

Procesos Aeróbicos

Gloria Caviedes Peñuela.

Santiago Vásquez Gordillo.

Johann Sebastian Mellizo. Forero:

Alex Alejandro Avila. Torres:

Código: 20181180014

Código: 20181180065

Código: 20171180070

Código: 20182180081



DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS DE LAS OPERACIONES UNITARIAS

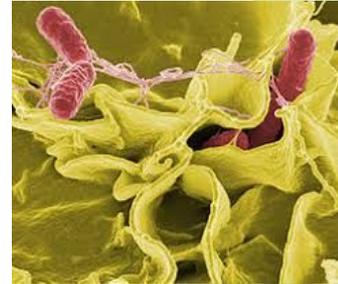
Organismos Aeróbicos

Son aquellos que requieren de oxígeno para generar la energía necesaria para llevar a cabo sus funciones vitales.



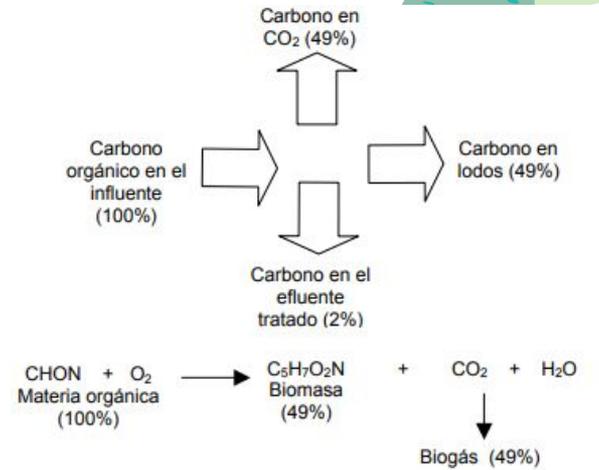
Procesos Aeróbicos

El concepto se aplica no sólo a organismos sino también a los procesos implicados y a los ambientes donde se llevan a cabo.



Operaciones Unitarias

- Fermentación Oxidativa
- Filtro Percolador
- Lodos Activados
- Discos Biológicos Rotatorios
- Filtro Sumergido
- **S**istemas de Lagunas
- Humedales





APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA AMBIENTAL

- Tratamiento biológico de Aguas Residuales

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES

El objetivo del tratamiento biológico de las aguas residuales es eliminar los contaminantes del agua mediante el uso de microorganismos. En la mayoría de los casos, la materia orgánica soluble e insoluble, así como el nitrógeno, son eliminados eficientemente por la acción biológica. También el fósforo se puede eliminar biológicamente, aunque dicho proceso todavía no está tan implementado en las estaciones depuradoras como los anteriores.





01



Los requerimientos nutricionales de los microorganismos (necesarios para el crecimiento celular y la obtención de energía)



02

El metabolismo de los microorganismos

03

La relación entre crecimiento microbiano y utilización del sustrato



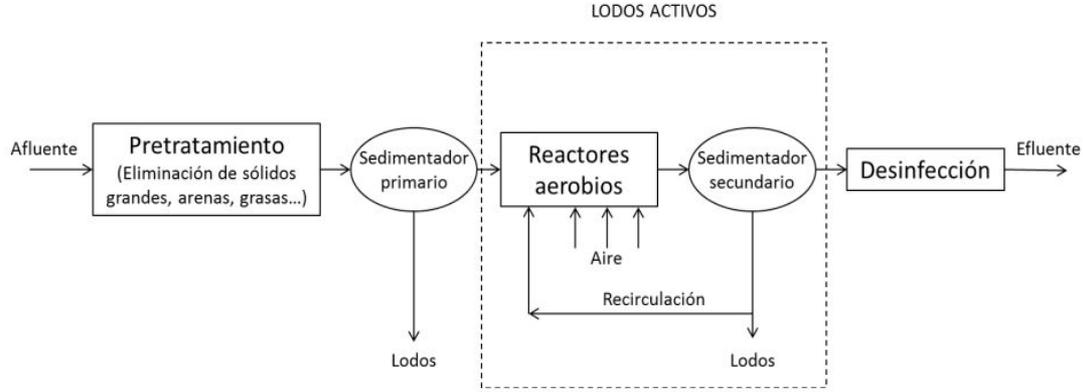
04

Los factores ambientales que afectan el crecimiento microbiano



TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS

Se fundamenta en la utilización de microorganismos, mayoritariamente bacterias heterótrofas facultativas, que crecen naturalmente en el agua residual y convierten la materia orgánica disuelta y particulada presente en el agua en productos más simples (dióxido de carbono y agua) y nuevas bacterias.

