

V SIMPOSIO CAFÉ: MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y AGRICULTURA LIMPIA



COLCIENCIAS





MEMORIAS DEL EVENTO

V SIMPOSIO CAFÉ: MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y AGRICULTURA LIMPIA



**Instituto Interdisciplinario
de las Ciencias**
Universidad del Quindío



UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO

ARMENIA, 5 DE OCTUBRE DE 2017



CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
V SIMPOSIO CAFÉ: MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y AGRICULTURA LIMPIA	4
EXPOSICIONES ORALES	6
TRÁMITES DE PERMISOS DE VERTIMIENTO.....	7
TEJIENDO UNA NUEVA MIRADA CON LOS OJOS DEL AGUA: GUARDIANES DEL AGUA.....	12
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL BENEFICIO DEL CAFÉ	15
PRODUCCIÓN ORGÁNICA (ECOLÓGICA) Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS (ECOLÓGICOS). BIOTRÓPICO.....	19
CALIDAD DEL AGUA EN EL QUINDÍO.....	23
EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN LA BIODIVERSIDAD, UNA APROXIMACIÓN A SISTEMAS HÍDRICOS URBANOS.....	26
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-STAR	30
PAPEL DEL MANEJO DE AGUA EN LA CERTIFICACIÓN ECOLÓGICA – ORGÁNICA	34
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE TiO_2 /AG SOBRE PLANTAS DE ESPINACA	40
RECUBRIMIENTOS DE TiO_2 CON INCORPORACIÓN DE IONES DE S A TRAVÉS DE OXIDACIÓN ELECTROLÍTICA CON PLASMA PARA LA REDUCCIÓN DE Cr(VI) CON LUZ SOLAR	41
CARACTERIZACIÓN DE UN FOTOCATALIZADOR PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ	42



V SIMPOSIO “CAFÉ: MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y AGRICULTURA LIMPIA”

El simposio que ha venido realizando el Grupo de Investigación en Ciencia Aplicada para el Desarrollo de la Ecorregión (GICADE), adscrito al Instituto Interdisciplinario de las Ciencias (IIC) de la Universidad del Quindío, desde el año 2005, llegó a su quinta versión para congregar a los sectores productivos y académicos en torno al tema de la sostenibilidad de la actividad agrícola regional. En esta ocasión se convocaron estudiantes, docentes, representantes de las entidades gubernamentales y pequeños productores de café para dar a conocer el impacto ambiental del vertimiento de aguas residuales en las fuentes hídricas y tecnologías para la degradación de contaminantes en las aguas residuales, en el contexto de la construcción de técnicas de agricultura limpia. La reunión constituyó una valiosa retroalimentación que, una vez más, motiva y orienta nuestros trabajos de investigación para aportar nuevas herramientas que apoyen científicamente el desarrollo de prácticas de agricultura limpia.

El tema del tratamiento de aguas residuales es prioritario para garantizar la sostenibilidad de la actividad cafetera. En este simposio se discutió sobre la regulación vigente para el vertimiento de aguas residuales, el estado del agua de las fuentes hídricas y de los ecosistemas asociados en el departamento del Quindío, el manejo de aguas residuales utilizando métodos microbiológicos y de fitoremediación, y aspectos relacionados con la certificación de productos orgánicos y la concientización del cuidado del agua. Se dieron a conocer resultados de la ejecución del proyecto de investigación “Degradación de contaminantes en aguas residuales del beneficio húmedo del café a través de un proceso fotocatalítico y de foto-Fenton” (cofinanciado por el programa Bio-ideas para el cambio de COLCIENCIAS). Se presentaron temáticas relacionadas con las técnicas de oxidación avanzada y su potencial en el tratamiento de aguas residuales.



MAESTRO DE CEREMONIAS

ALEJANDRO HERRERA URIBE. Profesor del programa de Ingeniería Electrónica. Educador Comunicador. Licenciado en Filosofía y Letras, Universidad de Caldas. Estudios Sociales de la Ciencia, Maestría Universidad Nacional de Colombia.

COMITÉ ORGANIZADOR

- *GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA APLICADA PARA EL DESARROLLO DE LA ECORREGIÓN* (GICADE) adscrito al IIC. Dr. Fernando Gordillo Delgado, Biol. Jakeline Zuluaga Acosta, Ing. John Alexander García Giraldo, Quím. Cristian Camilo Soto Barrera, Quím. Juan Camilo Cardona Rincón, Tec. Diego Fernando Valencia Grisales; est. Quím. Sara Natalia Moya; Est. Quím. Yuliana Parra; Est. Quím. Katherine Arias; Est. Quím. Luz Geraldín Beltrán.
- *Asociación de Cafés especiales Cordillera Salento: Luis Enrique Obando, líder de la comunidad.*

AGRADECIMIENTOS

El GICADE agradece a la Universidad del Quindío (UQ) por el apoyo brindado para la realización de este evento de carácter solidario, a través de la Vicerrectoría de Investigaciones, de la Vicerrectoría de Extensión y del Instituto Interdisciplinario de las Ciencias; a la Corporación Autónoma Regional del Quindío, a la Ecoaldea Anthakarana-Salento, a la Empresa certificadora Biotrópico, al Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ingeniería de la UQ, al Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología (CIBUQ) del Programa de Biología de la UQ, a la empresa Frigocafé y a la empresa Asocafé Corsa por su contribución a este simposio. En particular agradecemos a los funcionarios encargados del Auditorio Bernardo Ramírez Granada, al equipo del Centro Audiovisual y a la señora Lucelly Valderrama Botero del área de mantenimiento y servicios generales de la UQ. Nuestros agradecimientos a la Doctora María Mercedes González de S., Vicerrectora de Investigaciones, y al Doctor Ramiro García Arias, Decano de la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías por acompañarnos en la inauguración del evento y muy especialmente al Profesor Alejandro Herrera Uribe por su desinteresada participación como maestro de ceremonias.



EXPOSICIONES ORALES



Daniel Jaramillo Gómez. Ingeniero Ambiental.

Subdirección de Regulación y Control Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Quindío. Área de Vertimientos.





TRÁMITES DE PERMISOS DE VERTIMIENTO



Decreto 3930 de 2.010, compilado por el Decreto 1076 de 2015

Artículo 2. (2.2.3.3.1.2 del Decreto 1076 de 2015): Ámbito de Aplicación.

Artículo 24 (artículo 2.2.3.3.4.3 del Decreto 1076 de 2015): Prohibiciones.

Artículo 25 (artículo 2.2.3.3.4.4 del Decreto 1076 de 2015): Actividades no permitidas.

Artículo 31 (artículo 2.2.3.3.4.10 del Decreto 1076 de 2015): Soluciones individuales de saneamiento.

El capítulo VII trata acerca de la obtención del permiso de vertimiento, así:

Artículo 41 (artículo 2.2.3.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015): Requerimiento del permiso de vertimiento.



Artículo 42 (artículo 2.2.3.3.5.2 del Decreto 1076 de 2015): Requisitos para el trámite de los permisos de vertimiento.

