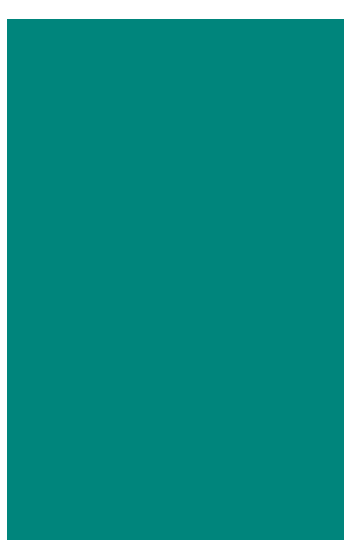


Revista Tecnología y Productividad

VOL. 1, NO. 1, AÑO 1. DICIEMBRE DE 2015

ISSN 2463-2465

GRUPO DE INVESTIGACIÓN TECNOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD



Centro de la Tecnología del Diseño
y la Productividad Empresarial
Girardot, Regional Cundinamarca



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE





Revista Tecnología y Productividad

VOL. 1, NO. 1, AÑO 1. DICIEMBRE DE 2015

ISSN 2463-2465

Grupo de investigación *Tecnología y Productividad*



**Centro de la Tecnología del Diseño
y la Productividad Empresarial
Girardot. Regional Cundinamarca**

Con el apoyo del Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA



Revista Tecnología y Productividad

VOL. 1, NO. 1, AÑO 1. DICIEMBRE DE 2015

ISSN 2463-2465

Grupo de investigación *Tecnología y Productividad*
Código COL0164025

Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad
Empresarial. Girardot, Regional Cundinamarca

Con el apoyo del Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA

REVISTA TECNOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD

Director

Ph.D. (c) Carlos Fernando Cometa Hortúa

COMITÉ EDITORIAL

Mg. Gustavo Adolfo Araque Ferraro
MBA. Martha Cecilia Gómez Montoya
Mg. Óscar Alirio Arias Serrano
Esp. Luz Stella Hernández Tovar
Esp. Lady Johanna Malagón Sánchez

COMITÉ CIENTÍFICO

Ph.D. Julián Andrés Salamanca Bernal
Universidad Francisco José de Caldas

Ph.D. (c) Carlos Fernando Cometa Hortúa
Servicio Nacional de Aprendizaje

Mg. Néstor Gabriel Navas Granados
FUAC, Universidad Autónoma de Colombia

Mg. Carlos Arturo Salgar Ramírez
Servicio Nacional de Aprendizaje

Mg. Rosalía Burgos Doria
Fundación Universitaria Los Libertadores

Mg. Edison Paguatian Tuistar
Fundación Universitaria Los Libertadores

DIRECTIVOS SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA

Alfonso Prada Gil
Director General SENA

Mauricio Alvarado Hidalgo
Director de Formación Profesional Integral

Emilio Eliécer Navia Zúñiga
Coordinador Sistema Nacional de
Investigación, Desarrollo Tecnológico
e Innovación SENNOVA

Gustavo Adolfo Araque Ferraro
Director Regional Cundinamarca

Carlos Fernando Cometa Hortúa
Subdirector Centro de la Tecnología del
Diseño y la Productividad Empresarial

Luz Stella Hernández Tovar
Coordinadora de Formación
Profesional Integral, Gestión
Educativa y Relaciones Corporativas

Lady Johanna Malagón Sánchez
Líder SENNOVA del Centro de la Tecnología
del Diseño y la Productividad Empresarial

Edición y coordinación editorial

TALLER DE EDICIÓN ROCCA
TEL: (57+1) 243 2862

Impresión y acabados
TSV COMUNICACIÓN GRÁFICA SAS
TEL: (57+1) 250 4200

Revista anual
Tiraje: 1000 ejemplares
Fecha de publicación: diciembre 15 de 2015
Distribución gratuita

**Centro de la Tecnología del Diseño
y la Productividad Empresarial de Girardot
Regional Cundinamarca**
Dirección: Cr. 10 No. 30-04, La Magdalena
Girardot (Cundinamarca)
Teléfonos: (571) 831 0808, Ext. 17780
Páginas web: <http://www.sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/zona-andina/Cundinamarca/Paginas/Cundinamarca.aspx>
<http://www.senagirardot.blogspot.com.co/>

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

Contenido

Editorial { 7 }
Editorial

Respuesta a la fertilización con fósforo en el cultivo del { 9 }
Cymbidium (*Cymbidium* sp.), municipio de El Colegio
*Response to Phosphorus Fertilization in the Cultivation
of Cymbidium (Cymbidium sp.), Municipality of El Colegio*

ÓSCAR FRADIQUE ESCOBAR PARDO * JAIRO CUERVO ANDRADE
MIREYA CASTRO RODRÍGUEZ * NELSY AYALA MONTAÑO * YULI ANDREA LIÉVANO VERA

Diagnóstico técnico y social de los sistemas fotovoltaicos instalados { 23 }
por el CTDPE durante los años 2011 al 2015 en las provincias del
Alto Magdalena y Tequendama, Cundinamarca
*Technical and Social Diagnosis of PV Systems Installed
by the CTDPE During 2011 to 2015 in the Provinces
of Alto Magdalena and Tequendama, Cundinamarca*

JUAN FELIPE CARDONA OSPINA
LIZA CATERINE RIVERA ACHURY

Identificación de fitopatógenos asociados a las principales enfermedades del { 35 }
cultivo de sábila en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte (Cundinamarca)
*Identification of Pathogens Associated with Major Diseases of Aloe Cultivation
in the Municipalities of Agua de Dios and Ricaurte (Cundinamarca)*

HENRY EDUARDO JIMÉNEZ CASTELLANOS

Validación del proceso de las unidades { 51 }
productivas transformadoras de frijol de soya
de los municipios de La Mesa y Nilo, Cundinamarca
*Validation of the process of transforming production units soybeans
in the municipalities of La Mesa and Nilo, Cundinamarca*

WILLIAM ROLANDO RODRÍGUEZ RUIZ
CARLOS ALBERTO MALAGÓN SÁNCHEZ

Cocina tradicional de la provincia del Alto Magdalena. Caso de los municipios { 63 }
de Girardot y Agua de Dios en el departamento de Cundinamarca-Colombia
*Traditional Cuisine of the Province of Alto Magdalena. Case in the Municipalities
of Girardot and Agua de Dios in the Department of Cundinamarca-Colombia*

EVALO ENRIQUE BERNAL

Desarrollo de un floculante natural para el tratamiento de aguas { 71 }
superficiales en hogares del sector rural del municipio de Fusagasugá
*Development of a Natural Flocculant for the Treatment of Surface
Water in Rural Households in the Municipality of Fusagasuga*

JULIÁN ZAMUDIO PIÑERES
JHON REINEL MORENO
DARWIN IBARRA CHAMORRO

Instrucciones para los autores { 84 }

Presentación

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, adelanta el proceso de Gestión de la Innovación y la Competitividad, a través de la estrategia SENNOVA —Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación—, cuyo principal objetivo es ejecutar programas de innovación, proyectos de investigación aplicada y pedagógica de base tecnológica, con el fin de contribuir a la competitividad del sector productivo y la generación y apropiación social del conocimiento en los Centros de Formación del SENA.

La formación que imparte el SENA, “constituye un proceso educativo teórico-práctico de carácter integral, orientado al desarrollo de conocimientos técnicos, tecnológicos y de actitudes y valores para la convivencia social, que le permiten a la persona actuar crítica y creativamente en el mundo del trabajo y de la vida”, como se indica en el Estatuto para Formación Profesional Integral, y que está apoyada en conocimientos científicos y tecnológicos, aportando a una educación de calidad y de pertinencia para el desarrollo del capital humano calificado, formación continua para el trabajo y la innovación a través de la investigación aplicada y servicios tecnológicos.

Con referencia a lo anterior, uno de los propósitos de esa investigación aplicada y los servicios tecnológicos, es impulsar la innovación, la creatividad y el desarrollo tecnológico en los sectores productivos, con aportes desde los Centros de Formación, encaminados a resolver un problema, luego de un proceso sistemático y riguroso, resultado del trabajo realizado desde los grupos y semilleros de investigación.

En tal sentido, los Centros de Formación articulan y desarrollan actividades de investigación aplicada, situando al aprendiz como eje principal de la formación y de todos los procesos investigativos que se generan, lo que permite orientar sus esfuerzos a una formación pertinente que aporte al desarrollo técnico y tecnológico desde lo regional con impacto y proyección nacional.

Cabe agregar que el Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial en Girardot, trabaja en el propósito de fortalecer la cultura científica, realizando proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, que resuelvan problemas productivos y sociales e incorporen nuevas tecnologías, para contribuir al crecimiento del contexto local, regional y nacional, con temas relacionados a energías alternativas, agroecología, agroindustria, ambiental y gastronomía.

Con el ánimo de difundir los resultados alcanzados y generar intercambios de experiencias exitosas de los proyectos de investigación realizados durante el año 2015, se presenta a la comunidad científica, académica y al sector empresarial la revista científica *Tecnología y Productividad*, donde se encontrarán artículos como, "Identificación de fitopatógenos asociados a las principales enfermedades del cultivo de sábila en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte (Cundinamarca)"; "Diagnóstico técnico y social de los sistemas fotovoltaicos instalados por el CTDPE durante los años 2011 al 2015 en las provincias del Alto Magdalena y Tequendama en Cundinamarca"; "Cocina tradicional de la provincia del Alto Magdalena, caso de los municipios de Girardot y Agua de Dios en el departamento de Cundinamarca"; "Respuesta a la fertilización con fósforo en el cultivo del *Cymbidium* (*Cymbidium* sp.), municipio de El Colegio en Cundinamarca"; "Validación del proceso de las unidades productivas transformadoras de frijol de soya de los municipios de La Mesa y Nilo" y finalmente el "Desarrollo de un Floculante Natural para el tratamiento de aguas superficiales en hogares del sector rural del municipio de Fusagasugá", como invitado regional de esta edición.

La publicación de la revista científica surge del reto asumido por el semillero y grupo de investigación "Tecnología y Productividad" como estrategia que motive el interés por la curiosidad, la creatividad y la fundamentación por la ciencia en la comunidad académica de nuestro Centro de Formación.

CARLOS FERNANDO COMETA HORTÚA

Subdirector

Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial
Regional Cundinamarca – Girardot

Respuesta a la fertilización con fósforo en el cultivo del Cymbidium (*Cymbidium* sp.), municipio de El Colegio

Response to Phosphorus Fertilization in the Cultivation of Cymbidium (Cymbidium sp.), Municipality of El Colegio

ÓSCAR FRADIQUE ESCOBAR PARDO

Ingeniero Agrónomo

ofescobar3@misena.edu.co

Ph D. JAIRO LEONARDO CUERVO ANDRADE

Ingeniero Agrónomo

jlcuervoa@unal.edu.co

MIREYA CASTRO RODRÍGUEZ

Tecnóloga agropecuaria SENA, Girardot

Productora de Cymbidium

Semillero de investigación SENA

mireyacastro01@hotmail.com

NELSY AYALA MONTAÑO

Productora de Cymbidium

Semillero de Investigación SENA

nelayamon@hotmail.com

YULI ANDREA LIÉVANO VERA

Productora de Cymbidium

Semillero de Investigación SENA

ylievanover@uniminuto.edu.co

Fecha de recepción: 2 de marzo de 2015

Fecha de evaluación: 18 de junio de 2015

Fecha de aceptación: 19 de agosto de 2015





Respuesta a la fertilización con fósforo en el cultivo del Cymbidium (Cymbidium sp.), municipio de El Colegio

Resumen

Los cultivos de flor requieren en su programa de fertilización, un aporte considerable de elementos mayores. Sin embargo, la disponibilidad del fósforo en el suelo es limitada debido a múltiples factores. La acidez del suelo es uno de los factores más importantes relacionados con la disponibilidad del fósforo para los cultivos agrícolas.

El municipio de El Colegio y en general el 80% de los suelos en Colombia se catalogan como suelos ácidos (con un pH menor a 5.0), lo que limita la productividad de los cultivos de flor y en especial el cultivo del Cymbidium.

Se desarrolló un trabajo de investigación con un diseño experimental de bloques completos al azar con los siguientes tratamientos: T1 (100% fósforo), T2 (150% fósforo), T3 (50% fósforo), T4 (Micorrizas) y T5 (Testigo absoluto). Adicionalmente se separaron los órganos de las plantas de Cymbidium en raíz, bulbo, hoja y flor en dos etapas fenológicas (vegetativa y reproductiva) para observar la dinámica de distribución del fósforo en el interior de las plantas de Cymbidium.

Se encontraron diferencias entre el contenido de fósforo en los órganos de las plantas de Cymbidium para las dos etapas fenológicas de estudio. En la etapa fenológica vegetativa la raíz fue el órgano que presentó las mayores concentraciones de fósforo (0,17%). Para la etapa reproductiva, la inflorescencia fue el órgano con mayor contenido de fósforo (0,14%). Estos son resultados preliminares de la investigación.

Palabras clave: nutrición vegetal, orquídeas, traslocación de nutrientes, órganos de las plantas.

Abstract

Flower crops require fertilization program at its considerable contribution of essential elements. However, the availability of phosphorus in the soil is limited due to many factors. Soil acidity is one of the most important factors related to the availability of phosphorus for crops.

The municipality of El Colegio and overall 80% of soils in Colombia are classified as acidic soils (pH less than 5.0), which limits the productivity of crops and especially flower growing Cymbidium.

T1 (100% phosphorus), T2 (150% phosphorus), T3 (50% phosphorus), T4 (mycorrhizae) and T5 (absolute witness: a research with an experimental design of randomized complete block with the following treatments were developed. Additionally organs of Cymbidium like plants roots, bulbs, leaves and flowers on two phenological stages (vegetative and reproductive) was extracted, in order to observe distribution dynamics of phosphorus inside Cymbidium plants.

Differences between the content of phosphorus in organs of Cymbidium plants for the two phenological stages study was founded. In the vegetative root phenological stage was the organ that had the highest concentrations of phosphorus (0.17). Reproductive stage the inflorescence was the body with higher content of phosphorus (0.14). These are preliminary results of the investigation.

Keywords: Plant Nutrition, Orchids, Translocation of Nutrients, Plant Organs.

1. Introducción

Colombia cuenta con más de 4000 especies de orquídeas distribuidas ampliamente por todo el territorio. Las orquídeas en Colombia se distribuyen principalmente en la región Andina, siendo Cundinamarca el departamento con mayor densidad poblacional. El interés científico por esta familia de plantas (*Orchideaceae*) se ha estimulado desde 1783 con la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada. Esta numerosa familia de plantas ha despertado interés entre coleccionistas, jardines botánicos y sociedades de aficionados entre otros, registrándose para el año 2012, 17 Sociedades Nacionales de Orquideología vigentes en Colombia (Gil, 2012).

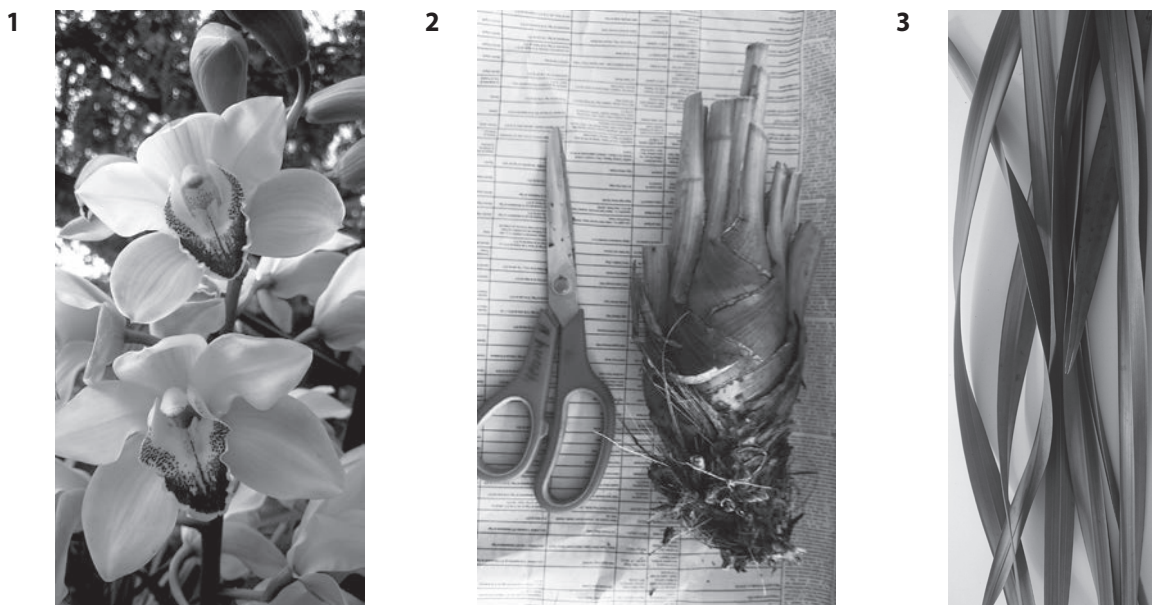
La familia *orchideaceae* cuenta con cientos de géneros dentro de los cuales, el género *Cymbidium* es considerado como uno de los géneros de mayor importancia, debido a su potencial ornamental con alto valor económico. Su demanda ha crecido en las últimas décadas tanto en diversidad de especies

como en producción de flores (Hew y Wan, 2004). Según Montero (2012), el género *Cymbidium* se caracteriza por ser una orquídea perenifolia con grandes inflorescencias, de donde brotan las flores llevadas por peciolo cortos. El color de las flores es variado pasando del color verde, rosado, amarillo, beige, y blanco. Las hojas son provistas por una sola nervadura central alcanzando el metro de longitud en las especies grandes. Pueden tener de 5 a 15 seudobulbos. Las raíces parten de la parte inferior de los seudobulbos y son carnosas, ramificadas y revestidas por un velamen blanquecino (ver Figura 1-1).

El género *Cymbidium* es originario de China, Indonesia, Japón y la península Indochina. Está constituido por 44 especies aproximadamente dentro de las cuales se encuentran epifitas, litofitas y terrestres (Montero, 2012).

Sin embargo, la producción a gran escala en el país ha presentado múltiples limitantes como la carencia de materiales genéticos disponibles, un adecuado plan nutricional basado en los requerimientos del cultivo,

Figura 1-1. Órganos de planta de *Cymbidium*. **1.** Inflorescencia con flores desarrolladas. **2.** Bulbo con raíces cortadas. **3.** Hojas con buen estado fitosanitario.



carencia de nutrientes en el suelo y presencia de plagas y enfermedades entre otros.

El presente trabajo de investigación busca determinar los requerimientos de fósforo para el cultivo de *Cymbidium* en el municipio de El Colegio y establecer su productividad con diferentes concentraciones de fósforo. Por último, se busca estimar la distribución de fósforo en los órganos de las plantas de *Cymbidium* en dos etapas fenológicas del cultivo.

1.1. Nutrición en orquídeas

Es muy escasa la literatura relacionada con la fertilización y nutrición vegetal en orquídeas del género *Cymbidium* para mejorar su producción. Sin embargo, Poole y Seeley (1978), demostraron que las orquídeas requieren de una alta aplicación de fertilizantes para mejorar su productividad. Adicionalmente, la fertilización es una práctica común en los sistemas de producción de orquídeas, pero en *Cymbidium* se tiene poca información sobre la absorción de nutrientes a nivel foliar y edáfico (Hew y Wan, 2004).

Existen factores que afectan la nutrición en el cultivo de orquídeas, como la especie, el suelo, condiciones climáticas y las interacciones entre estos factores y las orquídeas requieren de un excelente y balanceado contenido nutricional para crecer y desarrollarse de manera adecuada. Tienen a su disposición dos fuentes naturales que aportan nutrientes: a través del agua lluvia y del suelo en donde son sembradas (Gil, 2012).

Sin embargo, es en el suelo (o sustrato) donde se desarrolla el sistema radicular de las orquídeas y donde se implementan los planes de fertilización. En el caso de las orquídeas sembradas en el suelo, se aportan los nutrientes deficientes basados en los análisis edáficos del cultivo. En el caso de las orquídeas sembradas en sustratos como corteza de árboles, se requieren fertilizaciones más enriquecidas.

Una investigación realizada por McElroy (2006), demostró que la productividad en el cultivo de *Cymbidium*,

no consiste exclusivamente en la aplicación de fertilizantes para incrementar su floración, la productividad se puede explicar por la cantidad de luz que ingresa al cultivo, la temperatura donde se establece, el movimiento del aire, la cantidad de agua suministrada y por último los nutrientes aplicados al cultivo.

1.2. El fósforo en el cultivo de orquídeas

Después del nitrógeno, el fósforo es el segundo elemento que resulta limitante en los suelos. Es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente (González, 2014). La acidez del suelo está relacionada con la abundancia relativa del fósforo disponible para la planta. Gran parte del fósforo se transforma en fosfato al ingresar por la raíz o cuando es transportado por el xilema hasta el tallo o las hojas de las plantas (Salisbury y Ross, 1994).

La distribución del fósforo en la planta se encuentra ligada a moléculas orgánicas como ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP, azúcares fosfato, pectatos (en la pared celular) y fitatos (en semillas y órganos de reserva) entre otros. El 75% del fósforo que se encuentra en forma iónica libre en las plantas está en las vacuolas, el 25% restante en el citoplasma y organelos (González, 2014).

Las plantas absorben el fósforo de la solución acuosa del suelo en forma de ion fosfato (H_2PO_4 y HPO_4), sin embargo el H_2PO_4 predomina en suelos con pH menor a 7 (Cuervo, 2013).

Por otra parte, el fósforo es un elemento vital para las plantas, debido a que forma parte de los genes y cromosomas y es esencial en el proceso de transferencia del código genético de una generación a la otra (Salisbury y Ross, 1994).

Los síntomas de deficiencia de fósforo se presentan con una planta de color verde oscuro y con frecuencia desarrollan una coloración roja o púrpura, los tallos son cortos y delgados cuando la deficiencia

es alta (Grundon, 1987). El fósforo es parte esencial de muchos glucosfosfatos que participan en la fotosíntesis, la respiración y otros procesos metabólicos, y también forma parte de nucleótidos como ARN y ADN y de fosfolípidos presentes en las membranas. Adicionalmente, es esencial en el metabolismo energético, debido a su presencia en las moléculas de ATP, ADP y pirofosfato (Salisbury y Ross, 1994).

Por último, el fósforo es muy importante para la estimulación de flores en las plantas, su carencia puede generar retrasos en el desarrollo de esta etapa fenológica. En el municipio de El Colegio los cultivadores de *Cymbidium* han visto incrementar la floración de sus orquídeas con la aplicación de roca fosfórica de manera considerable.

1.3. Abonos en orquídeas

El trópico se ha caracterizado por poseer un alto porcentaje de suelos ácidos, lo que ha presentado limitantes de fertilidad de suelo, en especial de fósforo (P) disponible para las plantas; adicionalmente los suelos ácidos presentan una alta capacidad de fijación del fósforo. Por lo tanto, la aplicación de fuentes ricas en fósforo como rocas fosfóricas puede ser una buena alternativa para los cultivadores de flores.

La roca fosfórica proviene de la apatita, un mineral que varía mucho en sus propiedades físicas, químicas y cristalográficas (Chien, 2009). Generalmente, la solubilidad de la roca fosfórica se incrementa en la medida en que se reduce el tamaño de las partículas. La liberación del fósforo de la roca fosfórica generalmente se incrementa con un mayor poder de fijación del suelo. Sin embargo, a medida que se incrementa la capacidad de fijación, la concentración del fósforo liberado al inicio del proceso de solubilización de la roca, puede reducirse más rápidamente. Por lo tanto, la roca fosfórica se recomienda para cultivos perennes que presentan un alto contenido de fósforo residual (Smalgerger *et al.* 2006).

Adicionalmente, Chien (2009), encontró que las rocas fosfóricas presentan una efectividad agronómica y económica mejor que la de los fertilizantes fosfóricos solubles en agua. Sin embargo, para asegurar un uso eficiente de este recurso, se debe tener en cuenta factores específicos como las propiedades del suelo, las prácticas de manejo y el tipo de cultivo.

La aplicación de abonos sólidos ricos en fósforo son disueltos por el agua, formando una solución disuelta de fosfatos. Este fosfato tiene poca movilidad en el suelo ubicándose a menos de dos centímetros de su lugar de aplicación. Las reacciones del fósforo en el suelo son variadas, llegando a formar hasta 60 compuestos donde el fosfato de aluminio, fosfato de hierro, fosfato dicálcico entre otros (González, 2014).

1.4. Microorganismos fijadores de fósforo

Una de las prácticas biológicas que se utilizan para incrementar el fósforo disponible en las plantas es la aplicación de hongos micorrícicos. Los hongos micorrícicos se encuentran de manera habitual en la naturaleza ya que establecen una relación simbiótica con las raíces de las plantas y las ayuda a la absorción del fósforo. El micelio de los hongos micorrícicos funciona como un sistema de absorción que se extiende por el suelo y es capaz de proporcionar agua y nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente) a la planta y proteger las raíces contra algunas enfermedades. El hongo, por su parte recibe de la planta azúcares provenientes de la fotosíntesis, básicamente almidón (Cuervo, 2013).

La producción de orquídeas de corte (género *Cymbidium*), sembradas en suelos del municipio de El Colegio es un referente productivo de producción masiva de orquídeas en el que se pretende ajustar el contenido nutricional de fósforo requerido por parte del cultivo basados en la dinámica química, física y biológica presentes en los suelos donde se establece el experimento. Adicionalmente, este proyecto de investigación busca establecer

la dinámica de traslocación del fósforo en los órganos de la planta dependiendo su etapa fenológica de desarrollo.

Al lograr ajustar una cantidad adecuada requerida por el cultivo del *Cymbidium* para mejorar su productividad, los costos por aplicaciones de abonos enriquecidos en fósforo serán los adecuados disminuyendo el impacto ambiental por exceso de aplicaciones. Adicionalmente, se incrementarán los ingresos de los agricultores que cultivan este tipo de orquídeas, mejorando su calidad de vida.

2. Objetivos de la investigación

2.1. Objetivo general

Determinar los requerimientos de fósforo para el cultivo de *Cymbidium* (*Cymbidium sp.*) en el municipio de El Colegio.

