



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Postgrado en Ingeniería Agrícola



“Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

Ing. Carmen Yazmín. Ruíz

CASO VENEZUELA

Comunidad Guarataro, Parroquia San Javier,
Municipio San Felipe, estado Yaracuy.

Estudios realizados por Hidroven, MSDS,
UCV(2001) a las aguas de consumo

Concentración flúor 3.57 mg/l.

(Normas sanitarias de calidad de agua potable)

Fluorosis dental 93% hab.

(Oficina Regional Oral del estado Yaracuy)

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

FLUOROSIS

¿Que es la fluorosis?

- ✓ 0.8 mgL⁻¹ Zonas cálidas
- ✓ 1.5 mgL⁻¹ Zonas templadas

(OMS, 1984)

TIPOS DE FLUOROSIS

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

FLUOROSIS DENTAL



Fuente: Oswaldo Luque (2006)



Fuente: Oswaldo Luque (2006)

FLUOROSIS INVALIDANTE



Foto 1



Foto 2



Foto 3

FLUOROSIS INVALIDANTE



Foto 4

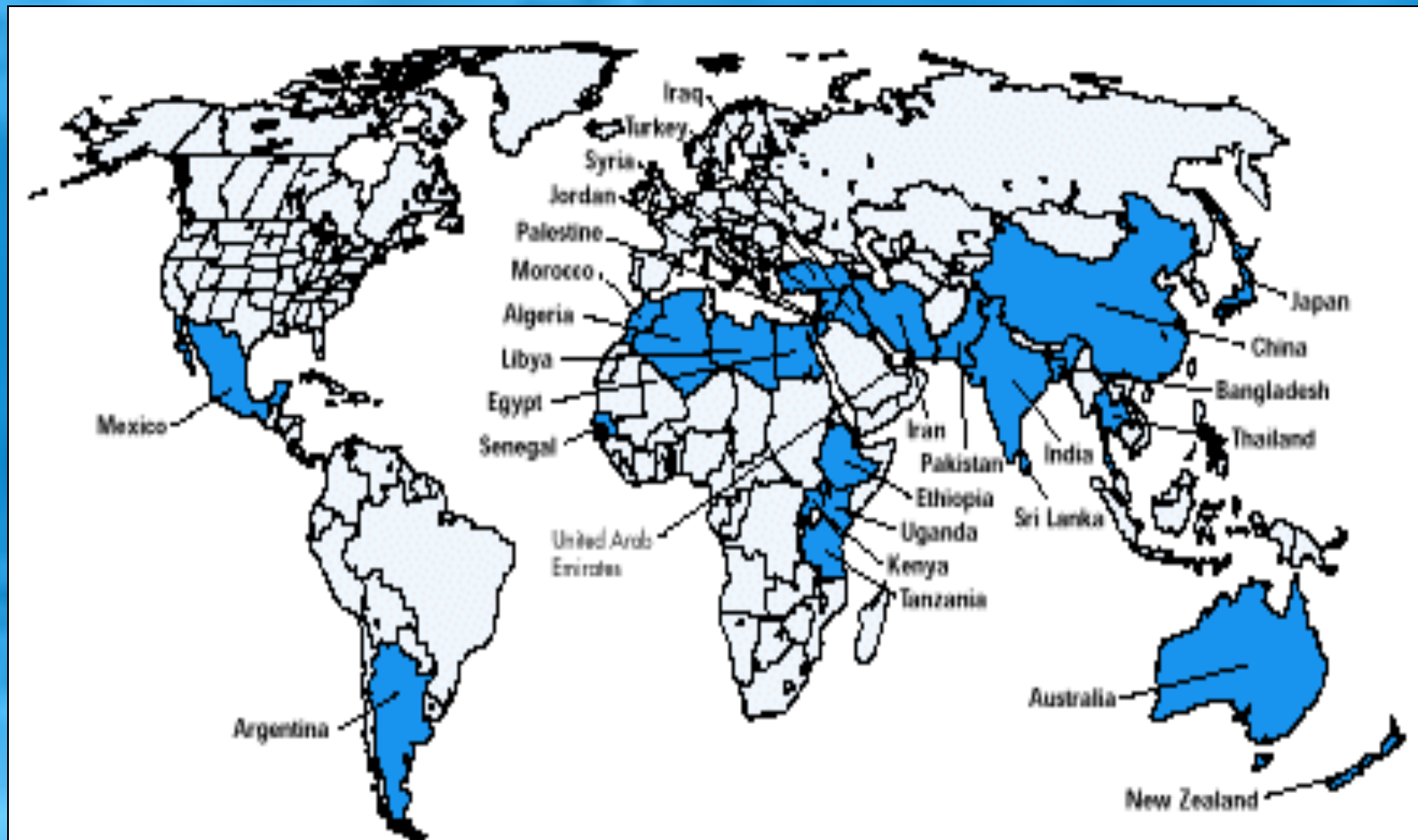


Foto 5



Foto 6

PAISES CON FLUOROSIS ENDÉMICA



Countries with endemic fluorosis due to excess fluoride in drinking water

TECNOLOGÍA PASTO VETIVER

TPV utilizado en más de 70 países
(Chomchalow, 2006)

Pasto reconocido por sus características
"super absorbente" desde 1995 (Truong y Hart,
2001).

Método efectivo en la fitorremediación

TPV

Tecnología simple y de bajo costo: es natural, verde y amigable con el ambiente

Aplicaciones: Conservación agua y suelos, recuperación de suelos, control de contaminantes, bioingeniería (Troung, 1996, Troung y Baker, 1997, Gomis, 2006)

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

OBJETIVO GENERAL

Analizar la aplicabilidad del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) dentro de un sistema de tratamiento de agua para la remoción de flúor y otros contaminantes, en la comunidad de Guarataro, estado Yaracuy.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas contaminadas, usando pasto vetiver.
- Estimar los niveles de flúor, nitratos, fósforo, pH, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos suspendidos en las aguas de pozo de la comunidad de Guarataro.
- Evaluar el efecto del pasto vetiver en la remoción del exceso de flúor en el agua.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS...

- Estimar el contenido de Flúor en la planta vetiver (Raíces y follaje) durante el proceso de tratamiento.

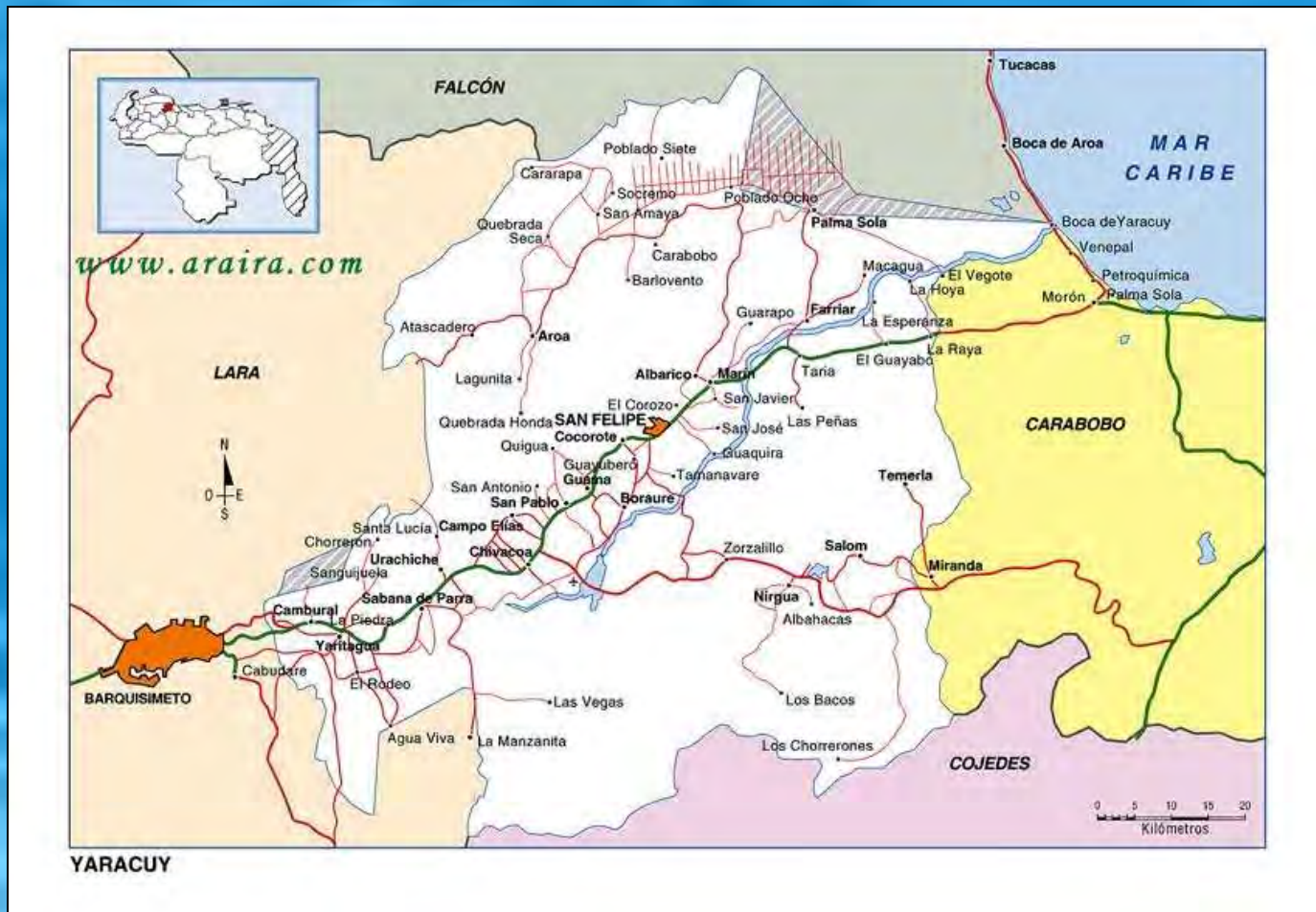


Determinación de la eficiencia del sistema de tratamiento con pasto vetiver en la remoción de flúor a nivel experimental.

