PORTAFOLIO PROFESIONAL DE TRABAJO

Equipo liderado por Arq. Alondra Hau

CONVOCATORIA

Pabellón de México de la 20.ª Exposición Internacional de Arquitectura
La Biennale di Venezia 2027

ÍNDICE

Proyectos

Casa Estudio Diego Rivera y Frida Kahlo 04
CIUDAD DE MÉXICO · 2025

Conservatorio Nacional de Música 06
CIUDAD DE MÉXICO · 2025

El Chapulín · Museo Nacional de Historia 08
CASTILLO DE CHAPULTEPEC, CIUDAD DE MÉXICO · 2026

Archivo Memorias · Museo de Arte Carrillo Gil 10
CIUDAD DE MÉXICO · 2024

Escuela de Artesanías del INBAL 11
CIUDAD DE MÉXICO · 2025

Hotel AVA Cancún · Grupo Chapur 13
CANCÚN, QUINTANA ROO · 2025

Nanopartículas de zeína para administración de vacunas 15
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA, UADY · CICSAB, UASLP · 2025

Otros proyectos del equipo 17
OBRA, URBANISMO, PAISAJE Y CONCURSOS

Cúpula del Palacio de Bellas Artes 05
CIUDAD DE MÉXICO · 2025

Capilla de la Letanía 07
EL LLANITO, GUANAJUATO · 2023

Escultura pétrea de gran formato de Geles Cabrera 09
PALACIO DE BELLAS ARTES, CIUDAD DE MÉXICO · 2025

Paioclimbing · Parque Imán Cantera 10
COYOACÁN, CIUDAD DE MÉXICO · 2026

Ka'an Ha' · Float House in Holbox 12
HOLBOX, QUINTANA ROO · 2025

Cruces seguros y semaforización · IMOVEQROO 14
CANCÚN, QUINTANA ROO

Proteínas en sangre como marcadores de enfermedad 16
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA · CIR-B «DR. HIDEYO NOGUCHI», UADY · 2023

INTRODUCCIÓN

Memoria y conservación territorial

Nos reúne una convicción: entender la arquitectura no como el acto de ocupar un vacío, sino como la responsabilidad de reconocer aquello que ya está presente y decidir, con rigor, qué debe transformarse, qué puede repararse y qué no debería desaparecer. Los proyectos que siguen fueron elegidos porque todos se ejecutaron sobre algo que ya existía y que alguien seguía usando.

Nuestra línea central de investigación es la memoria y la conservación territorial. Entendemos la memoria como una presencia física: está en el desgaste de una superficie, en una técnica que sobrevive porque todavía se transmite, en un material reparado varias veces y en los lugares donde una comunidad se reconoce. Conservar no consiste en inmovilizar el pasado, sino en identificar las relaciones que todavía sostienen un territorio y convertirlas en materia activa para el proyecto.

La pertinencia de la trayectoria reside en cómo distintas experiencias convergen en una sola capacidad de proyecto. La práctica arquitectónica y constructiva aporta dirección, desarrollo espacial, resolución técnica y conocimiento de los procesos que llevan una idea del dibujo a su materialización. La conservación-restauración incorpora una lectura precisa de la materia, el deterioro y las reparaciones. La investigación científica estudia el comportamiento de recursos, materiales y condiciones ambientales sin relegar la viabilidad a una comprobación posterior. La gestión intercultural aporta herramientas para escuchar, registrar y construir acuerdos. Estas disciplinas no operan como asesorías aisladas.

01

Casa Estudio Diego Rivera y Frida Kahlo

CIUDAD DE MÉXICO
INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN EN INMUEBLE PATRIMONIAL
2025

Instalación de un sistema de aire acondicionado portátil planteado bajo criterios de mínima alteración, reversibilidad y respeto por el valor arquitectónico del inmueble. La solución permitió mejorar las condiciones de confort térmico sin realizar modificaciones permanentes en muros, cancelerías, acabados ni elementos originales.

Se definieron la ubicación del equipo, el recorrido de descarga de aire y la alimentación eléctrica, reduciendo su impacto visual y manteniendo la lectura espacial de la Casa Estudio. La ejecución requirió coordinación precisa para garantizar el funcionamiento eficiente del sistema, la protección de los componentes existentes y la integración discreta de la instalación dentro de un espacio de relevancia histórica y cultural.

MÍNIMA ALTERACIÓN
REVERSIBILIDAD
CERO MODIFICACIÓN PERMANENTE
RECORRIDO DE DESCARGA DE AIRE
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
PROTECCIÓN DE ORIGINALES

















02

Cúpula del Palacio de Bellas Artes

CIUDAD DE MÉXICO
INTERVENCIÓN Y MANTENIMIENTO DE ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA
2025

Intervención y mantenimiento del sistema de iluminación arquitectónica de la cúpula: revisión de las condiciones existentes, identificación de los elementos que requerían adecuación y seguimiento de los trabajos de instalación y mantenimiento.

La intervención integró la iluminación de manera discreta y respetuosa con la arquitectura del inmueble, con el objetivo de realzar la geometría, los detalles ornamentales y la presencia visual de la cúpula sin alterar sus características originales. Se priorizó la correcta ejecución técnica, la seguridad de la instalación y la conservación de uno de los elementos más representativos del edificio.

ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA
REVISIÓN DE CONDICIONES EXISTENTES
ADECUACIÓN DE ELEMENTOS
TRABAJO EN ALTURA
REALCE DE GEOMETRÍA Y ORNAMENTO
SEGURIDAD DE INSTALACIÓN

03

Conservatorio Nacional de Música

CIUDAD DE MÉXICO
MANTENIMIENTO E INTERVENCIÓN ACÚSTICA DE INFRAESTRUCTURA
2025

Mantenimiento y adecuación de la infraestructura, con intervención en salones acústicos, auditorio principal, auditorios educativos, salones de instrumentos de percusión, espacios infantiles y áreas de electroacústica.

El trabajo incluyó la identificación de deficiencias en el aislamiento y la insonorización, la selección y especificación de materiales fonoabsorbentes y difusores, y el desarrollo de detalles constructivos para controlar vibraciones y puentes acústicos. Comprendió la revisión de cancelerías y visores de alto rendimiento sonoro y la coordinación de instalaciones especiales e iluminación silenciosa, para garantizar la fidelidad acústica y el desempeño de estudiantes y docentes.

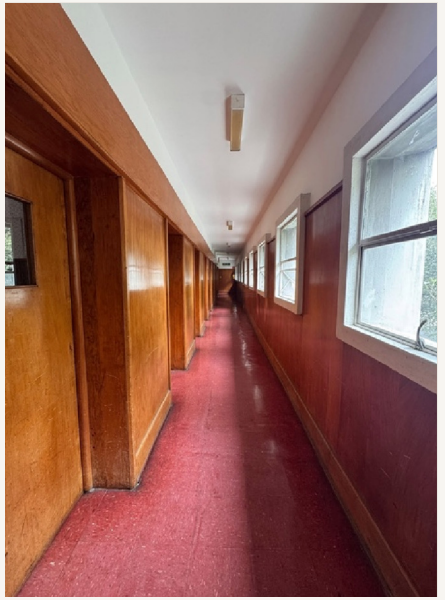
AISLAMIENTO E INSONORIZACIÓN
MATERIALES FONOABSORBENTES
DIFUSORES
CONTROL DE VIBRACIONES
PUENTES ACÚSTICOS
CANCELERÍA Y VISORES DE ALTO RENDIMIENTO
ILUMINACIÓN SILENCIOSA
ELECTROACÚSTICA

