

Universidad Tecnológica de Panama
Facultad de Ingeniería Civil

USO DE LA MAZORCA DE MAIZ
COMO SUSTRATO SOLIDO
ORGANICO PARA LA REMOCION
DE NITRATO EN EL AGUA

Erick N. Vallester E.



Salon Diplomatico
15 de Octubre de 2015

**INGENIERÍAS SOSTENIBLES PARA TODOS:
POR UN PANAMÁ CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.**
IN MEMORIAM: ING. PEDRO VÁSQUEZ MCKAY

**XV CONGRESO
CIEMI-SPIA
2015**



**LOGÍSTICA Y
TRANSPORTE**



SEGURIDAD



AMBIENTE



ENERGÍA



BIOMÉDICA



MECATRÓNICA

**14-16
DE OCTUBRE
HOTEL CONTINENTAL**

@demi_spia

www.facebook.com/ciemipma

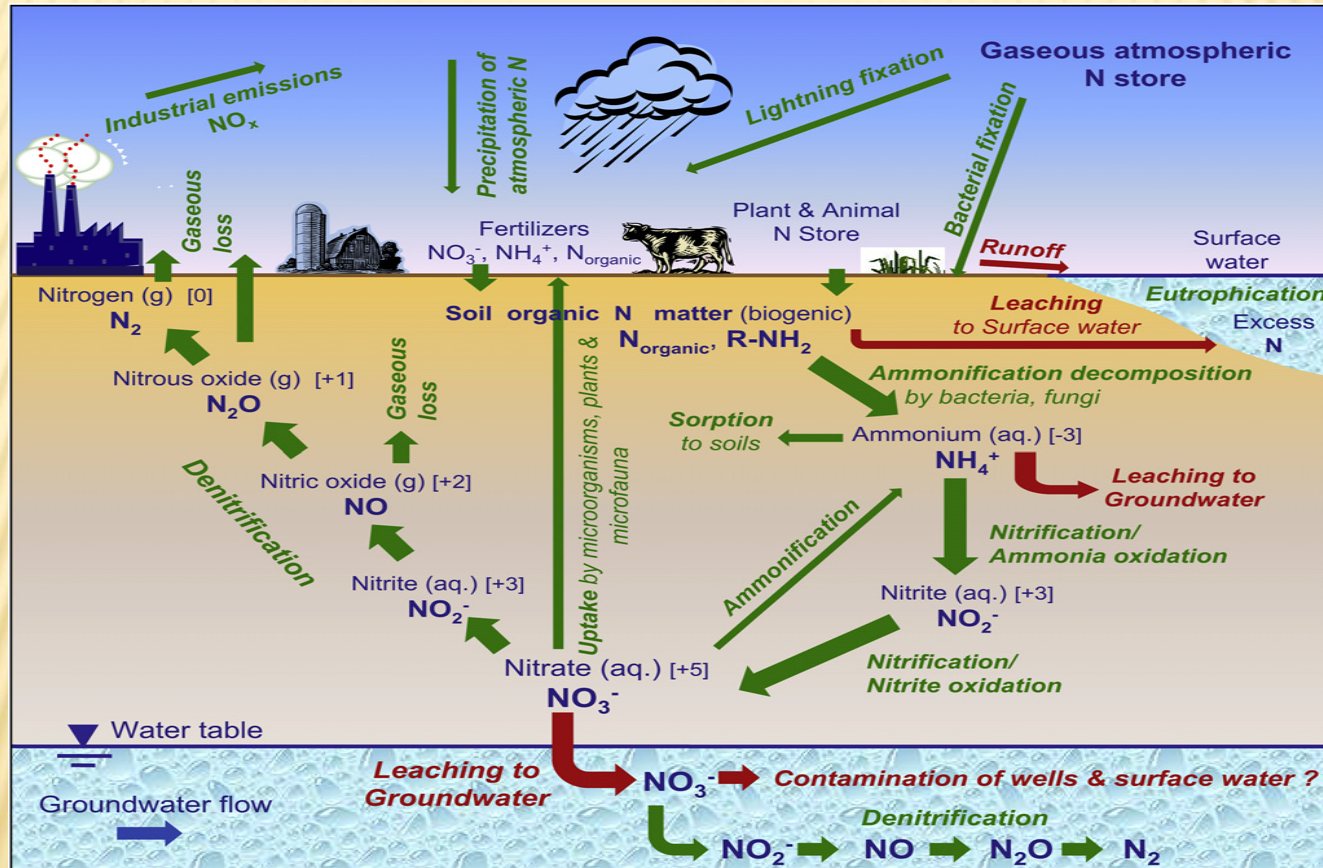


AVE. MANUEL ESPINOSA BATISTA, ATENEO DE CIENCIAS Y ARTES - TELS: 391-1997 / 391-2266 - EMAIL: CONGRESOCIEMI2015@GMAIL.COM - WWW.CIEMI-SPIAPANAMA.ORG

NITROGENO

- ✘ El uso cada vez creciente de los fertilizantes en las zonas agrícolas y la descarga de aguas residuales de sistemas de tanques sépticos, efluente de tratamiento de aguas residuales, desechos animales, industriales y de procesamiento de alimentos en los ríos y las aguas subterráneas podemos llegar a exceder los niveles de Nitrato.

LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS SON LA PRINCIPAL FUENTE DE CONTAMINACIÓN DE NITRATO DE LOS CUERPOS DE AGUA



Rivett et al.,
2008

El nitrógeno es uno de los principales nutrientes relacionados con las descargas de aguas residuales.

Altas concentraciones de nitrato tiene efectos nocivos a la salud

- ✘ La ingesta de nitrato se ha asociado con cáncer gástrico (OMS, 2011)

Concentraciones		Referencia
mg NO ₃ ⁻ /L	mg NO ₂ ⁻ /L	
50	3	(OMS 2008)
44,43	3,28	EPA
50	3	Norma Panameña de Calidad de Agua Potable

1mg NO₃⁻/Litro = 0.226 mgNO₃⁻-N/Litro

1mg NO₂⁻/Litro = 0.304 mgNO₂⁻-N/Litro

El nitrato ingerido es reducido a nitrito, el cual tiene el efecto biológico de oxidar la hemoglobina (Fe⁺² a Fe⁺³) a metahemoglobinemia, anulando la capacidad de entregar oxígeno (Chambon, 1998) que afecta principalmente a infantes menores de 6 meses. (OMS, 2011) .

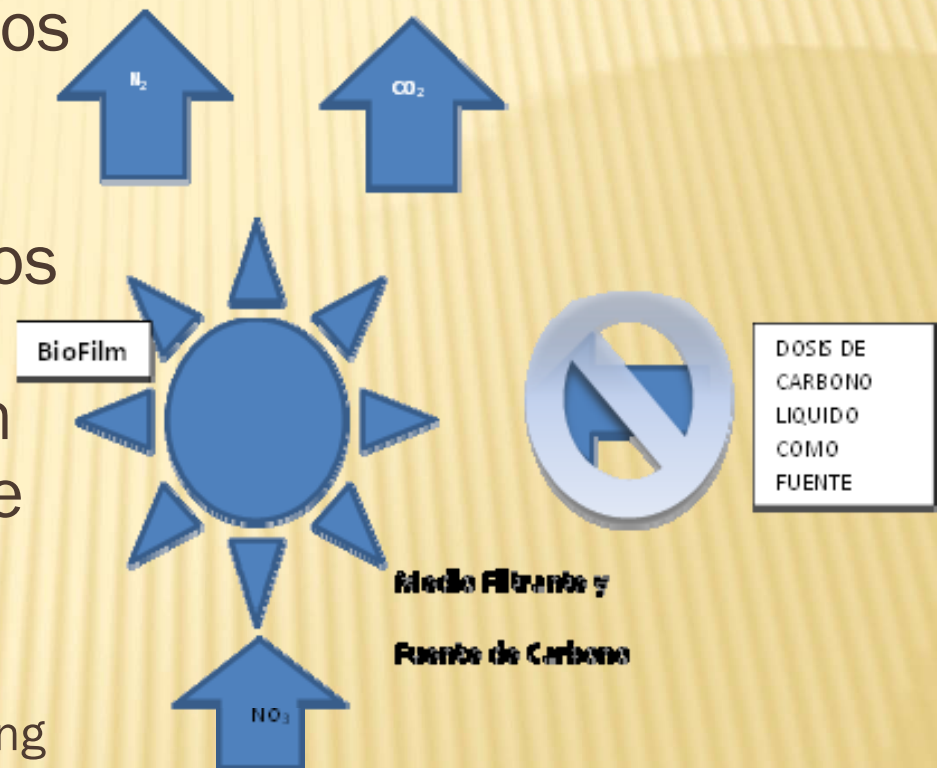
PROCESOS DE DENITRIFICACIÓN

- ✘ Las técnicas tradicionales utilizadas en los procesos de denitrificación incluyen agregar una fuente de carbono orgánico tal como metano, etanol o ácido acético.

Sistemas
• Osmosis inversa
• Intercambio iónico
• Desnitrificación biológica

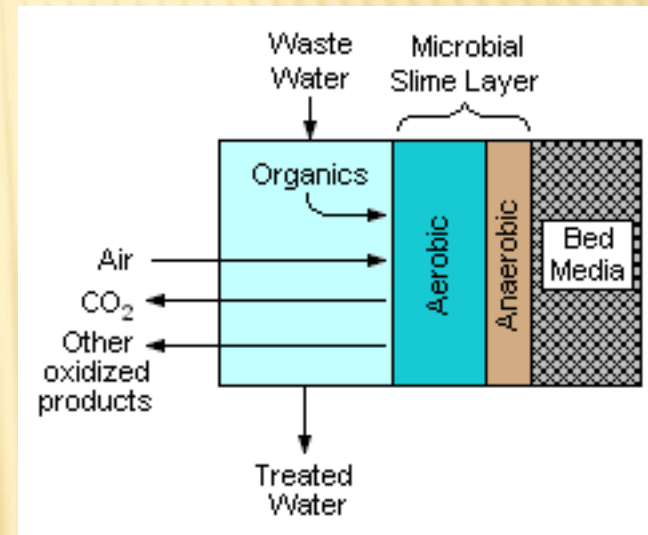
NUEVOS SUSTRATOS ORGÁNICOS SE HAN ESTUDIADO COMO ALTERNATIVAS ECONÓMICAS

- ✘ Sin embargo, en los últimos años se han realizado investigaciones con Sustratos Sólidos Orgánicos Naturales (SSON), para usarlo en la denitrificación como fuente alternativa de carbono orgánico, obteniéndose buenos resultados (Fan et al., 2012; Wang & Wang, 2013; Zhang, et al., 2012; Deago, 2014)

