

# **TEMA 8: BIORREACTORES**

## **REACTOR BIOLÓGICO**

**CONSTITUYE UN AMBIENTE MAS O MENOS CONFINADO DONDE SE MANTIENEN LAS CONDICIONES AMBIENTALES ADECUADAS PARA EL DESARROLLO DE LOS MICROORGANISMOS Y LOS PROCESOS METABOLICOS REQUERIDOS PARA UNA BIOTRANSFORMACION DESEADA.**

**SE PUEDEN DIVIDIR EN TRES GRANDES GRUPOS:**

- \* FASE LIQUIDA**
- \* FASE SOLIDA**
- \* FASE LODO**

# TIPOS DE REACTORES

## FASE LIQUIDA

- **TANQUE AGITADO**
- **AIR LIF**
- **COLUMNA AIREADA**
- **TORRE DE PLATOS**
- **LECHO FLUIDIZADO (CON MICROORGANISMOS INMOVILIZADOS)**
- **REACTOR DE CANASTA**

# **TIPOS DE REACTORES**

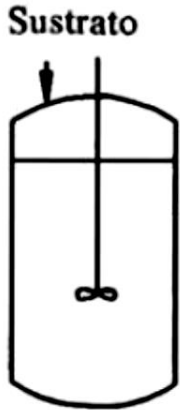
## **FASE SOLIDA**

- **LANDFARMING**
- **BIOPILAS**
- **REACTORES DE COMPOSTAJE**
- **REACTORES EN LECHO FLUIDIZADO**
- **REACTORES ROTATORIOS**

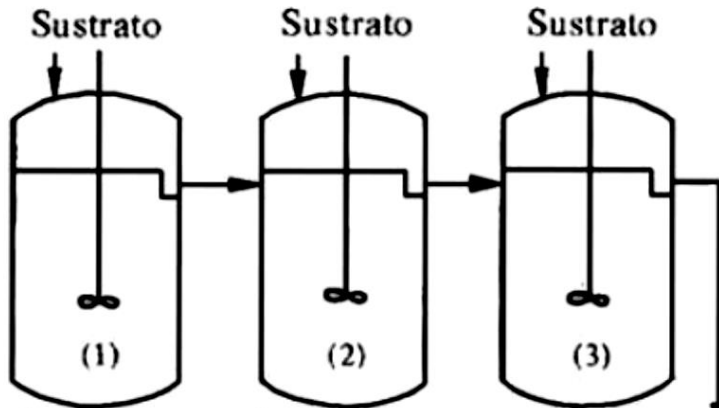
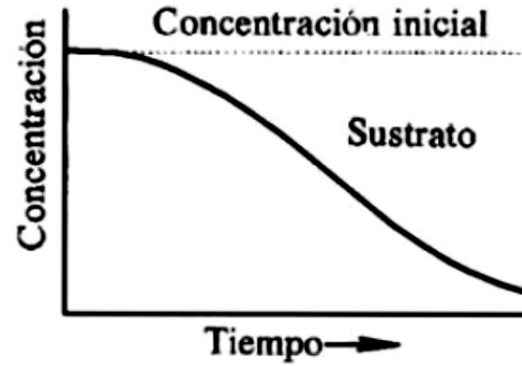
## **FASE SLURRY**

- **DITS**
- **REACTORES ROTATORIOS**
- **REACTORES TANQUE AGITADO**
- **REACTORES AIRLIFT**

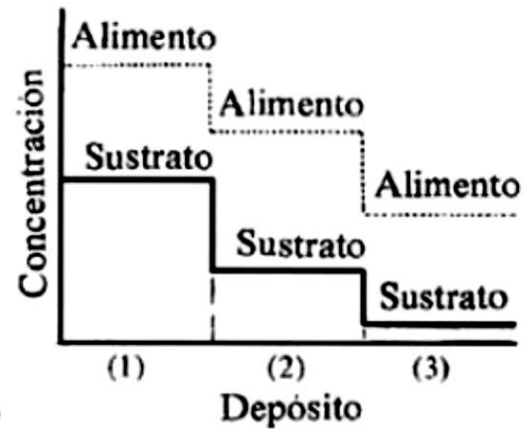
# Fermentador discontinuo



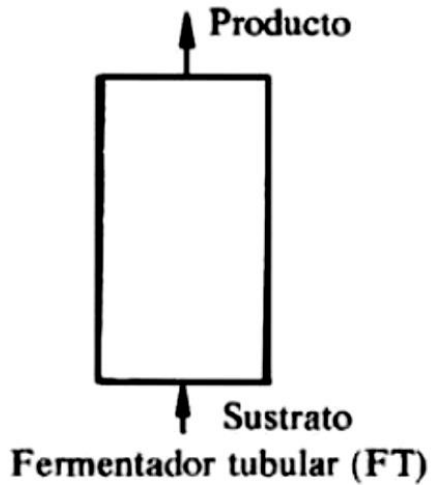
Fermentador discontinuo (FD)



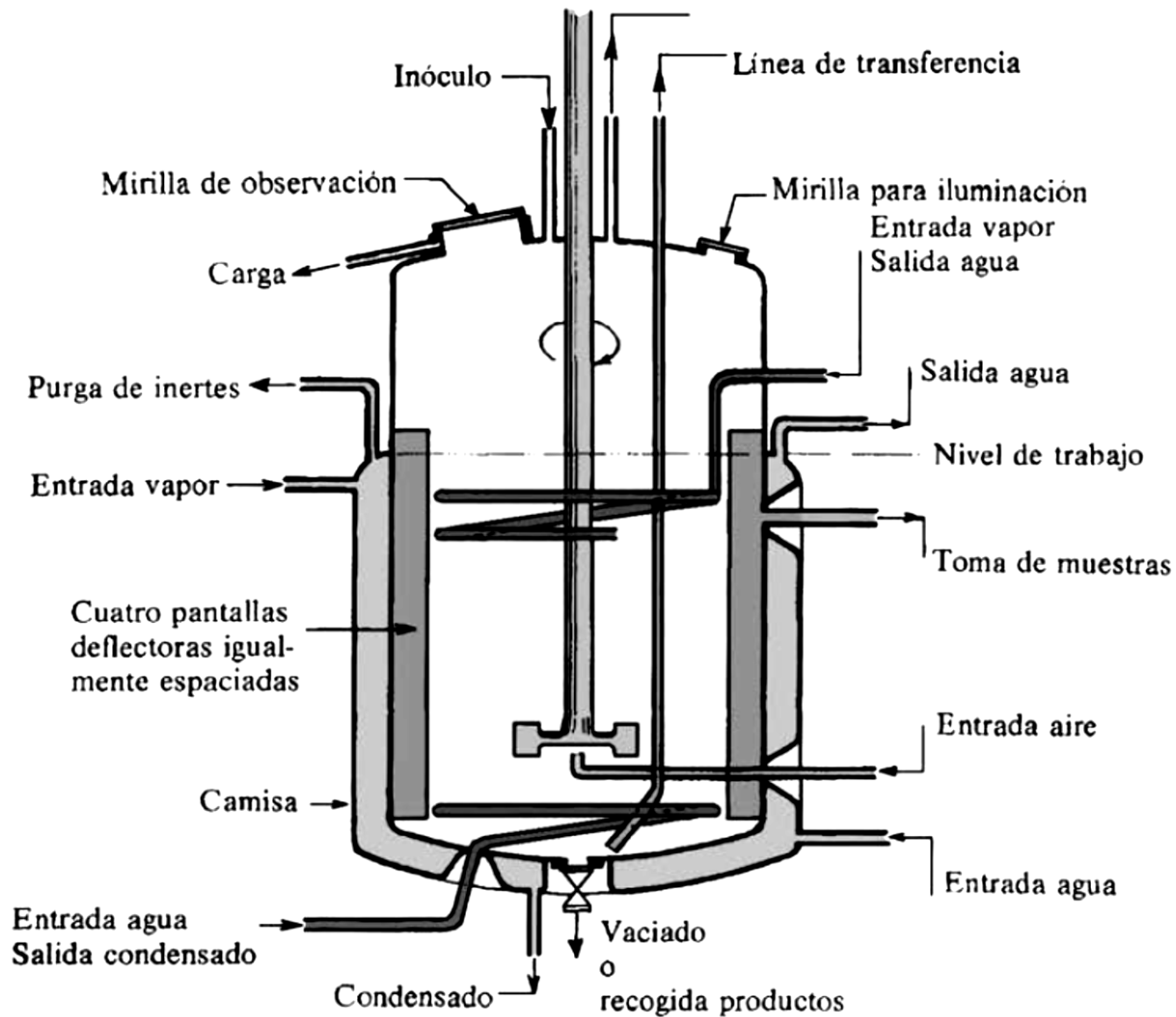
Serie de fermentadores continuos de tanque agitado (FCTA) Producto

