

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

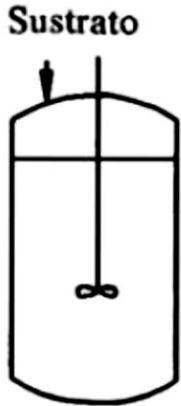
FASE SOLIDA

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

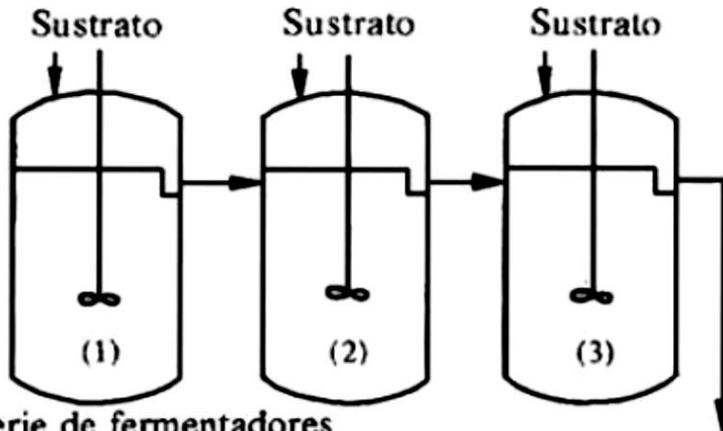
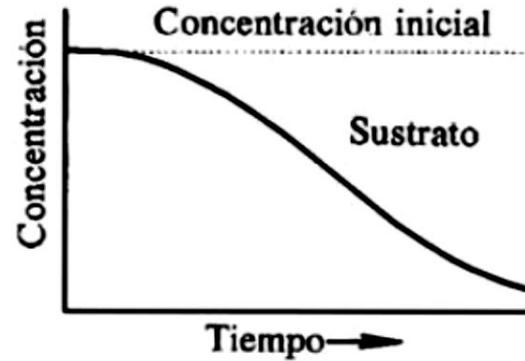
FASE SLURRY

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

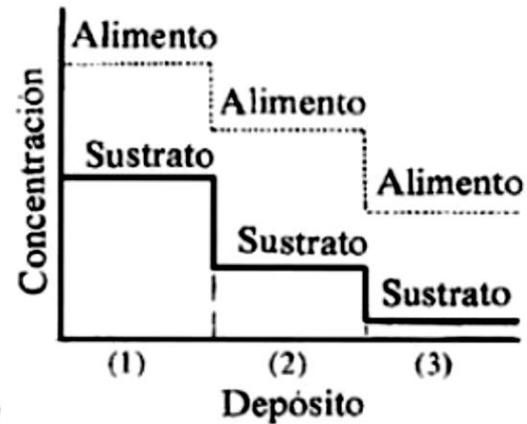
Fermentador discontinuo



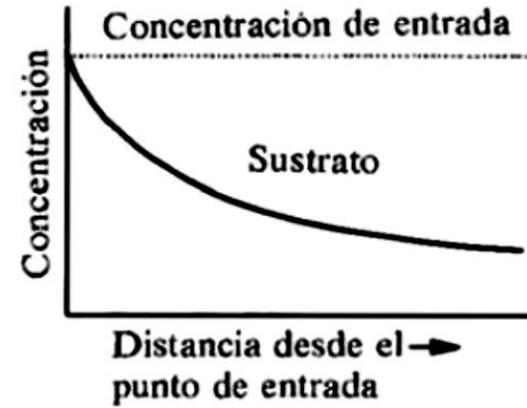
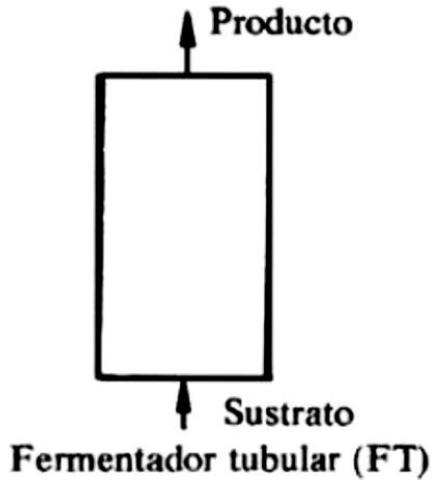
Fermentador discontinuo (FD)



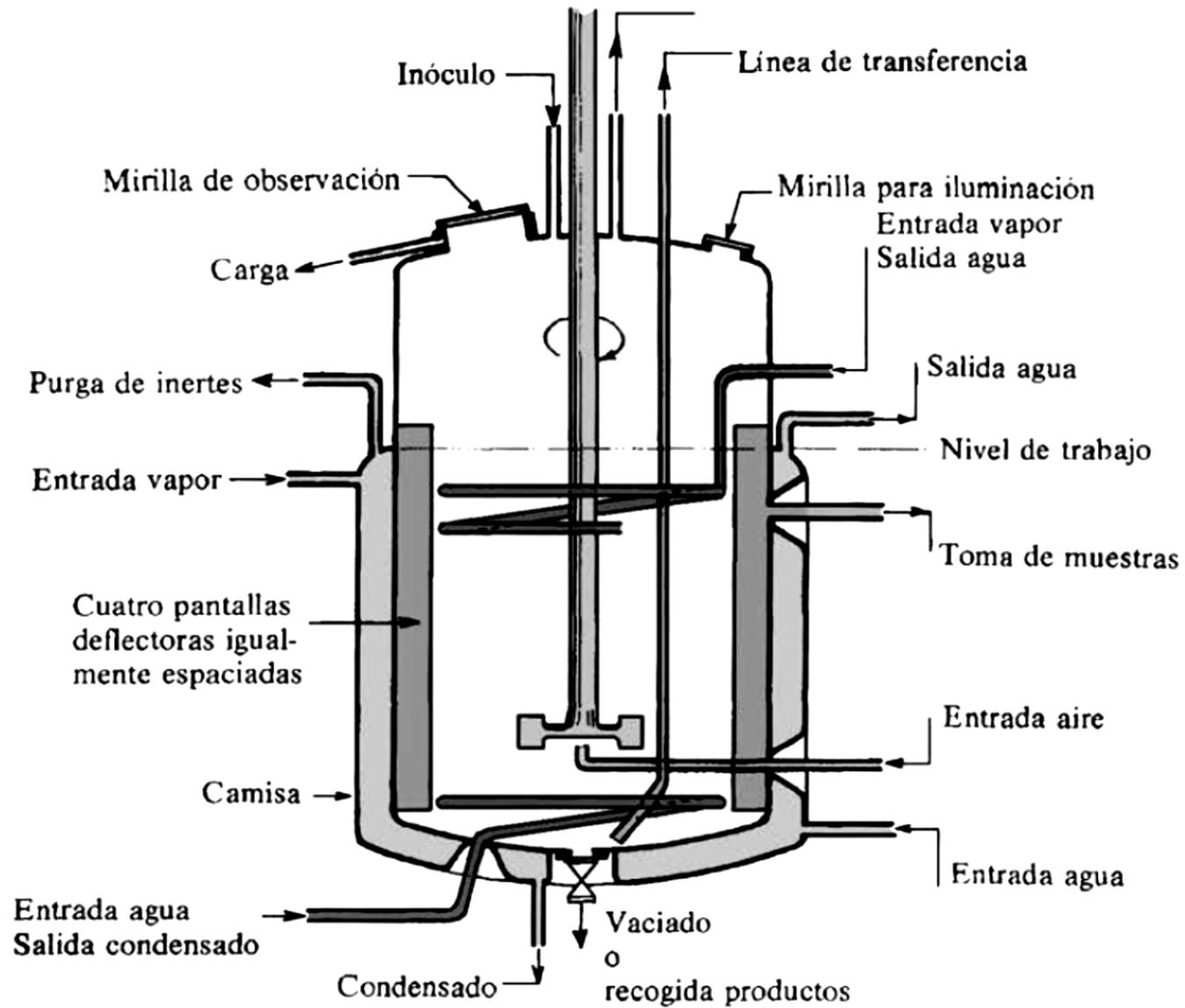
Serie de fermentadores continuos de tanque agitado (FCTA) Producto