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar los requerimientos de fósforo para el cultivo de *Cymbidium* en el municipio de El Colegio.

2. Establecer la productividad del cultivo de *Cymbidium* con diferentes dosis de fósforo.
3. Estimar la distribución de fósforo presentes en los órganos de las plantas de *Cymbidium sp.* en dos etapas fenológicas del cultivo.

2.3. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los requerimientos de fósforo en el cultivo de *Cymbidium* y su distribución en la planta?

3. Materiales y métodos

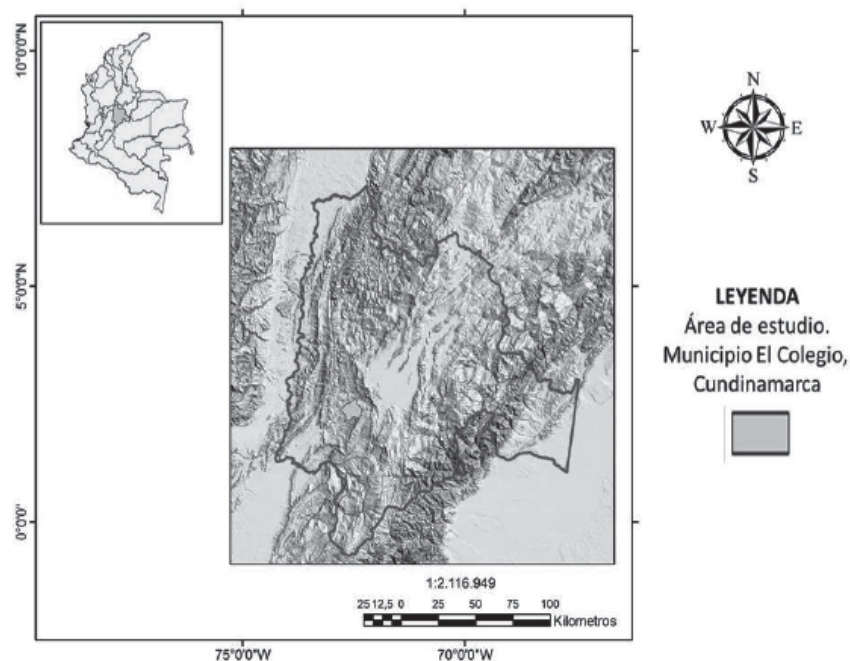
3.1. Área de estudio

Este estudio se realizó en el municipio de El Colegio, Cundinamarca, vereda La Pítala en dos parcelas demostrativas que cuentan con cultivo de *Cymbidium* variedad Beige a nivel comercial, ubicadas a 1.300 m.s.n.m.

Parcela demostrativa 1: Finca Santa María, Vereda Pítala.

Parcela demostrativa 2: Finca San Gabriel Arcángel, Vereda Pítala.

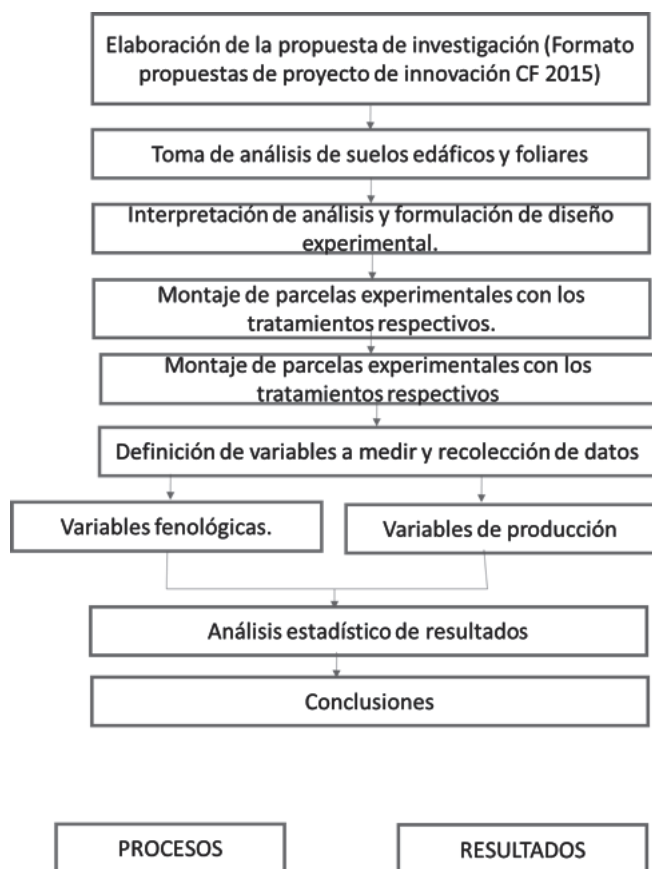
Figura 3-1. Área de estudio.



3.2. Diagrama de investigación

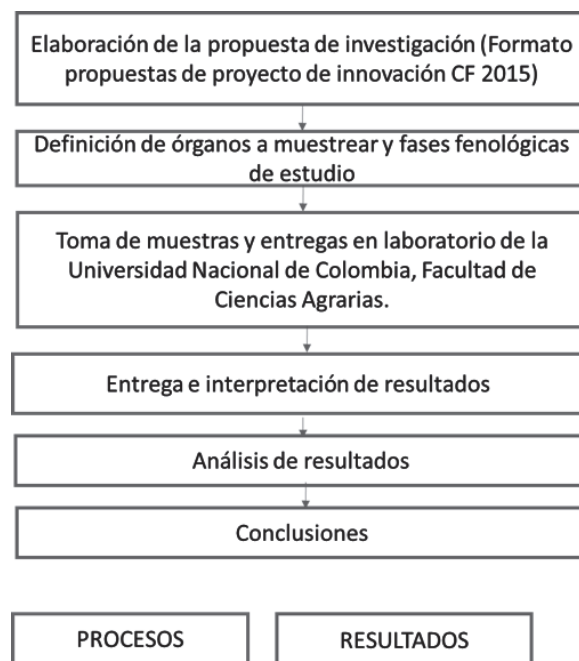
La Figura 3-2, muestra el flujo del proceso de investigación. La separación de las variables a medir en variables fenológicas y variables de producción con- cuerda con los objetivos uno y dos.

Figura 3-2. Diagrama de flujo de investigación para objetivos uno y dos de investigación.



En la Figura 3-3, se muestra el diagrama de flujo para el cumplimiento del objetivo número tres de investigación.

Figura 3-3. Diagrama de flujo de investigación para objetivos tres de investigación.



3.3. Diseño experimental

Este experimento se estableció con un diseño de bloques completos al azar con cinco (5) tratamientos y tres (3) repeticiones, ver Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Tratamientos con sus respectivas dosis.

TRATAMIENTO	DOSIS
Tratamiento #1	100% Fósforo
Tratamiento #2	150% Fósforo
Tratamiento #3	50% Fósforo
Tratamiento #4	Hongos micorrícicos
Tratamiento #5	Testigo absoluto

Estos tratamientos fueron formulados basados en los análisis de suelos y foliares que se obtuvieron del cultivo.

Figura 3-4. Definición de parcelas experimentales. 1. Finca Santa María, Vereda Pítala.
2. Finca San Gabriel Arcangel, Vereda Pítala.

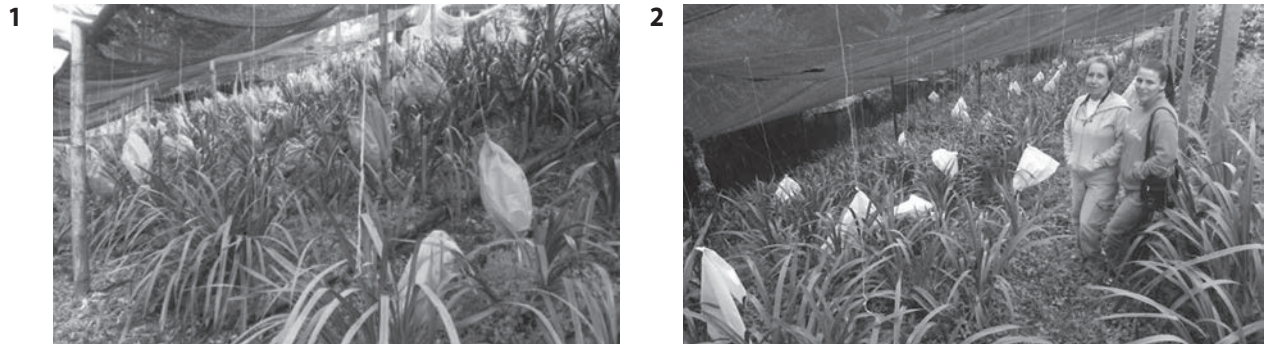
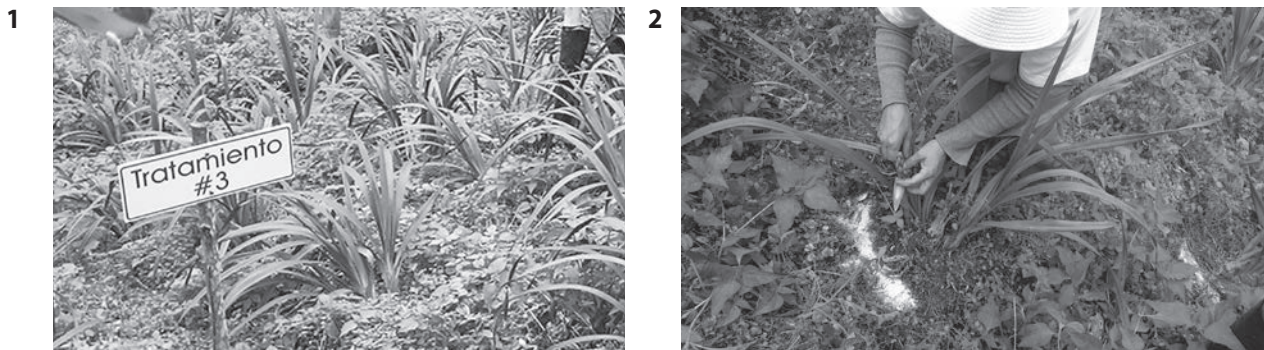


Figura 3-5. Identificación de parcelas experimentales. 1. Aplicación de tratamientos en media luna. 2. Identificación de tratamientos en parcelas experimentales.



Las plantas se encuentran sembradas en surcos que están ubicados contra la pendiente para evitar la erosión y pérdida de nutrientes (ver Figura 3-4).

Cada bloque experimental fue identificado con su respectivo nombre en una placa metálica para ambas parcelas experimentales. Las plantas seleccionadas para la investigación fueron marcadas con una cinta para su seguimiento y evaluación de variables. Los tratamientos fueron aplicados en media luna, rodeando el área superior de la planta en contraste con la pendiente (ver Figura 3-5).

Se trabajaron tres repeticiones por cada tratamiento para las etapas fenológicas vegetativa y reproductiva del cultivo. Las plantas de Cymbidium seleccionadas en cada bloque, fueron plantas altamente productivas

que se encontraban en su tercer ciclo productivo. Estas plantas se dividen en la medida en que la planta madre acumula un número de bulbos suficiente para generar dos o más plantas productivas.

3.4. Variables de medición

Las variables de medición se dividieron en dos grupos: fenológicos y de producción.

Fenológicos. Se realizará un registro del tiempo (expresado en días), en donde se examinarán los cambios en cuanto a crecimiento y desarrollo que presenta el cultivo de Cymbidium a lo largo de un ciclo de cosecha.

Productivos. Se realizará un registro mensual del número de taches por planta, número de palmas por planta, número de puntos por palma y número de bulbos por planta. Estos datos serán registrados por el productor en cada una de las parcelas demostrativas de manera mensual.

Adicionalmente, se realizaron mediciones del contenido de fósforo en cuatro órganos de la planta de *Cymbidium*: raíz, hoja, flor y bulbo.

3.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos serán procesados por el software R que es un software libre y se trabajará con un $p > 0.05$ nivel de significancia. Las medias obtenidas se analizarán por medio de la prueba de Tukey.

Las pruebas estadísticas paramétricas tienen la capacidad de detectar una relación verdadera entre dos variables, si es que esta relación existe. Para lograrlo, se propone el cumplimiento de dos supuestos:

1. Normalidad. Los valores de la variable dependiente deben seguir una distribución normal, en la población a la que pertenece la muestra. Para demostrar este supuesto, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, en donde se plantearon dos hipótesis:

Ho: La variable dependiente tiene una distribución normal.

Ha: La variable dependiente tiene una distribución distinta a la normal.

Para todas las pruebas se trabajó con un intervalo de confianza para las medias de 95%.

2. Homocedasticidad. Las varianzas de la variable dependiente en los grupos que se comparan deben ser aproximadamente iguales (Homogeneidad de variables). Para demostrar

este supuesto se realizó la prueba de Levene, en donde se formularon dos hipótesis:

Ho: No existen diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos.

Ha: Existen diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos.

Para todas las pruebas se trabajó con un intervalo de confianza de 95%.

Después de verificar estos supuestos, se realizó el análisis de varianza y correlaciones múltiples. Las medias obtenidas se analizarán por medio de la prueba de Tukey y Duncan.

3.6. Cálculo de contenido de fósforo

Se tomaron tres plantas en la etapa fenológica vegetativa y tres plantas en la etapa fenológica reproductiva (floración) y se separaron sus órganos en raíz, bulbo, hoja y flor (este último para el caso de las plantas en la etapa reproductiva). Se evaluó el contenido de fósforo total, para determinar el contenido de fósforo total en cada órgano de las plantas de *Cymbidium*; en donde se calcinaron las muestras a 600°C durante 48 horas, se realizó un proceso de digestión ácida y se valoraron las muestras por medio de espectrometría visible con molibdato y vanadato de amonio.

4. Resultados y discusión

4.1. Resultados de contenido de fósforo en órganos de *Cymbidium*

Los resultados del contenido de fósforo en la fase fenológica vegetativa de las plantas de *Cymbidium* se encuentran en la Tabla 4-1. Se puede observar un alto contenido de fósforo en las raíces, debido a que es el órgano que está en contacto directo con el suelo y adicionalmente porque en esta etapa fenológica,

la planta está absorbiendo gran cantidad de fósforo para su crecimiento y desarrollo.

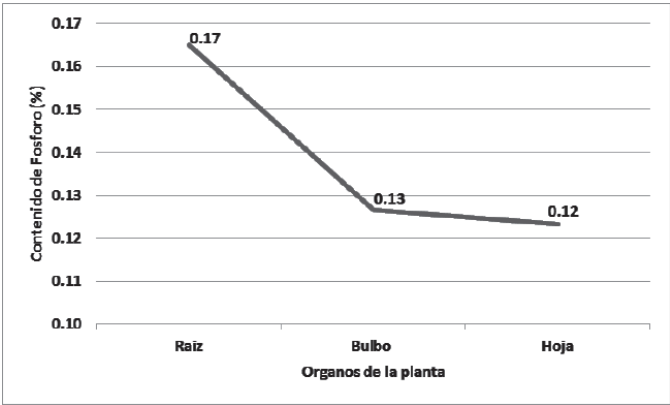
Debido a que en la fase vegetativa del Cymbidium, la planta está desarrollando su sistema foliar, el contenido de fósforo en las hojas no es alto, en comparación con los demás órganos. Para el caso del bulbo se evidencia un contenido similar al de las hojas debido a que el bulbo aún no se ha formado completo y no cumple todavía su función como órgano de reserva de nutrientes.

Tabla 4-1. Resultados del promedio del contenido de fósforo (%) en órganos de plantas de Cymbidium.

FASE VEGETATIVA	
Órgano	Contenido de fósforo (%)
Raiz	0,17
Bulbo	0,13
Hoja	0,12

La Figura 4-1, muestra el comportamiento del contenido de fósforo en los órganos de las plantas de Cymbidium para la etapa vegetativa.

Figura 4-1. Contenido de fósforo en los órganos de las plantas de Cymbidium en etapa vegetativa.



Es importante mencionar que los valores obtenidos de contenido de fósforo en los diferentes órganos de las plantas de Cymbidium, concuerdan con lo descrito por Rubio (2002), quien encontró que el contenido de fósforo en tejidos vegetales se encuentra en un intervalo de 0,3 a 0,5% en peso seco. Para el caso de las plantas de Cymbidium en la fase vegetativa, el valor obtenido fue de 0,42%.

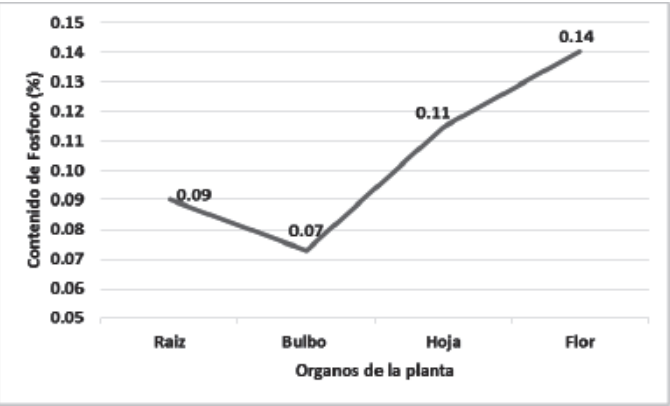
La Tabla 4-2 muestra el contenido de fósforo para los órganos de las plantas en la etapa fenológica reproductiva.

Tabla 4-2. Contenido de fósforo en órganos de plantas de Cymbidium en etapa fenológica reproductiva.

FASE VEGETATIVA	
Órgano	Contenido de fósforo (%)
Raiz	0,09
Bulbo	0,07
Hoja	0,11
Flor	0,14

En la Figura 4-2, se muestra el comportamiento de la distribución del fósforo en órganos de plantas de Cymbidium para la etapa fenológica reproductiva.

Figura 4-2. Distribución del fósforo en órganos de plantas de Cymbidium en etapa fenológica reproductiva.

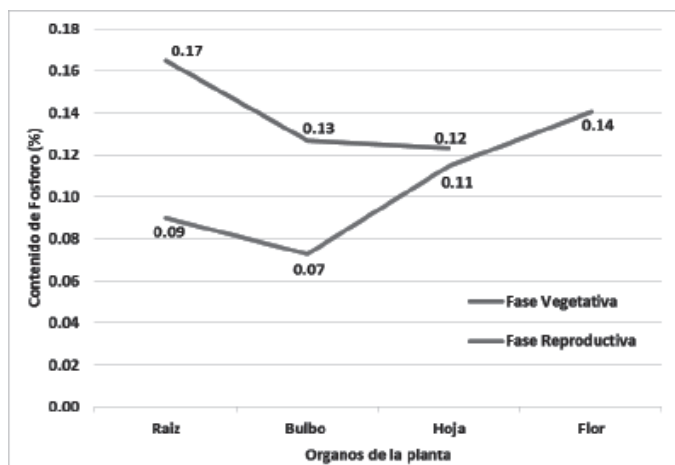


Se puede observar que la distribución del fósforo para la etapa fenológica reproductiva en plantas de *Cymbidium*, representa un cambio importante en cuanto a su dinámica y traslocación del fósforo en sus órganos. Las raíces traslocan su contenido de fósforo hacia la estructura reproductiva al igual que el bulbo y las hojas. El órgano que más contenido de fósforo presenta en la fase fenológica reproductiva es la flor con un promedio de 0,14%. Este resultado se justifica teniendo en cuenta que la estructura floral, para el caso de *Cymbidium*, cuenta con aproximadamente 70 cm de largo y puede sostener hasta 20 flores. Esta estructura por lo tanto, demanda un alto gasto energético representado en la síntesis de moléculas de ATP, ácidos nucleicos, pectatos y fosfolípidos; moléculas que contienen fósforo en su estructura.

Es importante mencionar que aunque las plantas de *Cymbidium* en la etapa reproductiva cuentan con un nuevo órgano que demanda un alto gasto energético, el contenido de fósforo en la planta se mantiene estable con un valor promedio de 0,41% muy cercano al valor encontrado en la etapa vegetativa. Lo que significa que la planta en vez de incrementar su absorción de fósforo en el suelo, trasloca sus reservas energéticas a la estructura reproductiva.

En la Figura 4-3, se muestra la distribución del fósforo en las dos etapas fenológicas del estudio (vegetativa y reproductiva).

Figura 4-3. Distribución del fósforo en órganos de plantas de *Cymbidium* en fase fenológica vegetativa y reproductiva



Se evidencia que todos los órganos de las plantas en etapa vegetativa presentan un mayor contenido de fósforo, en comparación con la etapa reproductiva. En el caso de la raíz, es donde se observa la mayor traslocación de fósforo. Seguido por el bulbo y por último las hojas. Estos resultados concuerdan con González *et al.* (2014), quien menciona que el fósforo se comporta como un elemento muy móvil dentro de la planta que se distribuye fácilmente por el xilema y que se puede almacenar en este órgano, o ser traslocado a la parte superior de las plantas.

Adicionalmente, la raíz cumple con su objetivo principal de enviar nutrientes a través del xilema y haces vasculares a los órganos que lo requieran. En el caso del bulbo, la planta envía aproximadamente la mitad del fósforo almacenado en su interior a la inflorescencia. Por último, en el caso de las hojas es poca la traslocación del fósforo hacia la flor. Esto se puede explicar debido a que gran parte del fósforo presente en las hojas, se encuentra en forma de pectatos que hacen parte de la membrana celular. Por lo tanto, se encuentra fijado en la estructura celular que conforman las hojas sin poder traslocarse a la inflorescencia.

En el cultivo comercial de *Cymbidium* las plantas no llegan a la fase fenológica de fructificación debido a que el órgano aprovechable es la inflorescencia con sus respectivas flores. El fruto se usa para propagación *in Vitro* en laboratorios especializados.

5. Conclusiones

La distribución y porcentaje de fósforo en los órganos de las plantas de *Cymbidium* varía dependiendo los requerimientos y funciones fisiológicas de cada etapa fenológica del cultivo.

En la etapa fenológica vegetativa las plantas dirigen sus esfuerzos en absorber grandes cantidades de fósforo a través de sus raíces. En la etapa fenológica

reproductiva las plantas de Cymbidium traslocan el fósforo principalmente de las raíces y del bulbo a la estructura reproductiva floral, con el objetivo de satisfacer la demanda energética y fisiológica que implica la floración.

6. Agradecimientos

Un especial agradecimiento a los socios de ASOAGRORIA (Asociación Agropecuaria de La Victoria) por permitir el desarrollo de esta investigación en sus cultivos, pero especialmente por hacerme parte de su familia y apoyar las actividades de investigación.

7. Bibliografía

Chien, S.H., Prochnow L., Mikkelsen R. (2009). *Uso agronómico de la roca fosfórica para aplicación directa*. Informaciones agronómicas N°1. International Plant Nutrition Institute. Alabama, Estados Unidos.

Cuervo, Jairo. (2013). *Fertilizantes biológicos*. Material de lectura de asignatura de la Maestría de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias.

Gil, Amaya, Karen Sofía. (2012). *Evaluación del estado de conocimiento y conservación de la familia orchidaceae, a través de colecciones ex situ en el departamento de Cundinamarca, Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales.

González, Carlos; Durán Zavala, Maxi; Morales, Martínez, Saúl. (2014). *Fósforo en la planta*. Departamento de edafología. Universidad Autónoma de Baja California.

Grundon, N. J., *Hungry Crops: A Guide to Nutrient Deficiencies in Fields Crop*. Queensland. Department of Primary Industries, Brisbane. Australia.

Hew, C. S. and Wan, Y. (2004). *The Physiology of Tropical Orchids in Relation to the Industry*. World Scientific Publishing. 2 edición.

Montero, Miguel. (2012). *Ticorquideas*. Asociación Costarricense de Orquideología.

McElroy, Harry. (2006). *Cymbidiums*. What Triggers and supports flowering. St. Augustine Society.

Poole H. A., Seeley J. G. (1978). *Nitrogen, Potassium and Magnesium Nutrition of Three Orchid Genera*. Vegetable Society.

Salisbury, F. B. y Ross C. W. (1994). *Fisiología vegetal*. Grupo Editorial Iberoamericana S.A., México.

Smalberger, S.A. (1979). *Diest*, V. Plant soil.

Diagnóstico técnico y social de los sistemas fotovoltaicos instalados por el CTDPE durante los años 2011 al 2015 en las provincias del Alto Magdalena y Tequendama, Cundinamarca

Technical and Social Diagnosis of PV Systems Installed by the CTDPE During 2011 to 2015 in the Provinces of Alto Magdalena and Tequendama, Cundinamarca

JUAN FELIPE CARDONA OSPINA

Ingeniero Electrónico

gtcardona@misena.edu.co

LIZA CATERINE RIVERA ACHURY

Ingeniero Electrónico

lcrivera6@misena.edu.co

Fecha de recepción: 8 de marzo de 2015

Fecha de evaluación: 25 de junio de 2015

Fecha de aceptación: 21 de agosto de 2015





Diagnóstico técnico y social de los sistemas fotovoltaicos instalados por el CTDPE durante los años 2011 al 2015 en las provincias del Alto Magdalena y Tequendama, Cundinamarca

Resumen

Dentro de las formaciones impartidas por el SENA, Girardot en el programa JRE¹, durante el periodo comprendido entre los años 2011-2015, se realizó un número considerable de instalaciones de SFVA² en las regiones del Alto Magdalena y el Tequendama en UPRS³ para la puesta de energía eléctrica básica en hogares y procesos productivos rurales. En gran parte de estas instalaciones, es común encontrar fallas en los equipos debido a errores que se presentan durante el proceso de instalación o el mantenimiento.

Para corroborar la información evidenciada, se realizaron encuestas en cada una de las UPRS de forma presencial, además de realizar mediciones de las variables eléctricas, para determinar el estado físico de los equipos, el cumplimiento de normatividad técnica eléctrica [1] y el análisis de las UPRS a 2015, entre otros.

En el presente artículo, se definen nuevas estrategias y soluciones que pueden ser implementadas de forma didáctica en las formaciones y la generalización de los procedimientos para el mejoramiento de las instalaciones.

Palabras clave: aislado, fotovoltaico, protocolo, unidad productiva.

Abstract

Among the training courses given by the Girardot SENA in the JRE¹ program, during the period of years 2011-2015, it has been done a considerable number of installations of SFVA² [2] in the regions of the High Magdalena and the Tequendama in UPRS³ [3] implementing for the first time the basic electricity in rural homes and rural production processes. In most of these installations, it is common to find equipment failures due to errors during the installation or maintenance process.