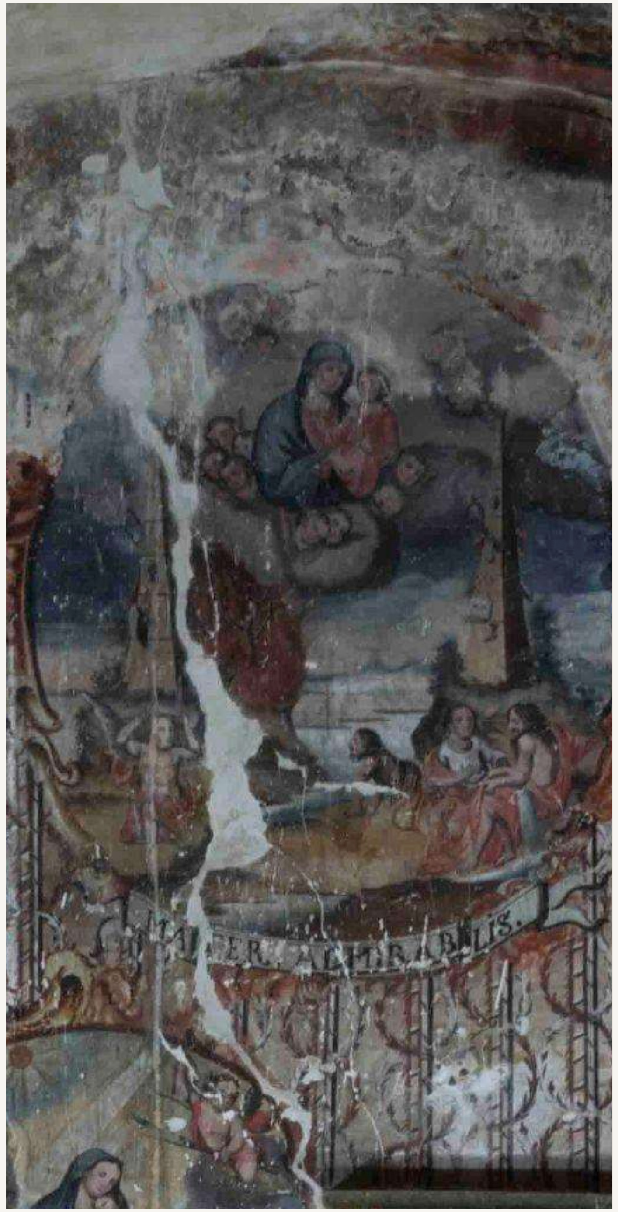






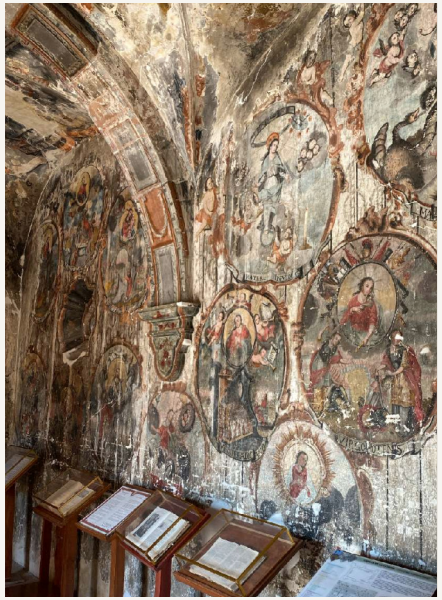














04

Capilla de la Letanía

EL LLANITO, GUANAJUATO
CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN DE PINTURA MURAL
2023

Conservación-restauración de los murales de una capilla rural. El proyecto permitió comprender cómo la recuperación material de un espacio religioso fortalece la identidad comunitaria y devuelve visibilidad a un patrimonio que continúa siendo utilizado cotidianamente por sus habitantes.

La intervención se desarrolló sobre los muros norte, este y oeste del inmueble, en un contexto de uso continuo por parte de la comunidad, condición que determinó los tiempos, los accesos y la secuencia de los trabajos.

PINTURA MURAL | MUROS NORTE, ESTE Y OESTE | RECUPERACIÓN MATERIAL | REINTEGRACIÓN CROMÁTICA | INMUEBLE EN USO CONTINUO | IDENTIDAD COMUNITARIA

05

El Chapulín

Museo Nacional de Historia

CASTILLO DE CHAPULTEPEC, CIUDAD DE MÉXICO
PROYECTO DE TESIS · EVALUACIÓN DE RECUBRIMIENTOS PROTECTORES
2026

Proyecto de tesis para evaluar el desempeño de los recubrimientos protectores de la escultura mediante espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS), análisis visual macroscópico y fotogrametría, con monitoreo, mediciones y registro fotográfico en sitio.

El trabajo constituye el componente científico de la práctica de conservación del equipo y demuestra el potencial del diálogo entre investigación, monitoreo y toma de decisiones para la conservación del patrimonio: la medición no se realiza sobre una pieza aislada en laboratorio, sino sobre una escultura a la intemperie que permanece expuesta al público.

ESPECTROSCOPÍA DE IMPEDANCIA ELECTROQUÍMICA (EIS)
ANÁLISIS VISUAL MACROSCÓPICO
FOTOGRAMETRÍA
RECUBRIMIENTOS PROTECTORES
MONITOREO Y MEDICIONES EN SITIO
REGISTRO FOTOGRÁFICO
INTERVENCIÓN DE OBRA

