



# EVALUACIÓN DE HUMEDALES HÍBRIDOS PARA LA REMOCION DE NITROGENO TOTAL

Evaluation of hybrid wetlands for total nitrogen removal from wastewater

Ángeles X. Torres; Noemy A. Hernández, Airam A. Fausto, **Florentina Zurita.**

Laboratorio de Calidad Ambiental. Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 1115, Ocotlán, Jalisco. México.

**III Conferencia Panamericana de Sistema de Humedales para el Tratamiento y Mejoramiento de la Calidad del Agua**

**Santa Fé, Argentina 16-19 de mayo de 2016.**

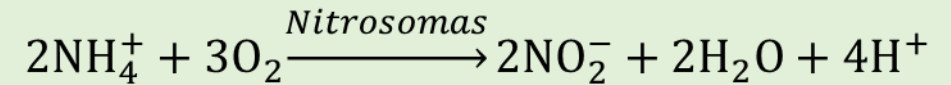
# INTRODUCCIÓN

## MECANISMOS EN LA REMOCIÓN DEL N EN LOS HUMEDALES DE TRATAMIENTO

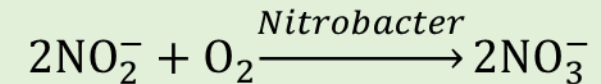
- Volatilización del  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{pH} > 8$ ).
- Sedimentación del material particulado.
- Asimilación del  $\text{NH}_4^+$  o  $\text{NO}_3^-$  por las plantas.
- Adsorción del  $\text{NH}_4^+$  en el medio filtrante.
- **Nitrificación/Desnitrificación**

- Nitrificación (condiciones aerobias)

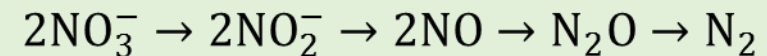
Nitritación:



Nitratación:



- Desnitrificación (condiciones anóxicas)



# INTRODUCCIÓN

## HUMEDALES SUBSUPERFICIALES DE FLUJO VERTICAL

- Condiciones aerobias (potenciales redox, positivos), debido a su alimentación intermitente.
- Condiciones favorables para la nitrificación.

## HUMEDALES SUBSUPERFICIALES DE FLUJO HORIZONTAL

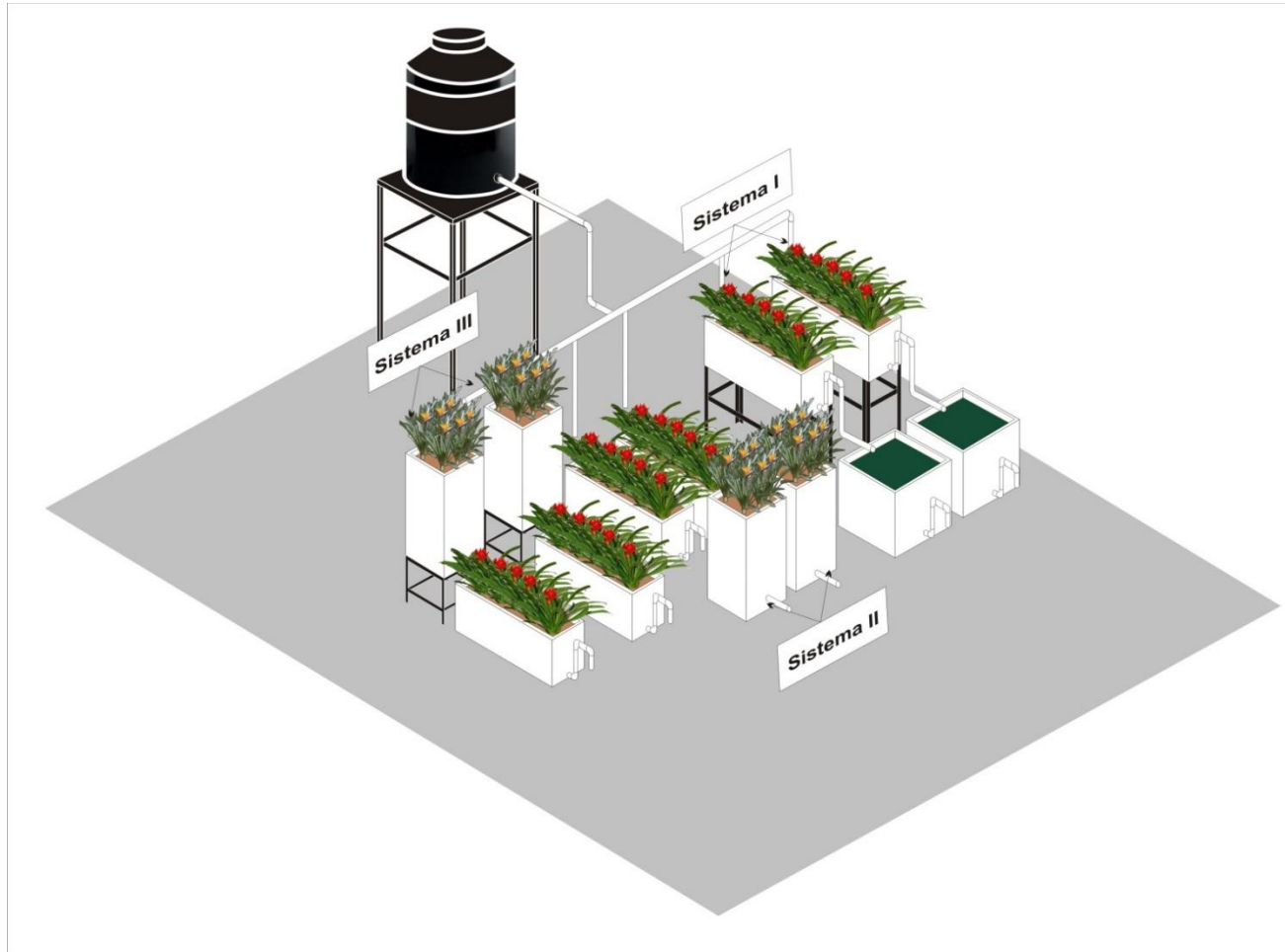
- Predominan las condiciones anóxicas/anaerobias debido a la saturación permanente del medio.
- Condiciones propicias para la desnitrificación si hay presencia de materia orgánica.