To corroborate the evidenced information some surveys were conducted on each of the UPRS in person, in addition to measurements of electric variables, to determine the physical condition of equipment, compliance with technical electric regulations [1], analysis of UPRS up to 2015, among others. Represented in pie charts analyzing in this way the current state of the installations.

To define new strategies to be implemented in a didactic way in the training courses and the generalization of the procedures to achieve improvement of the installations, are some of the many solutions to be implemented during the training courses.

Keywords: Isolated, Photovoltaic, Protocol, Production Unit.

¹ Jóvenes Rurales Emprendedores.

² Sistemas Fovovoltaicos Aislados.

³ Unidades Productivas Rurales Sostenibles.

1. Introducción

Durante la última década, en el departamento de Cundinamarca, se han realizado estudios a través de universidades sobre las necesidades básicas de la electrificación rural y su viabilidad en cada uno de los entornos donde se investiga, generando soluciones a problemas puntuales propios de la región o de privados, en la que incluyen la instalación de SFVA como opción más viable [2], teniendo siempre en consideración la geografía propia del departamento que permite la viabilidad de este tipo de proyectos, ubicándose desde los 200 msnm hasta 2700 msnm.

Según estadísticas del SISBEN, en el departamento de Cundinamarca para el año 2010, tan solo 370 (0,06%) [3] hogares en condición de vulnerabilidad en el departamento de Cundinamarca hacían uso de energía solar y/o bioenergía.

Para 2014, se tienen estadísticas certificadas que en la población rural de Cundinamarca, aproximadamente el 7,6% de las personas censadas por el SISBEN carecen de energía eléctrica para alumbrado en los hogares [4].

El departamento de Cundinamarca ha tenido grandes avances en el uso e implementación de sistemas fotovoltaicos aislados, para 2014-2015, la Gobernación de Cundinamarca logró realizar la instalación de sistemas fotovoltaicos aislados, beneficiando a 59 familias del sector rural pertenecientes a las ZNI⁴ de los municipios de Yacopí y Caparrapí [5].

Para la región del Alto Magdalena, centro de estudio de este artículo, se ha logrado definir la viabilidad y posibilidad de la instalación de sistemas fotovoltaicos aislados, especialmente en techos teniendo como resultado, a través de la investigación realizada, que la viabilidad en cuanto a la generación e instalación de sistemas fotovoltaicos en techos, es de aproximadamente el 90% del nicho investigado [6].

El SENA Girardot, como ente capacitador ha realizado esta labor desde 2011, permitiendo llevar las energías renovables a las zonas rurales pertenecientes a las regiones del Alto Magdalena y el Tequendama, apuntando a la población vulnerable, especialmente los jóvenes comprendidos entre los 15 y 28 años de edad.

Las instalaciones realizadas durante este periodo (51 en total) han sido objeto de estudio debido a las evidencias aportadas a través de material fotográfico, durante los seguimientos formativos, permitiendo observar que algunas de ellas no se encuentran en pleno funcionamiento o peor aún, sin funcionar, asociando estos resultados de forma hipotética a una reducción de los conceptos técnicos en electricidad y a la falta de socialización y ejecución de la normatividad colombiana respecto a este tema.

Por tanto, para el SENA es primordial el bienestar de la población, demostrar que los sistemas de generación de energía no convencional son duraderos, económicamente viables y eficientes, y mejorar la calidad de vida de los aprendices, impulsando la investigación para lograr reducir esta situación, permitiendo mejorar cada una de las instalaciones realizadas en las provincias del Alto Magdalena y el Tequendama en el departamento de Cundinamarca y a futuro, generalizando este procedimiento para propiciar nuevas estrategias formativas en pro de los aprendices.

2. Metodología

El proceso de recolección de información y el análisis de la misma, fue realizado por los instructores asociados al área de formación de Energías Renovables del CTDPE - SENA Girardot, y los aprendices del Semillero de Investigación SEMINEER⁵ de la acción de formación Técnico en Instalaciones Eléctricas Residenciales con número de ficha 903194 en cada uno de los municipios en donde se encuentran las instalaciones de SFVA (Tabla 1).

⁴ Zonas No Interconectadas.

⁵ Semillero de Investigación en Energía Eléctrica y Renovables.

Tabla 1. Total UPRS instaladas por municipio durante el periodo 2011-2015.

MUNICIPIO	CANTIDAD	TIPO DE INSTALACIÓN
BELTRÁN	3	Fotovoltaica
AGUA DE DIOS	3	Fotovoltaica
ANAPOIMA	2	Fotovoltaica
APULO	1	Fotovoltaica
CACHIPAY	2	Fotovoltaica
CARMEN DE APICALÁ	1	Fotovoltaica
EL COLEGIO	8	Fotovoltaica
ICONONZO	4	Fotovoltaica
	3	Fototérmica
LA MESA	4	Fotovoltaica
	1	Fototérmica
MELGAR	2	Fotovoltaica
NILO	2	Fotovoltaica
RICAURTE	2	Fotovoltaica
SENA	2	Fotovoltaica
TENA	1	Fotovoltaica
	2	Fototérmica
TOCAIMA	5	Fotovoltaica
USME	2	Fotovoltaica
VOTÁ	1	Fototérmica

2.1. Encuestas

Las encuestas fueron realizadas con el fin de identificar los factores influyentes en el resultado evidenciado durante las visitas de seguimiento a las Unidades Productivas Rurales Sostenibles, con un total de 13 preguntas y una sección de observaciones. La encuesta fue diseñada para visualizar aspectos relevantes como el estado de la UPRS, el estado de los equipos, el sector productivo al que atiende y los aspectos técnicos de las instalaciones.

Para la obtención de los datos a través de las encuestas, se realizó el desplazamiento de aprendices asociados al semillero de investigación SEMINEER y los instructores a cada una de las 41 UPRS que han realizado

instalaciones de sistemas fotovoltaicos aislados creados durante el periodo 2011-2015. Estas visitas se ejecutaron en un tiempo aproximado de dos semanas.

2.2. Medición de variables eléctricas

En cada una de las visitas, los aprendices realizaron la medición de tensión (voltaje) y/o intensidad (amperios) de los equipos de los sistemas fotovoltaicos aislados, específicamente del panel solar fotovoltaico, los datos fueron tomados dentro de las 11:00 horas y las 13:00 horas (Tabla 2) y las baterías de almacenamiento (Tabla 3), haciendo uso de un multímetro digital estándar con posibilidad de realizar mediciones tanto de corriente alterna como continua.

Tabla 2. Mediciones de voltajes promedio por municipio en paneles solares.

UNIDAD PRODUCTIVA	VOLTAJE (V)	POTENCIA (WP)
BELTRÁN	18,36	60
AGUA DE DIOS	18,41	20
ANAPOIMA	17,52	55
APULO	18,9	20
CACHIPAY	16,51	60
CARMEN DE APICALÁ	18,77	55
EL COLEGIO	17,6	60
ICONONZO	16,8	20
LA MESA	17,53	30
MELGAR	18,73	100
NILO	17,55	60
RICAURTE	18,78	260
SENA	18,21	60
TENA	17,5	85
TOCAIMA	18,7	60
USME	16,38	20

Tabla 3. Mediciones de voltajes promedio por municipio en baterías de ciclo profundo.

UNIDADES PRODUCTIVAS	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A/H)
BELTRÁN	3,3	65
AGUA DE DIOS	14,2	18
ANAPOIMA	13,2	60
APULO	13,7	18
CACHIPAY	12,2	65
CARMEN DE APICALÁ	13,2	60
EL COLEGIO	12,1	65
ICONONZO	12,3	18
LA MESA	11,3	18
MELGAR	13,6	68
NILO	13,2	65
RICAURTE	13,5	67
SENA	11,8	65
TENA	13,5	68
TOCAIMA	12,5	60
USME	12,2	18

2.3. Evidencia fotográfica

La toma de evidencia fotográfica se realizó con el propósito de ser analizada y utilizada para retomar ideas y conceptos relevantes de cada una de las visitas, haciendo uso de una cámara de 13 MP, 4128x3096 pixels, autofocus, flash LED dual (tono dual), HDR, Panorama, geo-tagging, foco táctil, detección de rostro, video 1080p@30fps.

2.4. Población y entorno

La población objeto para la ejecución de las encuestas, fue el total de las UPRS instaladas en el periodo 2011-2015 que tienen sistemas fotovoltaicos aislados instalados para procesos productivos o residenciales, siendo este un total de 41, pertenecientes al programa JRE y cuyas características fueron los

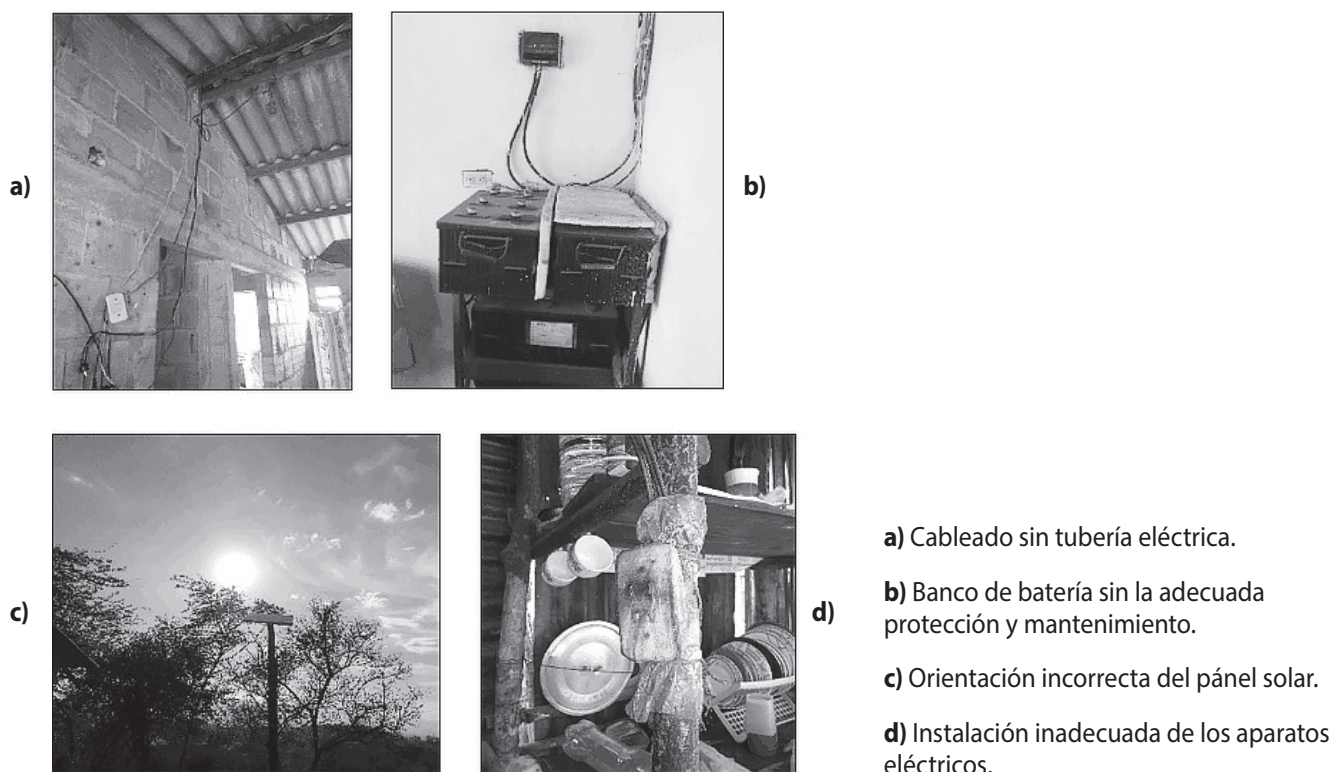
jóvenes del sector rural en condición de vulnerabilidad, entre las edades de 15 a 28 años [7].

Se han realizado las encuestas en las VIP⁶ o VIS⁷ de las personas atendidas por el SENA en los sectores rurales de los municipios de Beltrán, Guataquí, Tocaima, Apulo, La Mesa, El Colegio, Tena, entre otros.

3. Resultados y discusión

Cada uno de los aprendices participantes de la formación Instalación de Sistemas Fotovoltáicos Básicos, debió realizar la instalación de un SFVA de manera autónoma, de acuerdo a los conceptos técnicos apropiados, haciendo uso del trabajo colaborativo y demás asignados por el instructor; sin embargo, en muchas de las ocasiones no se pudo evidenciar esta técnica (Figura 1).

Figura 1. Ejemplos de instalaciones de SFVA realizadas de forma incorrecta.



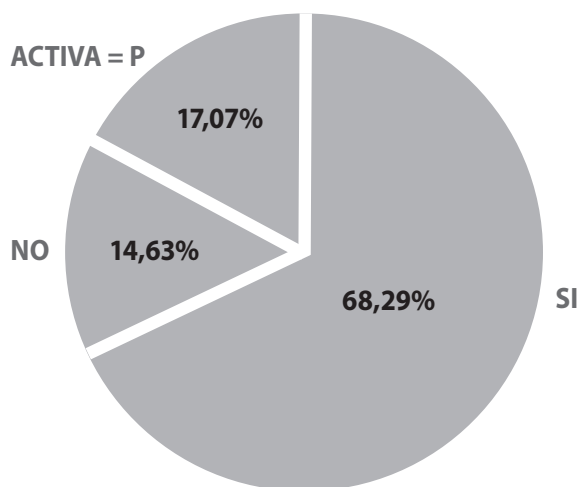
Fuente: los autores.

⁶ Vivienda de interés social prioritario.

⁷ Vivienda de interés social.

Aun cuando el número total de unidades productivas activas es alto (Figura 2), muchas de ellas presentan problemas en su métodos técnicos de instalación regidos por el RETIE⁸ (tecnicidad eléctrica). Tan solo el 68,29% de ellas actualmente están trabajando de forma correcta permitiendo que los beneficiarios hagan uso del SFVA, sin embargo, en un porcentaje más bajo de las Unidades Productivas, aunque se encuentran activas, algunos de los equipos o materiales instalados han dejado de funcionar de manera correcta.

Figura 2. Porcentaje de UPRS activas a 2015.



El pequeño porcentaje de UPRS que no se encuentran en funcionamiento (14,63%) se debe, principalmente a dos causas diferentes: los equipos presentaron fallas debido a mala manipulación y errores en la instalación; o debido a que los aprendices, quienes habían establecido la unidad productiva, ya no se encuentran en el lugar donde se había realizado la instalación.

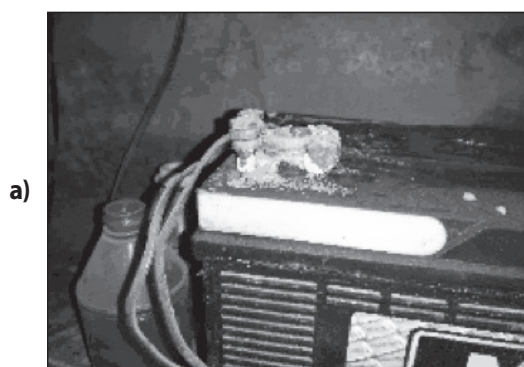
El buen desempeño de los equipos del SFVA radica en tres factores importantes: el método de instalación, la tecnicidad eléctrica correspondiente y el mantenimiento preventivo periódico que se le realice [8].

Debido a las condiciones climatológicas y medioambientales de la zona [9], además de que se encuentran ubicadas en zonas rurales, los equipos están propensos a factores externos, que obligan de alguna forma a realizar mantenimientos preventivos periódicos o con mayor periodicidad que la habitual (Figura 3).

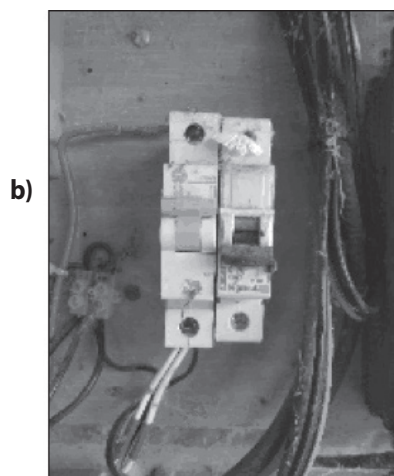
En las condiciones actuales, los índices de UPRS que se encuentran inactivas y con problemas (31,7%, Figura 2) se pueden relacionar, en primera instancia, a la frecuencia de mantenimiento (Figura 4) que se le realiza a los equipos, siendo un común denominador la falta

⁸ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

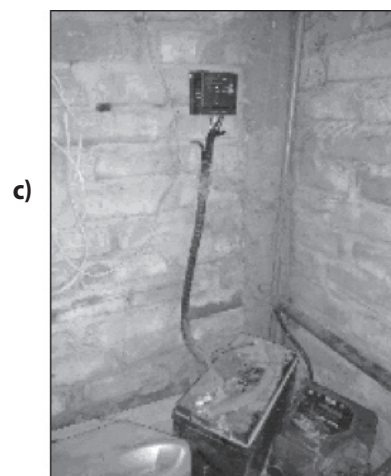
Figura 3. Imágenes de factores externos que afectan los SFVA.



a) Sulfatación de los bornes de la batería.



b) Insectos sobre las protecciones y demás equipos.



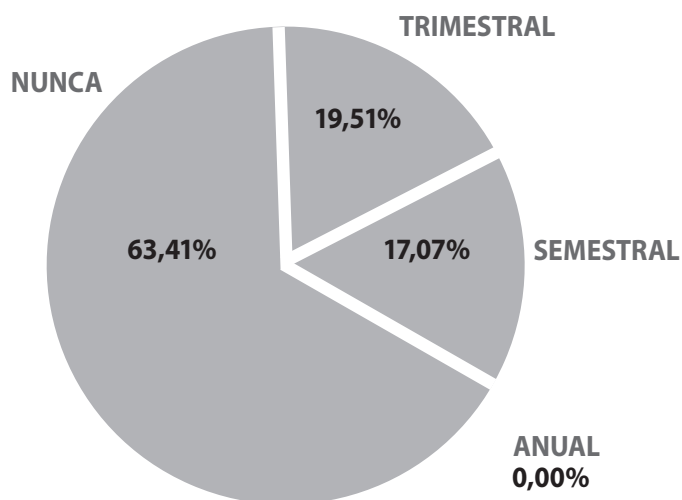
c) Polvo y telarañas sobre equipos del SFVA.

Fuente: los autores.

del mismo, puesto que el 63,41% de las personas no ha realizado este proceso durante el tiempo que lleva instalado el SFVA y en proporciones menores quienes lo hacen con periodicidades de 3 y 6 meses. Algunas de las fallas se presentan durante el proceso del mantenimiento y permiten que la UPRS funcione con algunas dificultades (Figura 2).

En todos los casos, exceptuando el 14,63% de las instalaciones realizadas (UPRS Inactivas, Figura 2), los componentes del Sistema Fotovoltaico Aislado se encuentran en adecuadas condiciones, sin embargo los factores físicos externos al SFVA ocasionan ciertas fallas.

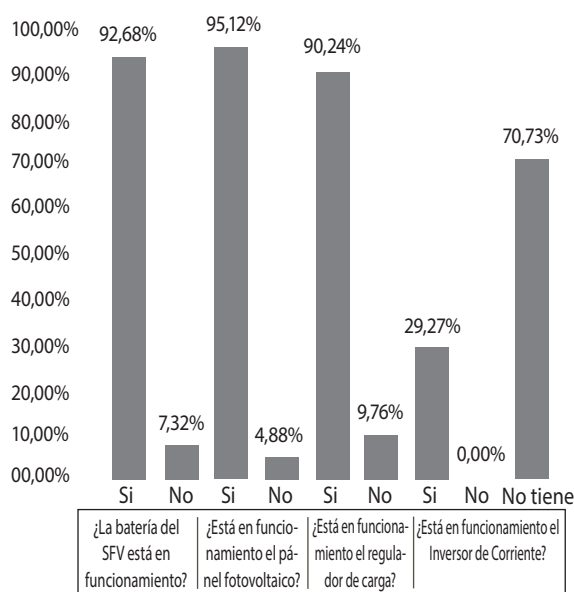
Figura 4. Frecuencia de mantenimientos realizados a los SFVA.



Para paneles solares, el 4,88% de ellos ha fallado (Figura 5), siendo uno de los equipos que mejor vida útil tiene, mostrando durabilidad aún sin un mantenimiento preventivo adecuado o periódico.

El mayor número de fallas se presenta en equipos tales como el banco de baterías y los controladores de carga. Para el banco de baterías, estas fallas se encuentran asociadas al tipo de baterías que se han implementado (Figura 6), debido a que las baterías líquidas demandan un mantenimiento preventivo y algunas veces correctivo de forma periódica para su funcionamiento,

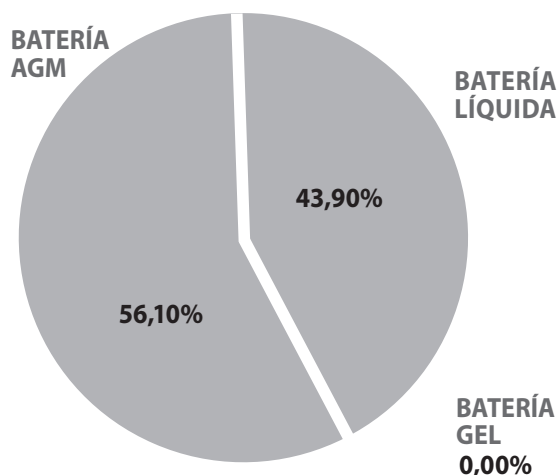
Figura 5. Funcionamiento de los equipos fotovoltaicos.



a diferencia de las baterías del tipo AGM⁹ que son equipos que no necesitan un mantenimiento diferente al preventivo, tal como la limpieza de los conectores o bornes de las mismas (Figura 3a).

En cuanto a los controladores de carga, los fallos más frecuentes son asociados al método de conexión, puesto que durante el proceso de instalación o de mantenimiento se puede invertir las polaridades y ocasionar daños irreparables a los equipos.

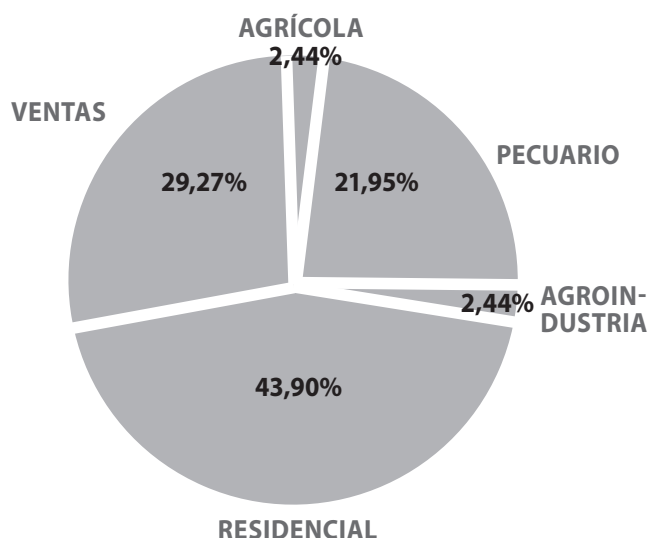
Figura 6. Tipo de batería instalada en los SFVA.



⁹ Absorbent Glass Mat.

El uso o aplicación dado a los SFVA se ha definido con los aprendices de las formaciones de acuerdo a la necesidad básica a atender en cada una de las UPRS (Figura 7), definiéndose algunos sectores más relevantes.

Figura 7. Sectores productivos a los que se atiende con SFVA.



La mayoría de las instalaciones realizadas durante el periodo 2011-2015 han atendido de forma significativa al sector residencial (43,90%), demostrando la necesidad existente del uso de la energía eléctrica convencional para hogares en las áreas rurales de las provincias del Alto Magdalena y el Tequendama.

En cuanto a los procesos o sectores productivos, la mayor demanda la presenta el sector pecuario (21,95%) haciendo uso, en su mayoría, de equipos de bajo consumo y que, en el área rural, es el proceso que mayor presencia tiene.

Sin embargo, los sectores que menos han implementado este tipo de tecnologías, son el sector agrícola y el agroindustrial, con un 2,44% de instalaciones de SFVA para su uso, esto se debe a que los equipos usados para los procesos de dichos sectores demandan una mayor cantidad de consumo energético.

La generación de innovación a través de las nuevas tecnologías, en cuanto al aprovechamiento de la energía solar se refiere, ha permitido que los aprendices

generen nuevos productos con mayor versatilidad y funcionalidad, permitiendo que ingresen al proceso productivo del emprendimiento a través de la venta de kits fotovoltaicos (Figura 8) y teniendo una participación considerable del 29,27% equipos que se han comenzado a implementar en los inicios del año 2015.

Figura 8. Aprendices del programa JRE comercializando kits fotovoltaicos.



Dado los factores analizados en la Figura 7, el sector residencial ha teniendo una gran demanda de uso de los equipos instalados en circuitos de *Alumbrado General*¹⁰ (51,22%, Figura 9), puesto que estos son los que menor consumo de energía presentan en las instalaciones y de mayor uso por parte de los aprendices, dejando de un lado (con un 0%) el uso de aparatos asociados a los circuitos de *Pequeños Artefactos*¹¹.

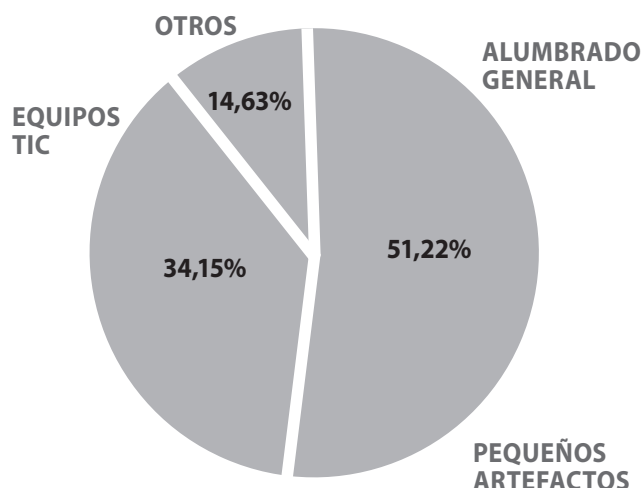
Sin embargo, los SFVA también se han implementado para el buen funcionamiento de los equipos TIC¹² (34,15%) tales como celulares, tabletas, y demás. El 14,63% está vinculado con el uso de otros equipos relacionados al sector productivo que compete, un ejemplo sería la instalación de sistemas de oxigenación para peces (Figura 9).

