenta algunos errores, los aprendices logran comunicar la idea principal (Portilla, 2014). Algunas investigaciones han discutido que Facebook y otras redes sociales tienen potencial educativo: Facebook puede promover la interacción entre estudiantes y profesores, haciendo anuncios de interés académico, discutiendo temas y compartiendo recursos (Prescot, 2014).

Facebook es una de las redes sociales más populares y le permite a los usuarios publicar información, chatear y colaborar dentro del sistema (Stelter, 2008; Suthiwartnarueput y Wasanasomsithi, 2012), además de permitir

comentar fotografías y crear secuencias de comentarios.

Cuando los estudiantes usan Facebook como herramienta de estudio (mirando perfiles, conociendo personas y explorando relaciones de amistad usando el idioma Inglés) tienen una mayor oportunidad de colaborar con un gran número de personas en todo el mundo y aprender el idioma objetivo al mismo tiempo (Educause Learning Initiative, 2006; Suthiwartnarueput and Wasanasomsithi, 2012).

En el Centro de Formación cada una de las titulaciones objeto de estudio tiene creado un grupo específico para realizar intercambios sociales. En los grupos específicos se realizaron intercambios permanentes en chat, comentarios de publicaciones y se vieron vídeos y fotografías, permitiendo a los aprendices expresarse libre y espontáneamente, incluyendo también temas gramaticales estudiados en formación.

Metodología

Esta investigación se realizó en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura en Campoalegre, Huila, con aprendices de diferentes programas de formación: Tecnólogo en Control y Calidad de Alimentos (25 aprendices), Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información (21 aprendices), Tecnólogo en Procesamiento de Alimentos (15 aprendices) y Técnico en Sistemas (26 aprendices), con el ánimo de permitir la diversidad de aprendices y áreas de conocimiento. La metodología se dividió en tres fases:

Fase 1: consistió en caracterizar el programa de formación en Control y Calidad de Alimentos, que permitiera determinar los siguientes aspectos: la edad, la residencia (para conocer si los aprendices de municipios o áreas aisladas tenían conectividad y acceso a la red social, en comparación con los aprendices de la ciudad, por la facilidad que presenta allí el uso de la red), la creación de una cuenta en Facebook, la frecuencia de uso de la red social y el tipo de actividades desarrolladas.

Fase 2: en segundo lugar, se creó el grupo llamado CEFA Food Quality Control en la red social Facebook y se pidió a los aprendices configurar su cuenta en idioma inglés y asociarse al grupo. El cambio de lenguaje preocupaba a los aprendices en el sentido de que pensaban

que no iban a poder participar de ninguna actividad, por no poder comprender un nuevo vocabulario, frases, etc.; sin embargo, la arquitectura de la red permitía una facilidad relativa, teniendo en cuenta que los iconos y lugares de acceso a las aplicaciones de la red se iban a encontrar en el mismo lugar, sin importar el idioma en que aparezca la configuración.

Fase 3: el tercer paso fue el desarrollo de las actividades en la red social, como sesiones semanales de chat donde el instructor junto con los aprendices realizaron encuentros para interactuar en inglés, sobretodo abordando el tema gramatical y de vocabulario de la sesión de formación, creando un espacio libre y espontáneo para que los aprendices se comunicaran; se realizaron cerca de 8 sesiones de chat con el grupo de Control y Calidad de Alimentos y dos sesiones de Chat con el grupo de Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información. Otra de las actividades realizadas era la publicación de vídeos, imágenes y textos en inglés, donde los aprendices respondían preguntas referentes al contenido; igualmente, se realizaban preguntas de uso cotidiano para que los aprendices generaran discusión, crearan secuencias y pudieran interactuar entre sí.

Resultados

La Tabla 1 muestra la distribución de la población del grupo de Control y Calidad de Alimentos. Se observa que la gran mayoría de aprendices vienen de un pueblo pequeño y de zona rural (84 %); sin embargo, el 100 % de los aprendices tienen una cuenta creada en la red social (Tabla 2), y más del 60 % acceden a la red social todos los días (tabla 3). Esto permite concluir que Facebook es una herramienta de uso diario y atractiva para estos jóvenes cuyas edades oscilan entre los 17 y 22 años.

Tabla 1. Lugar de residencia del aprendiz

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
CIUDAD	4	16 %
PUEBLO	16	64 %
VEREDA	5	20 %
TOTAL	25	100 %

Tabla 2. Posesión de cuenta en Facebook

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SÍ	100	100 %
NO	0	0 %
TOTAL	25	100 %

Tabla 3. Frecuencia de acceso a Facebook

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Todos los días	15	60 %
Casi todos los días	2	8 %
Una vez a la semana	8	32 %
TOTAL	25	100 %

Los aprendices usan la red social especialmente para chatear (68 %) entre amigos, compañeros de estudio, familiares y conocidos. Las sesiones de chat fueron muy productivas en el sentido de que permitieron que los aprendices pudieran tener un diálogo virtual con el instructor de manera libre y espontánea, sin presiones de ningún tipo; aunque ellos manifestaban nerviosismo, se los motivó para que pudieran escribir lo que sentían y utilizando los conocimientos aprendidos en formación, por ejemplo, sobre temas como el uso de preguntas de información, rutinas diarias, entre otros.

Es importante mencionar que los aprendices cometían errores a la hora de escribir, aunque las ideas transmitidas cumplían con el objetivo. Durante la sesión de chat no se realizaba la corrección de errores gramaticales, ortografía o vocabulario, puesto que esto conlleva a intimidar, desmotivar y cohibir al aprendiz a expresarse tranquilamente.

En el siguiente gráfico se observa una conversación entre el instructor y una aprendiz, en la cual ella dice “mi” en vez de “my”; ello refleja un error de *spelling* (ortografía); al decir “My favorite fruit is the blueberries”, de acuerdo a la regla de concordancia (*concord*) debería decir “My favorite fruit is blueberries”, y al decir “I love it” en vez de “I love them”, confundió el pronombre objeto. Sin embargo, comprendió el contexto de la conversación y eso fue lo más importante. Ver Figura 1.

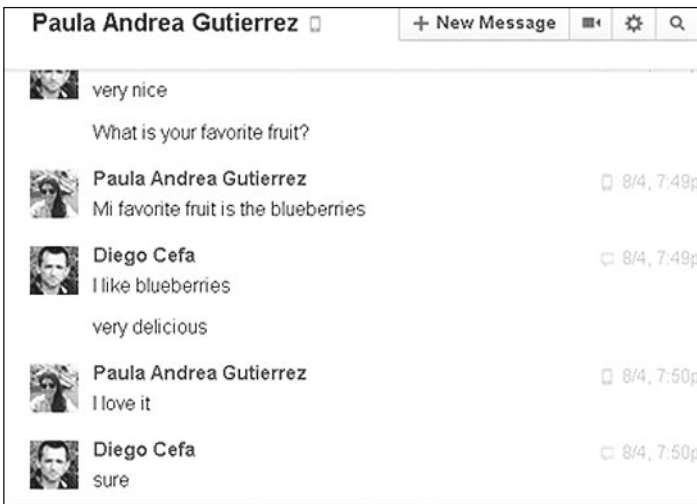


Figura 1. Conversación real en sesión de chat. Tomado de Facebook el 4 de Agosto de 2014.

La gran mayoría de aprendices cometían errores gramaticales, especialmente de ortografía, por ejemplo, al omitir una letra y usar plural en vez de singular; tenían también dificultad con los pronombres personales y con el uso de la tercera persona, habiendo visto estos temas en el proceso de formación. Pero lo más importante es que la idea era transmitida y por lo tanto motivar al aprendiz a mejorar y felicitarlo por su trabajo resultaba una práctica pertinente y oportuna.

En formación se resaltaban algunos aspectos a mejorar y a reforzar aquellos temas con errores más frecuentes. Uno de los aspectos que es importante tener en cuenta es que el uso del traductor en algunos aprendices era muy notorio y era fácil detectar cuando se usaba dicha herramienta, puesto que los aprendices escribían en el traductor, copiaban y pegaban en el chat y enviaban la participación. Por lo tanto, era importante motivar la expresión libre del aprendiz y limitar el uso del traductor únicamente a palabras desconocidas o que pudieran considerarse difíciles de recordar.

En la siguiente figura se puede notar que el aprendiz escribió en el traductor “que bien profesor” y la traducción literal fue “*than good teacher*”, simplemente copió la oración y la pegó en el chat. Fue fácil detectar esta conducta. “Than” también traduce “que”, pero el contexto debería haber utilizado “*that’s*”. Ver Figura 2.

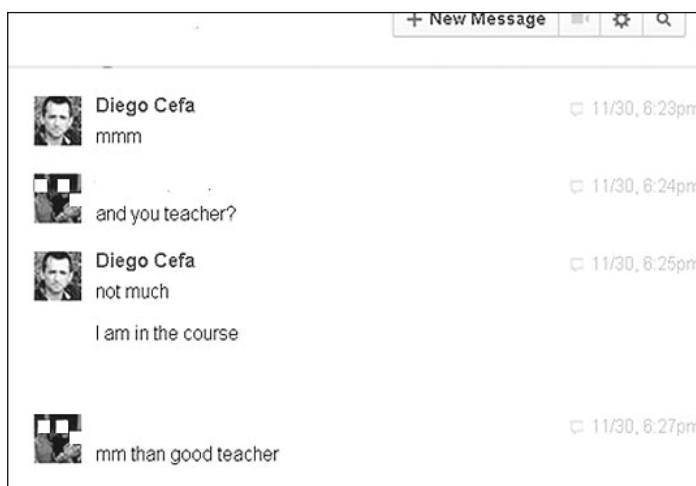


Figura 2. Tomado de Facebook 30 de Noviembre de 2014.

Finalmente, se realizó una encuesta de satisfacción y evaluación de las actividades realizadas en la red social. La encuesta fue realizada a 15 aprendices que asistieron a la sesión de evaluación. De los 15 aprendices encuestados, el 100 % participaron en al menos una las actividades propuestas y asistieron virtualmente a los eventos programados, como las sesiones de chat, los comentarios en muros y las respuestas a videos. Más del 90 % de aprendices participaron de entre 4 a 10 de las actividades mencionadas (ver Tabla 5). Esto permite concluir que la integración de la formación profesional con el inglés sí fue llamativa y atractiva en los aprendices del Centro de Formación.

Tabla 5. Asistencia a eventos y actividades

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
De 1 a 3	1	6.6
De 4 a 6	7	46.7
De 7 a 10	7	46.7
TOTAL	15	100 %

Fuente: Encuesta de evaluación y satisfacción en esta investigación.

Dentro de las actividades más llamativas para los aprendices el 80 % corresponde a las sesiones de chat. Esto por ser sesiones donde los aprendices se podían expresar libremente, sin ser corregidos, presionados ni obligados. También se motivaba a los aprendices a realizar conversaciones en inglés a través de la herramienta chat

por fuera del horario programado, de forma que pudieran practicar sin la intermediación del instructor.

De otro lado, la mayoría de los aprendices se mostraron motivados e interesados en este tipo de actividades, no solo por ser Facebook una herramienta atractiva sino por la felicidad que les producía poder comunicarse en inglés con el instructor, lograr comunicar la idea y participar en una actividad real de producción de un segundo idioma tan importante como es el inglés.

Conclusiones

Los aprendices mostraron una actitud positiva frente a todas las actividades realizadas en la red social Facebook, puesto que estas actividades se desarrollaron de acuerdo con su propio ritmo, tiempo y espacio.

El uso de la red social permitió en los aprendices practicar en tiempo real los temas vistos en formación. Sin presiones, pero con el apoyo y acompañamiento del instructor, al realizar actividades de refuerzo en el ambiente de formación. La motivación debe ser un factor importante a tener en cuenta, es importante incentivar al aprendiz y resaltar que su esfuerzo está dando resultados; al igual que dar ejemplo y propiciar los espacios de comunicación.