- La remoción de nitrógeno total → mediante la combinación de distintos tipos de humedales.
- Se requieren estudios → bajo las condiciones climáticas tropicales y subtropicales de América Latina.

# OBJETIVO

- Evaluar y comparar las eficiencias de remoción de tres sistemas de humedales híbridos para la remoción de  $N_{total}$  en dos periodos de experimentación de un año.

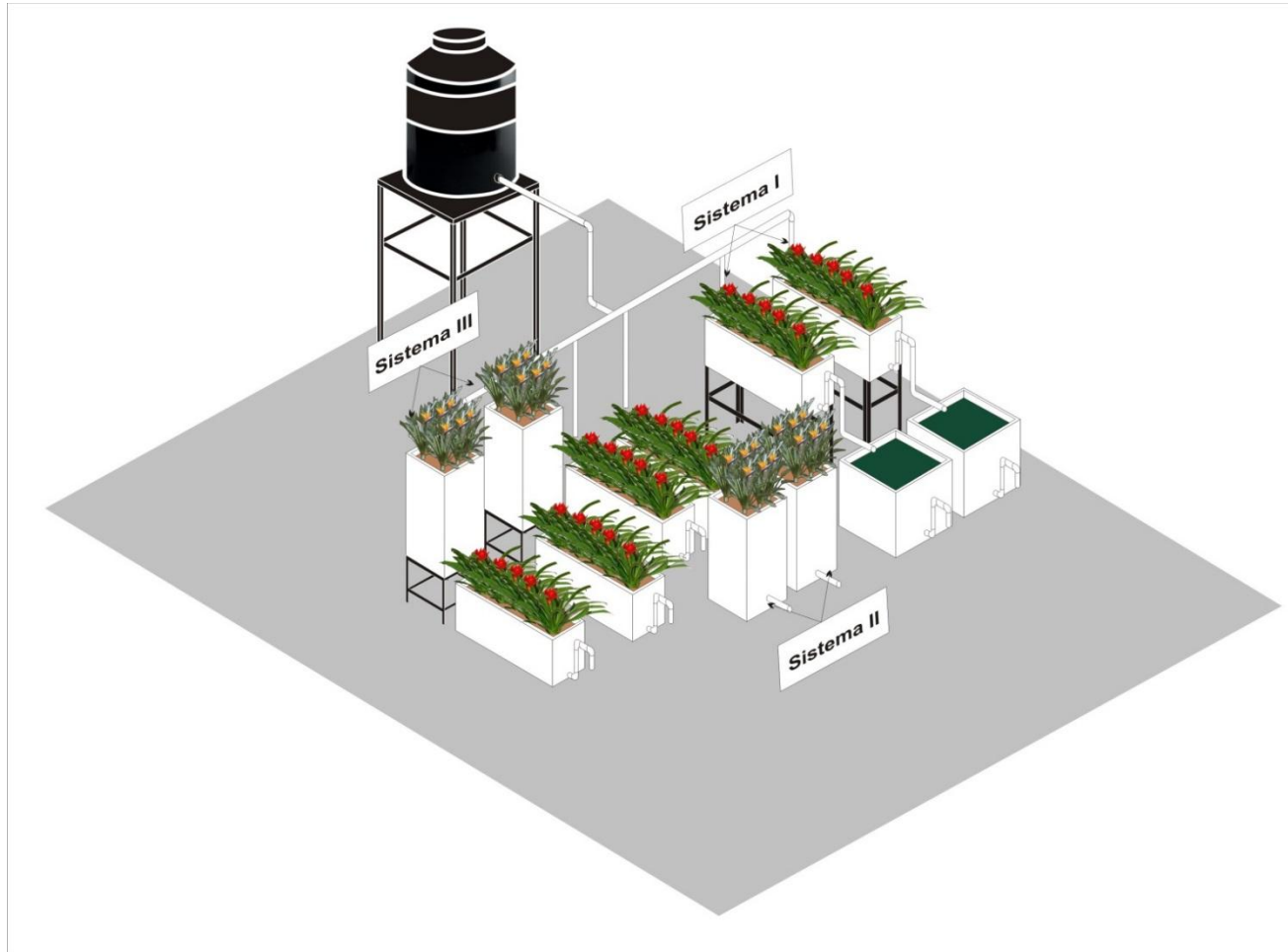




- **Sistema I:** HSSFH-Laguna aerobia
- **Sistema II:** HSSFH- HSSFV
- **Sistema III:** HSSFV-HSSFH.

- HSSFH → 120cmx40cmx50cm
- HSSFV → 48cmx48cmx110 cm
- Lagunas → 70cmx70cmx70cm

- **Agua residual:** Generada en el CUCIÉNEGA.
- **Caudal:** 200 l/d



- **Duración del estudio:**  
