



## Fermentador de laboratorio LAMBDA MINIFOR



La necesidad de un pequeño fermentador/biorreactor de laboratorio para volúmenes desde **0.035 hasta más de 5 litros** nos llevó a la fabricación del fermentador MINIFOR. Con base en nuestra vasta experiencia en fermentación, quisimos desarrollar un fermentador que sea **fácil de usar** y que tenga la capacidad de **medir y controlar todos los parámetros importantes** requeridos en un cultivo biológico.

Para cumplir dicha función, el fermentador debe ocupar un **mínimo de espacio** en el laboratorio, pero dejando **buen acceso a todas sus partes**. Para la optimización de los parámetros de crecimiento del cultivo o de la biotransformación, debe ser posible colocar varios fermentadores uno al lado del otro.

Cada fermentador debe ser capaz de trabajar **independientemente o conectado a un PC**, para una **avanzada regulación y procesamiento de datos**.

**Con el fin de mantener el bajo costo del fermentador MINIFOR, hemos introducido varias ideas e innovaciones sin comprometer su calidad:**

- En lugar de un frasco con una costosa cubierta de acero inoxidable, utilizamos un **recipiente de vidrio con conexiones roscadas**, sistema que ha sido utilizado por muchos años en el área del cultivo celular para mantener la esterilidad.
- En lugar del tradicional agitador de hélice, que requiere de un costoso motor y acoplamiento magnético, hemos introducido un **nuevo sistema de vibración**. Un electroimán y una económica membrana aseguran una **perfecta esterilidad** y garantizan una **mezcla efectiva, sin la formación de vórtices** en el medio. No se precisan baffles (deflectores). Al mismo tiempo este tipo de mezclador es más suave con las células y produce menos espuma.
- El cultivo es calentado a través de la **radiación de calor** producida por un radiador con un reflector parabólico bañado en oro, localizado debajo del recipiente fermentador. De esta manera el cultivo es **calentado suavemente** de modo similar al que el sol calienta el agua. Así no habrá sobrecalentamiento del cultivo, como generalmente ocurre cuando el calentador está colocado dentro del medio. Los costosos frascos de doble pared y baños termostáticos quedan eliminados, al mismo tiempo que los tubos y cables, haciendo al fermentador **menos complejo**.
- Algunas partes metálicas han sido reemplazadas por unas nuevas de **materiales plásticos de alta calidad**.
- Con la implementación de modernos microprocesadores, ha sido posible situar toda su electrónica en la parte frontal del aparato, eliminando así la carcasa de los fermentadores tradicionales. Esto hace al fermentador **increíblemente compacto**. A pesar de su pequeño tamaño, el fermentador MINIFOR tiene la capacidad de medir y controlar **6 parámetros** en su configuración básica.

# Descripción técnica

## Unidad Básica

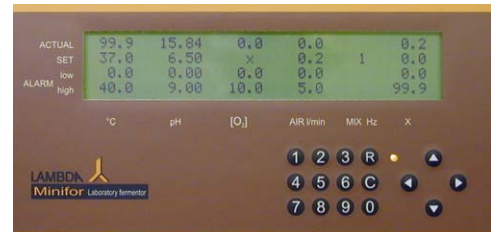
La característica principal del fermentador MINIFOR es que toda su electrónica, fuente de alimentación, calentador IR (infrarrojo), válvula de aire, caudalímetro másico, cables y tubos están localizados en la unidad base que es utilizada al mismo tiempo como soporte del frasco fermentador y demás equipos necesarios. La disposición de la plataforma de la unidad base hace que todas las partes del fermentador sean claramente **visibles y de fácil acceso** desde cualquier ángulo. Sus **dimensiones son de 22x40cm**, un poco más grande que una hoja A4.



Hasta cinco botellas para reactivo de 250ml pueden ser colocadas en **sostenedores magnéticos** en la parte trasera del frasco fermentador y hasta 4 bombas en sostenedores ajustables montados sobre barras en la parte trasera de la unidad, donde también se encuentran colocados los enchufes, a fin de eliminar los cables en el área de trabajo.

## Medición y regulación

El panel de control consiste en un display LCD (visualizador de cristal líquido) y botones de control. Todos los parámetros (temperatura, pH, pO<sub>2</sub>, caudal del aire, frecuencia de agitación y un parámetro adicional a elección, como pCO<sub>2</sub>, densidad óptica, antiespumante, etc.) son claramente visibles en la amplia pantalla LCD (4x40 dígitos retroiluminada). Los controles son **simples y lógicos**.