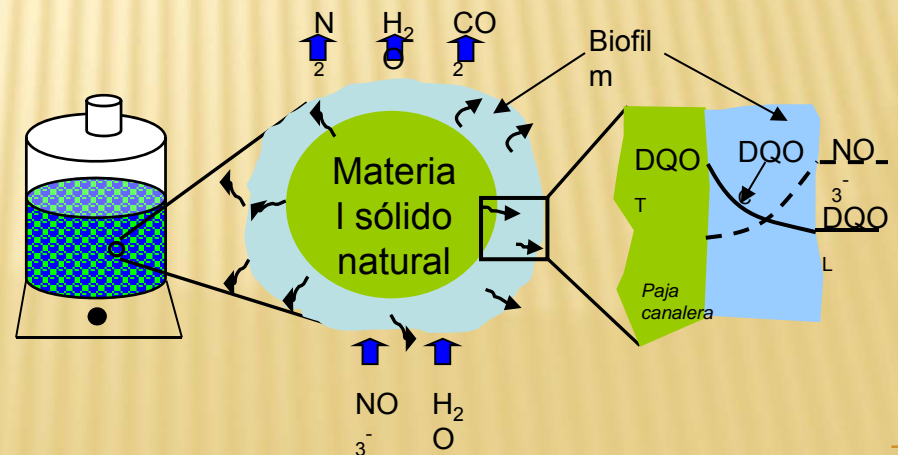


SUSTRATO SOLIDO ORGANICO NATURAL

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, originario, orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje de la microflora bacteriana denitrificantes



desempeñando, por tanto, un papel de soporte. El sustrato donador de electrones como fuente alternativa de carbono orgánico, que remplaza el uso del metano o ácido acético.



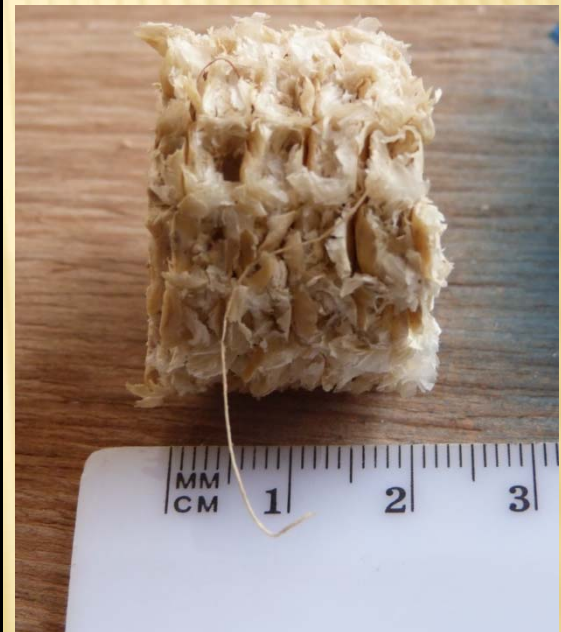
SUSTRATOS SÓLIDOS ORGÁNICOS NATURALES (SSON)

Sustrato	Referencias
Mazorca de maíz, madera dura, paja de trigo, madera suave	(Cameron & Schipper, 2012)
Aserrín, paja de trigo y plástico Biodegradable	(Zhang et al., 2012)
Desechos de mazorca de maíz	(Li et al., 2012)
Desecho de mazorca de maíz, madera dura, paja de trigo, madera suave y desechos de jardinería	(Cameron & Schipper, 2010)
Estilla de madera, aserrín	(Schipper et al., 2010)
Mazorca de maíz	(Xu et al., 2009)
Cascarilla de arroz	(Shao et al., 2009)
<i>Saccharum spontaneum</i> L. y <i>Typha angustifolia</i> L.	Deago, 2014)

MAZORCA DE MAÍZ

SUPERFICIE SEMBRADA Y COSECHA DE MAÍZ EN LA REPÚBLICA, POR PERÍODO DE SIEMBRA, SEGÚN TIPO DE FINCA: AÑO AGRÍCOLA 2013/14

Provincia, comarca indígena y tipo de finca	Maíz					
	Superficie sembrada (hectáreas)			Cosecha (quintales en grano seco)		
	Total	Primera siembra	Segunda siembra	Total	Primera siembra	Segunda siembra
TOTAL.....	61,790	21,870	39,920	2,902,500	418,800	2,483,700
Fincas pequeñas	39,890	20,470	19,420	817,100	359,900	457,200
Fincas grandes...	21,900	1,400	20,500	2,085,400	58,900	2,026,500



Si se produce 2,902,500 quintales en grano seco y que una mazorca tiene aproximadamente 572 granos y que estos pesan 91.52 g (0.16 g pesa cada grano de maíz aproximadamente), podemos calcular cuánto desecho de tusa de maíz se produce, que es igual a 317,144 tusas de maíz para el año agrícola 2013/14; esto solo tomando en cuenta la producción nacional.

