



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MEXICO.

Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD VALLES**

Ingeniería en Industrias Alimentarias

Departamento de Ingenierías

**Tesis**

**Diseño, construcción y caracterización de un reactor  
de biopelícula para la producción de metabolitos por  
*Beauveria bassiana***

Presenta

C. Héctor Raziel Lara Juache

Como requerimiento para obtener el título de Ingeniero en  
Industrias Alimentarias

Ciudad Valles, San Luis Potosí

Octubre 2020



**EDUCACIÓN**

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLOGÍA  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD VALLES**

Ingeniería en Industrias Alimentarias

Departamento de Ingenierías

Tesis

**Diseño, construcción y caracterización de un reactor  
de biopelícula para la producción de metabolitos por  
*Beauveria bassiana***

Presenta

C. Héctor Raziél Lara Juache

Como requerimiento para obtener el título de Ingeniero en  
Industrias Alimentarias

Ciudad Valles, San Luis Potosí

Octubre 2020



CONSTANCIA DE EXENCIÓN DE EXAMEN PROFESIONAL

De acuerdo con el instructivo vigente de Titulación, que no tiene como requisito la sustentación del Examen Profesional para efecto de obtención de Título, en las opciones VIII, IX y Titulación Integral, el jurado HACE CONSTAR: que el (la) c. Hector Raziel Lara Juache

número de control 15690303 egresado (a) del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles, clave 24DIT0020Z

que cursó la carrera de: Ingeniería en Industrias Alimentarias

Cumplió satisfactoriamente con lo estipulado en la opción: Titulación Integral

Tesis: "Diseño, construcción y caracterización de un reactor de biopelícula para la producción de metabolitos por Beauveria bassiana"

El (la) Presidente (a) del Jurado le hizo saber al sustentante el Código de Ética Profesional y le tomó la Protesta de Ley, una vez escrita y leída la firmaron las personas que en el acto protocolario intervinieron, para los efectos legales a que haya lugar, se asienta la presente en Ciudad Valles, San Luis Potosí, el día 22 del mes octubre del año 2020.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA, TECNOLÓGICA NACIONAL DE MÉXICO DIRECCIÓN DE ASUNTOS ESCOLARES Y APOYO A ESTUDIANTES

PRESIDENTE (A)

Dr. Pedro Aguilar Zárate  
Cédula Prof. 11612260

SECRETARIO (A)

Dra. Fabiola Vecina Hernández  
Cédula Prof. 9771875

VOCAL

Dr. Jorge Enrique Wong Paz  
Cédula Prof. 10917262



# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD VALLES

Ingeniería en Industrias Alimentarias  
Departamento de Ingenierías

El departamento de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles a través del comité de tesis hace constar que la tesis titulada:

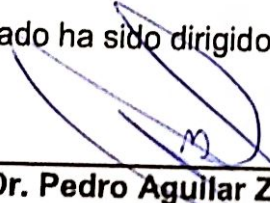
**Diseño, construcción y caracterización de un reactor de biopelícula para la producción de metabolitos por *Beauveria bassiana***


Presentada por  
**C. Hector Raziel Lara Juache**


Ha sido aprobada como requisito parcial para obtener el grado de

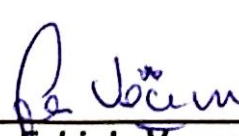
### INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

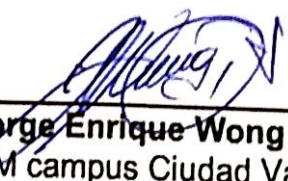
El trabajo presentado ha sido dirigido por el siguiente comité


  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Pedro Aguilar Zárate**  
TecNM campus Ciudad Valles  
Director

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Luis Víctor Rodríguez Durán**  
UAT UAM Mante  
Codirector

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Mariela Ramona Michel**  
TecNM campus Ciudad Valles  
Codirectora

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Fabiola Veana Hernández**  
TecNM campus Ciudad Valles  
Asesora

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Jorge Enrique Wong Paz**  
TecNM campus Ciudad Valles  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Diana Beatriz Muñoz Márquez**  
TecNM campus Ciudad Valles  
Asesora



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO.

Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD VALLES**  
Ingeniería en Industrias Alimentarias  
Departamento de Ingenierías

El departamento de ingenierías del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles a través del jurado examinador hace constar que la tesis titulada:

**Diseño, construcción y caracterización de un reactor de biopelícula para la producción de metabolitos por *Beauveria bassiana***

Presentada por:

**C. Héctor Raziel Lara Juache**

Ha sido aceptada como requisito parcial para obtener el grado de

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

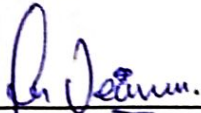
En virtud de haber cumplido íntegramente los requisitos de la Comisión de Tesis y Monografías.

**ATENTEMENTE**



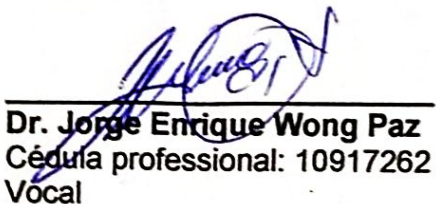
---

**Dr. Pedro Aguilar Zárate**  
Cédula profesional: 11612260  
Presidente



---

**Dra. Fabiola Véana Hernández**  
Cédula profesional: 9771875  
Secretaria



---

**Dr. Jorge Enrique Wong Paz**  
Cédula profesional: 10917262  
Vocal

## **CRÉDITOS INSTITUCIONALES**

La presente investigación se desarrolló en el Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Valles en colaboración con la Universidad Autónoma de Tamaulipas Unidad Académica Multidisciplinaria Mante.

## **FINANCIAMIENTO**

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto **TecNM 6691.18-P Producción y caracterización de pigmentos por *Beauveria bassiana* y evaluación de su efecto contra hongos fitopatógenos.**

## Resumen

En este trabajo se presenta la construcción de un reactor de biopelícula, elaborado con recursos de bajo costo y accesibles, teniendo como premisa el cumplimiento de los requisitos indispensables para el establecimiento de procesos fermentativos microbianos a escala laboratorio. El biorreactor construido garantizó la esterilidad del sistema durante 168 horas de funcionamiento continuo y bajo condiciones manipulación, como la recirculación de medio de cultivo por medio de una bomba peristáltica. Se determinó el coeficiente de transferencia de oxígeno ( $K_La$ ), tanto en la fase líquida como en la fase gaseosa mediante el uso de dos técnicas, como lo es, la técnica de oxidación de sulfito de sodio, donde se evaluaron tres flujos de aireación distintos, obteniendo valores de  $K_La$  de 0.9867, 1.1638 y 2.0964  $\text{min}^{-1}$ , para la fase líquida, en la fase gaseosa se obtuvieron valores de 0.5088, 0.5810 y 3.6661  $\text{min}^{-1}$ ; bajo los flujos de aire 1.5, 2.0 y 2.5 L/min, respectivamente, de acuerdo a la prueba de Tukey el flujo de aire que corresponde a 2.5 L/min obtuvo una diferencia significativa en transferencia de oxígeno en comparación a los otros dos flujos. El proceso de fermentación se llevó a cabo en un volumen de 600 mL de cultivo, compuesto por: Sacarosa 22.5 (g/L), extracto de levadura (6 g/L),  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.48 (g/L),  $\text{MgSO}_4$  0.72 (g/L),  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0.06 (g/L),  $\text{CaCl}_2$  (0.24 g/L) y un pH 6, con el flujo de aire de 2.5 L/min que proporciona el oxígeno y la agitación al medio de cultivo, a una temperatura de  $30 \pm 2$  °C. El crecimiento de *Beauveria bassiana* se estimó de manera indirecta por la producción de  $\text{CO}_2$ , la producción máxima de  $\text{CO}_2$ , se dio en la fase exponencial del crecimiento a las 62 horas de fermentación con un valor de 135 mg de  $\text{CO}_2$ /L. En la producción de pigmentos a las 168 horas *Beauveria bassiana* produjo una cantidad de 183 mg de  $\text{CO}_2$ /L. En cuestión a la producción de esporas aéreas en el soporte del reactor se obtuvieron  $1.16 \times 10^9$ ,  $1.41 \times 10^9$  y  $1.16 \times 10^9$  esporas/g de soporte utilizado. El biorreactor mostró una buena capacidad para el crecimiento de *Beauveria bassiana*.

Los resultados obtenidos avalan la aptitud del biorreactor para su uso en el estudio de fermentaciones a escala de laboratorio.