¹⁰ Hace referencia a equipos convencionales como iluminación, televisión, radios y demás.

¹¹ Hace referencia a equipos como neveras, licuadoras, hornos microondas, entre otros.

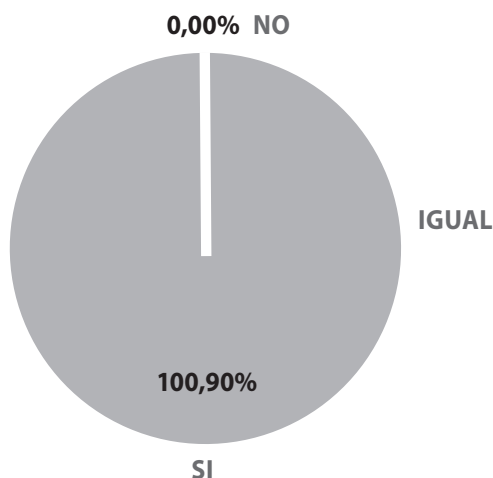
¹² Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Figura 9. Equipos que funcionan con el SFVA.



La calidad de vida de las personas depende de que las necesidades básicas sean satisfechas, haciendo que cada vez puedan tener un avance social, académico, productivo y especialmente económico [10]. Para la totalidad de los aprendices vinculados al programa de formación y que pertenecen a cada una de las UPRS que se instalaron durante el periodo 2011-2015, han experimentado una mejora sustancial en la calidad de vida (Figura 10), viéndose beneficiados los procesos productivo, la posibilidad de compartir más tiempo con familiares y vecinos e incluso permitiendo en algunos casos la posibilidad de ampliar las horas académicas de sus hijos u otros.

Figura 10. Aprendices con mejora en la calidad de vida.



Existe la necesidad de generar estrategias pedagógicas que permitan que las personas comprendidas en este nicho, atendido por el Programa Jóvenes Rurales Emprendedores, puedan realizar un paso a paso de cómo se debe hacer la instalación y como no se debe hacer, además de incluir los materiales propios de la zona que se puedan aprovechar durante las formaciones y que mitigue de alguna forma las inversiones realizadas por las partes en estos procesos formativos.

4. Conclusiones

Se debe socializar la importancia de realizar una buena instalación de acuerdo a las normatividades técnicas vigentes y la implementación de los procesos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, haciendo uso de las diferentes técnicas pedagógicas que, como ente capacitador, conoce el SENA.

Es una posible solución, la creación de documentos técnicos regidos a las normas colombianas [11] que permita la estandarización de los procesos a favor de las formaciones con una fácil implementación y divulgación para las personas, cuyo objeto de atención es el programa JRE.

Por último, la incursión de las TIC en los procesos formativos, permite facilitar los métodos de cálculos, para que los aprendices y en un futuro el público en general, accedan de forma rápida y sencilla a la realización de sus propios dimensionamientos con interfaz amigable.

5. Bibliografía

- [1] MinCIT, «Super Intendencia de Industria y Comercio,» [En línea]. Available: http://www.sic.gov.co/recursos_user/reglamentos_tecnicos/

- reglamento_tecnico_inst_electricas_RETIE.pdf. [Último acceso: diciembre 2015].
- [2] A. K. Rodríguez Manrique, Á. I. Cadena Monroy y A. J. Aristizábal Cardona, «Diseño de sistemas de energía solar fotovoltaica para usuarios residenciales en Chía, Cundinamarca». *Revista Mutis*, pp. 55-65, junio 2015.
- [3] G. d. Cundinamarca, «Estadísticas de Cundinamarca 2010». Bogotá D.C., Panamericana Formas e Impresos S.A., p. 31.
- [4] G. d. Cundinamarca, «Estadísticas de Cundinamarca 2011-2013». Bogotá D.C., Panamericana Formas e Impresos S.A., 2014, p. 148.
- [5] G. d. Cundinamarca, «Goernación de Cundinamarca». 2014. [En línea]. Available: http://www.cundinamarca.gov.co/wps/portal/Home/SecretariasEntidades.gc/Secretariademinasyenergia/SecdeMinaEnerDespliegue/asnoticias_secminasyener/csecminasyener_noticias_noticia. [Último acceso: diciembre 2015].
- [6] A. Barragán Alturo, «El Alto Magdalena-Colombia de la mano con energías alternativas». *Revista Lámpsakos*, pp. 11-13, diciembre 2013.
- [7] SENA, «Servicio Nacional de Aprendizaje». [En línea]. Available: <http://www.sena.edu.co/opor-tunidades/emprendimiento-y-empresarismo/Jovenes%20Rurales%20Emprendedores/Paginas/Jovenes-Rurales-Emprendedores.aspx>. [Último acceso: diciembre 2015].
- [8] C. Bello, A. Busso, L. Vera y C. Cadena, «Factores que afectan el funcionamiento de instalaciones fotovoltaicas autónomas en regiones del noeste argentino». *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. XIV, pp. 14-93, 2010.
- [9] G. Penagos Cruz, «Variables hidrometereológicas asociadas al cambio climático en Girardot y la Región del Alto Magdalena». *Ambiente y Desarrollo*, vol. XVIII, pp. 133-147, 2014.
- [10] DANE, «Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas». [En línea]. Available: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-sociales/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>. [Último acceso: diciembre 2015].
- [11] N. T. C. NTC, «NTC 2050» de Código Eléctrico Colombiano, Bogotá D.C., National Fire Protection Association, 2013, pp. 627-635.

Identificación de fitopatógenos asociados a las principales enfermedades del cultivo de sábila en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte (Cundinamarca)

Identification of Pathogens Associated with Major Diseases of Aloe Cultivation in the Municipalities of Agua de Dios and Ricaurte (Cundinamarca)

HENRY EDUARDO JIMÉNEZ CASTELLANOS

Ingeniero Agrónomo

henjicas@misena.edu.co

Fecha de recepción: 5 de marzo de 2015

Fecha de evaluación: 12 de junio de 2015

Fecha de aceptación: 16 de agosto de 2015





Identificación de fitopatógenos asociados a las principales enfermedades del cultivo de sábila en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte (Cundinamarca)

Resumen

Durante el 2015, el grupo de investigación Tecnología y Productividad, el programa SENA Emprende Rural (SER) del Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial del SENA Girardot, el ICA, con las dependencias de Sanidad Vegetal, Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria, la seccional Cundinamarca y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural con la Cadena Nacional de la sábila, trabajaron conjuntamente en la caracterización de las principales enfermedades de la sábila e identificación de los microorganismos patógenos que afectan al cultivo en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte, departamento de Cundinamarca.

Como resultado de la investigación se caracterizaron las tres sintomatologías (enfermedades) principales más limitantes y se obtuvo un diagnóstico inicial de los agentes causales identificando *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. y *Erwinia* sp.

Palabras clave: *Aloe vera*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Erwinia*, patógenos, enfermedades.

Abstract

During 2015 the research group Technology and Productivity, Undertakes Rural SENA program of the Center for Design Technology and Business Productivity - SENA Girardot, the Colombian Agricultural Institute with its divisions Plant Health, Epidemiology and Phytosanitary Surveillance, the Cundinamarca branch and the Agriculture Minister and Rural Development with the National Chain of Aloe, worked hand in hand in the characterization of the major diseases of aloe and identification of pathogens that affect the crop in Agua de Dios and Ricaurte municipalities, Cundinamarca department.

As a result of the research obtain the characterization of three most limiting diseases and an initial diagnosis of the causative agents is achieved by identifying *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. and *Erwinia* sp.

Keywords: *Aloe vera*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Erwinia*, pathogenics, diseases.

1. Introducción

Aun no es claro el centro de origen de la planta *Aloe vera*. Algunos autores afirman que es originaria de las islas canarias del continente africano y otros autores manifiestan que su origen es de la península de Arabia del continente asiático, quedando abierto este punto a discusión.

Se han encontrado referencias de *Aloe vera* en el papiro Ebers (tratado médico antiguo, 1500 a de C.) y también registros históricos de su uso medicinal y cosmético, en civilizaciones antiguas como Egipto (69 a 30 a de C.), Grecia, Roma (356 a 323 a de C.), Algeria, Tunes, India y China (6000 a de C.) (Domínguez *et al.*, 2012). Su nombre proviene del griego "aloé". En árabe se llama "alloe", que significa: "la sustancia amarga brillante"; la palabra vera viene del latín y significa "verdad" (Boudreau y Beland, 2006).

Esta planta fue traída al continente americano por los españoles durante la época de conquista, debido a que era utilizada como medicina por su tripulación. Al parecer, en esos años (1492) España ya tenía cultivos representativos de esta especie, probablemente herencia de la invasión musulmana (Vega *et al.*, 2015).

Frecuente se referencia a la sábila dentro de la familia de las liliáceas. Sin embargo, actualmente esta se clasifica como muestra la Tabla 1.

El *Aloe vera* se caracteriza por ser una planta suculenta, perteneciente a las crasuláceas (CAM), de hojas elongadas, carnosas, de borde dentados y con contenido de agua superior al 95,5%.

Alcanza una altura de hasta 70 cm, con tallos cortos de 30 a 40 cm de longitud. Las flores son tubulares, colgantes y amarillas. Esta planta es xerofítica, es decir que se adapta a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua y se caracteriza por tener tejidos suculentos para el almacenamiento de la misma. La estructura de la hoja está formada por la corteza (exocarpio), representando el 20 al 30% aproximadamente del peso total de la planta. El cristal (parénquima), también conocido como gel o pulpa, se localiza en el centro de la hoja y representa del 65 al 80% del peso total de la planta. En la capa intermedia entre la corteza y el cristal se encuentran los conductos de aloína, que son una serie de canales longitudinales por donde circula la savia de la planta, conocida como acíbar (Domínguez *et al.*, 2012).

Tabla 1. Clasificación *Aloe vera*.

Reino	Viridiplantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Xanthorrhoeaceae
Sub familia	Asphodeloideae
Género	<i>Aloe</i>
Especie	<i>Aloe vera</i>
Nombre común	Sábila

Fuente: NCBI, 2015, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=34199&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>

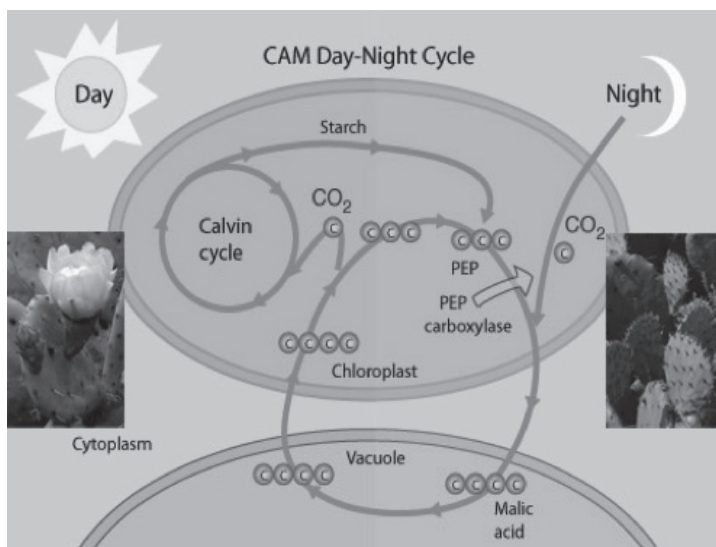
Figura 1. Plantas de *Aloe vera* en cultivo, Departamento de Quindío.



Fuente: el autor.

Esta especie vegetal presenta un metabolismo particular, denominado metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM, de su sigla en inglés), en el cual durante la noche abre sus estomas, para realizar intercambio gaseoso (oxígeno y gas carbónico) y almacenamiento del mismo, realizando el proceso de fotosíntesis al día siguiente, manteniendo los estomas cerrados. Esto resulta en una pérdida mínima de agua, lo que se puede traducir en unas tasas de eficiencia del uso del agua superiores a plantas con metabolismos conocidos como C4 (gramíneas) y C3 (dicotiledóneas). Razón por la cual poseen una ventaja competitiva en ambientes desérticos, donde el agua es el factor limitante. Dentro de las plantas que usan la vía C4, para la fijación del carbono, se encuentran, por ejemplo: el maíz, la caña de azúcar, el sorgo y el amaranto, entre otras.

Figura 2. Ciclo CAM día-noche.



Fuente: Moore, R. *et al.* 1995

En Colombia hay un potencial climático para producir *Aloe vera*. Actualmente, el cultivo de esta planta lo realizan en su mayoría pequeños productores. Es importante mencionar que los procesos de desarrollo de la penca (hoja) de sábila y su industrialización,

no son similares en el país, pero existe un interés por parte del Ministerio de Agricultura y de la Dirección Técnica de Sanidad Vegetal del ICA, de consolidar la Cadena agroindustrial del *Aloe vera*/sábila, la cual agrupará a todos los agentes que intervienen en su ejecución, con el fin de potenciar su desarrollo competitivo y vincular beneficios para todos los actores.

De acuerdo con el Censo nacional, realizado en el año 2009 por la Cadena productiva de la sábila, el país reportaba un total de 331 hectáreas sembradas de *Aloe vera*, donde Atlántico aparece como el departamento con el mayor número de área sembrada (100 Ha), equivalente al 30%. Sin embargo, de acuerdo con cifras del 2009 a 2012, se observa un incremento del área sembrada, de 188 hectáreas a nivel nacional, lo que corresponde al 56,8%. El departamento de Boyacá aparece como el departamento con el mayor incremento, del 525%, seguido de Antioquia, con un 185%, y el Valle del Cauca, con un 76,4%. Atlántico permanece como el departamento con la mayor área sembrada, con 150 hectáreas (Figueroa, C. & Morales, J., 2010).

Para el año 2012, en el departamento de Cundinamarca se reportaron 30 hectáreas sembradas de *Aloe vera*, de las cuales, los municipios de Agua de Dios y Ricaurte muestran una gran participación, cercana a las 12 hectáreas, debido a la tradición y vocación de la comunidad agrícola, además de las características fisiológicas que presenta la planta, que le permiten adaptarse a las condiciones climáticas, casi desérticas, que se presentan en esta zona geográfica. Dichos municipios han sido el centro de origen de un gran porcentaje de material vegetal, que se ha venido empleando en el territorio nacional para la propagación del cultivo, siendo evidente el empleo de hijuelos de *Aloe vera* posiblemente contaminados con microorganismos patógenos y en consecuencia llevando problemas fitosanitarios a otras regiones del país (Coy, H., 2013).

En términos generales, una enfermedad en una planta es el conjunto entre una planta huésped susceptible, un microorganismo patógeno y las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad. Al presentarse estas últimas, se origina la aparición de síntomas (cambios en la composición, estructura y características de los tejidos que se hacen notables), generados por cambios anormales en la fisiología de la planta, lo cual conduce a la alteración parcial o muerte de la planta (Agrios, G. 2005)

Es indispensable entonces, el conocimiento de los agentes causales de las enfermedades que afectan el cultivo, para poder dar un manejo adecuado, en pro de mejorar la competitividad dentro de la cadena productiva nacional, buscando beneficiar al sector agrícola, el desarrollo rural, la generación de empleos, la vinculación de pequeñas y medianas empresas y la apertura de nuevos mercados con productos de calidad y valor agregado.

2. Materiales y métodos

Con base en resultados preliminares obtenidos en el año 2014 mediante brigadas fitosanitarias por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), con el acompañamiento del SENA, en los municipios de Ricaurte y Agua de Dios, en el departamento de Cundinamarca, se caracterizaron cinco sintomatologías, de las cuales se priorizaron tres para ser identificadas, debido a su distribución generalizada en la zona de estudio y la evidente afectación económica que representan a los productores.

Para identificar los predios donde posteriormente se tomaron las muestras de material vegetal a emplear en los aislamientos de los microorganismos, se realizó una brigada fitosanitaria en año 2015 en las veredas Manuel Sur, La Carrera y La Tetilla correspondientes al municipio de Ricaurte, y en las veredas Manuel Norte, y Leticia del municipio de Agua de Dios.

Durante la brigada se visitaron 32 predios, en cada predio se evaluaron 30 unidades de muestreo (plantas). En esta actividad se realizó la recolección de información relacionada con la presencia y la incidencia de las sintomatologías en estudio.

Para el procesamiento del material vegetal en laboratorio, se tomaron las muestras empleando el protocolo establecido por la dependencia de Epidemiología y Diagnóstico Fitosanitario - ICA. En el cual, establece que para material tipo plantas herbáceas la cantidad mínima es de 3 plantas completas por muestra, las cuales son envueltas en papel absorbente y puestas dentro de una bolsa plástica nueva. Con el objetivo de conservar las muestras en un estado óptimo para poder ser procesadas en el laboratorio, durante el tiempo transcurrido desde la recolección y traslado hasta el momento de ingreso al laboratorio se emplearon cavas (neveras de polipropileno).

Por cada sintomatología en estudio se tomaron tres muestras para enviar a laboratorio, cada una de un predio diferente, es decir, 9 plantas por sintomatología.

En los laboratorios de la red de Diagnóstico Fitosanitario del ICA se procesaron las muestras colectadas en campo.

Para aquellas muestras caracterizadas como pudrición fétida, se empleó el siguiente procedimiento, materiales, reactivos y equipos:

- Cajas de Petri con Agar Nutritivo (AN).
- Bisturí, asa bacteriológica y pinzas.
- Mortero u homogenizador previamente esterilizado.
- Mechero.
- Etanol al 70%.
- Hipoclorito de sodio al 1% o 1,5%.
- Agua destilada esterilizada.
- Cabina de flujo laminar.
- Incubadora.

Lavar el material solo si el tejido enfermo está muy sucio o tiene suelo adherido (tal como raíces), lavar con agua corriente bajo la llave y dejar secar al aire libre. Por ningún motivo sumergir la muestra o dejarla en remojo.

Seleccionar el tejido para el procedimiento, tomar una porción de tejido vegetal enfermo, representativo de los síntomas de la enfermedad y cortar pequeños trozos (no más de 5 x 5 mm), que provengan del borde de las lesiones; es decir, del área de avance de la enfermedad. Lo más adecuado es que haya tejido sano y tejido enfermo en la porción escogida.

Desinfectar el tejido, en condiciones de asepsia lavar las porciones del tejido en etanol al 70% durante 30 segundos; inmediatamente pasarlas a una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 1,5% durante 2 minutos y por último, eliminar el exceso de estos desinfectantes, mediante lavado por arrastre con agua colocando el tejido sobre papel absorbente esterilizado.

Extraer la bacteria del tejido, para ello existen dos opciones:

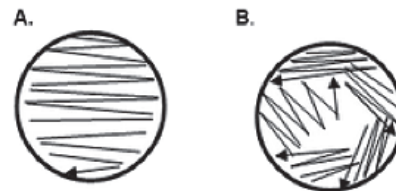
a) Colocar el material desinfectado en un mortero pequeño, previamente esterilizado y macerar un poco para romper el tejido y permitir la salida de las bacterias; transferir una gota del macerado con es asa.

b) Cuando el tejido enfermo, es succulento o presenta pudrición a causa de la enfermedad, colocar pequeños trozos de tejido desinfectado dentro de un tubo con agua destilada esterilizada; se agita durante 10 minutos para facilitar la salida de las bacterias y obtener una suspensión que enturbia ligeramente el agua del tubo.

Nota: la siembra directa de porciones de tejido sobre la superficie del medio no favorece el crecimiento de algunos géneros y además, limitan la salida de las bacterias de los espacios intercelulares.

Sembrar la bacteria en el medio de cultivo, con el asa bacteriológica flameada y enfriada, tomar una gota del macerado o suspensión y extenderla en zigzag sobre la superficie del medio de cultivo Agar Nutritivo (AN), de acuerdo con uno de los siguientes esquemas:

Figura 3. Siembra y extensión de la bacteria en el medio de cultivo.



Fuente: instructivo operativo Laboratorio de Diagnóstico Fitopatológico - ICA.

El esquema A corresponde a un extendido continuo en zigzag, sin sobreponerlo.

En el esquema B la gota de macerado se extiende lateralmente; luego se flamea y se enfría el asa y se hace un nuevo extendido a partir de la terminación del anterior; se repite el procedimiento dos o tres veces más.

Sembrar cuatro cajas por aislamiento; marcar las cajas en la base, con el código y fecha de aislamiento.

Obtener el crecimiento bacteriano e interpretar el resultado, incubar las cajas sembradas con los aislamientos a 28°C.

Después de 48 horas de incubación, el crecimiento bacteriano debe ser evidente en la superficie del medio de cultivo, por la formación de pequeñas colonias bacterianas sobre las líneas de rayado hecho con el asa.

La mayoría de las bacterias fitopatógenas creciendo en las condiciones anotadas, forman colonias convexas, de aspecto brillante y butiroso, con bordes enteros y son de color blanco, crema o amarillo. Los crecimientos excesivamente mucosos o muy rápidos en las primeras horas de incubación, así como los de otro color, corresponden a bacterias saprófitas o contaminantes, por lo cual se descartan.

Un resultado positivo del aislamiento consiste en desarrollo de colonias similares, abundantes, con las características ya anotadas, visibles a partir de las 48 horas aproximadamente.

Un resultado negativo del aislamiento consiste en ausencia de crecimiento, o en colonias escasas o con características diferentes a las descritas.

Hacer cultivos puros de las bacterias obtenidas, seleccionar una colonia individual que, del tipo que ha crecido más frecuentemente en las líneas de siembra sobre el medio de cultivo, teniendo en cuenta las características ya señaladas. Con el asa esterilizada transferir crecimiento a un tubo con agua destilada esterilizada; agitar con ayuda de un Vortex y extender una gota sobre la superficie de una caja de Petri con AN. Incubar en las mismas condiciones y después de 48 horas seleccionar una colonia individual representativa y transferir a tubos con AN inclinado para incubación. Se da por supuesto que cada colonia se origina de una bacteria, por lo tanto corresponde a su descendencia clonal.

Nota: para procedimientos de taxonomía, se requiere obtener cultivos unicelulares.

Conservar el cultivo para su identificación, mientras se realizan las pruebas de identificación, es decir por corto periodo, conservar los tubos con los cultivos de la bacteria en el refrigerador a unos 4°C. Si es necesario conservar los cultivos por mayor tiempo, se deben liofilizar o conservar deshidratados a -20°C.

Para aquellos casos sospechosos de hongos se procedió de acuerdo al siguiente protocolo, materiales, reactivos y equipos:

- Cajas de Petri.
- Erlenmeyers (500 mL y/o 1000 mL).
- Bisturí.
- Pinzas para microbiología.

- Papel absorbente estéril.
- Papel aluminio.
- Gasa.
- Frascos de compota o beakers de 50 mL.
- Beakers de 500 mL.
- Láminas
- Laminillas.
- Aguja micológica.
- Cinta adhesiva transparente.
- Mechero de alcohol.
- Agua destilada estéril.
- Etanol al 70%.
- Hipoclorito de sodio al 2%.
- PDA.

Aislamiento

Con ayuda de un bisturí cortar explantes de tejido vegetal de 3 a 5 mm de lado, teniendo en cuenta que estos deben ser tomados en la zona de transición de tejido sano a tejido enfermo. En el caso de detección de decoloración vascular en tallos, tomar explante a partir de tejidos internos (vasculares) de la zona más alejada de la raíz. De ser necesario el aislamiento a partir de raíz, se recomienda eliminar el tejido cortical.

Desinfectar el material siguiendo estos pasos: inmersión en etanol al 70% por 45 segundos, posteriormente en hipoclorito de sodio al 2% durante 45 segundos y finalmente realizar tres lavados con agua estéril.

Secar los explantes sobre papel absorbente estéril cerca del mechero por 15 minutos.

Con ayuda de una pinza microbiológica, sembrar los explantes en medio Patata Dextrosa Agar (PDA).

Incubar a 25°C.

Revisar a los 3 - 5 después de haber realizado la siembra.

Purificación

A partir de los crecimientos obtenidos en el aislamiento, identificar las colonias que presentan mayor frecuencia de ocurrencia.

Con la ayuda de un asa micológica, tomar parte de micelio joven puro de una de las colonias (parte externa de la colonia) y sembrarlo en otra caja con medio PDA.

Evaluar características morfológicas secundarias a los 3 días después de la siembra (a excepción de la formación de esporodoquios, ya que para esto se requiere mayor tiempo y se emplea medio Agar Clavel (CLA).

3. Resultados

3.1. Caracterización de los síntomas

Por síntomas se entiende el conjunto de reacciones o alteraciones externas e internas de las plantas como resultado de una enfermedad (Agrios, 2005). En este capítulo se presentan los síntomas característicos observados en las plantas de sábila (*A. vera*) afectadas por las enfermedades denominadas Pudrición seca de la raíz, Pudrición húmeda de la raíz, Pudrición fétida, Peca roja y Punta de ceniza, conforme el diagnóstico realizado con el acompañamiento de la Dirección Técnica de Sanidad Vegetal del ICA (Molina L., 2015).

3.1.1. Pudrición seca de la raíz

Esta enfermedad se caracteriza por la aparición general de síntomas de marchitamiento, acompañados de un cambio de color de los tejidos foliares, pasando de verde a un marrón amarillento, con un notable entorchamiento generalizado en el tercio superior de las hojas. Por entorchamiento se entiende el doblamiento longitudinal de los bordes de las hojas, hacia el interior de la planta (Figura 4). Los síntomas de la patología avanzan afectando la planta, desde los tejidos más viejos hacia los más jóvenes, hasta causar la muerte de la planta.

Figura 4. Síntomas de marchitez marrón y entorchamiento asociados a la pudrición seca de la raíz.



Fuente: el autor.