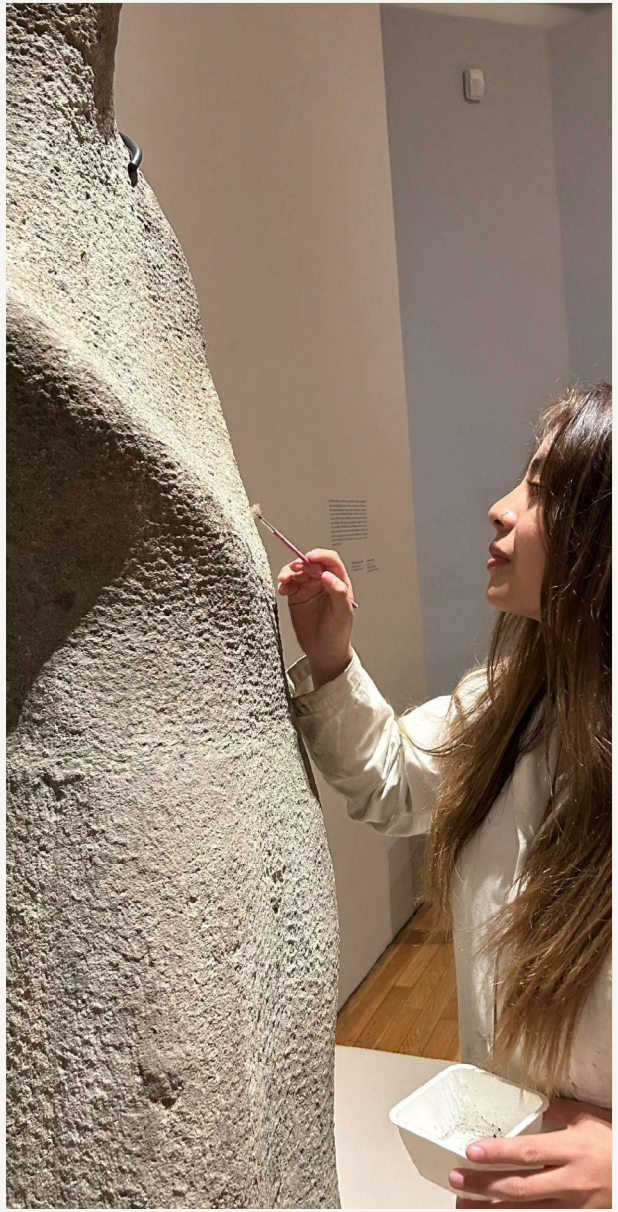




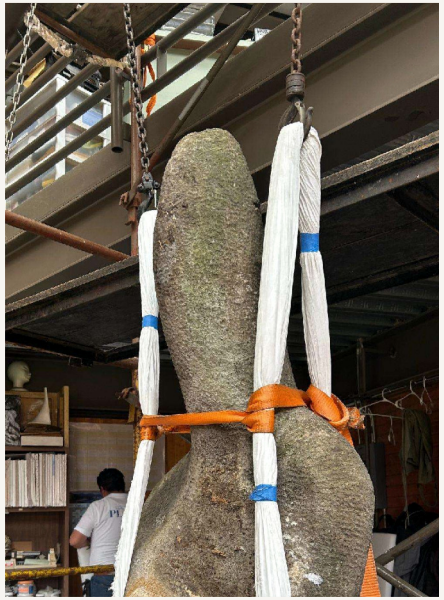




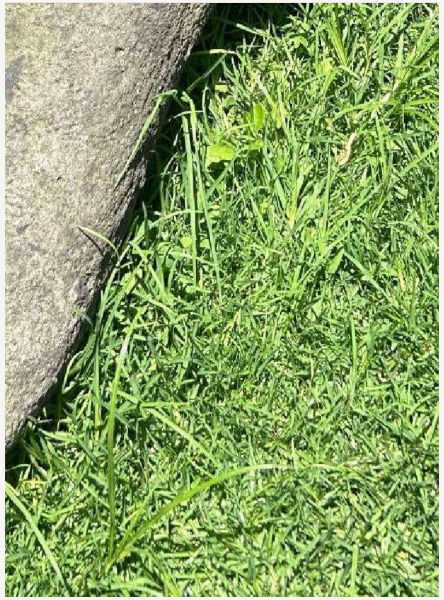












06

Escultura pétrea de gran formato de Geles Cabrera

PALACIO DE BELLAS ARTES, CIUDAD DE MÉXICO
CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN E INTEGRACIÓN EXPOSITIVA
2025

Conservación-restauración de una escultura que permanecía deteriorada en un jardín exterior y que posteriormente fue integrada como pieza principal de la exposición *Partituras Corporales* en el Palacio de Bellas Artes.

El proceso abarcó el registro del estado inicial, el traslado y manipulación de una pieza pétrea de gran formato, la intervención en taller y su montaje final en sala. El proyecto evidencia cómo el cambio de contexto modifica la percepción, el valor y la lectura social de una misma obra.

ESCULTURA PÉTREA
REGISTRO DEL ESTADO INICIAL
TRASLADO Y MANIPULACIÓN
INTERVENCIÓN EN TALLER
MONTAJE EN SALA
CAMBIO DE CONTEXTO

07

Archivo Memorias

Museo de Arte Carrillo Gil

CIUDAD DE MÉXICO
INVENTARIO DE ARCHIVO Y SISTEMA DE CONSULTA
2024

Como parte del archivo *Memorias* se realizó el inventario del acervo del Museo de Arte Carrillo Gil. Se diseñó una base de datos con buscadores, filtros por exposición y tipo de documento, además de porcentajes de avance.

Esta herramienta, sumada a la coordinación con las distintas áreas del museo, permitió pasar del 7% al 55% del archivo de memorias en cuatro meses, registrando 397 documentos y emitiendo recomendaciones para el archivo digital y físico. Ese mismo año el trabajo fue invitado a concursar por la Medalla Gustavo Baz Prada.

BASE DE DATOS CON BUSCADORES
FILTROS POR EXPOSICIÓN Y TIPO DE DOCUMENTO
PORCENTAJES DE AVANCE
397 DOCUMENTOS REGISTRADOS
DEL 7% AL 55% EN 4 MESES
RECOMENDACIONES DE ARCHIVO DIGITAL Y FÍSICO

08

Paioclimbing

Parque Imán Cantera

COYOACÁN, CIUDAD DE MÉXICO
REHABILITACIÓN DE MURO DE ESCALADA E INFRAESTRUCTURA PÚBLICA
2026

Proyecto para la rehabilitación del muro de escalada del Parque Imán Cantera –21 metros de altura y 22 mil perforaciones– que nunca había sido utilizado desde su apertura en 2020.

Se gestionaron los permisos con la administración del parque y la Secretaría de Obras, se redactó el manual de escalada, se coordinó la compra de equipo y se diseñó la estrategia de difusión para el curso comunitario gratuito de cinco meses. El proyecto fue seleccionado por el programa Juventudes Autogestivas para la Transformación 2026 del INJUVE.

MURO DE 21 M
22 MIL PERFORACIONES
SIN USO DESDE 2020
GESTIÓN DE PERMISOS ANTE SECRETARÍA DE OBRAS
MANUAL DE ESCALADA
CURSO COMUNITARIO GRATUITO DE 5 MESES
INJUVE 2026

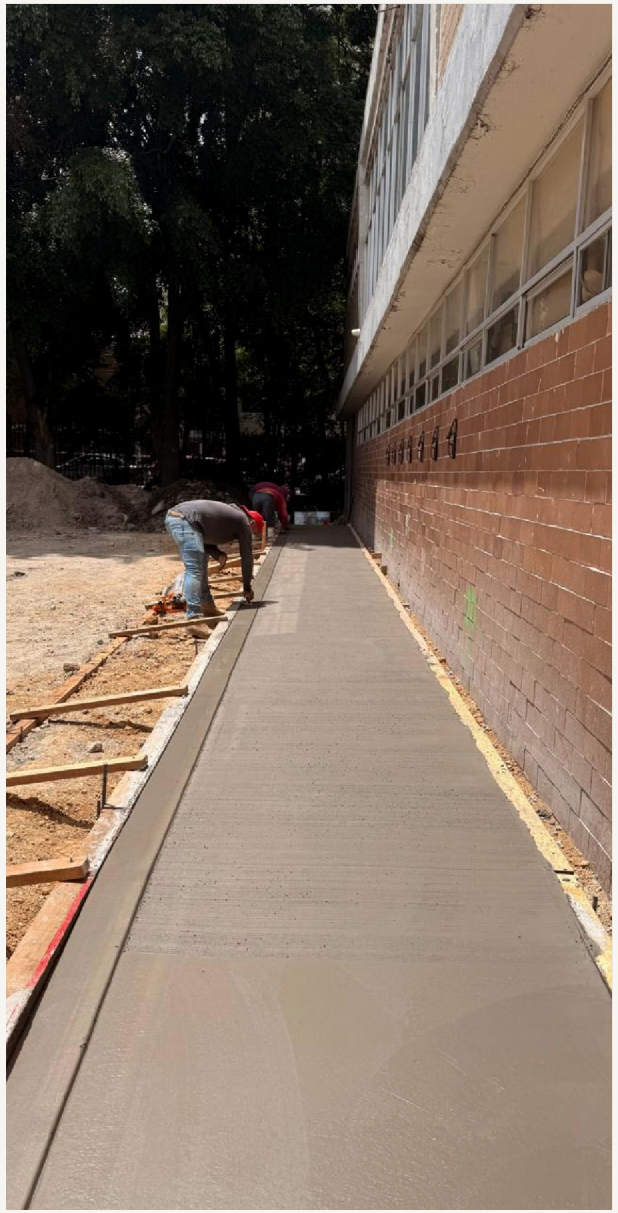


Estado por exposición

Exposic	Línea	T
La otra Lola	Bordes	0
Ahí viene el l	Colección	0
Ahí viene el l	Colección	0
Mirar con nu	Actual	2
El vacío es d	Presenta	9
Un lugar en u	Bordes	10
Colección M	Presenta	10
Tiempo Com	Actual	11
Habitar el Cc	Actual	12
Moverse par	Actual	12
Todo está pe	Bordes	12
Tiempo Com	Actual	14
Abusos de la	Bordes	17
[Transición f	Presenta	17
Alegorías de	Colección	18
El negro sol	Colección	18
Primera gran	Presenta	18
Pos'se acab	Presenta	19
Tiempo com	Actual	20
Adpocalypse	Presenta	20
Alegorías de	Colección	21
Siempre Fué h	Bordes	22
Parasitage. F	Actual	23
Alegorías de	Colección	23
bel		##