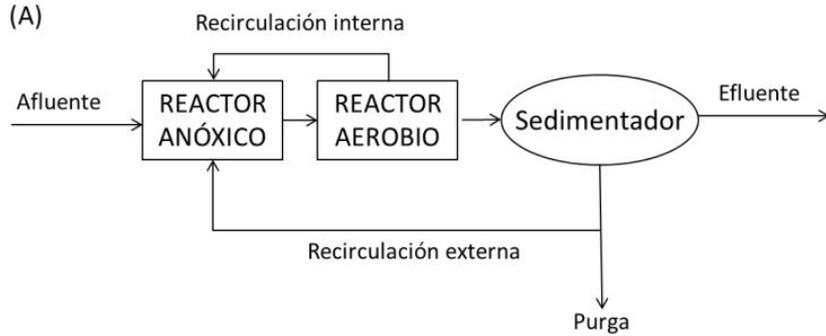


Consta de:

- Un tanque de aireación (reactor) en el cual los microorganismos se mantienen en suspensión y aireados
- Un sistema de separación de sólidos (normalmente un tanque de sedimentación)
- Un sistema de recirculación para devolver la biomasa sedimentada (microorganismos y sólidos inertes) al reactor

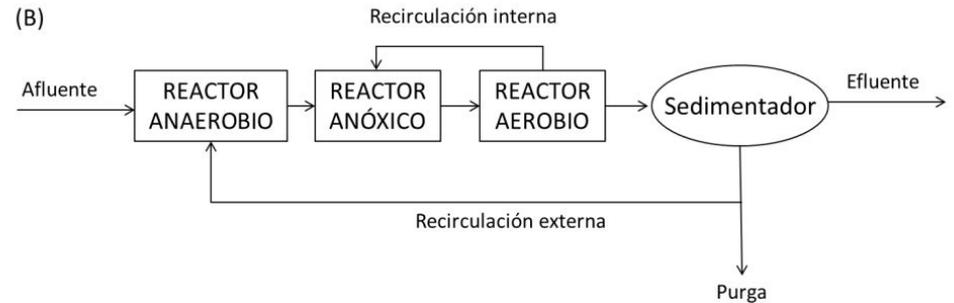
Variaciones

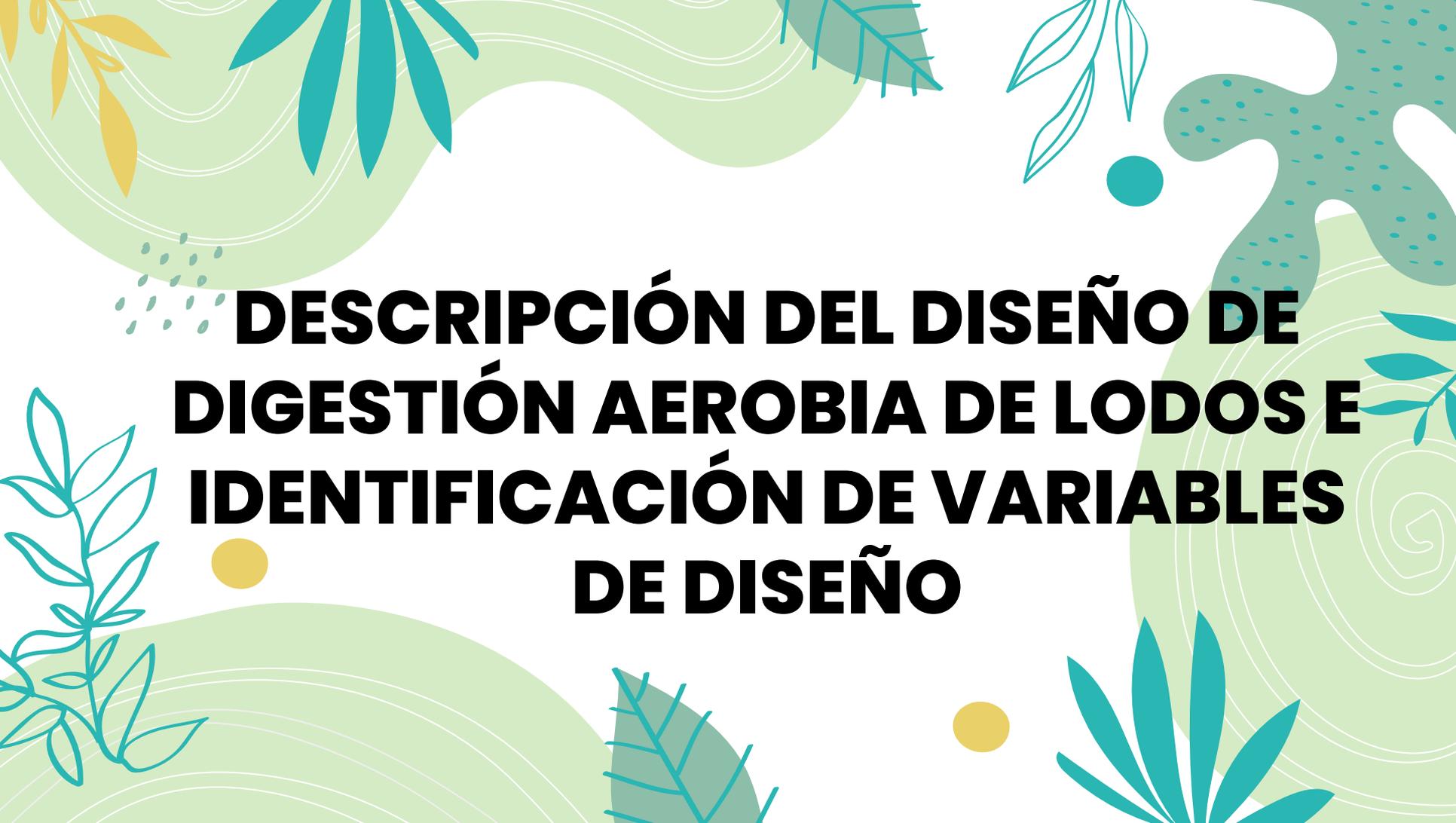
Procesos de lodos activos con tratamiento biológico de materia orgánica y nutrientes



Sistema Ludzack-Ettinger modificado para la eliminación biológica de materia orgánica y nitrógeno

Sistema A2O para la eliminación biológica de material orgánica, nitrógeno y fósforo