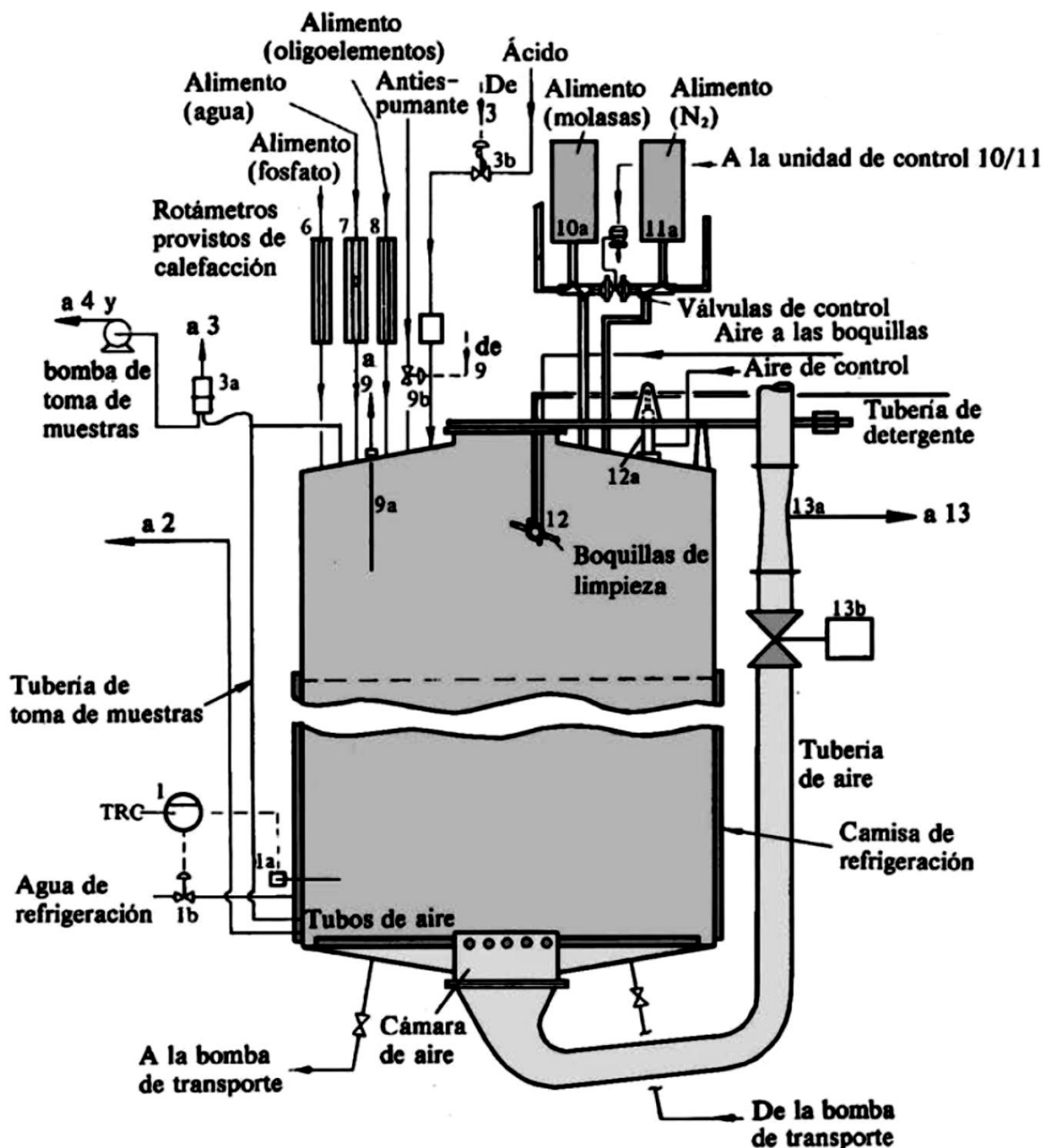


# Fermentador continuo



# Componentes de un fermentador tanque agitado

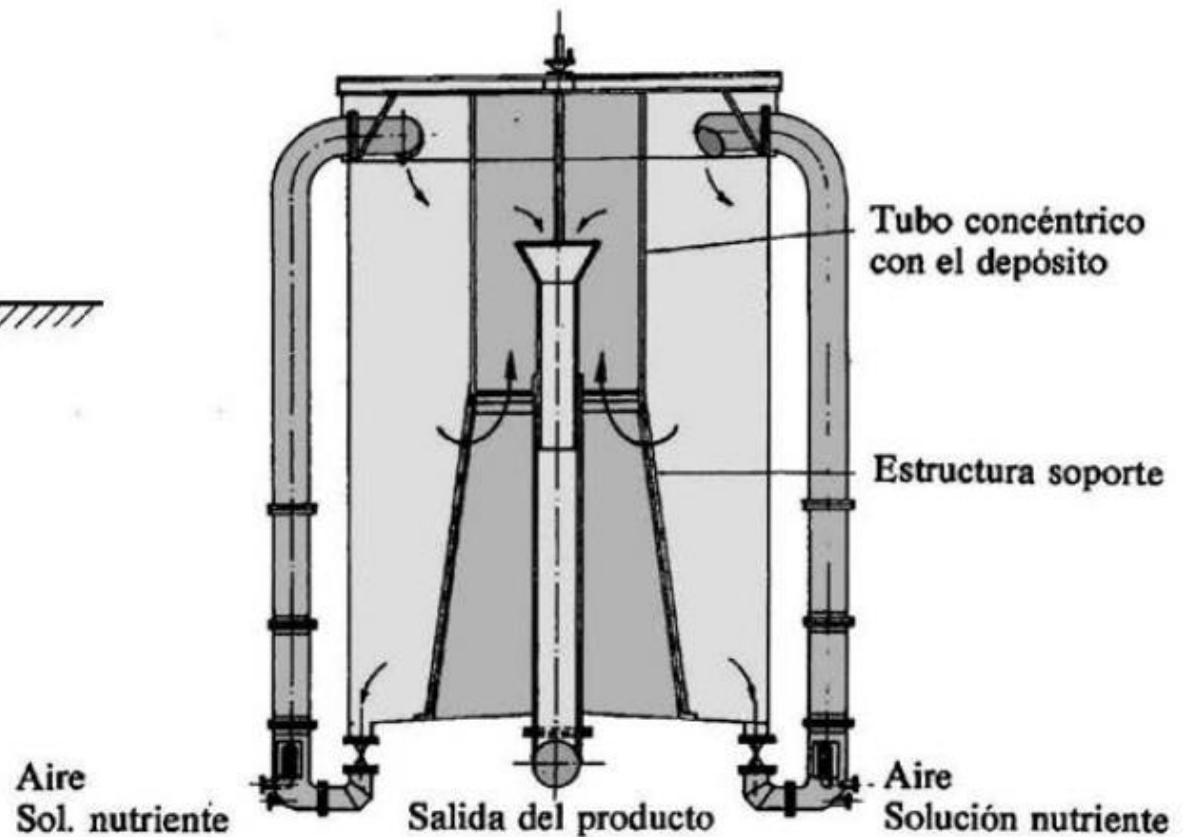
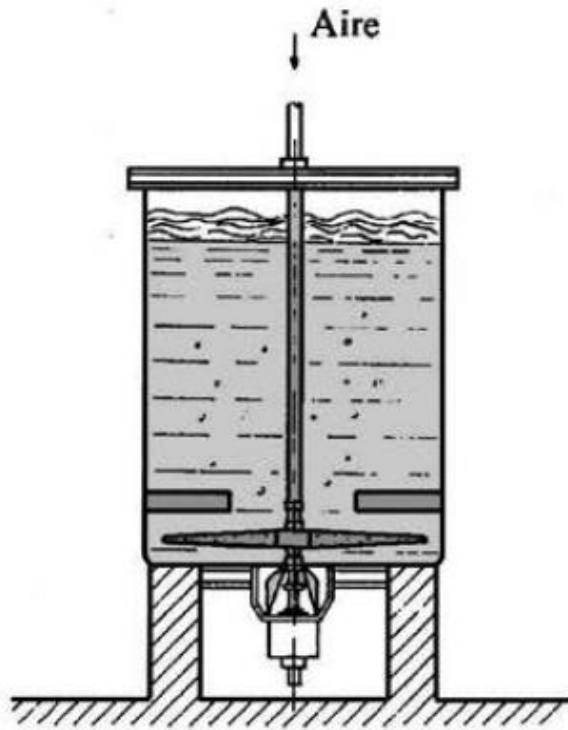




**Figura 2.6.** Fermentador típico con equipo a

- \*1 Registro y control de temperatura
    - 1a Termorresistencia
    - 1b Válvula de control
  - \*2 Nivel del fermentador
  - \*3 Registro y control del pH
    - 3a Electrodo de pH
    - 3b Válvula de control
  - \*4 Concentración de levadura
  - \*5 Control del registrador
  - 6 Rotámetro para alimentación de fosfatos
  - 7 Rotámetro para agua
  - 8 Rotámetro para alimentación de los oligoelementos.
  - \*9 Control de espuma
    - 9a Detector de espuma
    - 9b Válvula de control
  - 10/11 Unidad de control de dosificación
    - 10a Alimentación de molasas
    - 11a Alimentación de N<sub>2</sub>
  - 12 Boquillas rotativas
    - 12a Unidad de potencia
  - \*13 Registrador neumático
    - 13a Venturi
    - 13b Válvula neumática de control
- \*Instrumentos montados en el panel de control.

## Variantes en función del aireador



4. Fermentador con inyección bifásica, utilizado para la producción continua de planta piloto (las flechas indican la dirección del flujo del líquido) (Hospodka, 196



# Reactor Air lift

Dimensiones:

