



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIVISION DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA**

No. de Registro

AÑO	CONSECUTIVO

**FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN ANTE EL
CONSEJO DIVISIONAL DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA (CNI) UAM-C**

1. Título del proyecto: **_ Desarrollo y evaluación de métodos innovadores de detección y tratamiento en modelos de isquemia para su aplicación en medicina traslacional._**

a) Nuevo _____

b) Continuación(proporcionar antecedentes): _____X_____ aprobado en la sesión CUA-DCNI-215-21 por 4 años _____

2. Línea de investigación: **LGAC: Ingeniería celular, tisular y biorreactores**

3. a) Responsable del proyecto y adscripción: _____ Dra. Nohra Elsy Beltrán Vargas

Departamento de Procesos y Tecnología. UAM – Cuajimalpa _____

c) Participantes actuales y adscripción:

Dr. José Campos Terán. División CNI, DPT, UAM-C.

Dr. Juan Gabriel Vigueras Ramírez. División CNI, DPT, UAM-C.

Dr. Juan Carlos Sigala Alanis, División CNI, DPT, UAM-C.

Dra. Izlia J. Arroyo Maya, DPT, UAM-C.

Dr. Luis Angel Alarcón, DMAS, UAM-C.

Dr. Ismael Ariel Robles, DMAS, UAM-C.

Dr. Mario García Lorenzana, División CBS, Departamento de Biología de la Reproducción, Área de Neurociencias;

Dra. Marcela Salazar García, Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Dra. Sara Huerta, Hospital Infantil de México Federico Gómez

Dra. Fiordaliso Carolina Román Carraro, División CNI, DPT, UAM-C.

Dr. Juan Carlos Ruiz Bucio, División CNI, DPT, UAM-C.

4. Orientación (se puede seleccionar más de una opción):

Investigación básica (X), Investigación aplicada (X), Desarrollo o adaptación (),

Transferencia de tecnología (X), Desarrollo de tecnología (X), Otros ().

Especificar: _____

5. Fecha de inicio y duración: _____ Octubre 2025, 4 años _____

DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA – UNIDAD CUAJIMALPA



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIVISION DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

6. Propuesta:

a. Resumen

Las enfermedades isquémicas como el infarto agudo al miocardio o la isquemia gastrointestinal son generadas por la oclusión de una o más arterias que irrigan al órgano en cuestión. Esto genera una disminución en el suministro de nutrientes y oxígeno a los tejidos lo cual puede desencadenar muerte celular y disfunción orgánica, lo cual puede llevar a la muerte del paciente. Los métodos de diagnóstico y monitoreo de dichas patologías son limitados, pues generalmente se diagnostican de manera tardía cuando las enfermedades se complican, por lo cual es necesario desarrollar nuevas y mejores herramientas de monitoreo y tratamiento. La espectroscopía de impedancia ha demostrado ser sensible para detectar cambios celulares relacionados a procesos de isquemia y la ingeniería de tejidos se ha propuesto como opción terapéutica para promover la regeneración, reparación o sustitución del tejido dañado utilizando cultivos celulares en andamios tridimensionales. Este proyecto, propone una metodología para evaluar opciones terapéuticas basadas en antioxidantes, con análisis de biomarcadores de proceso inflamatorio y muerte celular, así como la evaluación de constructos generados mediante ingeniería de tejidos para reparar diversos tejidos como opción terapéutica, los cuales puedan ser validados en modelos animales para su posible aplicación terapéutica. Es un proyecto inter y multidisciplinario en colaboración con 2 institutos nacionales de salud de la Ciudad de México.

b. Antecedentes

El grupo de investigación de Ingeniería de Tejidos y Medicina Regenerativa ha diseñado andamios para el crecimiento de diversas células animales y humanas, diseñó y fabricó biorreactores para el cultivo celular con estimulación mecánica y eléctrica, y cuenta con un sistema de monitoreo de daño tisular por espectroscopía de impedancia, [los cuales serán utilizados en modelos pre-clínicos de isquemia de diferentes órganos como el corazón, la piel, el hueso, el estómago, riñón, pulmón, entre otros, para evaluar opciones terapéuticas mediante ingeniería de tejidos y tratamiento con antioxidantes o fármacos de origen natural.](#) Inicialmente trabajamos sólo con corazón y estómago y ahora ampliamos el proyecto a otros órganos.