En la mayoría de los parámetros, es posible fijar una **alarma de “alto” o “bajo”**. Cuando la alarma se activa, se escucha una señal acústica y dos señales más aparecen, una en el display y otra eléctrica en la parte trasera del fermentador. Cada fermentador puede ser operado de manera **autónoma o conectado a un PC** (a través del puerto serial RS 485 integrado en el fermentador). Con los programas de fermentación (SIAM o FNet, desarrollado especialmente para el MINIFOR) es posible controlar y procesar casi ilimitadamente los datos de varios fermentadores en paralelo.

## Frasco fermentador

El frasco estándar de fermentación tiene un volumen de 1 l. Volúmenes de 35ml y hasta más de 5 l pueden ser suministrados a solicitud. Los frascos son fabricados en un **vidrio Pyrex de alta calidad**, con una amplia entrada principal roscada para el montaje de la membrana y el mezclador vibrador, y puede poseer entre 6 y 8 cuellos roscados para la fijación de diferentes sensores, salida de aire, inoculación, etc. Dos sostenedores ajustables mantienen el frasco en su correcta posición. El frasco puede ser **esterilizado en autoclave**.

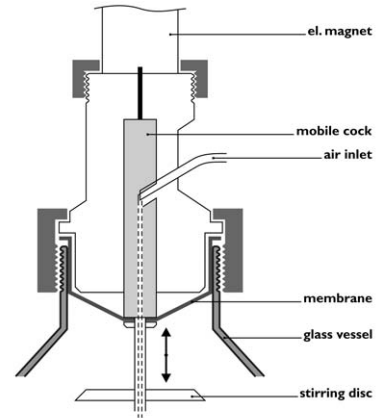


## Esterilización

El frasco fermentador puede ser **esterilizado en un autoclave común**, luego de ser desconectados los cables de los electrodos y el electroimán del vibrador mezclador.

## Agitación

En lugar del tradicional agitador en hélice, el MINIFOR utiliza un nuevo sistema vibrador. Un potente electroimán mueve uno o varios discos perforados hacia arriba y hacia abajo. La principal ventaja es una **mezcla eficiente** y una aireación del medio de cultivo. Mantiene el interior del **frasco totalmente aislado del exterior** mediante una membrana de silicona de bajo costo. **No se necesitan baffles** (deflectores). Este tipo de agitación es, a su vez, **más suave con las células** y **evita la formación de vórtices y de espuma**. La frecuencia de vibración es controlada por un microprocesador y puede ser variada dentro de un amplio rango. La entrada de aire se efectúa a través de un **micro-sparger autolimpiable** situado debajo del disco inferior.



## Control de temperatura

El nuevo **radiador infrarrojo (IR)** con un reflector parabólico bañado en oro se utiliza para calentar el medio de cultivo. La radiación calórica (150 W) se concentra en el fondo del frasco, donde es absorbida por el medio de igual forma que el sol calienta el agua. A diferencia de los calentadores que se colocan directamente en el medio, éste no produce sobrecalentamiento del medio. Gracias a la **baja capacidad calórica de la fuente de IR**, la temperatura puede ser **controlada más eficazmente** y se reducen los excesos de temperatura (overshoot). El sensor de temperatura está integrado en el sensor de pH y es utilizado al mismo tiempo para **corregir automáticamente los valores de pH y pO<sub>2</sub>**.



## Control y medición del pH

La medición de pH se realiza por medio de un electrodo esterilizable que se combina con un sensor de temperatura. Gracias al nuevo enchufe múltiple Variopin el sensor puede ser esterilizado sin ninguna protección. Lo novedoso de éste electrodo es que el electrolito de referencia está fijado dentro de una nano-suspensión, lo que aumenta la estabilidad de la señal y elimina los problemas de los geles. **La calibración del electrodo en dos puntos es semiautomática**. La adición de ácido o base es controlada por un microprocesador. El caudal **de las bombas peristálticas PRECIFLOW, MULTIFLOW, HiFLOW o MAXIFLOW varía entre 0 y 100%**, lo cual hace el **control de pH más preciso** que la típica conmutación on/off de las bombas con velocidad fija. El integrador electrónico LAMBDA INTEGRATOR (opcional) es un aparato único que puede ser conectado a las bombas para su monitoreo durante el proceso. El INTEGRATOR aportará información precisa sobre la **cinética del proceso, la actividad y el estado del cultivo**.