Columna

Altura = 500,0 cm

Diámetro = 30,0 cm

Tubo interior

Altura = 259,4 cm

Diámetro = 20,6 cm

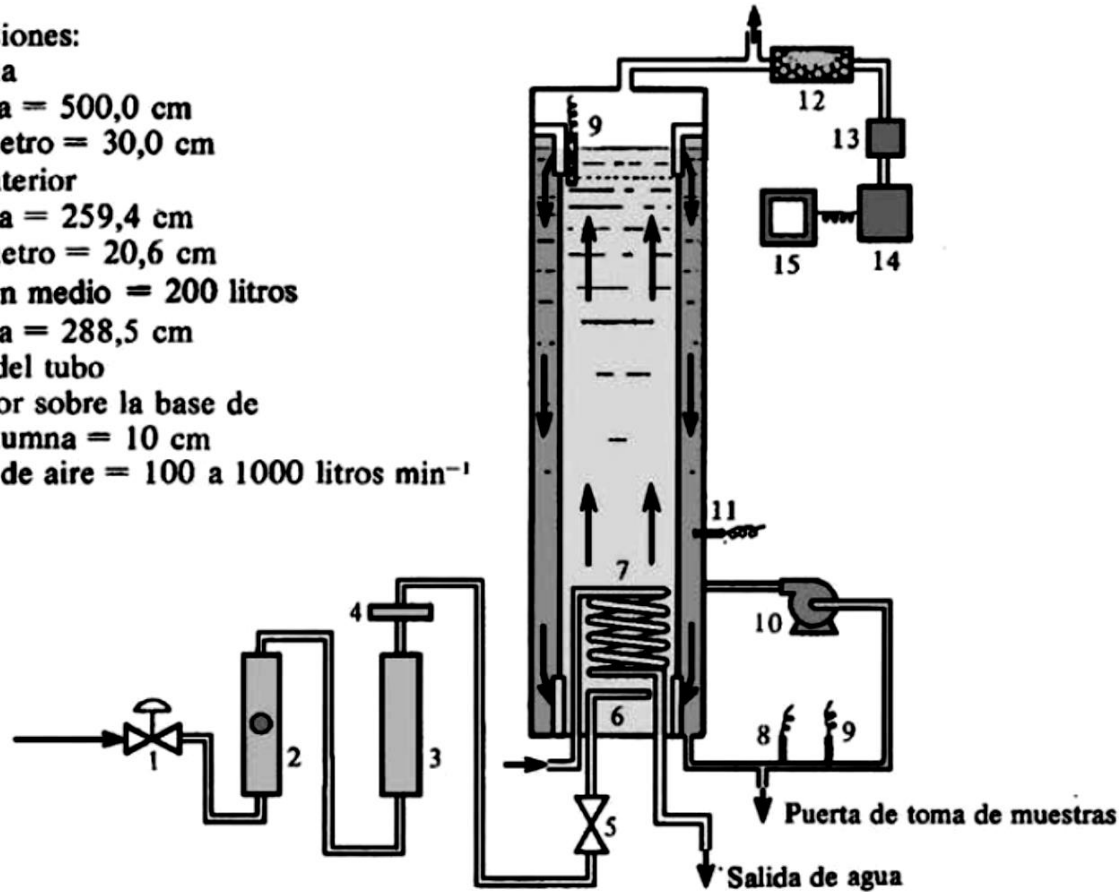
Volumen medio = 200 litros

Altura = 288,5 cm

Altura del tubo

interior sobre la base de  
la columna = 10 cm

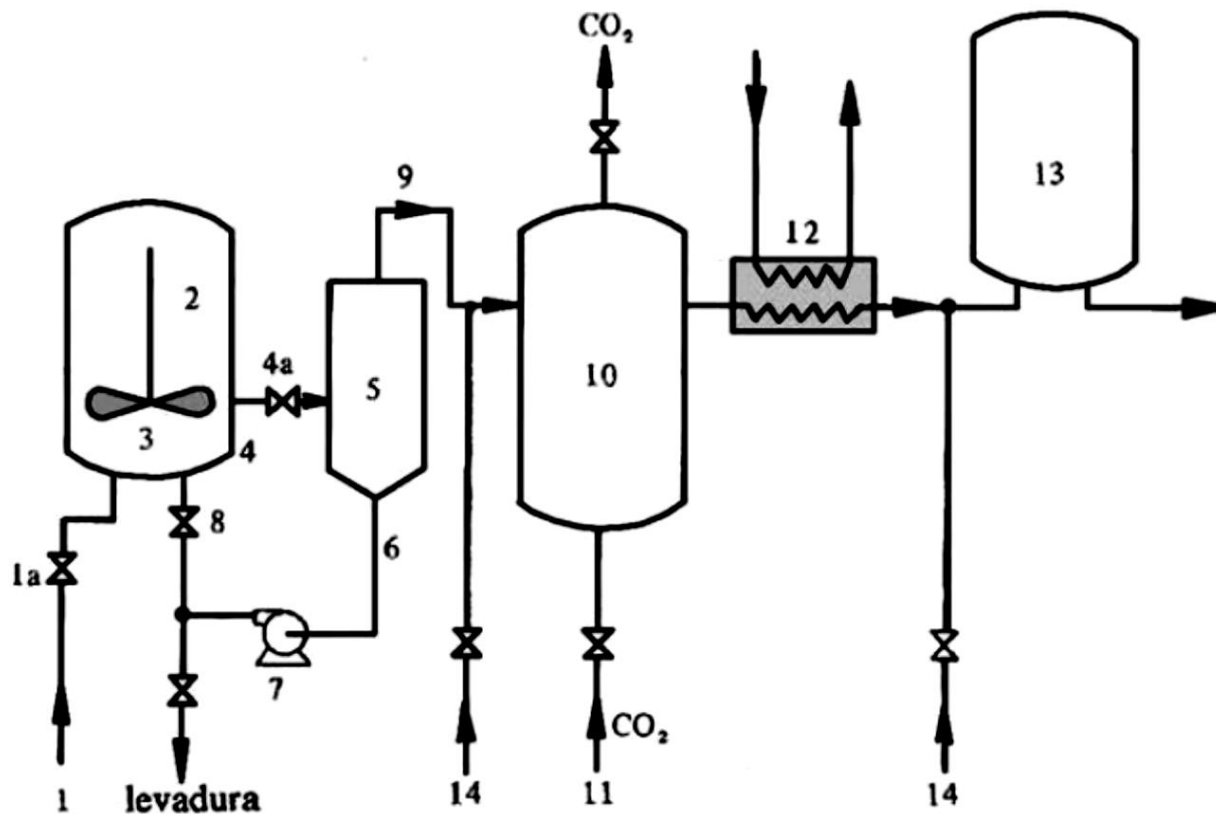
Caudal de aire = 100 a 1000 litros  $\text{min}^{-1}$



**Figura 2.5.** Fermentador agitado por aire (las flechas indican la dirección del flujo del líquido) (Wang y Humphrey, 1969).

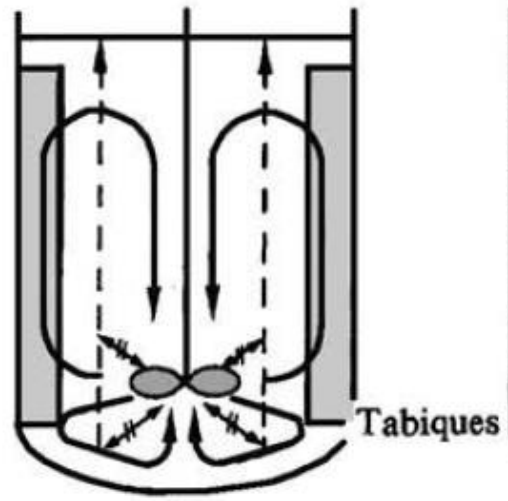
- 1 Regulador de la presión del aire
- 2 Rotámetro
- 3 Filtro de aire de lana de vidrio
- 4 Filtro «Millipore»
- 5 Válvula de control
- 6 Distribuidor de aire
- 7 Serpentin de refrigeración o calefacción
- 8 Electrodo de pH

- 9 Medidor de  $\text{O}_2$
- 10 Bomba centrífuga
- 11 Termistor
- 12 Lecho de gel de sílice
- 13 Bomba de diafragma
- 14 Analizador paramagnético de  $\text{O}_2$
- 15 Registrador

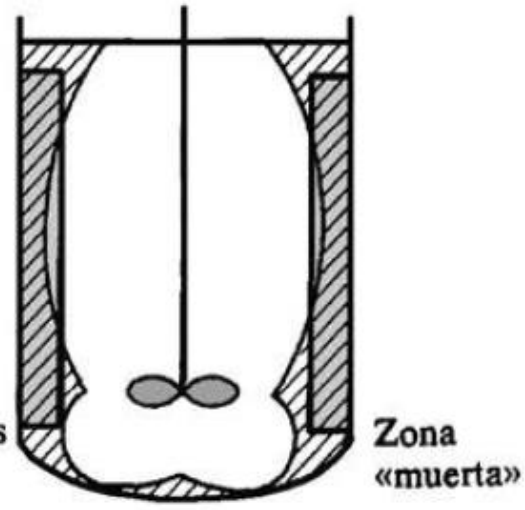


**Figura 2.10.** Diagrama de flujo de una fermentación continua, en una etapa, para la producción de cerveza (Coutts. 1958, 1961).

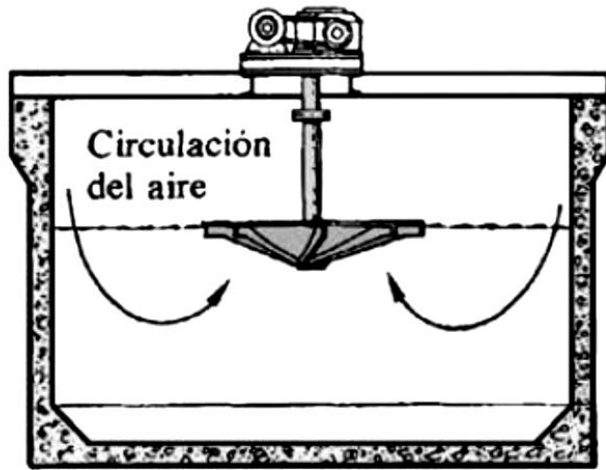
- |    |                            |    |  |
|----|----------------------------|----|--|
| 1  | Entrada de mosto           | 7  | Bomba                                  |
| 1a | Válvula de control         | 8  | Válvula de control de la recirculación |
| 2  | Fermentador                | 9  | Salida de cerveza clarificada          |
| 3  | Agitador                   | 10 | Tanque de lavado                       |
| 4  | Salida de cerveza          | 11 | Entrada de CO <sub>2</sub>             |
| 4a | Válvula de control         | 12 | Cambiador de calor (enfriador)         |
| 5  | Sedimentador o centrifuga  | 13 | Depósito                               |
| 6  | Recirculación de levaduras | 14 | Entrada de refinación                  |



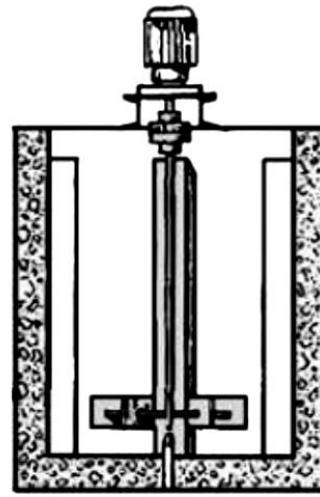
(a)



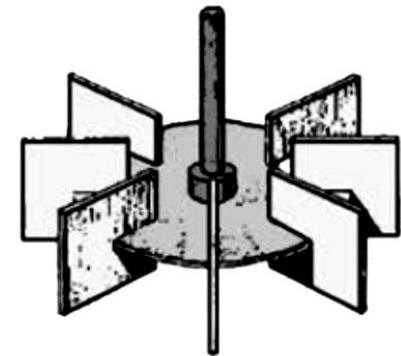
(b)

