



*Tendencias en el tratamiento  
Integral de Aguas Residuales*

# Congreso Internacional Ambiental Manizales

*“Tendencias en el tratamiento integral de  
aguas residuales”*

**Manizales, septiembre 18 - 21 de 2017**



Instituto de Estudios Ambientales IDEA  
Sede Manizales



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA



Universidad  
Católica  
de Manizales



Tratamiento de aguas mieles derivadas del beneficio húmedo del café a través de Fitorremedación con pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), en la provincia Guanentá de Santander

Diever Chalddar Daza Hernández  
Centro Agroturístico  
Regional Santander  
2017



# Organización Territorial de Santander

## Organización Territorial de las provincias Comunera y de Guanentá

Aratoca • Barichara • Cabrera • Coromoro •  
Curití • Charalá • Encino • Jordán • Mogotes •  
Ocamonte • Onzaga, Páramo • Pinchote • San  
Joaquín • San Gil • Valle de San José •  
Villanueva

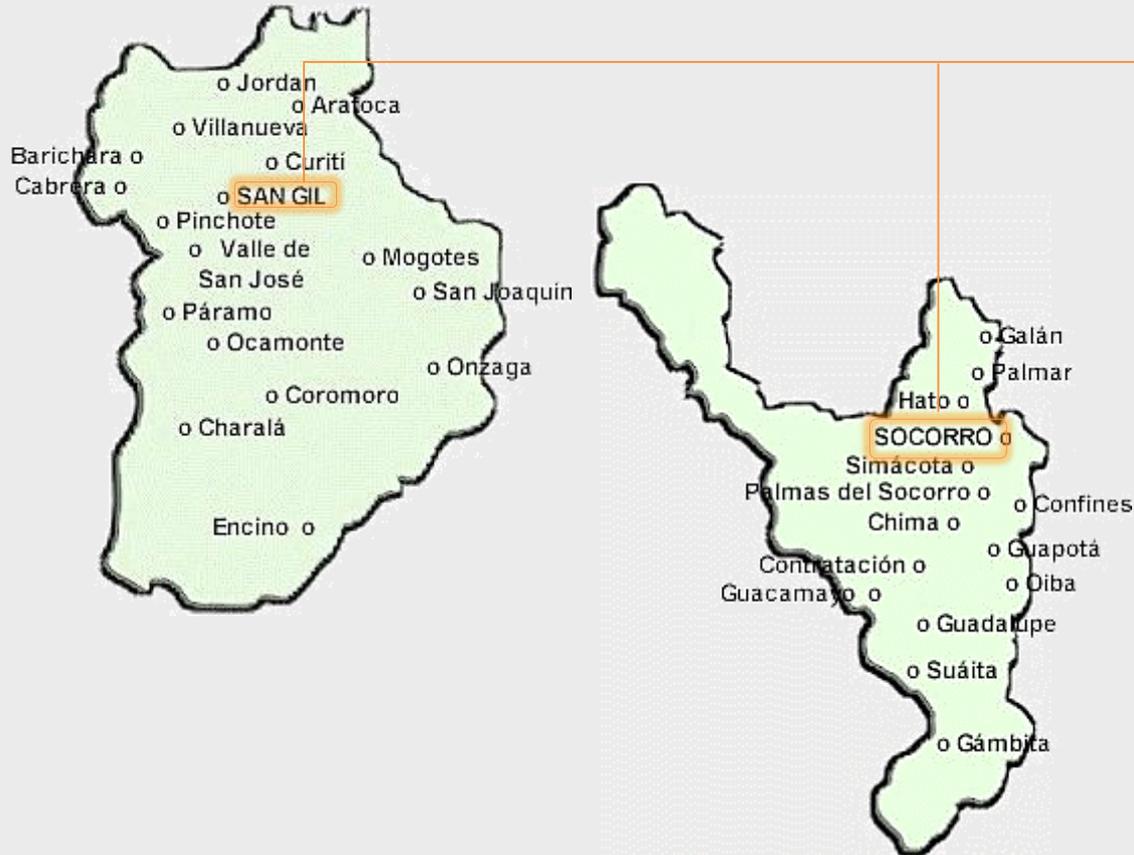
17

Chima • Confines • Contratación • El  
Guacamayo • Galán • Gámbita • Guadalupe •  
Guapotá • Hato, Oiba • Palmar • Palmas del  
Socorro • Santa Helena del Opón • Simacota •  
El Socorro • Suaita.