Fermentador continuo



Componentes de un fermentador tanque agitado



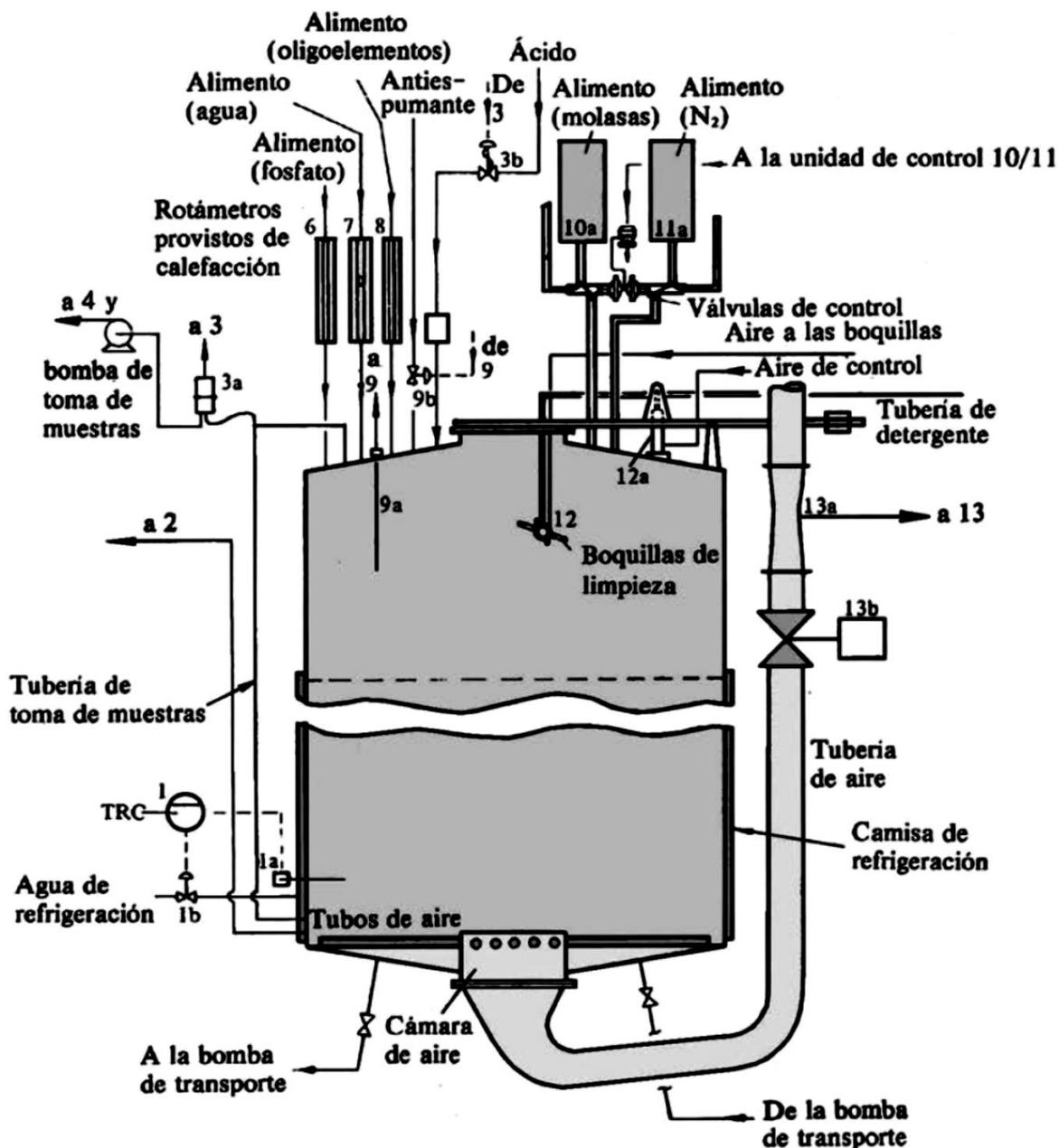
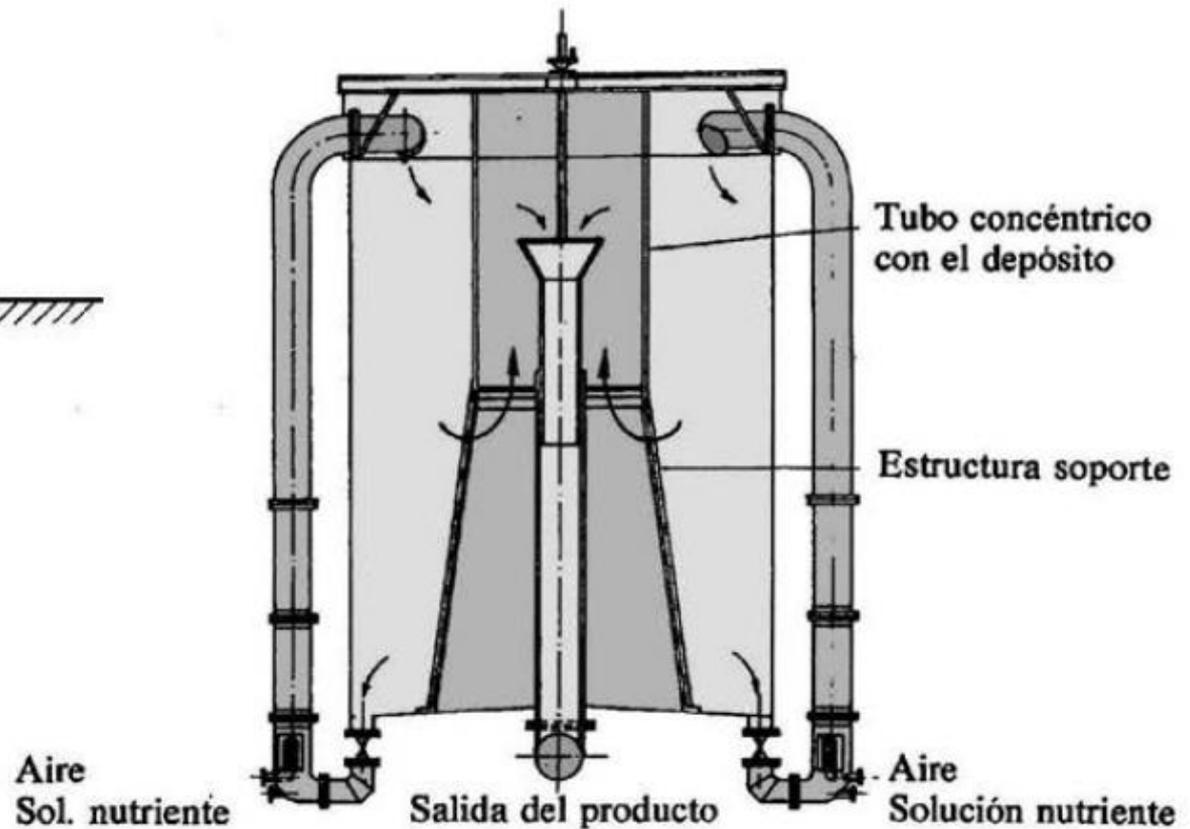
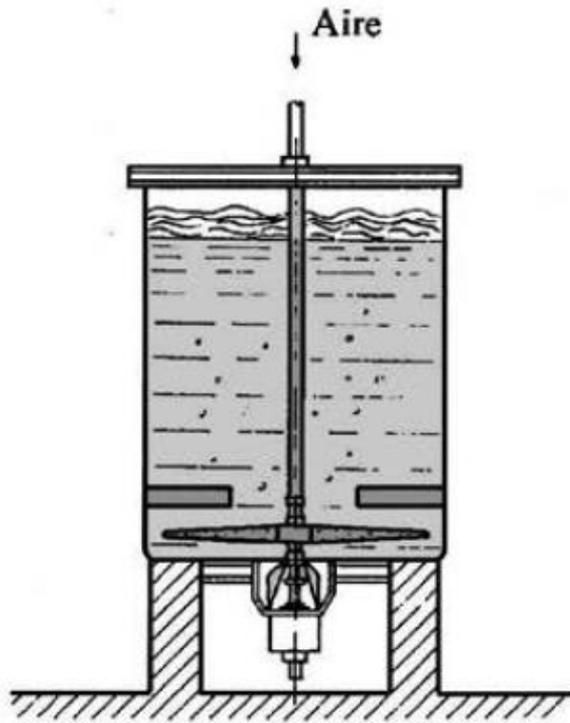


Figura 2.6. Fermentador típico con equipo a

- *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 N₂
- 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 min^{-1}

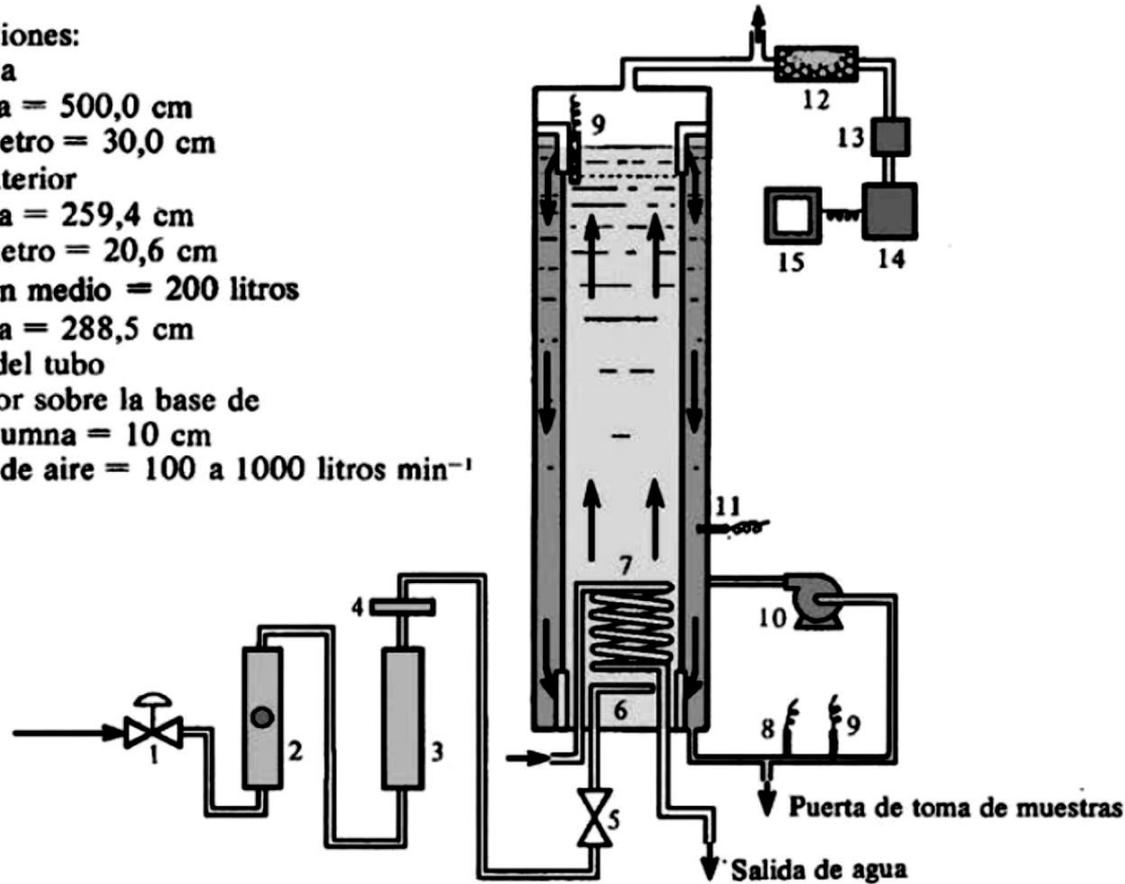


Figura 2.5. Fermentador agitado por aire (las flechas indican la dirección del flujo del líquido) (Wang y Humphrey, 1969).