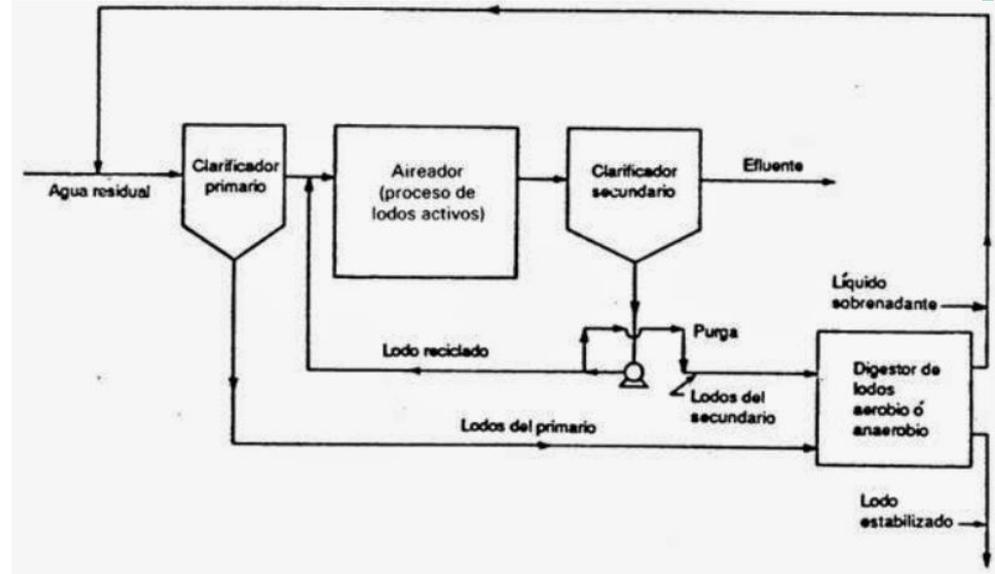




**DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE
DIGESTIÓN AEROBIA DE LODOS E
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES
DE DISEÑO**

DIGESTIÓN AEROBIA DE LODOS

La digestión aerobia es un proceso en el cual se produce una aireación, por un período significativo de tiempo, de una mezcla de lodo digerible de la clarificación primaria y lodo del tratamiento biológico aerobio, con el resultado de una destrucción de células, y una disminución de sólidos en suspensión volátiles (VSS).



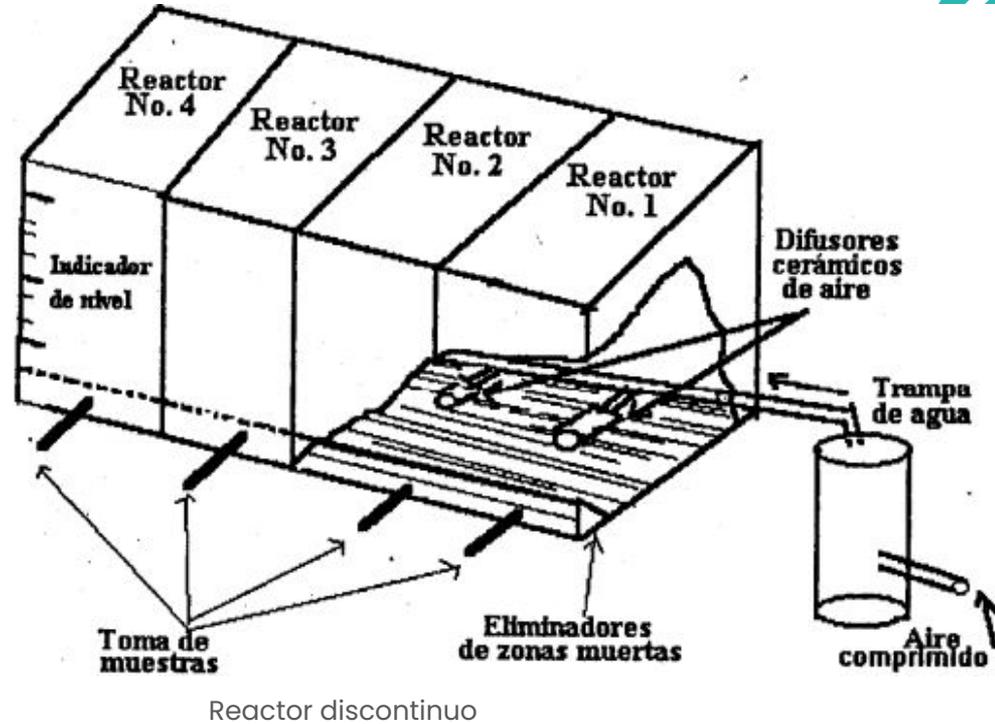
PARÁMETROS EN EL DISEÑO DE DIGESTORES AEROBIOS

Parámetro	Valor
Tiempo de detención hidráulica, días a 20°C *	-
Lodo activado solamente	12-16
Lodo activado de planta operada sin sedimentación primaria	16-18
Lodo primario más activado o de filtro percolador	18-22
Carga de sólidos, kilogramos de sólidos volátiles/metros cúbicos/día	0.1-0.20
Necesidades de oxígeno, kilogramos/kilogramos de tejido celular destruidos **	apox. 2
DBO ₅ en lodo primario	1.6-1.9
Necesidades de energía para el mezclado	
Aireadores mecánicos, kW/metro cúbico de tanque	0.013-0.026
Mezclado por aire, metros cúbicos de aire en condiciones normales por metro cúbico de tanque	0.02-0.03
Nivel de oxígeno disuelto en el líquido, mg/l	1-2
Reducción de sólidos suspendidos volátiles, %	35-50