16



# Organización Territorial de las provincias Comunera y de Guanentá



Ríos representativos: Suárez y Fonce y tiene una temperatura promedio de 20 °C.

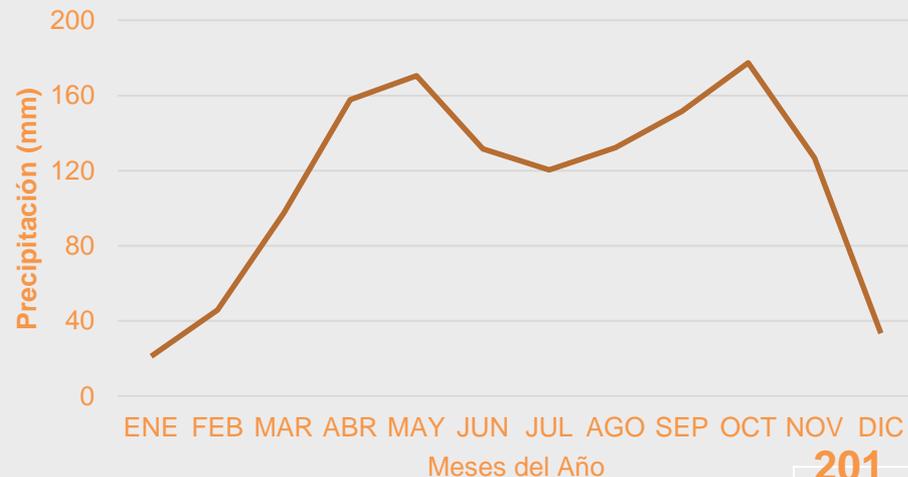
Actividad económica: Agricultura, en cultivos de Maíz, Frijol, Yuca, Ají, Arracacha, Algodón, **Fique** y Café; la Artesanía sobresale por sus trabajos en Algodón, mármol, Cerámica y fique.

# Comportamiento de la precipitación media anual (mm)

Municipio	msnm	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Curití	1600	7	14	32	101	109	120	112	101	94	75	57	3
San Gil	1600	14	21	46	110	141	120	122	116	129	136	72	10
Charalá	1560	47	90	159	252	254	170	133	156	180	256	193	65
Charalá	1450	85	102	215	249	263	153	129	172	213	272	226	131
Hato	1400	29	59	118	204	188	113	100	129	182	224	176	62
Socorro	1499	4	27	70	141	140	101	95	95	125	152	107	24
Socorro	1731	9	37	100	132	133	121	122	121	141	155	106	14
Socorro	1672	4	42	87	137	148	114	105	117	137	161	124	20
Palmas	1450	32	55	103	147	183	149	125	158	176	211	141	27
Valle	1330	5	44	97	156	178	149	135	151	142	170	130	20
Páramo	1550	1	32	72	142	171	156	146	152	163	167	104	14
Pinchote	1700	16	26	71	122	139	112	121	119	137	149	85	11

Seco
  Húmedo
  Muy Húmedo

## Comportamiento de la precipitación media anual (mm)



2014

# Estadística de la Caficultura en nuestro País



En Colombia más del 50% del territorio nacional está cultivado con café, “plantaciones en 16 departamentos ”. (**Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010**)

La economía de 563.000 familias gira en torno al café. (**Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010**) .

En Colombia solamente el 51% de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales instalados funcionan de manera aceptable (**Minambiente, 2010**).