DENITRIFICACION BIOLÓGICA MEDIANTE EL USO DE DESECHOS ORGÁNICOS AGRÍCOLAS COMO MEDIO DE SOPORTE Y FUENTE DE CARBONO

- ✘ Cuantificar las propiedades de la Tusa de mazorca de Maíz como donante de electrones y fuente de carbono orgánico para la denitrificación, bajo diferentes condiciones de operación (Caudal, Tiempo de Retención, Concentración del Influyente).



ESQUEMA GENERAL DE INVESTIGACION

Nombre Común: Mazorca de Maíz
Reino: Plantae.
Orden: Poales
Genero: Zea
Especie: Zea mays



Sitio de colecta: Guarare, Los Santos
Período de colecta: Verano

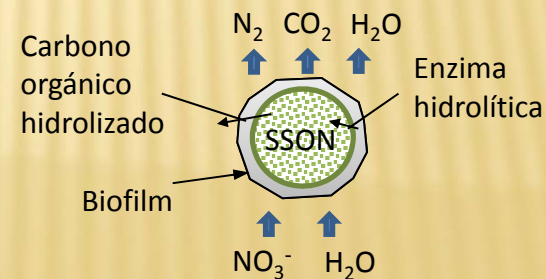
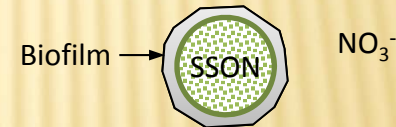
REACTOR

Los primeros resultados muestran características de diámetro de las mazorcas de 2.632 ± 0.1411 cm, densidad de los elementos de 330 kg m^{-3} , se requirieron 425 elementos por cada reactor de 2cm de tamaño con un superficie específica de $2.52 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$. El Volumen del Reactor es de 8 L, 100 mm de diámetro por 1100 mm de alto y el caudal que atraviesa el sistema es de 0.05 L/min



ESQUEMA CONCEPTUAL DE LIBERACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO DESDE SSON

1. Saturación del SSON con agua
2. Lixiviación por autólisis
3. Uso de carbono solubilizado por bacterias en suspensión
4. Colonización del SSON- crecimiento de biofilm
5. Liberación de carbono por hidrólisis enzimática
6. Desnitrificación usando el carbono orgánico hidrolizado



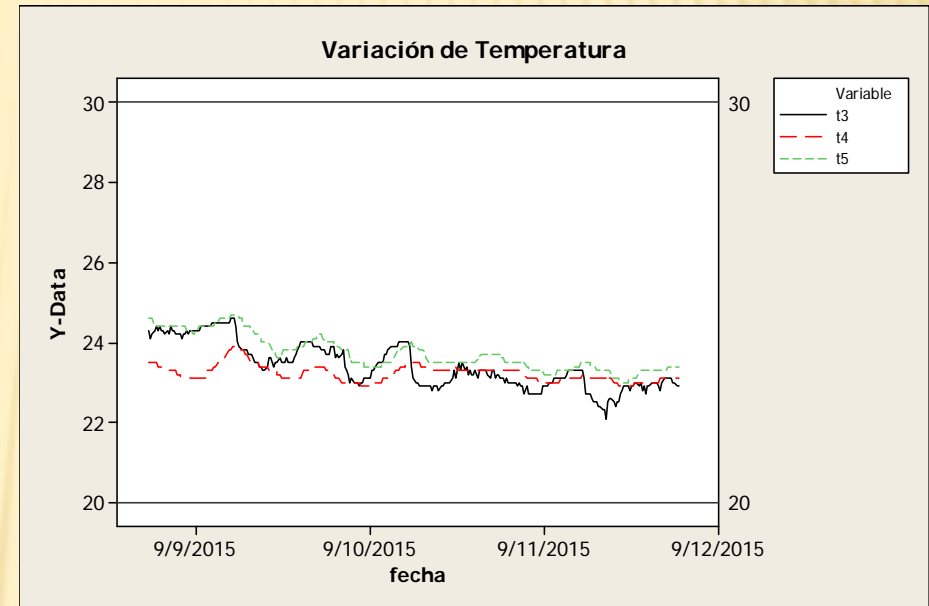
QUE AFECTA EL PROCESO DE DENITRIFICACION

- × pH
- × El pH óptimo para la desnitrificación se encuentra entre 7 y 8. A valores de pH debajo de 6, se inhibe la enzima óxido nitroso reductasa y se acumula óxido nitroso.
- × Oxígeno
- × La principal razón de la sensibilidad de la denitrificación a la presencia de oxígeno es la competición por electrones, el oxígeno siendo un aceptor de electrones termodinámicamente más favorable que el nitrato.



TEMPERATURA

- ✘ De acuerdo con la literatura, los microorganismos denitrificantes presentan actividad entre 5 y 75 °C.



