



10 y 11 de septiembre de 2014
Torre de Ingeniería, CU

MINGITORIOS SECOS UNA ALTERNATIVA DE AHORRO DE AGUA Y RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES

Pas. I.Q. Anjully Taboada Márquez

M. en I. José Luis Martínez Palacios

IMPORTANCIA DE SEPARAR LA ORINA

- Representa el 80 % de N y el 45 % de P de carga en el agua residual (Wilsenach y Van Loosdrecht, 2004).
- N y P son recuperables y utilizables como fertilizantes
- El costo de recuperación es relativamente sencillo
- Se disminuye la contaminación de cuerpos de agua
- Se simplifica el proceso y se reduce el costo de tratamiento de las aguas residuales
- Se reduce el costo de producción de fertilizantes y el impacto al ambiente por su producción
- Ahorro de agua domiciliaria (30 % según Kaufmann, 2008)
- Aplicación directamente en cultivos (experimental y extensivo)

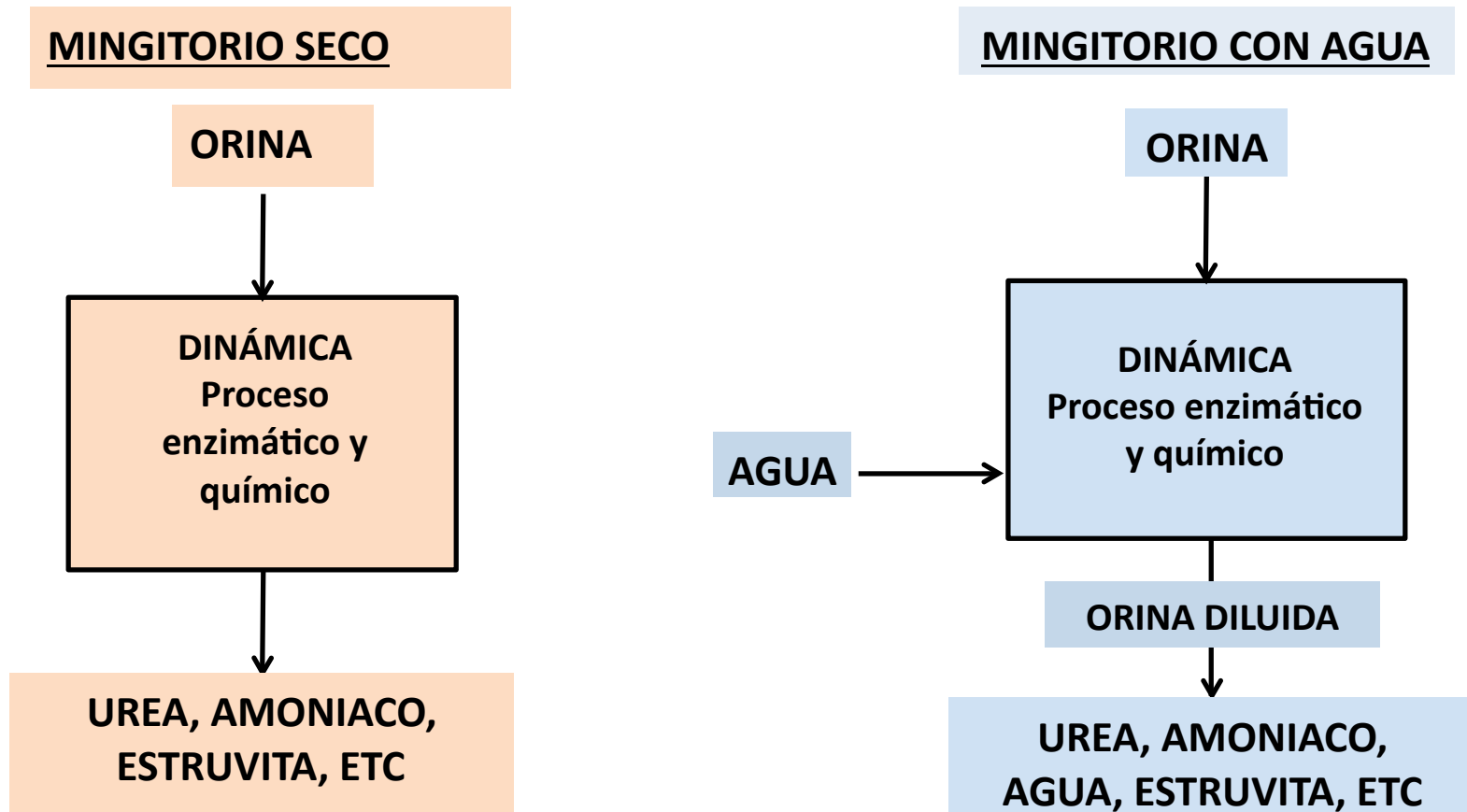
OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Establecer condiciones para la recuperación de fósforo de la orina
- Establecer condiciones experimentales para la recuperación de nitrógeno amoniacal de la orina