Criterios de diseño para digestores aerobicos

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE DIGESTORES AEROBICOS DE LODOS

En los digestores discontinuos la concentración de sólidos suspendidos va disminuyendo con el tiempo, debido a la oxidación gradual de los sólidos suspendidos volátiles. El consumo de oxígeno para el reactor discontinuo disminuye con el tiempo



Ecuaciones de diseño

Para un reactor discontinuo, la reducción en sólidos degradables volátiles puede asimilarse a una cinética de primer orden, siendo

$$dX_d/dt = -k_{dc}X_d \quad (31)$$

donde X_d son los VSS degradables que quedan después de un tiempo de aireación t , en mg/l, y k_{dc} la constante de velocidad de reacción para la destrucción de la VSS degradable, en día⁻¹.

Ecuaciones de diseño

Siendo el tiempo de residencia:

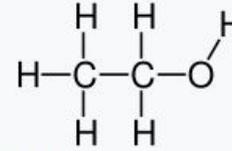
$$t = (X_0 - X_e) / k_{dc}(X_e - X_n)$$





EJERCICIO DE BALANCE DE MATERIA

Estructura
química

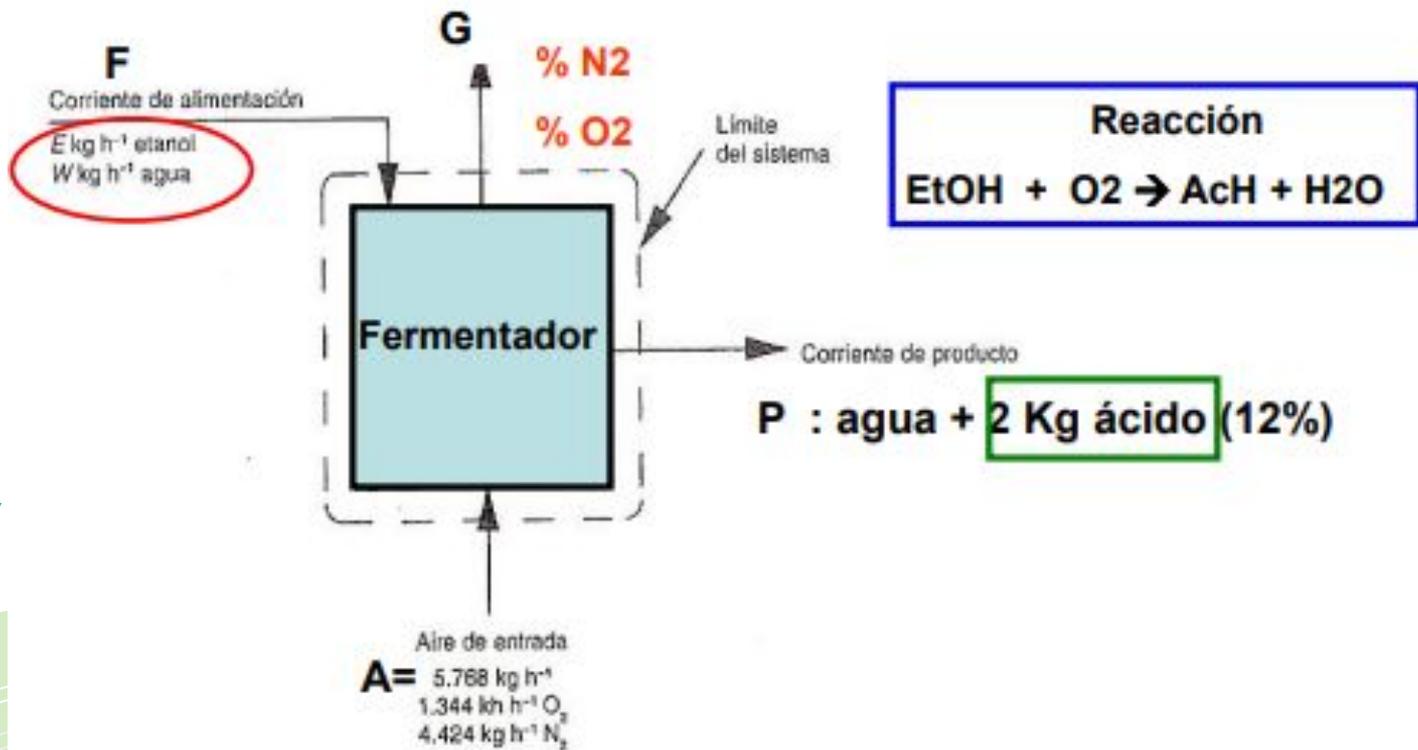


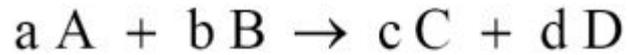