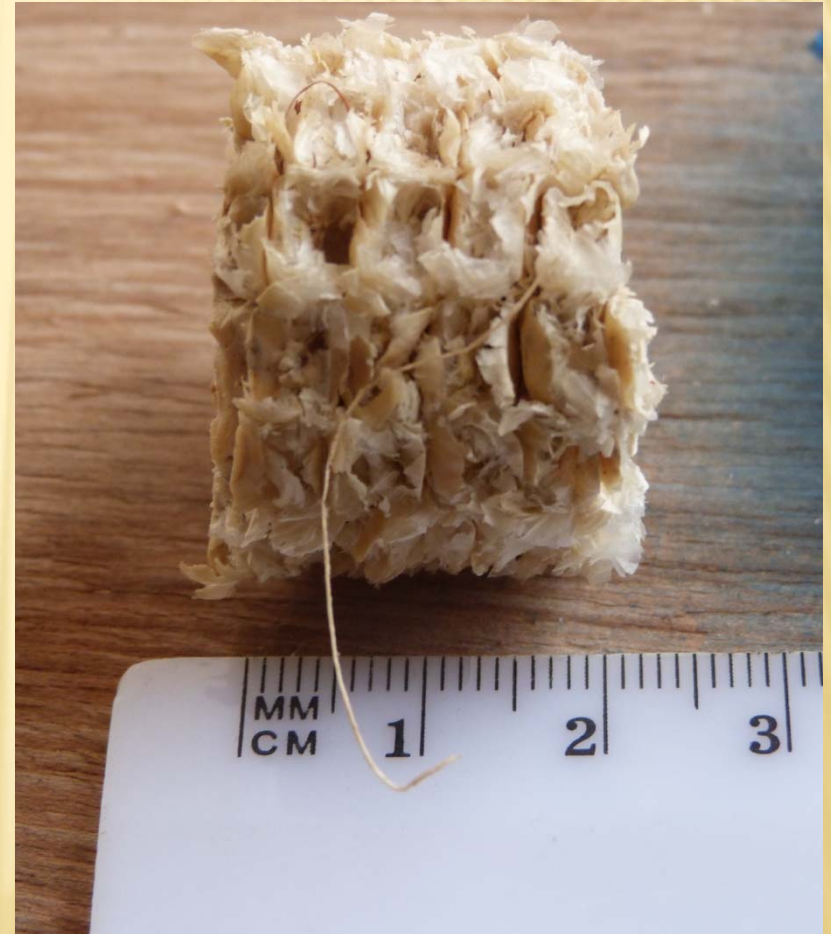
Se ha visto que no existe un cambio significativo en la actividad denitrificantes entre 20 y 30 °C con aguas provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Fuente donadora de electrones

- ✘ La capacidad que tienen los compuestos orgánicos de donar electrones es uno de los factores más importantes que controlan la actividad heterotrófica y por lo tanto la actividad desnitrificante heterotrófica.

Relación C/N

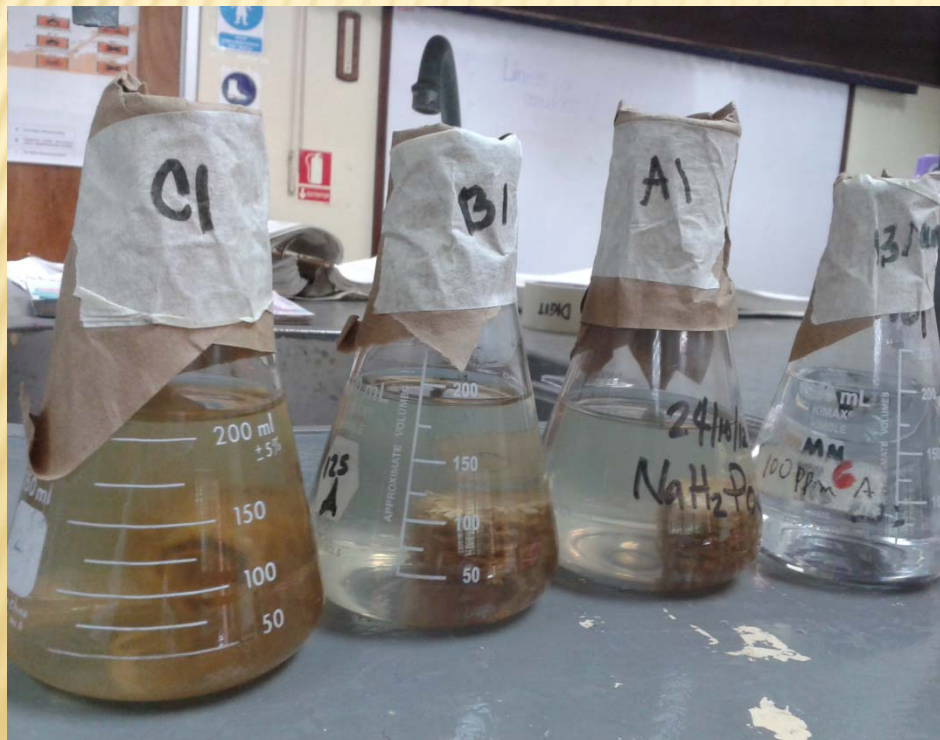
- ✘ La desnitrificación heterotrófica está en gran medida determinada por la relación entre el compuesto orgánico donador de electrones y el nitrato (relación C/N).