Artículo 43 (artículo 2.2.3.3.5.3 del Decreto 1076 de 2015): Evaluación Ambiental del Vertimiento.

Artículo 44 (artículo 2.2.3.3.5.4 del Decreto 1076 de 2015): Plan de Gestión del Riesgo para el manejo de Vertimientos.

Artículo 45 (artículo 2.2.3.3.5.5 del Decreto 1076 de 2015): Procedimiento para la obtención del permiso de vertimiento.

Artículo 46 (artículo 2.2.3.3.5.6 del Decreto 1076 de 2015): Visita Técnica.

Artículo 48 (artículo 2.2.3.3.5.8 del Decreto 1076 de 2015): Contenido del Permiso de Vertimiento.

Artículo 50 (artículo 2.2.3.3.5.10 del Decreto 1076 de 2015): Renovación del Permiso de Vertimiento.

Artículo 58 (artículo 2.2.3.3.5.17 del Decreto 1076 de 2015): Seguimiento a Permisos de Vertimiento, Planes de Cumplimiento y PSMV.

TRÁMITES DE PERMISOS DE VERTIMIENTO

1. Formulario Único Nacional - FUN de Permiso de Vertimiento, debidamente diligenciado en todas sus partes y firmado o solicitud por escrito con la información que contiene el FUN.
2. Poder debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado (en el caso en que el trámite haya sido delegado a otra persona diferente al propietario del predio).
3. Certificado de Existencia y Representación Legal expedido por Cámara de Comercio (de vigencia inferior a 3 meses) cuando se trate de persona jurídica o Acta de Posesión, en caso de ser funcionario de alguna Entidad.
4. Autorización del propietario o poseedor cuando el solicitante sea mero tenedor.



5. Certificado actualizado del Registrador de Instrumentos Públicos y Privados, sobre la propiedad del inmueble (Certificado de Tradición y Libertad del predio, que no supere 90 días de su expedición) o prueba idónea de la posesión o tenencia.
6. Fuente de abastecimiento de agua del predio indicando la cuenca a la cual pertenece (la disponibilidad de agua se puede presentar con un recibo del servicio de acueducto, copia de Resolución de concesión de aguas que expide la CRQ, prueba de la solicitud de concesión o manifiesto, determinando el nombre de la fuente abastecedora y la cuenca respectiva).
7. Plano donde se identifiquen origen, cantidad y localización georreferenciada de las descargas al cuerpo de agua o al suelo (plano de localización del sistema con respecto al sitio donde se generan los vertimientos), presentado en formato análogo de 100 cm x 70 cm y copia digital de los mismos (formato Auto CAD y PDF-JPG). Deben estar elaborados por firmas especializadas o por profesionales calificados para ello y que cuenten con su respectiva tarjeta profesional, de acuerdo con las normas vigentes en la materia.
8. Planos de detalle del sistema de tratamiento y condiciones de eficiencia del sistema de tratamiento que se adoptará (formato análogo, tamaño 100 x 70 cm, con copia digital en formato Auto CAD y PDF-JPG). Deben ser elaborados por firmas especializadas o por profesionales calificados para ello y que cuenten con su respectiva tarjeta profesional, de acuerdo con las normas vigentes en la materia.
9. Memorias técnicas que definan la ubicación, descripción de operación del sistema, y diseños de ingeniería conceptual y básica; (incluir resultado de pruebas de percolación con registro fotográfico). Deben ser elaborados por firmas especializadas o por profesionales calificados para ello y que cuenten con su respectiva tarjeta profesional, de acuerdo con las normas vigentes en la materia.
10. Caracterización actual del vertimiento existente o estado final previsto para el vertimiento proyectado, de conformidad con la norma de vertimientos vigente. Los análisis de las muestras deberán ser realizados en laboratorios



acreditados por el IDEAM, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1600 de 1994 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya. El muestreo representativo se deberá realizar de acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo de Vertimientos en Aguas Superficiales o Subterráneas. Para vertimiento doméstico se puede calcular de manera presuntiva.

11. Concepto sobre uso del suelo, expedido por la autoridad municipal competente.

12. Constancia del pago expedido por la tesorería de la CRQ, por la suma correspondiente al valor del servicio de evaluación del permiso de vertimiento.

13. Croquis a mano alzada con las indicaciones precisas de cómo llegar al predio.

14. Evaluación ambiental del vertimiento: sólo lo presentarán por los generadores de vertimientos a cuerpos de agua o al suelo que desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicio, así como los provenientes de conjuntos residenciales (Contenido descrito en el Artículo 2.2.3.3.5.3 del Decreto 1076 el cual compiló el Decreto 3930 de 2010, Artículo 43).

15. Plan de Gestión del Riesgo para el manejo del vertimiento: sólo lo presentarán quienes desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicio, así como los provenientes de conjuntos residenciales, que generen vertimientos a cuerpos de agua o al suelo en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento. Términos de Referencia en la Resolución N°. 1514 de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.



Deyanira Susa Monroy y Bahamar Rivera Marín
Ecoaldea Anthakarana - Salento – Quindío

Deyanira Susa Monroy. Difícil ser como quiero, siento, pienso y deseo, hago conciencia para vivir cada día, prendí el incienso hace varios años para disfrutar de la diversidad y lo simple.

Maestra de básica primaria hace 27 años, Hoy labora en la institución educativa Boquía, sede la Nubia, Salento. Licenciada en lingüística y literatura de la universidad del Quindío. Especialista en enseñanza de literatura, especialista en educación personalizada. Sembradora de sueños que florecen cada amanecer, que la comprometen como guardiana del territorio al cuidado del agua, de las semillas y la habilidad de responder al cuidado de la madre tierra.

Bahamar Rivera Marín. A lo largo de la vida el camino va permitiendo que fluyamos con lo que ella va impulsando y nos va comprometiendo cada vez más con la construcción de un nuevo paradigma.

Maestro de Básica y luego en básica Secundaria laborando durante 32 años. Tutor de la Universidad del Quindío.



Hoy la vida fortalece en nuestro ser el deseo de ofrendar nuestro servicio al cuidado del territorio, ser guardianes del agua y sobre todo tejer puentes generacionales donde las nuevas semillas solidifiquen paradigmas más amigables con Nuestra madre tierra.

TEJIENDO UNA NUEVA MIRADA CON LOS OJOS DEL AGUA: GUARDIANES DEL AGUA



El conversatorio giró alrededor de la propuesta de Ecoaldeas. Eco significaba originalmente “hogar”, no en el sentido limitado de “casa” sino más bien en concordancia con el entorno local que lo rodea y mantiene. Un pueblo ecológico o Ecoaldeas está por tanto integrado en el paisaje de manera que beneficia tanto a los seres humanos como al entorno que nos engloba.

Cada Ecoaldeas o proyecto de comunidad sostenible se considera como una oportunidad única, como un novedoso y creativo desafío para integrar el hábitat humano en un nicho ecológico concreto.