La validación pre-clínica (en modelos animales) tiene como objeto de estudio el mecanismo de acción de tratamientos, así como su eficacia. Su objetivo es mejorar la comprensión sobre los procesos fisiológicos asociados al tratamiento de alguna patología, para reducir y anticipar en lo posible el riesgo existente para humanos antes de comenzar los ensayos clínicos.

Se propone evaluar diversas opciones terapéuticas basadas en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa desarrolladas en la UAM, en varios modelos animales de daño tisular.

c. Objetivos:



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIVISION DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

General

Generar y evaluar en modelos pre-clínicos métodos de monitoreo y tratamiento de isquemia en **varios órganos** para su posible aplicación en medicina traslacional.

Específicos

- Diseñar y construir andamios novedosos funcionalizados con nanopartículas para su aplicación en ingeniería de tejidos.
- Diseñar e implementar nuevos sistemas de estimulación electromecánica para generación de tejido cardiaco.
- Generar constructos de tejido cardiaco en andamios novedosos funcionalizados con nanopartículas en el biorreactor electromecánico y caracterizarlos.
- Estandarizar un modelo de infarto agudo al miocardio en ratas con su caracterización.
- Implantar el tejido cardiaco generado en el biorreactor en animales con IAM y evaluar el desempeño del constructo.
- Estandarizar un modelo de isquemia/reperfusión gástrica en ratas, evaluar marcadores de proceso inflamatorio y muerte celular y relacionarlos con cambios en la impedancia.
- Evaluar el tratamiento con melatonina en los modelos de isquemia/reperfusión a diferentes tiempos y relacionarlo con las mediciones de impedancia.
- **Generar constructos de tejido óseo en andamios novedosos en biorreactores y caracterizarlos.**
- **Generar andamios novedosos funcionalizados para el tratamiento de heridas y lesiones cutáneas.**
- **Instrumentar biorreactores para el monitoreo y control del cultivo de diversos tipos celulares.**
- **Diferenciar varios tipos celulares para su aplicación en ingeniería de tejidos.**
- **Divulgar los conocimientos generados en el proyecto a través de diversas plataformas.**
- **Diseñar nuevos biorreactores para generación de hueso artificial.**
- **Estandarizar e implementar modelos animales de lesión de diferentes órganos para la aplicación de los trataminetos desarrollados.**
- **Funcionalizar nuevos biomateriales para su uso terapéutico en la regeneración y reparación de tejidos.**

d. Descripción, incluyendo hipótesis y metodología (máximo 2 cuartillas).

Hipótesis:

- Los andamios de alginato-quitosano funcionalizados con nanopartículas de oro permitirán una mayor proliferación y viabilidad de cardiomiocitos en comparación con los andamios sin funcionalizar.
- El biorreactor electromecánico propuesto permitirá generar constructos de tejido cardiaco con mayor cantidad de cardiomiocitos, contractilidad y mayor rigidez que los constructos generados en cultivos estáticos sin electroestimulación.
- El tratamiento con melatonina en modelos de isquemia puede revertir el daño y evitar la muerte celular.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIVISION DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

- Los andamios de alginato-quitosano funcionalizados con nanopartículas permitirán una mayor proliferación y viabilidad de osteoblastos en comparación con los andamios sin funcionalizar.
- Los sistemas de control de los nuevos biorreactores permitirán el desarrollo de constructos con mayor expresión de proteínas de interés, lo que favorecerá la terapia en modelos animales.
- El uso de biorreactores instrumentados para el crecimiento celular permitirá el aumento en expresión de proteínas de interés de acuerdo al tejido generado, en comparación con los cultivos estáticos.

La fase experimental se complementará con las siguientes fases:

Fases de Isquemia cardíaca: se continúan trabajando (Doctorado Nancy, por concluir en 2025 y Doctorado Emmanuel, concluye en 2026)

Fases de Isquemia gástrica: se continúan trabajando (Doctorado Ricardo, por concluir en 2027).

Lesión en piel o en hueso:

Se generarán modelos experimentales de daño en piel o hueso y se aplicarán los diversos tratamientos desarrollados en la UAM. Se realizará el seguimiento de los tratamientos y posteriormente se realizarán análisis histológicos, inmunohistoquímicos y moleculares para evaluar su efectividad.

Diferenciación celular:

Se trabajará con varios tipos de células multipotentes para diferenciarlas a cardiomiocitos, osteoblastos, entre otras; y se realizará su caracterización inmunohistoquímica y molecular con diversos marcadores. Posteriormente serán utilizadas para la generación de constructos para los diferentes modelos de estudio.

Funcionalización de biomateriales para su uso terapéutico en la regeneración y reparación de tejidos.