Muestras en el shaker a 30.0 °C



Lixiviado a 7 días de haber iniciado la prueba



Información de Experimentación

Velocidad del Shaker: 100 rpm

Temperatura: 30.0 °C

Volumen inicial: 220 ml 17

ESTUDIO DE LIXIVIACIÓN DE DESECHOS AGRÍCOLAS (TUSA DE MAÍZ) EN REACTORES INTERMITENTES



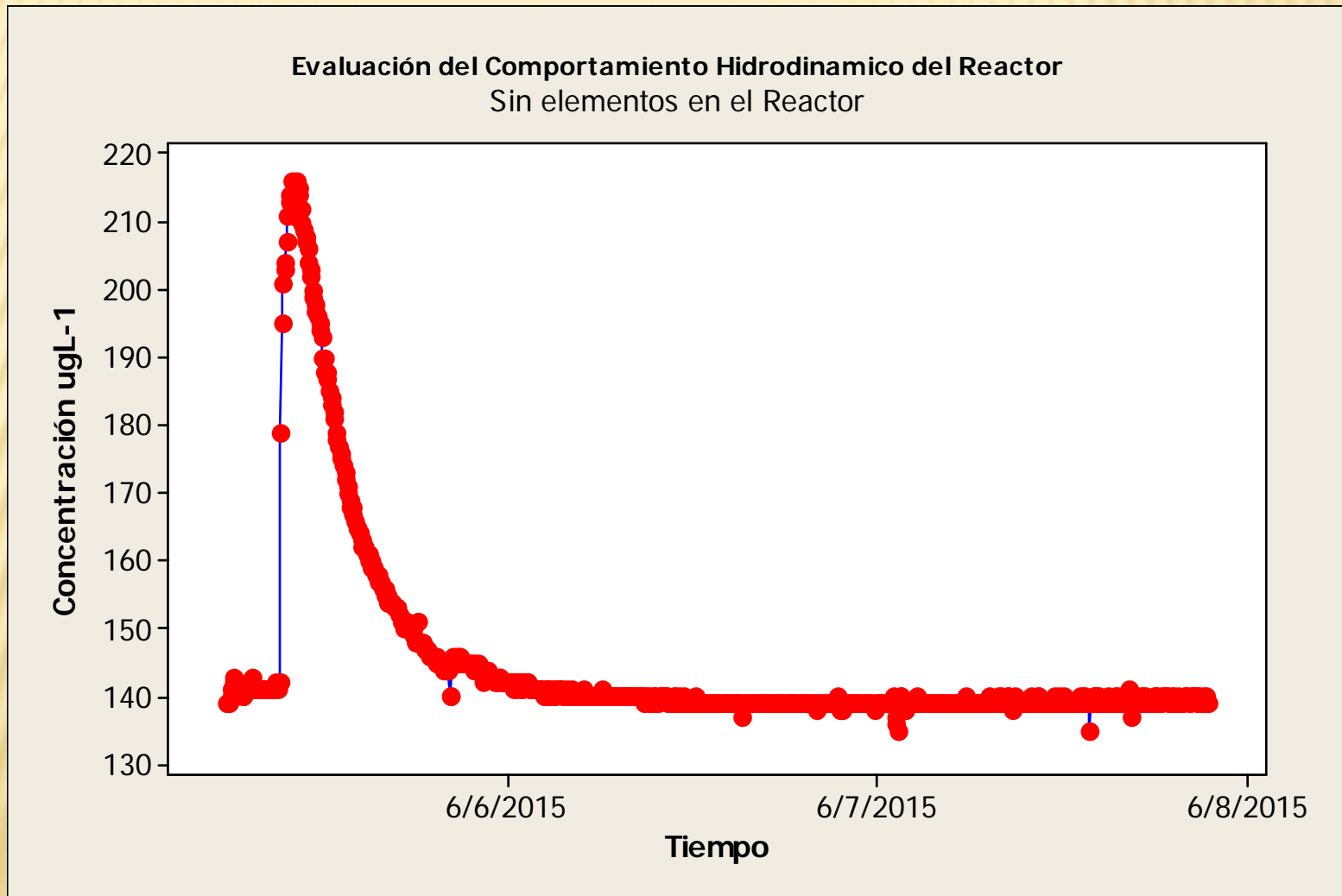
Generar información mediante la caracterización de las propiedades fisicoquímicas de un desecho agrícola, en este caso tusa de maíz, mediante ensayos de lixiviación y análisis bromatológico.