La integración de la formación profesional con la red social Facebook fue pertinente, puesto que permitió reforzar los temas gramaticales y de vocabulario y resaltar la importancia de comunicarse en una red social utilizada por la gran mayoría de habitantes en todos los países del mundo.

Recomendaciones

Facebook ofrece una gran cantidad de herramientas, y es necesario explorar cada una de aquellas que los instructores de inglés pueden utilizar en su formación. Existen hoy en día la vídeo llamada y la creación de videos que los aprendices consideran divertidos y espontáneos. Se recomienda, por lo tanto, la creación de un manual donde se compile cada una de las herramientas, su uso y su aplicación concreta, que sirva tanto de consulta para los instructores como de guía para los aprendices.

La motivación a los aprendices para publicar comen-

tarios en inglés debe ser permanente y debe ser recompensada de tal manera que el aprendiz sienta que está haciendo las cosas bien. La recompensa no es únicamente en la evaluación de las actividades, es más bien hacer sentir al aprendiz que se está comunicando y que pertenece a un grupo selecto donde las personas se comunican en un segundo idioma.

Es necesario para desarrollar las actividades del habla (speaking) y buscar la herramienta en Facebook necesaria que permita en los aprendices poder comunicarse oralmente con el instructor y sus compañeros, y no solo desarrollar las habilidades de escritura, lectura y escucha.

Bibliografía

Blattner, Geraldine & Fiori, Melissa (2009). *Facebook in the Language Classroom: Promises and Possibilities*.

- Burt, Ronie (2011). *The edublogger. Educator's Guide. The why and How of using Facebook for educators*.
 El Tiempo. *Redacción Tecnosfera*. 12 de Mayo de 2014.
 Kartiga Jaishree, R. K. (2015). *Revista de Tecnología en ELT*. India.
 Fogg Phillips, Linda, M. A., Derek Baird & Fogg, B. J. (2014). *Facebook para educadores*.
 Prescott, Julie (2014). How profesors are using facebook to teach. *The Conversation*.
 Portilla, Diego (2014). (Sin título). *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*. Vol. 1. Huila, Colombia.
 Suthiwartnarueput, Thanawan & Punchalee, Wasanasomsithi (2012). Effects of Using Facebook as a Medium for Discussions of English Grammar and Writing of Low-Intermediate. *Electronic Journal of Foreign language Teaching*, 9(2): 194-214.

CARACTERIZACIÓN POR MICROSCOPIA DE FUERZA ATÓMICA Y MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO DE LA ESCAMA DE TILAPIA NILÓTICA *OREOCHROMIS SP / NILOTICUS*, QUE DETERMINE SU TIPO DE BIOPOLÍMERO Y SU IMPLEMENTACIÓN EN EMPAQUES INDUSTRIALES

Ángela Joana Ávila Acosta
Gestora Red Tecnoparque nodo La Angostura
ajavila2@misena.edu.co

Kathryn Yadira Guzmán Pacheco
Instructora Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
kyguzman@misena.edu.co

Jean Carlo Quintero García
Aprendiz del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura
qgjean@misena.edu.co

Resumen: Durante las últimas décadas constantemente se buscan nuevas alternativas en la generación de valor agregado a materias primas y, especialmente, a subproductos, buscando beneficiar al medio ambiente y proporcionando innovación en los productos que surgen, a tal punto de que sea comercializable y por tanto haya beneficio económico. Es esta la razón por la que se plantea un proyecto que busca innovar en la creación de empaques biodegradables, elaborados a partir de la escama de tilapia nilótica, subproducto generado de la industria de la piscicultura (en la cual el departamento del Huila es potencia y líder a nivel nacional). Para cumplir con ese objetivo se plantea llevar a cabo procesos nanotecnológicos y análisis a nanoescala para mayor precisión en los resultados, determinando el efecto a gran proporción al igual que el aporte en el impacto ambiental desde todos sus ámbitos.

Palabras clave: Nanotecnología, tilapia, escamas, quitosano, biopolímero.

CHARACTERIZATION BY ATOMIC FORCE MICROSCOPY AND SCANNING ELECTRON MICROSCOPY FLAKE NILOTIC TILAPIA *OREOCHROMIS SP / NILOTICUS*, TO DETERMINE ITS TYPE OF BIOPOLYMER AND ITS IMPLEMENTATION IN INDUSTRIAL PACKAGING

Abstract: In recent decades, there is almost a daily search for new alternatives to generate added value to raw materials and especially to by-products looking for benefits to the environment and providing the innovation to the emerging products, to such an extent that it is marketable and therefore it has economic benefits; for this reason a project to innovate biodegradable packaging, made from Nile tilapia flake (a by-product of the fish farming industry, in which the department of Huila is an economic power and national leader), to meet the objective nanotechnology processing and nano-scale analysis for more accurate results, are approached... determining a large share equally the effect that the contribution to the environmental impact from all areas.

Keywords: Nanotechnology, tilapia, scales, chitosan, biopolymer.

Introducción

La acuicultura en Colombia se ha incrementado significativamente y aún más durante la última década, lo que ha provocado que se busquen distintos sistemas y nuevas tecnologías que promuevan hábitos ambientales para no prescindir de materiales reutilizables, los cuales poseen un valor agregado que se puede originar y que desafortunadamente no se presenta; precisamente por esto, constantemente se están buscando soluciones que eviten arraigadas pérdidas y a la vez generen ingresos económicos.

La piscicultura en el departamento del Huila ha aumentado el 21,5 % durante en el periodo comprendido de 2003 a 2011, y actualmente continúa en ascenso, considerándosela una de las apuestas productivas del Huila definidas en la Agenda Interna de Productividad y Competitividad del Departamento, hasta el punto de convertirse en potencia nacional en producción y exportación de tilapia, según lo indica la cadena acuícola del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

En el 2013 la piscicultura aumentó un 10,24 %, en comparación con el 2011, ascendiendo la cifra de producción a 37.069 toneladas, ocupando así el primer puesto, seguido por Meta, Tolima y Antioquia, con 12.667, 5.515 y 4.767 toneladas, respectivamente, según el reporte del Ministerio de Agricultura.

La producción nacional durante el año 2014 fue de 88.871 toneladas, donde el Huila aportó el 41,71%, de los cuales el aprovechamiento en carne es del 25 %, dejando así el 75 % en subproductos que comprenden vísceras, esqueletos y escamas.

Debido a que existe gran demanda y oferta de peces para consumo humano, y que la generación de subproductos puede afectar el medio ambiente, se están implementando distintos métodos en los cuales se aproveche y se genere valor agregado a estos subproductos, entre los que se destacan la extracción de aceite a partir de las vísceras y la elaboración de concentrado para animales empleando los esqueletos.

Respecto al aprovechamiento de las escamas no se poseen conocimientos sustanciales y precisos de productos o procesos concretos; sin embargo, se conoce que en instituciones y centros de desarrollo tecnológico del departamento se adelantan investigaciones para determinar los beneficios y aportes que pueden generar las escamas al sector productivo y las diferentes industrias.

La red Tecnoparque nodo La Angostura es una estrategia del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) para el desarrollo de la innovación; esta institución decide analizar la problemática presentada con la disposición de la escamas, situación que genera gran impacto ambiental en cuanto a la generación de olores y lixiviados;

por esta razón se plantea el proyecto "Caracterización por microscopia de fuerza atómica y microscopia electrónica de barrido de la escama de tilapia *Oreochromis sp / niloticus*, que determine su tipo de biopolímero y su implementación en empaques industriales", mediante el cual se busca emplear la nanotecnología como medio para purificar el biopolímero presente en las escamas de la tilapia y utilizarlo en empaques que aporten positivamente al medio ambiente, ya que serán biodegradables.

Existen varios estudios realizados al respecto en el marco de tesis e investigaciones, entre los cuales se destaca el realizado en la Universidad Autónoma Metropolitana de México en el 2012, donde se estableció un proyecto para crear un bioproceso para la obtención de quitina y quitosano a partir del exoesqueleto del camarón; de igual forma, durante el año 2012 en la Universidad de Madrid se constituye el proyecto "Obtención y caracterización de quitosanos modificados: ingredientes funcionales con aplicaciones tecnológicas y biológicas en la industria alimentaria". En estos procesos se analizó el quitosano, que es el segundo biopolímero más abundante en el planeta después de la celulosa. Las aplicaciones fueron vinculadas a caparazones de crustáceos, y debido a que la consistencia de este material posee cierta relación en su estructura con las escamas del pescado de agua dulce, se presume que el quitosano se encuentra presente también en ellas, lo que se pretende comprobar mediante la implementación de análisis nanométrico, después de realizar un proceso de purificación del polímero.

El quitosano es implementado en industrias como la alimenticia, la farmacéutica, la agroindustrial, entre otras, pues se trata de un material muy versátil. Para este caso, el uso que se plantea dar a este polímero, como el proyecto lo indica, es el de implementarlo en empaques de alimentos o cualquier otro producto, cumpliendo con la función de almacenarlos protegiéndolos de las condiciones externas que puedan llegar a afectarlo.

Metodología

Para el análisis nanométrico de las muestras de escamas se emplearon dos instrumentos: el microscopio de fuerza atómica y el microscopio electrónico de barrido, que proporcionan información de topografía y morfología,

respectivamente, siendo este último el primer análisis que se realiza con el objeto de determinar a nanoescala la forma que posee el material para determinar su posible repercusión a mayor proporción.

La microscopia de fuerza atómica, a diferencia de la microscopia electrónica de barrido, entra en contacto directo con la muestra, generando distintos factores que determinan resultados verídicos si se lleva a cabo un análisis preciso y con las condiciones apropiadas.

En ambos casos se presentan momentos en los cuales se debe ser muy preciso para no alterar los resultados a obtener; por ejemplo, en la microscopia de barrido es de vital importancia la preparación de la muestra, pues el equipo requiere condiciones especiales como que la muestra se encuentre deshidratada (sin alto contenido de humedad) y sea conductora, y en caso de no ser así, se deberá realizar un procedimiento de modo que facilite el proceso.

Para la microscopia atómica la muestra no requiere condiciones especiales, pero sí se debe tener precisión en los parámetros de lectura que se ingresan y el tipo de materiales que se está empleando.

Para la purificación del biopolímero se realizaron distintos métodos con el objetivo de determinar su eficacia con distintas sustancias químicas (ácidas y bases), y para lo cual se sigue un protocolo establecido con este fin, de modo que facilite las labores.

Purificación del biopolímero

Obtención de la muestra: adquirir las escamas resulta sencillo, pues existen en la región distintas empresas cuyos procesos productivos están relacionados directamente con la piscicultura; para esto se elige una cantidad considerable de la muestra establecida en el protocolo, la cual se procesa y analiza para el desarrollo del proyecto.

La especie de tilapia con la que se ejecuta el proyecto es la nilótica, denominada así debido a que es originaria del Río Nilo. La identificación de la especie se realizó teniendo en cuenta que las tilapias de mayor producción son la *Oreochromis sp* (conocida comúnmente como mojarra roja) y la *Oreochromis niloticus* (denominada mojarra negra).

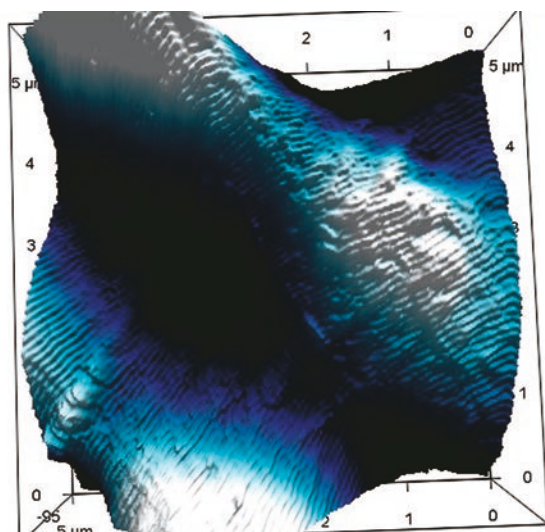
Las escamas que presentan estas especies son de tipo ctenoide (ver Figura 1) las cuales se caracterizan por poseer pequeñas rugosidades en el borde posterior, lo que les da una textura rugosa, en forma de peine.