2 años, 4 meses de estabilización

- **HSSFH** → alimentación continua  
33.3 L/d
- **HSSFV** → alimentación intermitente,  
2.8 L cada 2 hr.





### Medio filtrante:

Roca volcánica "tezontle"



d10: 0.645 mm  
d60: 2.3 mm  
CU: 3.6

### Vegetación

HSSFH



*Zantedeschia aethiopica*



*Canna indica*

HSSFV



*Strelitzia reginaea*

### Parámetros medidos:

- Nitrógeno orgánico
- Nitrógeno amoniacal
- Nitrato
- Nitrógeno total

### Otros parámetros:

- Demanda química de oxígeno
- Fósforo total,
- Sólidos suspendidos totales,
- Oxígeno disuelto,
- pH,
- Conductividad

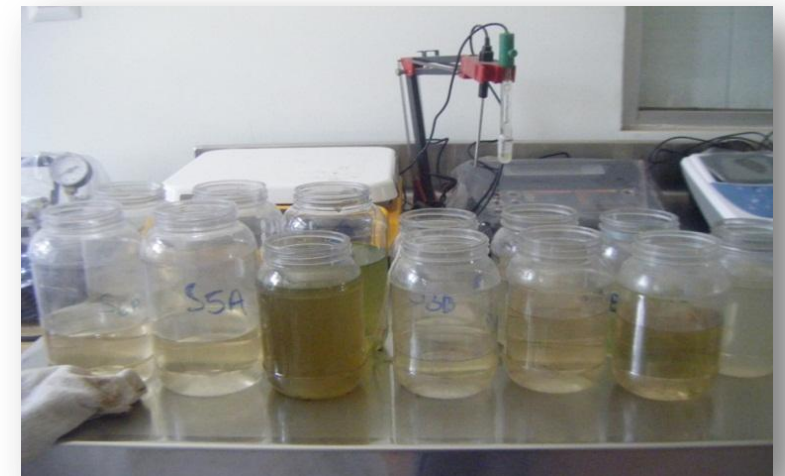
Durante el primer año: Monitoreo semanal  
 Durante el segundo año: Monitoreo cada dos semanas.