ALCANCES DEL PROYECTO

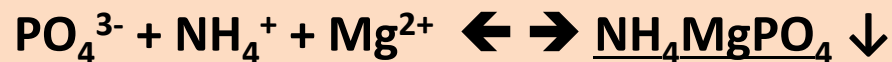
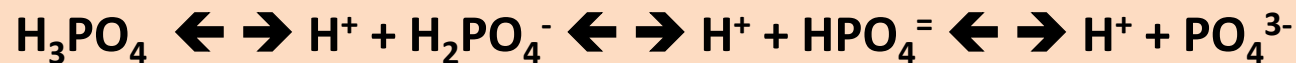
- Experimentar la precipitación de fósforo de la orina
- Experimentar en el laboratorio y definir las condiciones de sorción de nitrógeno amoniacal de la orina.
- Experimentar con reactores y columnas empacadas la recuperación de fósforo y nitrógeno amoniacal de la orina

DINÁMICA DE HIDRÓLISIS DE LA UREA Y PRECIPITACIÓN DE FÓSFORO DE LA ORINA



DINÁMICA DE HIDRÓLISIS DE LA UREA Y PRECIPITACIÓN DE FÓSFORO DE LA ORINA

ORINA



UREA, AMONIACO,
ESTRUVITA, ETC

EQUILIBRIOS ÁCIDO- BASE

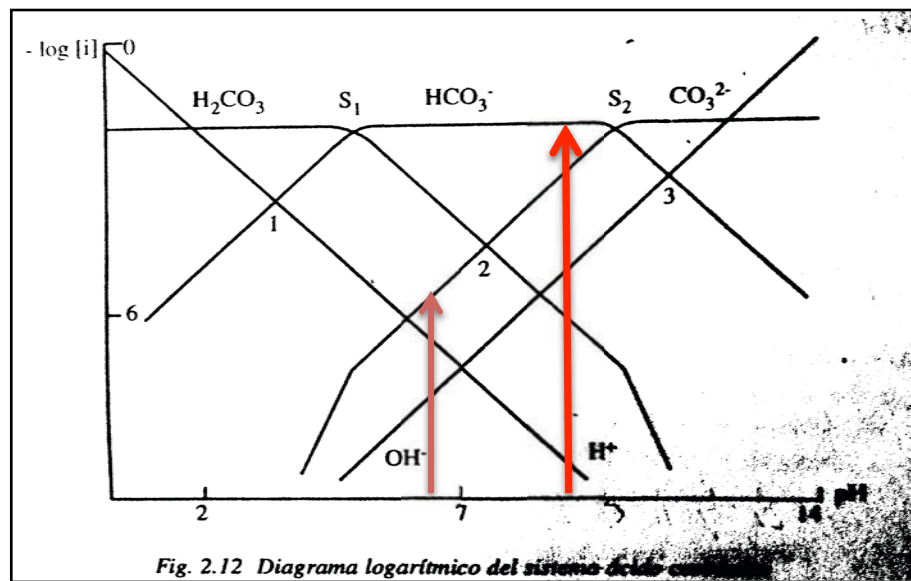
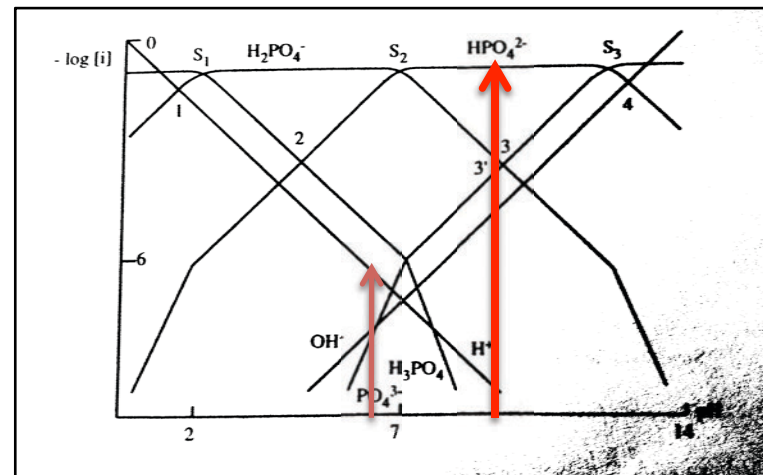
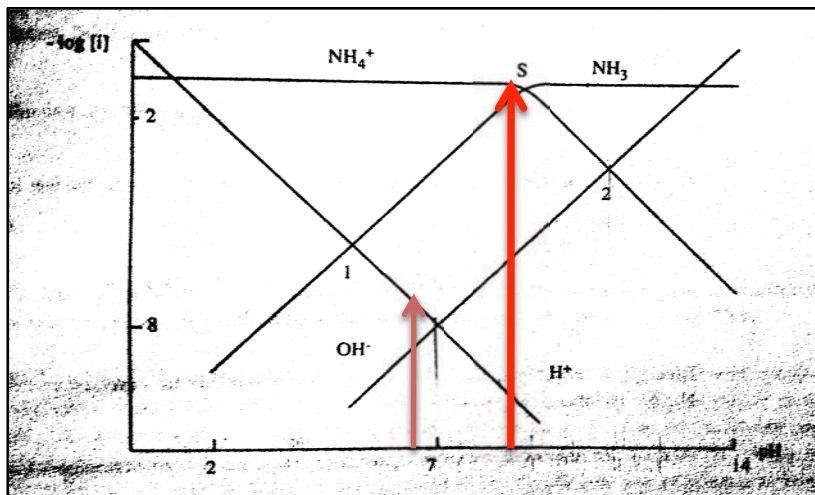