- 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 O_2
- 10 Bomba centrífuga
- 11 Termistor
- 12 Lecho de gel de sílice
- 13 Bomba de diafragma
- 14 Analizador paramagnético de O_2
- 15 Registrador

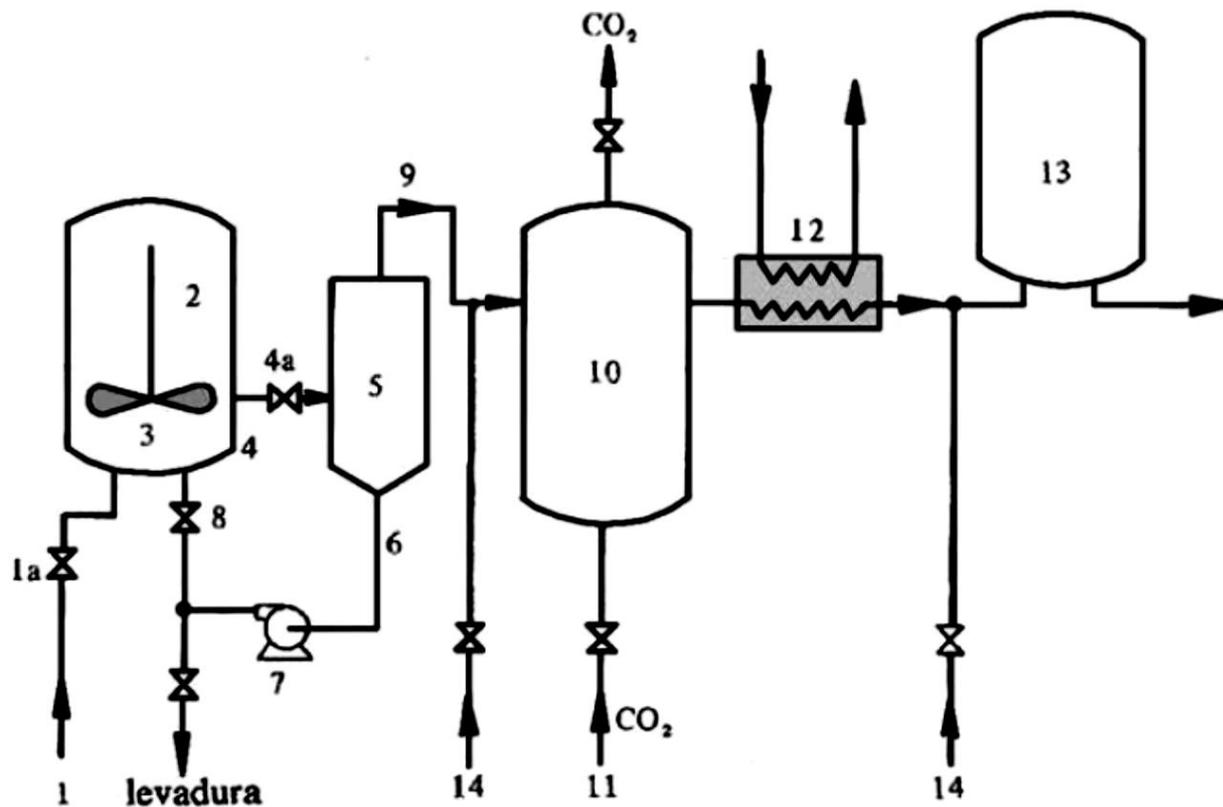
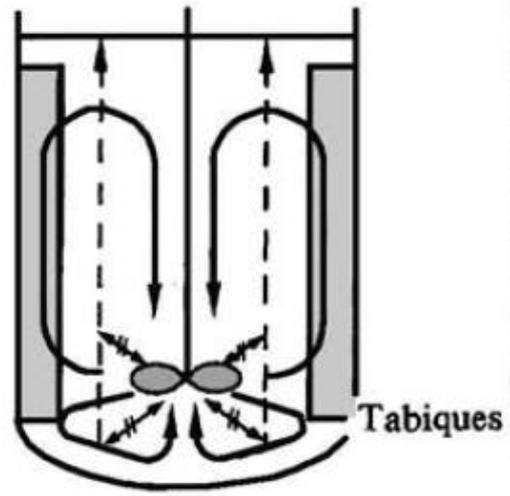
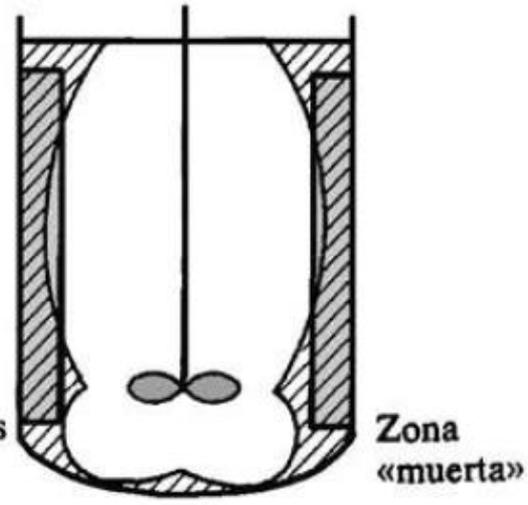


Figura 2.10. Diagrama de flujo de una fermentación continua, en una etapa, para la producción de cerveza (Coutts. 1958, 1961).

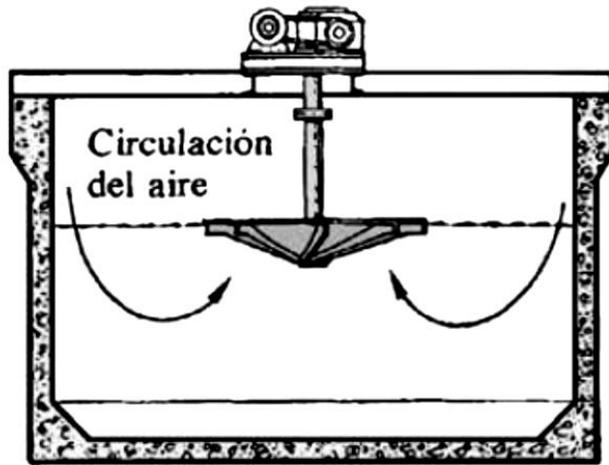
- | | | | |
|----|----------------------------|----|--|
| 1 | Entrada de mosto | 7 | Bomba |
| 1a | Válvula de control | 8 | Válvula de control de la recirculación |
| 2 | Fermentador | 9 | Salida de cerveza clarificada |
| 3 | Agitador | 10 | Tanque de lavado |
| 4 | Salida de cerveza | 11 | Entrada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



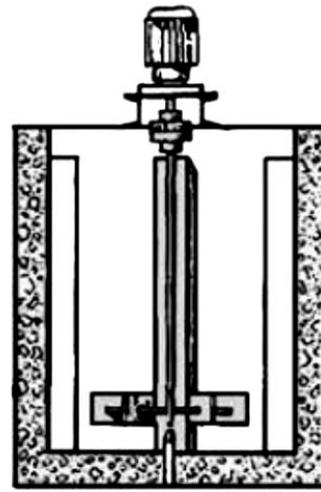
(a)



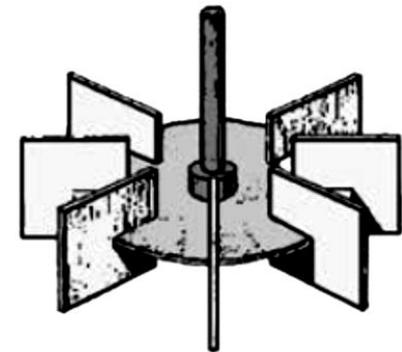
(b)



(a) Aireador «Simcar»



(b) Aireador «Sparger»



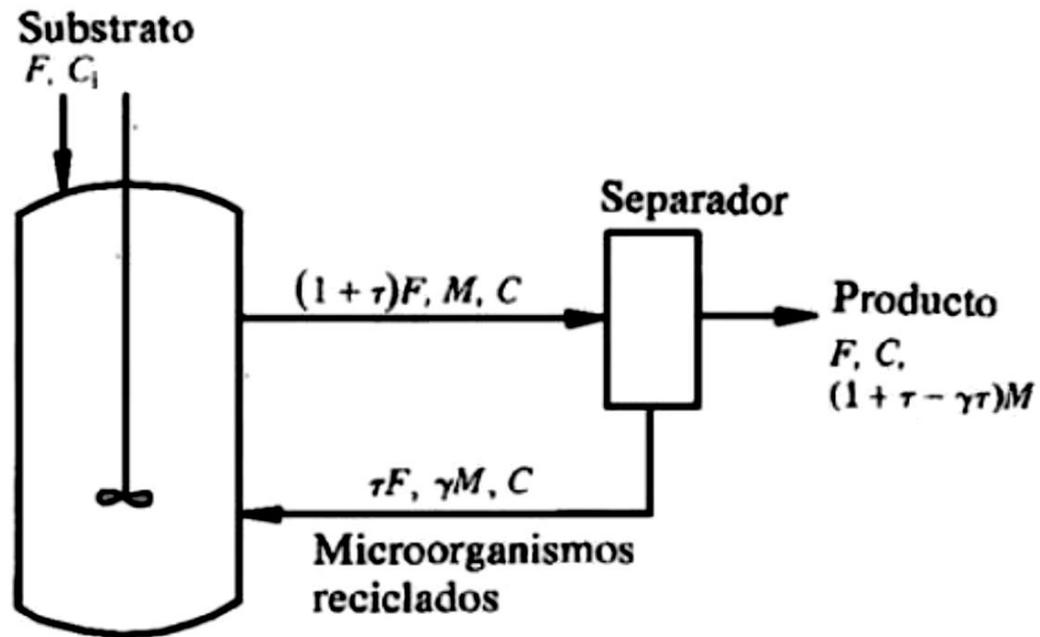


Figura 2.9. FCTA con reciclado.

