



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE  
BIORREACTOR PARA EL CULTIVO DE  
TEJIDOS VEGETALES ASISTIDO POR  
INMERSIÓN CÍCLICA”**

**TESIS**



**PRESENTADO POR:  
LUIS WILIUNFO TORRES TAPIA**

**EN OPCIÓN AL TÍTULO DE:  
INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO  
1998**

## CONTENIDO

	Pag.
<b>PROLOGO</b>	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1. ANTECEDENTES</b>	5
1.1 Cultivo de tejidos vegetales.	5
1.2 Micropagación.	6
1.3 Fases o etapas de la micropagación.	8
1.4 Factores que influyen en el cultivo de tejidos vegetales.	11
1.5 Micropagación en medio semisólido.	16
1.6 Micropagación en medio líquido.	19
1.7 Tipos de biorreactores.	21
1.8 Principales alternativas para el cultivo en medio líquido.	25
1.9 Biorreactor multipropósitos.	29
<b>2. OBJETIVOS</b>	31
<b>3. DISEÑO DEL BIORREACTOR MULTIPROPÓSITOS</b>	32
3.1 Diseño del prototipo de biorreactor multipropósitos configurado para inmersión cíclica.	32
3.2 Diseño de la estructura del biorreactor.	35
3.3 Construcción e instalación del sistema elevador.	36
3.4 Dispositivo de control.	38
3.5 Dispositivo de iluminación.	42
3.6 Puesta en funcionamiento del equipo.	42
3.7 Sistema elevador neumático.	44
3.8 Instalación eléctrica de accesorios al PLC.	46

<b>4. PRUEBA DEL PROTOTIPO</b>	48
4.1 Materiales.	48
4.2 Plan experimental.	49
4.3 Resultados y discusión.	52
4.3.1 Curvas de declinación.	52
4.3.2 Análisis de peso fresco.	55
4.3.3 Análisis de peso seco.	57
4.3.4 Análisis de alturas.	60
4.3.5 Análisis del número de hojas.	63
4.3.6 Características físicas de plántulas.	66
<b>5. CONCLUSIONES</b>	67
5.1 Sugerencias.	68
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	70

## **LISTA DE FIGURAS**

1.7.2 Esquema de funcionamiento de un RITA.	23
1.8.1 Biorreactor operando bajo el principio de inmersión cíclica.	26
1.8.2 Biorreactor operando bajo el principio de aspersión cíclica.	27
1.8.3 Biorreactor con película estacionaria y control permanente de la humedad relativa.	28
3.1.1 Biorreactor multipropósitos operando en inmersión cíclica.	34
3.4.1 Conexión de interruptores de límite y fuente de alimentación al PLC.	40
3.4.2 Conexión eléctrica al PLC para el control de alimentación y sentido de giro del taladro.	41
3.7.1 Disposición de los accesorios constituyentes del sistema neumático.	45
3.8.1 Esquema de conexión de electroválvula y relevador encapsulado al PLC.	47
4.3.1.1 Curvas de declinación.	53
4.3.1.2 Curvas de declinación diferentes al 80% de confianza.	54
4.3.2.1 Gráfica de peso fresco.	57

## PROLOGO

En la última década se ha notado un uso más frecuente y amplio de medios líquidos, en sustitución del tradicional medio semisólido, en el cultivo de órganos, tejidos y células vegetales. Esta tendencia ha abierto un nuevo campo de aplicación para las técnicas del cultivo sumergido desarrolladas ampliamente en las industrias de biosíntesis y fermentación. Sin embargo los fermentadores tradicionales prácticamente ven limitada su aplicación al cultivo de células vegetales en suspensión, dejando así un gran campo para el desarrollo de nuevas soluciones para el cultivo de tejidos y órganos vegetales en medio líquido.

Para el desarrollo de estas soluciones se requiere del concurso de grupos multidisciplinarios y de un nuevo perfil de profesionista: formado en las ciencias de la ingeniería con capacidad para aplicar sus conocimientos a modelos experimentales vegetales.

Esta tesis es una importante contribución al desarrollo de soluciones para el cultivo de tejidos y órganos vegetales y para la formación de Ingenieros que abrazan la Biotecnología Vegetal como su área de desarrollo profesional.

Su autor, Luis W. Torres Tapia, abordó el reto con disciplina, iniciativa y constancia que le permitieron, como Ingeniero Químico Industrial, contribuir al desarrollo de soluciones para la Biotecnología Vegetal. Deja sentadas las bases para que tanto el tema como el Ingeniero tenga un fructífero desarrollo en un área del conocimiento llamada a desempeñar un importante papel para el desarrollo agrícola de México.

Dr. Armando C. Cahue López