## Medición y regulación del oxígeno disuelto (pO<sub>2</sub>)

Un electrodo esterilizable tipo Clark mide la concentración del oxígeno disuelto con una membrana reforzada especial, que logra un **mejor tiempo de respuesta**. El microprocesador realiza una calibración semiautomática en dos puntos con corrección automática de temperatura. La regulación del oxígeno disuelto se obtiene con la **variación del caudal del aire**.



## Entrada de aire

El caudal de aire puede ser programado entre 0 a 5 l/min en etapas de 0.1l. Se utiliza un **preciso caudalímetro másico para gas**. La medición es independiente de la variación de presión y temperatura del aire. Los comúnmente utilizados “rotámetros con medidor de bola” no arrojan valores exactos, además los datos no pueden ser archivados. Una **válvula proporcional** ajusta el caudal de aire.

Un **nuevo micro-sparger elástico autolimpiador** ha sido desarrollado. Su construcción especial permite la eliminación de depósitos de sales que provocan el bloqueo del flujo de aire en spargers comunes. Esto ocurre con más frecuencia en micro-spargers por tener conductos de aire minúsculos.



## Salida de aire

El aire utilizado es filtrado por un filtro PTFE (Teflón). Si fuera necesario se puede usar un **condensador Peltier** (opcional) para eliminar el vapor de agua. Este condensador no utiliza agua de refrigeración.

## Inoculación y toma de muestras

La inoculación, adición de ácido o base y toma de muestras se realiza a través de 4 capilares de metal, equipados con conectores Luer-Lock o **conectores PEEK** (poliéter-éter-cetona) **de cierre hermético múltiple**.



## Dimensiones

Hemos construido el fermentador MINIFOR **lo mas pequeño y compacto posible**. La disposición de los elementos en su base hace que sus partes estén **accesibles desde cualquier ángulo** del fermentador para lograr un **control más efectivo**. Las botellas para reactivo, las bombas y el frasco fermentador han sido situados a corta distancia entre sí.

## Bombas

Hasta 4 bombas peristálticas PRECIFLOW, MULTIFLOW, HiFLOW o MAXIFLOW pueden ser colocadas en los soportes situados en las barras de la parte trasera. Están conectadas al fermentador por un solo cable. Ya que las bombas no están incrustadas al fermentador **pueden ser utilizadas en otras aplicaciones**, por ejemplo, en la cromatografía. Esto reduce considerablemente los costos de laboratorio. El control de las bombas se realiza en un amplio rango de velocidad (de 0 a 999), lo que permite una regulación muy precisa de la adición de ácido o base. Un **nuevo sistema de conexión de mangueras à doble cierre** reduce el riesgo contaminación durante la transferencia de soluciones al frasco.



## Caudalímetro másico de gas

LAMBDA MASSFLOW es un **nuevo caudalímetro másico de gas** especialmente desarrollado para el uso con el fermentador/biorreactor LAMBDA. Permite el control del pH en cultivos celulares por la adición controlada de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> o de cualquier otro gas. También puede ser utilizado de manera independiente ya que es posible acceder a todas las funciones desde el panel de control del MASSFLOW.



El caudal de gas se mide por un **sensor de caudal másico de alta calidad** y aparece reproducido en el display digital. La caída de presión del sensor es mínima y el error de linealidad es de menos de  $\pm 3\%$  de la lectura. La reproducibilidad es mejor que  $\pm 0.5\%$  de la lectura. La **regulación del caudal se hace por medio de una válvula proporcional, controlada por un microprocesador**. El caudal puede ser programado y el volumen, **totalizado y grabado**.

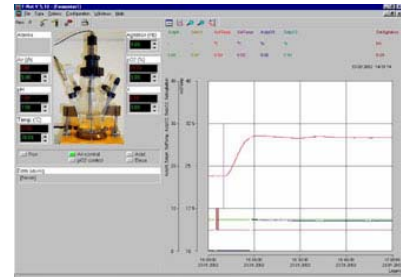
**El MASSFLOW permite un control automático y preciso del pH en cultivos celulares sin la necesidad de una estación de gas costosa.**

### Cultivos continuos

Un nuevo **modulo de balanza** (opcional) permite pesar el fermentador. Simplemente se coloca debajo de la parte frontal de la base del fermentador y se conecta al canal X del fermentador. Una bomba peristáltica conectada al enchufe "Pump X" permite mantener constante el peso (volumen) de la cultura. Esta función ya está incluida en el sistema básico del fermentador MINIFOR. De esta forma, es posible realizar **procesos de cultivos continuos a bajo costo**.