Estado por Área

Áreas	# de do	Document	# de do
Exposición	84	Datos gener	12
		Presentació	14
		Texto de pre	11
		Fichas técni	12
		Guión curato	15
		Artistas en l	11
		Lista de obra	8
Museogra	19	Proyecto mu	2
		Vistas de sal	3
		Alzado de te	15
Difusión	126	Kit de prensa	16
		Rueda de pre	21
		Notas de pre	10
		Difusión en p	20
		Pauta de put	18
		Difusión en a	21
		Difusión en r	20
Materiales	21	Hoja de sala	5
		Catálogo	16
Educación y	37	Inauguración	20
		Programa de	17
		Imágenes de	0
Asistencia	41	Asistencia a	4
		Asistencia a	17
		Asistencia a	20
		TOTAL FAL	328
		TOTAL DOC	725
		DOCS SUBII	397
			0%
		AVANCE	55%
			100%











09

Escuela de Artesanías del INBAL

CIUDAD DE MÉXICO

INTERVENCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRA EN CENTRO DE CULTURA Y ARTES

2025

Intervención en la Escuela de Artesanías: diseño de andadores exteriores y soluciones para el manejo de los residuos finos que generan los talleres de vidrio y cerámica, elaboración de planos arquitectónicos, de instalaciones y de paleta de vegetación, renders, detalles, estimaciones y documentación de obra.

Comprendió la supervisión de la remodelación, ya concluida. El trabajo se planteó como un ejercicio de precisión técnica y cuidado del inmueble, atento a los procesos operativos de conservación y restauración que forman parte de los centros de cultura y artes de gobierno, con la escuela en operación durante toda la obra.

ANDADORES EXTERIORES

MANEJO DE RESIDUOS FINOS DE VIDRIO Y CERÁMICA

PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y DE INSTALACIONES

PALETA DE VEGETACIÓN

RENDERS Y DETALLES

ESTIMACIONES

DOCUMENTACIÓN DE OBRA

SUPERVISIÓN DE REMODELACIÓN

10

Ka'an Ha'

Float House in Holbox

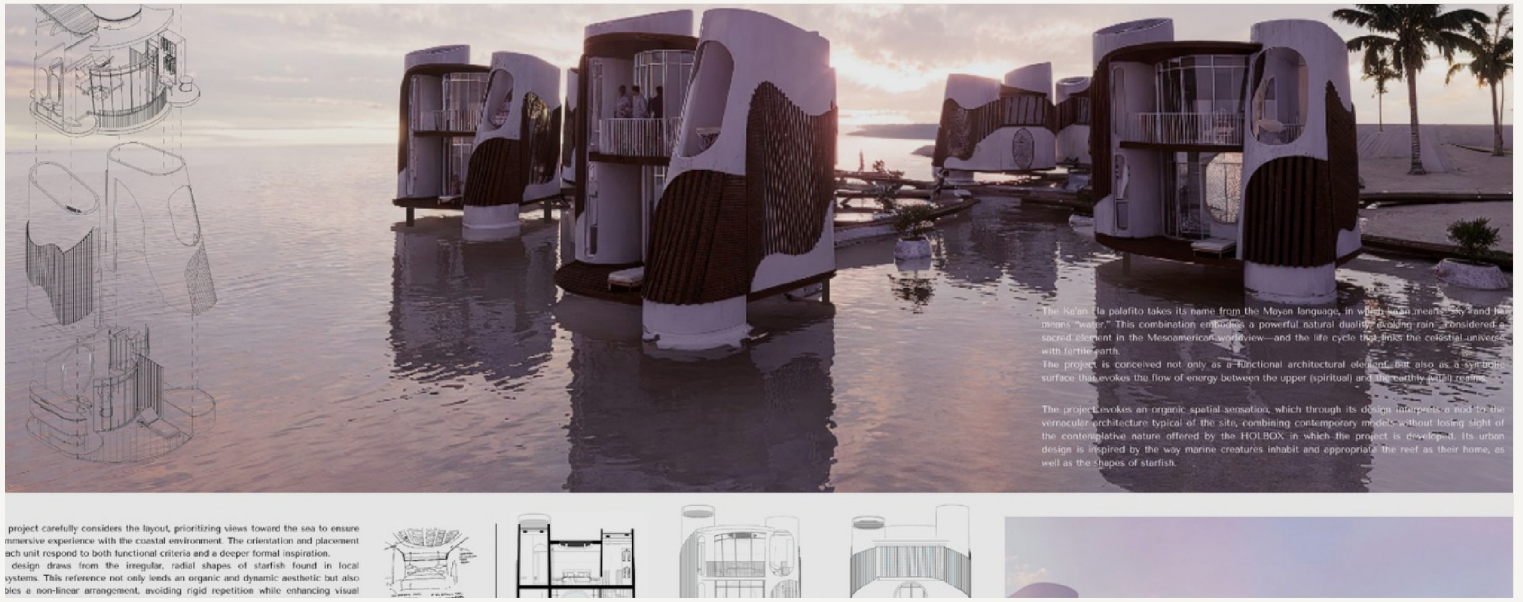
HOLBOX, QUINTANA ROO

CONCURSO INTERNACIONAL · WORLD ARCHITECTURE COMPETITIONS 2025

Alojamiento de bajo impacto concebido para integrarse al paisaje costero mediante unidades elevadas, ventilación natural y la reinterpretación de sistemas constructivos regionales.

Viviendas de dos niveles conectadas por pasarelas, con terrazas, balcones y espacios de contemplación, resueltas con bahareque, bambú, chukum y materiales de origen local. El desarrollo comprendió plantas, cortes, fachadas, despiece constructivo y visualización.

BAHAREQUE · BAMBÚ · CHUKUM · MATERIALES DE ORIGEN LOCAL · UNIDADES ELEVADAS · VENTILACIÓN NATURAL · PASARELAS DE CONEXIÓN · BAJO IMPACTO











11

Hotel AVA Cancún

Grupo Chapur

CANCÚN, QUINTANA ROO
DESARROLLO ARQUITECTÓNICO Y REPRESENTACIÓN DE COMPLEJO HOTELERO
2025

Participación en el desarrollo arquitectónico y la representación del complejo hotelero: modelado, visualización y documentación conceptual del cerramiento del nivel 8 y de las cabeceras del edificio, atendiendo la geometría curva, la continuidad de fachada y su relación con el paisaje costero.

El trabajo incluyó el diseño de cocinas temáticas inspiradas en distintas regiones de la República Mexicana, una cava de vinos y espacios de teppanyaki, lo que exigió traducir referencias gastronómicas y culturales a un lenguaje contemporáneo de hotelería, manteniendo el equilibrio entre identidad, operación, materialidad y experiencia del usuario.

GEOMETRÍA CURVA DE FACHADA | CONTINUIDAD DE CERRAMIENTO | CERRAMIENTOS DEL NIVEL 8: MUROS, CANCELES Y PUERTAS | CABECERAS DEL EDIFICIO | ALZADOS Y VISTAS AXONOMÉTRICAS | DISEÑO INTERIOR DE RESTAURANTE Y BAR | COCINAS TEMÁTICAS | CAVA DE VINOS

12

Cruces seguros y semaforización

IMOVEQROO

CANCÚN, QUINTANA ROO

PROYECTO URBANO · ACCESIBILIDAD Y SEGURIDAD PEATONAL

Intervenciones de movilidad urbana enfocadas en mejorar la accesibilidad y la seguridad peatonal en intersecciones de Cancún. El material documenta adecuaciones de banquetas, pasos peatonales, señalamiento horizontal, elementos podotáctiles, bolardos y trabajos vinculados con la operación semafórica.

El alcance comprendió el levantamiento y registro de las condiciones urbanas existentes, el seguimiento de las adecuaciones peatonales y los colados, el señalamiento horizontal y la delimitación de cruces, además de la documentación fotográfica y el análisis de movilidad sobre el que se sustentaron las intervenciones.