Fórmula química $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$

La bacteria *Acetobacter aceti* convierte el etanol en ácido acético en condiciones aerobias. Se propone un proceso de fermentación en continuo para la producción de vinagre utilizando células no viables de *A. aceti* inmovilizadas sobre la superficie de portadores de gelatina. La producción de ácido acético es de 2 kg h^{-1} aunque la concentración máxima de ácido acético tolerada por las células es del 12%. Se bombea aire al fermentador a una velocidad de 200 mol h^{-1} .

- ¿Qué cantidad mínima de etanol se necesita?
- ¿Qué mínima cantidad de agua debe utilizarse para diluir el etanol con el fin de evitar la inhibición del ácido?
- ¿Cuál es la composición del gas de salida del fermentador?

Diagrama





Coefficientes estequiométricos

$$v_A = -a \quad v_B = -b \quad v_C = c \quad v_D = d$$

Reacción Química

$$\frac{n_A}{v_A} = \frac{n_B}{v_B} = \frac{n_C}{v_C} = \frac{n_D}{v_D}$$

Relaciones entre moles de reactivos y productos

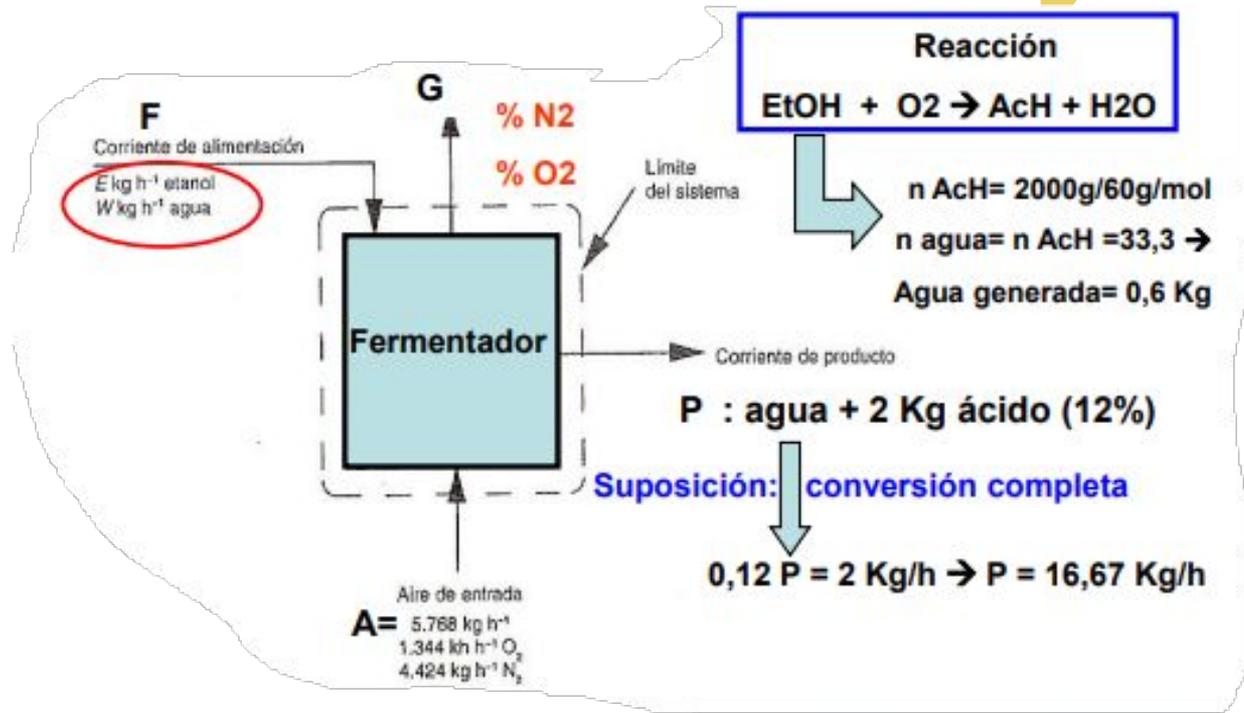
Conversión:



$$X_A = \frac{\dot{N}_{A0} - \dot{N}_A}{\dot{N}_{A0}}$$

Si $\dot{N}_A = 0 \rightarrow X_A = 1 \rightarrow$ conversión completa (100%)

Reacción Completa (Eficiencia 100%)



Balance

Balance global

$$F + A = G + P \rightarrow F + 5,768 = G + 16,67$$

Balance para O₂

O₂ en A (entra) = O₂ en G (sale) + O₂ consumido 0

$$1,344 - \text{O}_2 \text{ en G (sale)} - 33,3 \times 0,032 \text{ Kg/mol O}_2 = 0$$

$$\rightarrow \text{O}_2 \text{ en G (sale)} = 0,2773 \text{ Kg/h}$$

Balance para N₂ (inerte) \rightarrow sale = entra = 4,424 Kg/h

$$G = \text{O}_2 \text{ en G} + \text{N}_2 \text{ en G} = 0,2773 + 4,424 = 4,7013 \text{ Kg/h}$$

Balance para agua

Agua en F + agua generada = agua en P = 0,88 P = 14,67 Kg/h

$$\underline{\text{Agua en F}} = 14,67 - 0,6 = \underline{14,0696 \text{ Kg/h}}$$

Balance para EtOH: si la conversión es completa \rightarrow

EtOH en F = Sale (=0) + EtOH consumido

$$\text{EtOH consumido} = \text{moles} \times 46 \text{ g/mol} = 33,3 \times 46 = \underline{1531,8 \text{ g/h}}$$

$$\rightarrow F = \text{agua en F} + \text{EtOH en F} = 14,0696 + 1,5318 \rightarrow$$

$$\underline{F = 15,6 \text{ Kg/h}}$$

Balance

Balance para O₂

O₂ en A (entra) = O₂ en G (sale) + O₂ consumido 0

$$1,344 - \text{O}_2 \text{ en G (sale)} - 33,3 \times 0,032 \text{ Kg/mol O}_2 = 0$$

→ O₂ en G (sale) = 0,2773 Kg/h

Balance para N₂ (inerte) → sale = entra = 4,424 Kg/h

$$\text{G} = \text{O}_2 \text{ en G} + \text{N}_2 \text{ en G} = 0,2773 + 4,424 = 4,7013 \text{ Kg/h}$$

TABLAS DE RESULTADOS

Corr	Entrada - componentes					
	EtOH	ácido	agua	O2	N2	Total
F	1,53	---	14,07	---	---	15,6
A	-----	---	-----	1,344	4,424	5,768
G	-----	---	-----	-----	-----	---
P	-----	---	-----	-----	-----	---
Total	1,53	---	14,07	1,344	4,424	21,368

Corr	salida - componentes					
	EtOH	ácido	agua	O2	N2	Total
F	---	---	---	---	---	---
A	---	---	---	---	---	---
G	-----	---	-----	0,2773	4,424	4,7013
P	-----	2	14,67	-----	-----	16,67
Tot	---	2	14,67	0,2773	4,424	21,371



¡GRACIAS!