# Estadística de la Caficultura en nuestro País



## **Acuerdo para la Prosperidad Cafetera 2010-2015:**

Entre Presidente de la República y el Gerente de la Federación. **Renovación más de 510.000 hectáreas de café y nuevas siembras (65.000 hectáreas), permitió que en 2015 la producción de más de 14 millones de sacos de café verde.**

**Agro exportación :** Café, flores, banano, azúcar, cacao, aceite de palma, carne bovina, hortalizas, piña, uchuva, panela, mango, limón Tahití, Gulupa, granadilla, aguacate Hass , trucha y tilapia.

# Estadística de la Caficultura en Santander



Cuenta con 71 de 87 municipios, dedicados a la producción del grano.

Área del departamento se caracteriza por ser **en un 99% tecnificada** (86% joven y **13% de cultivos envejecidos**) y un 1% ser cultivada de manera tradicional.

En 2014, se registraron 50 mil hectáreas sembradas en 37 mil fincas pertenecientes a 31.542 caficultores que representan el 6% del país.

Fuente: Informe de Comités Departamentales 2014



Y ahora qué...



# Aspectos a mejorar en Santander



# Aspectos a mejorar en Santander



# Aspectos a mejorar en Santander



# Aspectos a mejorar en Santander



# Tratamiento inadecuado de aguas mieles derivadas del beneficio húmedo del café ( Coffea arabica)

Contaminación de cuerpos de agua y suelos

Destrucción de flora y Fauna.

Incumplimiento a la resolución 0631 de 2015.

No aprovechamiento de los residuos



Contaminación (agua\_suelo) por vertimiento de aguas mieles, derivadas del beneficio húmedo del café sin tratamiento adecuado.

Desconocimiento del Proceso técnico de tratamiento de aguas.

Disposición final a suelos y fuentes hídricas

Inexistencia de flujo de procesos de disposición de (Aguas Mieles).

Instalaciones y equipos inadecuados para el desarrollo de la labor.

# Referentes teóricos.

El mucilago esta compuesto por cenizas, lípidos, proteínas, azúcares totales, azúcares reductores, fibra, alcohol y sustancias pépticas, contiene principalmente levaduras de los géneros Saccharomyces Torulopsis, Candida y Rhodotorula, así como bacterias lácticas Lactobacillus y Streptococcus, y otras bacterias y hongos. (Puerta y Ríos, 2011, p,24).

Las mieles del café fermentado provenientes de 2 kilogramos de café cereza producen una contaminación equivalente a los residuos orgánicos de una persona día (Avance Técnico 187, Zuluaga y Zambrano 1993).

Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015. límites máx. permisibles de vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficial, Café: DBO5: 400 mg/L DQO: 650 – 3000 mg/L.

# Referentes teóricos.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en el beneficio del café

Tabla 2. Beneficio de café, límites máximos permisibles de emisiones					
Parámetro			Unidades	Sistema ecológico	Sistema tradicional
pH			pH	5-9	5-9
Demanda	Química	de	mg/L O <sub>2</sub>	3000	650
Oxígeno					
Demanda	Biológica	de	mg/L O <sub>2</sub>	No reporta	400
Oxígeno					
Sólidos	suspendidos		mg/L	800	400
totales					
Sólidos sedimentables			mg/L	10	10
Grasas y Aceites			mg/L	30	10

Fuente: Minambiente. (2015). Resolución 0631 por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua.

# Fitorremediación

## Fitorremediación

- Ventajas
- Limitaciones

Tipos de plantas más utilizadas  
Tipos de fitorremediación

- Fitoextracción
- Rizofiltración
- Fitotransformación
- Fitodegradación de compuestos orgánicos
- Fitoestimulación
- Fitoestabilización

“Conjunto de métodos para degradar, asimilar, metabolizar o detoxificar metales pesados y compuestos orgánicos por medio de la utilización de plantas.”

“Es el empleo de vegetación para el tratamiento in situ de suelos, sedimentos y aguas contaminadas.”