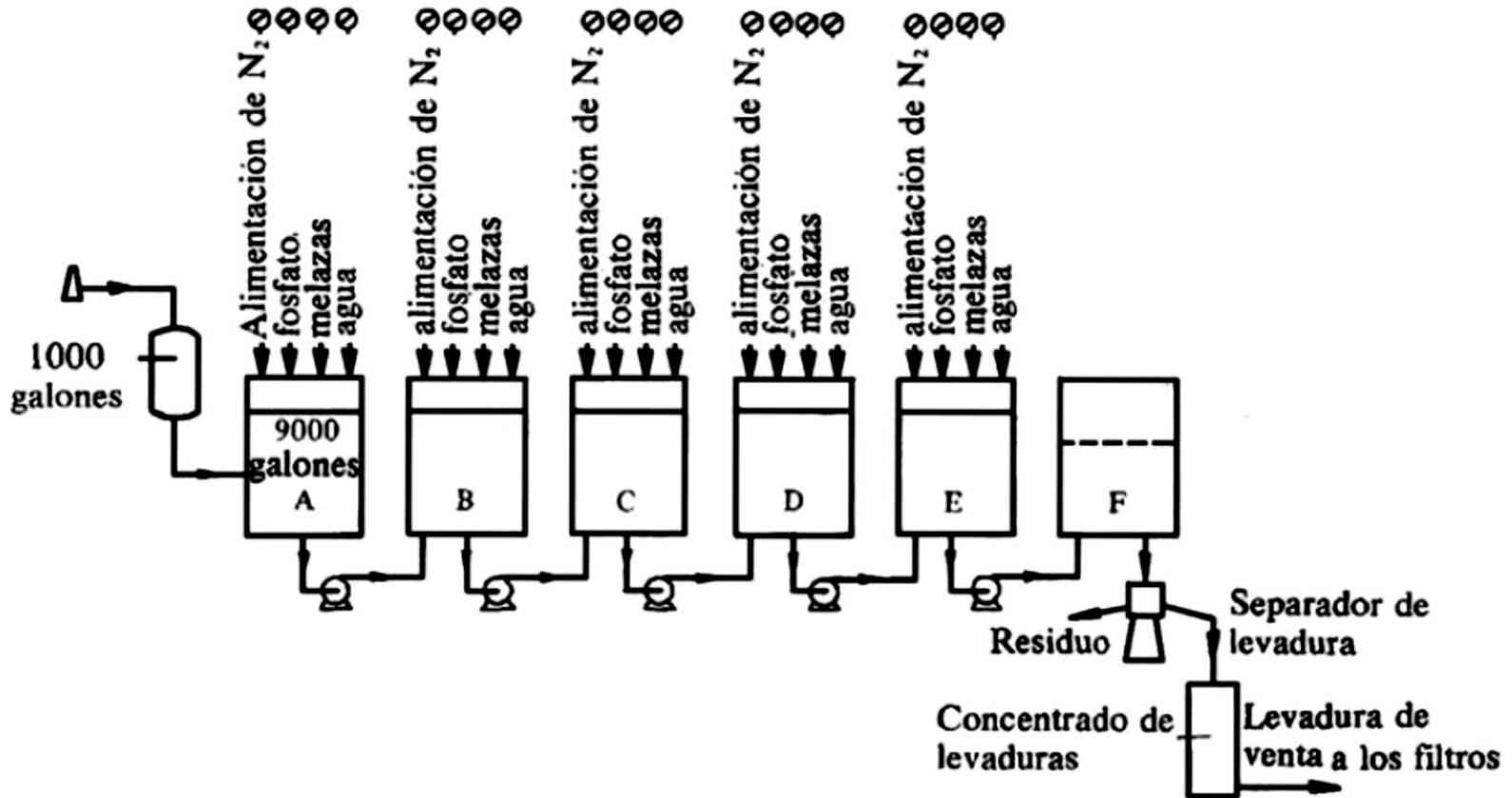
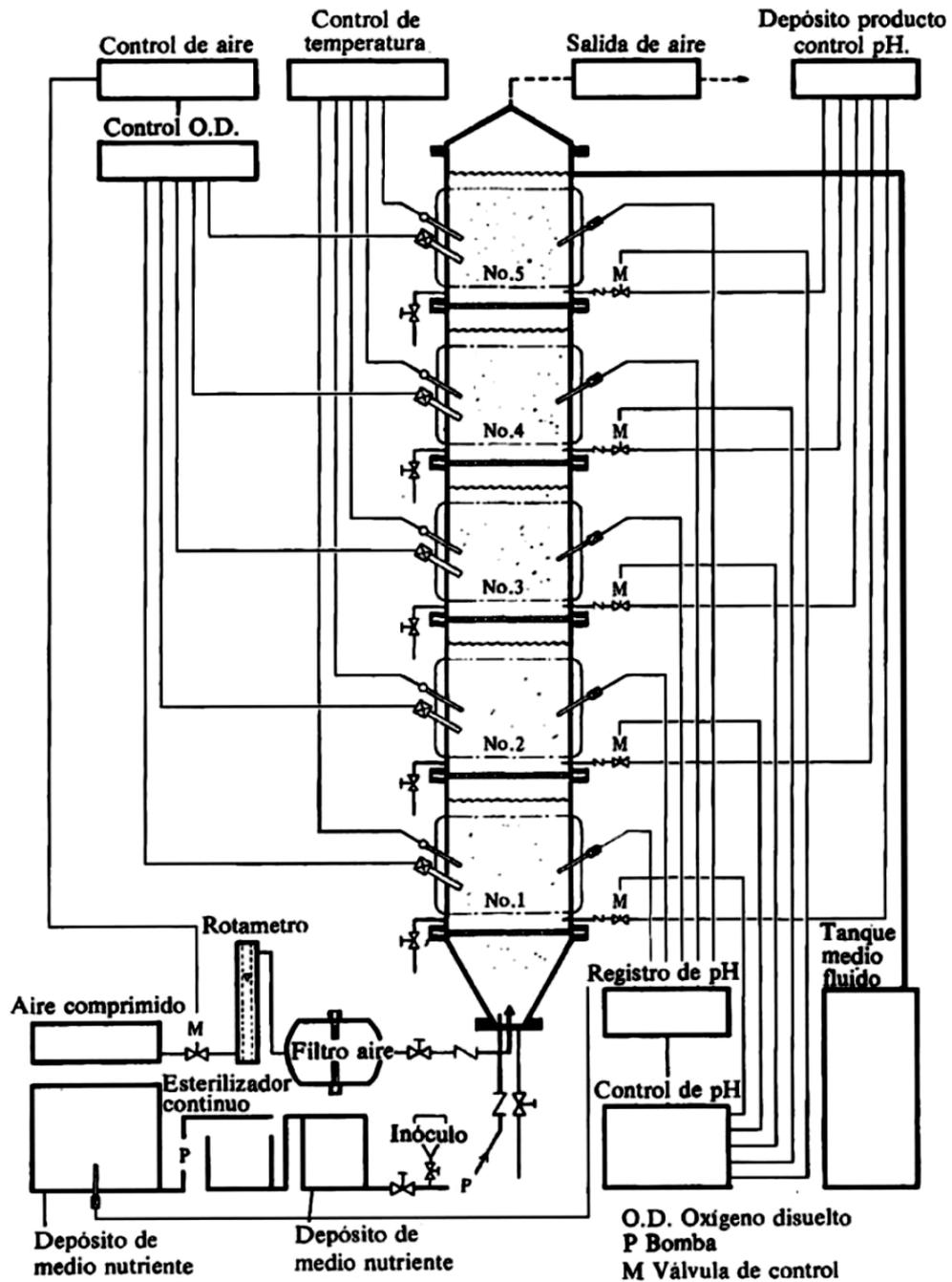
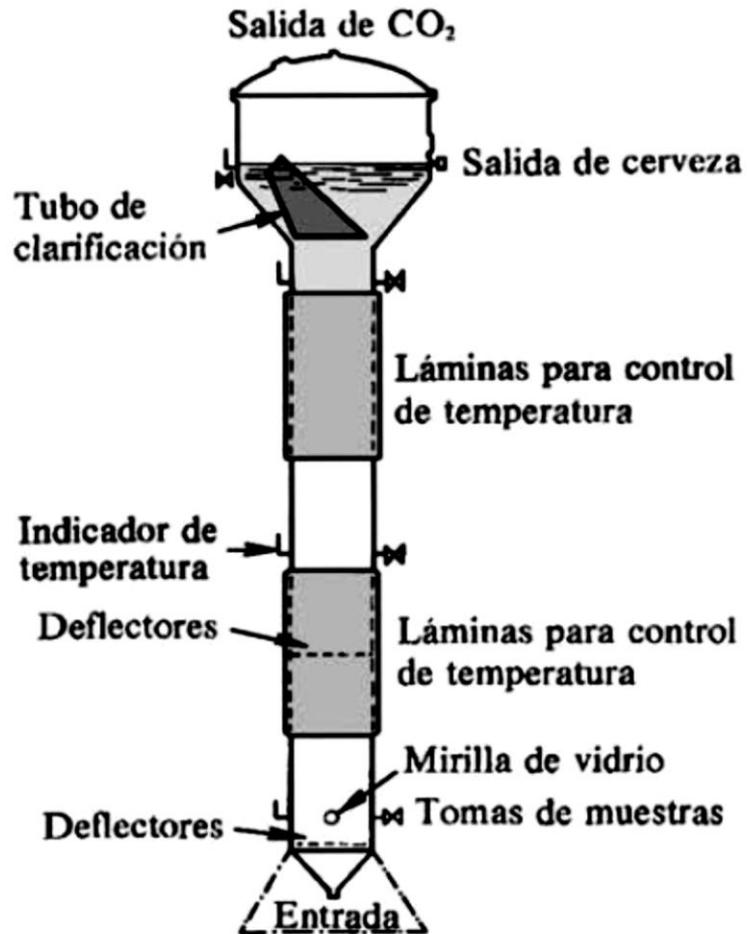


Figura 2.12. Diagrama de flujo de la producción continua de levadura para panificación (Olsen, 1960). A-F, fermentadores.