ADECUACIÓN DE BANQUETAS · PASOS PEATONALES · SEÑALAMIENTO HORIZONTAL · ELEMENTOS PODOTÁCTILES · BOLARDOS · OPERACIÓN SEMAFÓRICA · LEVANTAMIENTO DE CONDICIONES URBANAS · ANÁLISIS DE MOVILIDAD











EVALUACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ZEÍNA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE VACUNAS VÍA ORAL

Koyoc Hau, A. Y.[1]; Márquez Escobar, V. A.[2]; Rosales Mendoza, S.[2]
[1]Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma De Yucatán, Periférico Norte Km 33.5 Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn., C.P. 97203, Mérida, Yuc., México, a20215697@alumnos.uady.mx; [2]Centro de investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Sierra Leona 550, Lomas de San Luis, C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P., México, rosales.s@uaslp.mx; vero_marquez_333@hotmail.com

RESUMEN

La vacunación oral es una estrategia de inmunización atractiva, por la sencillez de su administración, así como bajo costo de producción. Sin embargo, este tipo de desarrollos enfrenta desafíos como la posible degradación antigénica y baja absorción. La nanotecnología ofrece una solución: las nanopartículas como vehículos versátiles que potencian la respuesta inmune. En este estudio se evaluaron nanopartículas de zeína (ZNPs) como un sistema de entrega de antígenos vía oral. Las ZNPs se sintetizaron mediante nanoprecipitación y se conjugaron con ovoalbúmina (antígeno), evaluando su inmunogenicidad por vía oral en ratones BALB/c. La producción de anticuerpos específicos se determinó mediante ELISA. Los resultados mostraron que, en el tercer sangrado, la respuesta de anticuerpos inducida por la formulación ZNPs + OVA fue similar a la del adyuvante comercial, sugiriendo que las ZNPs funcionan como un adyuvante eficaz. En conclusión, las ZNPs son acarreadores prometedores para la administración de antígenos por la vía oral.

ABSTRACT

Oral vaccination is an attractive immunization strategy due to its simplicity of administration and low production cost. However, this area faces challenges, such as potential antigen degradation and poor absorption. Nanotechnology offers a solution for these limitations: nanoparticles can act as antigen delivery vehicles that allow for the induction of robust immune responses. In this study, zein nanoparticles (ZNPs) were evaluated as an oral antigen delivery system. ZNPs were synthesized by nanoprecipitation and conjugated with ovalbumin (antigen) to evaluate the immunogenicity of these complexes upon oral administration in BALB/c mice. The induction of OVA-specific antibodies was assessed by ELISA. The results showed that, at the third bleed, the response produced by the ZNPs + OVA formulation was similar to that induced when alum was used as reference adjuvant, suggesting that ZNPs act as an effective adjuvant. In conclusion, ZNPs are promising carriers for the oral delivery of antigens.

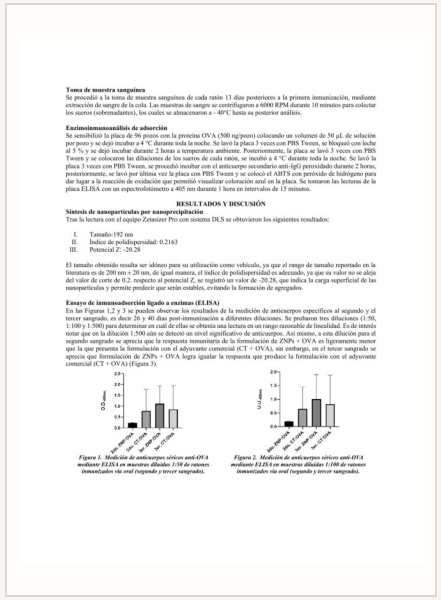
Palabras clave: Nanopartículas, Zeína, Vacunas.

INTRODUCCIÓN

Las vacunas constituyen uno de los avances más importantes en la medicina moderna y la salud pública, al haber salvado millones de vidas y prevenido enfermedades infecciosas a nivel global. Las vacunas estimulan el sistema inmunitario ayudándolo a reconocer y combatir infecciones sin causar la enfermedad y su efectividad se puede optimizar al considerar la vía de administración más adecuada. Aunque las rutas parentales (p. ej. intramuscular y subcutánea) son ampliamente aplicadas para vacunas, la administración a través de mucosas (p. ej. oral o intranasal) tiene ventajas sustanciales en términos del tipo de respuesta inmune que se induce y en los costos de la producción de la vacuna. En este contexto, la nanotecnología ha abierto un nuevo horizonte en el campo de la biomedicina ofreciendo soluciones innovadoras, para la administración de fármacos y vacunas. Las nanopartículas se han consolidado como vehículos de administración altamente versátiles para vacunas. Debido a su tamaño en el orden de los nanómetros, poseen la capacidad de interactuar con sistemas biológicos a nivel molecular, facilitando de esta forma el transporte de compuestos bioactivos, controlando su liberación, mejorando su estabilidad y dirigiendo los antígenos de manera más eficiente a los sitios de acción específicos. Además, utilizar nanopartículas como vehículos acarreadores de antígenos puede ayudar a potenciar la respuesta inmune deseada. El presente estudio aborda la evaluación de nanopartículas de zeína (ZNPs) como vehículos para la administración oral de vacunas. La zeína, una proteína de almacenamiento del maíz, posee características que la hacen ideal para aplicaciones biomédicas por su inocuidad y biocompatibilidad, además, está aprobada por la FDA para su uso en distintas aplicaciones. Utilizar ZNPs como vehículo de entrega de antígenos ofrece una gran ventaja económica, ya que el recurso es abundante, de bajo costo y por lo tanto fácilmente accesible.

MARCO TEÓRICO

Las vacunas son productos biológicos diseñados para prevenir enfermedades infecciosas mediante el estímulo-respuesta inmunitaria. Las vacunas se formulan a partir de virus o bacterias completos (atenuados o inactivados),



Toma de muestra sanguínea
Se procedió a la toma de muestra sanguínea de cada ratón 13 días posteriores a la primera inmunización, mediante extracción de sangre de la cola. Las muestras de sangre se centrifugaron a 6000 RPM durante 10 minutos para colectar los sueros (sobrenadantes), los cuales se almacenaron a – 40°C hasta su posterior análisis.

Enzimoinmunoanálisis de adsorción
Se sensibilizó la placa de 96 pozos con la proteína OVA (500 ng/pozo) colocando un volumen de 50 µL de solución por pozo y se dejó incubar a 4 °C durante toda la noche. Se lavó la placa 3 veces con PBS Tween, se bloqueó con leche al 5 % y se dejó incubar durante 2 horas a temperatura ambiente. Posteriormente, la placa se lavó 3 veces con PBS Tween y se colocaron las diluciones de los sueros de cada ratón, se incubó a 4 °C durante toda la noche. Se lavó la placa 3 veces con PBS Tween, se procedió incubar con el anticuerpo secundario anti-IgG peroxidado durante 2 horas, posteriormente, se lavó por última vez la placa con PBS Tween y se colocó el ABTS con peróxido de hidrógeno para dar lugar a la reacción de oxidación que permitió visualizar coloración azul en la placa. Se tomaron las lecturas de la placa ELISA con un espectrofotómetro a 405 nm durante 1 hora en intervalos de 15 minutos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Síntesis de nanopartículas por nanoprecipitación
Tras la lectura con el equipo Zetasizer Pro con sistema DLS se obtuvieron los siguientes resultados:

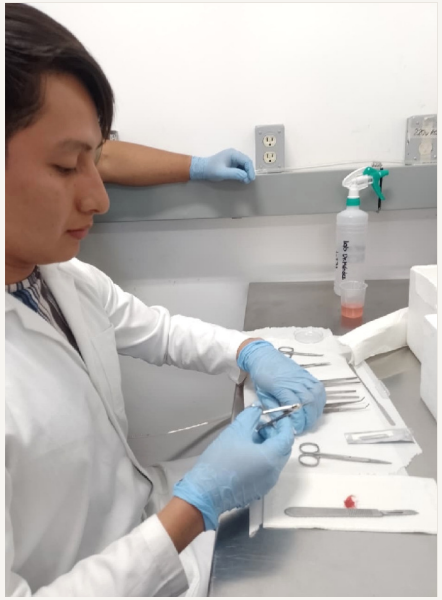
I. Tamaño:192 nm
II. Índice de polidispersidad: 0.2163
III. Potencial Z: -20.28

El tamaño obtenido resulta ser idóneo para su utilización como vehículo, ya que el rango de tamaño reportado en la literatura es de 200 nm ± 20 nm, de igual manera, el índice de polidispersidad es adecuado, ya que su valor no se aleja del valor de corte de 0.2, respecto al potencial Z, se registró un valor de -20.28, que indica la carga superficial de las nanopartículas y permite predecir que serán estables, evitando la formación de agregados.