Se basa en los procesos que ocurren naturalmente por los cuales las plantas y los microorganismos rizosféricos degradan y capturan contaminantes orgánicos e inorgánicos

# Fitorremediación



**EL pasto Vetiver** es una gramínea que ha generado mucho interés a nivel mundial como una especie de uso tradicional para la conservación de los suelos y agua.

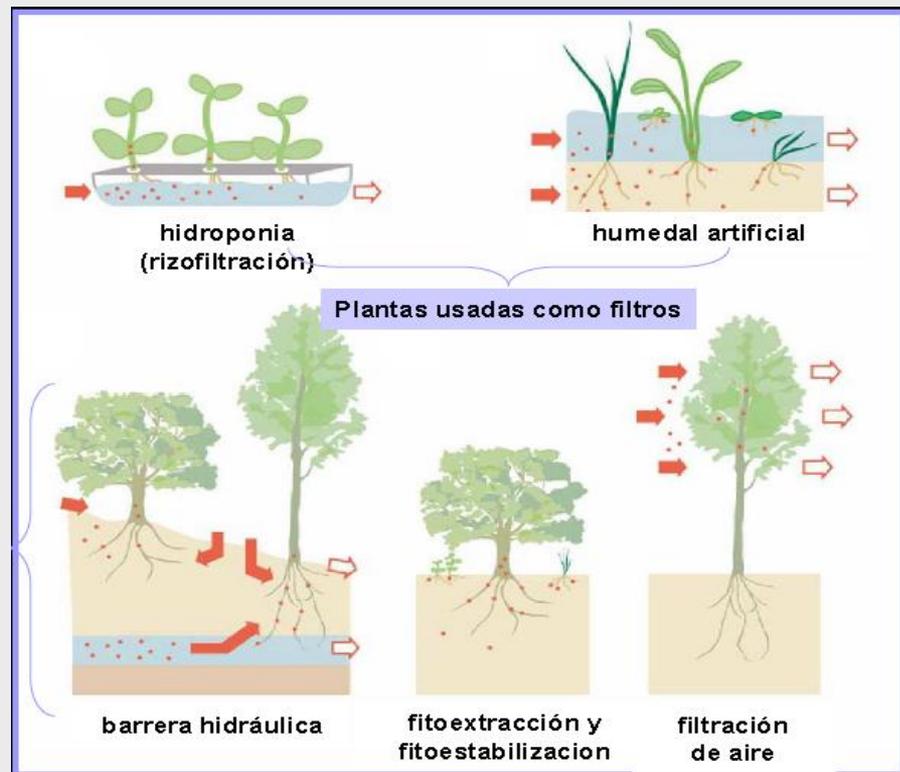
Tratamiento de aguas mieles derivadas del beneficio húmedo del café a través de Fitorremediación con pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), en la provincia Guanentá de Santander



# Fitorremediación

## Fitorremediación

Plantas usadas como barrera hidráulica para prevenir la contaminación de napas y la dispersión horizontal de plumas.



Adaptado de: Pilon-Smits, Annual Review in Plant Biology, 2005.

# Objetivos.

## Objetivos general

Evaluar el desempeño del pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), como estrategia de fitorremedación, en el tratamiento de aguas mieles derivadas del beneficio húmedo del café en una finca cafetera del, Municipio de San Gil Santander.

## Objetivos específicos

- Estimar la adaptabilidad del pasto a las condiciones ambientales del sector.
- Realizar el diagrama de procesos para el manejo de las aguas mieles, a través de fitorremedación.
- Evaluar la influencia del pasto Vetiver en las variables fisicoquímicas pH, DQO, DBO5, turbidez de las aguas mieles