Instrumentación de biorreactores para el monitoreo y control del cultivo de diversos tipos celulares:

Se trabajará con varios sensores y en la interfase de monitoreo, adquisición de datos y control de los sistemas.

e. Formación de recursos humanos.

8 proyectos terminales a nivel licenciatura (ingeniería biológica, biología molecular, ingeniería en computación, tecnologías y sistemas de información, diseño, ciencias de la comunicación).



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIVISION DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

8 servicios sociales (ingeniería biológica, biología molecular, [ingeniería en computación, tecnologías y sistemas de información, diseño, ciencias de la comunicación](#)).

2 tesis de maestría

[2 tesis de doctorado.](#)

f. Impacto esperado del proyecto.

Con este proyecto se podrán generar opciones terapéuticas para el tratamiento de varias patologías que involucran el daño de los tejidos, a partir de nuevas tecnologías desarrolladas en la UAM. Se utilizarán diferentes técnicas de análisis para evaluar los resultados obtenidos. Se trabajará en conjunto con varios integrantes del departamento de Procesos y Tecnología y de Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas, y se colaborará con la División de Ciencias de la Comunicación y Diseño, además de la colaboración con colegas de la UAM-Iztapalapa, así como con doctoras e ingenieros de 2 centros nacionales de salud (HIMFG e INCICH).

Se espera validar en modelos animales tecnología desarrollada en México para diagnóstico y tratamiento de enfermedades isquémicas, [que involucran daño de diversos órganos como la piel, hueso, corazón, entre otros.](#)

[Se generarán 4 nuevas publicaciones y 8 presentaciones en eventos especializados, además de material de difusión del trabajo generado por el alumnado.](#)
[También se espera tener una nueva patente.](#)

7. Recursos necesarios para el proyecto:

a. Financiamiento e infraestructura física y humana actual en el proyecto.

[Los cultivos celulares utilizados en el proyecto se generaban en el HIMFG, pero actualmente ya se cuenta con la infraestructura del Laboratorio de Cultivo Celular e Ingeniería de Tejidos de la DCNI para la prueba de biorreactores y la generación de constructos de diversos tipos celulares. Ahí también se pueden generar los andamios y las nanopartículas para la funcionalización.](#)

Se cuenta con el apoyo y la infraestructura del Laboratorio de Biología del Desarrollo y Teratogénesis Experimental del HIMFG para la realización de pruebas en modelos animales.

En la UAM-I se continuará la colaboración con el CI3M para el uso del quirófano experimental para el trabajo de varios modelos animales, previa aprobación por parte del comité de ética del CI3M.

El análisis de muestras se realizará en los laboratorios de Neurobiología Tisular, de la UAM-I, con el apoyo del Dr. Mario García, el cual cuenta con micrótopo, procesador de tejidos, microscopio digital, refrigerador, balanzas, entre otros; y en la Unidad de Investigación en



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA DIVISION DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

Enfermedades Hematológicas bajo la dirección de la Dra. Sara Huerta, en donde se cuenta con un sistema automatizado para el procesamiento de tejidos y un sistema de escaneo digital Aperio con el cual se realizará el análisis de patología digital para los diferentes marcadores analizados.

Los nuevos prototipos de biorreactores se realizarán en colaboración con los Drs. Gabriel Vigueras del DPT y Luis Alarcón e Ismael Robles del DMAS, con apoyo de Rectoría General de la Convocatoria para Presentar Proyectos que Promuevan el Desarrollo Articulado y Equilibrado de las Funciones Sustantivas 2025.

Se someterá un nuevo proyecto en colaboración con el HIMFG y se participará en nuevas convocatorias internas y externas para continuar con las pruebas de validación en modelos animales.

Materiales y consumibles

Se cuenta con los consumibles para cultivo celular: cajas petri, micropipetas, filtros, medios de cultivo, anticuerpos para realización de inmunohistoquímica y análisis moleculares de algunos marcadores, biomateriales para la generación de andamios y nanopartículas. Prototipo de minibiorreactor de perfusión para tejido cardíaco.

Se buscará comprar nuevos sensores y material electrónico para la adquisición de datos y control de variables.

b. Fuentes de financiamiento externas.

El proyecto ha tenido apoyo de SECTEI por \$1,000,000 con el que se compraron los consumibles para la generación de andamios, el cultivo celular y los análisis histológicos e IHQ.

Pruebas pre-clínicas de parches cardíacos generados mediante ingeniería de tejidos con el uso de andamios de alginato/quitosano funcionalizados y biorreactores.