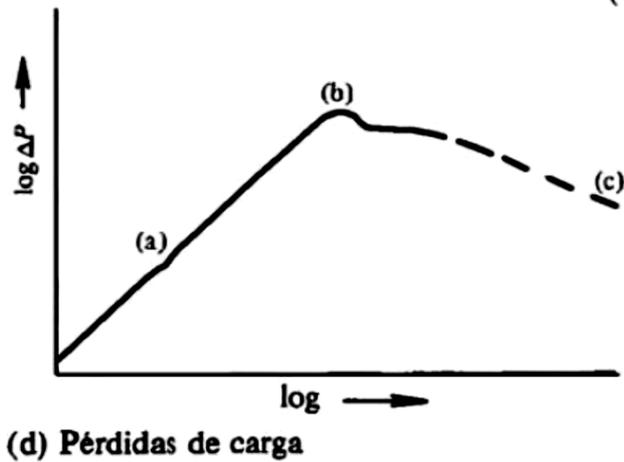
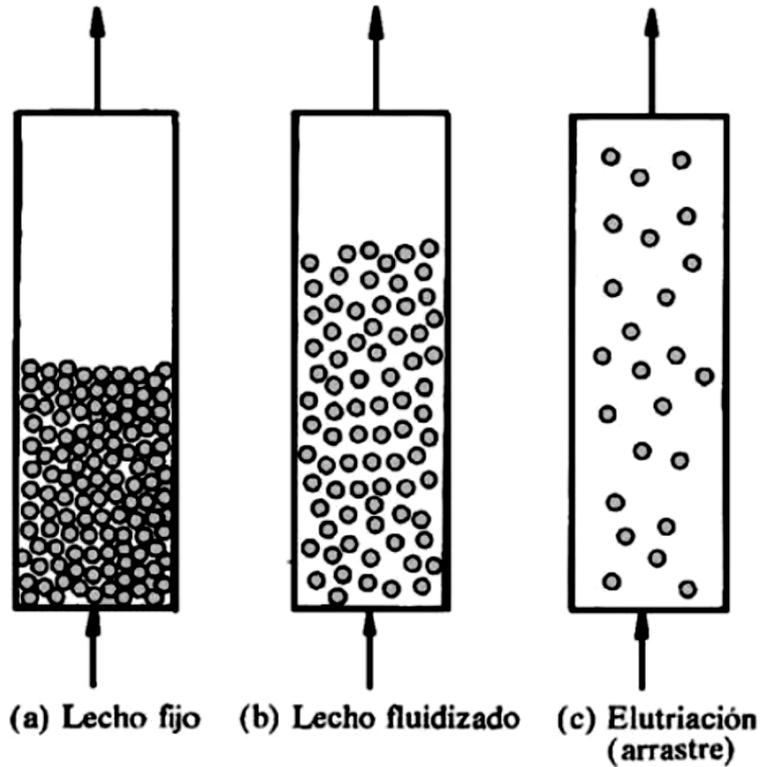
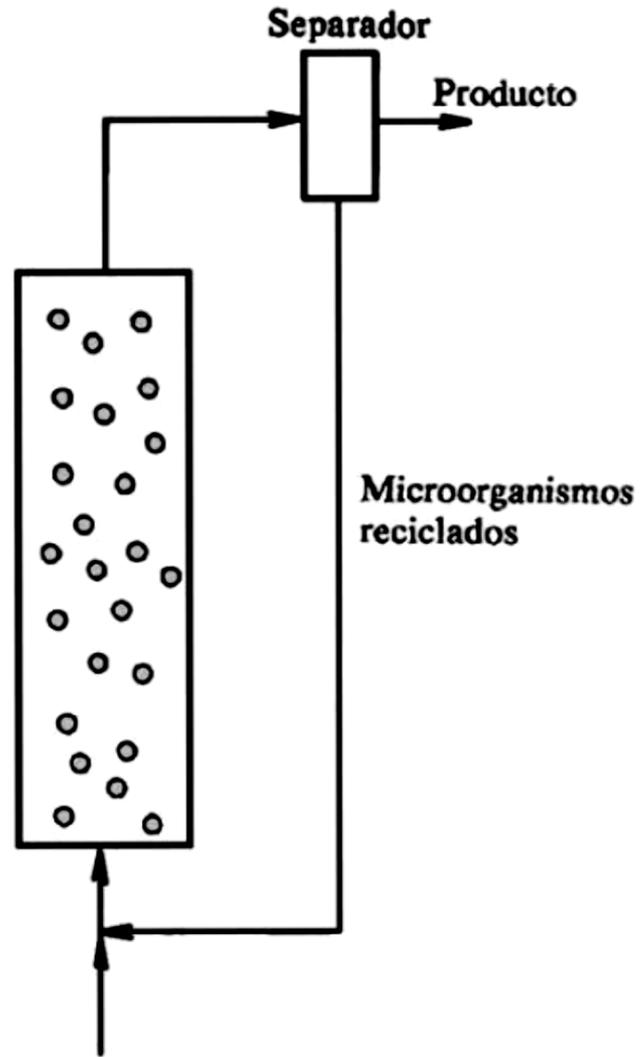
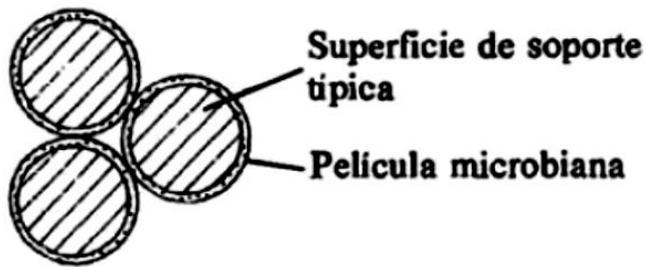


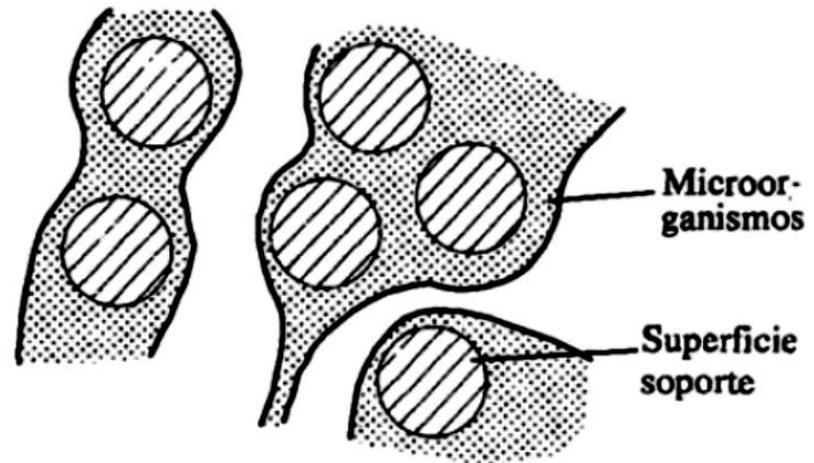
Figura 2.14. Efecto del caudal sobre las partículas en un fermentador tubular.



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.

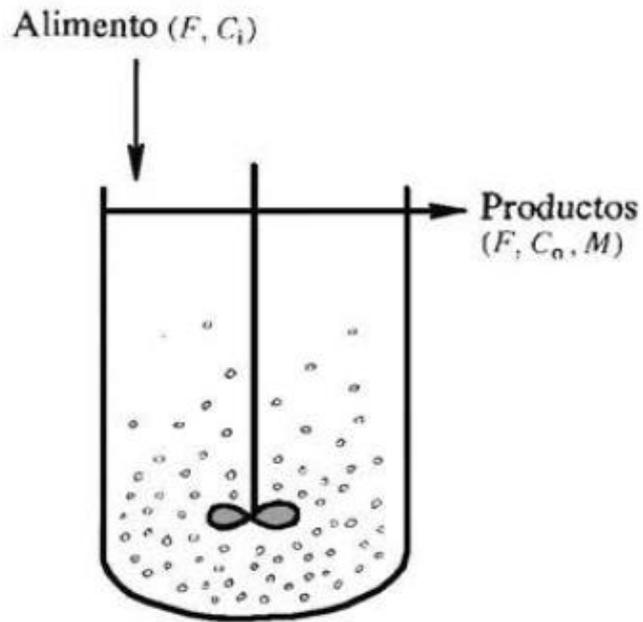


Figura 7.6. FCTA que contiene partículas «inertes».