Figura 1. Escamas de tilapia y su macro estructura



Lavado de la muestra: cuando la muestra es obtenida en cantidades suficientes o necesarias para continuar con el proceso, se realiza un primer lavado con agua destilada para retirar impurezas (restos de esqueletos, espinas y piel); luego se realiza una desinfección con glutthermaldeído de baja concentración, procedimiento que consiste en sumergir las escamas en una solución de agua con desinfectante y dejarlas allí por algunos minutos; después de esto se retiran las escamas y se drena el agua que haya quedado aprisionada en la muestra.

Figura 2. Imagen de AFM en escama con Fibriles de colágeno



Fuente: Autores

Secado de la muestra: una vez limpias y desinfectadas las muestras, se continúa con el secado de las mismas; para este procedimiento se aplicaron 3 distintos métodos. El primer método consistió en secar las muestras en un horno industrial que alcanzaba temperaturas de $\pm 120^{\circ}\text{C}$, pero que no permitía un control eficaz, obteniendo resultados poco favorables debido a que la muestra cambiaba su color y forma y además perdía sus propiedades adhesivas características. El segundo método consistió en realizar un secado en horno industrial con control de temperatura y tiempo, donde mejoraron las condiciones casi en un 60% y los resultados obtenidos fueron muestras con su color característico y tamaño adecuado que conservaban sus propiedades adhesivas; sin embargo, se presentó una leve complicación: ciertas deformaciones en los extremos de la escama que no cambiaban la estructura general de la muestra. Por último, se llevó a cabo un secado en horno solar, que emplea la luz y el calor del sol para deshidratar muestras teniendo como ventaja el sitio elevado en el cual se encuentra construido, por lo que la luz solar está presente en todo momento durante el día, a lo que se suma el hecho de que el Huila presenta temperaturas ambiente que oscilan entre los 28°C y 30°C , beneficiando el secado de diferentes elementos; al emplear este método los resultados arrojaron muestras con el color apropiado, con tamaño y forma característicos y con propiedades adhesivas presentes, ello con la condición de que el tiempo de secado se extienda hasta en un 300%. Para estandarizar el proceso (y debido a las características presentadas por cada método), se decide trabajar con la segunda opción, es decir, con el horno deshidratador industrial.

Molido de la muestra: para mayor eficacia en el tratamiento, manejo y procesamiento de la muestra es necesario disminuir y estandarizar el tamaño de la partícula; para esto se emplea un molino martillo con malla de 2 mm, en el cual se tritura la muestra hasta obtener diminutas fracciones con dimensiones estandarizadas, logrando mejores resultados en el tratamiento y veracidad de los análisis que se realicen posteriormente.

Desproteínización de la muestra: Basados en imágenes (obtenidas por microscopia de fuerza atómica) de escamas sin ningún tratamiento químico, se presume que poseen contenido de colágeno, proteína en forma de

fibriles (Figura 2) caracterizada por su dureza, y la cual se debe remover para purificar el biopolímero presente; un modo de hacer esto es empleando una solución ácida, para lo cual las muestras obtenidas se sumergen en ácido clorhídrico durante 24 horas a temperaturas de 30 °C, luego se lleva a cabo un segundo secado a 80 °C por 4 horas, y en cuanto se haya culminado este proceso se podrá hablar de quitina cruda, que es un polímero que requiere de un segundo proceso para llegar a ser quitosano.

Desacetilización de la muestra: el quitosano es la forma desacetilizada de la quitina, y para lograr obtenerlo se requiere emplear soluciones bases que cumplen con la función de remover sales (elemento innecesario que debe ser eliminado para la purificación del biopolímero); por esta razón, en el desarrollo del proyecto y procesamiento de la muestra se emplea hidróxido de sodio (0,1 N) sustancia donde se sumerge la muestra por 30 minutos a 95 °C, posteriormente se realiza un lavado con agua desionizada y un tercer secado a 105 °C durante 24 horas, luego de esto se podrá hablar de quitosano; los resultados obtenidos deberán corroborarse mediante análisis fisicoquímicos, de propiedades mecánicas y nanométricos, siendo que las dos últimas se realizan en equipos nanotecnológicos como el AFM (microscopio de fuerza atómica) y el SEM (microscopio electrónico de barrido).

Tratamientos: la eficacia de un procedimiento se determina, la mayoría de veces, comparando resultados con otros factores similares; por tal motivo, se toma la decisión de proceder en cinco pasos:

- **Paso uno:** la muestra patrón se toma como referencia para notar las variaciones al momento de realizar los análisis.
- **Paso dos:** consiste en desproteinizar la escama con adición únicamente de ácido clorhídrico.
- **Paso Tres:** la tercera muestra solo se trata con hidróxido de sodio para retirar sales, sin desproteinizar, aunque el colágeno se degrade.
- **Paso cuatro:** el cuarto procedimiento se ejecuta sumergiendo las escamas, inicialmente en solución ácida, después en solución alcalina, como lo indican estudios previos en crustáceos.
- **Paso cinco:** por último, la muestra No. 5 se trata de manera inversa a la número cuatro, es decir, primero se

aplica la solución base y después el ácido; el objetivo de estos procesos es diferenciar los distintos factores que pueden presentar cada uno de los modelos y así elegir el que presente mejores resultados, además de determinar la importancia de cómo desarrollar el proyecto y su estandarización en la preparación de la muestra.

Figura 3. Muestras con distintos tratamientos



Fuente: Autores

En lo referente al secado, cada una de las muestras presentó variaciones cromáticas según el tratamiento (Fig. 3), lo que lleva a preferir la N° 4 debido a su color característico y propiedades de traslucidez que presenta.

Análisis

En los análisis nanométricos existen diferentes métodos que permiten una lectura detallada y eficaz de muestras; para dichos procedimientos existen equipos especializados en distintos ámbitos, tales como el microscopio de fuerza atómica (Figura 4) y el microscopio electrónico de barrido (Figura 5). Para este último, los requerimientos de preparación de la muestra antes de la lectura son exigentes, debido a que el equipo funciona mediante la acción de vacío e inyectando electrones que viajan a alta temperatura a través de una cámara, razón por la cual la muestra debe ser conductora ya que las muestras orgánicas, por la alta temperatura, se incineran, y cuando tienen este origen resulta necesario realizar un tratamiento especial que consiste en recubrir la mues-

tra con materiales conductores (como el oro, la plata, el carbono o el argón); el elemento elegido se aplica como recubrimiento mediante la acción del equipo conocido como sputter (y el proceso derivado de él denominado sputtering), el cual, ejerciendo vacío, recubre la muestra y deja una fina capa, permitiendo así que la muestra se torne conductiva y conserve su forma, al mismo tiempo que proporciona las condiciones apropiadas para la lectura en el microscopio electrónico de barrido.

Figura 4. Microscopio de fuerza atómica



Al realizar lecturas en el microscopio de fuerza atómica (AFM) se puede determinar topografía y propiedades mecánicas; la muestra no debe poseer condiciones especiales pero los parámetros de lectura, calibración, estado del equipo e implementos de trabajo son de vital importancia.

Resultados

Dentro de los resultados obtenidos se destacan imágenes de los distintos métodos que se ejecutaron y sus variaciones según el tratamiento.

Figura. 6 Imagen en AFM de la escama

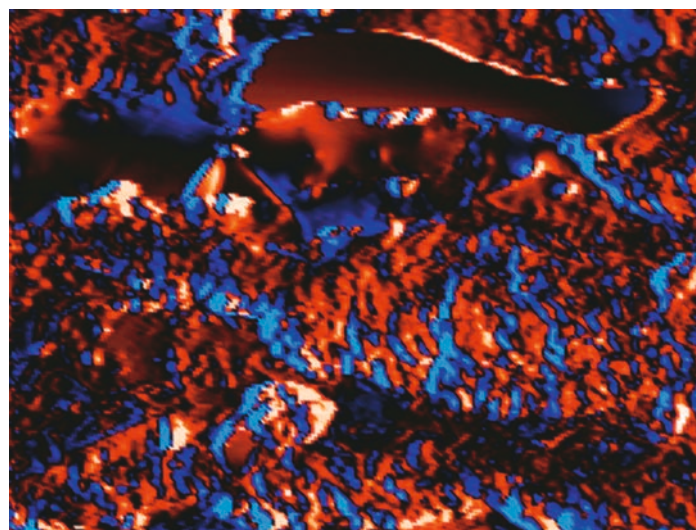


Figura 5. Microscopio electrónico de barrido



Figura 7. Imagen muestra No. 2 - HCl

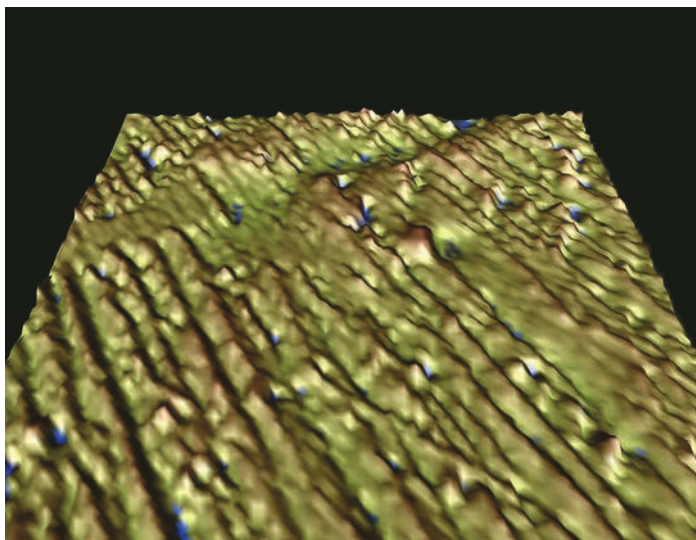


Las imágenes obtenidas de la muestra patrón (Figura 6), en el microscopio de fuerza atómica, denotan una estructura donde aparentemente existen dos materiales, esto debido a la variación de propiedades que se puede observar en el cambio sustancial de color; esto lleva a asumir que los materiales presentes son quitina y quitosano, polímeros de origen natural que desean aprovecharse (según lo establecido en el proyecto) para su implementación en empaques. Este comportamiento genera una reacción favorable para cumplir con el objetivo planteado en principio.

La muestra No. 2, como se esperaba, realizó la remoción de toda la proteína presente en la escama, incluyendo el colágeno; por lo tanto, se observa en la Figura 7 una topografía con efectos de arrastramiento causados por el ácido clorhídrico y, además, se logra observar cómo el adhesivo presente al secarse toma una estructura firme, aportando brillo y transparencia a la escama.

Respecto a la muestra No. 3 (Figura 8), los resultados muestran una estructura con fibriles de colágeno desgastados, ello debido a la adición de ácido clorhídrico (HCl), pero que se encuentran presentes en la escama; a diferencia de la muestra No. 2, sí se presenta proteína, pues el hidróxido de sodio cumple con la función de eliminar sales.

Figura 8. Muestra No. 3 - NaOH



En la muestra No. 4 (Figura 9), como se esperaba y según lo planteado en bases teóricas de estudios realizados previamente (utilizando materiales similares a las escamas, como caparazones de crustáceos), se observan formaciones de materiales que presentan estructura polimérica, siendo aparentemente elásticos y flexibles; además, se observa este material como único en la muestra, lo que denota la efectividad del tratamiento.