HIPÓTESIS

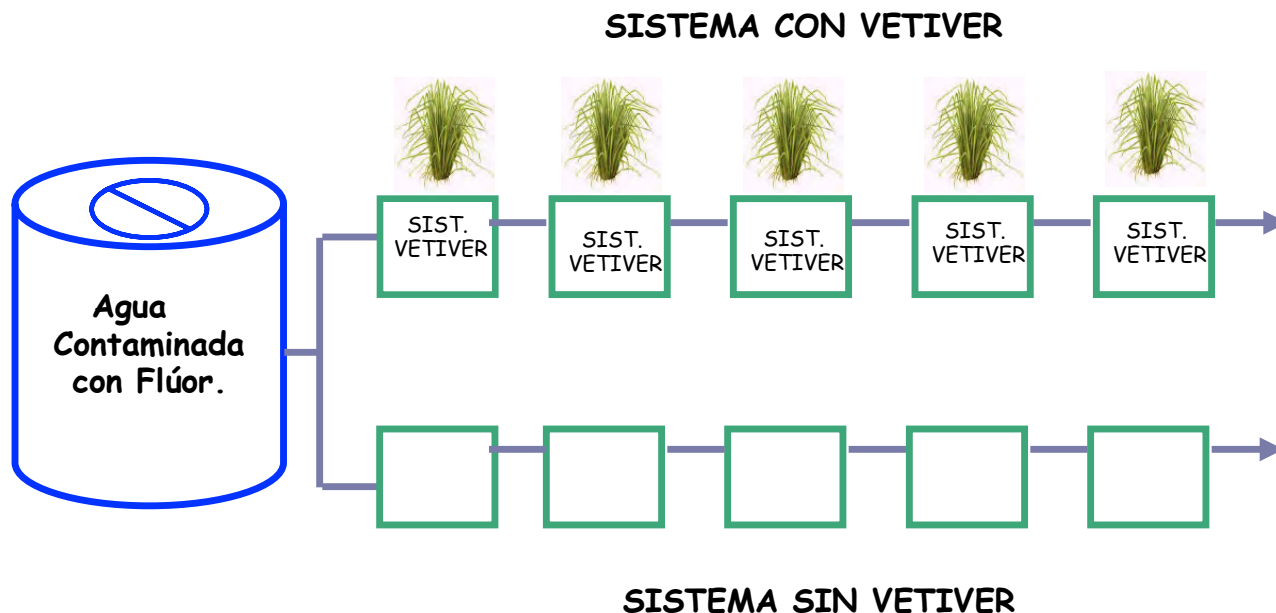
“El pasto vetiver manejado bajo el concepto de cultivo hidropónico, por su alta capacidad de absorber diversos elementos químicos permite el desarrollo de un sistema eficiente de tratamiento de agua para la remoción de flúor y otros contaminantes”

MATERIALES Y MÉTODOS



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

Esquema del sistema de tratamiento de aguas contaminadas con flúor y otros contaminantes mediante el uso de pasto vetiver (Marzo 2005-Enero 2006).



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

MONTAJE DEL EXPERIMENTO



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Fuente: Fotos tomadas por Edgar Ceballos

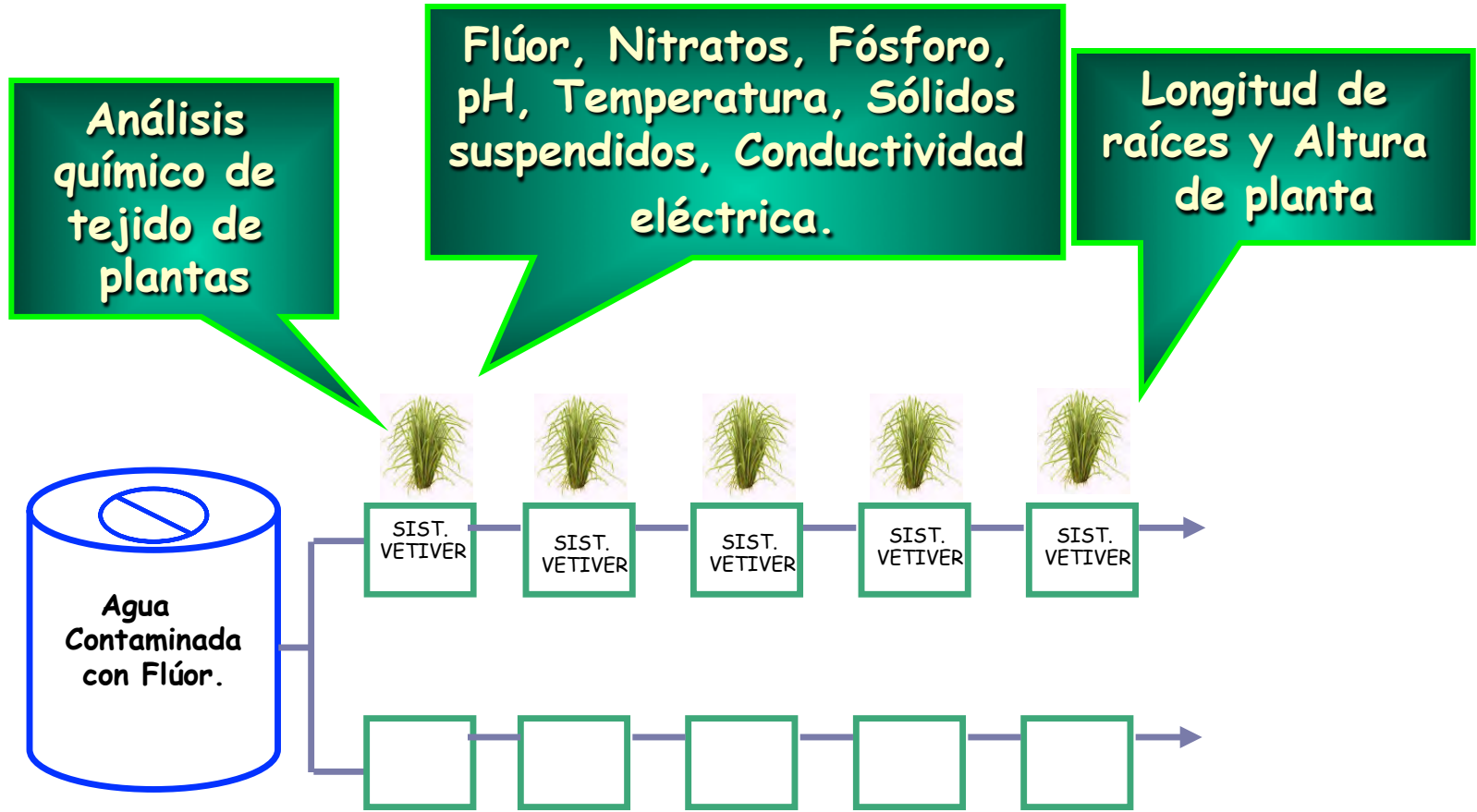
SISTEMA VETIVER-TESTIGO

Mediciones realizadas:

- ✓ Mayo de 2005
- ✓ Junio de 2005
- ✓ Octubre de 2005
- ✓ Noviembre de 2005
- ✓ Enero de 2006

Inicio: Marzo de 2005

Raíces: 30 cm. de longitud.



Se realizó un análisis estadístico descriptivo: promedios, comparación de medias por medios de gráficos de barras y líneas

Flúor, Nitratos, Fósforo, pH, Temperatura, Sólidos suspendidos, Conductividad eléctrica



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8

Fuente: fotos tomadas por Edgar Ceballos y Yasmín Ruiz

Metodología de los análisis

Parámetro	Metodología
Flúor	SM 4500 F- C (Métodos estandarizados de análisis APHA, 1998)
Nitratos	Cromatografía de Intercambio Iónico
Fosfatos	Cromatografía de Intercambio Iónico
pH	pHmetro
Temperatura	Medición de temperatura
Sólidos suspendidos	Conductividad (Hach)
Conductividad eléctrica	Conductividad (Hach)
Extracto tejido vegetal	Colorimétrico (SPADNS)