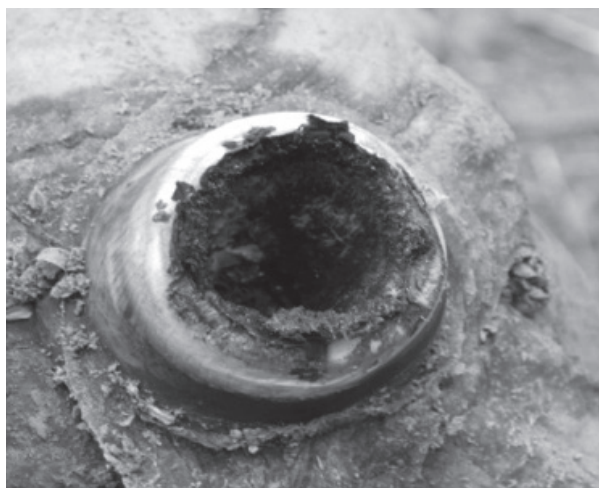
Un aspecto muy importante para la determinación y diagnóstico de esta enfermedad, que permite diferenciarla de otras enfermedades vasculares, es que al tratar de remover la planta del suelo se presenta un desprendimiento de los tejidos radiculares, sin afectar el pseudotallo, quedando los tejidos radiculares anclados al suelo (Figuras 5, 6 y 7).

Figura 5. Muñón radicular ante el desprendimiento de la planta afectada por pudrición seca de la raíz.



Fuente: el autor.

Figura 6. Parte aérea de la planta desprendida, con síntomas de pudrición seca de la raíz.



Fuente: el autor.

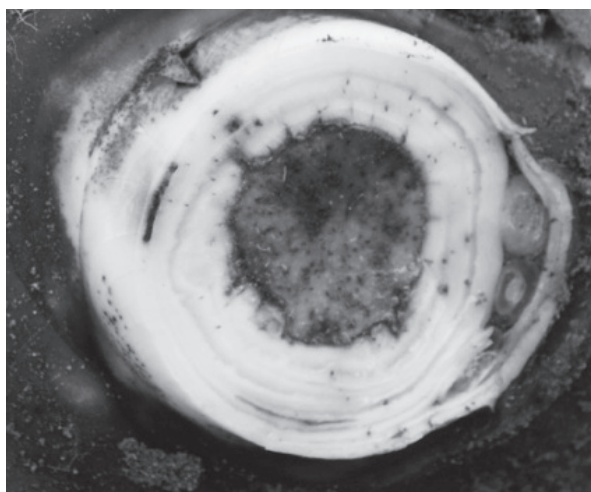
Figura 7. Planta desprendida, con síntomas de pudrición seca de la raíz.



Fuente: el autor.

Al realizar un corte transversal del pseudotallo, se observa una coloración oscura (posible necrosis) en los haces vasculares; también se evidencia un cambio en la textura y coloración en los tejidos adyacentes, adquiriendo una coloración marrón brillante y una textura blanda (Figura 8). Debido a lo anterior, se ve afectada la translocación del agua y minerales hacia la parte superior de la planta, lo que se traduce precisamente en marchitamiento.

Figura 8. Corte transversal del pseudotallo, mostrando la coloración oscura de los haces vasculares.



Fuente: el autor.

3.1.2. Pudrición húmeda de la raíz

Esta enfermedad presenta una sintomatología muy similar a la "Pudrición seca de la raíz", siendo muy fácil confundirlas entre ellas. En este caso, los síntomas se caracterizan por presentar una coloración marrón rojiza, en las hojas más viejas, las cuales toman una postura vertical y cerrada (Figura 9). No es frecuente observar el síntoma de "entorchamiento" de las hojas, aunque en ocasiones, también se presenta. Al sacar la planta del suelo, esta sale completa, incluyendo sus raíces, en donde se observa un sistema radicular poco desarrollado y algunas de las raíces secundarias presentan una pudrición, similar a un necrosamiento. Al eliminar las hojas más externas, en la base del pseudotallo se evidencia una mancha generalizada de color negro, con textura blanda al tacto (Figura 10).

Figura 9. Coloración marrón rojiza de hojas en plantas afectadas por pudrición húmeda de la raíz.



Fuente: el autor.

Figura 10. Base del pseudotallo con mancha negra.



Fuente: el autor.

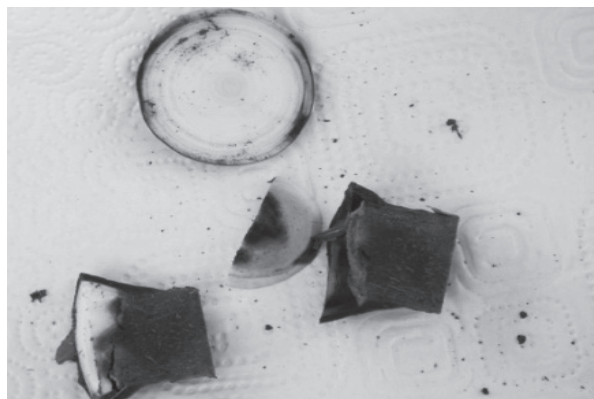
Al realizar un corte transversal en el pseudotallo, en estas plantas con marchitamiento rojizo, se observa una coloración negra brillante húmeda (Figura 11). En el sitio de avance del daño, en la médula del pseudotallo (centro), el tejido adquiere una coloración amarillenta (Figura 12).

Figura 11. Corte transversal del pseudotallo de plantas con marchitamiento rojizo y pudrición húmeda de la raíz.



Fuente: el autor.

Figura 12. Coloración amarillenta en el pseudotallo de planta con síntomas de pudrición húmeda de la raíz.



Fuente: el autor.

3.1.3. Pudrición fétida

Los síntomas iniciales de esta enfermedad se observan en las hojas externas, las cuales se muestran flácidas. La anomalía obedece a la presencia de unas manchas irregulares de color amarillento y de consistencia acuosa, hacia la base de las hojas. En la medida en que el síntoma avanza hacia la parte superior de la hoja, se observa que el borde superior de la mancha es de un color verde más oscuro. Se pueden formar bolsas que causan la separación de la cutícula, finalizando con el desprendimiento del tejido y la

Figura 13. Hojas externas flácidas, con manchas acuosas.



Fuente: el autor.

generación de un exudado nauseabundo (Figura 13). Las manchas avanzan rápidamente hacia las hojas internas, en donde se encuentran los tejidos foliares más jóvenes, generando una pudrición de los tejidos y finalizando con el desprendimiento y caída de la planta, con su consecuente muerte (Figura 14).

Figura 14. Desprendimiento de la planta afectada con pudrición fétida.



Fuente: el autor.

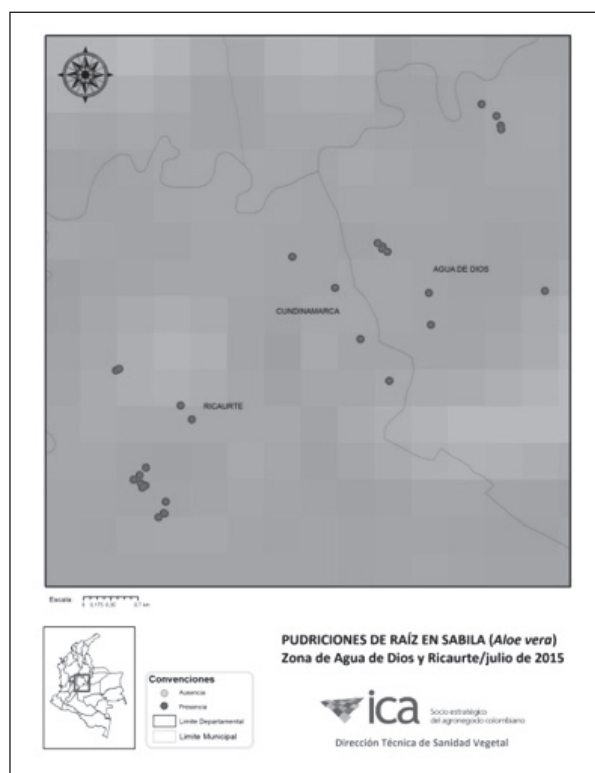
3.2. Mapas epidemiológicos

Por mapa epidemiológico se entiende al mapa con la distribución espacial de los sitios con presencia de la enfermedad, referenciados con base en las coordenadas obtenidas mediante un instrumento GPS (de su sigla en inglés - Global Positioning System). Los mapas epidemiológicos facilitan el seguimiento y permiten determinar cambios en la diseminación o distribución de las enfermedades y presencia de focos.

En los predios visitados en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte, en la brigada fitosanitaria desarrollada en el mes de julio de 2015, se colectaron las coordenadas GPS, con los cuales se construyeron los respectivos mapas epidemiológicos, que se muestran en las Figuras 15 y 16. En Estos se observa la distribución de los sitios con plantas que presentaron síntomas asociados a las Pudriciones de la raíz (Figura 15) y Pudrición fétida (Figura 16).

En la Figura 15 se relaciona la distribución geográfica de los predios con presencia de la sintomatología asociada a las Pudriciones de la raíz, incluyendo la Pudrición seca y la Pudrición húmeda. En las visitas a los lotes solamente se podían visualizar los síntomas externos, sin arrancar las plantas, lo que resulta fundamental para determinar si se trata de una Pudrición seca o de una Pudrición húmeda. La imagen muestra las zonas representativas de producción de *Aloe vera*, en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte, con presencia de estas sintomatologías, equivalente al 100% de los lotes visitados (30 predios).

Figura 15. Distribución de predios con plantas con síntomas de pudrición de raíz.

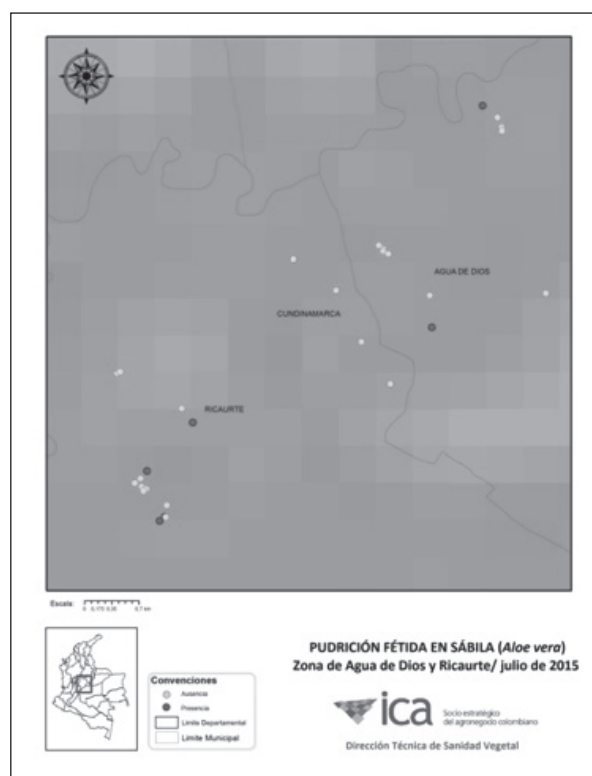


Fuente: ICA, 2015.

La distribución de la sintomatología relacionada con la enfermedad conocida como Pudrición fétida, se observa en la Figura 16. Los puntos representan los predios visitados, siendo los puntos de color verde los

predios en los que no se observaron plantas con síntomas; los puntos de color rojo representan predios con plantas con síntomas (focos). Se observaron seis predios con focos de la enfermedad, un valor bastante alto si se considera que ante las condiciones climáticas de temporada seca, presentes en el momento de la brigada, se dificultó la observación de plantas con síntomas en varias de las plantaciones.

Figura 16. Distribución de predios con plantas con síntomas de pudrición fétida.



Fuente: ICA, 2015.

4. Discusión

Con el fin de hacer un acercamiento a la identificación de los microorganismos asociados a las enfermedades, como agentes causales, durante las visitas a los predios se tomaron varias muestras para diagnóstico fitopatológico en los laboratorios del ICA (Figura 17).

Figura 17. Toma de muestras de plantas enfermas para diagnóstico de laboratorio.



Fuente: el autor.

A la fecha (noviembre de 2015), se han obtenido resultados preliminares que relacionan la presencia de microorganismos como *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. y *Erwinia* sp, en varias de las muestras con síntomas asociados a la Pudrición seca de la raíz, Pudrición húmeda de la raíz y Pudrición fétida. Sin embargo, para tener certeza en el diagnóstico, es necesario continuar con la investigación, realizando asilamientos para la identificación *in vitro* y las posteriores pruebas de patogenicidad, para determinar si los microorganismos mencionados, serían los agentes causales de las enfermedades en estudio.

Estos resultados preliminares coinciden con lo reportado por varios autores, como De Laat *et al.* (1994), quienes reportan a *Erwinia chrysanthemi* biovar 3, como el agente causal de la pudrición de la hoja de *Aloe vera* en Aruba. Además, Pedroza y Fucikovsky (2011) presentan la etiología y patogenicidad de la bacteriosis de la sábila, atribuida a *Erwinia chrysanthemi*. Sin embargo, aunque el género *Erwinia* ha sido reportado en diferentes partes del mundo como el agente causal de la pudrición bacteriana suave en *Aloe*, Kumar *et al.* (2011) diferenciaron los géneros *Pectobacterium* y

Dickeya entre cepas bacterianas encontradas en *Aloe* en India, Holanda y Yugoslavia, las cuales compararon mediante diferentes pruebas de laboratorio.

En relación con el género *Fusarium*, Kawari *et al.* (2012) demostraron que la enfermedad denominada pudrición destructiva de la hoja, es causada por *F. oxysporum* en *Aloe barbadensis* en Bali. Jat y Ahir (2013) reportaron al patógeno *F. solani* como plaga asociada al cultivo de sábila.

En cuanto al género *Penicillium*, Avasthi *et al.* (2015) reportan por primera vez la presencia de *P. purpogenum*, causando una pudrición de raíz y del cuello de la planta de *Aloe vera* en India.

Por otra parte, en su estudio sobre el efecto de la deficiencia de macronutrientes en el desarrollo vegetativo de *Aloe vera*, Fuentes *et al.* (2006) reportan que las deficiencias de calcio causan necrosis del ápice foliar, sintomatología detectada en las brigadas fitosanitarias.

5. Conclusiones

Los síntomas de las pudriciones de raíz son diferentes, así como, posiblemente, sus agentes causales.

Debido a las condiciones climáticas extremadamente secas, predominantes durante la realización de la brigada fitosanitaria, se dificultaron las labores de caracterización de las enfermedades mediante visualización de síntomas externos, debido a que estas se podían enmascarar con los síntomas por deshidratación de las plantas. De hecho, el 100% de los predios visitados en la brigada presentaron plantas con síntomas asociados a una deshidratación extrema del tejido foliar, que en varios casos llevaba a una marchitez generalizada de las plantas. Sin embargo, sabiendo que lo anteriormente descrito podría tener causa en afecciones radiculares, los síntomas de marchitez podrían también estar relacionados con pudriciones

radiculares (seca o húmeda), con incidencia y severidad variables.

Del mismo modo, dichas condiciones climáticas no son las condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de la enfermedad conocida como Pudrición fétida, pues esta necesita condiciones de alta humedad, para su expresión y desarrollo.

Es necesario realizar las pruebas de patogenicidad para las tres enfermedades principales descritas y así, establecer la relación entre el patógeno y la sintomatología expresada por la planta.

Para poder implementar métodos de control, por ejemplo el control biológico, es recomendable la realización *in situ* de pruebas de antagonismos (incompatibilidad entre dos microorganismos), es decir, bajo las condiciones de campo que se presentan en la zona de estudio, para poder determinar la eficacia en el control que ejercen dichos antagonistas y así, poder implementar un manejo adecuado.

Resulta indispensable realizar análisis químico de suelos y de material vegetal, para descartar sintomatologías por causas fisiológicas, como deficiencias nutricionales.

6. Bibliografía

- [1] Agrios, G. (2005). *Plant pathology*. 5th edition. Elsevier Academic Press, New York. pp. 922.
- [2] Avasthi, S., Gautam, A. K. & Bhadauria, R. (2015). *First report of Penicillium purpogenum causing collar and root rot infection in Aloe vera*. Plant pathology & quarantine, 5(1), pp. 20-24.
- [3] Boudreau, M. & Beland, F. (2006). *An evaluation of the biological and toxicological properties of Aloe barbadensis (Miller), Aloe vera*. Journal Environ Sci Health, 24 (1), pp. 103-154.
- [4] Coy, H. (2013). *Estructura de la comercialización de la sábila en Colombia*, Tesis pregrado Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Salle. pp. 37-43.
- [5] De Laat, P. C., Verhoeven, J. T. & Janse, J. D. (1994). *Bacterial leaf rot of Aloe vera L., caused by Erwinia chrysanthemi biovar 3*, 100, pp. 81-84.
- [6] Domínguez, R., Arzate, I., Chanona, J., Welti, J., Alvarado, J., Calderón, G., Garibay, V. & Gutiérrez, G. (2012). *El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria*. Revista mexicana de Ingeniería Química, 11(1), pp. 22-43.
- [7] Figueredo, C. & Morales, J. (2010). *Plan integral para la comercialización de Aloe vera en Colombia*. Tesis pregrado Facultad de Administración, Universidad del Rosario. pp. 19-21.
- [8] Fuentes, A., Véliz, J. & Imery, J. (2006). *Efecto de la deficiencia de macronutrientes en el desarrollo vegetativo de Aloe vera*. Interciencia, 31(2), p. 116-122 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911307>
- [9] Jat, M. K. & Ahir, R. R. (2013). *Effect of temperature, relative humidity and pH on mycelial growth and sporulation of Fusarium solani causing root rot of Indian Aloe (Aloe barbadensis MILL.)*. The journal of plant science research, 29(2), pp. 181-183.
- [10] Kawari, R., Suprpta, D. N., Nitta, Y. & Homma, T. (2012). *Destructive leaf rot disease caused by Fusarium oxysporum on Aloe barbadensis Miller in Bali*. Agricultural Science Research Journal, 2(6), pp. 295-301. <http://www.resjournals.com/ARJ>
- [11] Kumar, Y., Nath, J., Mandal, K. & Gajbhiye, N. A. (2011). *Phenotypic, pathogenic, molecular and phylogenetic comparisons of bacteria causing Aloe rot from three countries*. Indian Phytopath, 54(4), pp. 329-334.

- [12] Molina, L. (2015). *Síntomas asociados a enfermedades del cultivo de sábila (Aloe vera) en Colombia*. Memorias conferencia 19 de junio de 2015, Popayán (Cauca). Dirección Técnica de Sanidad Vegetal (ICA). Bogotá, Colombia.
- [13] Moore, R., Clark, W. D., Kingsley, R. S., and Vodopich, D., Botany, Wm. C. Brown. (1995).
- [14] National Center for Biotechnology Information.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=34199&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>. Recuperado noviembre de 2015.
- [15] Pedroza, A. & Fucikovscky, L. (2011). *Etiología y Patogenicidad de la bacteriosis de la sábila (Aloe barbadensis)*. Revista Mexicana de fitopatología, 29(1), pp. 76-77.
<http://realyc.org/articulo.oa?id=61221490009>
- [16] Vega, G., Ampuero, C., Nevenka, N. & Lemus, M. (2005). *El Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) como componente de alimentos funcionales*. Revista chilena de nutrición, 32(3), pp. 208-214.

Validación del proceso de las unidades productivas transformadoras de fríjol de soya de los municipios de La Mesa y Nilo, Cundinamarca

Validation of the process of transforming production units soybeans in the municipalities of La Mesa and Nilo, Cundinamarca

WILLIAM ROLANDO RODRÍGUEZ RUIZ

Ingeniero Agroindustrial

ingwilliamr@misena.edu.co

CARLOS ALBERTO MALAGÓN SÁNCHEZ

Ingeniero Agroindustrial

cmalagons@sena.edu.co

Fecha de recepción: 11 de marzo de 2015

Fecha de evaluación: 17 de junio de 2015

Fecha de aceptación: 23 de agosto de 2015





Validación del proceso de las unidades productivas transformadoras de fríjol de soya de los municipios de La Mesa y Nilo, Cundinamarca

Resumen

Las unidades productivas transformadoras de fríjol de soya de los municipios de La Mesa y Nilo, beneficiarias del programa de plantas procesadoras de soya de la Secretaría de Desarrollo Social de la Gobernación de Cundinamarca, cuentan con una tecnología de tipo artesanal que no permite controlar ninguna variable de proceso.

Lo anterior repercute directamente en la calidad fisicoquímica e inocuidad de la leche y la masa obtenida, la problemática se evidenció en la necesidad de establecer la factibilidad de diseñar un equipo de fácil operación que garantice la inocuidad y calidad de los productos obtenidos.

Palabras clave: plantas procesadoras de soya, análisis físico-químico, soya, procesamiento de plantas, factores antinutricionales.

Abstract

Transformative production units soybeans in the municipalities of La Mesa and Nilo program beneficiaries processing plants Soya secretary of social development of Cundinamarca which is focused on significantly reducing the levels of malnutrition in communities most vulnerable in the department have artisan technology that cannot control any process variable.

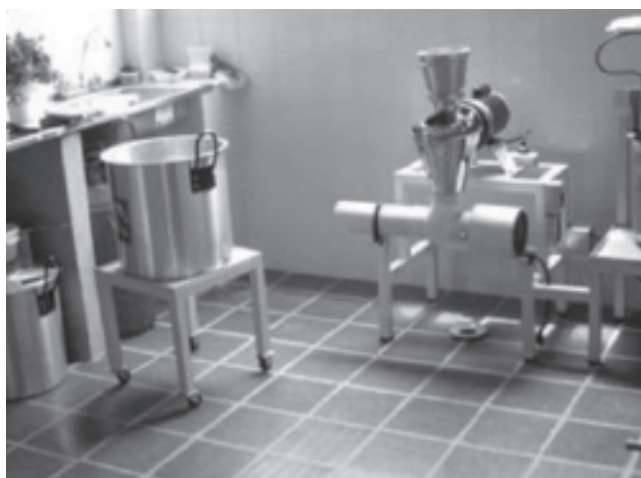
This has a direct impact on the physicochemical quality and safety of milk and the mass obtained, which later were used as raw material for the production of bakery products and nutraceutical drinks, according to the problems evidenced the need to establish the feasibility of designing an easy operation team to guarantee the safety and quality of the products obtained.

Keywords: Quality, Physicochemical Analysis, Safety, Soybean Processing Plants, Nutraceutical Beverages, Soy, Anti-Nutritional Factors.

1. Introducción

Las unidades productivas del programa Plantas Procesadoras de Soya de los municipios de La Mesa y Nilo realizan el proceso de transformación de un modo artesanal, sin métodos de medición, control y por baches; esto genera una alta manipulación de la leche y la masa de soya, lo que repercute a nivel fisicoquímico y microbiológico en los productos obtenidos.

Figura 1. Planta para el procesamiento del frijol de soya.



Fuente: Club Rotario los Laureles.

Las unidades productivas cuentan con un equipo básico para el procesamiento que consta de:

- Estructura tubular metálica cuadrada de 1 ½ X 1 ½ con un calibre 16 con pintura electroestática.
- Molino para triturado y preparación de la masa con motor-reductor de ¾ HP monofásico.
- Mesa auxiliar con radachines en ángulo de 1 ½ X 1 ½ Calibre 16 con unas dimensiones de (50 X 50) cm por 60 cm de alto con pintura electroestática.
- Licuadora portátil con eje en acero inoxidable con motor de ½ HP con 1800 r.p.m, monofásico.
- Descascarillador, unidad para separación y recolección de cascara fabricado en plástico y PVC, con un sistema de ventilación, con un ventilador de 14 cm de diámetro y 110 V.
- Unidad de filtración (canastilla) de 36X36X23 en acero inoxidable con malla 40 mesh.
- Soportes para canastilla y licuadora con ganchos para colocar el descascarillador en lamina cold rolled calibre 16.
- Estufa de dos puestos con dos quemadores.

Tabla 1. Factores antinutricionales del grano de soya crudo.

Factor	Naturaleza química	Sensibilidad al calor	Efecto fisiológico
Inhibidores de tripsina	Oligopéptida	Media y alta	Aumenta la secreción intestinal, causa hipertrofia del páncreas
Factor hemoaglutinante (Lectinas)	Polipéptida	Mediana	Cubre la superficie absorbente del epitelio intestinal, diarreas
Lipoxigenasas	Péptida	Alta	Cataliza la oxidación de la grasa y la formación de peróxidos
Factores alergénicos	Proteína	Alta	Factor de predisposición de diarrea en recién nacidos
Fitatos	Carbohidratos	Ninguna	Bloquea la absorción de Mg, Mn y Zn
Saponinas	Glicosidas	Ninguna	No significativo
Ureasa	Oligopéptida	Mediana	No es antinutricional. Indicativo de la actividad de los otros

Fuente: (Certificación 2000; Cheftel *et al.*, 1989).

- Calderos de aluminio fundido, con unas dimensiones de 40X40 cm con una capacidad de 50 litros con una válvula de bola (para homogenizar la leche).

A nivel fisicoquímico la soya es una materia prima muy importante debido a su alto valor nutricional, dentro de su composición podemos encontrar altos contenidos de proteína, carbohidratos, fibra y minerales entre otros.

Para realizar la obtención de la masa y de la leche de soya, previamente se debe hidratar, este proceso causa en el frijol de soya la activación de una serie de factores antinutricionales que causan reacciones adversas en la salud del consumidor de estos productos. Los factores más destacados son la tripsina, ureasa, lipoxigenasa y solubilidad de la proteína; la temperatura y el tiempo son las condiciones de proceso más determinantes a la hora de controlar dichos factores, ya que por su naturaleza son sensibles a la exposición de temperaturas (Cheftel, *et al.*, 1989; K. Liu, 2004).

La importancia de inactivar radica en gran medida en la contrariedades que pueden causar a la salud si no se inactivan de una manera adecuada. El inhibidor de la tripsina tiene grandes implicaciones en el valor nutricional de la soya tanto para el hombre como para los animales, pues involucra la digestibilidad; la fisiología del páncreas, glándula productora de la mayoría de las enzimas digestivas, se afecta notablemente y se evidencia su hipertrofia ante la ingestión continua de soya o derivados con el inhibidor activo.

No se conoce muy bien cómo se genera esta hipertrofia, pero se sabe que el agente que media entre las enzimas y el páncreas es la colecistoquinina, hormona producida en el epitelio endocrino del yeyuno y cuando los niveles de tripsina se reducen, automáticamente, esta hormona se libera e induce en el páncreas a la producción de más tripsina. Si el

consumo del inhibidor es repetido, se genera la hipertrofia del páncreas y su debilitamiento (Cheftel, *et al.*, 1989; K. Liu 2004).