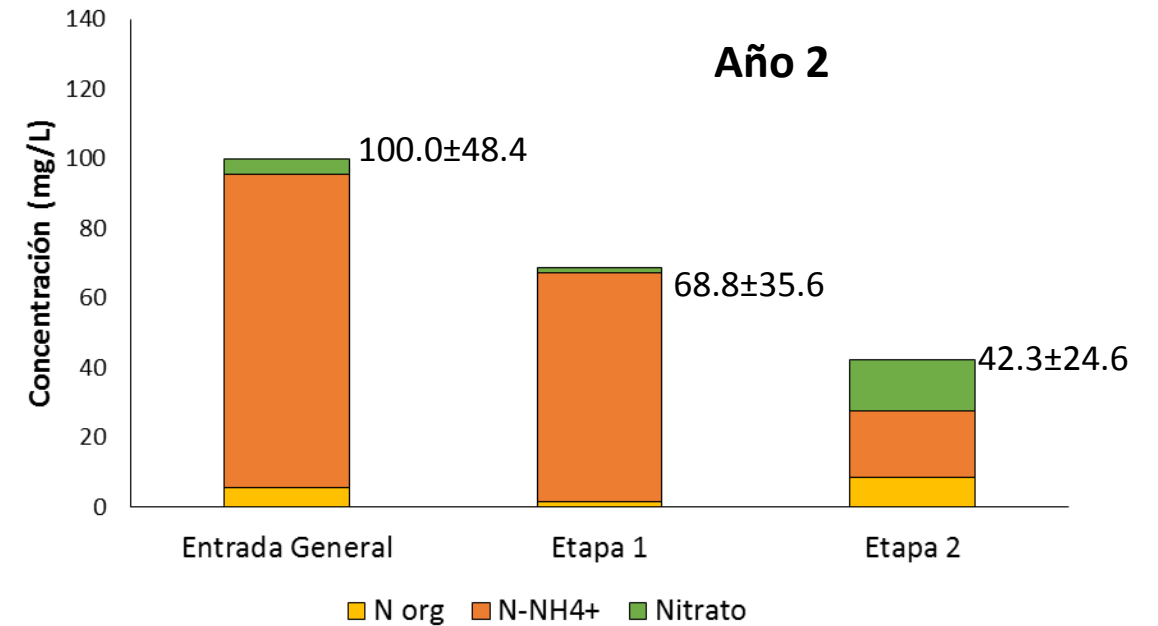
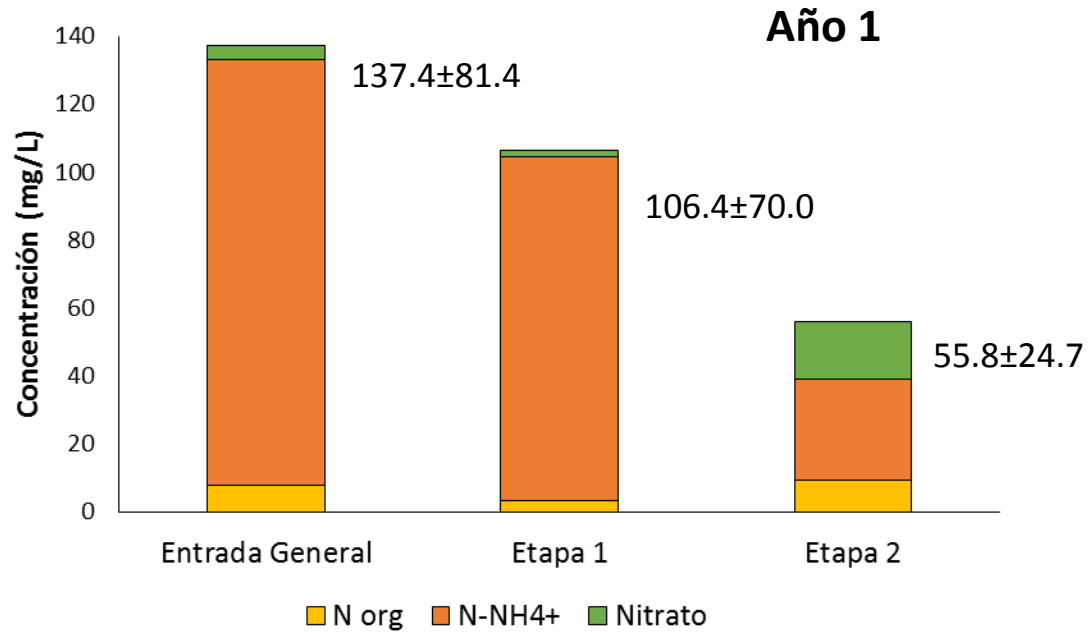