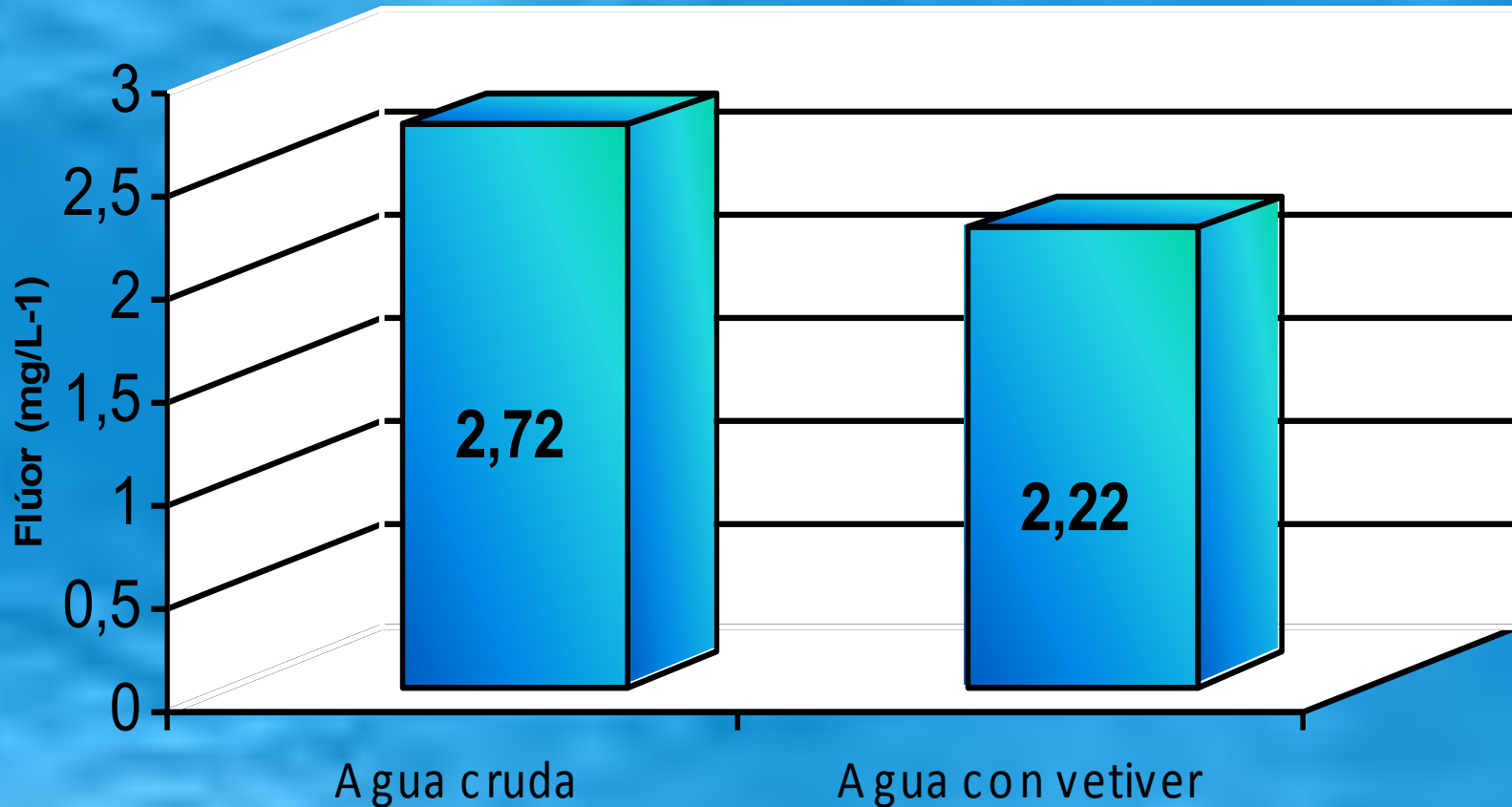
Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



RESULTADOS...

Flúor:

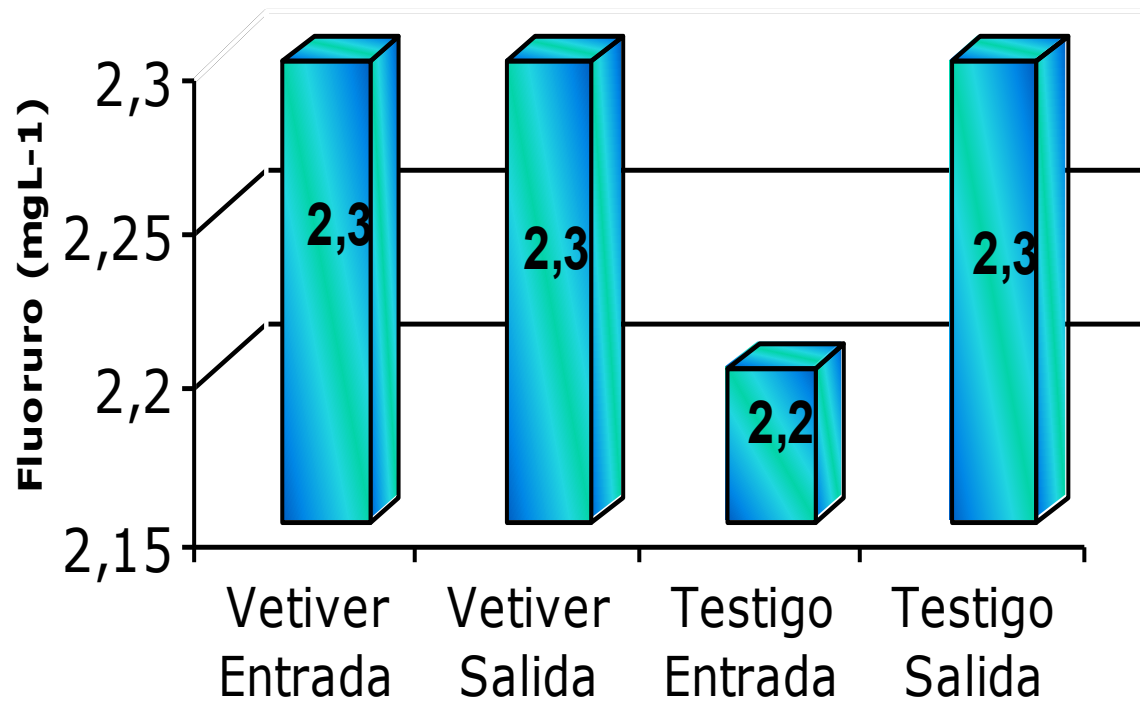


Mayo de 2005

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS...

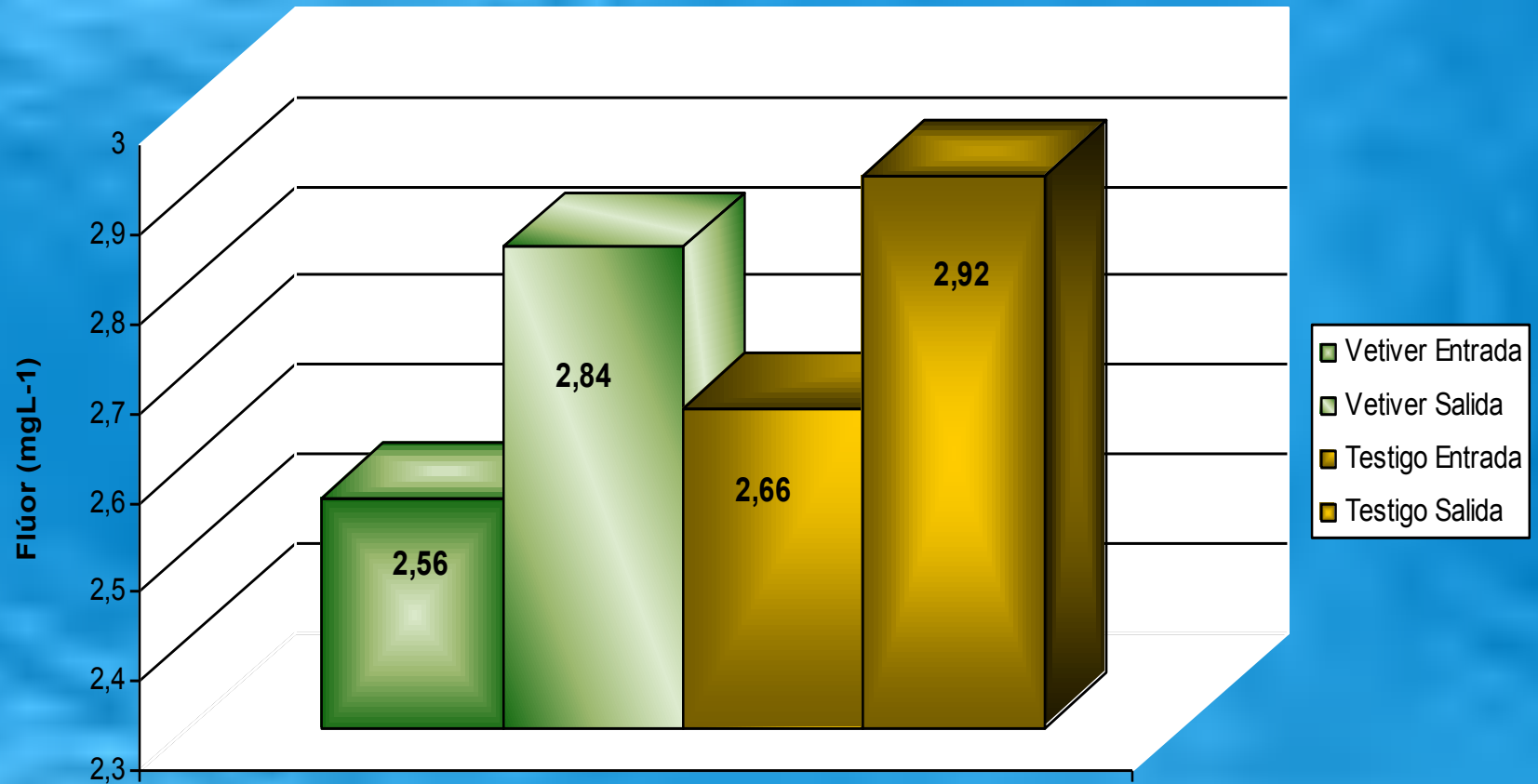
Flúor:



Junio de 2005

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

Flúor:

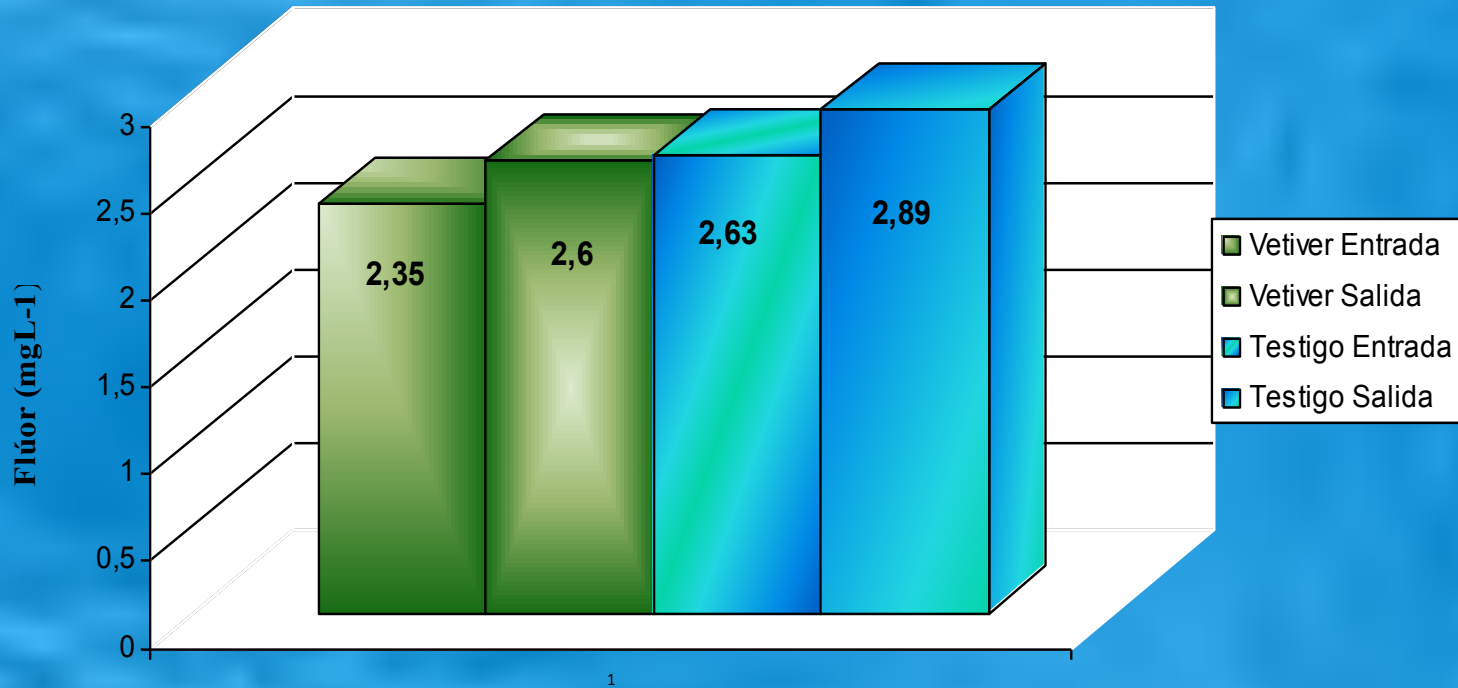


1

Octubre de 2005

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

Flúor:

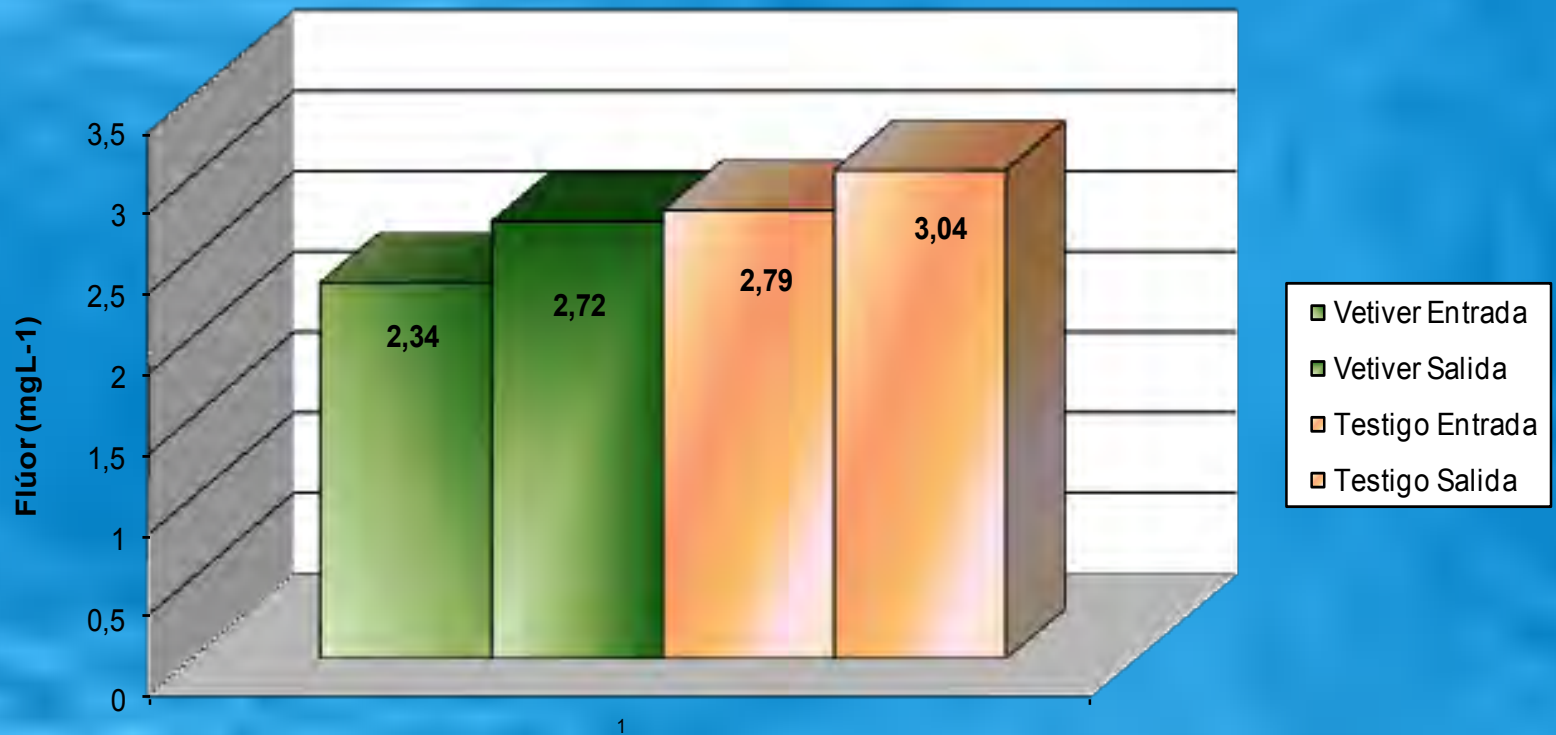


Noviembre de 2005

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS...

Flúor:



Enero de 2006

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

Discusión:

- ✓ No se realizó poda a la planta, los niveles de concentración en el tejido podrían haber alcanzado niveles umbrales.

Poda → capacidad de regenerarse



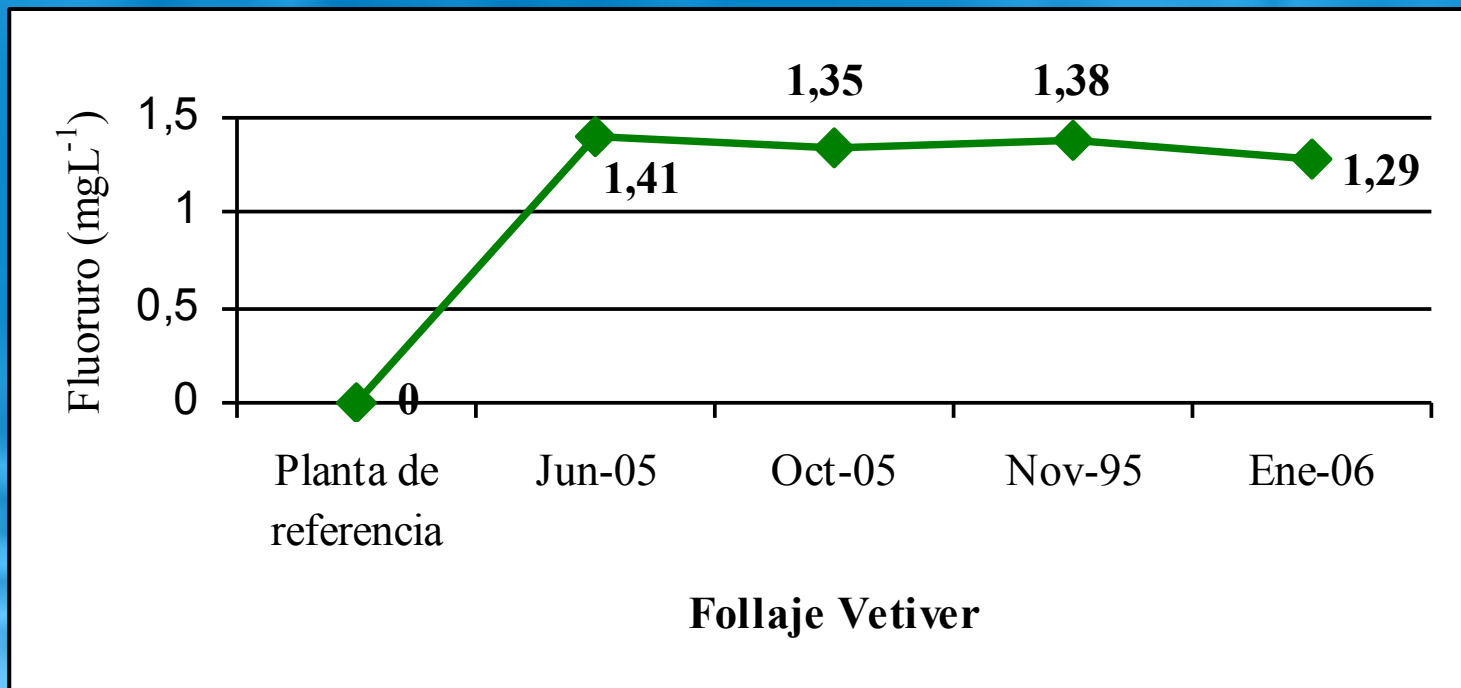
- ✓ No se mantuvo el nivel de agua en el sistema de tratamiento y la evaporación causada por la planta pudo haber concentrado el nivel de contaminante en el mismo.