Ensayo de inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA)
En las Figuras 1,2 y 3 se pueden observar los resultados de la medición de anticuerpos específicos al segundo y el tercer sangrado, es decir 26 y 40 días post-inmunización a diferentes diluciones. Se probaron tres diluciones (1:50, 1:100 y 1:500) para determinar en cuál de ellas se obtenía una lectura en un rango razonable de linealidad. Es de interés notar que en la dilución 1:500 aún se detectó un nivel significativo de anticuerpos. Así mismo, a esta dilución para el segundo sangrado se aprecia que la respuesta inmunitaria de la formulación de ZNPs + OVA es ligeramente menor que la que presenta la formulación con el adyuvante comercial (CT + OVA), sin embargo, en el tercer sangrado se aprecia que formulación de ZNPs + OVA logra igualar la respuesta que produce la formulación con el adyuvante comercial (CT + OVA) (Figura 3).

Figura 1. Medición de anticuerpos séricos anti-OVA mediante ELISA en muestras diluidas 1:50 de ratones inmunizados vía oral (segundo y tercer sangrado).

Figura 2. Medición de anticuerpos séricos anti-OVA mediante ELISA en muestras diluidas 1:100 de ratones inmunizados vía oral (segundo y tercer sangrado).







13

Nanopartículas de zeína para administración de vacunas

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA, UADY · CICSAB, UASLP
INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL · SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y ENSAYO
2025

Evaluación de nanopartículas de zeína —proteína de almacenamiento del maíz, no tóxica, biocompatible y aprobada por la FDA— como sistema de entrega de antígenos por vía oral. Las nanopartículas se sintetizaron mediante nanoprecipitación y se conjugaron con ovoalbúmina.

La caracterización por dispersión dinámica de luz arrojó un tamaño de 192 nm, índice de polidispersidad de 0.2163 y potencial Z de −20.28, valores idóneos para su uso como vehículo. La producción de anticuerpos específicos se determinó mediante ELISA: en el tercer sangrado, la formulación igualó la respuesta obtenida con el adyuvante comercial de referencia.

ZEÍNA (PROTEÍNA DEL MAÍZ) · NANOPRECIPITACIÓN · CONJUGACIÓN CON OVOALBÚMINA · DISPERSIÓN DINÁMICA DE LUZ (DLS) · 192 NM · POLIDISPERSIDAD 0.2163 · POTENCIAL Z −20.28 · ENSAYO ELISA

Proteínas en sangre como marcadores de enfermedad

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA · CIR-B «DR. HIDEYO NOGUCHI», UADY

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN PUBLICADO · BIOMARCADORES EN PLASMA Y SUERO

2023

Coautoría del artículo de investigación sobre las proteínas de suero y plasma propuestas como candidatas a biomarcadores de la enfermedad de Chagas, publicado en la *Revista del Centro de Graduados e Investigación* del Instituto Tecnológico de Mérida.

El trabajo sistematiza, para cada biomarcador propuesto, el tipo de muestra, el tratamiento, la etapa de infección y el nivel detectado, con la referencia bibliográfica correspondiente. La aportación metodológica consiste en formular la pregunta, diseñar el protocolo de medición, analizar los resultados y sostener la conclusión con evidencia verificable.

BIOMARCADORES EN PLASMA Y SUERO · INMUNOENSAYO ELISA · FASE AGUDA Y CRÓNICA · SISTEMATIZACIÓN DE EVIDENCIA · REVISTA INDEXADA ISSN 0185-6294 · VOL. 38 NÚM. 101



Artículo de investigación
Revista del Centro de Graduados e Investigación. Instituto Tecnológico de Mérida. Vol. 38 Núm. 101 pp. 37-45 Dic. 2023 ISSN 0185-6294

PROTEÍNAS PRESENTES EN LA SANGRE COMO MARCADORES DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

Andrea G. Durán-Zapata[1], Alan Y. Koyoc-Hau[1], Omar H. Villanueva-Martín[1] y Nora A. Hernández-Cuevas[1]

[1]**Universidad Autónoma de Yucatán**. Laboratorio de Parasitología. Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi". Calle 43 #613 x 96. Col. Inalámbrica, C.P. 97225. Mérida, Yucatán, México. Teléfono: (999) 923-6120, ext. 1250.
Nora Adriana Hernández Cuevas https://orcid.org/0000-0001-6565-0919
Autor de correspondencia: nora.hernandez@correo.uady.mx (Nora Adriana Hernández Cuevas)

Recibido: 09/octubre/2023 Aceptado: 20/octubre/2023 Publicado: 31/diciembre/2023

RESUMEN

La enfermedad de Chagas (EC) causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, cursa por una etapa aguda y una crónica. La etapa crónica puede transcurrir de forma asintomática por un periodo largo de tiempo, sin embargo, algunos pacientes progresan a una fase sintomática, donde pueden manifestarse afectaciones en órganos como corazón e intestino. Hasta el momento, en la práctica clínica no se cuenta con un biomarcador que nos permita monitorear la enfermedad o la respuesta al tratamiento. Diferentes moléculas han sido propuestas como candidatos a biomarcadores de la EC, sin embargo, las proteínas presentes en la sangre son atractivas para su uso debido a que pueden ser detectadas a través de inmunoensayos, además, la toma de muestra de sangre no es un proceso invasivo al nivel de una toma de biopsia de tejido. Las proteínas del paciente afectadas durante la enfermedad son un blanco atractivo, debido a la complicación en la búsqueda de moléculas del parásito por la baja parasitemia (parásitos en sangre) durante la fase crónica. En este artículo se describen proteínas de suero/plasma (componente líquido de la sangre) de paciente o del modelo animal sugeridas como candidatos a biomarcadores para la enfermedad de Chagas.

Palabras clave: Enfermedad de Chagas, biomarcadores, plasma, suero, *Trypanosoma cruzi*

BLOOD PLASMA PROTEINS AS MARKERS FOR CHAGAS DISEASE

ABSTRACT

Chagas disease (CD), caused by the *Trypanosoma cruzi* parasite, presents an acute and a chronic stage. The chronic stage could be asymptomatic for an extended period. However, some patients progress to a symptomatic phase, where damage to organs such as the heart and gut can be observed. In clinical practice, there is no biomarker to follow up on the disease and the therapeutic response. Several molecules have been proposed as candidates for biomarkers of Chagas disease. Nevertheless, blood proteins are attractive targets because immunoassays can detect these; blood sampling is not as invasive as sampling other tissues (biopsy). In addition, parasitemia is decreased during a chronic stage, complicating the identification of parasite proteins. This review highlights the serum/plasma proteins obtained of patients or animal models suggested as biomarkers for CD.