Hospital Infantil de México "Federico Gómez".

Financiamiento: Convocatoria Fondos Federales 2023. (2024 al 2025)
\$300,000

Generación y caracterización de tejido cardíaco como posible tratamiento a la cardiopatía isquémica mediante el uso de biorreactores electromecánicos y andamios novedosos.

Hospital Infantil de México "Federico Gómez".

Financiamiento: Convocatoria Fondos Federales 2021. (2021 al 2024)
\$300,000



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA DIVISION DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

Caracterización fisicoquímica y pruebas pre-clínicas de parches de alginato/quitosano de interés terapéutico para regeneración de tejidos, curación de heridas y lesiones cutáneas.

Responsable técnica: Dra. Nohra Elsy Beltrán Vargas.

Participantes: Dr. José Campos Terán, Dr. Mario García-Lorenzana, Dr. Juan Carlos Ruiz Bucio. Instituciones participantes: DPT (UAM-Cuajimalpa), Centro Nacional de Investigación en Instrumentación e Imagenología Médica (CI3M); Laboratorio de Neurobiología Tisular, de la UAM – Iztapalapa

Financiamiento: Convocatoria para postular proyectos de base tecnológica en proceso de maduración. (Rectoría General, UAM). 2024-2025.

\$450,000

Apoyo de Rectoría General de la Convocatoria para Presentar Proyectos que Promuevan el Desarrollo Articulado y Equilibrado de las Funciones Sustantivas 2025. \$838,383.

8. Calendario de actividades en períodos trimestrales.

Número	Descripción	Entregable	AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3			AÑO 4		
			Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III	Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III	Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III	Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III
1	Diseño y fabricación de andamios	Reporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Realización de cultivos celulares	Reporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Caracterización histológica	Reporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Caracterización inmunohistoquímica	Reporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Análisis moleculares	Reporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Diseño de nuevos biorreactores	Prototipos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Instrumentación de biorreactores	Prototipos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Sistemas de control y monitoreo	Prototipos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Experimentos en modelos animales	Reporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Análisis de tejidos	Reporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Análisis estadísticos	Reporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Elaboración de publicaciones	publicación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Participantes:

Actividades	Profesores responsables
Diseño y fabricación de andamios	José Campos, Nohra Beltrán, Izlia Arroyo, Juan Ruiz
Realización de cultivos celulares	Nohra Beltrán, Fiordaliso Román
Caracterización histológica	Mario García, Marcela Salazar, Sara Huerta
Caracterización inmunohistoquímica	Mario García, Sara Huerta, Fiordaliso Román
Análisis moleculares	Nohra Beltrán, Juan Carlos Sigala, Fiordaliso Román
Diseño de nuevos biorreactores	Gabriel Vigueras, Luis Alarcón, Nohra Beltrán
Instrumentación de biorreactores	Gabriel Vigueras, Luis Alarcón, Nohra Beltrán
Sistemas de control y monitoreo	Luis Alarcón, Ismael Robles, Nohra Beltrán
Experimentos en modelos animales	Nohra Beltrán, Mario García, Marcela Salazar
Análisis de tejidos	Mario García, Marcela Salazar, Sara Huerta
Análisis estadísticos	Nohra Beltrán
Elaboración de publicaciones	Todos los participantes
Elaboración de material de difusión	Todos los participantes



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIVISION DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

Información para seguimiento del proyecto

AÑO	I	II	III	IV
Servicios Sociales	2	2	2	2
Proyectos terminales dirigidos	2	2	2	2
Estudiantes de Maestría		1		1
Estudiantes de Doctorado		1	1	
Publicaciones	1	1	1	1
Presentaciones en congresos	2	2	2	2
Capítulos de libro		1		1
Conferencias	2	2	2	2

Impacto:

- Formación de recursos humanos a nivel licenciatura y posgrado
- Generación de opciones terapéuticas que atiendan las principales causas de mortalidad de México.
- Generación de tecnología nacional con valor agregado.
- Posible transferencia de tecnología en el sector de la salud.
- Generación de tratamientos de bajo costo para la población mexicana.
- Generación de nuevas patentes.
- Consolidación de líneas de investigación de vanguardia en ingeniería de tejidos con el diseño de nuevos biomateriales y biorreactores para diversas aplicaciones médicas.
- Ayudar al posicionamiento de la UAM y de la Unidad Cuajimalpa como polo de investigación multidisciplinaria en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa a nivel nacional e internacional.