Dr. Paul Truong, 2006 (Comunicación personal, Congreso Internacional "Vetiver y la Gente").

RESULTADOS...

Análisis químico de tejido

a) Follaje

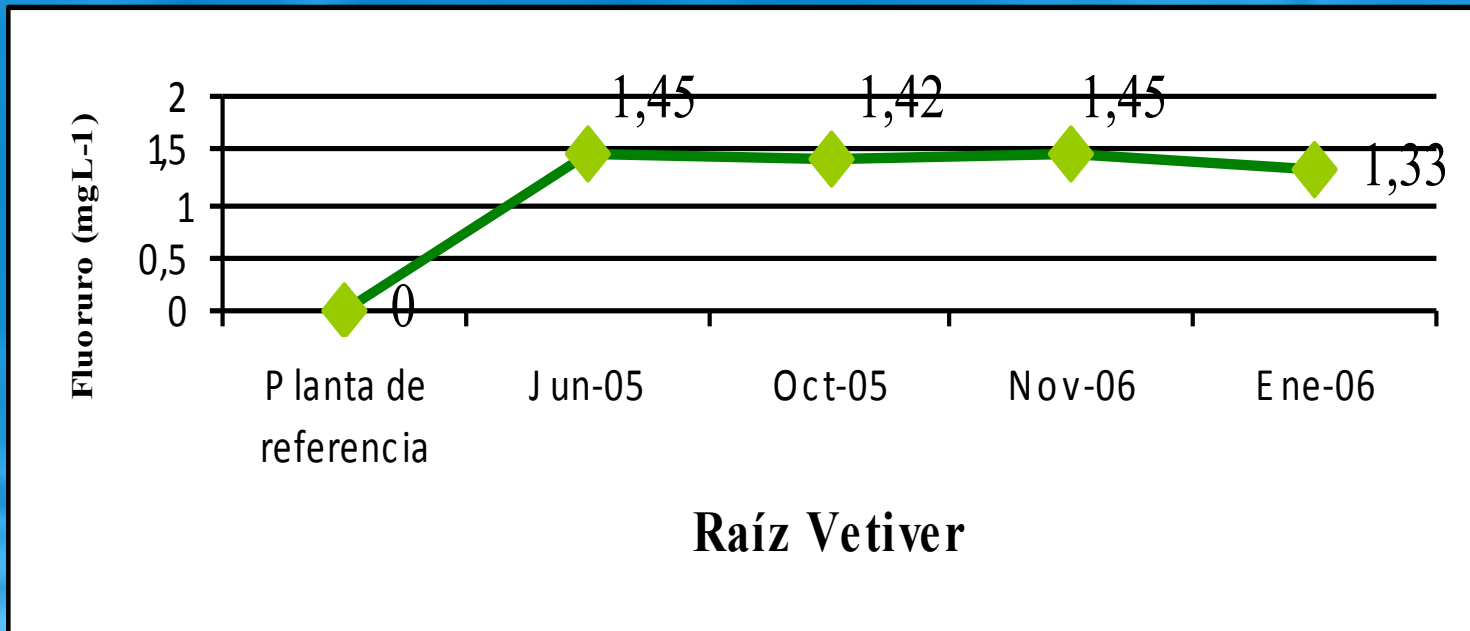


Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS...

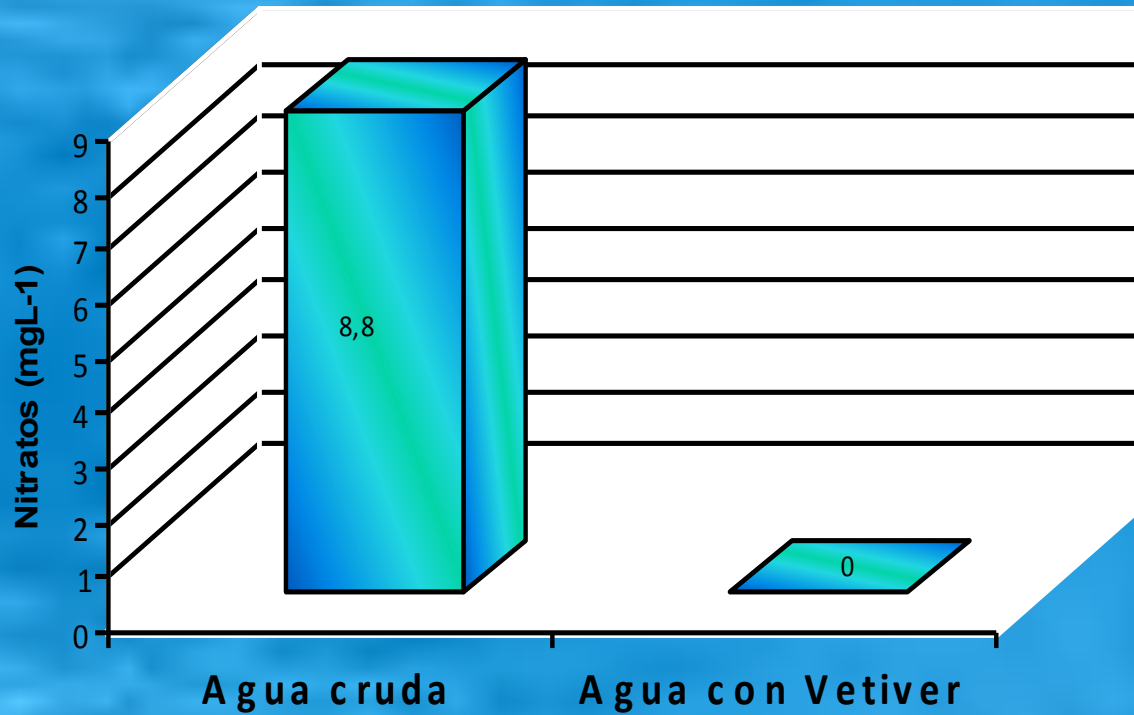
Análisis químico de tejido

b) Raíz



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

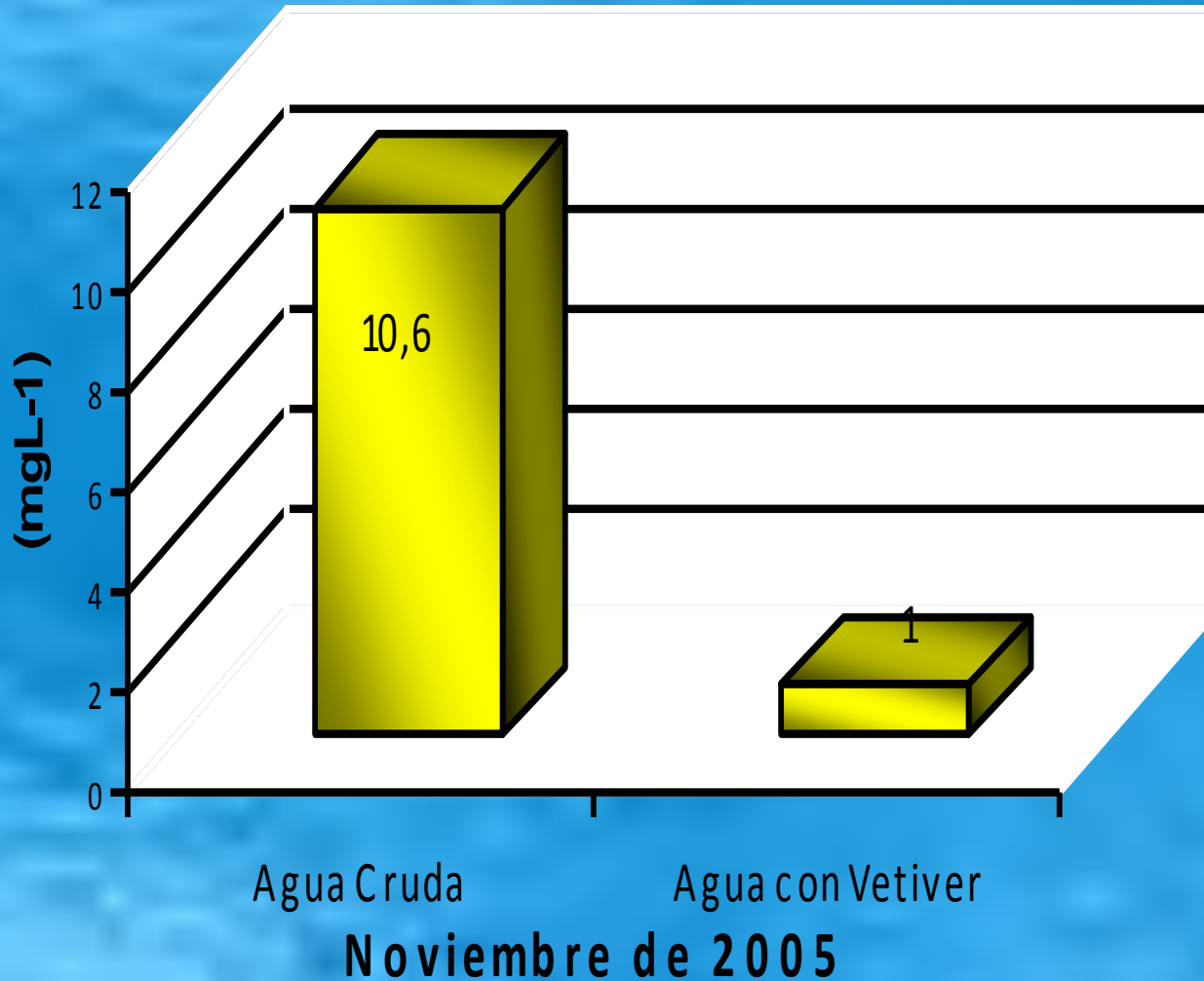
NITRATOS:



Mayo de 2005

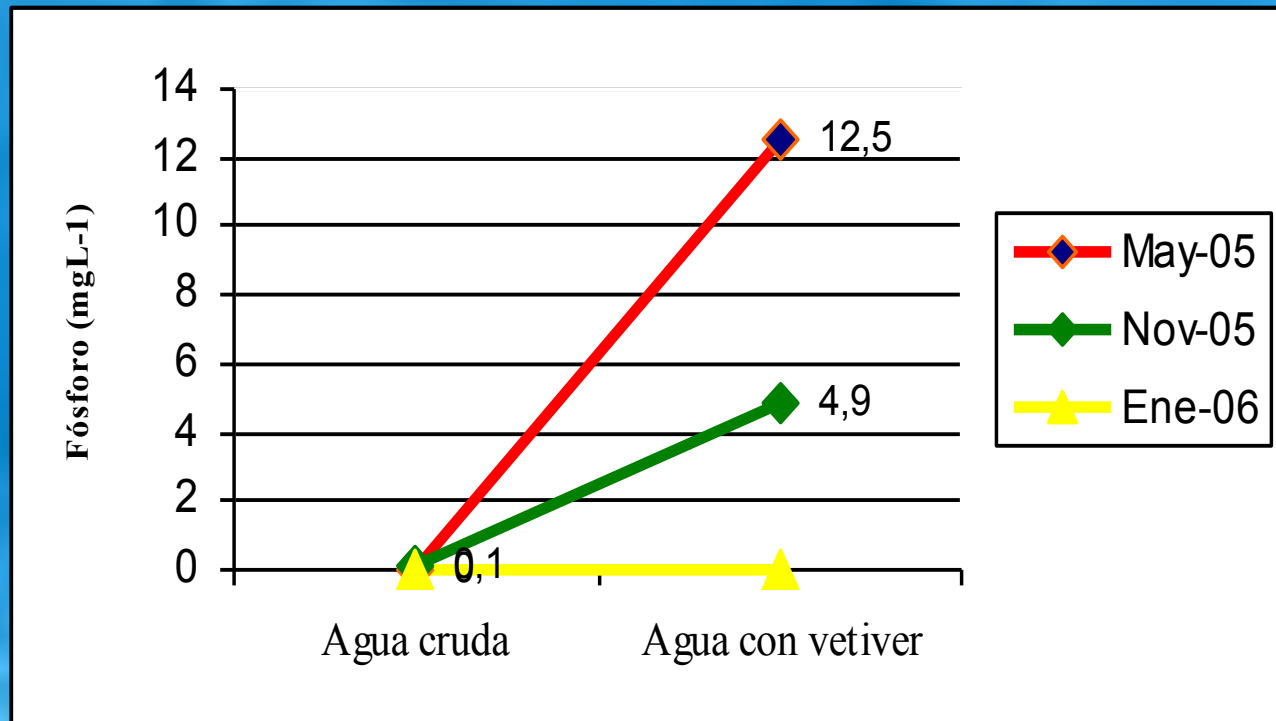
Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

NITRATOS:



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

FÓSFORO



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS...

Investigación china



N y P

Período corto de tiempo

Resultados similares fueron encontrados por Hart *et al.*, 2003, Liao *et al.*, 2003 y Scavo, 2004.

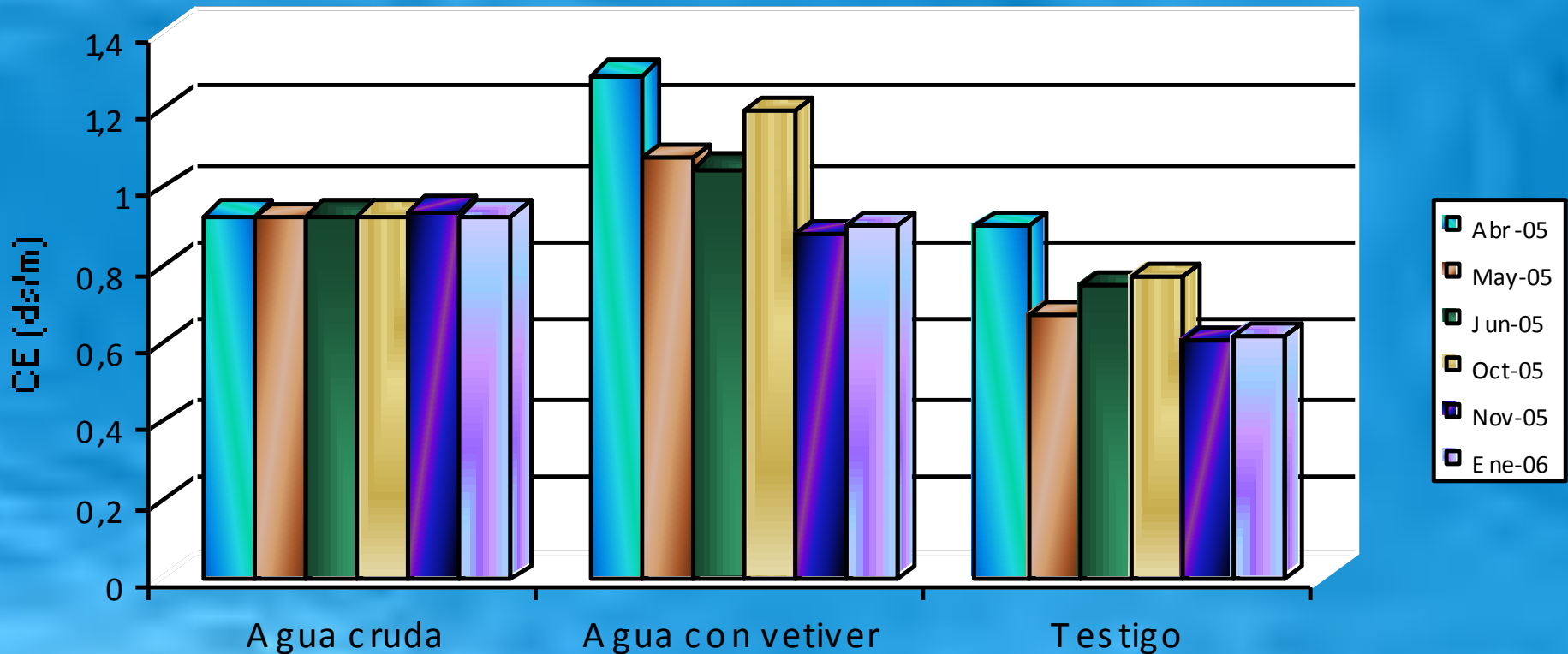
Remoción de N y P: 1 m² Raíces Vetiver puede tratar 35000 mg N y 3375 mg de P en 8 días (Hart *et al.*, 2003)

Vetiver en condiciones hidropónicas: 100 mgL⁻¹ a 6 mgL⁻¹ en 4 días (Truong *et al.*, 2000).

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS...

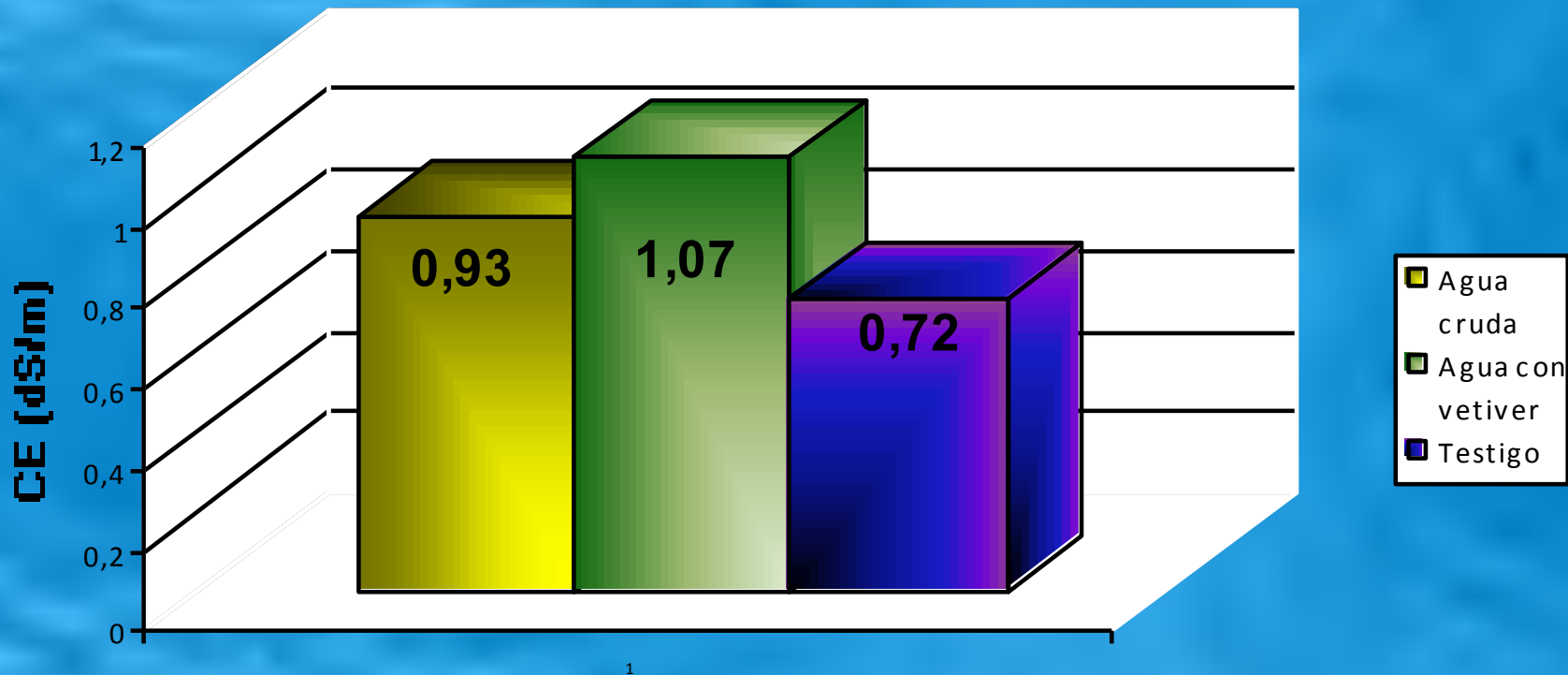
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS...