Figura 9. Muestra 4: HCl + NaOH

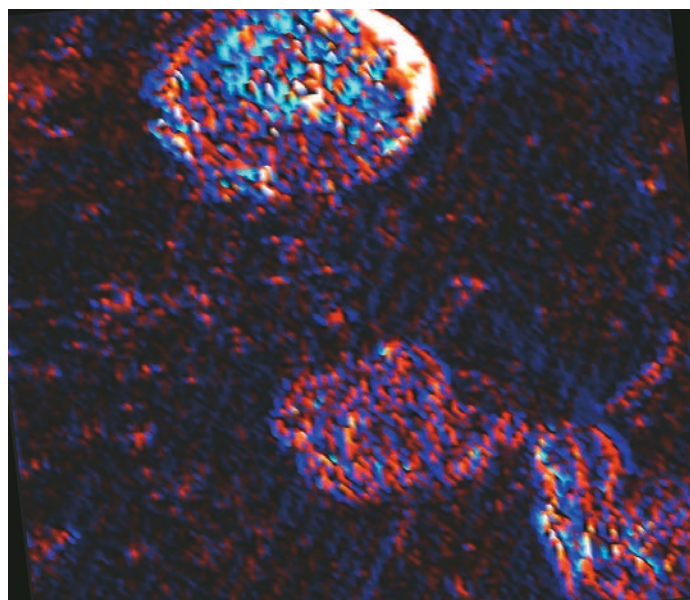
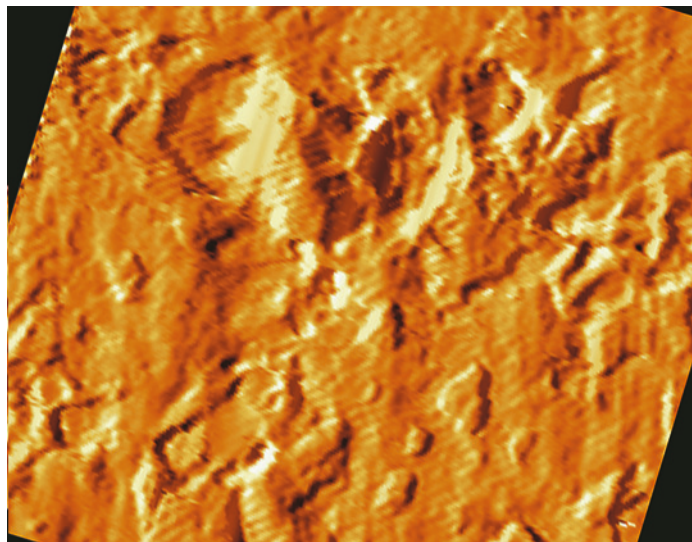


Figura 10. Muestra 5: NaOH + HCl



Las imágenes obtenidas de la muestra No. 5 (Figura 10) indican que el material presente allí también se encuentra en estado puro, pero que presenta características rígidas y aparentemente duras, lo que ocasionaría que el producto final se quiebre o presente defectos. Apartir de los resultados obtenidos se establece que, para la estandarización del procedimiento, la viabilidad se encuentra en el proceso ejecutado a la muestra No. 4; tomada esta decisión, se continúa con la elaboración del prototipo final, el cual se lleva a cabo sometiendo las escamas a alta temperatura y provocando un derretimiento para después moldear y/o formar films de quitosano.

Distintas investigaciones, como la ejecutada por el Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos (CIDEM) de Cuba, arrojaron resultados favorables en cuanto a la obtención de quitosano a partir del exoesqueleto de la langosta, obteniendo primero quitina, que posteriormente fue tratada con una solución alcalina a altas temperaturas para desacetilizarla y transformarla en quitosano; una vez realizado el proceso, se llevaron a cabo distintos análisis como cenizas, humedad, microscopia infraroja y microscopia electrónica de barrido, donde los resultados dieron como conclusión que este material cumplía con las características para ser implementado en la industria farmacéutica.

Adicional a esto, la universidad de Zulia, en un estudio de quitosano, determinó la versatilidad de este biopolímero y su implementación en distintas industrias, que cuenta entre sus aplicabilidades con el uso como aditivo alimentario, la elaboración de recubrimientos, la purificación del agua y el control de plagas para la agricultura. La Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, también logró desarrollar un ungüento con este biopolímero para aplicar en heridas y ampollas, que se caracteriza por su efectividad en la sanación.

Los antecedentes del proyecto brindan la confianza para el éxito del mismo, y conociendo las propiedades del material y sus aplicaciones se establecen las variaciones y factores relacionados para el producto final propuesto en la investigación.

El desarrollo del proyecto brinda una alternativa de solución para las empresas del departamento vinculadas a la cadena acuícola en el aprovechamiento de subpro-

ductos, enfatizando en el uso de las escamas. Todo esto empleando la nanotecnología (ciencia emergente) como medio para cumplir con los objetivos trazados y con el fin de buscar ese factor de innovación y desarrollo para la región.

Bibliografía

- (s.n.). (s.f.). *Acuerdo de la competitividad de la cadena de la piscicultura en Colombia*. Recuperado de http://www.huila.gov.co/documentos/A/Acuerdo_Nacional_Piscicola.pdf
- Albarracín, W. & Valderrama, N. (s.f.). Inclusión de compuestos químicos en matrices poliméricas de quitosano y su efecto en las propiedades de película. Universidad de Antioquia. *Revista de la facultad de química farmacéutica*, 21(1). Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae/article/viewFile/15320/16258>
- Alzate, L. Valencia, M. & Cuervo R. (2013). Extracción y caracterización de quitosano a partir del hondo A. Níger para andamios como soporte para el crecimiento de tejidos. *Revista colombiana de materiales*.
- C. Lárez (2006). Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. *Avances en química*.
- Delgado, M., Ulloa, C. & Ramírez, J. (2015). *La economía del departamento del Huila: Diagnóstico y perspectivas a mediano plazo*. FEDESERROLLO.
- Gacén, J. & Gacén, I. (1996). *Quitina y quitosano. Nuevos materiales textiles*, Boletín Intexter.
- García, T. & Roca, J. (2008). Industrialización de los crustáceos para la obtención de quitosano en ungüento con efecto cicatrizante. *Revista de la facultad de ingenierías*, 11(2).
- Gobernación del Huila (2007). *Agenda Interna del Huila para la productividad y la competitividad*.
- Gobernación del Huila (s.f.). *Informe cadena piscícola del Huila*. Recuperado de <http://www.huila.gov.co/documentos/I/INFORMECADENAPISCICOLAHUILA.pdf>
- Merino, M.C., Bonilla, S. & Bages, F. (2013). *Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia*. Autoridad

Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP).

Mican, J. & Arias, P. (s.f.). *Acuicultura*. Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas. Ministerio de agricultura. Recuperado de <http://sioc.minagricultura.gov.co/index.php/art-inicio-cadena-acuicultura/?ide=51>

Montoya, A. (2014). Piscicultura huilense creció 10,24%. *La Nación*. Recuperado de <http://www.lanacion.com.co/index.php/economica/item/230914-piscicultura-huilense-crecio-10-24>

N. de la Paz, M. Fernández, O. López...D. Díaz (2012). Optimización del proceso de obtención de quitosano derivada de la quitina de langosta. *Revista Iberoamericana de polímeros*. Vol. 13(3).

Z. Mármol, G.Paez, M. Rincón...E. Gutiérrez (2011). Quitina y quitosano, polímeros amigables. Una aplicación a sus aplicaciones. *Revista tecno científica URU* (Nº1 Julio).



DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN ARREGLOS AGROFORESTALES ASOCIADOS A CACAO (*Theobroma cacao*), DE CUATRO MUNICIPIOS DEL SUR COLOMBIANO

Vladimir Minorta-Cely

Investigador Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
vominortac@gmail.com

Claudia Mercedes Ordoñez Espinosa

Líder SENNOVA - Grupo de Investigación Agroindustrial La Angostura
clmechas24@misena.edu.co

Resumen: La asociación de cultivos con otras especies de plantas en un sistema de producción, integra y articula aspectos del medio natural –ecológicos–, con los del entorno social y económico. A este respecto, uno de los sistemas agroforestales más exitosos ha sido el relacionado con el cultivo del cacao, dada la condición de especie umbrófila de esta planta de sotobosque, que requiere el uso de sombras permanentes y semipermanentes. Sin embargo se deben presentar alternativas a los productores, quienes deciden cómo y con cuál especie asociar su cultivo, tipo de vegetación a mantener asociada, conociendo anticipadamente la estructura horizontal y vertical, la composición, y el grado de similitud florística, así como la relación de la estructura con la producción y los servicios ecosistémicos. El presente estudio se desarrolló en sistemas agroforestales asociados al cultivo de cacao, ubicados en cuatro municipios del Norte del departamento del Huila, al Sur de Colombia. Se establecieron cuarenta parcelas (50 x 2 m) tipo Gentry, y se realizaron 51 levantamientos de vegetación entre junio y agosto de 2015. Se censaron todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho –DAP: 1.30 m– mayor a 2.5 cm, para un total de 2820 individuos, los cuales corresponden a 74 especies distribuidas en 61 géneros y 29 familias. La familia más rica respecto al número de géneros y de especies es *Fabaceae* (10 géneros/ 13 especies), a nivel de género *Ficus* es el más rico con cuatro (4) especies.

Palabras clave: Especies arbóreas, sombra; sistemas agroforestales, *Theobroma cacao* L.

AGROFORESTRY ARRANGEMENTS IN FLORISTIC DIVERSITY ASSOCIATED TO COCOA (*Theobroma cacao*) FROM FOUR SOUTHERN COLOMBIAN MUNICIPALITIES

Abstract: Companion planting with other plant species in a production system, is a way to keep, integrates and articulates aspects of the natural environment –ecological– and the economic and social environments. In this regard, one of the most successful agroforestry systems has been the one associated to cocoa cultivation, given the condition of the plant species *Ombrofila* undergrowth, which requires the use of permanent and semi-permanent shadows. However, alternatives should be presented to producers as they are the ones that decide how and which species to associate with their cultivation, which vegetation type to keep associated with, knowing in advance the horizontal and vertical structure, composition, degree of floristic similarity and the relationship of the structure of production and ecosystem services. This study was conducted in agroforestry systems associated to cocoa cultivation, located in four municipalities in the north of Huila, southern Colombia. Forty plots (20 x 50 m) type Gentry were established, and 51 samples of lifting of vegetation between June and August 2015 were taken, all individuals with a diameter at breast height (DBH) were registered in an inventory - 1.30 m greater than 2.5 cm, 2820 individuals were registered in total, corresponding to 74 species distributed in 61 genera and 29 families. The richest family regarding the number of genera and species is Fabaceae (10 genera / 13 species), in terms of genus *Ficus plant* is the richest with four (4) species.

Keywords: tree species, shadow; agroforestry systems, *Theobroma cacao* L.

Introducción

La organización y el crecimiento económico de un pueblo están determinados por su localización geográfica y por el aprovechamiento de sus recursos; en otras palabras, por cómo se utiliza y distribuye su capital natural – biodiversidad– dentro de su estructura social. Este hecho incide en las construcciones culturales –entendiéndose cultura como aquellas prácticas derivadas de los conocimientos, las creencias, las costumbres, el arte, la moral y la ética de las interacciones entre los individuos de un territorio–, pues el sostenimiento de los individuos y la obtención de ingresos que generen un progreso social y/o económico, están limitados por la calidad, el acceso y la cantidad de sus recursos naturales (Sosa, 2001). Si bien algunas prácticas antiguas como la incorporación de los árboles en los sistemas productivos se han presentado desde 1920 (King, 1968), siguen siendo utilizadas en cultivos como el cacao, buscando beneficios generados por estas interacciones.