La ureasa es conocida como una de las mayores causas de las patologías inducidas por *Helicobacter pylori*, debido a que su ureasa facilita la supervivencia de esta bacteria a los bajos pH del estómago durante su colonización y por lo tanto juega un papel importante en la patogénesis de úlceras gástricas, que en algunos casos pueden conducir a un cáncer (Mobley, H., *et al.*, 1995; Follmer 2008).

La medición de la actividad de la enzima ureasa (expresada como ΔpH) se emplea como indicativo de efectividad del tratamiento térmico y tiene una alta correlación con la actividad del inhibidor de tripsina; en la soya cruda tiene un valor de 2,0 para productos con algún tratamiento térmico, de 1,0 y para alimentación de animales se aceptan valores inferiores a 0,098 (ICONTEC, 1985; Matrai, *et al.*, 1996; Wijeratne 1995; Perilla, 1996).

La proteína que se encuentra en la soya se destaca por su alto nivel dentro de las leguminosas, por su gran aporte de aminoácidos esenciales y por su gran solubilidad. Sin embargo, la evaluación de su calidad biológica en el momento del consumo constituye un criterio determinante de su capacidad real como alimento.

El índice de calidad de la proteína de soya conocido como solubilidad de la proteína en KOH, es un índice muy utilizado en la nutrición de animales monogástricos. La muestra, con un contenido de proteína conocido, se dispersa en una solución de KOH y se evalúa la proporción de proteína que logra pasar a la solución. Cuando la soya se encuentra cruda, la solubilidad en KOH del orden del 100%, mientras que si está sobrecalentada el valor se reduce considerablemente (inferior a 70%) y en pruebas con animales se correlaciona con bajos índices de desarrollo (Araba, M. Dale, 1990).

Sin embargo, aunque es difícil establecer valores óptimos, se considera que si la solubilidad se encuentra entre 75 y 85%, la proteína de la soya está adecuada para proporcionar una buena nutrición (Shen, 1976). Esto se ha comprobado mediante correlaciones con pruebas *in vivo*, con pollos y cerdos especialmente. En pruebas en pollos se ha establecido que valores más altos, entre 85 y 89% puede ser adecuado para animales adultos, que son más resistentes a los factores antinutricionales (Dudley. W., 2003). En cerdos, valores inferiores al 66% en la solubilidad de la proteína de soya mostraron una muy baja eficiencia en el aprovechamiento de la proteína (Parsons, *et al.*, 1991). Valores inferiores a 74% reflejan una pérdida apreciable de lisina disponible para el animal (Căpriță, R. Căpriță, A. Crețescu 2010; Ruiz, Belalcazar, *et al.*, 2004).

Los equipos y el desarrollo del proceso que hacen parte de la planta procesadora no cumplen en su mayoría con lo estipulado en el decreto 3075/97 (título II "Condiciones básicas de higiene en la fabricación de alimentos", capítulo II "Equipos y utensilios", artículo 10 al 12)¹.

Por esta razón, se propone determinar la factibilidad de diseñar un equipo de fácil operación que cumpla con la legislación alimentaria colombiana vigente, de fácil manejo y mantenimiento, que reduzca la manipulación excesiva dentro del proceso, pero que a su vez controle los parámetros de tiempo y temperatura que permitan la apropiada inactivación de los factores antinutricionales presentes en el frijol de soya.

2. Material y métodos

El desarrollo de esta iniciativa está encauzada a realizar un trabajo social en el cual las plantas procesadoras

de soya de los municipio de La Mesa y Nilo, que asesora el Sena, Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial de Girardot, a través del Programa Jóvenes Rurales, puedan desarrollar un trabajo apropiado y ético dentro de sus unidades productivas, para de esta manera garantizar los productos que se entregan en los diferentes programas nutricionales en los que participan.

2.1. Obtención de masa y leche de soya

Se utilizó el frijol de soya que habitualmente procesan y del cual no saben su origen, con base en la experiencia de las unidades productivas de los municipios de La Mesa y Nilo, se procedió a obtener masa y leche de soya de acuerdo al proceso que utilizan para la transformación del frijol de soya.

Figura 2. Unidad Productiva municipio de Nilo, proceso de extracción.



Fuente: los autores.

¹ Decreto 3075 de 1997 "Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones, el siguiente texto: modificado parcialmente por el decreto 1175 de 2003.

2.2. Descripción del proceso

Remojo. Se realizó a la temperatura de 24° C para el municipio de La Mesa y 27 °C en el municipio de Nilo, por un lapso de 8 horas en una proporción 3:1 (tres partes de agua x una de soya).

Primer lavado. Esta operación se realiza con el fin de retirar el polvo la tierra y partículas físicas que se puedan presentar durante el remojo.

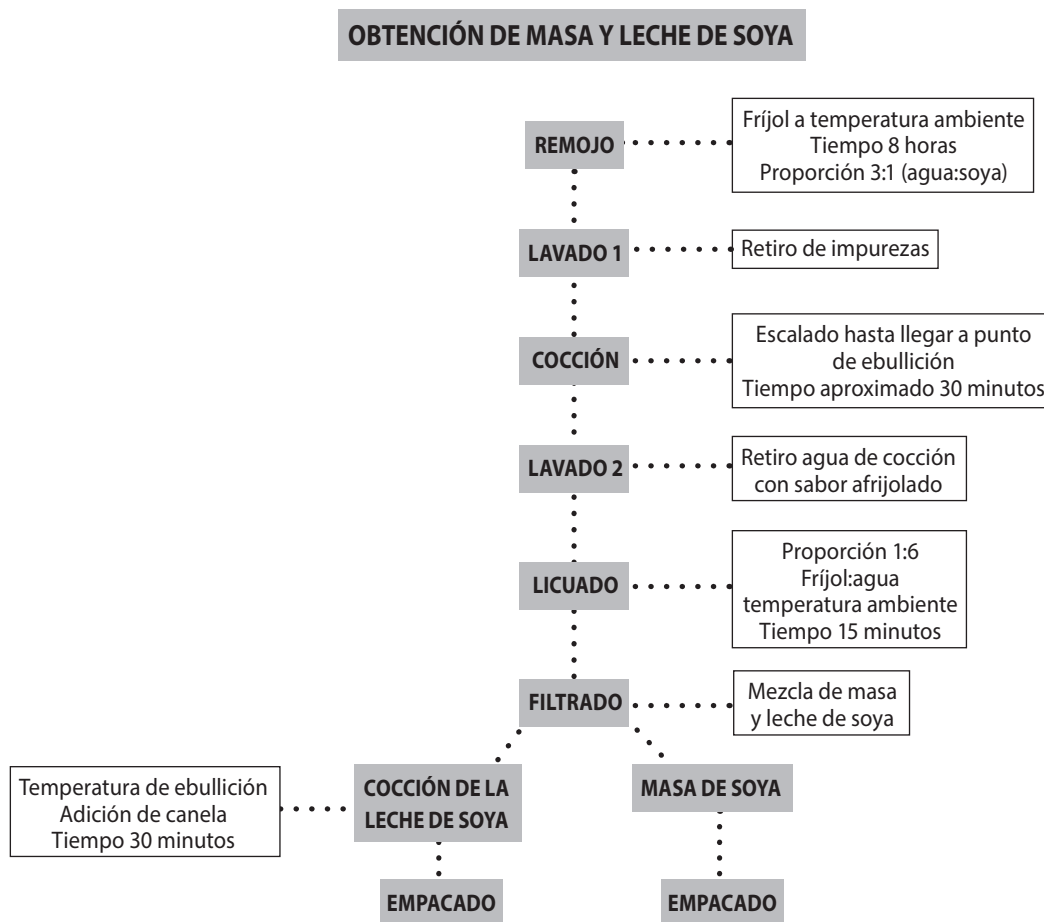
Cocción. Se realiza en agua a temperatura de ebullición por un periodo aproximado de 30 minutos con el fin de cocinar la soya.

Segundo lavado. Tiene como fin retirar el agua de la cocción que es de color amarillento y la cual presenta un olor afrijolado fuerte.

Licudo. El grano de soya cocido con agua se tritura con una licuadora de alta velocidad a una proporción de 1:6 (Una parte de soya x 6 de agua potable a T° ambiente) por un periodo de 15 minutos con el fin de lograr una buena extracción.

Filtrado. La mezcla obtenida de masa y leche resultado del proceso de licuado se somete a un filtrado en una maya de acero inoxidable con el propósito de separar la masa de la leche.

Figura 3. Diagrama de proceso de la obtención de masa y leche utilizado por las unidades productivas de La Mesa y Nilo.



Fuente: los autores.

Cocción. Esta operación se realiza a la leche a temperatura de ebullición por un periodo de 30 minutos, se adiciona canela para enmascarar el sabor afrijolado presente.

Empacado. La masa cocida se empaca en bolsas resellables para conservarlas en congelación, la leche de soya se empaca en botellas de Pet para conservarlas en refrigeración.

Para la validación del proceso de las unidades productivas se tomaron muestras de masa y leche en cada de una de ellas, en diferentes intervalos de tiempo con una diferencia de 5 minutos a temperatura de ebullición, se determinó la inactivación los factores antinutricionales como la tripsina, ureasa y solubilidad de la proteína.

2.3. Métodos de referencia

Actividad de Ureasa. Fríjol soya y sus subproductos. Determinación de la actividad de la ureasa, NTC 771 (2000-08-30).

Proteína. Protein (crude) in Animal feed, combustion method, AOAC official method 990.03, cálculo de proteína N x 6.25.

Inhibidores de Tripsina. Inhibidores de Tripsina Alimentos, método interno basado en norma ISO 14902.

Solubilidad de la proteína en KOH. Alimento para animales. Torta de soya, NTC 3682 (2006-09-12) 7.7.

3. Resultados

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la inactivación de la tripsina, ureasa y solubilidad de la proteína en la Unidad Productiva de La Mesa.

En la Tabla 3 se observan los resultados de la inactivación de la tripsina, ureasa y solubilidad de la proteína en la Unidad Productiva de Nilo.

Tabla 2. Actividad de los factores antinutricionales presentes en la Unidad Productiva de La Mesa.

Tiempo (min)	Inhibidor de Tripsina (UTI/mg)	Solubilidad de la Proteína (%)	Ureasa (ΔpH)
0	0,34	83,3	2,55
5	0,31	77,42	2,33
10	0,27	74,54	1,8
15	0,23	65,67	1,38
20	0,2	60,79	0,76
25	0,19	51,91	0,43
30	0,2	48,03	0,01

Fuente: los autores.

Tabla 3. Actividad de los factores antinutricionales presentes en la Unidad Productiva de Nilo.

Tiempo (min)	Inhibidor de Tripsina (UTI/mg)	Solubilidad de la Proteína (%)	Ureasa (ΔpH)
0	0,34	83,3	2,55
5	0,32	76,64	2,13
10	0,28	69,98	1,7
15	0,25	63,32	1,28
20	0,22	56,66	0,85
25	0,17	50	0,43
30	0,16	43,34	0

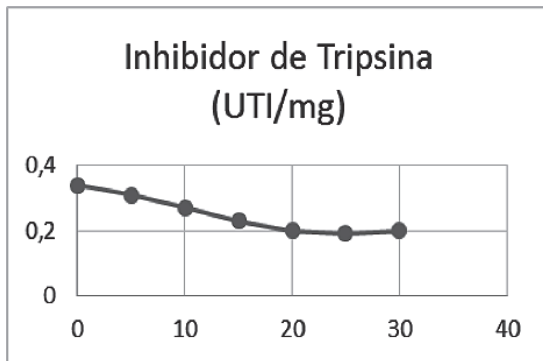
Fuente: los autores.

En las figuras 4 y 7 se aprecia el comportamiento del inhibidor de tripsina en las unidades productivas estudiadas.

En la figura 5 y 8 se observa el comportamiento de la solubilidad de la proteína en las unidades productivas estudiadas.

En la figura 6 y 9 se ve el comportamiento de la ureasa de la proteína en las unidades productivas estudiadas.

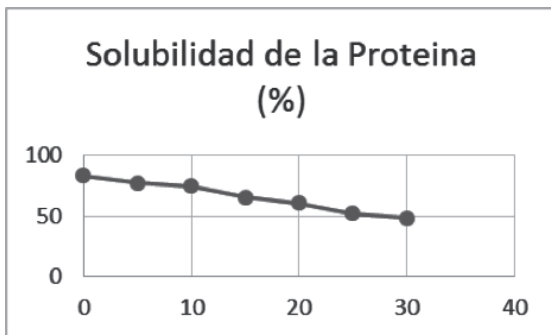
Figura 4. Comportamiento del inhibidor de tripsina Unidad Productiva La Mesa.



Fuente: los autores.

Como se observa en la Figura 4, el inhibidor de tripsina disminuye a medida que aumenta el tiempo llegando al nivel permitido (<0.20 mg TI/g) en un lapso de tiempo de 30 minutos.

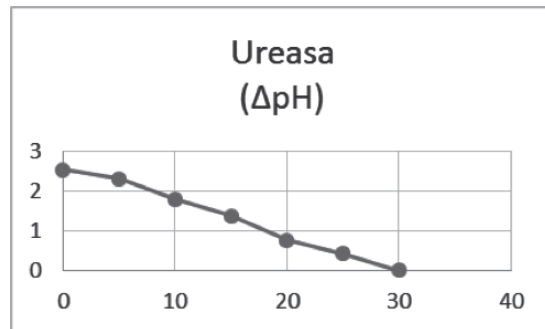
Figura 5. Comportamiento de la solubilidad de la proteína en la Unidad Productiva La Mesa.



Fuente: los autores.

Como se observa en la Figura 5, la solubilidad de la proteína disminuye de una manera abrupta en la medida en que aumenta el tiempo de cocción a la temperatura de ebullición del municipio de La Mesa ($96,12^{\circ}\text{C}$), lo que indica que por el exceso de calentamiento, este factor disminuye a 48,03 lo que se encuentra muy por debajo del rango ideal permitido que es de (75-85%).

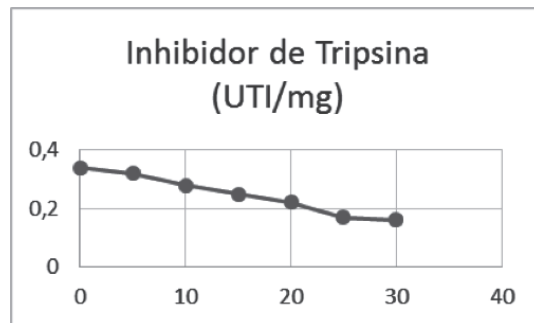
Figura 6. Comportamiento de la ureasa en la Unidad Productiva La Mesa.



Fuente: los autores.

En la Figura 6 se observa que el comportamiento de la ureasa disminuye al punto de llegar a 0 en un periodo de tiempo de 30 minutos, es decir que se inhibe completamente a las condiciones de proceso de la Unidad Productiva.

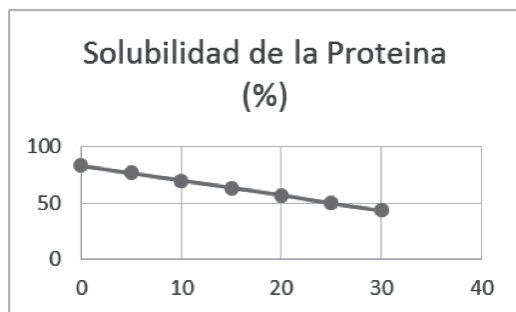
Figura 7. Comportamiento del inhibidor de tripsina en la Unidad Productiva Nilo.



Fuente: los autores.

Como se observa en la Figura 7 el inhibidor de tripsina disminuye a medida que aumenta el tiempo llegando al nivel permitido (<0.20 mg TI/g) en un lapso de tiempo de 30 minutos.

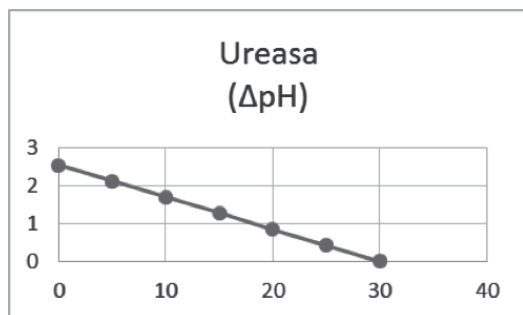
Figura 8. Comportamiento de la solubilidad de la proteína en la Unidad Productiva Nilo.



Fuente: los autores.

Como se observa en la Figura 8, la solubilidad de la proteína disminuye a tal punto, que por el exceso de calentamiento a temperatura de ebullición del municipio de Nilo (98,9 °C) en lapso de 30 minutos, llega a un nivel de 43,34 lo que se encuentra muy por debajo del rango ideal permitido que es de (75-85%).

Figura 9. Comportamiento de la ureasa en la Unidad Productiva Nilo.



Fuente: los autores.

En la Figura 9 se observa que el comportamiento de la ureasa disminuye con el tiempo hasta llegar a un valor de 0 en las condiciones de proceso de la Unidad Productiva, es decir que se inhibe completamente.

4. Conclusiones

El proceso que vienen adelantando las unidades productivas de La Mesa y Nilo, con la tecnología actual y de acuerdo a los análisis realizados, cumple con la inactivación del inhibidor de tripsina y la enzima ureasa. Sin embargo, debido a que no hay un control adecuado de la temperatura y el tiempo, la calidad de la proteína no es adecuada, lo que repercute directamente en la calidad nutricional de los productos que se elaboran con la leche y la masa, esto influye directamente en la razón de ser de las plantas procesadoras de soya.

Se propone realizar el estudio de factibilidad del diseño de un equipo que controle las variables de tiempo y temperatura, además de mejorar las condiciones de proceso con el fin de proporcionar la tecnología adecuada para la sostenibilidad de las unidades productivas en términos de calidad e inocuidad de los productos fabricados.

5. Bibliografía

- Araba, M., Dale, N. (1990). *Evaluation of Protein Solubility as an Indicator of Overprocessing Soybean Meal*. *Poult Sci*, 69, pp. 76-83.
- Becerra, L. y Leguía, C. (2000). *Validación del proceso para la producción de una bebida de soya y utilización de subproductos*. Trabajo de grado. Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.
- Căpriță, R. Căpriță, A. Crețescu, I. (2010). *Protein Solubility as Quality Index for Processed Soybean*. *Animal Science and Biotechnologies*, 375-378(1), pp. 375-378.
- Cheftel, J.C. y Cuq, J. L., Lorient D. (1989). *Proteínas Alimentarias*. Zaragoza. España. Acribia.

- Dudley-Cash, W. A. (2003). *Calidad de la harina de soja*. Ganadería, (23), pp. 56-62. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Calidad+de+la+harina+de+soja#0> [Accessed December 28, 2011].
- Follmer, C., (2008). *Insights into the Role and Structure of Plant Ureases*. Phytochemistry, 69(1), pp. 18-28.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1985). Prueba de Ureasa.
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas. (1980). *Final report on the Colombian-Netherlands Project for "The Utilization of Soybean Proteins for Human Consumption"*. Bogotá. Colombia.
- Matrai, T., Kokai, S. & Salamon, I. (1996). *Practical Quality Control of Fullfat Soybean Meal*. Budapest, Hungary.
- Mobley, H. L., Island, M. D. & Hausinger, R. P. (1995). *Molecular Biology of Microbial Ureases*. Microbiol. Rev., 59, pp. 451-480.
- Parsons, K. et al. (1991). *Soybean Protein Solubility in Potassium Hydroxide: an In Vitro Test of In Vivo Protein Quality*. Journal of Animal Science, 69(7), pp. 2918-2924.
- Perilla, N. (1996). *Contribución a la definición de los parámetros de calidad de la soya integral para la alimentación animal*. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.
- Quattrocchi, O., Abelaira, S. y Laba, R. (1992). *Introducción a la HPLC. Aplicación y práctica*. Buenos Aires, Argentina: Artes gráficas Farro.
- Quicazan M. (2012). *Aplicación de fermentación láctica como alternativa en el desarrollo de bebidas de soya en Colombia*.
- Robinson, R. (1975). *Yogurt: A Review of its Manufacture*. J. Soc. Dairy Technol. 28, pp. 149-163
- Shen, J. L. (1976). *Soy Protein Solubility: the Effect of Experimental Conditions on the Solubility of Soy Protein Isolates*. Cereal chemistry, 53(6), pp. 902-909.
- Wijeratne, W. (1995). *Composition of the Soybean*.

Cocina tradicional de la provincia del Alto Magdalena. Caso de los municipios de Girardot y Agua de Dios en el departamento de Cundinamarca-Colombia

*Traditional Cuisine of the Province of Alto Magdalena.
Case in the Municipalities of Girardot and Agua de Dios
in the Department of Cundinamarca-Colombia*

EVALO ENRIQUE BERNAL

Ingeniero de Alimentos

eebernal@misena.edu.co

Fecha de recepción: 4 de marzo de 2015

Fecha de evaluación: 10 de junio de 2015

Fecha de aceptación: 14 de agosto de 2015





Cocina tradicional de la provincia del Alto Magdalena. Caso de los municipios de Girardot y Agua de Dios en el departamento de Cundinamarca-Colombia

Resumen

El siguiente artículo de resultados preliminares, surge a partir de la investigación realizada por el grupo de profesionales del CTPDE de Girardot-SENA, Grupo de Hotelería Turismo, avalado por el Centro Nacional de Hotelería del SENA, Bogotá.

El objetivo de este estudio es recuperar la cultura gastronómica tradicional del Alto Magdalena en los municipios de Agua de Dios y Girardot, a partir de la observación e interpretación de la realidad de los actores, con el propósito de estimular la elaboración, el diseño y la difusión de cartillas que permitan rescatar el conocimiento ancestral de la comida tradicional; adicionalmente, se pretende posicionar este tipo de comida con presentaciones innovadoras tipo *gourmet* e innovaciones tecnológicas (nanotecnología) para los platos.

La metodología utilizada fue Investigación Acción con enfoque cualitativo. Como resultados preliminares se realizaron entrevistas, se conformaron grupos de discusión y se identificaron dos platos tradicionales de los municipios objeto de estudio, a los cuales se les realizó su ficha técnica, la receta estándar y un análisis microbiológico y físicoquímico para cumplir con los protocolos de las BPM.

Palabras clave: portadores del saber culinario, saber tradicional, gastronomía, recetas tradicionales, nanotecnología.

Abstract

The preliminary results following article arises from a research project entitled Traditional cuisine of the province of Alto Magdalena. If municipalities and Agua de Dios Girardot in Cundinamarca-Colombia. By the group of professionals CTPDE Girardot SENA TOURISM HOSPITALITY GROUP and supported by the National Center for Hospitality of the Sena-Bogota.

The aim of this study is to recover the traditional food culture of Alto Magdalena in the municipalities of Agua de Dios and Girardot, from the observation and interpretation of the reality of the actors with the purpose of developing, design and dissemination of booklets that allow rescue the ancestral knowledge about traditional food; additionally it aims to position this kind of gourmet food by proposing innovative and technological innovations such presentations (nanotechnology) for these dishes.

The methodology used is an Action Research with a qualitative approach. As preliminary results have been able to do interviews, focus groups have been formed and have identified two traditional dishes of the municipalities under study which have undergone the sheet, standard recipe, and microbiological and physical chemical analysis to meet with GMP protocols.

Keywords: Carriers of Culinary Knowledge , Traditional Knowledge, Food, Traditional Recipes, Nanotechnology.

1. Introducción

La alimentación es una de las necesidades básicas de los seres humanos y fue uno de los ingredientes que permitió que el hombre saliera de su territorio en busca de nuevos productos, y de esta manera ampliar la diversidad de sus alimentos para el consumo diario. Más adelante, con el descubrimiento del fuego le permitió al hombre la transformación de ciertas propiedades de las materias orgánicas que le servían para su sustento diario, lo que facilitó el inicio de las artes culinarias basándose en los saberes ancestrales de sus comunidades. (Gómez, s.f.).

En Colombia, en la región Central Andina habitada por la familia de los Chibchas, la alimentación se basaba en cereales como el maíz (amarillo, blanco y negro), la papa y la carne que solo podían ser consumidas por el cacique y la clase noble. Más adelante, con la llegada de los españoles, llegaron los cambios en la preparación de los alimentos, trayendo nuevas especies, productos y maneras de prepararlos. (Cardona, 2008).

En la actualidad, la comida es un tema que involucra aspectos de tipo social, cultural y político por excelencia. En este sentido, en Colombia con el pasar de los años se han venido presentando cambios en la revaloración de la cocina tradicional, regional y étnicas, inspirada por el consumo de experiencias diversas, auténticas y tradicionales, las cuales van de la mano con las nuevas exigencias y gustos de los consumidores a nivel mundial. (Castillo, 2014).

En nuestro país, se vienen desarrollando estudios que tienen como propósito la recuperación de la cocina colombiana, la cual está articulada con proyectos desarrollados en Latinoamérica como es el caso peruano; en donde se buscan nuevas propuestas culinarias basadas en la revaloración y rescate de las cocinas tradicionales (SENA, *Lo que no se narra se pierde*, 2015) y étnicas de nuestro país. Estos proyectos surgen a través de iniciativas del Ministerio de

Cultura en alianza con el Viceministerio de Turismo con el apoyo del gremio de los restaurantes y las instituciones académicas entre otras.

En cada uno de estos contextos, las cocinas tradicionales son entendidas y abordadas desde diferentes perspectivas, no obstante nuestro interés se centra en el rescate de la cocina tradicional colombiana anclado a procesos globales y locales, a la vez que articulados a dinámicas sociales, culturales, políticas y económicas con el propósito de la revaloración e innovación de la cocina tradicional en nuestro país. En relación a la innovación, se pretende dar un carácter tecnológico que propenda por dimensionarla hacia las tecnologías del futuro en la alimentación haciéndola mucho más saludable y asequible a todo tipo de personas (Delgado, G. C., 2002, *La amenaza biológica: mitos y falsas promesas biotecnología*), rompiendo así con mitos relacionados con los temas de salud y bienestar alimenticio basados en técnicas e nanotecnología húmeda.