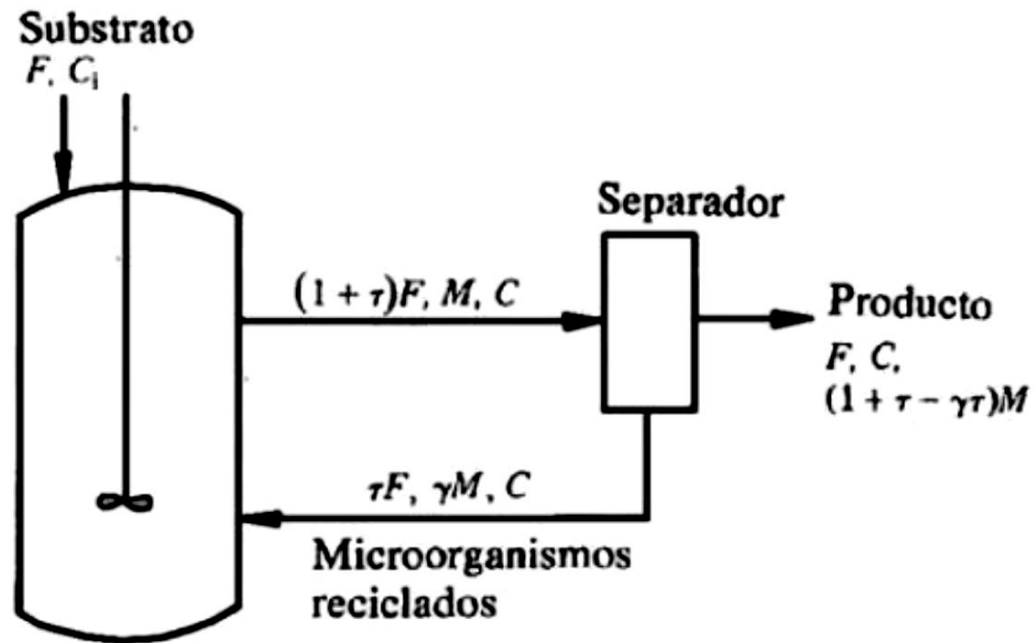


(a) Aireador «Simcar»

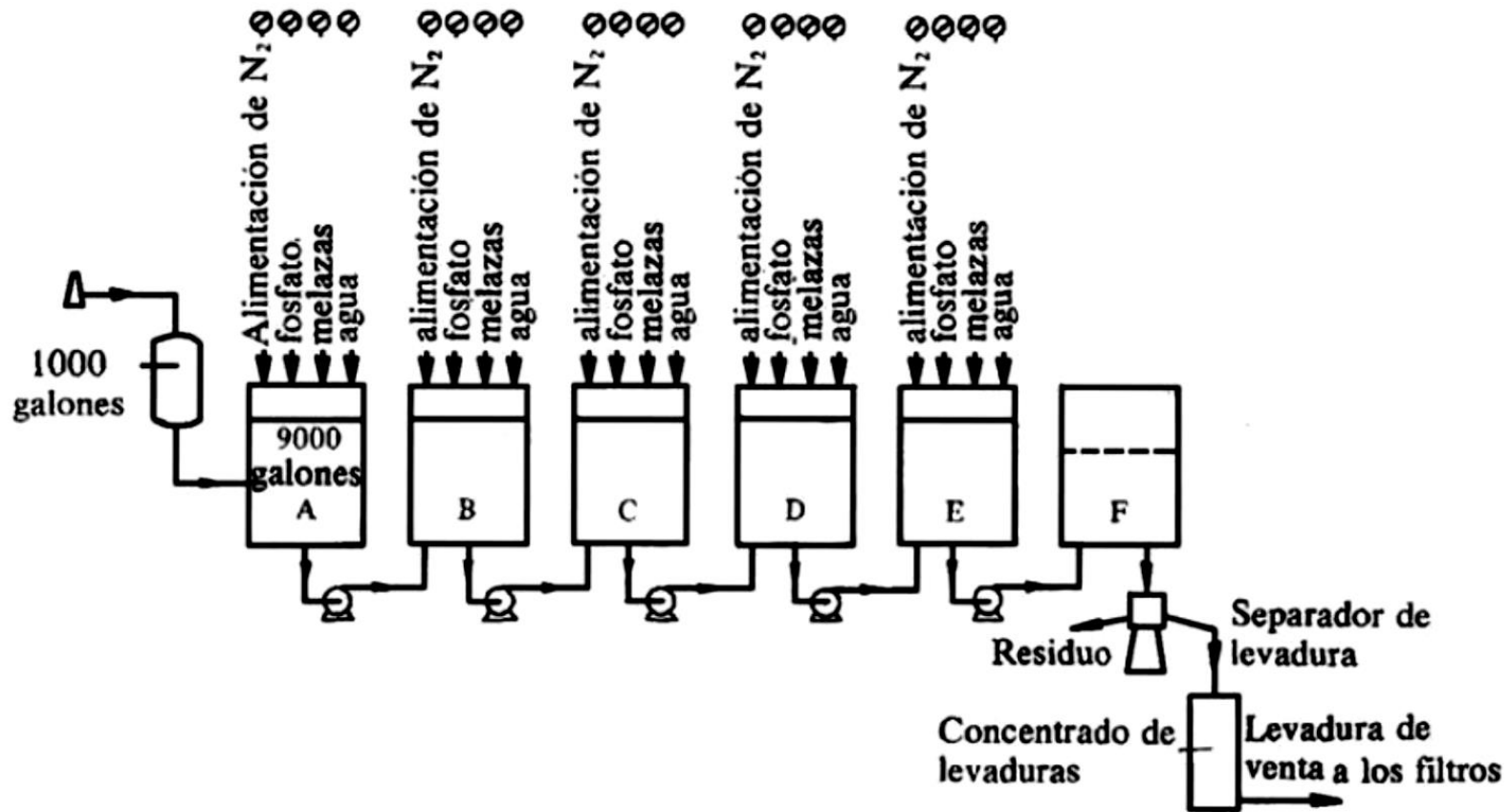


(b) Aireador «Sparger»