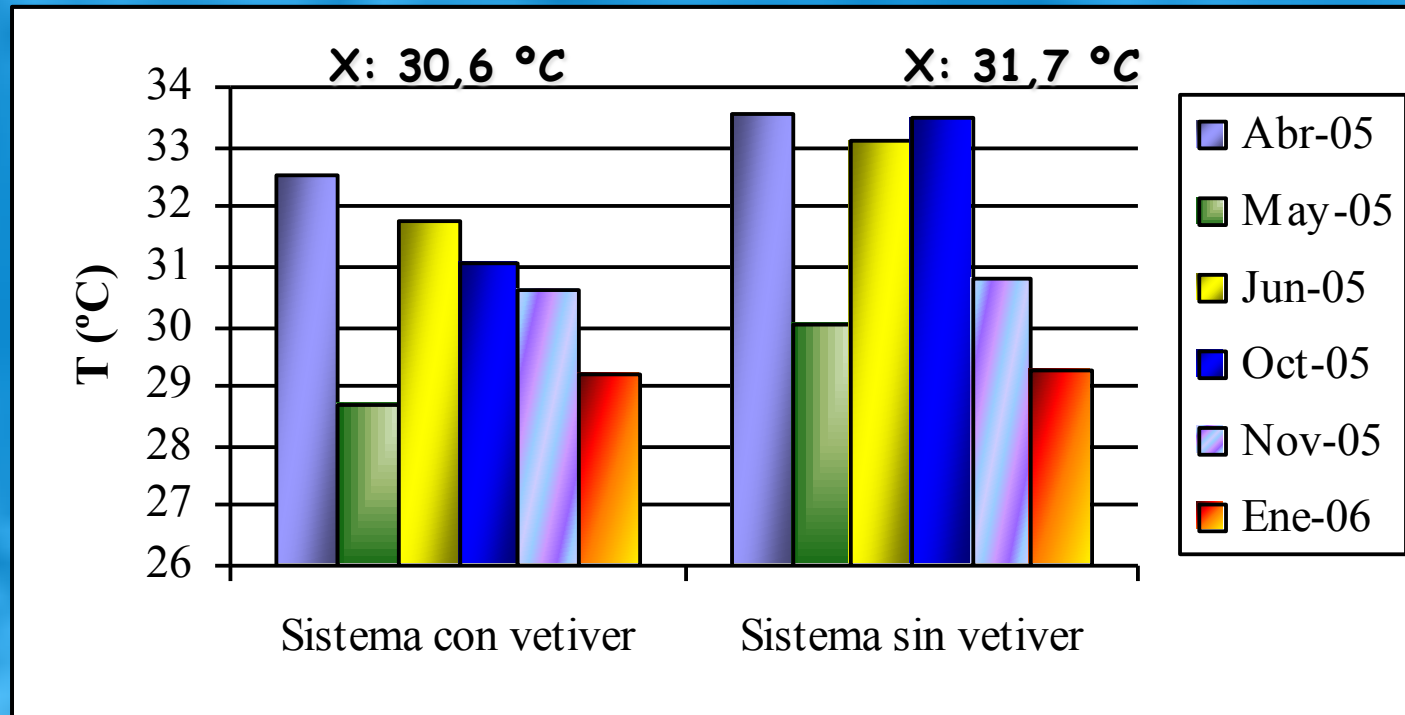
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



El vetiver no tuvo efectos en disminuir las sales disueltas en el agua.

RESULTADOS...

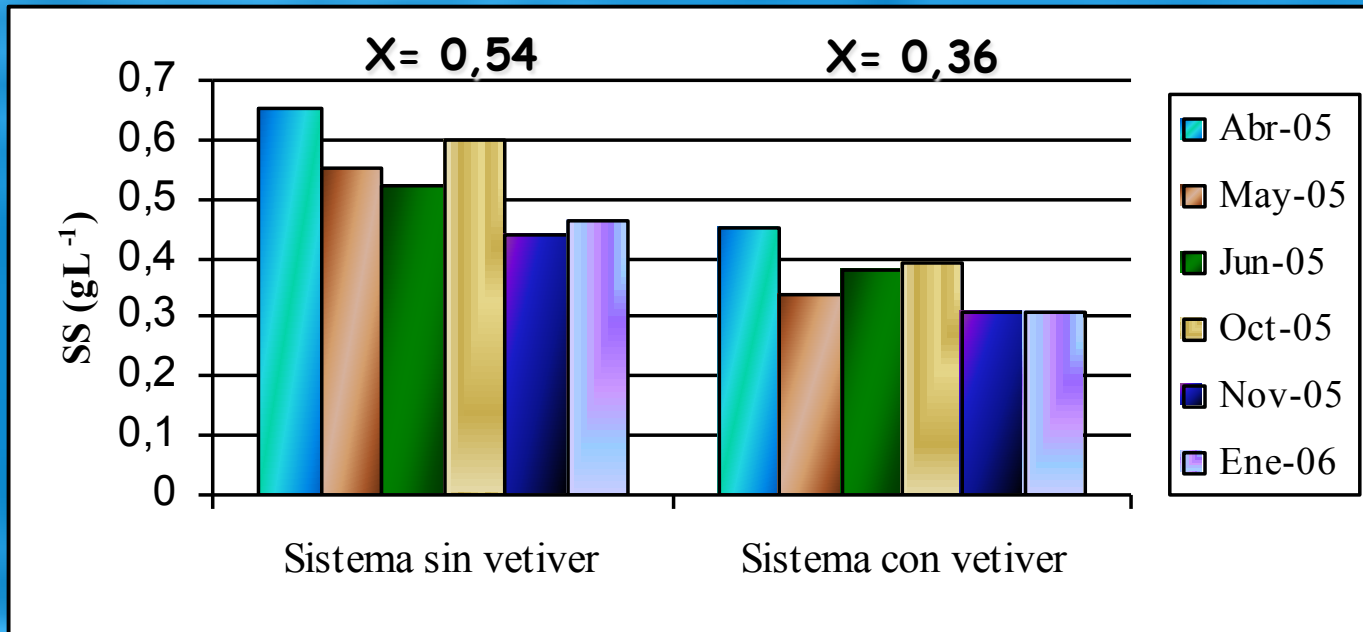
TEMPERATURA



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS...

SÓLIDOS SUSPENDIDOS

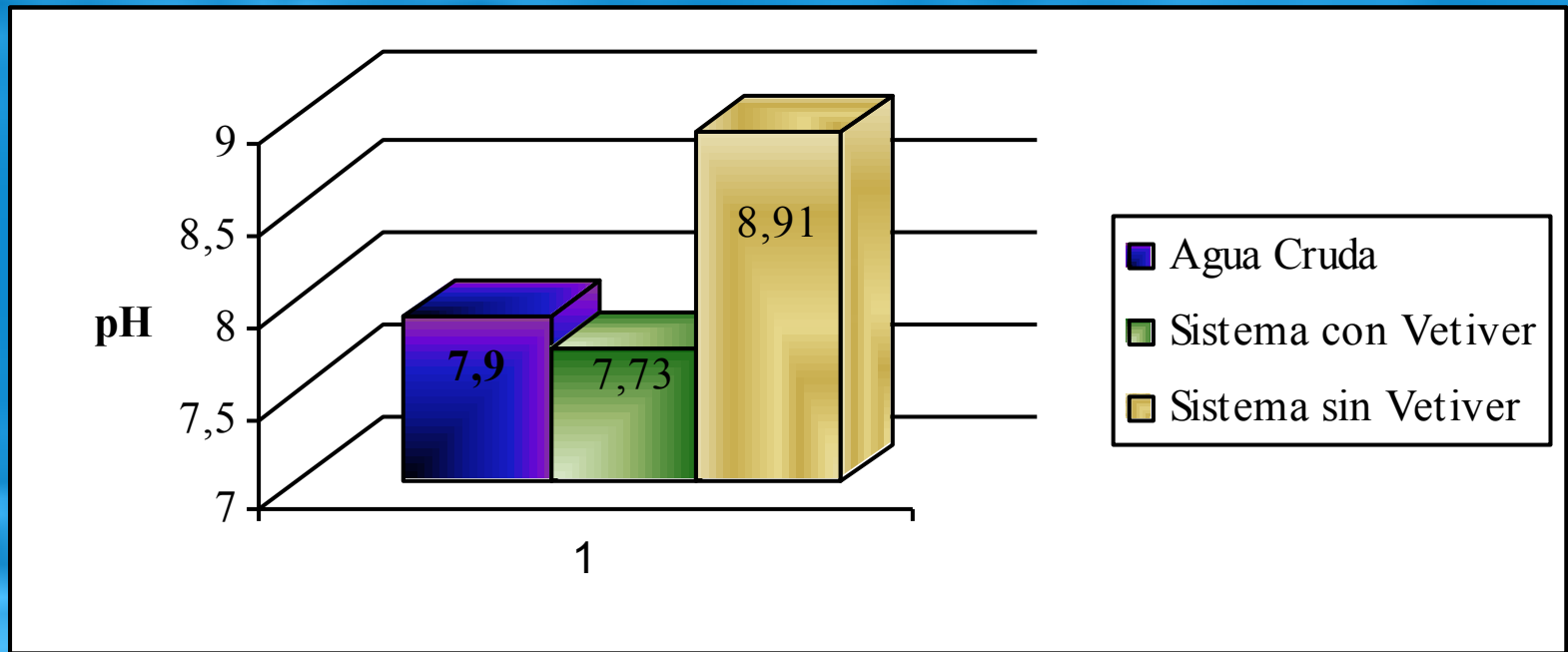


Scavo (2004) y Njau et al., 2003 : >80%

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS...