Keywords: Chagas disease, biomarkers, plasma, serum, *Trypanosoma cruzi*

INTRODUCCION

Los biomarcadores son moléculas (proteínas, metabolitos o nucleótidos) o señales que se producen como respuesta ante una determinada enfermedad en nuestro organismo. Con la ayuda de los biomarcadores, podemos monitorear la respuesta terapéutica, determinar la progresión de la enfermedad o predecir el pronóstico de alguna enfermedad. El desarrollo de biomarcadores es un proceso, que puede ser largo, pero necesario para facilitar el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de las enfermedades, sobre todo para aquellas enfermedades que son desatendidas, como la enfermedad de Chagas (EC), la cual afecta a poblaciones de escasos recursos y con un limitado acceso a servicios de salud. Biomarcadores para esta enfermedad ayudarían a disminuir costos en monitoreo de la enfermedad, ya que actualmente la manera de hacerlo es a través de técnicas de imagenología como electrocardiogramas y ecografías. Por otra parte, esto llevaría a un tratamiento oportuno y adecuado para cada paciente. En este artículo de divulgación, nos enfocaremos en la EC y en las proteínas plasmáticas de pacientes que se han sugerido como candidatos a biomarcadores para la enfermedad de Chagas.

Enfermedad de Chagas

La enfermedad de Chagas (EC) es causada por el parásito *Trypanosoma cruzi* (Figuras 1A y 1B). Esta enfermedad es endémica del continente americano, sin embargo, dada la migración de personas infectadas a otros continentes, la enfermedad se ha expandido a otros países en todo el mundo [1]. Es considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una enfermedad desatendida en América Latina, que afecta en mayor medida a poblaciones vulnerables, en situación de pobreza o con poca visibilidad social y política [2]. En América Latina se estima que existen

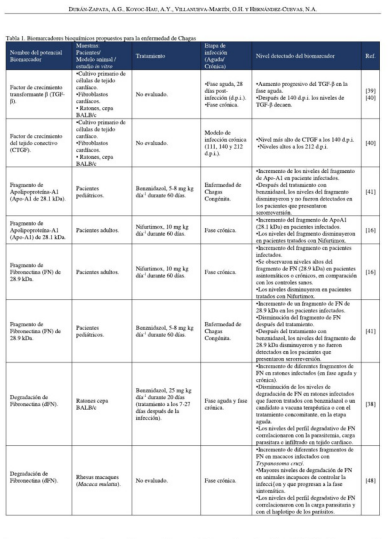
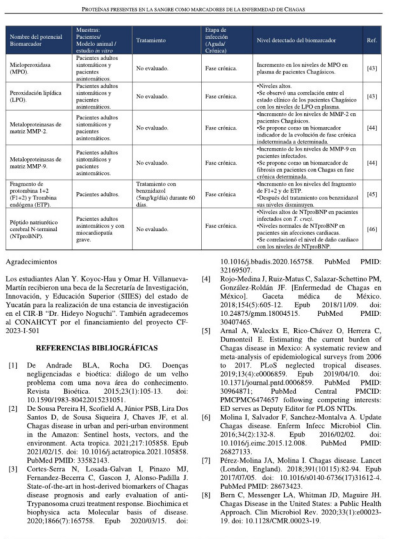


Tabla 1. Biomarcadores biosgnósticos propuestos para la enfermedad de Chagas

Nombre del potencial Biomarcador	Muestras: Pacientes/ Modelo animal / estudio in vitro	Tratamiento	Etapa de infección (Aguda/ Crónica)	Nivel detectado del biomarcador	Ref.
Factor de crecimiento transformante β (TGF-β).	•Cultivo primario de células de tejido cardíaco. •Fibroblastos cardíacos. • Ratones, cepa BALB/c	No evaluado.	•Fase aguda, 28 días post-infección (d.p.i.). •Fase crónica.	•Aumento progresivo del TGF-β en la fase aguda. •Después de 140 d.p.i. los niveles de TGF-β decaen.	[39] [40]
Factor de crecimiento del tejido conectivo (CTGF).	•Cultivo primario de células de tejido cardíaco. •Fibroblastos cardíacos. • Ratones, cepa BALB/c	No evaluado.	Modelo de infección crónica (111, 140 y 212 d.p.i.).	•Nivel más alto de CTGF a los 140 d.p.i. •Niveles altos a los 212 d.p.i.	[40]
Fragmento de Apolipoproteína-A1 (Apo-A1 de 28.1 kDa).	Pacientes pediátricos.	Benznidazol, 5-8 mg kg día^{-1} durante 60 días.	Enfermedad de Chagas Congénita.	•Incremento de los niveles del fragmento de Apo-A1 en paciente infectados. •Después del tratamiento con benznidazol, los niveles del fragmento disminuyeron y no fueron detectados en los pacientes que presentaron seroreversión.	[41]
Fragmento de Apolipoproteína-A1 (Apo-A1) de 28.1 kDa.	Pacientes adultos.	Nifurtimox, 10 mg kg día^{-1} durante 60 días.	Fase crónica.	•Incremento del fragmento de ApoA1 (28.1 kDa) en pacientes infectados. •Los niveles del fragmento disminuyeron en pacientes tratados con Nifurtimox.	[16]
Fragmento de Fibronectina (FN) de 28.9 kDa.	Pacientes adultos.	Nifurtimox, 10 mg kg día^{-1} durante 60 días.	Fase crónica.	•Incremento del fragmento en pacientes infectados. •Se observaron niveles altos del fragmento de FN (28.9 kDa) en pacientes asintomáticos o crónicos, en comparación con los controles sanos. •Los niveles disminuyeron en pacientes tratados con Nifurtimox.	[16]
Fragmento de Fibronectina (FN) de 28.9 kDa.	Pacientes pediátricos.	Benznidazol, 5-8 mg kg día^{-1} durante 60 días.	Enfermedad de Chagas Congénita.	•Incremento de un fragmento de FN de 28.9 kDa en los pacientes infectados. •Disminución del fragmento de FN después del tratamiento. •Después del tratamiento con benznidazol, los niveles del fragmento de 28.9 kDa disminuyeron y no fueron detectados en los pacientes que presentaron seroreversión.	[41]
Degradación de Fibronectina (dFN).	Ratones cepa BALB/c	Benznidazol, 25 mg kg día^{-1} durante 20 días (tratamiento a los 7-27 días después de la infección).	Fase aguda y fase crónica.	•Incremento de diferentes fragmentos de FN en ratones infectados (en fase aguda y crónica). •Disminución de los niveles de degradación de FN en ratones infectados que fueron tratados con benznidazol o un candidato a vacuna terapéutica o con el tratamiento concomitante en la etapa aguda. •Los niveles del perfil degradativo de FN correlacionaron con la parasitemia, carga parasitaria y infiltrado en tejido cardíaco.	[38]
Degradación de Fibronectina (dFN).	Rhesus macaques (Macaca mulatta).	No evaluado.	Fase crónica.	•Incremento de diferentes fragmentos de FN en macacos infectados con *Trypanosoma cruzi*. •Mayores niveles de degradación de FN en animales incapaces de controlar la infección (sin o que progresan a la fase sintomática. •Los niveles del perfil degradativo de FN correlacionaron con la carga parasitaria y con el haplotipo de los parásitos.	[48]



Nombre del potencial Biomarcador	Muestras: Pacientes/ Modelo animal / estudio in vitro	Tratamiento	Etapa de infección (Aguda/ Crónica)	Nivel detectado del biomarcador	Ref.
Mieloperoxidasa (MPO).	Pacientes adultos sintomáticos y pacientes asintomáticos.	No evaluado.	Fase crónica.	Incremento en los niveles de MPO en plasma de pacientes Chagásicos.	[43]
Peroxidación lipídica (LPO).	Pacientes adultos sintomáticos y pacientes asintomáticos.	No evaluado.	Fase crónica.	•Niveles altos. •Se observó una correlación entre el estado clínico de los pacientes Chagásico con los niveles de LPO en plasma.	[43]
Metaloproteinasas de matriz MMP-2.	Pacientes adultos sintomáticos y pacientes asintomáticos.	No evaluado.	Fase crónica.	•Incremento de los niveles de MMP-2 en pacientes Chagásicos. •Se propone como un biomarcador indicador de la evolución de fase crónica indeterminada a determinada.	[44]
Metaloproteinasas de matriz MMP-9.	Pacientes adultos sintomáticos y pacientes asintomáticos.	No evaluado.	Fase crónica.	•Incremento de los niveles de MMP-9 en pacientes infectados. •Se propone como un biomarcador de fibrosis en pacientes con Chagas en fase crónica determinada.	[44]
Fragmento de proteoglicanos 1+2 (F1+2) y Trombina endógena (ETP).	Pacientes adultos.	Tratamiento con benznidazol (5mg/Kg/día) durante 60 días.	Fase crónica	•Incremento en los niveles del fragmento de F1+2 y de ETP. •Después del tratamiento con benznidazol sin niveles detectables.	[45]
Péptido natriurético cerebral N-terminal (NTproBNP).	Pacientes adultos asintomáticos y con miocardiopatía grave.	No evaluado.	Fase crónica.	•Niveles altos de NTproBNP en pacientes infectados con *T. cruzi*. •Niveles normales de NTproBNP en pacientes sin afecciones cardiacas. •Se correlacionó el nivel de daño cardiaco con los niveles de NTproBNP.	[46]