Bajo este escenario, prácticas como la agroforestería permiten mitigar en buena parte algunos de los impactos sobre el capital natural, puesto que se convierten en una alternativa que integra y articula aspectos del medio natural –ecológicos–, del entorno social y económico (Krishnamurthy & Ávila, 1999), con cadenas productivas agrícolas. No obstante, el establecimiento de sistemas agroforestales constituye un reto a las prácticas agrícolas convencionales a gran escala, puesto que se obtienen resultados viables a nivel económico, social y ambiental (Suárez, 2014). Con lo cual, se ha acrecentado el interés por fomentar prácticas alternativas y amables con el medio natural y sus ecosistemas, hecho que ha derivado en el auge de estudios ligados al contexto agropecuario. A este respecto, uno de los sistemas agroforestales más exitosos ha sido el asociado con el cultivo del cacao. Esta especie (Parrish et al., 1999) requiere el uso de sombras permanentes y semipermanentes dada su condición umbrófila, lo cual ha permitido que a nivel mundial un 70 % es

cultivado bajo un dosel de sombra de árboles (Gockowski y Sonwa 2011; Duguma et al. 2001; Herzog 1994). Según Somarriba (et al., 2012), en Latinoamérica se encuentran establecidas alrededor de 1,5 millones de hectáreas (70 % área total) de cacao con algún grado de sombrío.

El cacao tuvo sus orígenes en los bosques pluvies-tacionales de la cuenca amazónica. Su domesticación y su distribución están ligadas a las rutas comerciales de los pueblos amerindios que conectan Suramérica con Mesoamérica. Son varios los artículos dedicados a la pesquisa sobre la historia cultural y económica del cacao (véanse, entre otros, Valenzuela, 2007; De la Cruz & Pereira, 2009; Roa-Romero et al., 2009; Iglesias, 2011; Waizel-Haiat et al., 2012; Cheesman, 1944). A grandes rasgos se sabe que el vocablo chocolate proviene de la palabra azteca *xocolatl* (agua espumosa), usada para denominar una bebida de gusto amargo, sabor acre y de gran valor energético. Tras el contacto entre los pueblos amerindios y los conquistadores españoles, el cacao se introdujo en España hacia 1513 en donde gozó de una notable reputación como panacea farmacéutica, con lo cual su expansión por el viejo mundo fue acelerada, situación que llevó a convertirlo en el hito gastronómico de la actualidad (De la Cruz & Pereira, 2009).

La producción de cacao a nivel mundial, se concentra en alrededor de 50 países tropicales ubicados en África, América Latina y Asia. En 2014 se produjeron 4.085.000 Tn (ICCO, 2014), en un área de 18.216.203 ha (FAO STAT, 2014). En Colombia, el cultivo se encuentra en los departamentos de Santander, Huila, Tolima, Nariño, Norte de Santander, Arauca y Antioquia, con una extensión total de 143.645 ha, a cargo de 25.000 familias campesinas, 90 % de las cuales son pequeños agricultores (PROEXPORT, 2012). Departamentos como el Huila son tradicionalmente productores del grano, cultivado en 36 municipios de 37 que lo componen (9810,40 ha) (Secretaría de Agricultura y Minería del Huila, 2013).

Por lo anterior, el objetivo del presente artículo es documentar los resultados preliminares de caracterización florística, de la flora asociada a los sistemas agroforestales de cacao en cuatro municipios del departamento del Huila.

Materiales y métodos

Zona de estudio

El departamento del Huila se caracteriza por la alta producción agrícola de productos como arroz, café, –*Theobroma cacao* L– y diversos frutales. De estos cultivos, el cacao es quizás uno de los pocos que aún conserva tradiciones artesanales a lo largo de todo el proceso. Por lo anterior, la presente investigación se desarrolló en fincas con sistemas agroforestales de cacao en cuatro municipios del departamento del Huila. Se visitaron cuatro municipios del Suroriente del departamento del Huila: Algeciras, Campoalegre, Hobo y Rivera. En términos generales, se trata de una zona de vida de bosque seco tropical, con temperaturas entre 22 °C y 28 °C, precipitación 1254 mm a 1500 mm, y con un gradiente altitudinal entre los 530 y los 1140 msnm, con relictos de bosques ribereños y premontanos en medio de una matriz –mosaico– de varios cultivos y algunas zonas destinadas a la ganadería.

Caracterización florística

Se realizaron dos jornadas de campo entre los meses de junio, julio y agosto del 2015. Posteriormente se procesó y se determinó taxonómicamente el material herborizado en el herbario de la Universidad Nacional de Colombia. Se realizaron 51 levantamientos de vegetación, consistentes en parcelas de 50 x 20 m, los cuales se orientaron aleatoriamente, evitando zonas alteradas como caminos o claros. En cada una se censaron todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho –DAP: 1.30 m– mayor a 2.5 cm. Los criterios de agrupación taxonómica siguen lo expuesto por APG III (Reveal & Chase, 2011).

Resultados

En total se censaron 2820 individuos, los cuales corresponden a 74 especies distribuidas en 61 géneros y 29 familias. La familia más rica respecto al número de géneros y de especies es *Fabaceae* (10 géneros/ 13 especies), seguida por *Anacardiaceae* –la familia del mango y del caracol– (4/4), *Malvaceae* –la familia del cacao y de la ceiba– (4/4), y *Moraceae* –la familia de la breva y del matapalo– (3/6).

Cuadro 1. Distribución de la riqueza según familias, géneros y especies

Familia	Número Géneros	Número Especies
ANACARDIACEAE	4	4
ANNONACEAE	1	1
ARECACEAE	2	3
ASTERACEAE	2	2
BIGNONIACEAE	2	2
BORAGINACEAE	2	2
CALOPHYLLACEAE	1	1
CARICACEAE	1	1
CYCLANTHACEAE	1	1
EUPHORBIACEAE	3	3
FABACEAE	10	13
HELICONIACEAE	1	1
LAMIACEAE	1	1
LAURACEAE	2	2
MALVACEAE	4	4
MELIACEAE	2	3
MORACEAE	3	6
MUNTINGIACEAE	1	1
MUSACEAE	1	2
MYRTACEAE	4	5
PHYLLANTHACEAE	1	1
POACEAE	2	2
PRIMULACEAE	1	1
RUBIACEAE	2	2
RUTACEAE	3	5
SALICACEAE	1	1
SAPINDACEAE	2	2
SAPOTACEAE	1	1
URTICACEAE	1	1
TOTAL	62	74

A nivel de género, *Ficus* es el más rico con cuatro (4) especies, seguido por *Citrus* con tres especies. Los diez géneros más ricos concentran el 30 % de la riqueza registrada.

Cuadro 2. Géneros más ricos respecto al número de especies

Género	Número Especies	Porcentaje (%)
<i>Ficus</i>	4	5,4
<i>Citrus</i>	3	4,1
<i>Inga</i>	3	4,1
<i>Bactris</i>	2	2,7
<i>Cedrela</i>	2	2,7
<i>Erythrina</i>	2	2,7
<i>Musa</i>	2	2,7
<i>Myrcia</i>	2	2,7
<i>Albizia</i>	1	1,4
<i>Amyris</i>	1	1,4
Suma de los diez géneros más ricos	22	29,7
Resto de géneros	52	70,3
Total	74	100

De las 74 especies registradas, 17 presentan algún valor de uso directo como frutales o forrajeras que representan algún ingreso económico para los propietarios de los predios y/o que hacen parte de su alimentación diaria básica.

Cuadro 3. Especies con algún valor de uso directo

Especie
<i>Annona muricata</i> L. (Guanábana)
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth (Chontaduro)
<i>Carica pubescens</i> Lenné & K. Koch (Papaya)
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck (Limón)
<i>Citrus nobilis</i> Lour. (Mandarina)

<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck (Naranja)
<i>Cocos nucifera</i> L. (Coco)
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oeken (Nogal)
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth (Guadua)
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (Guácimo)
<i>Manguifera indica</i> L. (Mango)
<i>Manihot sculenta</i> Crantz (Yuca)
<i>Musa paradisiaca</i> L. (Plátano)
<i>Persea americana</i> Mill. (Aguacate)
<i>Psidium guajava</i> L. (Guayaba)
<i>Saccharum officinarum</i> L. (Caña de azúcar)

Conclusiones

Esta tendencia en los valores de distribución de la riqueza es concordante con otros estudios en el departamento del Huila, como los de INGETEC (2008), Rodríguez-Quintero (2009), Cabrera-Amaya & Minorta-Cely (2010) y Natura (2010, 2011), quienes destacan el papel de las leguminosas en la dominancia de la diversidad florística de estos tipos de coberturas.

Por último, se requiere de estudios más detallados que permitan diseñar estrategias de manejo idóneas para cada tipo de parcela según sus particularidades florísticas, este conocimiento será una herramienta fiable, que permitirá relacionar los procesos productivos con la diversidad, la riqueza y el uso de estos recursos por parte de los productores. De otra parte, los servicios ambientales derivados de los arreglos agroforestales, como secuestro de carbono, deforestación evitada, y protección del recurso hídrico, merecen ser caracterizados de cara a proponer planes de acción directa y proyectos de investigación sobre la respuesta de estos a factores, como el cambio climático y la posible pérdida de diversidad por la expansión de las fronteras agrícolas y ganaderas.

Bibliografía

Alpizar., L. Fassbender., HW. Heuveldop., J. Fölster., H. Enríquez., G. (1986). Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao* L.) with laurel

(*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. I. Inventory of organic matter and nutrients. *Agrofor. Syst.* 4. 175-189.

Ángel., K. & Suárez., J.C. (2014). Conocimiento local sobre el manejo de plantaciones tradicionales de cacao con arreglos agroforestales en el Bajo Caguán, departamento del Caquetá (Colombia). Manejo de arreglos agroforestales de cacao en la Amazonía Colombiana. En: *Colombia*, ed: Universidad de la Amazonía, v., p. 63-80.

Cabala-Rosand., P. Santana., M. Cadima-Zevallos., A. (1985). Asociaciones entre cacao (*Thebroma cacao* L.) y árboles de sombra en el Sur de Bahía, Brasil. En: Beer JW, Fassbender HW, Heuveldop J (Eds.). *Avances en la investigación forestal*. CATIE. Costa Rica. p. 271.

Bello., A. & Kattib (1994). Aspectos ecológicos en la sucesión secundaria de la vegetación subandina (2010 2510 m) en localidades del municipio de Santa Rosa de Cabal. Risaralda, Colombia. Trabajo de grado. Departamento de Biología. Universidad Nacional. Bogotá.

Bernal., A. (1973). Estudio de la vegetación y planificación preliminar del Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos, Acevedo, Huila. Bogotá D.C., Colombia. Trabajo de grado (Ingeniero Forestal). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Beer., JW. Muschler., R. Kass., D. Somarriba., E. (1998). Shade management in coffee and cacao plantations. *Agrofor. Syst.* 4: 175-189.

Cabrera-Amaya., D. & Minorta-Cely., V. (2010). Caracterización florística de las cuencas del río Timaná y la Quebrada la Yaguilga, departamento del Huila, Colombia. Informe Técnico. Bogotá, Colombia.

Cleef., A. (1972). Informe preliminar sobre la botánica del Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos. Bogotá. Colombia.

Duguma, B. Gockowski., J. Bakala., J. (2001). Smallholder cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivation in agroforestry systems of West and Central Africa: Challenges and opportunities. *Agrofororestry Systems* 51: 177-188.