pH



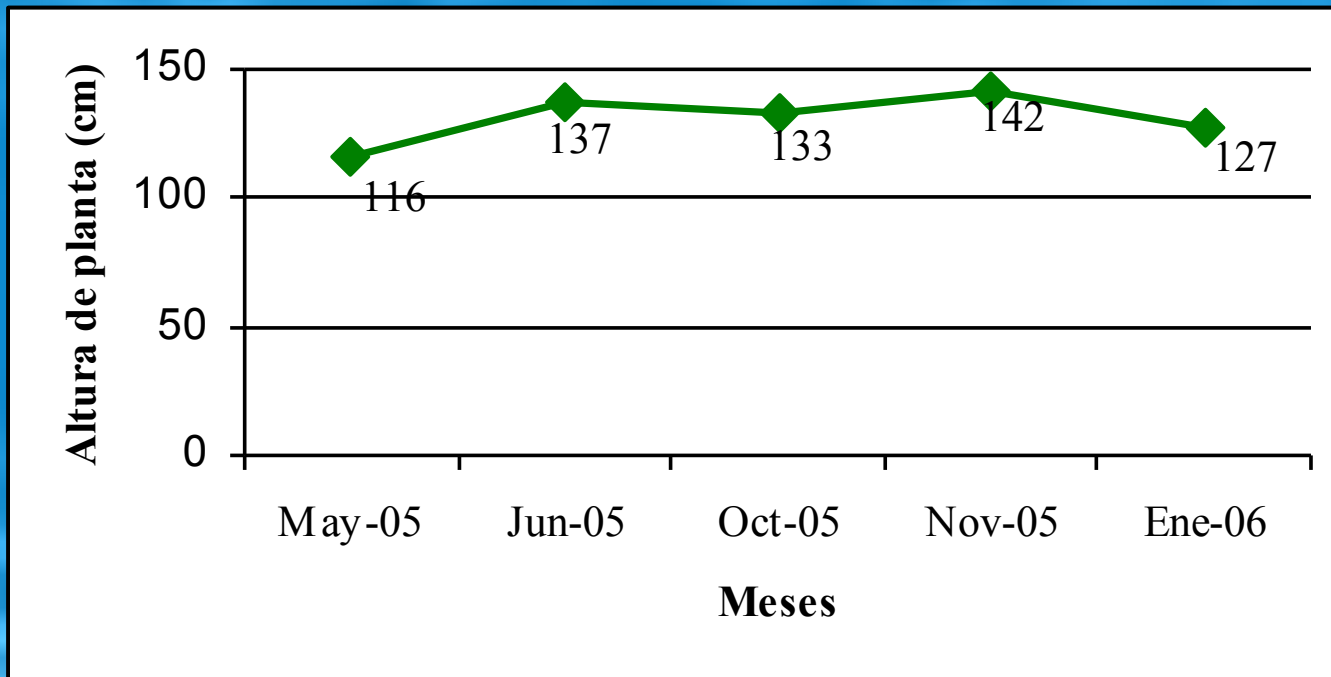
Srisatit (2003), Troung et al (2003) y Scavo 2004, demostraron que el vetiver tiene un efecto positivo en mejorar el pH

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

RESULTADOS...

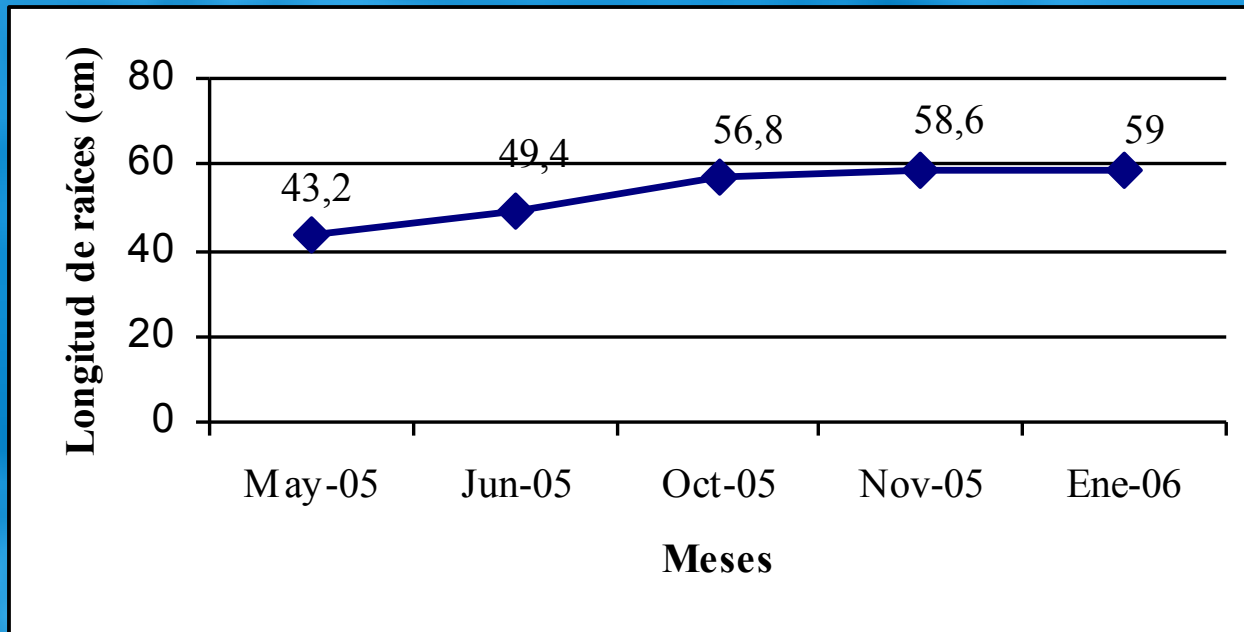
Mediciones realizadas en la planta

a) Altura de planta:



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

b) Longitud de raíces:



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

Raíces

RESULTADOS...



Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

CONCLUSIONES

- Los resultados encontrados demuestran que al principio del experimento, el vetiver ejerció un efecto positivo en la reducción del flúor en el agua.
- Sin embargo en los posteriores análisis, los resultados no reflejan con claridad el efecto del vetiver en disminuir los niveles de fluoruro en el agua.

Efecto del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) en la reducción del flúor y otros compuestos contaminantes en aguas de consumo humano. Caso: Caserío Guarataro, estado Yaracuy, Venezuela

Conclusiones...

- Al no realizar podas a las plantas, los niveles de concentración del contaminante en el tejido podrían haber alcanzado niveles umbrales para la planta.
- El fósforo, en la primera etapa, mostró una tendencia a aumentar su concentración en el sistema, sin embargo posteriormente se tuvieron reducciones hasta niveles no detectables, lo cual comprueba la eficiencia del sistema en la remoción de nutrientes y corroboran lo encontrado por otros investigadores.

Conclusiones...

- En cuanto a los nitratos, se confirmó que el vetiver ejerce una función importante en la reducción de dicho parámetro, siendo mayor de 95%.
- Esto ha sido demostrado en anteriores investigaciones a nivel mundial, lo cual constituye un potencial para la remoción de dicho contaminante en agua destinada a consumo humano.

Conclusiones...

- Respecto a la conductividad eléctrica como parámetro, el sistema con vetiver no ejerció ningún efecto sobre las sales presentes en el agua tratada.
- Se evidenció además que el vetiver ejerció un pequeño efecto en mejorar el pH del agua.

Conclusiones...

- La temperatura del agua del sistema de tratamiento con vetiver (30,6 °C) fue menor en relación al sistema sin vetiver (31,7 °C), lo que indica que las plantas generan un microclima que mejora la temperatura.
- Los sólidos suspendidos fueron menores en el sistema con vetiver en relación al sistema sin vetiver.

Conclusiones...

- Los análisis químicos realizados al tejido de la planta, mostraron una absorción considerable de flúor, para el follaje de $1,41 \text{ mgL}^{-1}$ y para la raíz $1,45 \text{ mgL}^{-1}$, lo que evidencia para efectos de esta investigación que la planta acumuló este elemento en sus tejidos, sin embargo esto no es significativo a nivel de sistema de tratamiento de agua para remoción de fluoruro.

Conclusiones...

- La planta vetiver pudo crecer y desarrollarse bien bajo los efectos de la concentración de flúor manejadas en este experimento, ya que no se conocen niveles umbrales en relación a este elemento químico.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuras investigaciones realizar este tipo de experimento bajo condiciones controladas, ya que esto va a permitir un mejor manejo.
- Realizar podas sucesivas tanto al follaje como a las raíces de la planta de vetiver, ya que de esta manera la planta puede regenerarse nuevamente.

Recomendaciones...

- Realizar análisis químico de tejidos a cada una de las plantas del sistema de tratamiento de aguas, de esta manera se tendrá un análisis más completo de la acumulación de fluoruro en la planta de vetiver.

*“La paz, la justicia social y el
equilibrio ecológico son las
bases de la sobrevivencia de
la humanidad.*

Gerardo Yépez Tamayo

Gracias