### Control PC / Programa de fermentación

El programa **FNet ha sido desarrollado para el monitoreo y control de los procesos de fermentación y cultivos celulares** realizados con los fermentadores/biorreactores LAMBDA MINIFOR. El programa opera con Windows NT, 2000 y XP:



- Fácil de instalar y de usar
- No se requiere conocimientos de programación
- Reconoce los fermentadores conectados al iniciarse
- Para hasta 6 fermentadores, 12 integradores y 6 bombas en un PC
- Todos los cables tienen conectores estándares

Para funciones mucho más complejas, ofrecemos el **programa industrial de fermentación SIAM**. Este programa permite aplicaciones casi ilimitadas. Se pueden adicionar funciones especiales a solicitud del cliente.

## Especificaciones técnicas

El fermentador LAMBDA MINIFOR es controlado por dos microprocesadores

<b>Alimentación:</b>	100-240 V AC/50-60Hz, 400W, conforme CE
<b>Dimensiones:</b>	22x40x38cm (WxDxH)
<b>Visualizador:</b>	LCD 4x40 dígitos retroiluminado
<b>Frasco fermentador:</b>	vidrio Pyrex con diferentes capacidades de 35ml hasta 5l
<b>Control de temperatura:</b>	fuelle de radiación calórica (150W) con reflector parabólico bañado en oro
<b>Regulación:</b>	de 5°C sobre la temperatura ambiente hasta 70°C
<b>Medición:</b>	0 a 99.9°C en escalas de 0.1°C
<b>Precisión:</b>	± 0.2°C (0 a 60°C)
<b>Sensor:</b>	Pt 100 incorporado en el sensor de pH
<b>Control del pH:</b>	electrodo de pH esterilizable, pH 0 a 13 con corrección automática de temperatura, conector Variopin, calibración semiautomática en 2 puntos
<b>Resolución:</b>	0.01 pH
<b>Precisión:</b>	± 0.02 pH
<b>Control pO<sub>2</sub>:</b>	sensor de oxígeno esterilizable tipo Clark de rápida respuesta, membrana de Teflón reforzada, medición y control de oxígeno a través de la regulación del caudal de aire
<b>Rango:</b>	0 a 25mg de oxígeno/l, en escalas de 0.1 mg/l
<b>Flujo de aire:</b>	de 0 a 5l/min en escalas de 0.1l/min, caudalímetro másico para gas, linealidad ± 3%, reproducibilidad ± 0.5%
<b>Control:</b>	válvula proporcional
<b>Presión del aire:</b>	entre 0.05 y 0.2 MPa
<b>Agitación:</b>	40 W Vibromixer 0 to 20 Hz con 1 ó más discos mezcladores esterilizables, esterilidad similar al acoplamiento magnético
<b>Parámetro adicional:</b>	un parámetro adicional ("X") puede ser controlado por el MINIFOR (anti-espumante, pCO <sub>2</sub> , densidad óptica, peso, conductividad, etc.)
<b>Bombas:</b>	se pueden usar 4 bombas peristálticas independientes (PRECIFLOW, MULTIFLOW, HiFLOW o MAXIFLOW) con variación de velocidad de 0 a 100%
<b>Temperatura de trabajo:</b>	0 - 40°C
<b>Humedad relativa:</b>	0 - 90%
<b>Peso:</b>	7.5kg
<b>Control PC:</b>	programas de fermentación FNet o SIAM
<b>Garantía:</b>	2 años

LAMBDA  
Dr. Pavel Lehky  
Imfeldsteig 12  
CH-8037 Zurich  
Suiza  
Tel/Fax: 0041 (0)44 450 20 71  
Hotline: 00420 603 274 677  
E-mail: [info@lambda-instruments.com](mailto:info@lambda-instruments.com)  
Web: [www.lambda-instruments.com](http://www.lambda-instruments.com)

LAMBDA CZ s.r.o.  
Lozibky 1  
CZ-614 00 Brno  
República Checa  
Tel/Fax: 00420 545 578 643  
[www.fermenter.net](http://www.fermenter.net)