- FAOSTAT. (2014). Series temporales anuales. Consultado: 27 Jul. (2014). Disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/O/OA/S>.
- Gentry, A. H. (1995). Diversity And Floristic Composition Of Neotropical Dry Forest. En: Bullock S; H, Mooney; E, Medina (Ed.). Seasonally Dry Tropical Forest. Pág. 145 a 149. Primera Edición. Cambridge University.
- Gockowski, J. Sonwa, D. (2011). Cocoa Intensification Scenarios and Their Predicted Impact on CO2 Emissions, Biodiversity Conservation, and Rural Livelihoods in the Guinea Rain Forest of West Africa. Environmental Management. 48:307–321, DOI 10.1007/s00267-010-9602-3
- Herzog, F. (1994). Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Cote d'Ivoire. Agroforestry Systems 27: 259-267.
- Ingetec, S. A. (2008). Estudio de impacto ambiental del proyecto hidroeléctrico El Quimbo. Informe Técnico, 170 Págs. Bogotá. Colombia.
- Lozano, G. Hernández, J. & Henao, J. (1979). El género *Trigonobalanus* en el Neotrópico. I. Caldasia 12: 517 537.
- Natura (2010). Plan de restauración ecológica del bosque seco proyecto hidroeléctrico El Quimbo. Informe Técnico, 161 Págs. Bogotá. Colombia.
- Natura (2011). Caracterización florística y estructural del hábitat de la fauna presente en el área de influencia directa del proyecto hidroeléctrico El Quimbo. Informe Técnico, 32 Págs. Bogotá. Colombia.
- Organización internacional del cacao, Estadísticas Oferta y Demanda - ICCO. (2014).
- Recuperado de: http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/30-related-documents/47-statistics-supply-demand.html
- Phillips-Mora, W. (1993). *Seminario regional "Sombras y cultivos asociados con cacao"*. CATIE. Costa Rica. 221 pp.
- PROEXPORT (2012). Cacao Colombiano fino y de aroma. (En Línea). Consultado 06 de Agos. 2014. Disponible en: [http://www.inviertaencolombia.com.co/images/Perfil %20Cacao %202012.pdf](http://www.inviertaencolombia.com.co/images/Perfil%20Cacao%202012.pdf)
- Rangel-Ch., J. O., A. M. Cleef, T. Van Der Hammen & R. Jaramillo (1982). Tipos de vegetación en el transecto Buritaca La Cumbre Sierra Nevada de Santa Marta (entre 0 y 4100 msnm). Colombia geográfica 10(1): 1-18.
- Rangel-Ch., J. O. & P. Franco R. (1985). Observaciones fitoecológicas en varias regiones de vida de la cordillera central de Colombia. Caldasia 14 (67): 210-249.
- Rangel-Ch., J. O. & G. Lozano (1986). Un perfil de vegetación entre la Plata Huila y el volcán del Puracé. Caldasia 14 (68-70) 503 547.
- Rangel-CH., J.O. & A. Garzón (1994). Aspectos de la estructura, de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del Parque Regional Natural Ucumari. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Ucumari: Un caso típico de la diversidad biótica andina: 59:84. Publicaciones de la CARDER. Pereira.
- Rangel-CH., J. O. (1995). La diversidad florística en el espacio andino de Colombia. Págs. 187-205. En: S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J. Luteyn (eds.). Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. Proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium, New York Botanical Garden, 21-26 June 1993. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA.
- Rangel Ch. J.O. & Velázquez (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: J. O. Rangel-Ch. P. Lowy & M. Aguilar (Eds.). *Colombia Diversidad Biótica li. Tipos De Vegetación En Colombia*. Instituto De Ciencias Naturales. Ideam. Universidad Nacional De Colombia. Bogotá D.C., Págs. 59-87.
- Rangel-Ch., J. O., A. M. Cleef & S. Salamanca (2003). The ecuatorial interandean and subandean forest of the Parque los Nevados Transect, Cordillera Central, Colombia. 143-204 p. En: T. van der Hammen & A. Dos Santos (eds). La Cordillera Central Colombiana. Estudio de Ecosistemas Tropandinos 5. J. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- Rangel-Ch., J.O., O. Rivera-D., D. Giraldo, C. Parra, J.C. Murillo, I. Gil, J.L. Fernández, J. Sarmiento, G. Galeano, R. Bernal, S. Suárez, J.R. Botina, M.E. Morales & C. Berg. (2004). Catálogo de espermatófitos en el

- Chocó Biogeográfico. En: Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica IV. El Chocó biogeográfico/ Costa Pacífica: 105-439. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Rangel-Ch., O., O. Rivera-Díaz, Franco-R, P; Torres, J.H., Van Der Hammen, T, & A.M. Cleef. (2005). Catálogo de la flora vascular del macizo de Tatamá, [Catalogue of the vascular flora of the Tatamá massif]. En: Van der Hammen, Thomas; Orlando Rangel, J.; Cleef, Antoine M. (Ed). La Cordillera Occidental Colombiana Transecto Tatama, pp. 287-376.
- Reveal., J. L. & M. W. Chase (2011). APG III: Bibliographical information and synonymy of Magnoliidae. *Phytotaxa* 19: 71–134.
- Rojas, O. (1984). Evolución de una sucesión vegetal en el Valle del Cauca. *Cespedesia* 13 (49 50) 152-211.
- Salgado-Mora., Mg, Ibarra-Nuñez., G. Macias-Samano., Je. López-Báez., O. (2007). Diversidad arbórea en cacaotales del Soconusco, Chiapas, México. *Inter-ciencia*. 11(32):763-768.
- Sonwa., DJ. (2004). Biomasa management and diversification within cocoa agroforest in the humid forest zone of Southern Cameroon. Cuvillier. Göttingen, Alemania. 112 pp.
- Rodríguez-Quintero., W. D. (2009). Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical en el municipio de Aipe, Huila, Colombia. Tesis De Grado. Universidad Nacional de Colombia.
- Suárez., J. C. (2014). Generalidades del proyecto sobre caracterización de cacaotales como estrategia para el diseño de arreglos agroforestales en el Bajo Caguán, departamendo del Caquetá (Colombia) Manejo de arreglos agroforestales de cacao en la amazonía colombiana . En: *Colombia*. Ed: Universidad de la Amazonía , v., p.13-22.
- Suárez., J.C., D. Sánchez & M. Pimentel. (2014). Caracterización biofísica y socioeconómica de fincas con arreglos agroforestales de cacao en el Bajo Caguán, departamento del Caquetá (Colombia). Manejo de arreglos agroforestales de cacao en la amazonía colombiana. En: *Colombia*. Ed: Universidad de la Amazonía, v., p.37-44.



CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE LA PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS AGROPECUARIOS COMO SOPORTE PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE Y ASEGURAMIENTO ALIMENTARIO DE COLOMBIA

Marcela Rey A.
Pontificia Universidad Javeriana
marcelareyarevalo@gmail.com

Resumen: El presente artículo muestra una revisión crítica que describe el valor de los recursos genéticos agrícolas disponibles en Colombia para su conservación, como una herramienta clave para el manejo, gestión y producción sostenible de la biodiversidad genética en Colombia, abarcando panoramas políticos, legales, técnicos y posibles soluciones para conservar la agrobiodiversidad genética. En Colombia son muy pocas las entidades financiadas por el Estado que se encarguen de una conservación dinámica (*in situ* y *ex situ*) de los recursos genéticos del país de la mano con pequeños agricultores, ya que en la actualidad las entidades que se encargan de conservar la agrobiodiversidad del país son producto de iniciativas privadas y basadas solo en pocos ejemplares. Es indispensable que el gobierno colombiano adopte políticas y acciones de conservación del recurso genético que permitan sostener económicamente mini centros de conservación agrícola local, y que apoyen y promuevan diferentes procedimientos de conservación e intercambio de material entre los pequeños agricultores en cada uno de los departamentos de Colombia.

Palabra claves: Agro Biodiversidad, Recursos genéticos, Conservación *in situ* y *ex situ*.

AGROBIODIVERSITY CONSERVATION THROUGH THE PRESERVATION OF AGRICULTURAL GENETIC RESOURCES AS SUPPORT FOR SUSTAINABLE PRODUCTION AND FOOD SECURITY CONSIDERATIONS OF COLOMBIA

Abstract: This article presents a critical review that describes the value of agricultural genetic resources in Colombia for preservation as a key tool to handle, manage and sustainable production in Colombia of genetic biodiversity scenarios covering political, legal, technical and possible solutions to preserve genetic agrobiodiversity. In Colombia there are very few state-funded institutions who are responsible for dynamic conservation (*in situ* and *ex situ*) of genetic resources of the country by the hand with small farmers, as currently the entities in charge of keeping the agrobiodiversity of the

Keywords: Agro Biodiversity, Genetic Resources, Conservation *in situ* and *ex situ*.

country are private initiatives and based only on a few specimens. It is essential that the Colombian Government adopt policies and actions for the conservation of genetic resource that would sustain economically mini local agricultural conservation center to support and promote different methods of conservation and exchange of material on small farmers in each of the departments of Colombia.

Introducción

Colombia es considerado mundialmente como un país megadiverso (Rodríguez, *et. al.* 2004; Chávez y Arango, 1998) y posee alrededor de 337 diferentes ecosistemas (Lobo, 2008; Winngaar y Fandiño, 2005) con un número importante de recursos genéticos de flora y fauna endémicos del país (Lobo y Medina, 2009). De allí la importancia de promover esfuerzos hacia el uso sostenible de los recursos naturales, así como de preservar la biodiversidad usando herramientas como planes de manejo de paisaje (Lozano, *et al.* 2006), establecimiento de cercas vivas o procesos de sucesión (Lozano, 2009), y acompañado con el desarrollo de estrategias de conservación de no solo aquellas especies en peligro de extinción, además del establecimiento de normas para el adecuado manejo de recursos naturales.

Todos los esfuerzos de conservación promovidos en el país son enfocados en especies catalogadas en las listas rojas de la Unión Internacional en Conservación (UICN, en inglés); especies en potencial peligro y ecosistemas completos que estén afectados antropogénicamente o que su alteración pueda influir negativamente en el ecosistema macro del país. Sin embargo, la diversidad agrícola ha quedado en segundo plano, lo que está causando la pérdida paulatina de la agrobiodiversidad y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria del país, dada la falta de claridad en el marco legal para el manejo de la biodiversidad genética, especialmente la agrícola (agrobiodiversidad genética).

Colombia necesita establecer claramente las condiciones y normas actuales que apliquen al marco de la conservación de la agrobiodiversidad, de la mano con la preservación de los recursos genéticos explorados y no explorados a nivel nacional. Es por esto que este documento tiene como objetivo describir el valor de los recur-

sos genéticos agrícolas disponibles en el país, como una herramienta clave para el manejo, gestión y producción sostenible de la agrobiodiversidad en Colombia, y abarcando panoramas políticos, legales, técnicos y posibles soluciones para conservar.

La agrobiodiversidad del país y su importancia económica

La agrobiodiversidad es definida como toda la biodiversidad asociada a los alimentos y agricultura e incluye las prácticas utilizadas para el manejo de los sistemas agrícolas, las cuales están caracterizadas por dos modalidades: "la planeada", que implica una estructuración y programación clara de lo que se desea cultivar ya que es propia de alguna época del año; y la "no planeada", que representa a los cultivos nativos del suelo que proliferan durante todo el año (Brussaard, *et al.* 2007).

Geográficamente Colombia alberga una gran diversidad de especies vegetales que pueden ser usadas en actividades agrícolas (Van Wingen & Fandiño, 2005 y Leipzig, 1996), razón por la cual la tasa de agrobiodiversidad endémica del país es elevada. Entre los cultivos de mayor relevancia están el cacao, el café, el ají amazónico, el casabe, el maíz, y los tubérculos, así como una alta diversidad de árboles frutales, plantas medicinales y palmas; esta agrobiodiversidad económicamente representa el 12 % del producto interno bruto del país (González, 2012) con un incremento del 2,2 % a 2011 comparada con 2010, esto equivale a ingresos estimados por USD 7.527,2 millones a 2012 (González, 2012); sin contar el área potencial de siembra existente, que es cercana a nueve millones de hectáreas (Leipzig, 1996), las limitaciones en la adecuada distribución de tierras que enfrenta el país

y la baja domesticación de plantas vasculares que rodea solo el 3,8 % de plantas consumibles (Lobos, 2008; UNEP, 1995), lo que perfila al país como centro de gestión de la agrobiodiversidad en la región andina.

Entre los planes para promover la conservación de la agrobiodiversidad, herramientas diversas son usadas actualmente en el país (Lozano et al. 2006; Lozano, 2009); sin embargo, se ha subestimado el valor del componente genético que esta posee, ya que evidentemente es más difícil de valorar económicamente, precisamente por las dimensiones que esta pueda tener. Además, siendo esta independiente de todos los instrumentos agrícolas usados en la actualidad y dada la gran influencia de mezcla de especies autóctonas y foráneas utilizadas en actividades económicas agrícolas (Day-Rubenstein y Heisey, 2001 y Lobo, 2008), resulta aún más difícil definir claramente la riqueza genética agro diversa que es propia del país.