Fig. 2.12 Diagrama logarítmico del sistema ácido carbónico

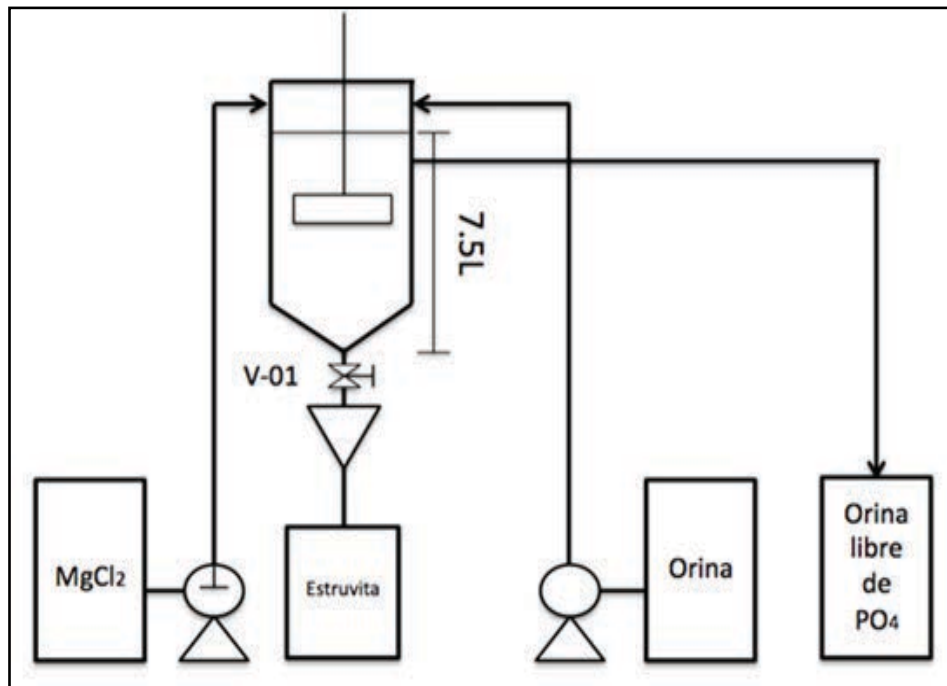
CARACTERIZACIÓN DE LA ORINA

- Colecta de un mingitorio seco
- Almacenamiento más de 2 meses a temperatura ambiente