# Fases de la investigación



**Fase 1:** Revisión bibliográfica.

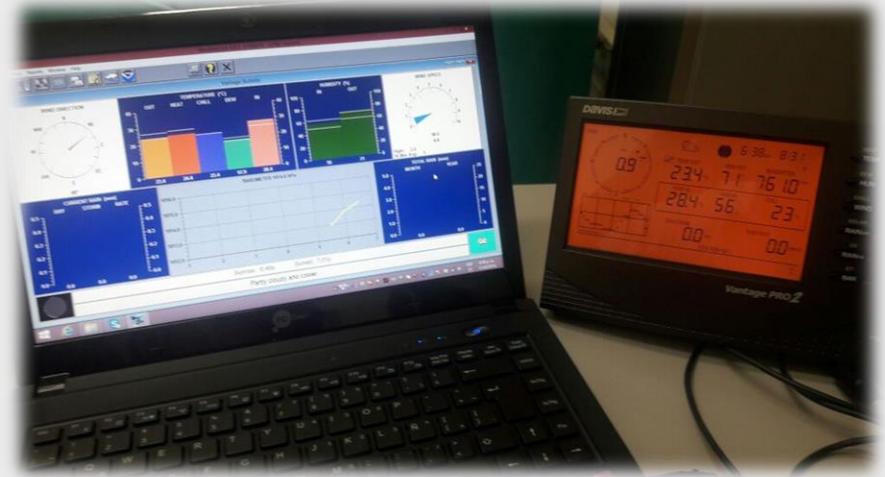


**Fase 2 :** Medición de variables del sitio.

# Fases de la investigación



**Fase 3** Instalación de estación meteorológica para la medición de variables climáticas.



Dispositivos de control y recepción de datos de la estación meteorológica..

# Fases de la investigación



**Fase 3:** Siembra del pasto  
Vetiver

Reproducción  
Asexual

Generación de  
abundantes macollos

Abundante área  
foliar y densa

Abundante masa  
radicular y extensa.

# Fases de la investigación



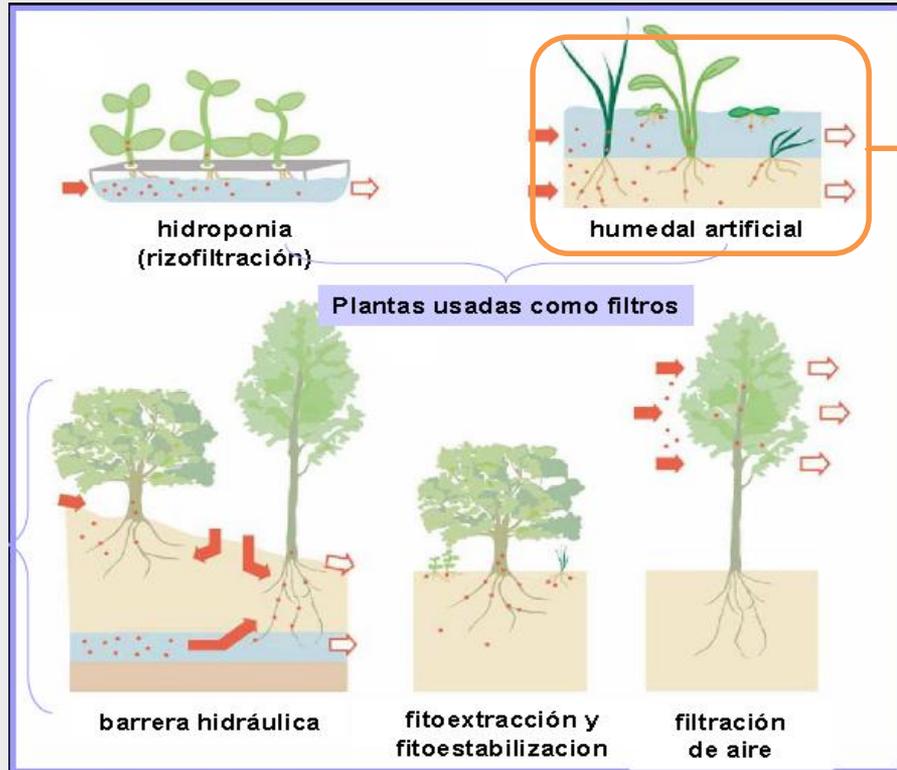
**Fase 4: Evaluación del crecimiento y reproducción pasto.**

# Fases de la investigación

Tabla 2. Arreglo establecido para el estudio del tratamiento de las aguas mieles derivadas del beneficio húmedo del café, con pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*).