Como colectivo buscamos una recuperación de conciencia que nos permita redimensionar y reentender nuestro papel y lugar en el mundo, proponiendo una conciencia biocéntrica, lo que significa que no existen seres superiores. “Todos los seres vivos, por el sólo hecho de existir, tenemos el mismo derecho sobre el planeta y sus recursos”.

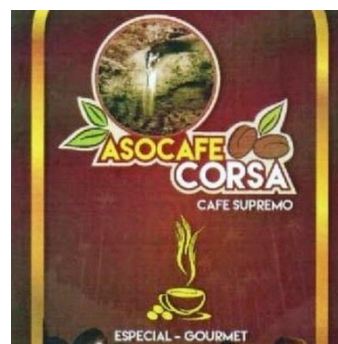
Son muchos los principios que nos sostienen: la interrelación y cocreación, conciencia histórica del territorio, la diversidad, sustentabilidad, los procesos participativos, la toma de decisiones, el respeto a la sabiduría local y la tradición, el coaprendizaje, agricultura orgánica, permacultura, las tecnologías de bajo impacto, la espiritualidad conectada a la tierra y muchos más.

Nosotros queremos centrarnos en el terruño que hemos adoptado para proteger o regenerar “Ecoaldea Anthakarana”, mostrar cómo es necesario para nosotros como humanos aprender a leer el territorio y como custodios acompañar con acciones simples, concretas y continuas.

Esta vez queremos detener la mirada en el cuidado y protección de las fuentes hídricas que fluyen en la montaña. Deseamos compartir cuales son nuestros primeros pasos para el buen manejo del agua potable y residual...Proyecto en construcción, apenas estamos volviendo a casa.



Fernando Gordillo Delgado: Licenciado en Matemáticas y Física, egresado de la Universidad del Tolima. Especialista en Física. Hizo su maestría en Ciencias con Especialización en Física en el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto politécnico Nacional de México y obtuvo el título de Doctor en el Centro de Investigaciones en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, de este mismo Instituto, con el trabajo titulado “Aplicación de la técnica fotoacústica al fortalecimiento de la agricultura limpia”. Es docente asociado del Programa de Tecnología en Instrumentación Electrónica de la Universidad del Quindío y lidera el Grupo de Investigación en Ciencia Aplicada para el Desarrollo de la Ecorregión – GICADE. Tiene alrededor de 43 publicaciones relacionadas con las técnicas fototérmicas y con el crecimiento de materiales nanocristalinos.





PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL BENEFICIO DEL CAFÉ



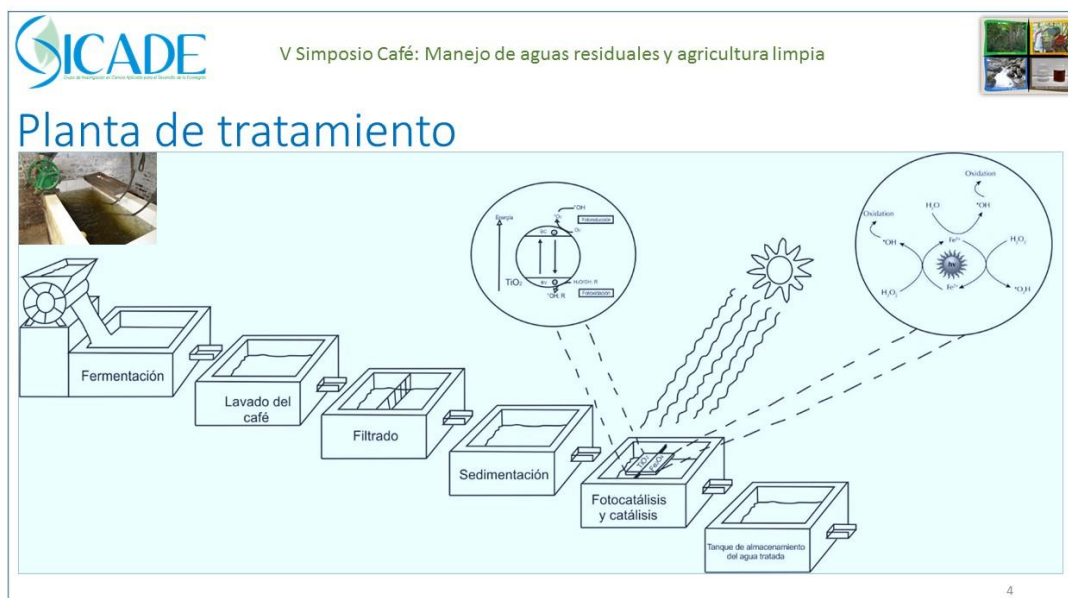
Existen materiales como el dióxido de titanio (TiO_2), que funciona con la luz solar para eliminar algunos contaminantes de las aguas, especialmente bacterias. El óxido de hierro con agua oxigenada (peróxido de hidrógeno) se usa también de esta forma para eliminar sustancias orgánicas disueltas en el agua. Estos procesos son conocidos como fotocatalisis y como foto-Fenton, respectivamente.

Estos técnicas, conocidas como de oxidación avanzada usan este tipo de materiales para reducir los niveles de demanda química de oxígeno (DQO) y demanda biológica de oxígeno (DBO) en aguas residuales.

En esta ponencia se presentaron los avances de la implementación de una planta de tratamiento de agua residual del beneficio del café (PTARBC). En un primer tanque se vierte el agua residual (el agua que queda después de lavar el café); allí se lleva cabo un proceso de floculación y filtrado, en los que una gran cantidad de sedimentos se precipitan en el fondo del tanque y unos pocos se cuelan a través de mallas de rendija muy pequeña. El agua pasa a un segundo tanque en el que se colocan las placas de metal recubiertas con



dióxido de titanio y óxido de hierro. Cuando la luz del sol radia esas placas, se produce la oxidación avanzada y se empiezan a reducir los niveles de DQO Y DBO. Finalmente el agua se deja pasar a un tercer tanque o caja de control, para supervisar la calidad del agua que sale. Con este método se ha logrado disminuir en casi un 70 % la DQO del agua que se obtiene luego del proceso de filtrado y floculación y en casi un 100 % la DBO.



La PTARBC se construye con la participación de una comunidad, la Asociación de productores de café especial cordillera Salento “Asocafé Corsa”, que está compuesta por pequeños productores de café del municipio de Salento en el departamento del Quindío. Ellos producen un café tostado y molido de excelente calidad que comercializan actualmente. El líder de la Comunidad es Don Luis Enrique Obando.

Dentro de las estrategias de apropiación social del conocimiento, se les explicó a los niños de la Institución Educativa Boquía, sede La Nubia (Zona rural del municipio de Salento), acerca de los tratamientos de agua residual con procesos de oxidación avanzada y de los parámetros DBO y DQO para medir la calidad del agua, posteriormente se socializó nuestra propuesta de PTARBC con el resto de la comunidad. Contamos con el apoyo de los profesores y directivos de la Institución, pero en particular tenemos la fortuna de contar con la colaboración de la profesora Deyanira Susa Monroy, quien desarrolla el



programa de “guardianes del agua”. Finalmente esto sirvió para que ella y su esposo fueran parte del grupo de expositores de este simposio.