Marco legal

El marco general que regula el uso de los recursos biológicos en el mundo es el Convenio de Biodiversidad Biológica (CDB), firmado en 1992 en la ciudad de Río de Janeiro (Brasil) en el cual, 150 estados se comprometieron en la conservación de sus recursos biológicos, entre ellos, la agrobiodiversidad genética. En Colombia, la normatividad usada es la acordada en la decisión 391 de 1996 de la comunidad andina, la ley 165 de 1994, en conjunto con el decreto 393 de 1991, en la que se indica que los recursos genéticos de un país perteneciente al acuerdo no puede patentar recursos genéticos y biológicos propios de la región.

Por otro lado, en 2002 en La Haya (Holanda), se optó por la decisión VI/9 de la Sexta Reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (COP) del CDB; también se estableció la Decisión VII/10 de la COP7 del CDB, donde se reconocen los aportes del Plan de Acción Mundial para la conservación y uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (Londoño, 2011). De esta manera, con las decisiones internacionales se pretende promover el manejo y uso mesurado de los recursos naturales, reducir y controlar la actual pérdida de la biodiversidad de especies vegetales básicas para satisfacer las necesidades

actuales y futuras de la humanidad, contribuyendo así con la reducción de la pobreza y con el mantenimiento de un desarrollo sostenible en los países del tercer mundo.

En Colombia particularmente, la agrobiodiversidad genética está controlada principalmente por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) dirigido y orientado por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Colombia; sin embargo, cada región tiene reguladores públicos llamados Corporación Autónoma Regional (CAR) (Ley 99 de 1993), cuya principal función es administrar y regular los recursos naturales renovables. No obstante, los alcances de estas corporaciones no son suficientes para poder regular el tráfico de agrobiodiversidad que se realiza en el país. Es por ello que los esfuerzos del país deben ser complementados usando fundaciones privadas que actualmente ejerzan y puedan trabajar cooperativamente con las corporaciones autónomas y el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. Como ejemplo de la funcionalidad de esta modalidad está CORPOICA, que mediante la decisión 391 de 1996 de la comunidad andina, ley 165 de 1994 y el decreto extraordinario 393 de 1991, actualmente tiene potestad en la conservación de especies de germoplasma (Lobo, 2008), lo que indica que en Colombia sí es posible el desarrollo de bancos cooperativos de conservación de la agrobiodiversidad.

Preservación de los recursos genéticos agropecuarios

En la actualidad la pérdida de agrobiodiversidad debido a las constantes transformaciones antropogénicas de los ecosistemas y el uso indebido del suelo, ha venido en aumento; razón por la cual se debe promover el interés en pequeños productores agrícolas y pecuarios en conservar los recursos genéticos de la región, mediante una combinación de diferentes estrategias de conservación dinámica (*in situ* e *ex situ*) que minimice la pérdida de variabilidad genética de las especies y tradiciones agrícolas (Lobo, 2008; Brown y Brubaker, 2002). Como lo muestran Lobo y Medina (2009), las estrategias de conservación no solo deben estar enfocadas en grandes bancos congelados (conservación *ex situ*), sino también complementados con diferentes técnicas de conservación *in situ* que permitan preservar por largos periodos de tiempo el potencial de

diversidad agrícola nativa explorada e inexplorada, además las estrategias de conservación dinámica no solo deben ser enfocadas para el caso vegetal y animal, sino también para la microfauna existente (microorganismos). Algunas de las técnicas de conservación dinámica para cada caso más recomendadas son las siguientes:

1. Conservación del recurso genético vegetal: Los recursos genéticos vegetales pueden ser conservados de dos maneras: *in situ* (en su ambiente natural) y *ex situ* (fuera de su ambiente natural). Los dos son complementarios entre sí y ninguno debe ser excluido ante un plan de conservación agropecuaria (Lobo, 2008 y Brush 2000). En la actualidad, gran parte de la agrobiodiversidad remanente se encuentra conservada de manera *in situ* en las fincas de semi subsistencia de los países subdesarrollados y en jardines caseros de las naciones desarrolladas, sin embargo esta no es la única estrategia empleada, el almacenamiento a largo plazo y en frío (*ex situ*) de genes, ha demostrado que favorece la conservación de importantes actividades fenotípicas y genotípicas importantes para el fitomejoramiento (Charafi et al. 2008).

2. Conservación del recurso genético animal: La conservación animal está enfocada, al igual que la conservación vegetal, en estrategias tanto *in situ* como *ex situ*; sin embargo, y dada la gran variabilidad genética que posee el recurso genético animal, se recomienda que la conservación *in situ* sea una elección prioritaria para guardar los recursos pecuarios mediante la tenencia de diferentes razas o conjuntos de individuos que han evolucionado con la ayuda de agroecosistemas custodiados por granjeros (Lobo, 2008 y Pattison et al. 2007). Como se evidencia, la conservación *in situ* es una buena alternativa para el mantenimiento y evolución de genética y sería aún más fuerte si estuviese acompañada en lo posible con técnicas de conservación *ex situ*, como la crioconservación de semen y embriones, y el mantenimiento de animales en localidades habilitadas (Lobo, 2008 y Pattison et al. 2007).

3. Conservación de recurso genético microbiológico: La conservación de microorganismos de interés agropecuario, a diferencia de la conservación vegetal y animal, enfoca sus estrategias en la conservación exclusivamente *ex situ*, ya que no hay un organismo biológico más adaptable para entrar en un estado metabólicamente inactivo.

Como ejemplo, se tienen los bancos de germoplasma *ex situ*, que también se encargan de custodiar y conservar el recurso genético microbiológico de interés para producción y crecimiento de alimentos. Para ello se utilizan técnicas de crioconservación y liofilización (secado y sublimación del agua) (Sampson et al. 1996); estos métodos de secado en la actualidad son muy poco utilizados dado que requieren gran infraestructura y equipos de alto costo. Como segunda opción, siendo esta la mas recomendada para centros en desarrollo que practiquen conservación *ex situ*, es la implementación de diferentes métodos de siembra microbiológica periódica utilizando cultivos que estimulen sintéticamente las condiciones ambientales de estos organismos.

En la actualidad, y según el registro de colecciones biológicas del instituto Alexander Von Humboldt, la única institución vigente encargada de conservar recursos microbiológicos agropecuarios en el país es la Colección Colombiana de Microorganismos con Interés Agrícola y Pecuario de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) y es solo esta entidad quien se encarga además de sus múltiples funciones de conservar la agrobiodiversidad del país (Instituto Alexander Von Humboldt, 2012).

Por todo lo anterior, el Estado debe ser quien se encargue de brindar más apoyo económico a cada departamento o municipio para el desarrollo de centros de conservación *ex situ* de la mano con pequeñas huertas caseras diversificadas, diseñadas y basadas en la experiencia de los agricultores y las instituciones educativas apoyadas por Colciencias. Para este fin, se podría implementar una red de pequeños agricultores que permita la cooperación técnica en conservación dinámica de la agrobiodiversidad nativa, a través de la preservación de los recursos genéticos como soporte para el desarrollo sostenible y productivo. Un ejemplo de lo anterior lo podemos ver reflejado en la red de cooperación técnica en biotecnología vegetal REDBIO/FAO, la cual ha venido promoviendo el desarrollo y el uso responsable de la biotecnología como una herramienta indispensable para el progreso sostenible y competitivo de la producción agropecuaria y forestal de pequeños agricultores (Shulder y oerozco, 2006).

Las estrategias de conservación genética de la biodiversidad agrícola por muchos años han estado a cargo de iniciativas de entidades privadas e instituciones educativas, la gran mayoría públicas o de carácter mixto como lo es CORPOICA, quien se ha encargado no solo de la conservación de los recursos genéticos del país, sino también de generar y transferir conocimientos científicos y soluciones tecnológicas para el sector agropecuario. Es importante resaltar la importante labor que brinda CORPOICA, sin embargo no solo la conservación de la agrobiodiversidad debe ser responsabilidad de institutos de conservación (Tabla 1), también debe ser interés y responsabilidad de los municipios, ya que deben ser ellos quienes gestionen, mediante la capacitación y colaboración participativa de los pequeños agricultores, la exploración, selección, conservación y promoción de los productos agrícolas nativos en Colombia.

Tabla 1. Bancos de germoplasma *ex situ* en Colombia

Entidad	Principal grupo de conservación	Tipo de organización
CARTÓN DE COLOMBIA	Forestales	Privada
Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE)	Café	Privada
Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña)	Caña de Azúcar	Privada
COLTABACO	Tabaco	Privada
Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF)	Maderables	Privada
(Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge) CVS	Forestales	Público
CORPOICA	Agrícolas	Mixto
Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi	Amazónicas	Público
UNIPALMA S.A	Palma Africana	Privado
U. DE ANTIOQUIA	Ornamentales	Público
U. DE CALDAS	Frutales	Público
U. NACIONAL-BOGOTA	Tubérculos andinos	Público

U. NACIONAL-MEDELLIN	Frutales tropicales	Público
U. NACIONAL-PALMIRA	Hortalizas	Público
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Frutales, Forestales y Ornamentales	Público

Fuente: Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad, 1997 y Conservación *ex situ* de especies y recursos genéticos en los países del trópico Andino.

En Colombia son pocos los ejemplos de conservación de agrobiodiversidad genética exitosos; sin embargo, uno de los mejores casos es el reportado por Rosero (2010), donde resalta la cooperación entre la comunidad indígena y la acción privada, con el fin de promover el cultivo de especies nativas y de lograrlo de manera participativa, usando herramientas como los poli cultivos y permitiendo de esa manera el cultivo simultáneo de *Oxalis tuberosa*, especies adaptadas a las condiciones medioambientales de la región de estudio, lo que dio como resultado no solo la conservación de la especie, sino también un manejo ecológico de los suelos.

Ventajas y desventajas del uso de los recursos genéticos agrícolas

Los recursos agrícolas representan gran parte de la biodiversidad del planeta, y presentan muchas ventajas sociales y económicas para el país. Teniendo en cuenta el hecho de que Colombia sea considerado un país altamente agrícola, la preservación de los recursos genéticos garantizará la conservación de su flora y fauna, por lo que es importante la continuidad de cultivos especiales vitales para la proyección nacional, además permitiría recuperar aquellas especies de importancia cultural que han sido amenazadas por la sobreexplotación de los suelos, limitando en muchas ocasiones la distribución de las mismas. La conservación de la biodiversidad adquiere además importancia ya que mediante estos procedimientos se pueden establecer planes de seguridad alimentaria (Leipzig, 1996) usando plantas y animales nativos de alta resistencia a las condiciones ambientales de la zona de interés; sin embargo, esta propuesta no adquiere peso debido a que las producciones agrícolas son enfocadas hacia la agrobiodiversidad que actualmente genera mayor

utilidad (por ejemplo, el café). Actualmente, para incursionar con especies nativas como una cadena completa de producción, es necesario primero competir con la idiosincrasia del posible mercado de ingreso, lo que implica altas inversiones en mercadeo y estudio de desarrollo e innovación.

Ahora bien, la principal desventaja de la conservación genética radica en la propiedad que aquellos centros puedan asumir por esta; aunque en Colombia los recursos genéticos no son patentables, la investigación industrial implica naturalmente la proyección de uso con fines económicos a futuro, por tanto, al desarrollar planes de conservación se puede generar competitividad por los recursos genéticos y manejo exclusivo (no propiedad) de los recursos que se planean. Otra desventaja radica en los términos de conservación que actualmente se establecen internacionalmente, donde se promueve la conservación prioritaria de especies en peligro de extinción, pero no de aquellas autóctonas que no necesariamente están en peligro de extinción, y que no son consideradas objetivos de conservación oficiales, más aún, teniendo en cuenta que muchas especies han presentado cambios por introducción y mezcla de especies.