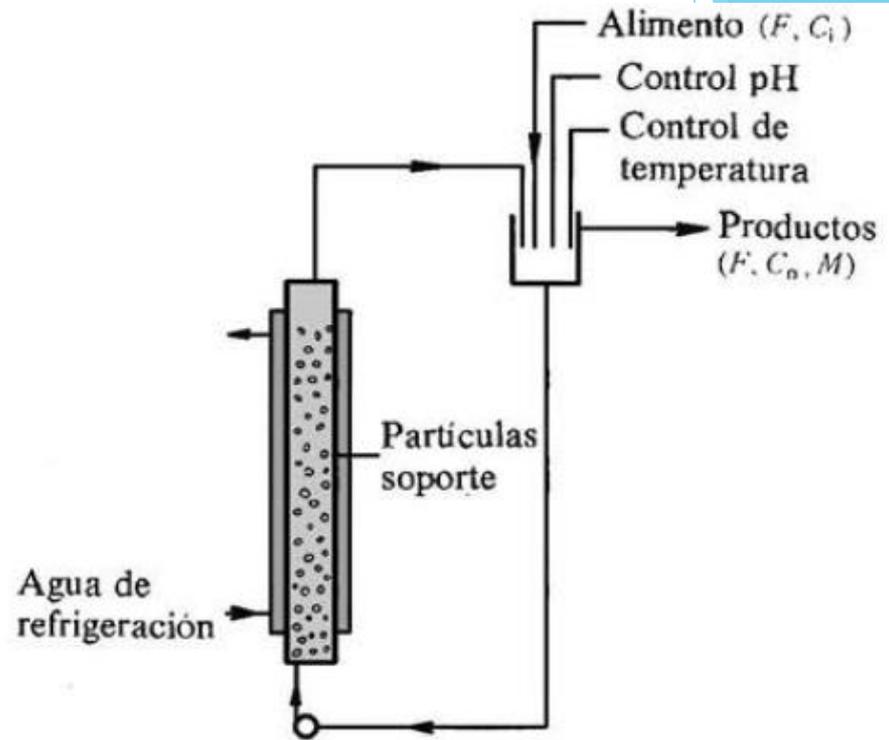
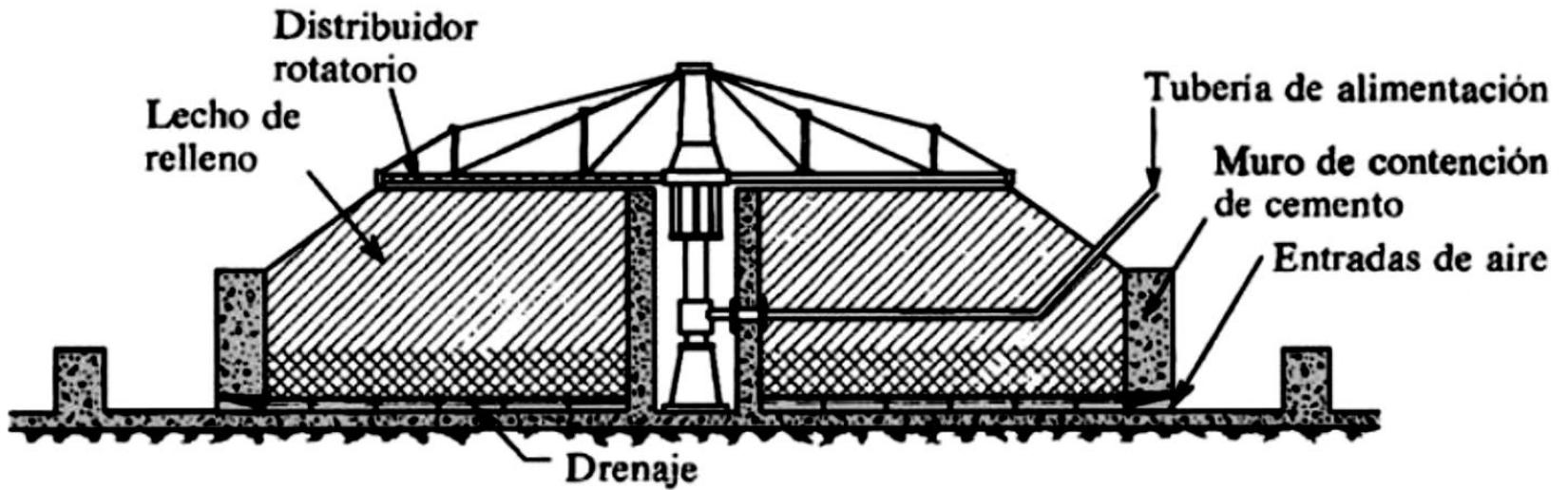


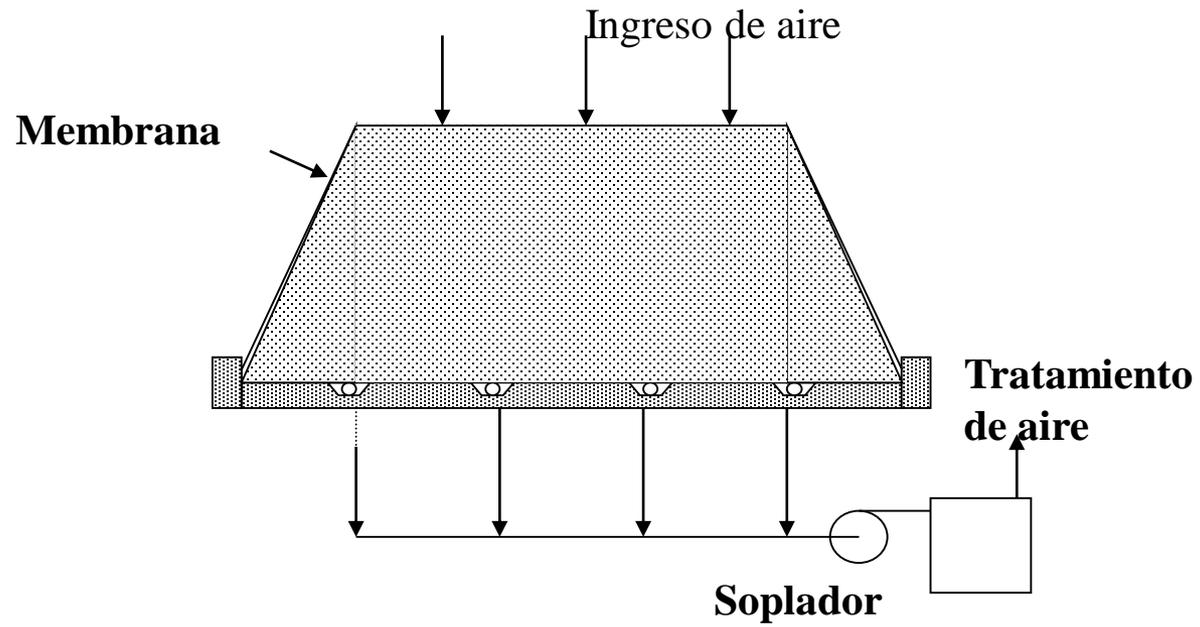
Figura 7.7. Fermentador de película microbiana completamente mezclada (FPMCM).