Es importante resaltar el interés que ha despertado el proyecto en la comunidad, evidenciado en su participación constante en las actividades propuestas por el grupo. De manera unánime existe la consciencia sobre la necesidad de educar a las nuevas generaciones en el cuidado del agua y la responsabilidad que tenemos con el medio ambiente.

A través de los niños, de los docentes de la escuela de la vereda y de todos los integrantes de la comunidad, se ha promovido la idea de implementar esta propuesta, avizorando la construcción de réplicas que generen un impacto positivo en la calidad del agua de las fuentes hídricas de la región.

Agradecimientos: A la Universidad del Quindío y a COLCIENCIAS por el financiamiento a través del proyecto 836, contrato FP44842-490-2016.

Este trabajo está siendo desarrollado en asocio con la Asociación de cafés especiales cordillera Salento – ASOCAFÉ CORSA por el Grupo de Investigación en Ciencia Aplicada para el Desarrollo de la Ecorregión-GICADE, adscrito al Instituto Interdisciplinario de las Ciencias de la Universidad del Quindío: Biol. Jakeline Zuluaga Acosta; Ing. John Alexander García; Quím. Cristian Camilo Soto; Quím. Juan Camilo Cardona; Tec. Diego Fernando Valencia; est. Quím. Sara Natalia Moya; Est. Quím. Yuliana Parra; Est. Quím. Katherine Arias; Est. Quím. Luz Geraldin Beltrán.



María Gisela Vescance. Abogada. Gerente de Biotrópico, una de las certificadoras más antiguas de Colombia.





PRODUCCIÓN ORGÁNICA (ECOLÓGICA) Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS (ECOLÓGICOS). BIOTRÓPICO



Se abordó el tema de la agricultura orgánica empezando por un breve resumen de su historia, mencionando aspectos de la visión integradora, el equilibrio natural del ecosistema y todos sus elementos. También se dialogó sobre las alternativas amigables con el medio ambiente, así como de la fertilidad del suelo, aportes y aumento de materia orgánica, uso de residuos de cosechas, rotación de cultivos y alelopatía. Por otra parte, se explicó sobre la diversidad de tendencias: la agricultura orgánica, agricultura biodinámica, agricultura regenerativa, agricultura ecológica, la permacultura y la producción natural, sustentando que en términos de certificación son sinónimos.

Se dieron a conocer aspectos de la certificación de la producción orgánica desde la perspectiva de la empresa Biotrópico, indicando normatividades y trámites pertinentes para iniciar y finalizar el proceso de certificación de manera exitosa, reiterando los beneficios al obtenerla.



¿QUÉ ES LA AGRICULTURA ORGÁNICA?

De acuerdo a la definición propuesta por la Comisión del Codex Alimentarius (FAO), la agricultura orgánica: “es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo”.

AGRICULTURA ORGANICA-BIOLÓGICA

La obra central de Sir Albert Howard, su particular “testamento agrícola”, publicada en 1940, recoge la preocupación por la degradación del recurso suelo ante la intensificación de la producción agraria que significó la Revolución Industrial para el Reino Unido y sus colonias. La preocupación central de los autores que han ido desarrollando este tipo de agricultura ha sido la degradación de los recursos naturales, fundamentalmente el suelo, que lleva aparejada la agricultura industrializada. Consideran la salud del suelo como la base de la salud de las plantas, animales y del ser humano. Además, proponen técnicas de manejo concretas que permiten al agricultor profesional o aficionado adentrarse en este modelo de producción.

AGRICULTURA BIODINÁMICA (RUDOLF STEINER)

Propone una serie de prácticas agrarias concretas para realizar en finca, que encajan en su particular cosmovisión, de tal forma que ninguna acción se oponga al todo (cosmos), con el objetivo principal de evitar la degeneración de los alimentos, entendida como la pérdida nutricional, y, en un segundo término, la de la Tierra. Tiene gran importancia en la Agricultura Biodinámica el concepto de “organismo-granja” que posee los atributos de cualquier organismo vivo: capacidad de autorregulación, crecimiento, desarrollo y reproducción.

PERMACULTURA O AGRICULTURA PERMANENTE (BILL MOLLISON) en,

La permacultura surge en Australia para dar respuesta a dos fenómenos de las sociedades urbanas industrializadas. Por un lado, a la dependencia alimentaria de las ciudades con respecto al medio rural y el alto consumo energético de fuentes no renovables que supone actualmente su abastecimiento, y por otro, a la emigración hacia el campo de los desencantados del modelo de vida urbano. La permacultura va dirigida a diseñar sistemas de producción agrícola integrados tanto en las ciudades, como en zonas marginales, generalmente de montaña, en las que se instalan estos grupos para vivir en comunidad.



PRINCIPIOS- GREMIO IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica)

- ✓ *Producir alimentos de alta calidad nutritiva y en suficiente cantidad.*
- ✓ *Trabajar con los ecosistemas en lugar de querer dominarlos.*
- ✓ *Fomentar los ciclos bióticos dentro del sistema agrícola que comprende microorganismos, fauna y flora del suelo, las plantas y los animales.*
- ✓ *Mantener y aumentar a largo plazo la fertilidad de los suelos.*
- ✓ *Empleo de los recursos renovables locales en los sistemas agrícolas.*
- ✓ *Reciclaje de nutrientes minerales y materia orgánica.*
- ✓ *Mantener la diversidad genética del sistema agrícola y de su entorno, incluyendo protección de hábitat de plantas y animales silvestres.*
- ✓ *Proporcionar a las especies animales las condiciones de vida que les permitan realizar su comportamiento innato.*
- ✓ *Lograr con las prácticas desarrolladas en el proceso productivo, un ingreso económico familiar y comunal satisfactorio.*

OBJETIVO DE LA CERTIFICACIÓN

Garantizar la calidad de los productos comercializados como orgánicos o ecológicos, controlando el proceso de producción, procesamiento – elaboración y comercialización en un “marco normativo legal y aceptado por las comunidades y las sociedades”, verificando la transparencia en el flujo de los productos, optimizando las relaciones de cooperación nacional – internacional y consumidor – productor.

¿QUÉ SE INSPECCIONA Y QUÉ SE CERTIFICA?

- Cadena de producción agrícola y pecuaria, procesamiento – elaboración y exportación, controlado por un organismo de certificación con base en los correspondientes reglamentos.
- Se inspecciona la historia de un producto agropecuario con base en la descripción de su SISTEMA DE PRODUCCIÓN y la TRAZABILIDAD en sus diferentes etapas.
- Se certifican PRODUCTOS ALIMENTICIOS (materias primas y productos procesados – elaborados).