Agradecimientos

Los estudiantes Alan Y. Koyoc-Hau y Omar H. Villanueva-Martín recibieron una beca de la Secretaría de Investigación, Innovación, y Educación Superior (SIIES) del estado de Yucatán para la realización de una estancia de investigación en el CIR-B "Dr. Hideyo Noguchi". También agradecemos al CONAHCYT por el financiamiento del proyecto CF-2023-I-501

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] De Andrade BLA, Rocha DG. Doenças negligenciadas e bioética: diálogo de um velho problema com uma nova área do conhecimento. Revista Bioética. 2015;23(1):105-13. doi: 10.1590/1983-80422015231051.

[2] De Sousa Pereira H, Scofield A, Júnior PSB, Lira Dos Santos D, de Sousa Siqueira J, Chaves JF, et al. Chagas disease in urban and peri-urban environment in the Amazon: Sentinel hosts, vectors, and the environment. Acta tropica. 2021;217:105858. Epub 2021/02/15. doi: 10.1016/j.actatropica.2021.105858. PubMed PMID: 33582143.

[3] Cortes-Serra N, Losada-Galvan I, Pinazo MJ, Fernandez-Becerra C, Gascon J, Alonso-Padilla J. State-of-the-art in host-derived biomarkers of Chagas disease prognosis and early evaluation of anti-Trypanosoma cruzi treatment response. Biochimica et biophysica acta Molecular basis of disease. 2020;1866(7):165758. Epub 2020/03/15. doi: 10.1016/j.bbadis.2020.165758. PubMed PMID: 32169507.

[4] Rojo-Medina J, Ruiz-Matus C, Salazar-Schettino PM, González-Roldán JF [Enfermedad de Chagas en México]. Gaceta médica de México. 2018;154(5):605-12. Epub 2018/11/09. doi: 10.24875/gmm.18004515. PubMed PMID: 30407465.

[5] Arnal A, Waleckx E, Rico-Chávez O, Herrera C, Dumonteil E. Estimating the current burden of Chagas disease in Mexico: A systematic review and meta-analysis of epidemiological surveys from 2006 to 2017. PLoS neglected tropical diseases. 2019;13(4):e0006859. Epub 2019/04/10. doi: 10.1371/journal.pntd.0006859. PubMed PMID: 30964871; PubMed Central PMCID: PMCPMC6474657 following competing interests: ED serves as Deputy Editor for PLOS NTDs.

[6] Molina I, Salvador F, Sanchez-Montalva A. Update Chagas disease. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2016;34(2):132-8. Epub 2016/02/02. doi: 10.1016/j.eimc.2015.12.008. PubMed PMID: 26827133.

[7] Pérez-Molina JA, Molina I. Chagas disease. Lancet (London, England). 2018;391(10115):82-94. Epub 2017/07/05. doi: 10.1016/s0140-6736(17)31612-4. PubMed PMID: 28673423.

[8] Bern C, Messenger LA, Whitman JD, Maguire JH. Chagas Disease in the United States: a Public Health Approach. Clin Microbiol Rev. 2020;33(1):e00023-19. doi: 10.1128/CMR.00023-19.

OTROS PROYECTOS DEL EQUIPO

Obra, urbanismo, paisaje y concursos

Torre Xelhá

CANCÚN, QUINTANA ROO · 2023

Desarrollo arquitectónico de un complejo departamental tipo «lock off». Diseño general con conceptualización colonial –patios centrales, molduras, herrería con diseño, piedra y colores vibrantes en fachadas–, presupuesto general de la obra y retorno de inversión.

Velarias en plazas comerciales

CANCÚN, QUINTANA ROO · 2023

Inspección, mantenimiento y conservación: identificación de deterioros, revisión de las condiciones existentes, organización de actividades y seguimiento de los trabajos en sitio.

Obra pública y cultural

CIUDAD DE MÉXICO

Museo Nacional de la Estampa, Museo Nacional de Arquitectura, CECyT 10, FARO 259 e instalaciones de salud del IMSS y del sector privado: documentación ejecutiva, control de cantidades, coordinación de especialidades y seguimiento constructivo.

Parque La Guadalupana

ZONA CONTINENTAL DE ISLA MUJERES, Q. ROO · 2024

Diseño y construcción de parque público: elaboración de planos ejecutivos, recorridos con las autoridades gubernamentales, coordinación y ejecución de obra, solicitud y coordinación de materiales y coordinación de cuadrillas.

Complejo Industrial Apícola

VALLADOLID, YUCATÁN · 2024

Proyecto de tesis: complejo apícola que reinterpreta la arquitectura tradicional de Valladolid con mampostería de piedra caliza, chukum y bahareque, organizado por patios interiores como dispositivos de ventilación cruzada y regulación pasiva de la temperatura.

Conexiones invisibles

PABELLÓN MEXTRÓPOLI · CIUDAD DE MÉXICO

Propuesta que relacionó infraestructura hidráulica, movilidad y desigualdad urbana. El pabellón convirtió las líneas del Metro en una red visible de tuberías y conexiones sonoras, haciendo perceptibles sistemas cotidianos que suelen permanecer ocultos y planteando una reflexión sobre la distribución desigual del agua y el acceso a la ciudad.

Casas del Bienestar Nuevo Lagos

CANCÚN, QUINTANA ROO · 2026

Ejecución de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas para edificios de vivienda de interés social: interpretación de planos, cuantificación de materiales, coordinación de personal y supervisión de procesos constructivos.

Puente Nichupté · IMOVEQROO

QUINTANA ROO

Estudios de movilidad para el Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo: levantamientos y visitas de campo, aforos vehiculares, análisis de movilidad, diagnóstico urbano, elaboración de planos y apoyo en propuestas de diseño.

Escuela primaria para África subsahariana

KAIRA LOORO

Escuela organizada mediante módulos, patios y recorridos sombreados, con estrategias pasivas de confort, materiales accesibles y soluciones compatibles con los recursos locales.

Vivienda de diseño

CANCÚN, QUINTANA ROO · DESDE 2022

Diseño arquitectónico de casas de lujo: diseño de los espacios, desarrollo de propuestas volumétricas, modelado tridimensional y representación gráfica del proyecto.

Intervención en Jardines del Arte

CANCÚN, QUINTANA ROO

Proyecto de paisaje junto a la Laguna Nichupté: master plan, zonificación y sistema de recorridos, senderos bioluminiscentes y túnel de manglar, muelle, mobiliario e iluminación ambiental, con vegetación nativa y áreas de protección de fauna.

Técnica Pioneril Avanzada

TEMASCALTEPEC, EDO. DE MÉXICO · LOS AZUFRES, MICHOACÁN · 2017-2024

Construcción de refugios elevados a más de 10 metros mediante uniones por amarre: refugio para 30 personas, plataformas múltiples con puentes, elevadores y escaleras de caracol, y plataformas simultáneas para reducir tiempos de escalada.