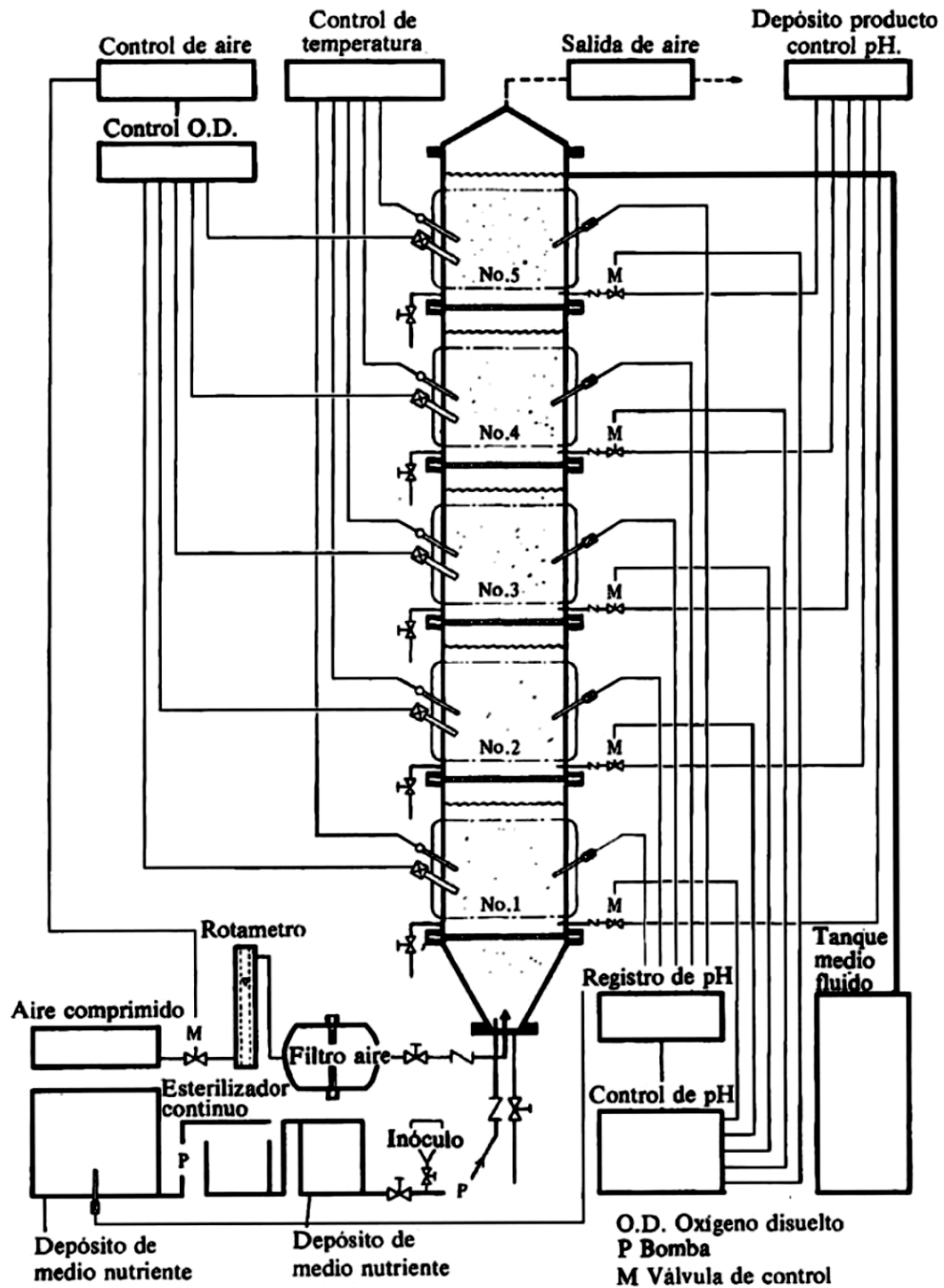


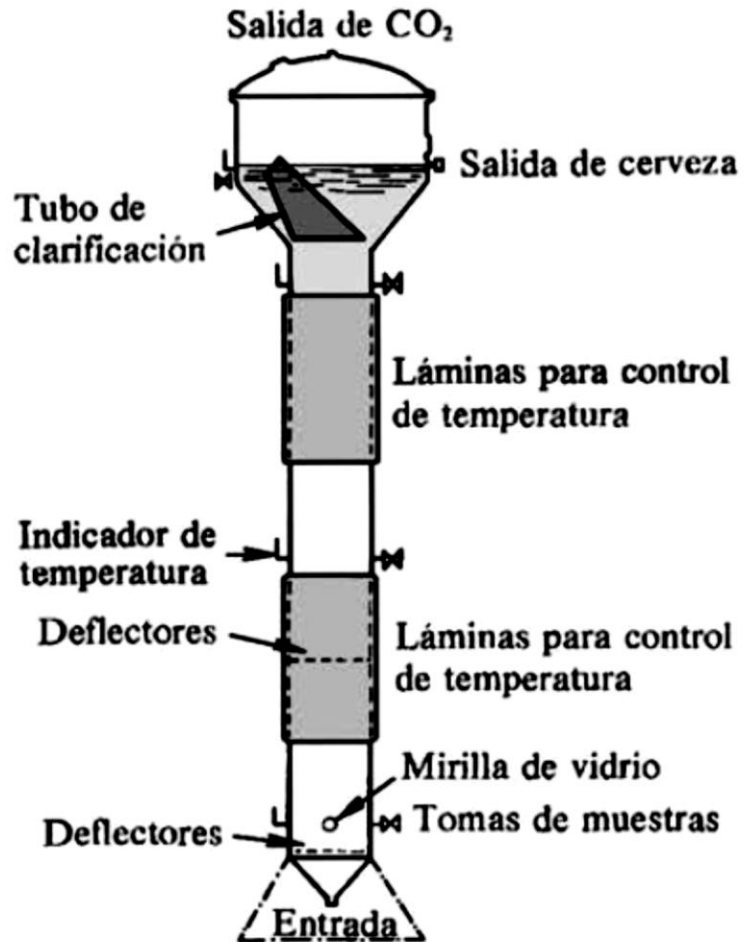


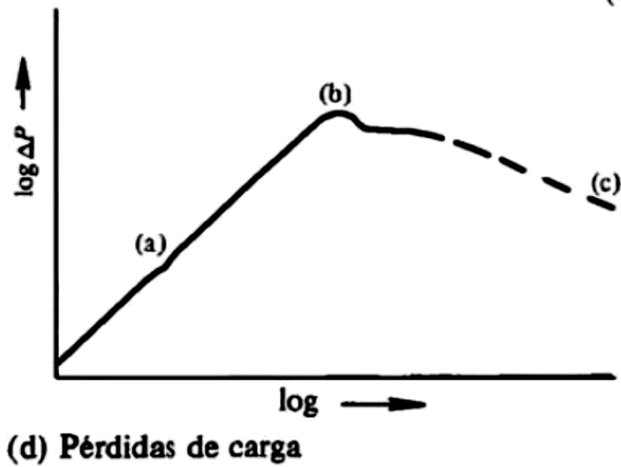
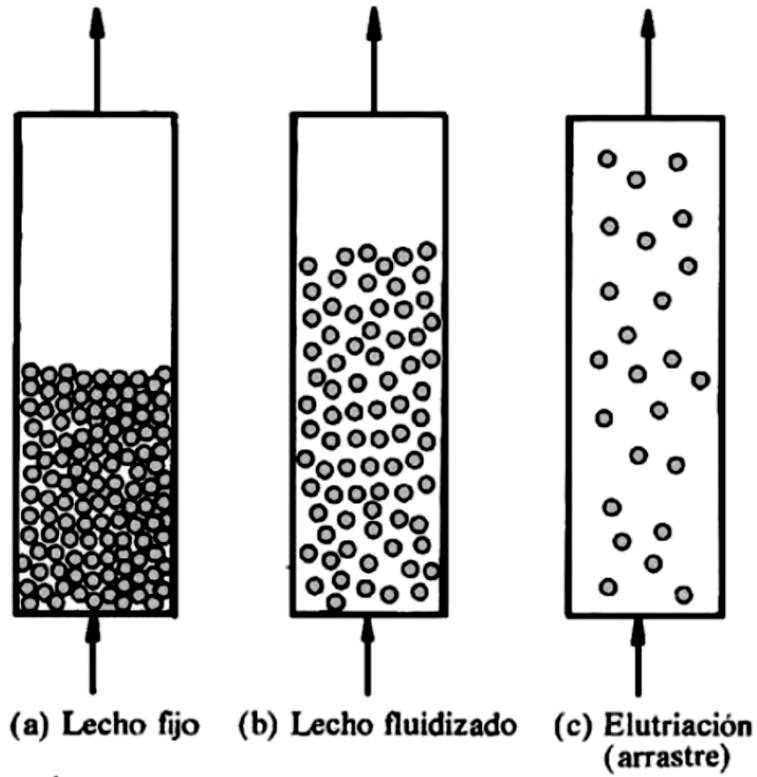
**Figura 2.9.** FCTA con reciclado.



**Figura 2.12.** Diagrama de flujo de la producción continua de levadura para panificación (Olsen, 1960). A-F, fermentadores.