Claudia Marcela Cardona Lindo. Laboratorio aguas UQ. Química, Especialista en gestión Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana, candidato a Magister en Ingeniería de la Universidad del Quindío. Con experiencia específica en Análisis de agua; montaje, puesta en marcha y acreditación de laboratorios ambientales y de metrología; creación y manejo de Departamentos de gestión ambiental; monitoreo ambiental, Servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.



CALIDAD DEL AGUA EN EL QUINDÍO



En esta conferencia se hizo una contextualización sobre la calidad del agua y se dio una mirada general a esa temática desde el marco nacional hacia nuestra realidad local. Primero se mencionó la imagen que se tiene de Colombia a nivel mundial en cuanto a recursos hídricos; de acuerdo con esto tenemos un índice muy alto por metro cúbico, por lo que no somos priorizados en el tema de agua. Sin embargo, la realidad nacional es de zonas en las que hay conflictos por escasez de agua y vemos como en temporadas secas ciertos municipios tienen problemas de abastecimiento.

Teniendo en cuenta estudios a nivel nacional sobre el agua, suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) desde el 2011, se observa que el departamento del Quindío tiene un índice de calidad aceptable, lo que no es bueno. De igual manera, en el año 2015 se emitió el informe sobre el plan de ordenamiento del recurso hídrico de la cuenca del Río Quindío, y vemos que, en cuanto a la calidad, el panorama no es tan alentador, el río Quindío tiene problemas y su agua es categorizada como de calidad regular, con riesgo cercano a ser de calidad mala.



Los conflictos relacionados con el uso del agua dentro de las cuencas del departamento se originan en la cantidad de coliformes totales, lo que define el respectivo uso del agua y se encuentra reglamentado en el decreto 1594 del 84, en el que se establecen los límites permitidos para diversos usos: consumo humano, agrícola, pecuario, recreativo y para preservación de flora y fauna.

Los parámetros que generalmente se usan para evaluar el índice de calidad del agua son: oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, la relación nitrógeno – fosforo, la conductividad eléctrica y el potencial de hidrógeno. Se destaca que dentro de estos parámetros no se toma en cuenta la componente microbiológica, ni los índices biológicos asociados, lo que demuestra que se está despreciando por completo la biodiversidad, que en este tipo de estudios es de capital importancia, puesto que la presencia de ciertos organismos es un indicador de la calidad del agua y de la contaminación que pueda tener.

En resumen, se brindó un panorama de contextualización y concientización acerca de la calidad del agua de nuestras fuentes hídricas y de las falencias que presentan algunos estudios relacionados. Esto con la finalidad de invitar a reflexionar sobre el agua que nos llega a la casa y que consumimos. Por otro lado, debemos ser conscientes de que las aguas residuales no solo son de las industrias, sino que nosotros mismos las estamos generando de manera descontrolada. En particular, se mostró que las quebradas de la ciudad de Armenia tienen altos niveles de contaminación y es un problema que necesita solución urgente.



Andrea Lorena García Hernández. Bióloga, con Maestría en Ciencias – Entomología. Docente del programa de Biología de la universidad del Quindío hace 5 años, en áreas de Taxonomía de Insectos, Electiva en Morfo- Fisiología de Insectos, Limnología, Biología de Artrópodos entre otros. Actualmente Directora del Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología– CIBUQ.

Efectos de la contaminación del agua en la biodiversidad, una aproximación a sistemas hídricos urbanos

Andrea Lorena García Hernández

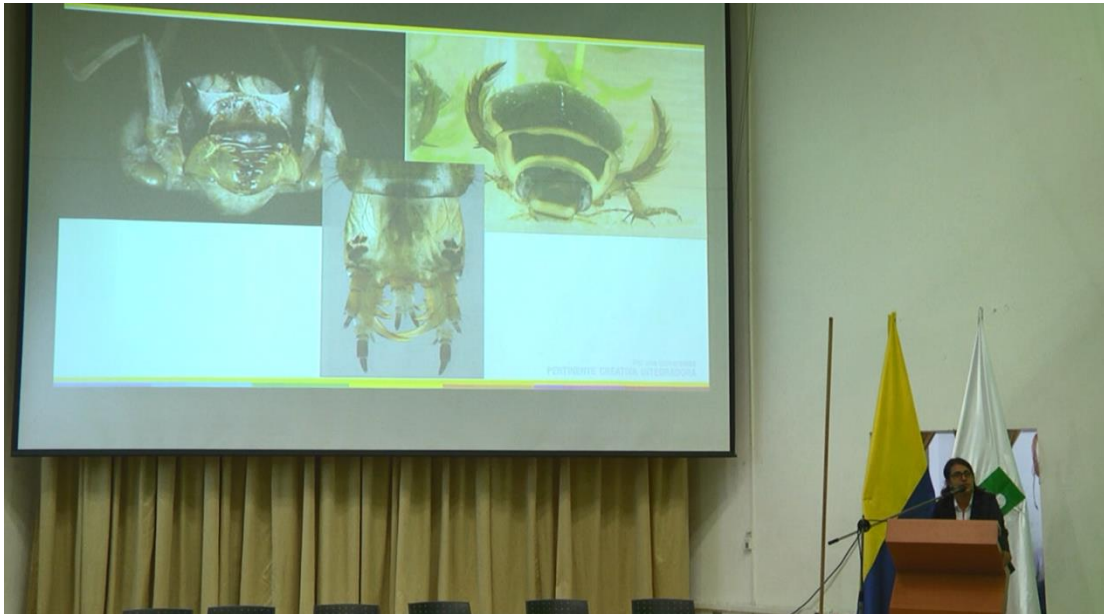
Centros de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología– CIBUQ



Por una Universidad
PERTINENTE CREATIVA INTEGRADORA



EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN LA BIODIVERSIDAD, UNA APROXIMACIÓN A SISTEMAS HÍDRICOS URBANOS



A través de imágenes se presentó un resumen acerca de la diversidad de organismos presentes en los afluentes hídricos de nuestra ciudad: macroinvertebrados acuáticos, peces, ranas y organismos microscópicos como algas, bacterias, fitoplancton y otros. Se sustentó la importancia que tienen estos organismos en los procesos de transformación de las aguas y en su función de bioindicadores, como parámetro cualitativo para determinar la calidad del agua de nuestros ríos y quebradas.

Se resaltó la importancia de estos organismos que llevan a cabo procesos de descomposición de la materia orgánica que llega a los afluentes hídricos de forma natural y no natural, lo que ayuda a la autodepuración del agua en un proceso de recuperación después de un episodio de contaminación orgánica. Se hizo énfasis en la necesidad de cuidar el medio ambiente y minimizar los procesos de contaminación acelerada debida al vertimiento de desechos domésticos, de residuos de los procesos industriales, de fertilizantes y pesticidas, que son las principales fuentes de contaminación.