Para la realización de dicha investigación, se escogieron los municipios de Girardot y Agua de Dios pertenecientes a la provincia del Alto Magdalena del departamento de Cundinamarca, ya que es un proyecto que ha venido trabajando el gobierno nacional y ha sido apoyado por el Centro Nacional de Aprendizaje-SENA, y cuyas investigaciones previas se han desarrollado con éxito como ha sido el caso de la cocina del Pacífico.

En cuanto a la cocina del municipio de Girardot, esta posee un plato propio y arraigado en la región que conocido como las **Migas de Plátano**, producto elaborado con plátano verde frito, macerado y mezclado con cebolla larga y chicharrón de cerdo, formando unas masas en forma circulares fritas de un sabor y mezclas de aromas exquisitos, acompañado de un trozo de carne de cerdo asado y un delicioso masato de harina de maíz y harina de trigo, aromatizado con clavos y pimienta cayena, deslumbrándonos y transportándonos a nuestro verdadero

sabor nativo tradicional, sin tener en cuenta normas o cuestionamientos de las tan conocidas dietas saludables que tienen mucho que ser debatidas desde el punto de vista de la ciencia y no de la mediatización de los medios de comunicación.

Por otra parte, en el municipio de Agua de Dios se encuentra el **Cocido Panche**, tradicional de esta zona. Consiste en la mezcla de diferentes alimentos como carne de res, cerdo, pollo, papa pastusa, yuca playera, plátano verde, arracacha, pateca, zapallo o calabaza, un ahogado de cebolla larga, tomate milano, achiote, cilantro silvestre, con el valor agregado que se cocina envuelto en hojas de plátano y acompañado de un caldo filtrado de pescado (bagre).

En este orden de ideas, la investigación se desarrolla inicialmente en estos dos municipios debido a que el interés es el de rescatar alguno de los platos tradicionales como es el caso del **Cocido Panche** y las **Migas de Plátano**, y que en la actualidad, son platos que no se encuentran en la oferta gastronómica de los restaurantes; las nuevas generaciones desconocen su preparación e ingredientes, por lo que en la gran mayoría de las familias poco o nada se consumen.

Por lo anterior, este estudio pretende responder a la pregunta de investigación ¿Cómo rescatar la cocina tradicional de la Provincia del Alto Magdalena. Caso municipio de Girardot y Agua de Dios en el Departamento de Cundinamarca?, y ¿cómo podemos rediseñar esta cocina tradicional a través de las nuevas tecnologías como la nanotecnología?

2. Metodología

Este es un estudio de un enfoque cualitativo ya que comprende e interpreta la realidad social desde la perspectiva de los actores, el tipo de investigación es una Investigación-Acción, en el que se busca indagar sobre la realidad de los saberes ancestrales con

respecto a la comida tradicional de los municipios de Girardot y Agua de Dios, a través del trabajo colaborativo de los diferentes actores implicados. Con lo anterior, se pueda llegar a una muestra que permita dar a conocer la comida tradicional de los municipios objeto de estudio. Para el desarrollo de la investigación, se realizaron entrevistas a los pobladores y se conformó grupos de discusión, lo cual permitió avanzar en la selección de los platos típicos con sus ingredientes.

Por lo anterior, se realizó un trabajo de campo que permitió conocer las costumbres gastronómicas de cada municipio y de esta forma, identificar a las personas que aún conocen y preparan la comida típica de su municipio. Por consiguiente, la investigación se desarrolla en las siguientes fases:

- **Fase I:** se recopilará información relacionada con los saberes ancestrales de los habitantes del municipio con respecto a las comidas tradicionales.
- **Fase II:** se elaborarán cartillas de las recetas de la cocina tradicional de los municipios de Girardot y Agua de Dios.
- **Fase III:** se difundirá la cartilla a través de los diferentes medios, con el propósito de que se conozca la comida tradicional de los municipios objeto de estudio.
- **Fase IV:** se diseñarán platos tradicionales tipo *gourmet* para presentarlos como nuevas alternativas innovadoras y tecnológicas (nanotecnología), con promoción y divulgación de la cocina tradicional de los municipios objeto de estudio.

3. Resultados preliminares

Se encontraron dos platos tradicionales de las zonas de influencia para el proceso de investigación, a los cuales se les ha realizado su ficha técnica, la receta



Fuente: el autor.

estándar, y un análisis microbiológico y físicoquímico para cumplir con los protocolos de las BPM.

- Cocido Panche en el municipio de Agua de Dios en el departamento Cundinamarca.
- Migas de Plátano en el municipio de Girardot en el departamento Cundinamarca.

4. Conclusiones

Podemos decir que estamos retomando y recuperando, de manera parcial, algunos platos emblemáticos de la región del Alto Magdalena en Cundinamarca, los cuales estaban olvidados y en vía de desaparecer del arraigo cultural de la zona, debido a que se ha perdido este tipo de platos por las influencias culturales modernas, influenciadas por los medios de comunicación que lo que logran es alejar a nuestros portadores del conocimiento típico ancestral, por las nuevas tendencias alimenticias diferentes de cada región.

Es importante tener en cuenta que en la segunda fase del proyecto se pretende innovar no solo en el diseño de los platos de manera *gourmet*, sino que también se desarrollará una mejora en el diseño de los platos desde el punto de vista de la nanotecnología (Food and Drug Administration, 2007, Nanotechnology), con la adición de nano partículas funcionales (partículas que mejoran la salud) lo cual le proporciona un valor agregado al producto sin modificar sus sabores, colores, aromas y estructuras físicas, entre otros.

A partir de este proyecto, el CTDPE SENA Girardot se proyectará como líder a nivel nacional no solo en recuperar la cocina tradicional de la región, sino que tendrá un valor agregado aplicando procesos nanotecnológicos, lo cual presentará una nueva visión de la cocina tradicional con proyección al futuro de la gastronomía nacional y mundial, creando un avance tecnológico y una nueva cocina, la verdadera cocina molecular (Herver This, 2014).

5. Bibliografía

- Albala, K. (2012). *Routledge International Handbook of Food Studies*. Routledge.
- Así sabe Colombia: cundiboyasense. *El Tiempo*. Archivado desde el original el 23 de noviembre de 2015. Consultado el 18 de junio de 2008.
- Belasco, W. y Scranton, P. (2002). *Food Nations: Selling Taste in Consumer Societies*. New York: Routledge.
- Bernal, Evalo. (2002). *La leche y sus derivados lácteos*. Ed. San Pablo-FHJC, pp. 12-34.
- Bernal, Evalo. (2006). *Sistemas de producción agroindustrial*. Ed. San Pablo-FHJC, pp. 45-97.
- Bourdieu, Pierre. (1988). *La distinción. Criterios y bases sociales del gusto*. España: Taurus.
- Britton, S. (2008). *High Cost of Nanotechnology Means Manufacturers Miss Out*. En Food Manufacture. Reino Unido, 19 de mayo. En: www.foodmanufacture.co.uk/news/fullstory.php/aid/6397/High_cost_of_nanotechnology_means_manufacturers_miss_out.html (Consultado el 2 de febrero de 2009).
- Cabrera, D. (2005). *Identidad y globalización: encuentros y transformaciones entre las cocinas nacionales*. En: *Universitas Humanísticas*. No. 60. Julio-Diciembre, pp. 84-93.
- Cardona, L. (2008). <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/comunicacion/tesis24.pdf>.
- Castillo, J. (2014). *Cocina colombiana para amantes del buen gusto: una aproximación a la producción de la diferencia desde la Nueva Cocina Colombiana*. Bogotá, D.C.
- CD Todos somos Colombia. (2011). *Magia y alimentación en el Pacífico colombiano*. Presidencia de la República de Colombia.
- Cenarios. En: www.tuev-sued.de/technische_anlagen/risikomanagement/nanotechnologie/zerifizierung (Consultado el 1 de julio de 2008).
- Chen, H., Weiis, J. y Shahidi, F. (2006). *Nanotechnology in Nutraceuticals and Functional Foods*. En: Food Technology. Vol. 60, No. 3. Marzo, EUA. Disponible en: <http://members.ift.org/NR/rdonlyres/4A403244-F5EF-428F-A53F-F31B8730BFD8/0/0306nano.pdf> (Consultado el 2 de febrero de 2009).
- Científica. (2008). *Nanotechnology Opportunity Report*. 3rd edition. EUA.
- CINEP. *Colombia, país de regiones*. Tomo I. Santafé de Bogotá, Cinep; Colciencias. 1998. Consultado el 18 de junio de 2008.
- Colombiana de antropología. Vol 47 (2). Julio-Diciembre, pp. 7-13.
- Dangond Castro, Leonor. (1988). *Raíces vallenatas. Del pilón y del fogón*. Editorial Colina. Medellín, pp. 57-86.
- De Sousa, B. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Montevideo: Trilce.
- Delgado, G. C. (2002). *La amenaza biológica: mitos y falsas promesas de la biotecnología*. Plaza y Janés. México.
- Dunn, J. (2004). *A Mini Revolution*. En: Food Manufacture. Londres, Reino Unido. 1 de septiembre. En: www.foodmanufacture.co.uk/news/fullstory.php/aid/472/ Consultado el 2 de febrero de 2009.
- Duque y Van Ausdal. (2008). *Los ajíacos colombianos*. En: *Revista de estudios sociales*. Universidad de los Andes. Abril No. 29, pp. 158-165.
- Espeits, E. (2002). *Alimentos, alimentación y cocina. Su papel como eje o pretexto en discursos contrastados y ajenos*. En: *Cultura y política*. Actas del IX Congreso de Antropología FAAEE.
- ETC Group. (2004a). *Atomically Modified Rice in Asia?* En: News Release. Canadá.
- (2004b) *Down on the Farm: The Impact of Nano-scale Technologies on Food and Agriculture*. Canadá.
- Feder, B. (2004). *Nanotech IPOs, Without a Product*. En: The Internacional Herald Tribune. 26 de mayo.
- Ferrero, S. (2002). *Comida sin par*. Consumption of Mexican Food in Los Angeles: 'Foodscapes' in a Transnational Consumer Society." En: Food Nations, pp. 194-219.
- Foladori, G., N. Invernizzi. (2007). *Los trabajadores de la alimentación y la agricultura cuestionan las nanotecnologías*. Rel-UITA, 28 de mayo. Uruguay.

- Food and Drug Administration. (2007). Nanotechnology. Nanotechnology Task Force. EUA.
- Gastronomía: cundiboyasense. Colombia.com. Consultado el 18 de junio de 2008.
- Gómez, J. (s.f.). https://www.uam.es/otros/cupauam/pdf/Cupauam11_12/111208.pdf.
- Guhl, Ernesto. (2013). *Temas colombianos. Estudios geográficos 1*, Bogotá, Instituto Colombiano de Economía y Cultura.
- Humphrey, L. (1989). *Traditional Food, Traditional Values*. En: Western Folklore. Vol. 18. Abril, pp. 162-169.
- Instituto Colombiano de Cultura. (2013). *Gran libro de la cocina colombiana*, Bogotá.
- Isaac Moreno de Caro, Concejal de Bogotá. Proyecto de acuerdo 212 de 2004 "por el cual se declara al ajiaco santafereño patrimonio cultural de Bogotá". Consejo de Bogotá. Consultado el 26 de junio de 2015.
- Jácome, Andrés. *Cocina colombiana, infinidad de sabores en plena expansión*. Universia. Consultado el 18 de junio de 2015.
- López, J. (2009). *Antropología de la alimentación: perspectivas, desorientación contemporánea y agenda de futuro*. En: Comida y cultura. Nuevos estudios de cultura alimentaria. Córdoba: servicio de publicaciones Universidad de Córdoba.
- Martínez, L. (2013). *De la tradición a la evolución*. En: *Revista la Barra*. Disponible online: <http://www.revistalabarra.com.co/blog/de-la-tradicion-a-la-evolucion>
- McGee, H (2004) *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. newYork: Scribner
- Mazzola, L. (2003). *Comercializing Nanotechnology*. En: *Nature Biotechnology*. 21(10). EUA.
- Mooney, P. (1999). *The ETC Century*. RAFI. Canadá.
- Morón, Carlos y Galván, Cristina. (1996). *La cocina criolla. Recetas de Córdoba y regiones de la costa Caribe*. Domus Libri.
- Nordan, M. (2005). *Nanotechnology: Where Does the US Stand?* En: Lux Research. Testimonio ante la House Committee on Sciences, EUA.
- Ochoa, E. Julián. *Mantel de cuadros, crónicas acerca del comer y del beber*. Universidad de Antioquia. Archivado desde el original el 23 de noviembre de 2015. Consultado el 18 de junio de 2008.
- Ordoñez, P. Eduardo. (1984). *Gran Libro de la Cocina Colombiana*, Círculo de Lectores, Bogotá.
- Política de turismo cultural. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, julio de 2008.
- Popayan, UNESCO City of Gastronomy. (En inglés). UNESCO, 2008.
- Restrepo, E. y Bocarejo, D. (2011). *Introducción multiculturalismo*. En: *Revista*.
- Restrepo. (2004). *Biopolítica y alteridad: dilemas de la etnización de las colombias negras*. En: *Conflictos e (in)visibilidad*. Restos de los estudios de la gente negra en Colombia. Popayán: Editorial Universidad del Cauca, pp. 271- 301.
- Rojas, M. (2000). *La economía política de la civilización*. En: *Revista de Estudios Sociales*. Universidad de los Andes, septiembre No. 7, pp. 61-70.
- Román de Zurek, Teresita. *Cartagena de Indias en la olla*. Ediciones Gamma, 2006, Bogotá, pp. 95-167.
- Saldarriaga, G. (2011). *Alimentación e identidades en el Nuevo Reino de Granada, siglos XVI y XVII*. Editorial Universidad del Rosario, Bogotá.
- SENA, *Lo que no se narra se olvida. Recuperación de la cocina tradicional colombiana*. Septiembre, 2015, pp.11-75.
- Sistema Nacional de Información Cultural. *Gastronomía - Valle del Cauca*. <http://www.sinic.gov.co/SINIC/ColombiaCultural/ColCulturalBusca.aspx?AREID=>
- Valderrama, M. (2009). *El boom de la cocina peruana*. En: *Perú Hoy*. No. 15. Disponible online: http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Peru/desco/20100312102627/08_Valderrama.pdf
- Veenstra, Gerry. (2005). *Can Taste Illuminate Class? Cultural Knowledge and Forms of Inequality*. *Canadian Journal of Sociology* 30, 3, pp. 247-279.
- Vélez, I. (2010). *Tres herencias gastronómicas de África bocoa bueno, bocoa malo*.

Desarrollo de un floculante natural para el tratamiento de aguas superficiales en hogares del sector rural del municipio de Fusagasugá

Development of a Natural Flocculant for the Treatment of Surface Water in Rural Households in the Municipality of Fusagasuga

JULIÁN ZAMUDIO PIÑERES

Ingeniero Químico, Instructor del Centro Agroecológico y Empresarial (Autor)
jazamudio77@misena.edu.co

JHON REINEL MORENO

Ingeniero Hídrico, Instructor del Centro Agroecológico y Empresarial

DARWIN IBARRA CHAMORRO

Instructor del Centro Agroecológico y Empresarial

ÓSCAR SOLAQUE

Coordinador de Investigación del Centro Agroecológico y Empresarial

ANA CAFIERO MONROY

Ingeniera Industrial, Instructora del Centro Agroecológico y Empresarial

EDUARDO GARZÓN PALOMINO

Instructor del Centro Agroecológico y Empresarial

Fecha de recepción: 11 de marzo de 2015

Fecha de evaluación: 18 de junio de 2015

Fecha de aceptación: 15 de agosto de 2015





Desarrollo de un floculante natural para el tratamiento de aguas superficiales en hogares del sector rural del municipio de Fusagasugá

Resumen

Fusagasugá es un municipio en expansión dada la proximidad con Bogotá, sin embargo, el cubrimiento de los servicios básicos está disponible solamente en el casco urbano. En las zonas rurales de este municipio la población no cuenta con un suministro de agua potable, por tal motivo se estableció la necesidad de desarrollar un coagulante natural para realizar el tratamiento de agua cruda por parte de la población en cada una de sus viviendas, el cual sea de sencilla operación y fácil acceso. En primer lugar, se realizó una encuesta para establecer la calidad y disponibilidad del agua en las veredas de Espinalito y El Placer, las cuales pertenecen al municipio de Fusagasugá.

El trabajo aquí presentado constituye una revisión del desarrollo técnico del floculante natural para el tratamiento de aguas superficiales y los resultados de la recolección de información en cada una de las veredas. Este estudio pretende proporcionar los primeros pasos en la construcción de un sistema sostenible para la obtención de agua potable enfocado a comunidades de bajos ingresos.

Palabras clave: sostenibilidad, agua potable, tratamiento de agua, coagulante natural

Abstract

Fusagasugá is a growing municipality by his proximity to Bogota D.C. Nevertheless, the utilities coverage is only able at urban places. At the rural areas the population do not have drinking water access, in this way, it established the necessity to develop a natural coagulant to do the water treatment by the population by in-house process, it would have simple operation and easy access. At first it was applied a survey to know quality and availability water at the Espinalito and El Placer villages.

This work show the technical review of the natural flocculant development for superficial water treatment and results of the survey application. This study is trying to give the initial steps in the building of a sustainable system to get drinking water for low income communities.

Keywords: Sustainability, Potable Water, Water Treatment, Natural Flocculant.

1. Introducción

La información de cobertura de agua potable en la población colombiana, no está totalmente definida y no se encontró información actualizada confiable al respecto. Los datos más precisos son del año 1997 en donde se enuncia que en Colombia la disponibilidad de agua potable en zonas rurales es limitada, ya que el cubrimiento general es de un 78%, esta cifra no tiene en cuenta el estado de las redes y estructuras de distribución que de igual manera afectan la calidad final del agua potable.

Es así como en zonas geográficas donde las empresas presentan menos de 25.000 suscriptores, el servicio no es continuo y la calidad es difícil de asegurar durante todo el año (Ministerio de Desarrollo Económico Ministerio de Medio Ambiente. Superintendencia de Servicios Públicos, 1997), por otra parte el 70% de los municipios de Colombia presentan una población menor a 25.000 habitantes y generalmente estas comunidades son resistentes a los operarios especializados debido al aumento de tarifas en la prestación de servicios. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2013).

Fusagasugá es un municipio de 131.914 habitantes en el año 2014 y su población rural está alrededor del 40% de la población total, sin embargo es importante anotar que dicha población está organizada en diferentes veredas con un número menor a 25.000 habitantes cada una, lo que conlleva a la existencia de los problemas antes mencionados, de igual manera, el cubrimiento de acueducto en la zona rural de Fusagasugá fue alrededor del 30% (Instituto Colombiano de Desarrollo de Desarrollo Rural, 2012).

Las veredas de Betel, Sardinias, Mosquera, La Venta, La Isla, Mesitas, Espinalito, Placer, Guayabal, Bochica, la puerta y el Triunfo pertenecen al municipio de Fusagasugá y suplen su necesidad de agua por medio de sistemas de conducción conectados a diferentes fuentes acuíferas superficiales, pero estos sistemas no aseguran la calidad de agua que consumen los habitantes

de estas veredas, ya que en su mayoría corresponden a sistemas de riego del sector agrícola acondicionados para obtención de agua para consumo humano.

Una solución transitoria a esta deficiencia en el cubrimiento y la baja calidad del agua, es el desarrollo de sistemas de potabilización, sostenibles de bajo costo y operados por los mismos usuarios, los cuales se encuentren disponibles en las viviendas y permitan cumplir con los parámetros básicos de agua potable (Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Para lograr la sostenibilidad del sistema, se hace necesario el desarrollo del mismo con componentes de fácil acceso a la población rural ya que en muchas ocasiones la utilización de otro tipo de sistemas (Olive, 2014) presentan discontinuidad por la falta de acceso a repuestos y consumibles por parte de los usuarios rurales.

En consecuencia y como respuesta a los problemas expuestos, como primer paso del desarrollo de un sistema sostenible para el tratamiento de agua, en este estudio se analiza la acción floculante de distintos productos naturales que se producen en la región del Sumapaz y de esta manera, establecer un proceso de coagulación que permita mejorar la calidad de agua consumida por las comunidades de cada una de estas veredas.

Este tipo de procedimientos no son nuevos y se han realizado sistemáticamente en diferentes tipos de sistemas de tratamiento con resultados satisfactorios en varias regiones de Centro América y Suramérica, por ejemplo, se han realizado comparaciones entre productos naturales y productos de origen sintético, donde se evidencia una menor eficiencia de los productos naturales en la remoción de material suspendido en el agua (Camareno *et al.*, 2006), de igual manera se ha evaluado la utilización de este tipo de compuestos en plantas de tratamientos para pequeñas comunidades, donde se concluye que el uso de estos productos disminuye ligeramente la

eficiencia financiera de este tipo de plantas, pero permite obtener una calidad de agua igual a la obtenida con productos sintéticos, mostrando la viabilidad de una solución sostenible para el funcionamiento de este tipo de instalaciones. (Sanz *et al.*, 2009).

El desarrollo de esta iniciativa está enfocado a que los aprendices del programa tecnólogo en Agua y saneamiento, y Control ambiental del SENA Fusagasugá, puedan aplicar sus conocimientos para la solución de problemáticas reales en la región, con la inclusión del concepto de responsabilidad social en cada uno de ellos.

2. Metodología

Los ensayos fueron realizados con el apoyo del laboratorio de agua del Centro Agroecológico y Empresarial de Fusagasugá - Regional Cundinamarca y con la colaboración de los aprendices asociados al programa tecnológico en Agua y saneamiento, ficha número 663979 del Centro Agroecológico y Empresarial de Fusagasugá - Regional Cundinamarca.

3. Desarrollo del coagulante natural

Los ensayos realizados a cada coagulante están descritos en la Tabla 1. Todos los métodos utilizados son métodos oficiales y siguen las recomendaciones de la ONAC para la validación de métodos.

Se realizaron estudios de precisión intermedia y exactitud para los parámetros de turbidez, conductividad y pH debido a la presencia de un patrón trazable al interior del laboratorio. Se realizaron cinco mediciones de cada parámetro, por cada analista en dos días distintos. La operación de cada uno de los métodos se realizó mediante la consulta de métodos oficiales (Arboleda *et al.*, 2000).

Para elegir los compuestos a analizar se realizó una consulta en el municipio para identificar los compuestos utilizados de manera artesanal en la clarificación de aguas y se comparó con los compuestos disponibles en la región con posible capacidad coagulante, de esta operación se definió los siguientes: cristales de sábila, Nuez de semilla de mango dulce, Cascara de Mandarina, Fruto de guatila, Semilla de Tamarindo, Hojas y corteza de Moringa olifera, fruto de pitahaya.

4. Preparación de los compuestos

4.1. Cristales de sábila

La penca completa de sábila se corta en la raíz y se abre por la mitad, en donde quedan expuestos los cristales de la sábila incoloros. Estos cristales se retiran de la corteza de la penca con el uso de un bisturí y después son cortados finamente en cuadrados pequeños no mayores de tres milímetros de lado.

Tabla 1. Parámetros, equipos, y métodos utilizados.

Parámetro	Unidad	Equipo	Método
Color Aparente	Unidad de platino cobalto (UPC)	Colorímetro HACH DR 890	Colorimétrico
pH	Adimensional	Multiparámetro HD 40 HACH	Potenciométrico
Turbiedad	NTU	Turbidímetro 2100P	Turbidimétrico
Conductividad	uS/cm ²	Multiparámetro HD 40 HACH	Conductivimétrico

4.2. Nuez de semilla de mango dulce

La semilla de mango se abre por la mitad con un sincl y un martillo, al realizar esta acción queda expuesta la nuez de la semilla la cual es de color blanca.

Esta nuez se secó al sol durante cuatro días protegido de la lluvia y posteriormente se colocó en una estufa a 130°C por dos días. A continuación, se trituro la nuez con un molino tradicional casero marca Corona y el polvo resultante se usó como coagulante en los ensayos.

4.3. Cáscara de mandarina

La cáscara húmeda recién desprendida de la fruta, se corta en trozos pequeños de forma cuadrada, de tamaño no mayor a tres milímetros de lado. Estos trozos de cáscara son usados como coagulante en los ensayos.

Adicionalmente, la cáscara de mandarina se desprende del fruto y se coloca en bandejas de plástico a secar por el sol durante cuatro días, en los cuales pierde la humedad y el color de esta se torna naranja amarillento. Después se pone a 120 °C en la estufa por dos horas, esta cáscara se trituro con un molino casero marca Corona.

4.4. Fruto de guatila

Se retiró la cáscara al fruto de guatila dejando el fruto completo, este se trituro en un procesador de frutas marca Oster, se recogió el extracto resultante y se utilizó como coagulante en los ensayos.

En otro procedimiento, se extrajo del interior del fruto, por medio de un bisturí, la semilla de guatila la cual presentó un color amarillo pálido. Esta semilla se cortó en pequeños trozos cuadrados, de tamaño no mayor a tres milímetros de lado y se colocó a 120 °C por una hora en la estufa, después de este tiempo se trituro en un molino casero marca Corona, como resultado se obtuvo un polvo fino que se utilizó como coagulante en el proceso de investigación.

4.5. Semilla de tamarindo

La semilla de tamarino se secó al sol protegida de la lluvia por cinco días, después de este tiempo, la semilla se dividió en varios trozos por medio de un sincl y un martillo. Posteriormente, se trituro en un molino casero marca Corona, obteniendo un polvo fino de color amarillo.

4.6. Hojas y ramas de moringa olífera

Las hojas y ramas de moringa olífera se secaron al sol protegidas de la lluvia por cinco días, después de este tiempo se tomaron las hojas y las ramas y se partieron en trozos más pequeños por medio de un martillo, después de este tiempo, se trituro en un molino casero marca Corona, obteniendo un polvo fino de color verde el cual se utilizó como coagulante en el ensayo.

4.7. Frutos de pitahaya

El material interno del fruto se separó de la cáscara, utilizando un bisturí y este se cortó en trozos cuadrados con un tamaño aproximado de cinco milímetros de longitud. Este material es el que se utiliza como coagulante en los ensayos.

5. Ensayo de floculación y determinación de parámetros para los compuestos

El proceso realizado a cada uno de los compuestos fue el siguiente: se preparó una muestra de agua con turbidez controlada, pesando 17,5 gramos de tierra común en una balanza BOECO, referencia bbl31 y se colocó en ocho litros de agua, esta mezcla se agitó a 40 rpm por 15 minutos y después se dejó en reposo durante 10 minutos.