Factores	TRATAMIENTOS - NIVEL				
	A	B	C	Comparativo Pasto	Comparativo Agua
<b>Concentración (Agua miel)</b>	100	75	50	0	100
	100	75	50	0	100
	100	75	50	0	100
<b>N° de plantas (vetiver)</b>	4	4	4	4	0
	4	4	4	4	0
	4	4	4	4	0

# Fases de la investigación



**Fase V:** Diseño del diagrama para el manejo de las aguas mieles.

- 1)- Recolección y almacenamiento de las aguas mieles a tratar.
- 2)- Siembra del pasto en el medio hidropónico
- 3)- Toma de muestras del agua en tratamiento para el análisis fisicoquímico
- 4)- Adaptabilidad del pasto al medio hidropónico, estimación de su crecimiento y reproducción.
- 5)- Disposición final de las aguas tratadas.



# Fases de la investigación



Fase VII Socialización del proyecto con aprendices

# Resultados Esperados

## **Económicos:**

- El tratamiento de aguas mieles comparado con otros sistemas (sistema modular de tratamiento de aguas residuales) disminuya en costos hasta del 20%

## **Sociales:**

- La alternativa sea eficiente, duradera y económica al alcance de los pequeños productores de las provincias Comuneras y de Guanentá.
- Se pretende sensibilizar a la población en el marco de una agricultura limpia, para que se formen redes de conservación de los recursos naturales.

## **Ambientales:**

- La carga contaminante de las aguas mieles del beneficio húmedo del café se espera se reduzca gracias a la acción fitorremediadora del pasto Vetiver.
- De acuerdo a la resolución 0631 de 17 de marzo del 2015, quien dice” por la cual se establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales”, Café: DQO: 650 - 3000 mg/l DBO5: 400 mg/l, se logre dejar la carga orgánica en niveles cercanos de acuerdo a la norma

# CONCLUSIONES

La fitorremediación es una tecnología aplicable y eficiente para la restauración ambiental, el tratamiento por fitorremediación con pasto Vetiver resulta más económico, sostenible y compatible con el medio, puede utilizarse de manera alternativa o complementaria a otras tecnologías

Las perspectivas de desarrollo son prometedoras porque este método se considera será el sistema alternativo, eficiente, duradero y económico para el tratamiento de aguas, generadas del beneficio húmedo de café, mitigando la emisión de contaminantes y reduciendo el impacto ambiental.

# BIBLIOGRAFIA

Puerta, G., Ríos, S., (2011). Composición química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Cenicafé* 62 (2): 23-40.

Minambiente., (2015). Resolución 0631 por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público, 1-30

Greenland J. (1987). *Vetiver la barrera contra la erosión*. Banco Mundial, Fundación Empresa Polar, Fundación Chaipattan, Total Venezuela, Red Latinoamérica de vetiver Maracay. 87 pp. Edición Polar.

Álvarez, J., Hugh S., Cuba N. & Loza-Murguía M. (2011). Evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales del prebeneficiado de café (*Coffea arabica*) implementado en la comunidad Carmen Pampa provincia Nor Yungas del Departamento de La Paz. *Journal of the Selva Andina. Research Society*, 2 (1), 34-42.

Centro Nacional de Investigaciones de Café [CENICAFE]. (2011). Construyendo el modelo para la gestión integrada del recurso hídrico en la caficultura colombiana. Recuperado de [http://www.cenicafe.org/es/documents/PROPUESTA\\_\\_P\\_A\\_CENICAFE\\_ABRIL13.pdf](http://www.cenicafe.org/es/documents/PROPUESTA__P_A_CENICAFE_ABRIL13.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MINAMBIENTE- (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Recuperado

Y ahora  
qué...

**Gracias**