Ayudan a la recuperación de las aguas



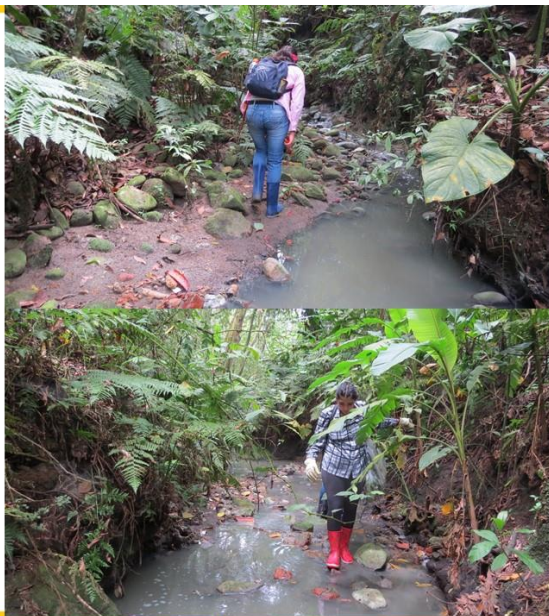
¿Efecto sobre la diversidad?

Las condiciones fisicoquímicas del agua cambian, lo que hace que los ecosistemas se alteren y no sean adecuados para la sobrevivencia de estos organismos; entre más cantidad de desechos hay en un sistema, se requiere mayor cantidad de oxígeno disponible para que los organismos puedan hacer sus funciones vitales y degradar el material. La contaminación genera disminución en la disponibilidad de oxígeno para los animales, esto ocasiona que las poblaciones disminuyan o desaparezcan.

Se mostraron los efectos de la contaminación del agua de los afluentes hídricos, específicamente sobre los organismos que las habitan, lo que genera aumento de plagas, pérdida de la diversidad, enfermedades en humanos y animales, así como la falta de agua potable. Algunas de las afectaciones que se han evidenciado en los organismos que viven en aguas contaminadas debido al uso de químicos, fertilizantes y pesticidas, han sido pérdida o deformación de apéndices, individuos ciegos, malformados y en algunos casos la muerte de los individuos.



Por una Universidad
PERTINENTE CREATIVA INTEGRADORA



Por una Universidad
PERTINENTE CREATIVA INTEGRADORA



David Carlos Rojas Ospina. Administrador de empresas. Tiene 28 años de experiencia en el tratamiento de residuos sólidos a través de compostaje y lombricultura y 12 de investigación y desarrollo sobre el tratamiento de aguas residuales mediante humedales construidos. Actualmente es el Director ambiental de Frigocafé.

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES STAR

FRIGOCAFÉ S.A.S.

PLANTA DE BENEFICIO DE GANADO BOVINO Y PORCINO





SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-STAR



El sistema de tratamiento de aguas residuales consta de tres partes:

Sistema Primario

- Rejilla
- Trampa grasa
- Pozo de bombeo
- Tamiz estacionario

Sistema Secundario

- Tanque regulador
- FAFA 1
- FAFA 2



Sistema Terciario

- Módulos de filtración granular.
- Módulos de filtración con plantas macrófitas emergentes.
- Reparación paisajística funcional Macrofitas flotantes
- Filtro de esferas con nanominerales Filtro Fitopedológico (ICHTUS)





MODULOS DE FILTRACION CON MACROFITAS EMERGENTES

3 MODULOS DE FILTRACIÓN
ESPECIE UTILIZADA PAPIRO CHINO (*Cyperus alternifolius*)



MACROFITAS FLOTANTES



FILTRO FITOPEDOLOGICO ICHTUS



AFINAMIENTO ANTES DE
DESCARGA



Con el sistema completo se ha obtenido una remoción de 99.5 % de DQO y de 99.47 % de DBO. Con un caudal promedio salida: 1,1 L/s, tiempo de descarga: 24 horas y tiempo de residencia: 216 horas (9 días).

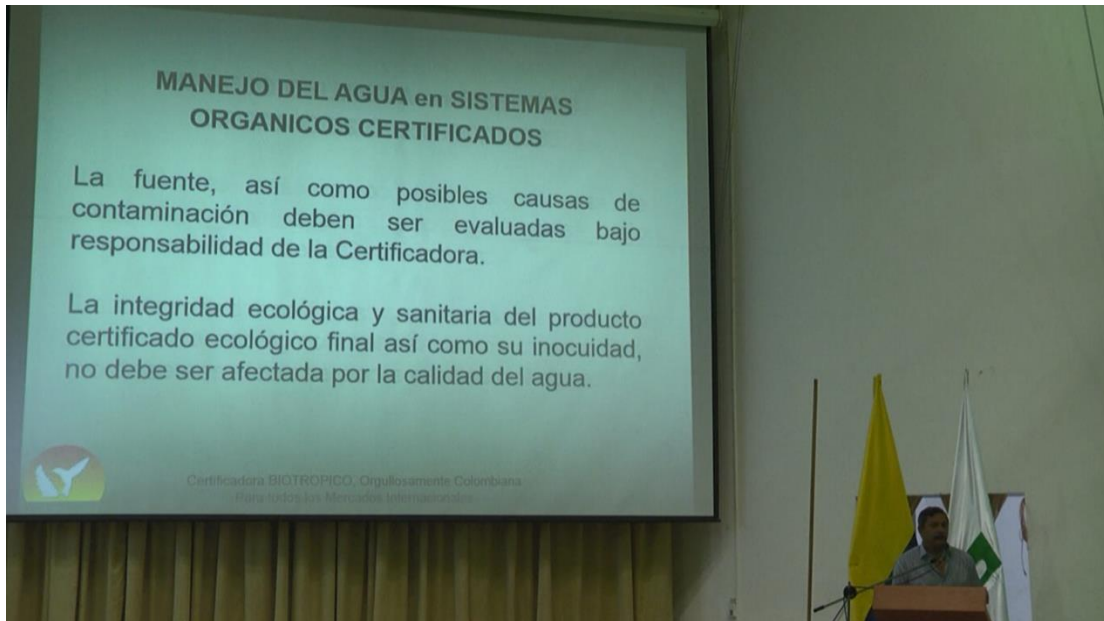


William Alberto Flórez Calas. Especialista en Normas de producción ecológicas vigentes, Protocolo de Certificación Utz Certified good Inside, Buenas Prácticas Agrícolas –GAP, Buenas Practicas Ganaderas –BPG, Buenas Practicas de Manufacturas -BPM, con la ISO 19011, ISO 17065, ISO 17020, ISO 14001, ISO. También Inspector en producción orgánica con Especialización en Gestión de Manejo de Recursos Naturales, Especialización en sistema de Calidad BPM, HACCP e ISO 9000/2000, ISO 19011, Curso ISO/IEC 17065:2012 – Evaluación de la Conformidad – Requisitos para los organismos que realizan la certificación de productos, procesos y servicios. Actualmente Director de certificación de Biotrópico.