Parámetro	Orina almacenada
$\text{NH}_3\text{-N}(\text{mg/L})$	6874
$\text{N}_{\text{TOT}}(\text{mg/L})$	7139
pH	9.1
$\text{PO}_4^{3-}(\text{mg/L})$	837
$\text{K}^+(\text{mg/L})$	2018
$\text{Ca}^{2+}(\text{mg/L})$	4.33
$\text{Mg}^{2+}(\text{mg/L})$	0.345
Alcalinidad (como CaCO_3 , mg/L)	24420

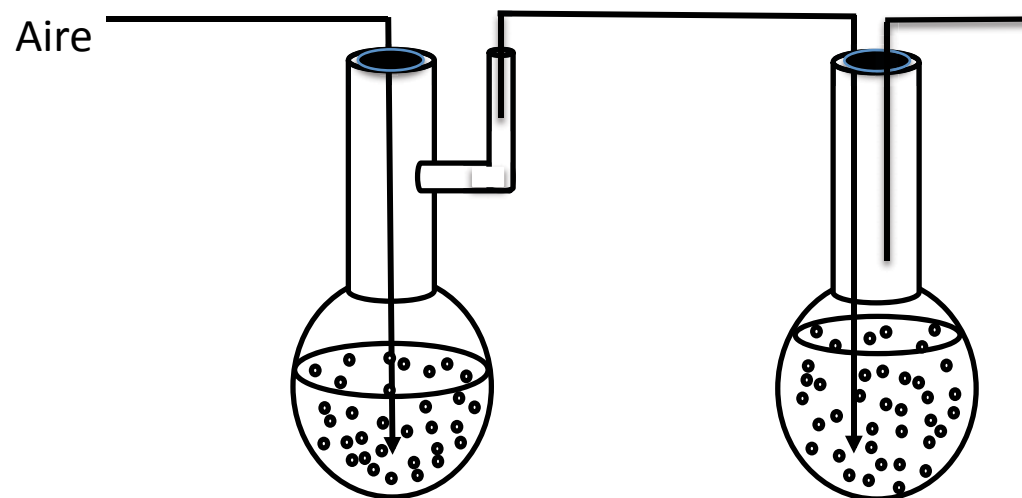
PRECIPITACIÓN DE FÓSFATOS

Precipitación de estruvita (MgNH_4PO_4) en un reactor de tanque agitado, mediante la adición de Mg^{2+}