Fase sólida

Lecho de percolación



Fase sólida



Lecho de relleno

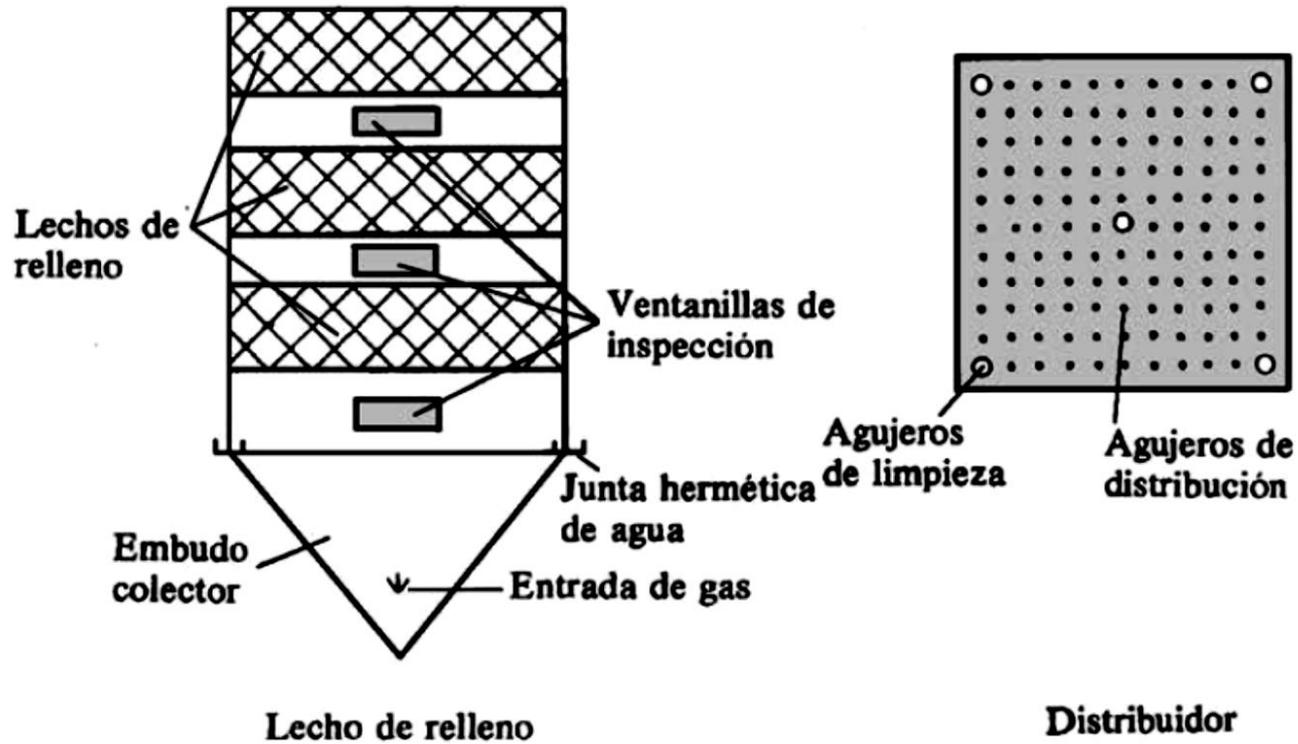
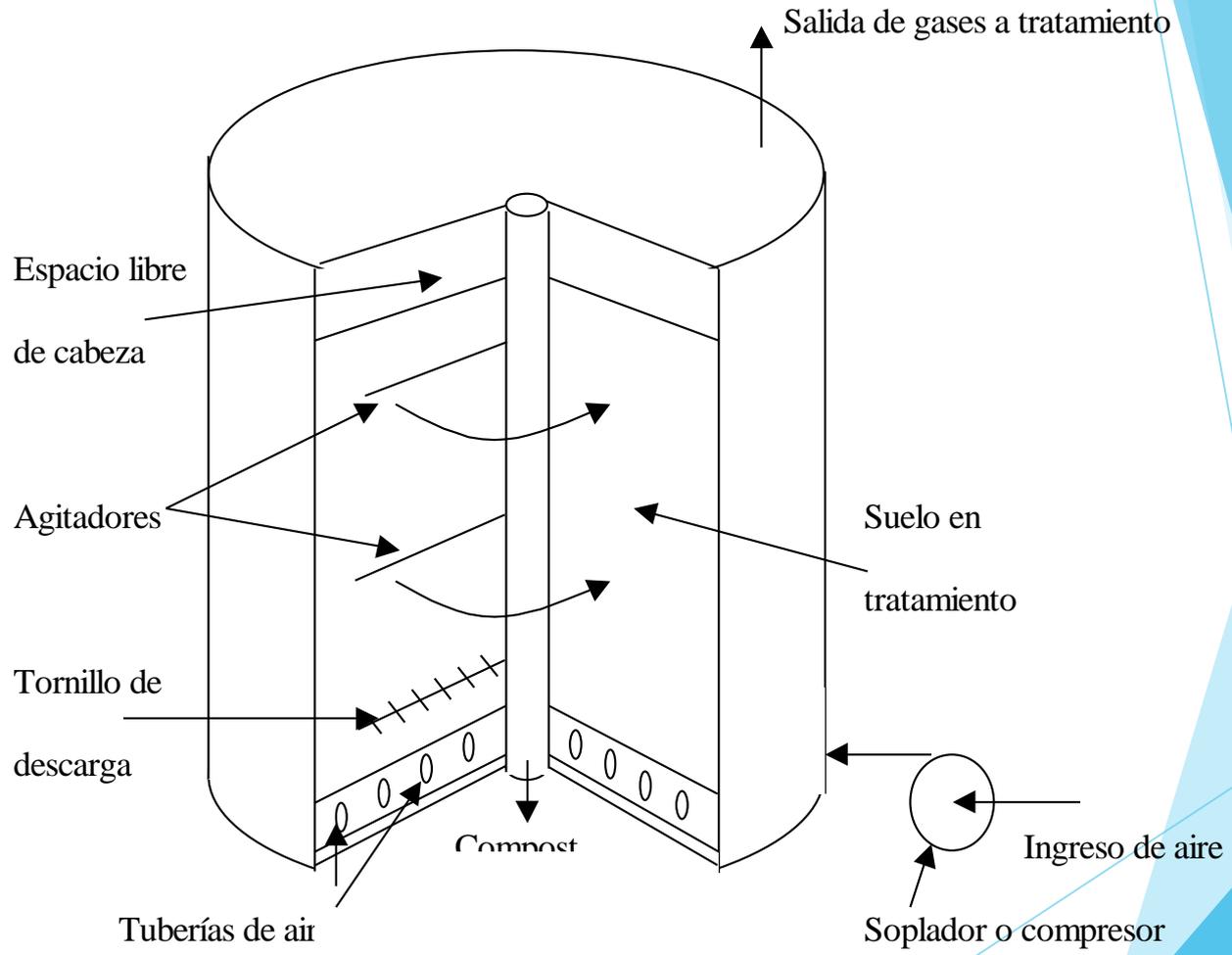
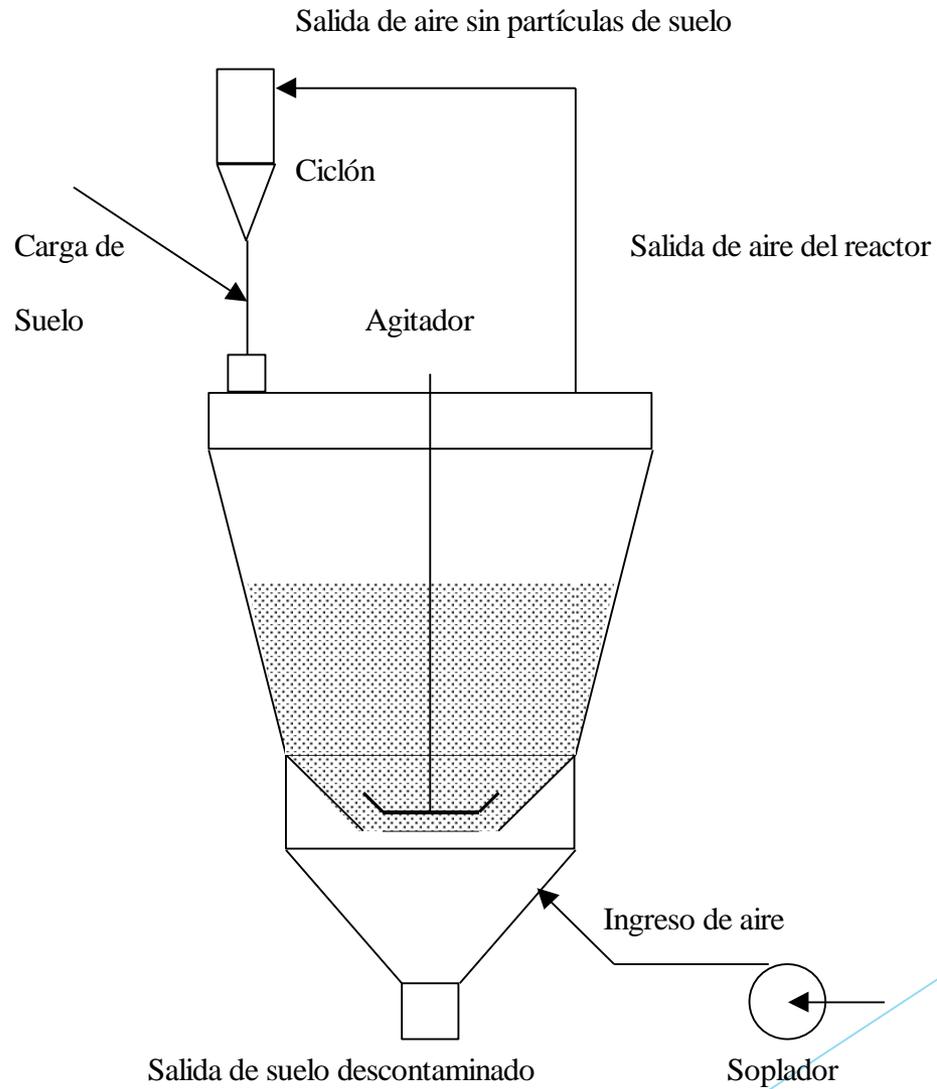


Figura 10.8. Detalles de los lechos utilizados por Atkinson y Williams (1971).