Consideraciones finales

Se estima que las tres cuartas partes de la diversidad genética de los cultivos usados en agricultura del siglo pasado se perdieron debido a la continua erosión genética y a la siembra prioritaria de cultivos (arroz, trigo, maíz y la papa) que representan la demanda de alimentos de la población humana mas no la seguridad de esta. En este contexto el Estado colombiano debe aumentar los esfuerzos para planear la manera de valorar la agrobiodiversidad local de las diferentes regiones del país, contemplando estrategias que permitan valorar el recurso genético local existente y disponible, para así evidenciar la necesidad de conservar la diversidad agropecuaria existente y potencialmente amenazada, con el fin de promover su utilización y suplir las necesidades alimentarias de las futuras generaciones (Lobo, 2008).

Dada la importancia de la agrobiodiversidad en el país, se debe desarrollar una red nacional de conservación del recurso genético agropecuario existente en el país, permitiendo apoyar y fortalecer la búsqueda de diferentes

tipos de actividades en pro de la conservación y el uso sostenible y eficiente del patrimonio agrícola local como lo hace la Fundación de Agrobiodiversidad Colombiana. A su vez deben estar apoyadas de bancos de germoplasma cuya principal función sea la conservación de material vegetal, animal y microbiológico de importancia agrícola, para de esta manera monitorear el potencial agrícola con el que cuenta el país, ya que dispone aún de 9'499,340 hectáreas potenciales para uso (Leipzig, 1996).

La colecta y conservación en los bancos debe permitir preservar las poblaciones domesticadas de manera *ex situ* (variedades de agricultor, cultivares obsoletos, poblaciones de mejoramiento, variedades mejoradas y materiales especiales) y *ex situ*, los silvestres relacionados con las plantas cultivadas *in situ* en reservas naturales (Lobo, 2008). Sin embargo, es importante resaltar que ningún procedimiento de conservación garantiza 100 % el mantenimiento apropiado de la variabilidad genética de una especie o un conjunto de taxones, razón por la cual es pertinente, en lo posible, utilizar diferentes procedimientos de conservación *in situ* y *ex situ* de manera simultánea.

En Colombia son muy pocas las entidades que se encargan de promover la conformación de bancos de conservación vegetal, animal y microbiológica. Ante esta situación, los pocos bancos de conservación existentes en el país y pese a sus esfuerzos, poseen una baja representación de especies locales e incluso inexistentes, y con la desventaja de que la pérdida de diversidad agrícola es progresiva, lo que trae como consecuencia que las poblaciones agrícolas locales se encuentren aún más amenazadas. Por lo anterior, es indispensable que el gobierno colombiano adopte políticas y acciones de conservación de recurso genético que permitan sostener económicamente mini centros de conservación agrícola local, y que apoyen y promuevan diferentes procedimientos de conservación e intercambio de material en los pequeños agricultores en cada uno de los departamentos de Colombia, para con ello generar lazos de apoyo entre los diferentes mini centros de conservación que promuevan la creación de una red Iberoamericana en busca de la conservación de la agrobiodiversidad.

Referencias

- Brown D & Brubaker L. (2002). Indicators for sustainable management of plant genetic resources: How well are we doing? En: Engels JMM, Rao RV, Brown AHD, Jackson MT, (eds.), *Managing Plant Genetic Diversity*, Oxford, CABI Publishing, pp. 249-261.
- Brush S (2000). The issues of in situ conservation of crop genetic resources. In: Brush SB, (ed.), *Genes in the Field. On-Farm Conservation of Crop Diversity*, IP-GRI, IDRC, Lewis Publishers. Pp. 3-26.
- Brussaard L, De Ruiter PC, Brown GG. (2007). Soilbiodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121(3): 233-244.
- Charafi J, El Meziane A, Moukhli A, Boulouha B, El Modafar C, Khadari B. (2008). Menara gardens: a Moroccan olive germplasm collection identified by a SSR locus-based genetic study. *Genetic Resources and Crop Evolution* 55(6):893-900.
- Chaves, M. E. y N. Arango (eds) (1998). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997 – Colombia. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente, Santafé de Bogotá, D. C., Colombia.
- Conservación ex situ de especies y recursos genéticos en los países del trópico andino. Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino Documento de discusión para el III Taller Regional (Conservación ex situ). 85 pag. http://www.comunidadandina.org/desarrollo/Doc_base_taller3.pdf
- Day-Rubenstein K & Heisey P. (2001). Crop Genetic Resources Chapter 3.2. En: *Agricultural Resources and Environmental Indicators: Crop Genetic Resources*, AH 722. United States Department of Agriculture, Economic Research Service, 21 p.
- González, E. (2012). Proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino. Convenio de cooperación técnica no reembolsable ATN/JF-5887/RG CAN-BID. Maracay - Venezuela.
- Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad - Colombia (1997). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Santafé de Bogotá: Instituto Humboldt, PNUMA. Ministerio del Ambiente, 1998. p. 42-71. 3 Vol.
- Instituto Alexander Von Humboldt (2012). Listado de registro de colecciones biológicas de Colombia. Documento <http://www.humboldt.org.co/iavh/investigacion/politica-y-legislacion/item/161-listado-de-colecciones-registradas>
- Leipzig (1996). Colombia: Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*. Santafé de Bogotá – Colombia.
- Lobo, M & Medina C. (2009). Conservación de recursos genéticos de la agrobiodiversidad como apoyo al desarrollo de sistemas de producción sostenible. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 10(1), 33-42
- Lobo, M. (2008). Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9(2), 19-30
- Londoño, C. (2011). Agenda temática para la conservación y uso sostenible de parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación en Colombia. Estrategia Nacional de Plantas. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 60 pgs.
- Lozano F. H., Vargas A., Vargas W., Jimenez E., Mendoza J., Caycedo P., Aristizabal S., Ramirez D., Xatlí M. & Ríos C. (2006). Modelo de manejo sostenible de paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad en la región andina colombiana. *Instituto De Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. Bogotá.
- Lozano, F. H. (ed). (2009). Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D. C., Colombia. 238 p.

- Ministerio de medio ambiente y desarrollo territorial. (1993). LEY 99, "Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones". *DIARIO OFICIAL. AÑO CXXIX. N. 41146. 22, pg. 1.* Colombia.
- Pattison J, Drucker AG, Anderson S. (2007). The cost of conserving livestock diversity? Incentive measures and conservation options for maintaining indigenous Pelón pigs in Yucatan, Mexico. *Trop Anim Health Prod* 39(5):339-353.
- Restrepo, J. (2012). Informe De Rendición De Cuentas, Gestión 2011 – 2012. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*. República de Colombia. Bogotá.
- Rodríguez N., Armenteras D., Morales M. & Romero M. (2004). Ecosistemas de los Andes colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 155p.
- Rosero, M (2010). *Colección, caracterización y conservación de variabilidad genética de Oca (Oxalis Tuberosa Mol) en agroecosistemas paramunos del departamento de Nariño-Colombia*. Trabajo de grado para optar el título de Magister en Ciencias Línea De Investigación Recursos Fitogenéticos Neotropicales facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Colombia - Palmira.
- Sampson RA, Stalpers JA, Van Der Mei D, Stouthamer AH. (1996). Culture collections to improve the quality of life. 1ª ed., (Centraalbureau voor Schimmelcultures: Baarn).
- Schuler I. & Orozco, A. (2006). Manejo y gestión de la biotecnología agrícola apropiada para pequeños productores: Caso de Colombia. REDBIO/FAO. Documento encontrado en http://www.fiagro.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=160&limitstart=250
- United Nations Environmental Programme (UNEP). (1995). *Global Biodiversity Assessment. Summary for Policy Makers*. Cambridge, Cambridge University Press, 46 p.
- Wingaarden W & Fandiño-Lozano M. (2005). Mapping the actual and original distribution of the ecosystems and the chorological types for conservation in Colombia. *Diversity and Distributions* 11(5): 461-473

PARÁMETROS DE PUBLICACIÓN

REVISTA AGROPECUARIA Y AGROINDUSTRIAL LA ANGOSTURA

Criterios de evaluación

1. La recepción de los documentos para evaluación se llevará a cabo según cronograma definido.
2. Enviar el documento en formato indicado al e-mail revistaagropecuariaangostura@gmail.com, dentro de los plazos establecidos. En el cuerpo del mensaje deberá ir la presentación de el/los autor/es del documento así como la solicitud para su evaluación. Deberá además incluir la información de contacto de el/los mismo/s.
3. La secretaria de la revista acusará recibo de los trabajos para su evaluación vía correo electrónico al autor principal con copia a los autores en el plazo de 7 días hábiles.
4. Los documentos deberán tener las siguientes características:
 - a. Los informes técnicos y/o reportes de casos no deberán superar las 6 páginas incluyendo la bibliografía.
 - b. Los artículos de investigación o de revisión no deberán exceder las 10 páginas incluyendo la bibliografía.
5. El resultado preliminar de la evaluación se comunicará vía correo electrónico a los autores del documento, en caso de existir anotaciones por parte de los pares y/o editores, el autor contará con diez (10) días há-

biles para la respectiva corrección.

6. Los documentos podrán ser clasificados como:
 - a. **Aceptado con correcciones:** documento que no cumple con al menos uno de los requerimientos de la editorial o que presenta anotaciones de los pares evaluadores.
 - b. **Aceptado:** documento que cumple con los requisitos de evaluación, incluido el aval de los pares.
 - c. **Aceptado para publicación:** documento que cumple con la totalidad de los criterios de publicación y además cuenta con el aval de los pares y del comité editorial.
 - d. **Rechazado:** documento que no cumple con la totalidad de los criterios de publicación establecidos.

Criterios de publicación

7. Todo documento pedagógico o de trabajo presentado deberá corresponder a las características según la política editorial del SENA y su Sistema SENNOVA.
8. Podrá postular documentos cualquier empresario, personal investigativo externo, instructores, aprendices y directivos de todo el territorio colombiano.
9. La aceptación definitiva del documento debe incluir el aval de los pares y del comité editorial de la revista.

10. Entregar una carta de presentación del autor/es y su escrito especificando la originalidad del texto y su contenido.
11. Entrega de Copyright.
12. Se entregará un ejemplar de la revista a cada autor, además se enviará copia digital del mismo a los correos electrónicos de todos los autores de los documentos publicados y/o aceptados.

Formato del documento

El documento deberá estar justificado y escrito en fuente Times New Roman, tamaño 12 puntos, interlineado a espacio y medio (1.5), con márgenes de 3 cm en la parte superior, 2 cm en la inferior y 2,5 cm en las márgenes izquierda y derecha en hoja tamaño carta; todas las páginas deberán estar enumeradas. Los cuadros, textos y gráficos deberán ir citados en el documento y de manera consecutiva (ejemplo: Figura 1, Figura 2...; Tabla 1, Tabla 2...) y ubicados inmediatamente después de finalizar el párrafo.

Las tablas deberán estar en formato MS Excel editable para sistema operativo Windows. Las imágenes, fotos, diagramas, mapas o dibujos son consideradas figuras y deberán estar en formato JPG, PDF o TIFF.

La figura deberá estar pegada en el texto y además ser enviada como archivo adjunto para la edición final de la información, en caso de ser clasificado como "aceptado o aceptado para publicación". El título de las figuras deberá ir en la parte superior de la misma, las tablas deberán tener ubicado el título en la parte superior; para ambos casos, los títulos no deberán exceder las 15 palabras y deberá estar centrado en el documento con fuente Times New Roman tamaño 10.

Se debe utilizar el sistema métrico internacional para todas las medidas, así como sus abreviaturas y no usar puntos después de estas. Los decimales serán señalados con coma (,) y no con puntos, y los miles y millares con punto. Todos los nombres científicos deberán estar escritos en letra cursiva.