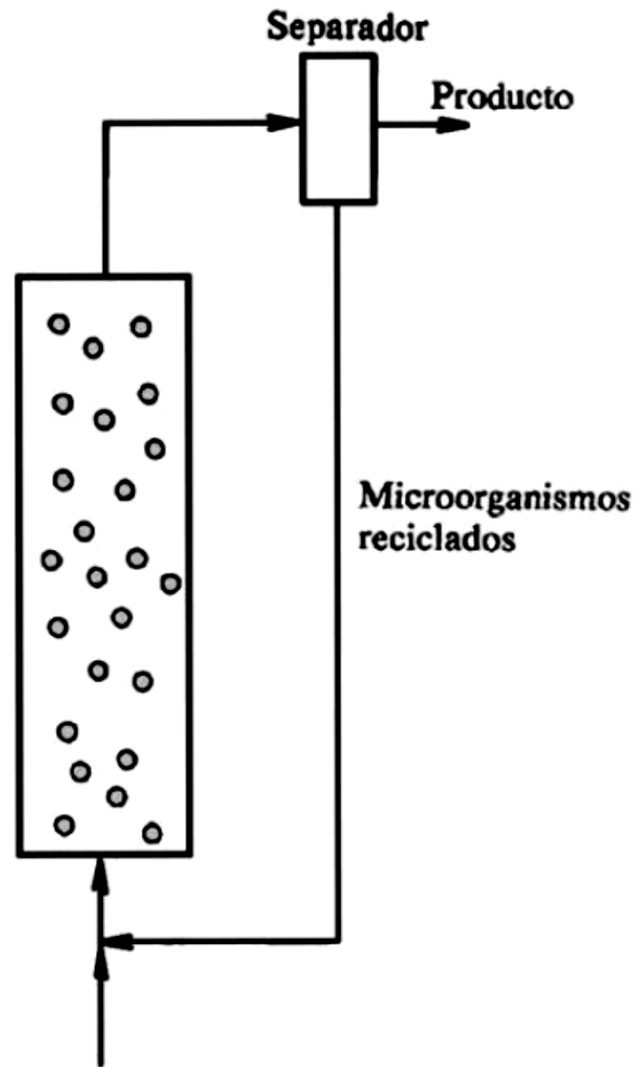




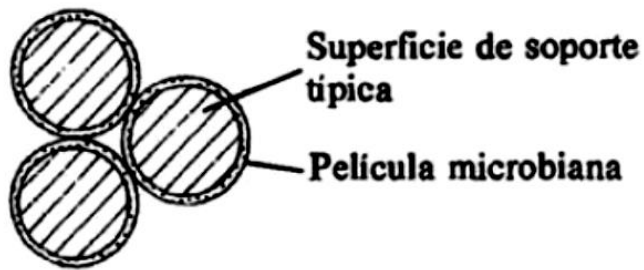


**Figura 2.14.** Efecto del caudal sobre las partículas en un fermentador tubular.

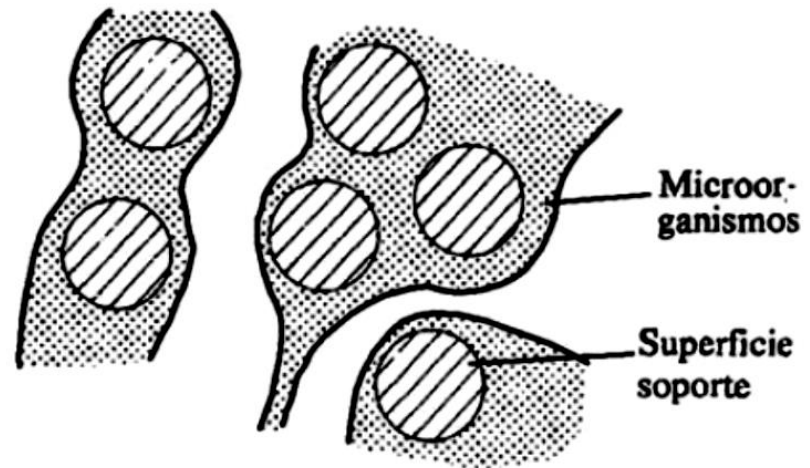




**2.15. Fermentador tubular con reciclado.**

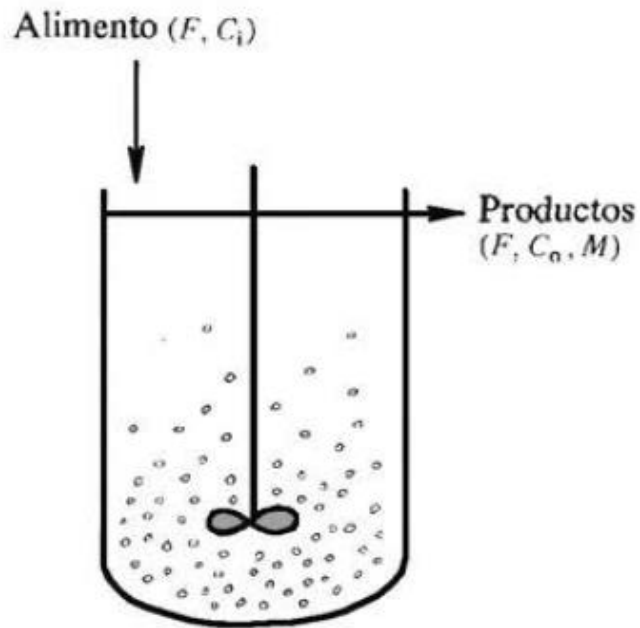


**(a) Espesor de la película biológica controlado**

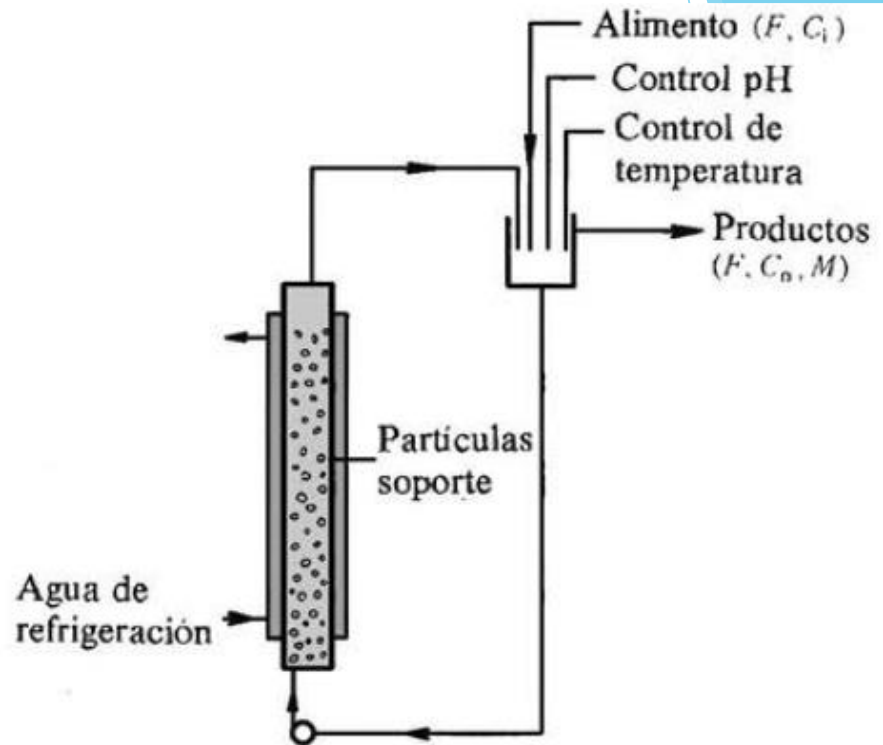


**(b) Espesor de la película biológica no controlado**

### **2.16. Películas biológicas soportadas típicas.**



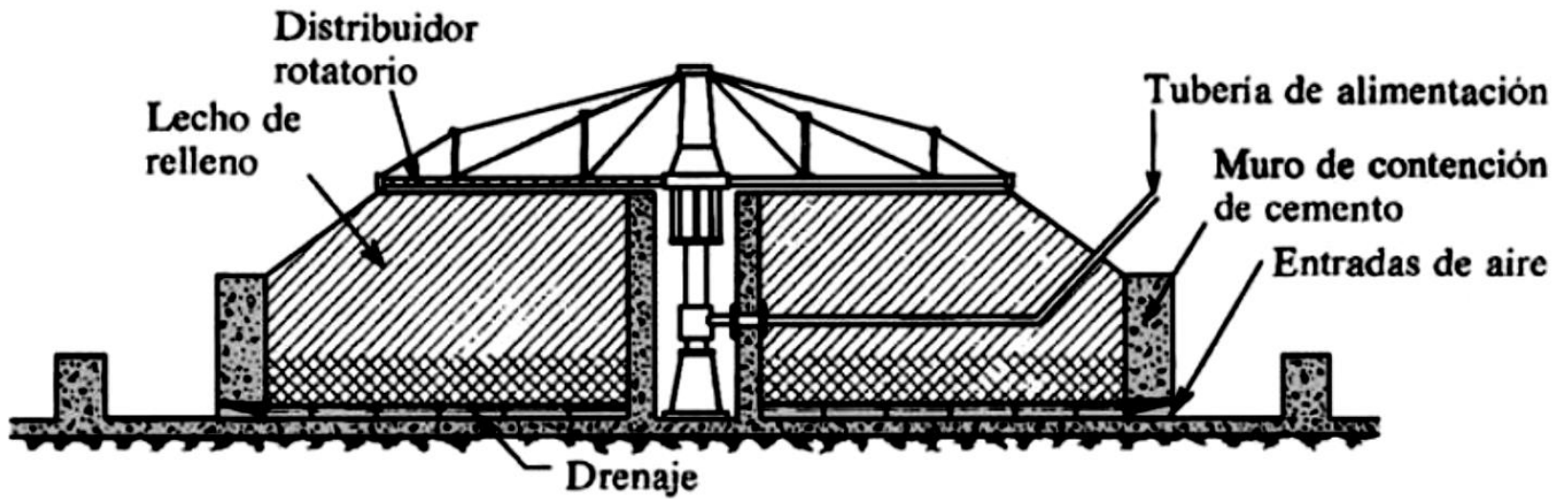
**Figura 7.6.** FCTA que contiene partículas «inertes».



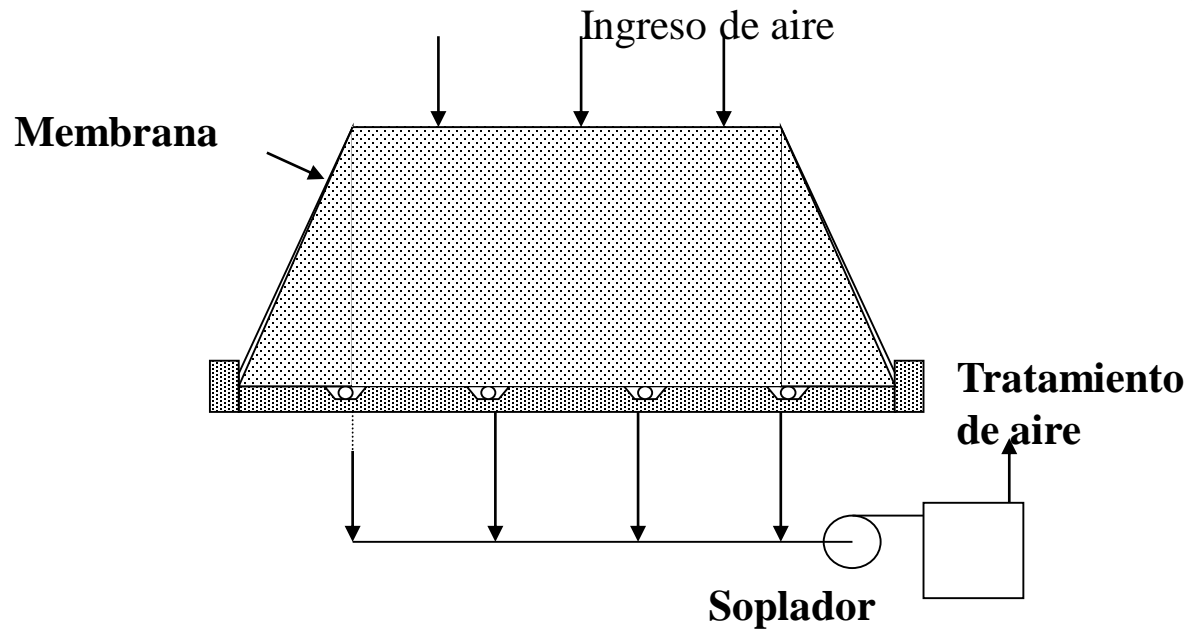
**Figura 7.7.** Fermentador de película microbiana completamente mezclada (FPMCM).