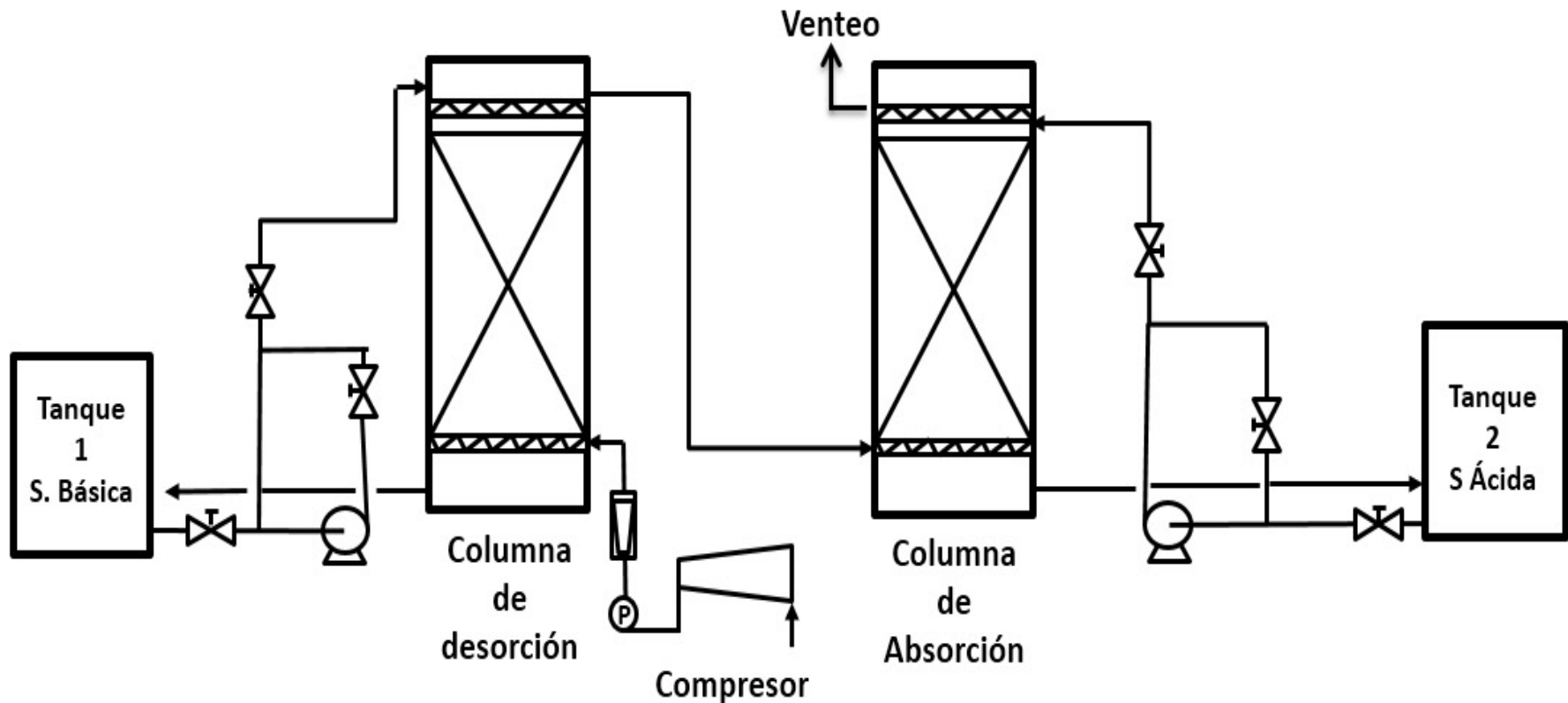
PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LABORATORIO

Variables: 300 ml de orina, gasto de aire 1,1.5 y 2 LPM a 20°C con relación $\text{NH}_3:\text{H}_2\text{SO}_4$ de 1:1.2



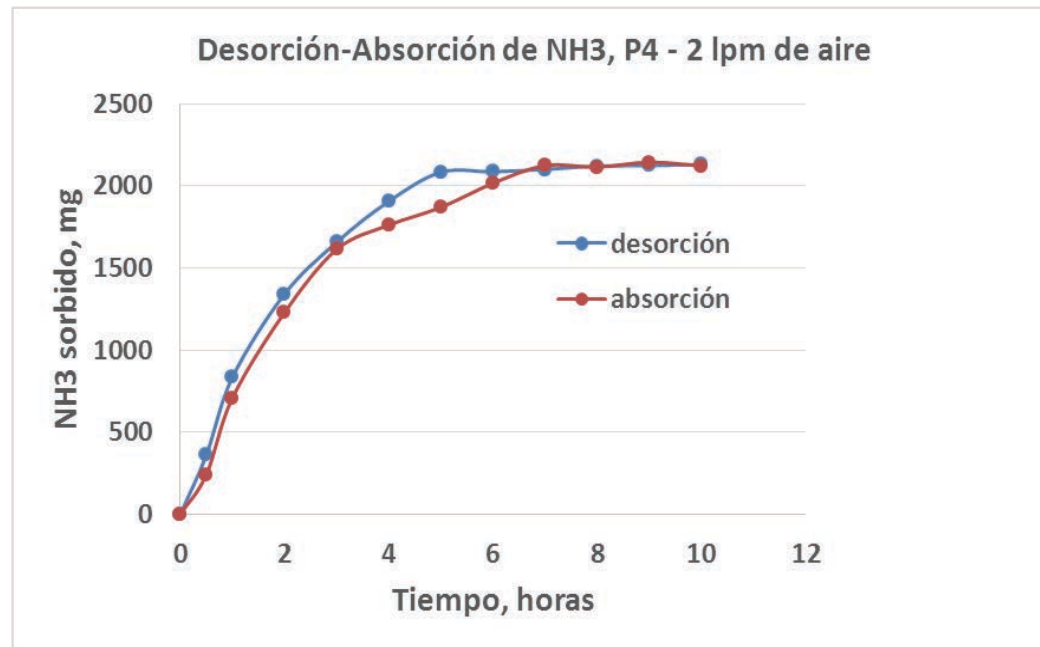
SORCIÓN DE NITRÓGENO AMONIACAL

Variables: $Q_{\text{orina}}=1.7, 4 \text{ y } 6 \text{ L/min}$, $Q_{\text{ácido}}=3, 4 \text{ y } 6 \text{ L/min}$, $Q_{\text{aire}}=1, 1.5 \text{ y } 2 \text{ LPM}$ a 20°C con relación $\text{NH}_3:\text{H}_2\text{SO}_4$ de 1:1.2