PAPEL DEL MANEJO DE AGUA EN LA CERTIFICACIÓN ECOLÓGICA – ORGÁNICA



El objetivo general de esta presentación es el de sugerir que la obtención y utilización de los subproductos de café con valor añadido es la única manera de conseguir sostenibilidad y gran parte de la descontaminación de nacimientos, quebradas y ríos en todas las zonas cafeteras.

La Ecología es la ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos con su ambiente, lo que también incluye el transporte de materia y energía y su transformación por comunidades biológicas (por ejemplo, los efectos de los residuos de café en las fuentes de agua – Nacimientos, quebradas, ríos etc.)

MANEJO DEL AGUA EN SISTEMAS ORGÁNICOS CERTIFICADOS

Para actividades de consumo humano, captación, envasado y riego debe establecerse un plan de conservación del agua y cumplir con la legislación ambiental vigente en materia de uso de agua y manejo de vertimientos (Decreto de protección y conservación de cuencas en Colombia). La fuente, así como posibles causas de contaminación deben ser evaluadas bajo responsabilidad de la Certificadora.



La integridad ecológica y sanitaria del producto final, certificado ecológico, así como su inocuidad no deben ser afectadas por la calidad del agua. Esto implica también posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café en producción ecológica.

Los subproductos del café tienen muchas propiedades medicinales en producción ecológica

La pulpa y el mucilago del café pueden reemplazar hasta un 20% de los concentrados comerciales en la alimentación del ganado lechero, sin efectos perjudiciales con un ahorro del 30%.

Los resultados generales de los estudios de alimentación realizados con cerdos indican que los cereales pueden ser sustituidos por pulpa deshidratada de café, hasta un 16% de la ración total, sin ningún efecto perjudicial con respecto al aumento de peso. En esos experimentos se determinó el aumento diario del peso corporal y se midió la toma diaria de materia seca y la eficiencia de conversión de la alimentación. En los cerdos alimentados con raciones que contenían hasta un 15 % de pulpa de café ensilada con un 5 % de melaza se observó un aumento de peso igual o mayor al de los alimentados con concentrados comerciales.

La inclusión de ensilaje de pulpa de café en el régimen alimenticio de algunos animales de granja podría contribuir a reducir los costos de producción de leche y carne, especialmente en los países en desarrollo.

El biogás procedente del agua residual del café

Otra fuente potencial de producción de biogás es el mucilago y el agua drenada del extracto de la cereza del café. El extracto de la cereza que ha sido recogida y mantenida o que se ha dejado suelta y puesta a secar será un hervidero de microorganismos. La evolución del CO₂ hace posible la producción posterior de un biogás de metano altamente enriquecido que tiene únicamente la mitad del nivel habitual de CO₂ inerte. La mejor manera de usar el biogás que se produce es haciendo funcionar con él un motor para generar electricidad, y todo el calor residual de grado más bajo proveniente de la refrigeración y el escape puede todavía usarse para secar café.

Bebidas alcohólicas y refrescantes

Es muy poco lo que se ha descubierto sobre el uso de la pulpa de la cereza del café para la elaboración de bebidas alcohólicas o refrescantes. En este caso la cafeína no supondría un problema, ya que se añade con frecuencia a



las bebidas refrescantes y hay licores fuertes a base de café (Kahlua en México, Caffè Borghetti en Italia).

De los residuos industriales del café pueden obtenerse, en distintos estados de pureza, los siguientes tipos de sustancias:

- *Pectinas sin refinar*: pueden estar en forma de gel soluble termorreversible o en forma de eslabón en cruz no reversible, que tienen un sabor distinto.
- *Azúcares naturales del fruto del café*: procedentes principalmente del agua del despulpe reciclada. Son en su mayor parte monosacáridos, glucosa, galactosa, ramnosa y arabinosa, con un sabor distinto, que recuerda al de las ciruelas, y podrían comercializarse como una novedad para el conocedor de café más refinado.
- *Compuestos antioxidantes y flavonoides*: estos son principalmente compuestos de antocianina relacionados con el color del fruto, pero también contienen todos los demás polifenólicos, tales como los ácidos clorogénicos y, por supuesto, cafeína. Esas sustancias pueden combinarse de varias maneras para hacer una serie de aditivos de los alimentos que pueden tener interés para la industria del 'alimento saludable'.
- *Pro antocianinas incoloras*: podrían usarse como recurso básico para la fabricación de otros alimentos o quizá para la síntesis más sofisticada de otras sustancias químicas.

Aspectos relativos a la salud

Los subproductos del café tienen muchas propiedades medicinales. Se enumeran a continuación algunas de ellas:

Fibra soluble dietética

La aterosclerosis surge cuando se cargan las arterias con depósitos de colesterol (esto es, lipoproteínas de baja densidad). Las pectinas del café elevan el nivel de las lipoproteínas de alta densidad, que son beneficiosas.



Es bien conocido que las pectinas encierran los ácidos de la bilis y los llevan a través del intestino delgado hasta el intestino grueso o el colon, donde algunos de ellos se convierte en alimento para las bacterias, que a su vez protegen contra el cáncer de colon.

Propiedades de intercambio de cationes

Las pectinas, en forma de oligosacáridos galacturónicos, pueden actuar como resinas de intercambio de iones. Son capaces de formar complejos con calcio puro, hierro y otros iones de carácter divalente en la dieta y llevarlos fuera del cuerpo, reduciendo considerablemente el nivel de esos importantes elementos nutritivos.

Antioxidantes

El mucílago del café, pero en especial la pulpa, no es toda pectina o protopectinas, contiene azúcares eslabonados y sustancias polifenólicas, antocianinas, proantocianinas, y cianuros, bioflavonoides y taninos, además de cafeína y ácidos clorogénicos.

La cafeína está perdiendo la mala imagen que tenía, ésta así como los ácidos clorogénicos son muy buenos antioxidantes.

Fuente de grasa

Una técnica bien establecida consiste en el uso de emulsiones de pectina para reemplazar las emulsiones de grasa para cocinar y en la fabricación de aliños de ensalada y mayonesa.



SESIÓN PÓSTER

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FLOCULACIÓN- SEDIMENTACIÓN MECÁNICA, EN LODOS Y AGUAS PRE-TRATADAS, EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LAS EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA, QUINDÍO-COLOMBIA

Alexandra Osorio Jaramillo* & Andrea Lorena García Hernández

Universidad Quindío, Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología– CIBUQ.

jaramilloalexa3@gmail.com*

Resumen

Se evaluaron las características físico-químicas durante el proceso de floculación-sedimentación mecánica, en lodos y aguas pre-tratadas, en la planta de tratamiento de agua potable de las empresas públicas de Armenia; el muestreo fue tomado en el mes de septiembre con un total de 48 horas en un periodo de altas lluvias teniendo en cuenta el inicio del lavado de la unidad hasta el punto de saturación de lodo; las variables que se analizaron siguiendo la metodología de métodos estándar fueron: pH, Tº, turbiedad, color, aluminio, alcalinidad y SST (sólidos secos suspendidos totales) tanto al agua como el lodo para determinar si habían diferencias o no entre ellas y si estaban relacionadas, para ello se hicieron análisis de Anova para comprobar el p-valor.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el pH, turbiedad, alcalinidad y SST; donde se obtuvo un valor de $p \leq 0,01$ en comparación con la



Tº, aluminio y color, alcanzaron un p-valor mayor que 0.01 por lo tanto estas variables no mostraron diferencias significativas; también se identificó que la temperatura es muy cambiante esto se debe que es una variable climática que está relacionada con la hora ya que esta varía durante el día; en cuanto a la primera toma de datos los SST siempre se obtuvieron altos niveles de saturación sobrepasando los 500 mg/L lo cual está establecido en el Decreto 475/98; se comprobó las diferencias que tienen algunas variables y otras no y su punto máximo de saturación donde la planta deja de ser eficiente en el proceso de floculación-sedimentación mecánica y se observa que unas afectan más a la planta en comparación con otras variables.