VALORES PROMEDIO  $\pm$  DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

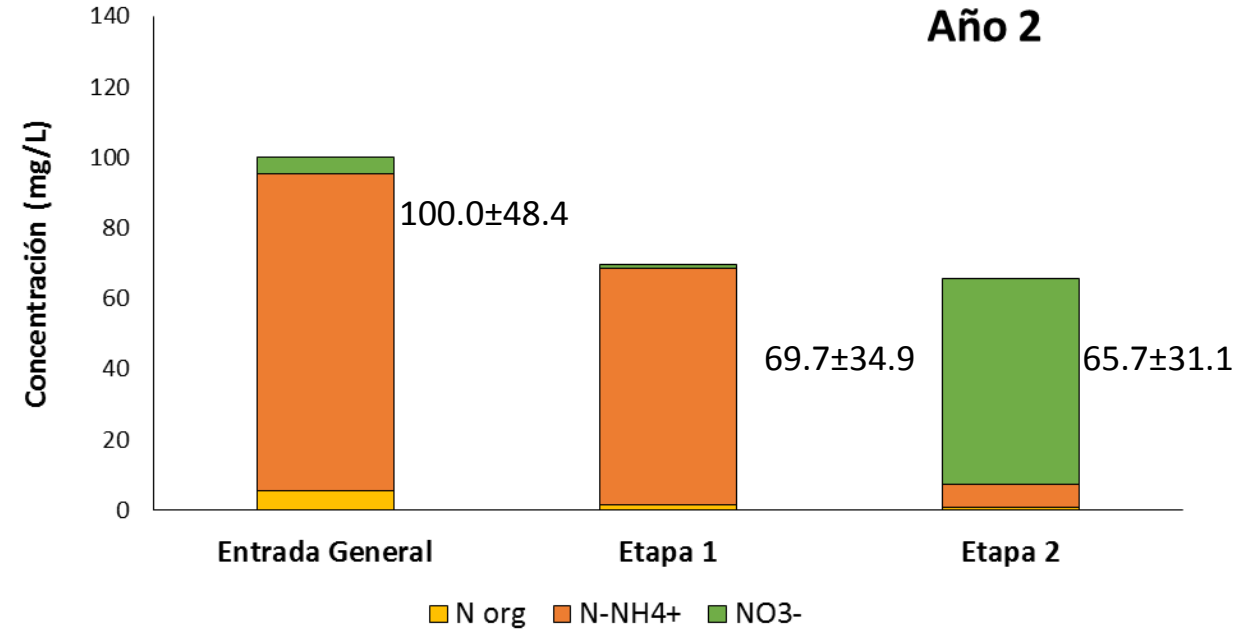
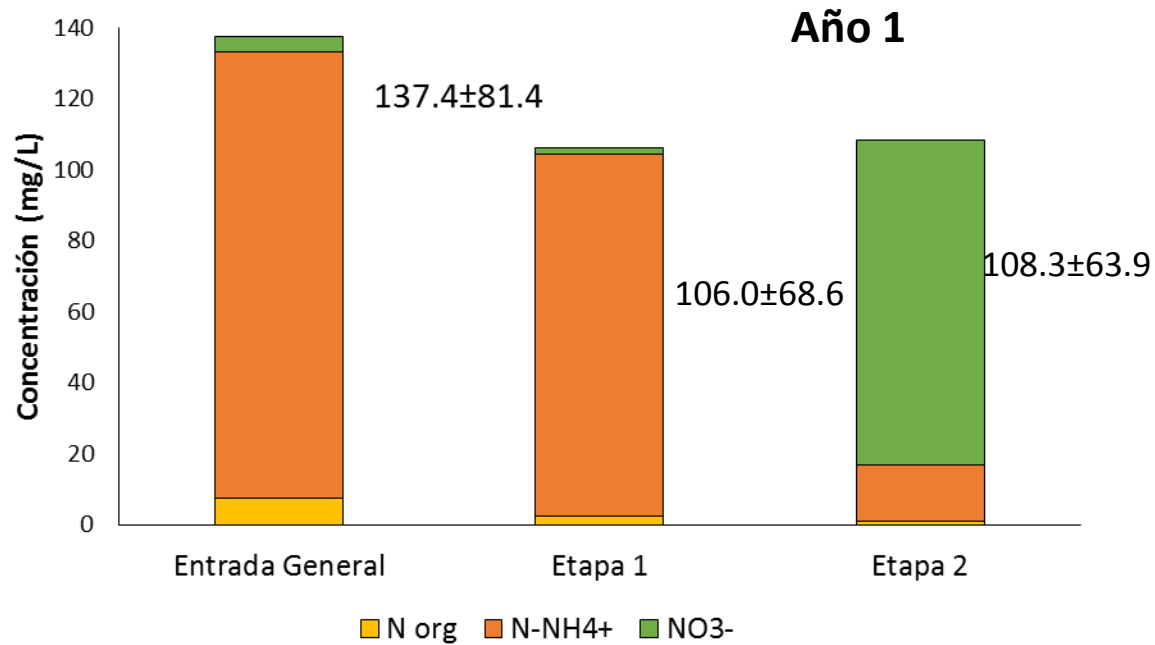
Parámetro	Año 1	Año 2
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	<b>273.5 <math>\pm</math> 145.5</b>	<b>235.2 <math>\pm</math> 166.8</b>
Fósforo Total (mg/L)	12.4 $\pm$ 5.8	8.1 $\pm$ 3.4
Sólidos suspendidos totales(mg/L)	61.8 $\pm$ 38.0	65.6 $\pm$ 50.4
Nitrógeno total (mg/L)	<b>137.4 <math>\pm</math> 81.4</b>	<b>100.0 <math>\pm</math> 48.4</b>
Oxígeno Disuelto (mg/L)	1.5 $\pm$ 0.97	3.0 $\pm$ 2.4
pH	8.2 $\pm$ 0.25	8.2 $\pm$ 0.30
Conductividad ( $\mu$ S/cm)	1797 $\pm$ 810	1418 $\pm$ 492