# Fase sólida

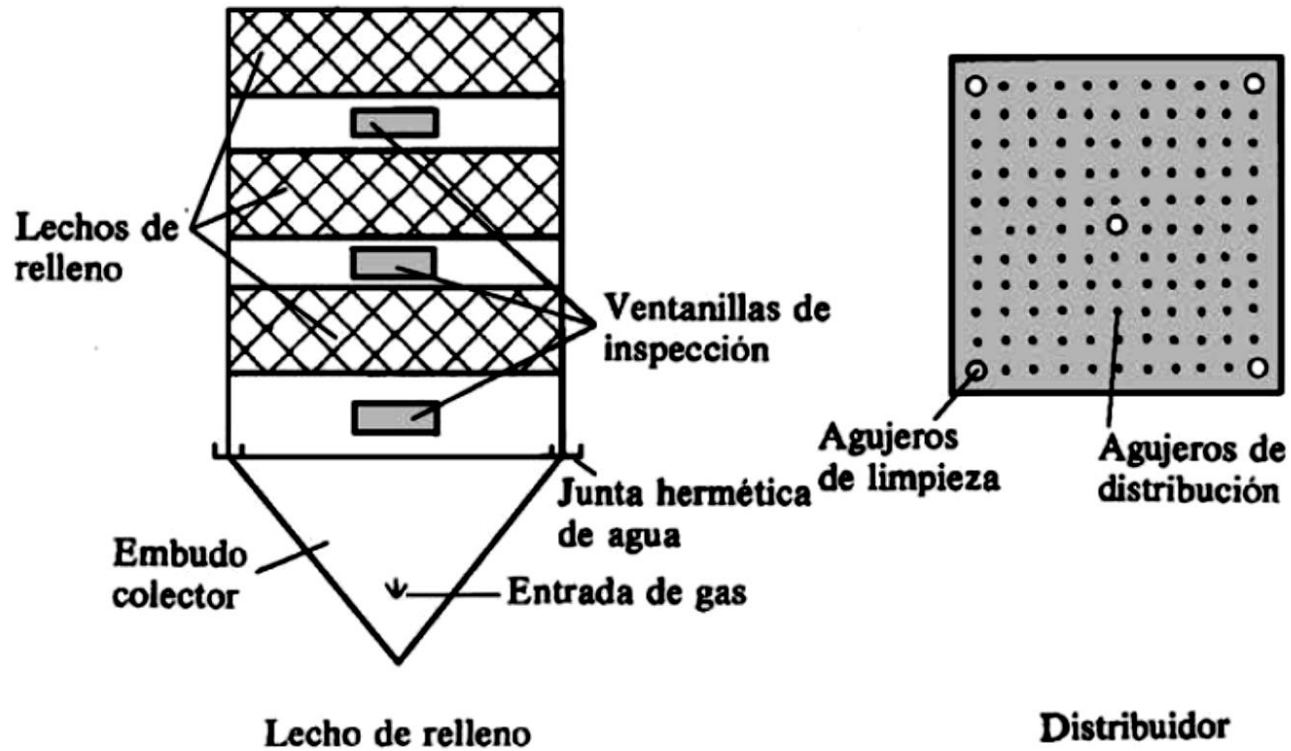
## Lecho de percolación



# Fase sólida

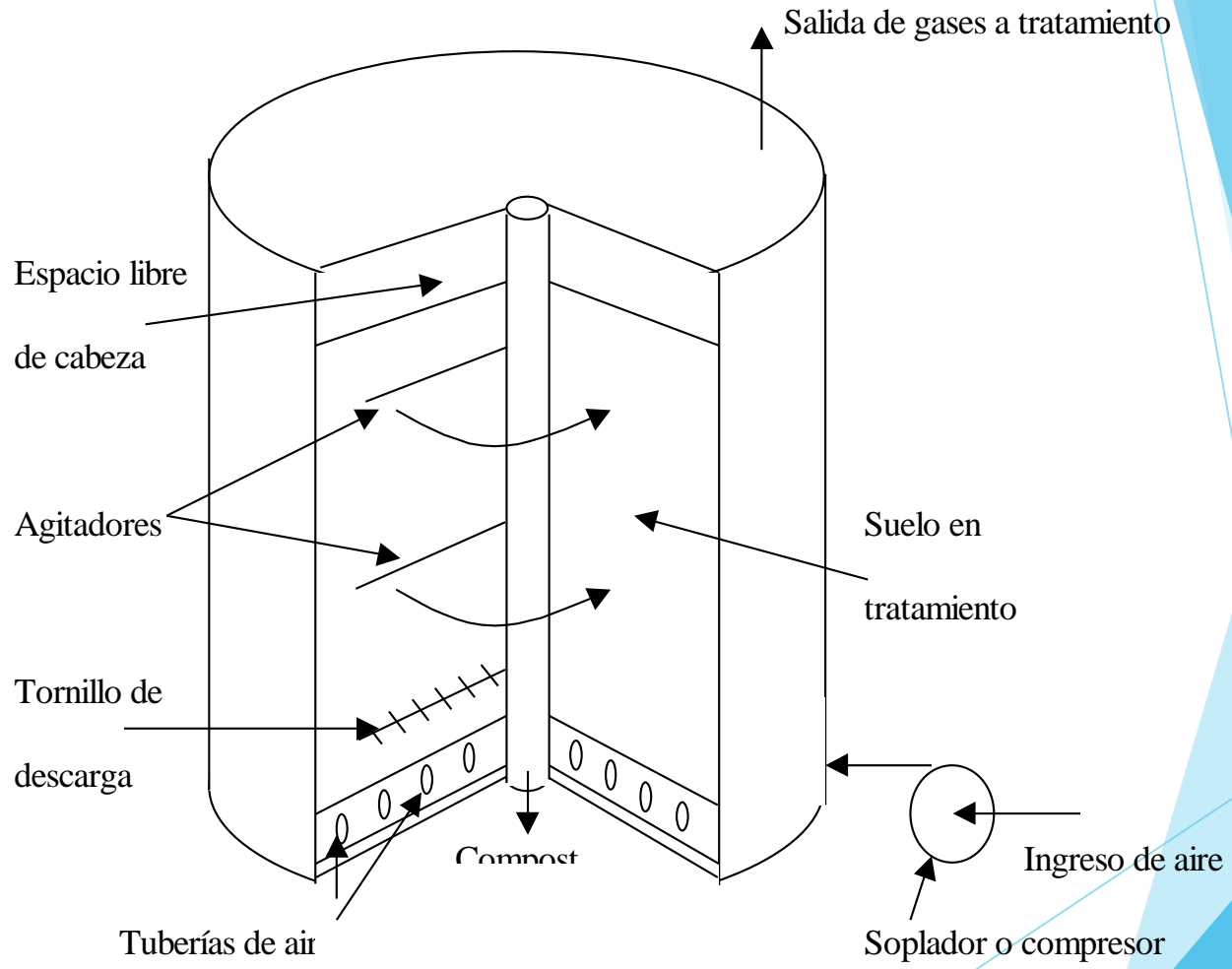


## Lecho de relleno

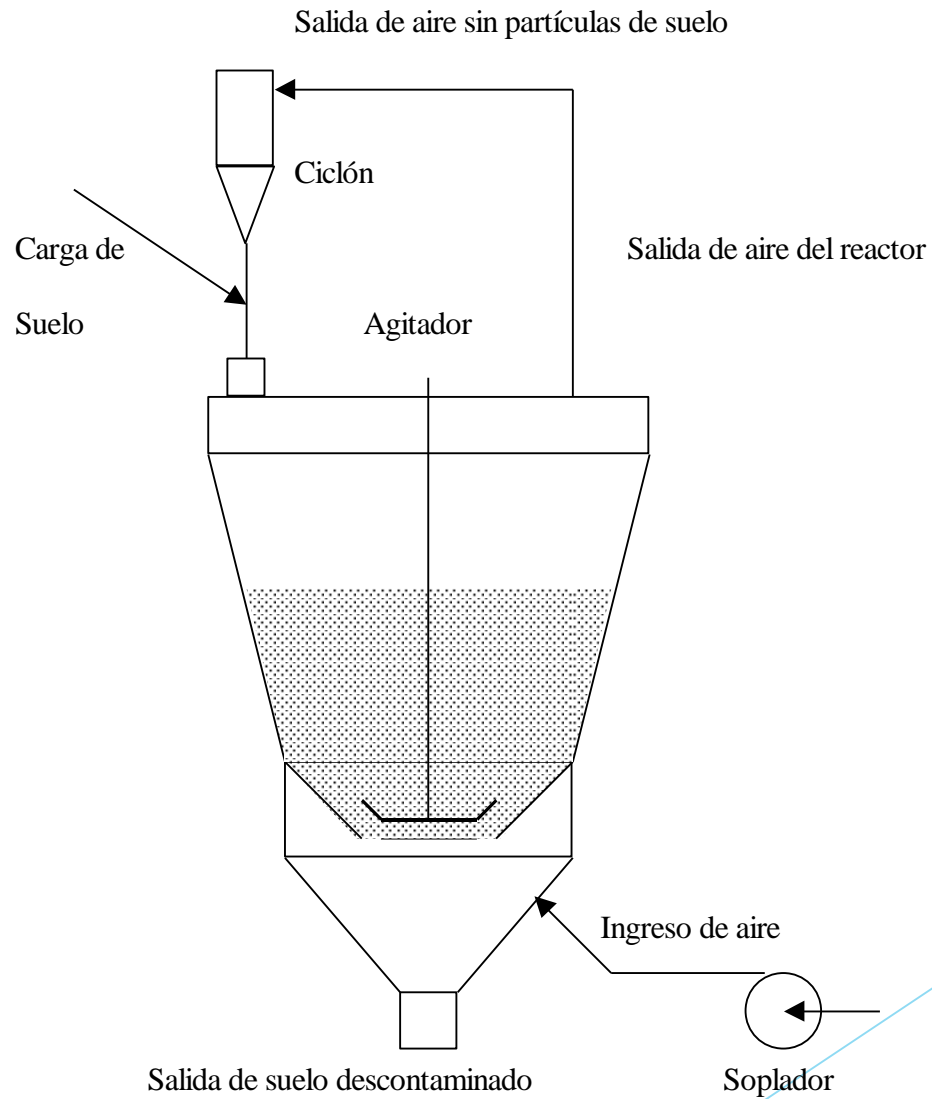


**Figura 10.8.** Detalles de los lechos utilizados por Atkinson y Williams (1971).

# REACTORES DE COMPOSTAJE

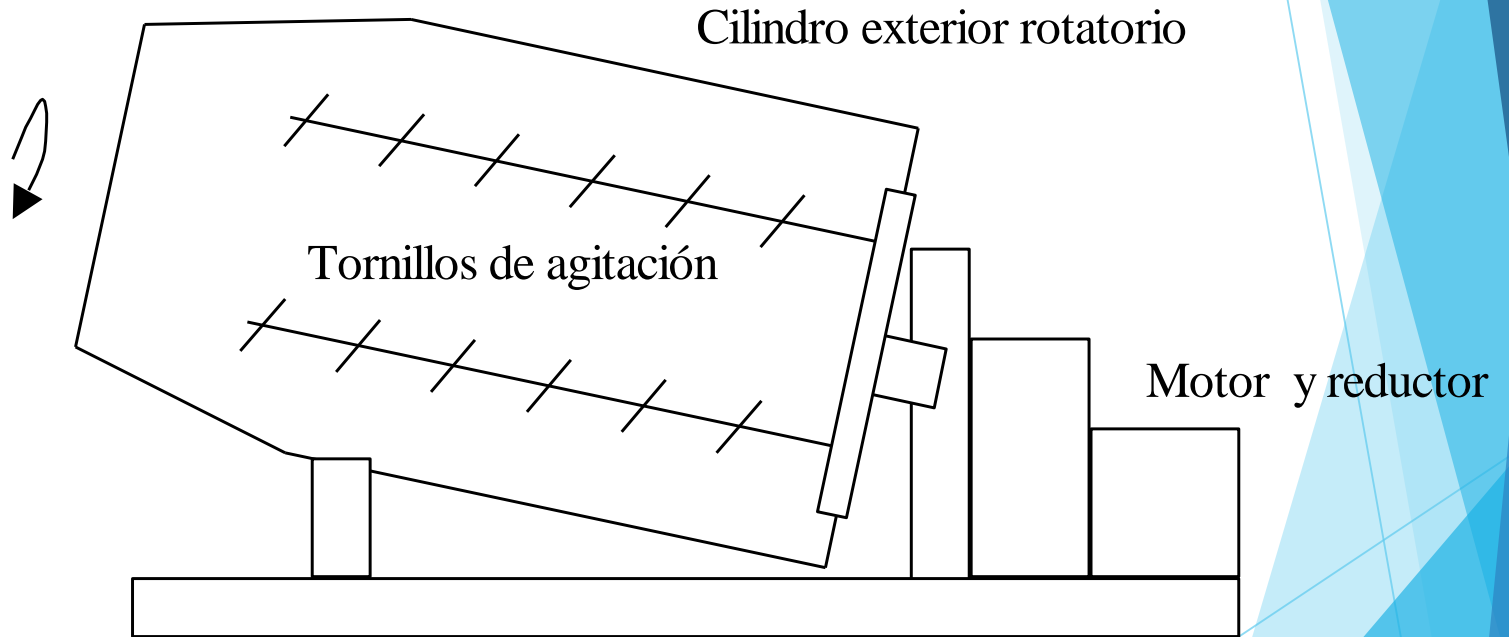


# REACTORES DE LECHO FLUIDIZADO





# REACTORES DE TAMBOR ROTATORIO



# REACTORES SLURRY

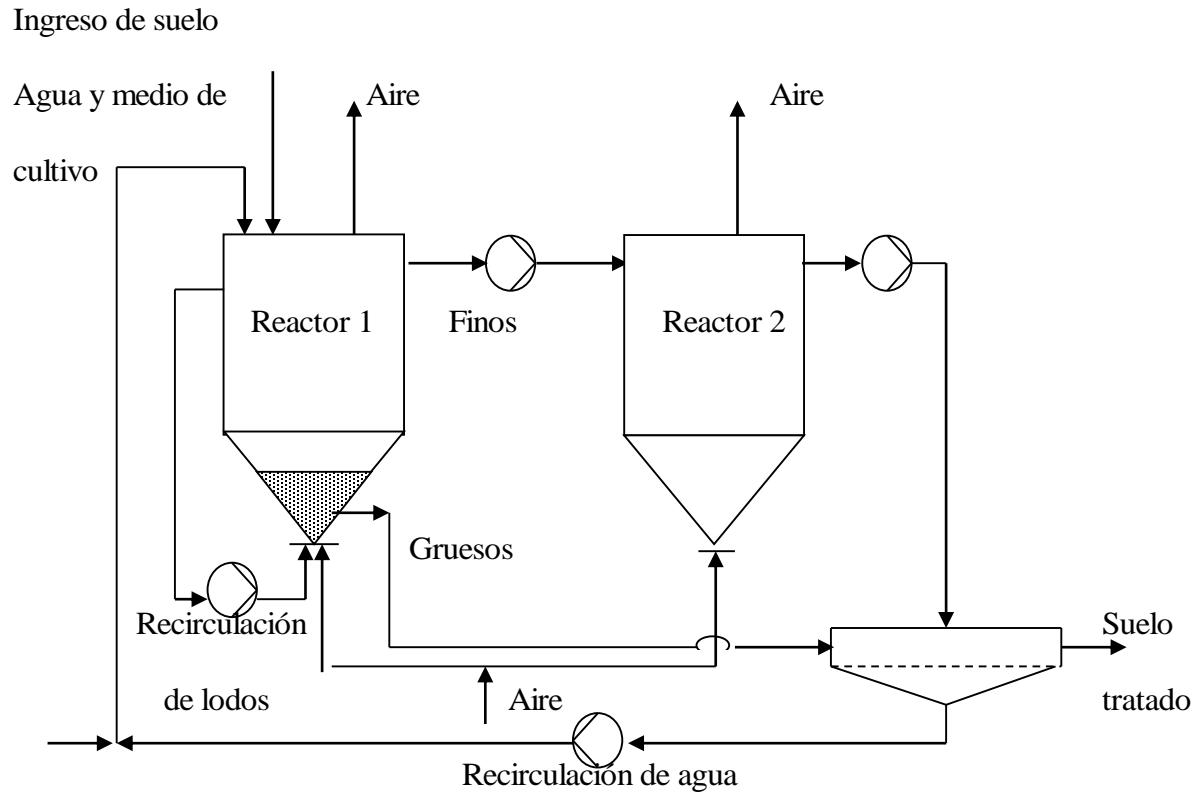
## VENTAJAS

- **Control de proceso mayor y mas uniforme**
- **Mejora de la solubilización de los productos químicos**
- **Rotura física de las partículas suelo lodo**
- **Incrementa el contacto entre microorganismos y contaminantes**
- **Posibilita el uso de surfactantes**
- **Mejora la homogeneidad y la distribución de nutrientes**
- **Mayores velocidades de degradación**
- **Permiten hacer uso de microorganismos específicos o bien realizar una bioaumentación controlada**

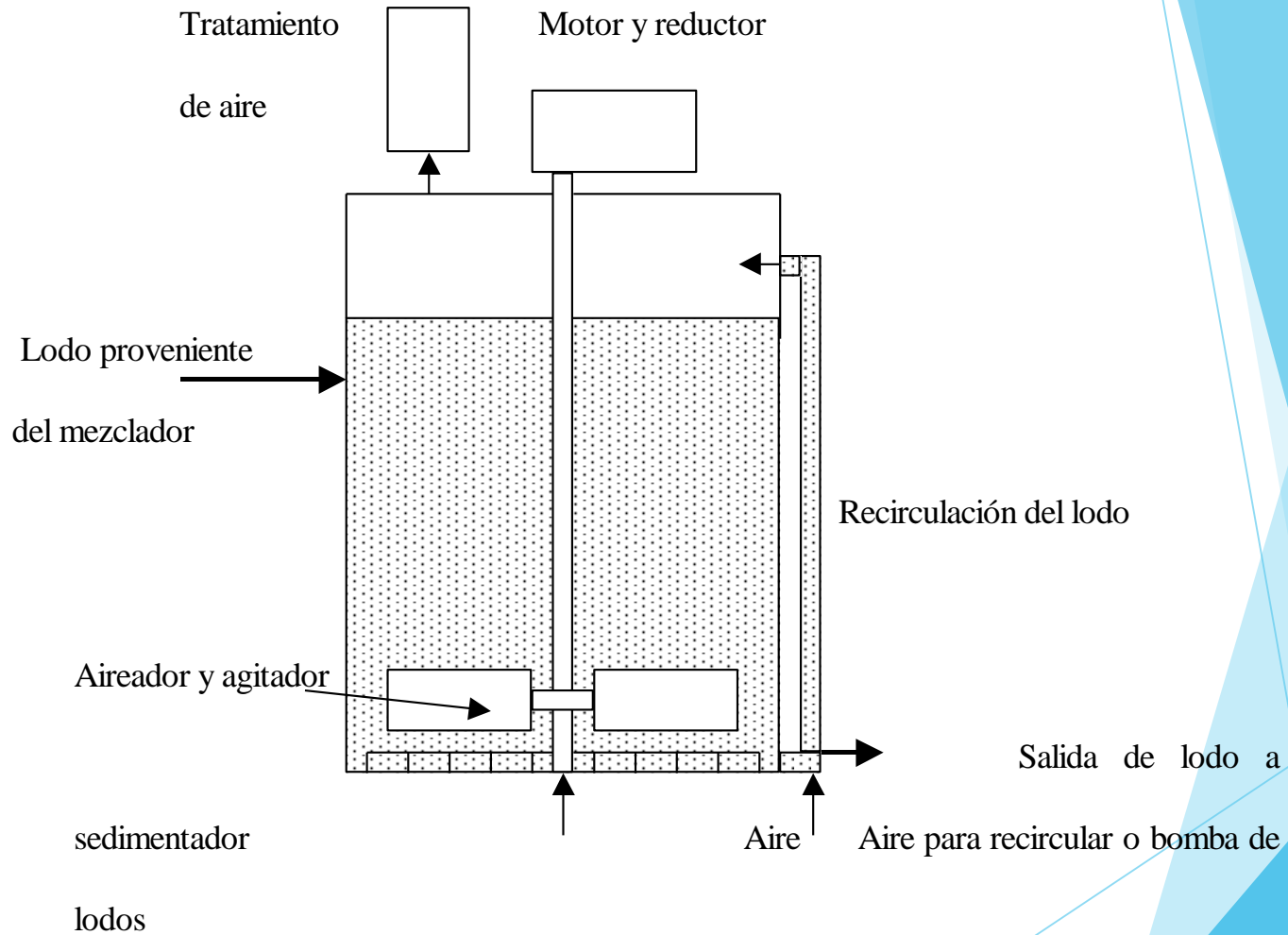
## DESVENTAJAS

- **Tratamiento del lodo resultante y producción de agua residual**
- **Preparación del suelo a tratar: tamizado, mezclado con agua**

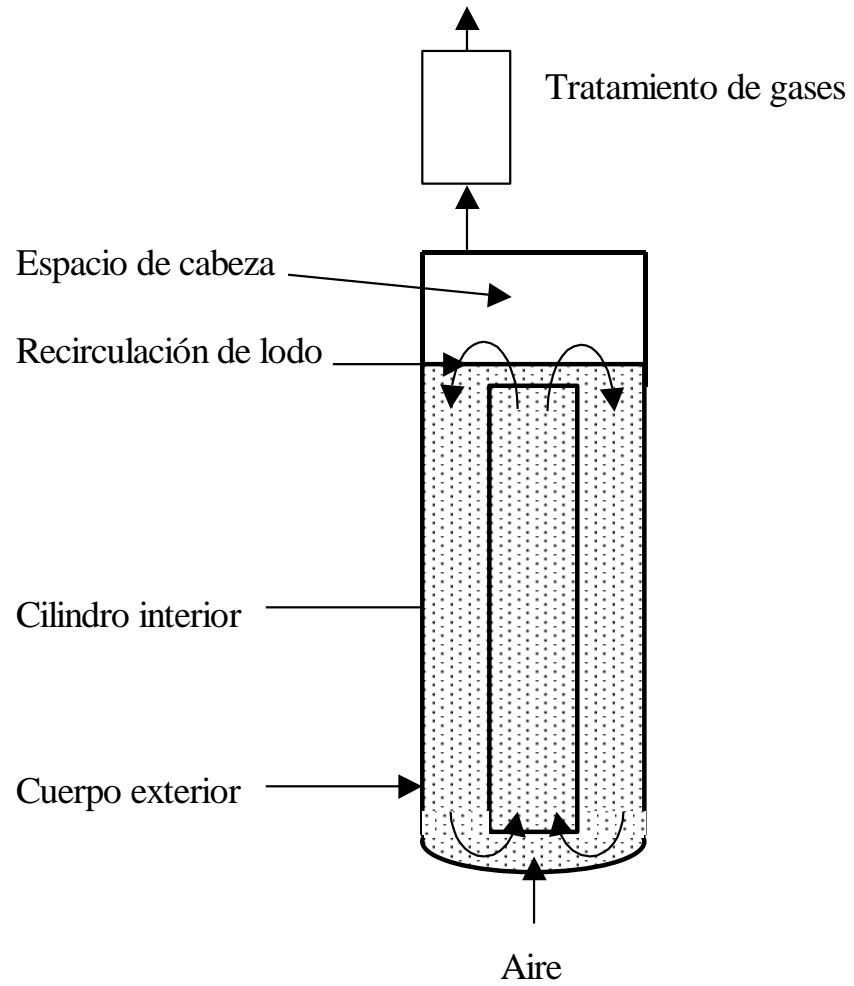