Por lo tanto es importante monitorear el agua y el lodo, ya que el agua es la fuente principal para todos los seres vivos y es indispensable hacer uso de ella, debido a esto es necesario tener una fuente de abastecimiento de agua para que esté en las mejores condiciones posibles y se garantice que no haya algún contaminante que cambie las propiedades de este recurso, por lo que existen hoy en día las plantas de tratamiento o plantas de potabilización, las cuales tienen como finalidad darle un uso óptimo para el consumo humano. También se proponen algunas alternativas para darles una función como recuperadores o mejoradores de las propiedades de suelos.



EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE TiO_2/Ag SOBRE PLANTAS DE ESPINACA

Zuluaga Acosta Jakeline & Gordillo Delgado Fernando

Universidad del Quindío, Laboratorio de Fotoacústica, Grupo de Investigación en Ciencia aplicada para el Desarrollo de la Ecorregión- GICADE, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias.

jzuluagaa@uqvirtual.edu.co

Resumen

Se evaluó el efecto de la aplicación de nanopartículas (Nps) de TiO_2 con incorporación de plata (TiO_2/Ag) suspendidas en agua, sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de espinaca. El contenido de TiO_2/Ag se obtuvo con el método hidrotermal y se sinterizó a 300, 400, 500 y 600 °C durante tres horas. Las muestras se analizaron con difracción de rayos X (DRX), con espectroscopia fotoacústica UV-Vis y con SEM. El tamaño de partícula estimado con los difractogramas fue de 7, 8, 10 y 26 nm, respectivamente para cada temperatura de sinterización. En los espectros fotoacústicos se marcó una banda centrada en 350 nm correspondiente a TiO_2 y una entre 400 y 450 nm, reportada para la plata, de igual manera con los resultados del SEM se constató la presencia de plata y de TiO_2 en el compuesto. Las muestras se suspendieron en agua destilada a cuatro concentraciones: 0.25, 2, 4 y 6 % y se sometieron a ultrasonido. Las semillas de espinaca se sumergieron en cada suspensión por tres días con periodos alternos a exposición lumínica natural de dos horas; después de este proceso de inoculación, las plántulas se cultivaron bajo condiciones de invernadero en un sustrato hidropónico esterilizado para garantizar el control en la disposición de nutrientes. El monitoreo se hizo diariamente durante quince días y se registró altura de la planta, número de hojas emitidas, largo y ancho de las hojas. Se observó un efecto estimulante en el crecimiento y el desarrollo de plantas de espinaca inoculadas con TiO_2/Ag que depende del tamaño de partícula y de la concentración, en comparación con las plantas control, lo anterior soportado con P-valores significativos. Esto puede deberse a que el TiO_2 es un material



fotocatalítico con probabilidades de promover el crecimiento de plantas y semillas, posiblemente debido a la estimulación en la actividad de ciertas enzimas, mejorando el contenido de clorofila y la fotosíntesis fortaleciendo así la tolerancia al estrés y mejorando el rendimiento y calidad de los cultivos.

RECUBRIMIENTOS DE TiO_2 CON INCORPORACIÓN DE IONES DE S A TRAVÉS DE OXIDACIÓN ELECTROLÍTICA CON PLASMA PARA LA REDUCCIÓN DE Cr(VI) CON LUZ SOLAR

S N Moya-Betancourt, A Y Parra-López, F Gordillo-Delgado

Universidad del Quindío, Laboratorio de Fotoacústica, Grupo de Investigación en Ciencia aplicada para el Desarrollo de la Ecorregión- GICADE, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias.

fotoacustica@uniquindio.edu.co

Resumen

La oxidación electrolítica con plasma (OEP) es una técnica utilizada en la formación de revestimientos cerámicos sobre metales de titanio, aluminio, magnesio y las aleaciones de estos. Asimismo, permite la incorporación de iones presentes en solución. En este trabajo se utilizaron sustratos de Ti ASME SB-265 con dimensiones de 20 x 20 x 1 mm en una solución acuosa que contenía H_2SO_4 0,1 M y variando la concentración de $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ 0.052 M y 0.079 M. Los recubrimientos se fabricaron usando un voltaje constante de 340 V durante 10 minutos, con una frecuencia de 2000 Hz y variaciones del ciclo útil de 10 y 30%. De acuerdo con los difractogramas de rayos X de las muestras obtenidas, se obtuvo revestimientos de dióxido de titanio en fase anatasa y rutilo. El cambio de la morfología y composición de la superficie puede aumentar la relación superficie/volumen, lo cual aumenta la actividad fotocatalítica del TiO_2 en luz solar, para ser aplicado como método para el tratamiento de aguas residuales.



CARACTERIZACIÓN DE UN FOTOCATALIZADOR PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ

Cristian Camilo Soto Barrera¹; Fernando Gordillo Delgado¹

Universidad del Quindío, Laboratorio de Fotoacústica, Grupo de Investigación en Ciencia aplicada para el Desarrollo de la Ecorregión-GICADE, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias.

ccsotob2@uqvirtual.edu.co.

Resumen

Dentro de la problemática regional en el tema de procesos que generen contaminación a las afluentes en el departamento del Quindío se encuentra el beneficio húmedo del café, un proceso mediante el cual se realiza el fermentado y posterior desmuciliginado del grano, cuya actividad económica aún es de relevancia económica para el departamento. En el actual estudio se denotan algunas de las pruebas de caracterización que se le hicieron a un fotocatalizador fabricado por medio del proceso Sol-Gel, utilizando como sustrato de soporte una lámina de acero inoxidable, que será usado para la descontaminación de las aguas residuales provenientes del beneficio húmedo del café. El proceso de degradación fotocatalítica del material orgánico se hizo por medio del proceso foto-Fenton con esta lámina recubierta. Se efectuaron mediciones de difracción de rayos X para determinar el grado de cristalización del material depositado en la superficie de la placa y se usó la técnica de espectrometría fotoacústica para observar la absorción correspondiente al compuesto Fe_2O_3 . El espectro obtenido define la energía mínima para activar el proceso foto-Fenton.