Técnicas analíticas

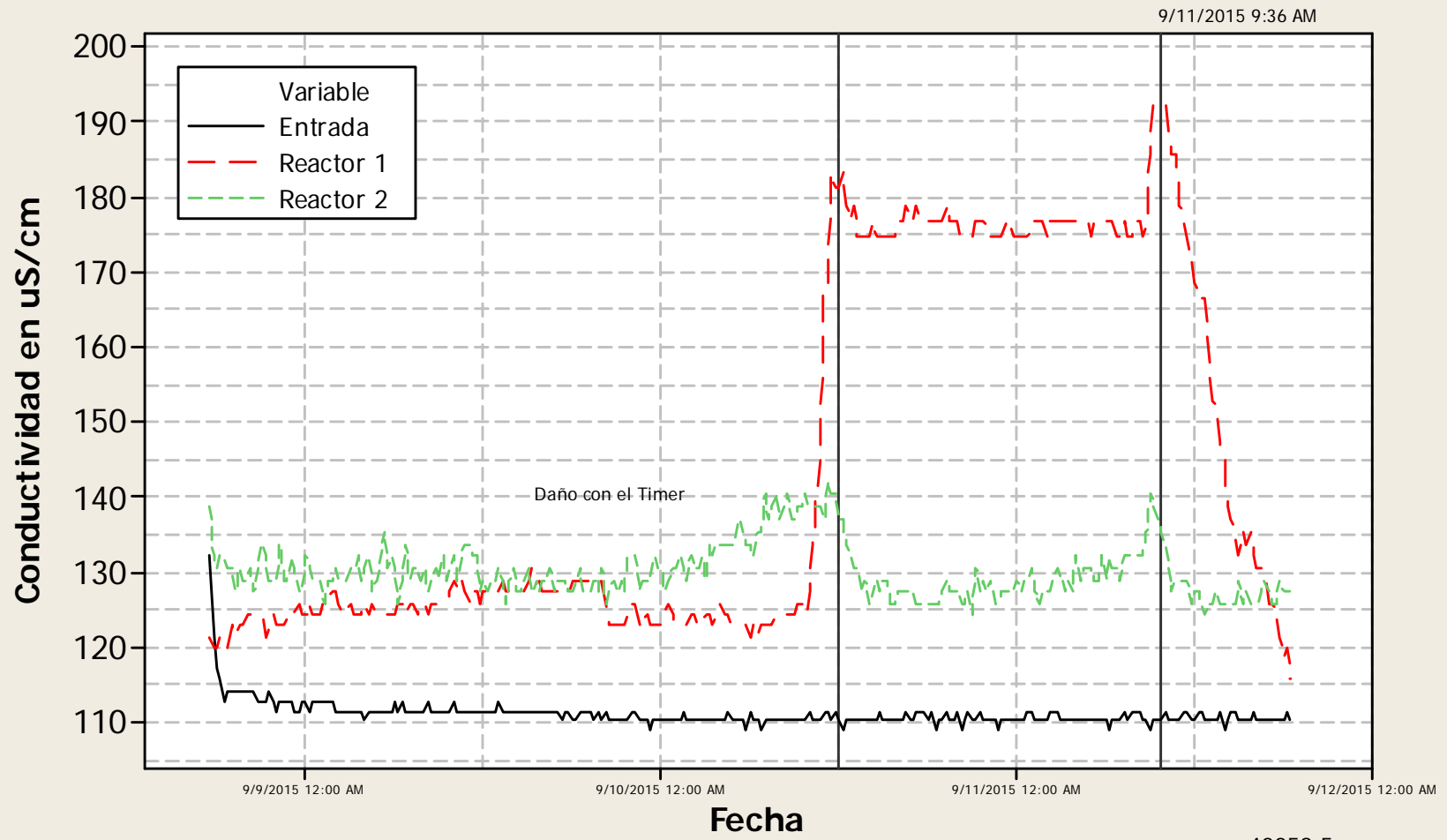
Parámetro	Método
Nitrato	Electrono de ion selectivo
Amonio	Métodos HACH - Nessler 8038
Nitrito	Métodos HACH - Sulfato Ferroso 8153
Demanda Química de Oxígeno	Métodos HACH-Determinación colorimétrica
Oxígeno Disuelto	Equipo portátil multiparámetros HACH HQ40d con electrono LED
pH	Equipo portátil multiparámetros HACH HQ40d



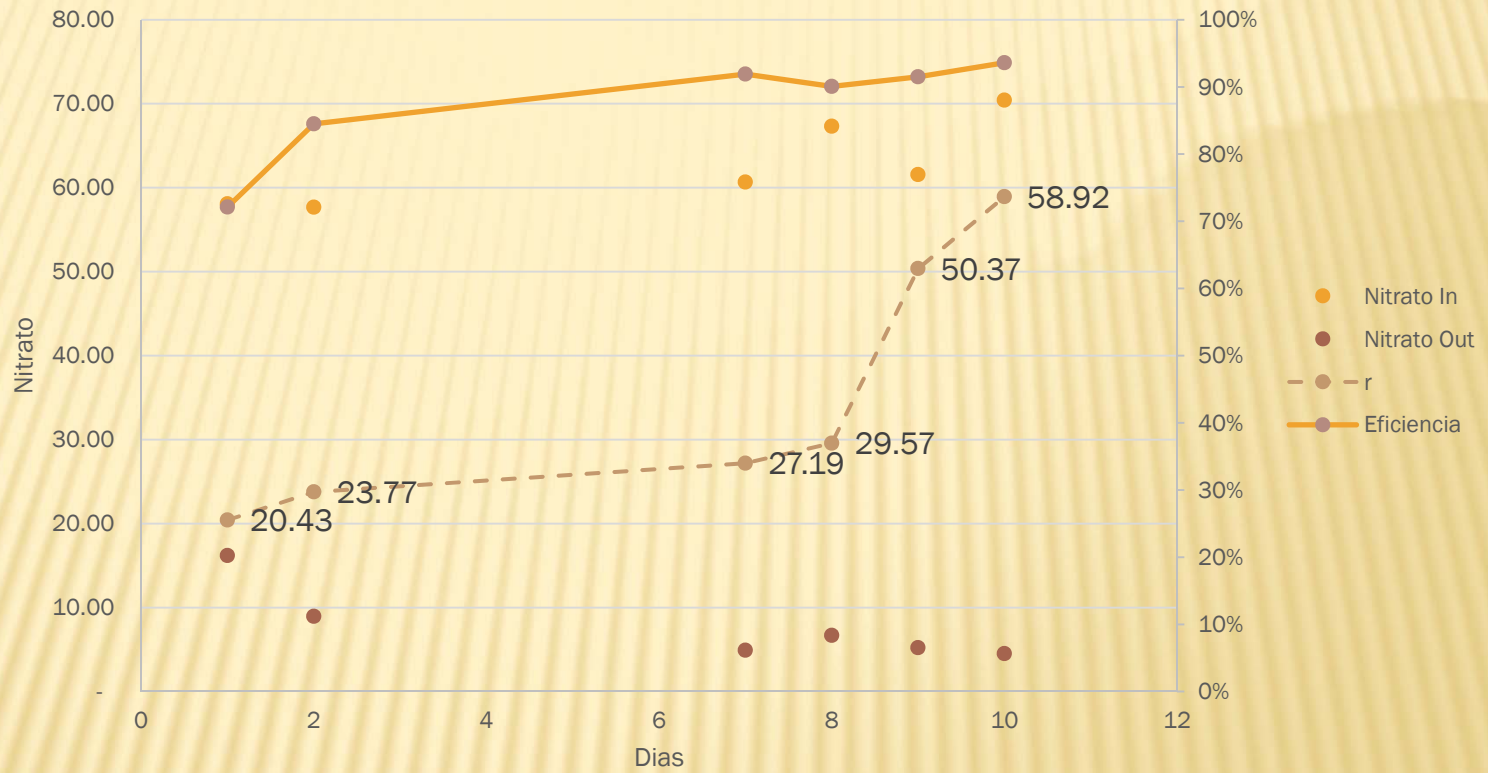
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRODINAMICO



Conductividad del Agua

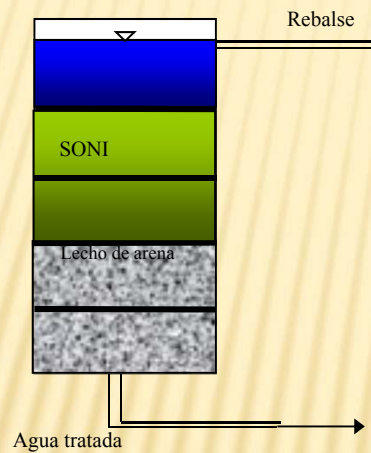


Variación en Concentración de Nitrato (NO₃,mg/l)

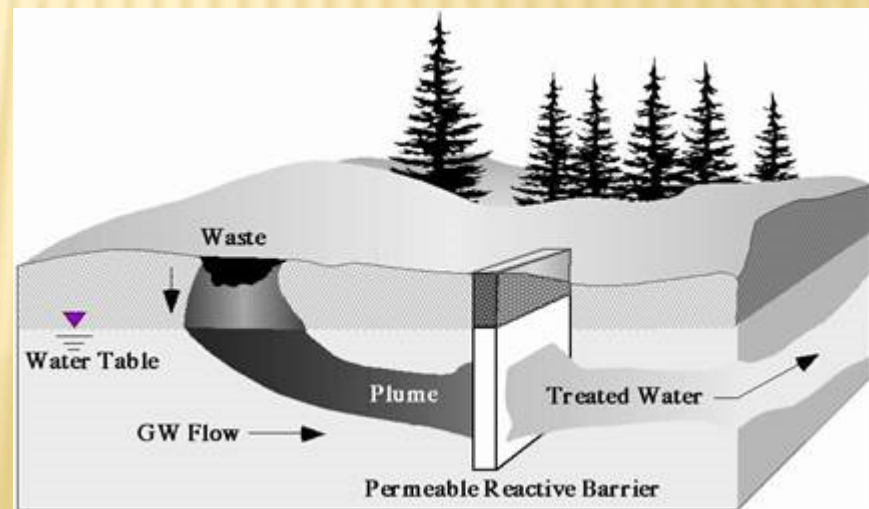
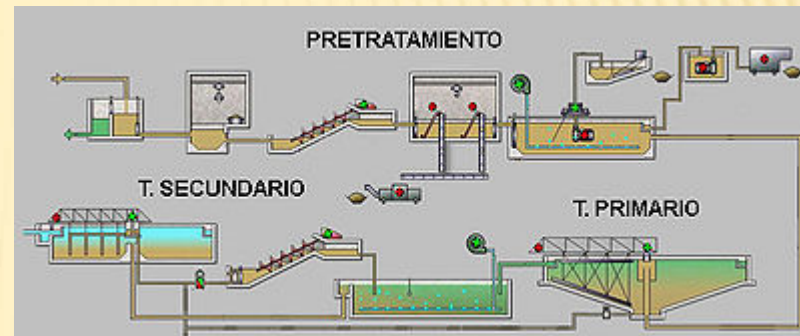


Posibles aplicaciones

Tratamiento terciario de aguas residuales



Barreras permeables reactivas (tratamiento *in situ*)



GRACIAS

Erick N. Vallester E.

Ing. Civil y Master en Ing. Ambiental

Facultad de Ingeniería Civil

Universidad Tecnológica de Panamá

erick.vallester@utp.ac.pa