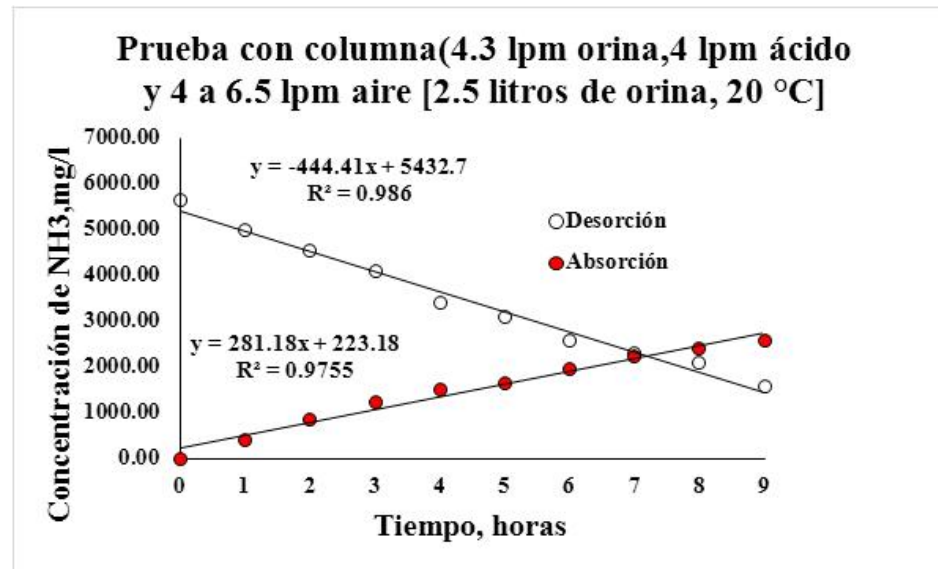


Proceso continuo con recirculación

RESULTADOS DEL LABORATORIO



RESULTADOS DE COLUMNAS



RESULTADOS

Precipitación de estruvita		
Parámetro	Orina	
C _i (mg PO ₄ ³⁻ /L)	837	
C _f (mg PO ₄ ³⁻ /L)	59	
Sorción de NH ₃		
Parámetro	Desorción (orina)	Absorción (H ₂ SO ₄)
C _i (mg NH ₃ -N/L)	6874	0
C _f (mg NH ₃ -N/L)	529 ^[1] , 719 ^[2]	4437 ^[1] , 3064 ^[2]
Tratamiento finalizado		
Parámetro	Orina residual	
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	59	
Na (mg/L)	3050	
K ⁺ (mg/L)	2019	
Ca ²⁺ (mg/L)	1070	
Mg ²⁺ (mg/L)	0.65	

^[1] Resultado de la prueba más eficiente en el laboratorio (aire 2 LPM).

^[2] Resultado de la prueba más eficiente en las torres empacadas

Los demás valores son el promedio del resultado de la caracterización para la orina tratada de cada prueba realizada.

CONCLUSIONES

- Es posible la desorción de nitrógeno(91 %) y fósforo (93 %) de la orina experimentalmente
- Es posible recuperar 6.25 Kg de nitrógeno y 0.77kg de fosfato amoniacal por m³ de orina tratada
- Dependiendo de las condiciones de prueba, la tasa de desorción varía de 185 mg/hora a aproximadamente 1600 mg/hora para las pruebas realizadas
- La desorción es el proceso que limita la absorción de amoniaco
- La desorción se incrementa conforme se aumenta el gasto de aire. Las características de la orina limitan el proceso de sorción en las pruebas en columnas
- La recuperación de fósforo está libre de contaminantes como metales pesados presentes en los fertilizantes minerales
- Es posible utilizar reactivos reciclables en el proceso
- La dilución de orina dificulta y hace más costoso el proceso de recuperación de los nutrientes.