

Resumen.

Los cultivos por micropropagación in vitro han tenido un gran desarrollo presentando ventajas sobre otros sistemas ya existentes. Por el surgimiento de mejoras en las técnicas de cultivos se han desarrollado nuevas herramientas que buscan mejorar la eficiencia de los sistemas actuales de micropropagación para reducir sus costos, mejorar las ganancias económicas, aumentar en la producción y mejorar el acceso de los productores a este tipo de cultivos. Por tal motivo, este trabajo tiene el objetivo de desarrollar un módulo de control y monitoreo aplicado en Sistemas de Inmersión Temporal (SIT) utilizados en la micropropagación in vitro, con la finalidad de modernizar y mejorar la operación de parte de los usuarios. Este módulo facilita el control de las acciones de inmersión/drenando y fotoperiodo, así como también realiza un monitoreo de las variables ambientales para llevar el registro de los ciclos de trabajo realizados.

Abstract.

The crops by in vitro micropropagation have presented a great development and advantages over other existing systems. Due to the emergence of improvements in crop techniques, new tools have been developed seeking to improve the efficiency of current micropropagation systems to reduce their costs, improve economic profits, increase production and improve the access of producers to this type of crops. For this reason, this work has the objective to develop a control and monitor module applied in Temporary Immersion Systems (SIT) for the in vitro micropropagación, in order to modernize and improve the operation of part of the users. This module facilitates the control of immersion/draining and photoperiod actions, as well as monitoring the environmental variables to keep track of the work cycles carried out.

Contenido.

Índice de figuras.	III
Índice de tablas.	IV
Lista de acrónimos.	V
1 Introducción.	1
1.1 Antecedentes.	1
1.2 Planteamiento del problema.	2
1.3 Objetivos.	3
1.4 Justificación.	4
2 Marco Teórico.	6
2.1 Descripción de los Sistemas de Inmersión Temporal.	6
2.2 Inmersión y drenado.	7
2.3 Diferentes técnicas aplicadas en los SIT.	8
2.3.1 Twin-Flask Biorreactor.	8
2.3.2 RITA (Recipient for Automated Temporary Immersion System).	9
2.3.3 Sistema BioMINT.	10
2.3.4 Recipientes De Vidrio De 10L.	11
2.3.5 SIT por biorreactor de plataforma.	12
2.3.6 Ventajas de los SIT.	13
2.4 Automatización de sistemas.	13
2.4.1 Partes de un sistema automatizado.	14
2.4.2 Sistema electrónico mínimo.	14
2.4.3 Sensores.	14
2.4.4 Actuadores.	15
2.4.5 Objetivos de la automatización.	15
2.5 Automatización de un SIT.	16
2.5.1 Monitoreo de las variables ambientales.	16
2.5.2 Sistemas de inmersión/drenado.	16
2.5.3 Sistemas de fotoperiodo.	17
3 Desarrollo del proyecto.	18
3.1 Factores a considerar en el desarrollo de un sistema de automatización para los SIT con biorreactores BioMINT.	18

3.2	Sección de monitoreo de las variables ambientales.	19
3.2.1	Selección del sensor de temperatura y humedad.	19
3.3	Sistema electrónico mínimo.	22
3.4	Interfaz Gráfica.	23
3.5	Actuador mecánico.	24
4	El desarrollo del sistema control.	25
4.1	Diseño de la interfaz gráfica de usuario.	25
4.2	Estructura y funcionamiento de las pantallas de usuario.	26
4.3	Programación de las etapas del sistema de control.	27
4.3.1	Programación de las secciones del menú inmersión/drenado y fotoperiodo.	27
4.4	Hardware y software del sistema de control.	28
5	Conclusiones y trabajo a futuro.	33
5.1	Conclusiones.	33
5.2	Trabajo a futuro.	34
6	Referencias	35

Índice de figuras.

Figura 1-1. Diferentes biorreactores utilizados en sistemas de inmersión temporal.	2
Figura 1-2. Controles electromecánicos utilizados actualmente en los SIT.	2
Figura 1-3. Etapas generales de la multiplicación in vitro con SIT.	3
Figura 1-4. Diagrama a bloques del sistema a desarrollar.	5
Figura 2-1. Ciclo de funcionamiento del sistema Twin-Flask Biorreactor.	8
Figura 2-2. Ciclo de funcionamiento del sistema RITA.	10
Figura 2-3. a) Sistema en posición de drenado con un ángulo C necesario con respecto a la horizontal. b) Sistema en posición horizontal, inmersión.	11
Figura 2-4. Biorreactor para SIT por Frasco de vidrio de 10 L	12
Figura 2-5. Biorreactor de plataforma.	13
Figura 2-6. Aplicación de sistemas de fotoperiodo.	17
Figura 3-1. Secciones del sistema de control.	19
Figura 3-2. a) Disposición de los pines y dirección de comunicación I ² C. b) Conexión típica del sensor.	21
Figura 3-3. Diagrama a bloques de la lógica interna del sensor de temperatura y humedad SHTC1.	21
Figura 3-4. Protocolo de comunicación I ² C.	29
Figura 3-5. Conexión de dispositivos maestro esclavo por bus I ² C.	29
Figura 3-6. Interfaz electrónica de adquisición de datos Alux 1.1.	30
Figura 3-7. Actuador mecánico lineal M-Track 1.	31
Figura 4-1. Panel táctil de la interfaz gráfica.	26
Figura 4-2. Estructura de la interfaz gráfica de usuario.	26
Figura 4-3. Diagrama de flujo para la ejecución de las pantallas de interfaz de usuario.	27
Figura 4-4. Pantallas de programación de la sección de inmersión/drenado.	28
Figura 4-5. Lugar que ocupan los cuadros de despliegue numéricos.	29
Figura 4-6. Conexión entre el sensor de SHTC1- Alux 1.1.	29
Figura 4-7. Diagrama de flujo para el algoritmo de programación de los tiempos de inmersión y drenado.	30
Figura 4-8. Estructura y significado de la cadena de identificación de los elementos de la pantalla táctil. Estos identificadores se visualizan en el Nextion Editor.	31

Figura 4-9. Conexión de la etapa de potencia del actuador mecánico y la tarjeta Alux 1.1	32
--	----

Índice de tablas.

Tabla 2-1. Ventaja de los SIT.	13
Tabla 3-1. Comparación de las características de los sensores de temperatura y humedad considerados	20
Tabla 3-2. Características del microcontrolador PIC 18F2550.	23