	AÑO 1		AÑO 2	
	HSSFH	LE	HSSFH	LE
N-org	<b>58.4%</b>	-190.7% (-21%)	<b>70.0%</b>	388.0% (-48%)
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	19.1%	70.6% ( <b>76.2%</b> )	27.1%	70.7% ( <b>78.7%</b> )
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	58.1%	-822.2% (-286%)	61.7%	-722.2% (-215%)
N total	22.6%	47.6%	31.2%	38.5%

Remoción de N total:  
 Año 1: 59.4%  
 Año 2: 57.7%  
 Valor p >0.05



	AÑO 1		AÑO 2	
	HSSFH	HSSFV	HSSFH	HSSFV
N-org	67.4%	56.0% ( <b>85.7%</b> )	69.6%	58.8% ( <b>87.5%</b> )
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	18.8%	<b>84.5% (87.4%)</b>	25.6%	<b>90.0% (92.5%)</b>
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	62.8%	5612% (2025%)	72.3%	4377% (1138%)
N total	22.8%	*	30.3%	*

Remoción de N total:

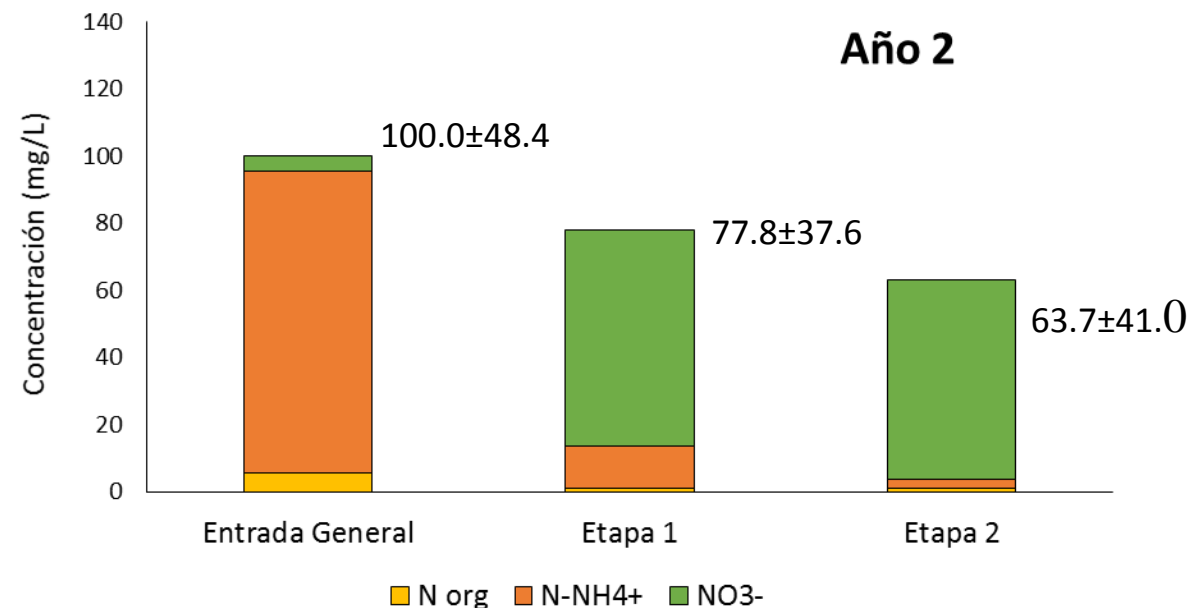
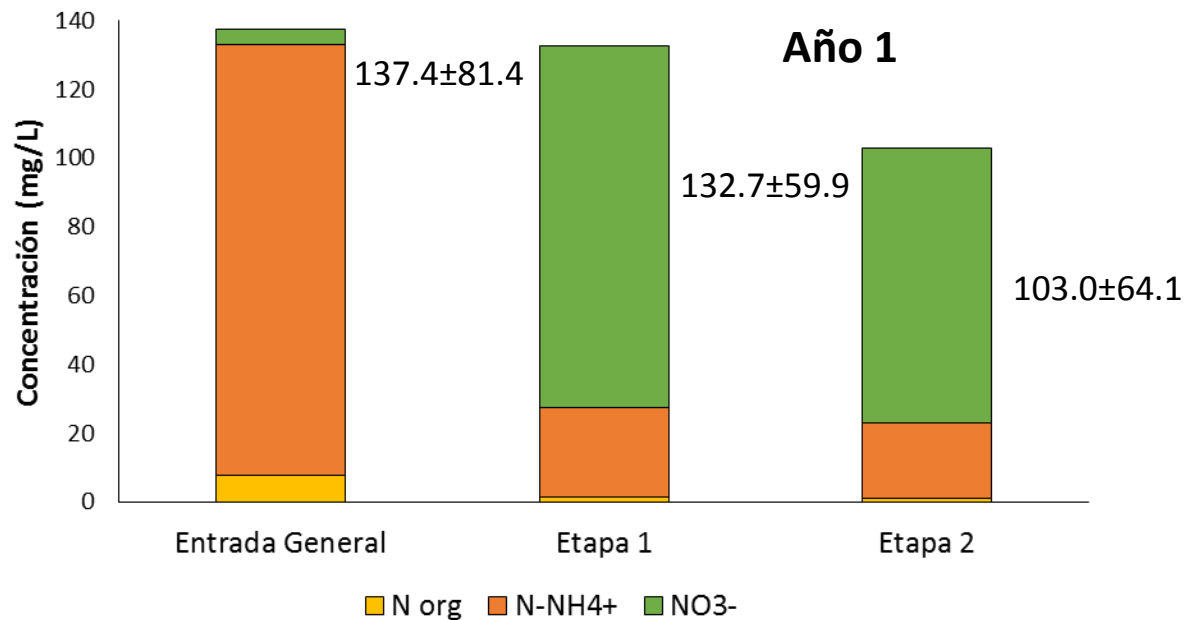
➤ Año 1: 21.2%

➤ Año 2: 34.4%

Valor p >0.05

■ Diferencia significativa

\* No hubo reducción significativa  
(p>0.05)



	AÑO 1		AÑO 2	
	HSSFV	HSSFH	HSSFV	HSSFH
N-org	84.4%	* (84.4%)	80.4%	* (78.6%)
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	79%	* (82.6%)	85.9%	80.3% (97.2%)
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-2346.5%	24.0%(-1758.1%)	-1261.7%	*(-1176.6%)
N total	*	22.4 %	22.2%	22.9%