Después de esta operación, se adicionó un litro de esta mezcla y la cantidad de coagulante necesaria a cada una de las cinco jarras del equipo de jarras de tal forma que se obtuvo una dosis de coagulante de 0,4- 1,0- 1,4- 2,0 y 3,0 g/L.

El ensayo de floculación se efectuó en el equipo floc-tester, referencia 750a de Lovivond, con las siguientes condiciones técnicas: tiempo de nucleación de un minuto, con una agitación de 100rpm, seguido de un periodo de formación de floculos de 20 minutos, a una velocidad de agitación de 50 rpm y finalmente, un periodo de precipitación de 15 minutos.

En cada uno de los ensayos realizados se colocó una jarra de control sin coagulante. Al terminar el ensayo, se determinaron los parámetros de pH y conductividad con un multiparámetro marca HACH referencia HC40, el color aparente se determinó con un colorímetro marca HACH, referencia DR890 y la turbidez en un turbidímetro marca HACH, referencia 2100p. La elección del mejor floculante natural se realizó utilizando el indicador de remoción de turbiedad, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{IRT}\% = \frac{(\text{Turbiedad Inicial} - \text{Turbiedad Final})}{(\text{Turbiedad Inicial})} \times 100$$

6. Recolección de información de cubrimiento de agua potable en las veredas de Espinalito y El Placer en el municipio de Fusagasugá

Se desarrolló una encuesta de 5 preguntas para recolectar información primaria sobre el acceso al agua potable y la calidad de esta que tienen los habitantes

de las dos veredas Espinalito y El Placer. La aplicación de encuestas a cada vivienda, se realizó en dos sesiones, los días 17 y 24 de octubre de 2014 a cada jefe de hogar. La jornada de recolección de información, se concertó con la junta de acción comunal de cada vereda.

7. Resultados y discusión

7.1. Desarrollo de floculante natural

En la Tabla 2 se muestran los resultados de estudio de precisión intermedia y exactitud, obtenidos por parte del grupo de aprendices asociados al proyecto.

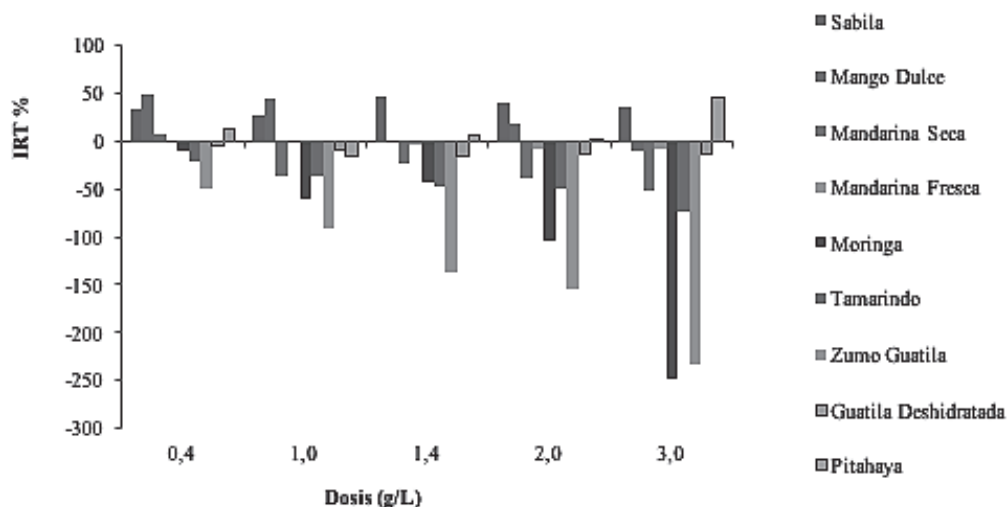
En la Figura 1 se muestran los valores obtenidos para el índice de remoción de cada uno de los compuestos analizados. Cuando la turbidez final es mayor a la inicial, da como resultado un valor negativo IRT % negativo, este comportamiento indica la formación de suspensiones estables en agua por parte del compuesto analizado.

Los compuestos que mostraron mayor IRT% fueron los cristales de sábila, la nuez de la semilla de mango y la pitahaya. La nuez de la semilla de mango, presentó a bajas concentraciones una alta acción floculante con valores de alrededor del 50 para IRT%, sin embargo, a altas concentraciones tiende a formar suspensiones con el agua y disminuye su acción como coagulante evidenciado en la disminución de los valores de IRT%. Por otra parte, la pitahaya presenta muy buen comportamiento

Tabla 2. Parámetros de control estadístico para los analistas del proyecto.

	Turbidez	Conductividad	pH
Unidad	NTU	uS/Cm	Adimensional
Valor Objetivo	6,00	20,00	7,00
Promedio	5,95	20,03	7,20
Exactitud	0,05	-0,03	-0,20
Desviación estándar	0,19	0,26	0,07
Varianza	0,03	0,07	0,01
%CV	3,11	1,28	1,01

Figura 1. Porcentaje de remoción para los diferentes compuestos usados como floculantes.



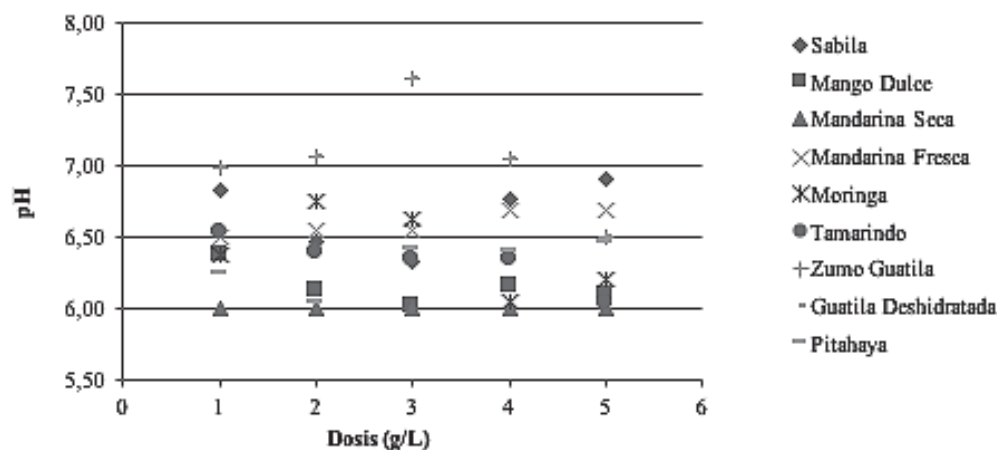
a una dosis de 3g/L y posiblemente pueda mostrar mayores valores de IRT % aumentando la dosificación del compuesto, pero en el rango de dosis de 0 a 2 g/L su efecto coagulante es casi nulo.

Los cristales de sábila presentaron un valor máximo de 47% IRT a una dosis de 1,4 g/L, en las demás dosis, el % IRT no varia significativamente con el valor más bajo de 0,4 g/L, con un valor de 42 de IRT%, este

compuesto es el único que muestra todos los IRT% positivos en todo el rango utilizado durante el estudio. Este compuesto presenta la ventaja de tener un aceptable IRT% a la mas baja concentración utilizada, lo cual desde el punto de vista industrial sería una ventaja para su utilización.

Los resultados obtenidos para el pH en el agua después del tratamiento, se muestran en la Figura 2.

Figura 2. pH para los diferentes compuestos usados como floculantes.



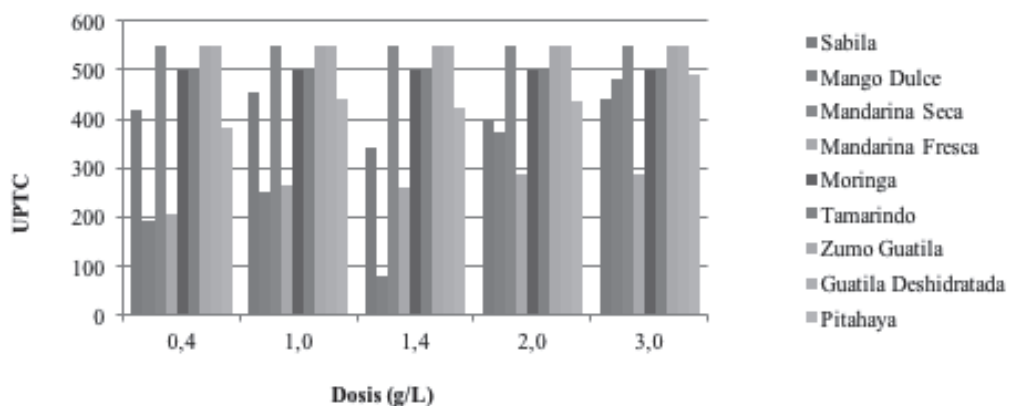
No se observó alguna tendencia definida para algún compuesto en particular, el agua se mantiene después del proceso con todos los compuestos dentro del rango de 6 a 7,5, el cual es adecuado para agua tratada y evita la utilización de agentes químicos para el ajuste del pH después de la utilización del coagulante. En cuanto a los cristales de sábila, estos presentaron un rango de operación entre 6,5 y 7,5, el cual es está dentro del rango legal aceptado en la regulación colombiana vigente (Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007) en agua para consumo humano.

En la Figura 3 se muestran los resultados obtenidos para el color aparente después de la aplicación de cada uno de los compuestos. Este parámetro sobrepasa los límites permitidos para agua potable, el cual está establecido en 15 NTU, con todos los

Para los compuestos de semilla de mango, la pitahaya y los cristales de sábila que muestran los mejores IRT% y que por lo tanto no forman suspensiones estables, los altos valores de color están asociados a la solubilización de sustancias en el agua partir de los compuestos naturales que pueden transmitir sabores no deseados en el agua tratada.

En la Figura 4 se muestran los valores obtenidos para la conductividad del agua después de procesada, los valores de conductividad presentaron un aumento generalizado con el aumento de la dosis. No obstante, la pitahaya mostró los valores más constantes entre las diferentes dosis aplicadas, indicando una transferencia de especies iónicas prácticamente constante. Los cristales de sábila evidenciaron un aumento proporcional entre la dosis aplicada y la conductividad, indicando la presencia de sustancias solubles

Figura 3. Color aparente para los diferentes compuestos usados como floculantes.



compuestos analizados, cabe anotar que dentro del grupo de compuestos analizados, la cáscara de mandarina fresca y la nuez de la semilla de mango, presentaron los valores mas bajos. No es posible definir una tendencia en los resultados obtenidos, no obstante, una explicación para estos resultados es la formación de suspensiones durante la realización de los ensayos provocando una interfirencia en el método de análisis utilizado, por ende en los resultados obtenidos.

que se transfieren al agua durante el proceso de tratamiento. Los valores obtenidos para todos los compuestos no superan los 200 us/cm, lo cual teniendo en cuenta el límite permitido para agua potable de 1000 uS/cm, el uso de cualquiera de los compuestos estudiados no provoca el incumplimiento de la normatividad vigente en lo referente a este parámetro.

Figura 4. Conductividad para los diferentes compuestos usados como floculantes.

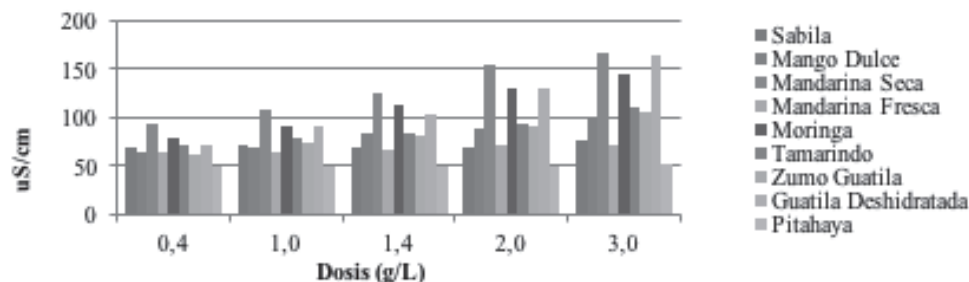


Tabla 3. Comparación de parámetros analíticos para los dos mejores ensayos de compuestos como coagulantes naturales.

Dosis (g/L)	Temperatura (C)	pH	Color aparente (UPTC)	Conductividad (uS/cm)	% Remoción	Compuesto
Especificación	N.A	6,5 - 9	max. 15	max. 1000	-	
3,0	23	6,47	492	51,5	45	Pitahaya
1,4	23	6,53	340	70,4	47	Sábila

En la Tabla 3 se muestra la comparación de los dos valores más altos de IRT% encontrados en los ensayos, los cuales corresponden a una dosis de sábila de 1,4 g/L y una dosis de de 3,0 g/L de pitahaya. En la Tabla 3, se muestran los resultados encontrados para estas dos dosis y la especificación en agua potable según la normatividad colombiana vigente.

Aunque hay diferencias numéricas entre los valores obtenidos, realizando un análisis estadístico de valor límite permitido para los dos valores de remoción de turbidez, se encontró que los valores de 45 y 47 son estadísticamente iguales porque se encuentran dentro de los límites de confianza aceptado para este conjunto de datos, el cual está comprendido entre 44 y 50%. Estadísticamente no hay diferencia en utilizar cualquiera de los dos compuestos, sin embargo, los cristales de sábila son de mas fácil acceso en la región a personas de recursos limitados, de igual manera las condiciones de pH y conductividad después de tratar con cualquiera de los dos compuestos se

encuentran dentro del rango aceptable para la normatividad colombiana.

8. Levantamiento de información de cubrimiento y calidad del agua potable en las veredas de Espinalito y El Placer pertenecientes al municipio de Fusagasugá

En la vereda El Placer se entrevistaron 74 viviendas y en la vereda de Espinalito 70 viviendas, para un total de 144 domicilios encuestados que corresponden al 80% de los domicilios presentes en las veredas. Un aspecto a resaltar es la distancia de 2 km que separa las dos veredas, dando una percepción de la cercanía entre ellas.

En las figuras 5, 6 y 7 se muestren los resultados de la encuesta realizada en cada una de las veredas objeto de estudio.

Figura 5. Disponibilidad de servicios públicos por vereda.

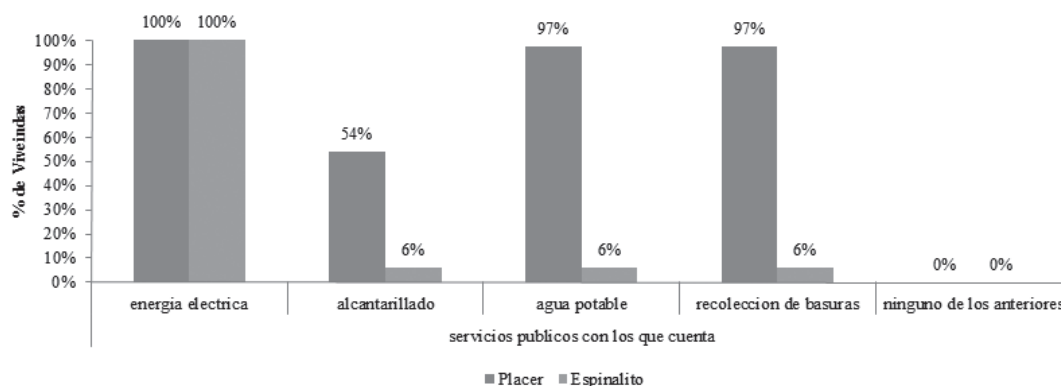


Figura 6. Percepción de la calidad del agua por vereda.

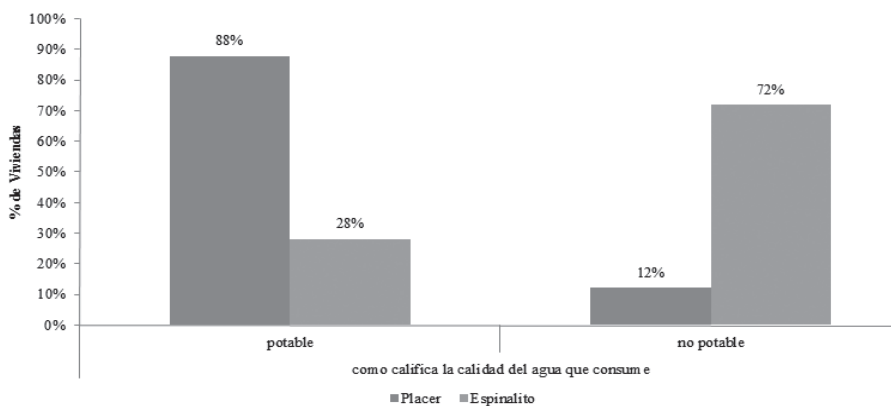
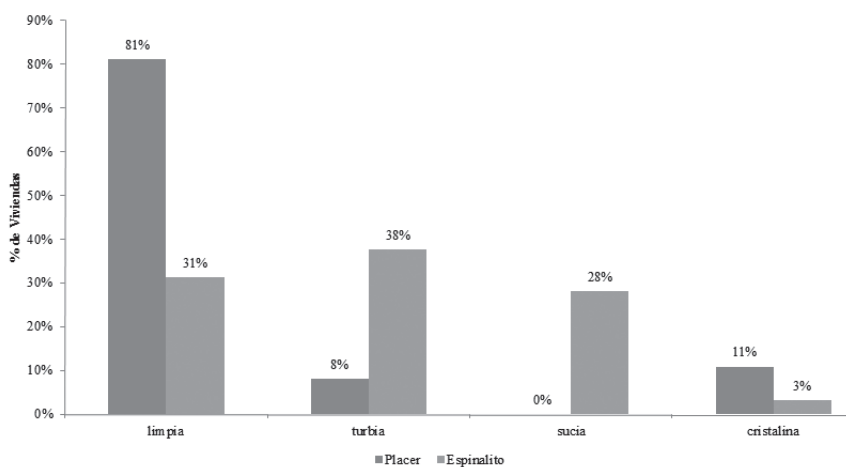


Figura 7. Tipo de agua consumida por vereda.



La diferencia entre la vereda de Espinalito y El Placer supera el 15% en los aspectos relacionados con el suministro y calidad del agua para consumo. Se observó que aunque la vereda El Placer tiene un 97% de cubrimiento, solo el 88% de las viviendas

perciben la calidad del agua de consumo como potable, así como un 92% de viviendas presentan agua entre limpia y cristalina. En la vereda Espinalito, el cubrimiento solo alcanza el 6% y sin embargo, el 28% de las viviendas encuestadas percibe su agua como

potable, eso es un indicio de la utilización de procedimientos artesanales para obtener agua potable, de igual manera, el 64% de las viviendas presentan agua sucia o contaminada como fuente de agua para el consumo, lo que constituye un riesgo para la salud de la población de estas viviendas.

9. Conclusiones

Después de analizar 6 compuestos distintos, la pitahaya en una dosis de 3 g/L y los cristales de sábila en una dosis de 1,4g/L, presentan las mejores condiciones como coagulantes naturales, ya que los porcentajes de remoción son estadísticamente iguales para ambos compuestos, debido a que presenta un IRT% de 47 a una velocidad de nucleación de 100rpm, durante 60 segundos y una velocidad de coagulación de 50rpm, por un periodo de 20 minutos, seguido de un tiempo de sedimentación de 15 minutos. Así mismo los parámetros de pH y conductividad del agua tratada permanecen dentro de los límites permitidos por la legislación colombiana.

Los cristales de sábila se elijen como la mejor opción para utilizar como coagulante natural para realizar el tratamiento de aguas crudas en la municipio de Fusagasugá, no por que presente alguna diferencia técnica con respecto a la pitahaya. Se elijen estos porque la sábila es mas barata y se produce en mayor proporción en la región, siendo así un compuesto de más fácil acceso que la pitahaya para personas de bajos ingresos, condición inicial que se establecio para el desarrollo del estudio. De esta manera, los cristals de sábila se constituyen en una alternativa sostenible para el tratamiento de agua superficial en la zona rural del municipio de Fusagásuga.

En la vereda de El Placer, existe un 11% de viviendas que presentan cobertura pero que no tienen una percepción adecuada sobre la calidad del agua. Por

su parte, en la vereda de Espinalito, el 94% de las viviendas no presentan cubrimiento de agua potable, por ende, en total hay un potencial de 74 viviendas correspondiente al 51% de las viviendas encuestadas, que se encuentran disponibles para la evaluación del funcionamiento del coagulante natural y de un sistema compacto familiar para la tratamiento de agua superficiales.

10. Agradecimientos

Este estudio fue posible gracias a los recursos asignados por parte de la subdirectora, la doctora Marlene Torres, la participación activa del instructor Eduardo Garzón Palomino y los aprendices de las tecnologías de agua y sanamiento y control ambiental del Centro Agroecológico y Empresarial de Fusagasugá - Regional Cundinamarca. Así como a la línea SENNOVA que finacia el proyecto investigación. Igualmente, este estudio no habría sido posible sin la colaboración de los presidentes de las juntas de accián comunal de las veredas El Placer y Espinalito, así como las rectoras de las escuelas presentes en estas veredas.

11. Bibliografía

- Arboleda, J. (2000). *Teoría y práctica de la Purificación de Agua*. Barcelona. España.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2013). *Servicios públicos de agua potable y saneamiento en Colombia*. New York. Estados Unidos de América.
- Erazo, N. (2014). *Filtro bioenergético purificador de agua*. Bogotá, Colombia. Disponible en <http://filtrosbioenergeticos.blogspot.com>

Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. (2012). *Caracterización socio-demográfica del área de desarrollo rural de Sumapaz*. Bogotá. Colombia.

Ministerio de Desarrollo Económico, Ministerio de Medio Ambiente. Superintendencia de Servicios Públicos. (1997). *Plan regional de inversiones en ambiente y salud*. Serie Análisis No. 11. Bogotá D. C. Colombia.

Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Resolución número 2115, 22 de junio, 2007. Bogotá, Colombia.

Sanz, J. (2009). *Aplicación de floculantes naturales a la producción de agua potable en procesos de decantación lastrada en la planta de Los Laureles. Tegucigalpa*. Honduras.

Vargas, M. y Romero, L. (2006). *Aprovechamiento de algunos materiales en el desarrollo de coagulantes y floculantes para el tratamiento de aguas en Costa Rica*. Tecnología en Marcha 19 (4): 37-41.

Instrucciones para los autores

La revista *Tecnología y Productividad* es una publicación del Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial, Girardot-Cundinamarca, con el apoyo del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA del SENA.

Su objetivo es la publicación de artículos de alta calidad científica que fortalezcan las actividades y resultados del Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial. Los proyectos de investigación publicados, lo consolidarán como líder en generación, innovación y transferencia de conocimiento, pertinente a la vocación regional, la competitividad de los sectores productivos, el emprendimiento y la empleabilidad, con equidad social.

Así mismo, propenderá por difundir los avances y resultados producto de la formación profesional integral, fundamentados en el desarrollo de competencias y el aprendizaje por proyectos que contribuyan al crecimiento personal, profesional y técnico de los aprendices para su vinculación al mundo de productivo.

FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS:

- Todos los artículos serán evaluados por un grupo de expertos académicos e investigadores de trayectoria en el área del proyecto y serán revisados por el equipo editorial asignado para su evaluación.
- Los artículos deben ser inéditos y originales (no haber sido publicados por otro medio), y escritos en idioma español. Se recibirán artículos en formato digital en su última versión aprobada para evaluación y en formato reciente de Microsoft Word, en tamaño carta, Arial 12 puntos y espacio 1,5.
- Se debe dar los créditos a todas las personas que intervienen en el proyecto de investigación, así como a los colaboradores que aportan materiales al artículo como por ejemplo, fotografías, imágenes, tablas, etc.
- Es importante atender a las fechas asignadas en el cronograma de las convocatorias a publicar en la revista.
- Los artículos serán sometidos al proceso de edición, una vez que cumplan con las características de entrega y presentación.
- **Los artículos deben contener:** título en español y su traducción al inglés, nombre de los autores, grupo de investigación al que pertenecen, profesión y último grado de formación, correo electrónico, resumen en español de 500 caracteres y su traducción al inglés, palabras clave y *keywords*, introducción, metodología, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones y/o recomendaciones, referencias bibliográficas.
- Las imágenes, fotografías, gráficos o diagramas deben enviarse en archivos de origen por separado del documento de Word y en alta resolución (formatos que se aceptan: jpg, tiff, Photoshop o bmp, en 300 dpi). Además, debe indicarse su ubicación en el documento de Word.
- Las tablas deben enviarse en formato editable en Word o Excel.
- Los artículos de la revista se deberán presentar en el sistema de referencias APA en su última versión.
- En caso de ser aceptado el artículo, el autor o los autores deberán firmar un formato de cesión de derechos patrimoniales para su publicación en la revista.
- El autor o los autores recibirán un ejemplar de la revista en el que aparezca publicado su artículo.



Respuesta a la fertilización con fósforo en el cultivo del *Cymbidium* (*Cymbidium* sp.), municipio de El Colegio

ÓSCAR FRADIQUE ESCOBAR PARDO * JAIRO CUERVO ANDRADE

MIREYA CASTRO RODRÍGUEZ * NELSY AYALA MONTAÑO * YULI ANDREA LIÉVANO VERA

Diagnóstico técnico y social de los sistemas fotovoltaicos instalados por el CTDPE durante los años 2011 al 2015 en las provincias del Alto Magdalena y Tequendama, Cundinamarca

JUAN FELIPE CARDONA OSPINA * LIZA CATERINE RIVERA ACHURY

Identificación de fitopatógenos asociados a las principales enfermedades del cultivo de sábila en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte (Cundinamarca)

HENRY EDUARDO JIMÉNEZ CASTELLANOS

Validación del proceso de las unidades productivas transformadoras de frijol de soya de los municipios de La Mesa y Nilo, Cundinamarca

WILLIAM ROLANDO RODRÍGUEZ RUIZ * CARLOS ALBERTO MALAGÓN SÁNCHEZ

Cocina tradicional de la provincia del Alto Magdalena. Caso de los municipios de Girardot y Agua de Dios en el departamento de Cundinamarca-Colombia

EVALO ENRIQUE BERNAL

Desarrollo de un floculante natural para el tratamiento de aguas superficiales en hogares del sector rural del municipio de Fusagasugá

JULIÁN ZAMUDIO PIÑERES * JHON REINEL MORENO * DARWIN IBARRA CHAMORRO