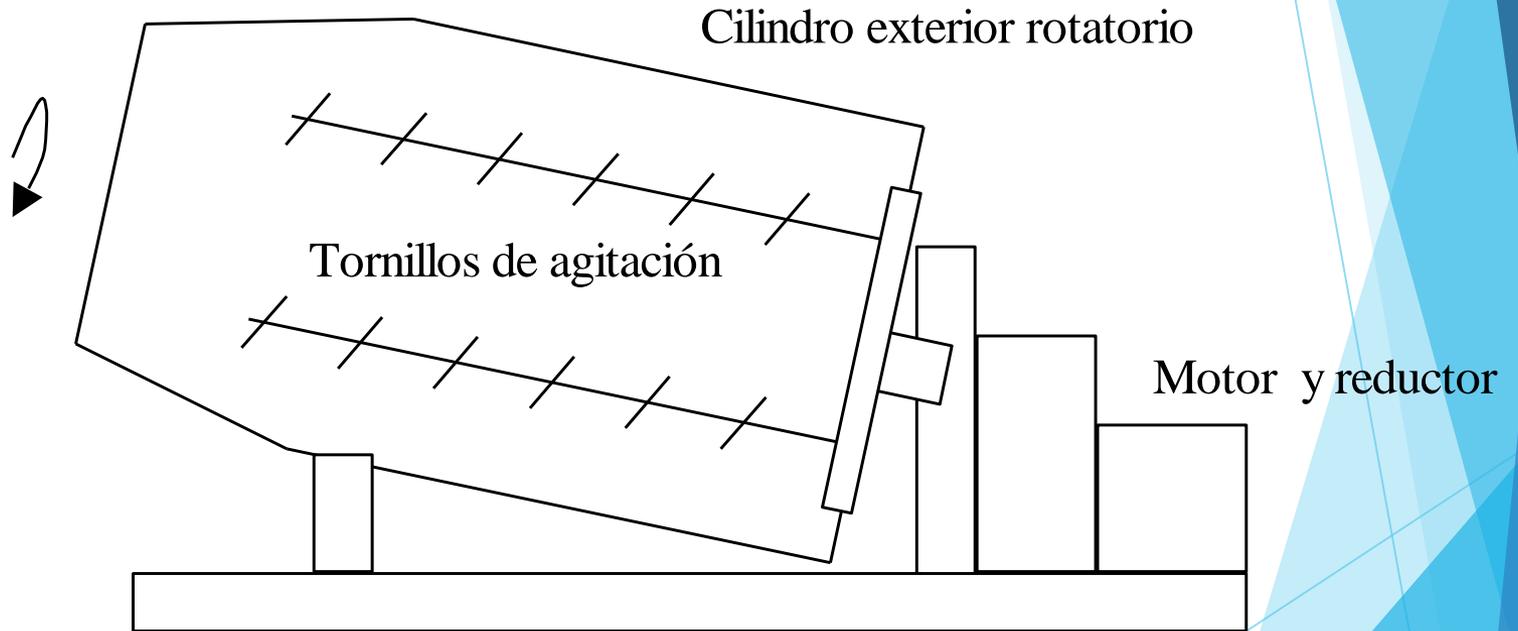
REACTORES DE COMPOSTAJE



REACTORES DE LECHO FLUIDIZADO



REACTORES DE TAMBOR ROTATORIO



REACTORES SLURRY

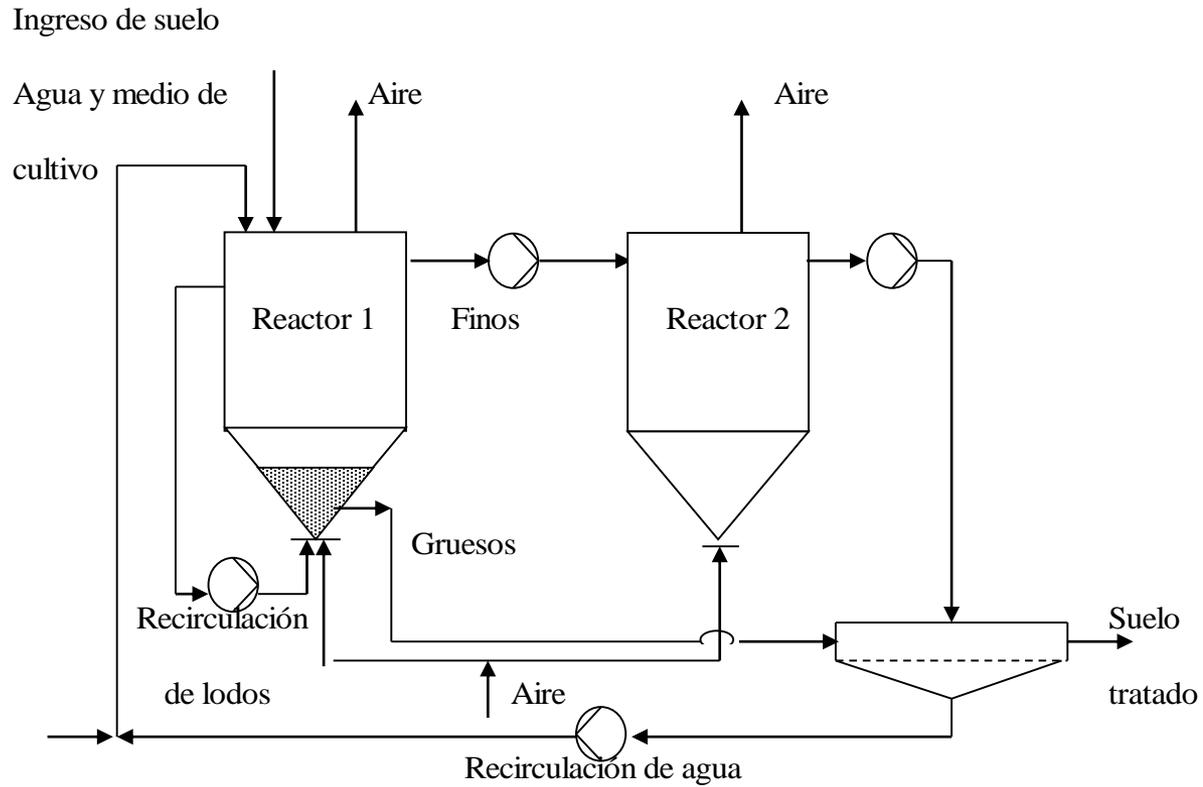
VENTAJAS

- **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**

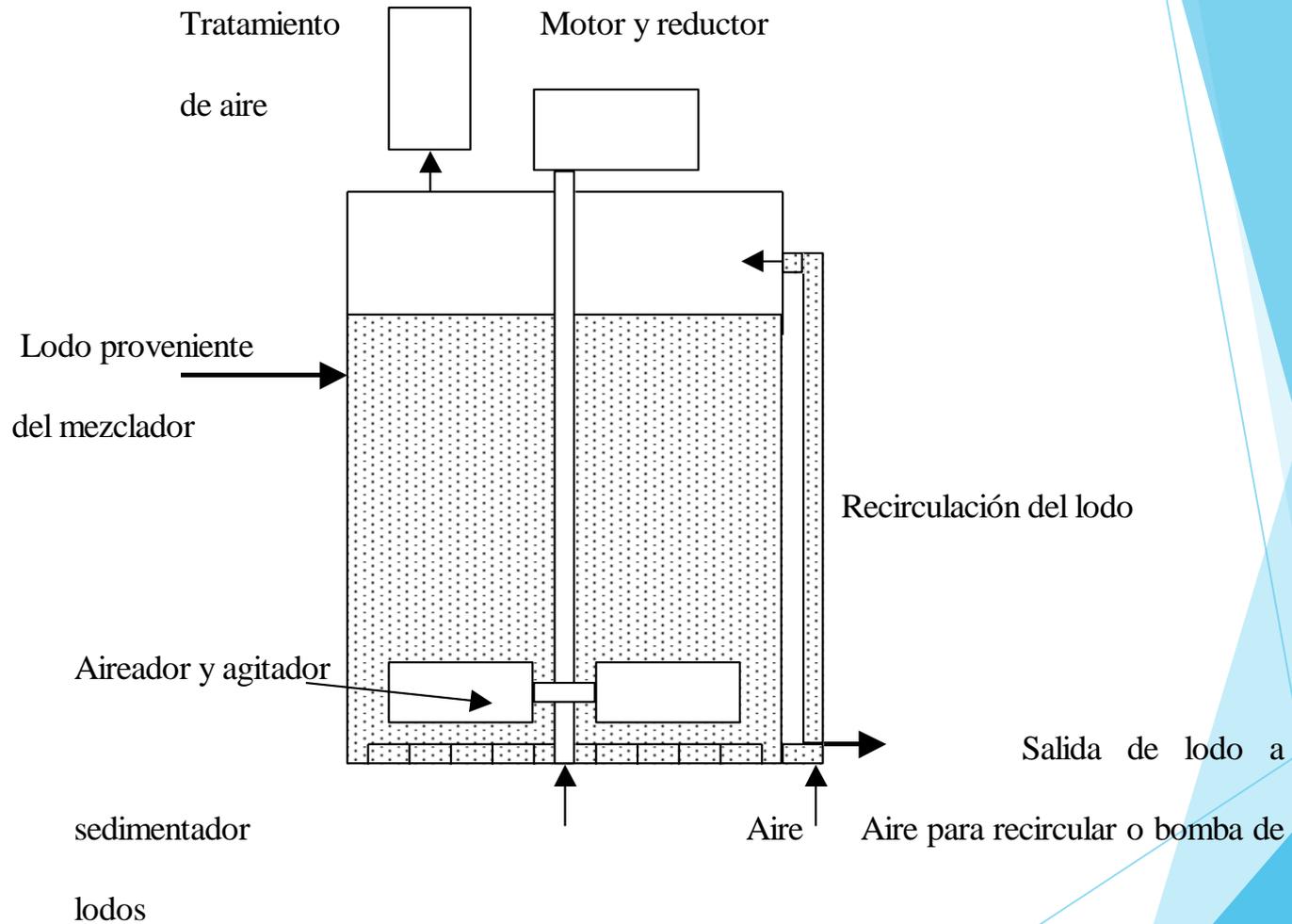
DESVENTAJAS

- **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

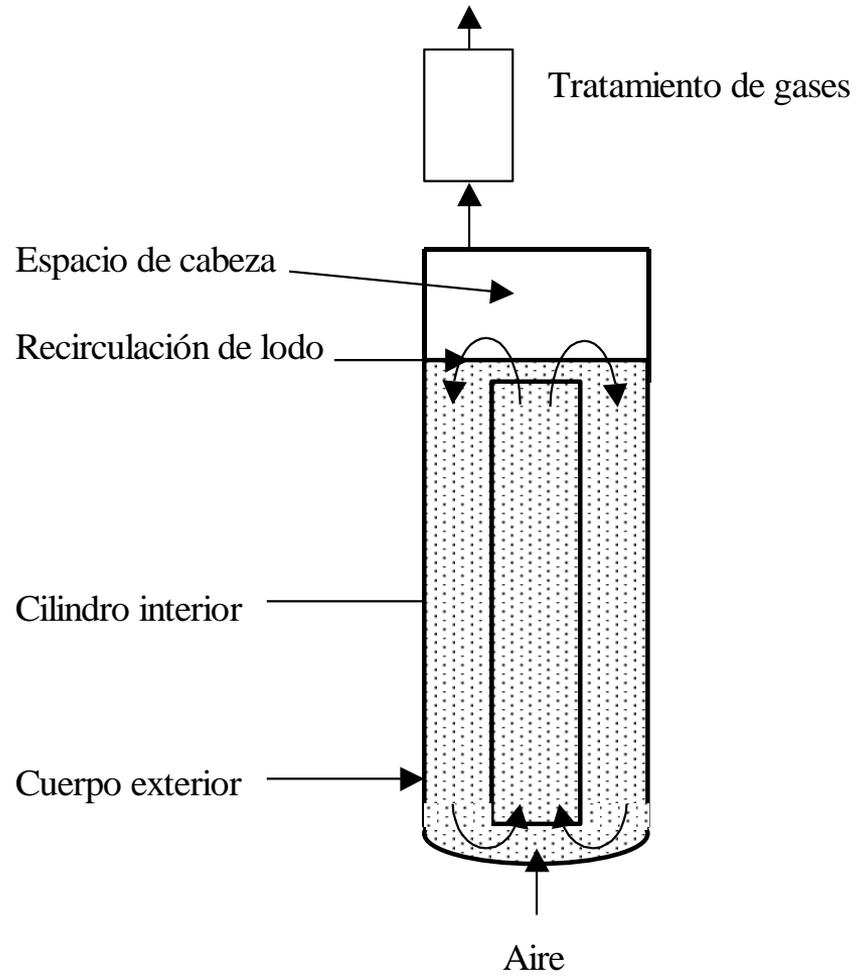


Tabla 2.2. Características del funcionamiento de los fermentadores.

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