# REACTOR DITS



# REACTOR TANQUE AGITADO



# REACTOR AIRLIFT



**Tabla 2.2.** Características del funcionamiento de los fermentadores.

<b>Fermentador</b>	<b>Control de pH</b>	<b>Control de la temperatura</b>	<b>Características de importancia industrial</b>	<b>Principales aplicaciones industriales</b>
<b>Discontinuo</b>	<b>Es posible</b>	<b>Es posible</b>	<b>Mucha mano de obra</b>	<b>La mayor parte de las fermentaciones comerciales (ver apéndice 1)</b>
<b>FCTA</b>	<b>Es posible</b>	<b>Es posible</b>	<b>Caudal limitado por el arrastre</b>	<b>Depuración de aguas residuales; Producción de proteínas microbianas</b>
<b>Fermentador tubular conteniendo flóculos microbianos</b>	<b>Difícil de controlar salvo con gran recirculación</b>	<b>Es posible</b>	<b>Requiere una alimentación constante de microorganismos</b>	
<b>Fermentador tubular conteniendo películas microbianas</b>	<b>Difícil de controlar</b>	<b>Es posible</b>	<b>Difícil de controlar la «retención» de microorganismos dentro del fermentador</b>	<b>Depuración de aguas residuales; Producción de vinagre</b>
<b>Fermentador de lecho fluidizado</b>	<b>Difícil de controlar</b>	<b>Es posible</b>	<b>Caudal limitado por el arrastre</b>	<b>Producción de sidra y cerveza</b>