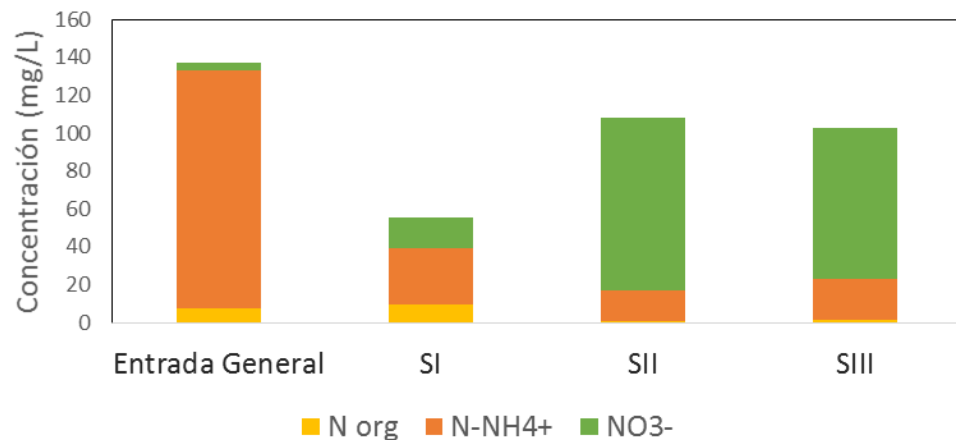
Remoción de N total:

- Año 1: 25%
- Año 2: 36.3%

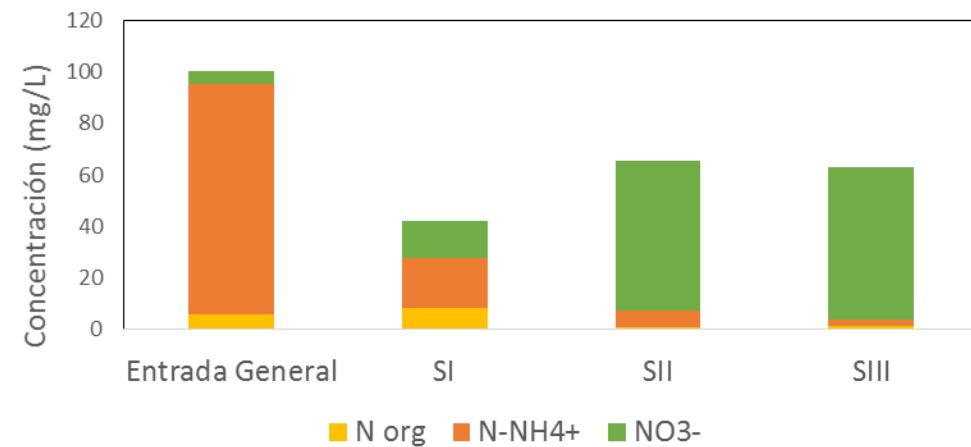
Valor p >0.05

	AÑO 1			AÑO 2		
	SI	SII	SIII	SI	SII	SIII
N-org	Se incrementó	<b>85.7%</b>	<b>84.4%</b>	Se incrementó	<b>87.5%</b>	<b>78.6%</b>
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<b>76.2%</b>	<b>87.4%</b>	<b>82.6%</b>	<b>78.7%</b>	<b>92.5%</b>	<b>97.2%</b>
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Se incrementó	Se incrementó	Se incrementó	Se incrementó	Se incrementó	Se incrementó
N total	<b>59.4%</b>	<b>21.2%</b>	<b>25%</b>	<b>57.7%</b>	<b>34.4%</b>	<b>36.3%</b>

Año 1



Año 2



# CONCLUSIONES

- Los tres sistemas de humedales, fueron efectivos para la nitrificación (remociones del  $\text{N-NH}_4^+$  entre el 76 al 87% en el primer año, y entre el 79 al 97% en el segundo).
- Pero fueron poco efectivos para la desnitrificación, obteniéndose efluentes altamente nitrificados.
- El sistema I, fue el más efectivo como resultado de la presencia de la LE que probablemente permitió la volatilización de  $\text{N-NH}_3$  ante los pH generados por la actividad fotosintética de las algas.
- Se observó una clara tendencia de los dos tipos de humedales hacia una mejor eficiencia en el segundo año.



# EVALUACIÓN DE HUMEDALES HÍBRIDOS PARA LA REMOCIÓN DE NITRÓGENO TOTAL

Evaluation of hybrid wetlands for total nitrogen removal from  
wastewater

Ángeles X. Torres; Noemy A. Hernández, Airam A. Fausto, **Florentina Zurita.**

Laboratorio de Calidad Ambiental. Centro Universitario de la Ciénega,  
Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 1115, Ocotlán, Jalisco. México.

**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**