



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y  
SOCIALES

ANÁLISIS DE RESIDUOS QUÍMICOS DE LOS PISOS DE  
UN CONJUNTO PALACIEGO EN “LA JOYA” VERACRUZ

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADA EN ANTROPOLOGÍA

PRESENTA:

KARINA MARLET AYALA FLORES

DIRECTORA: ANNICK JO ELVIRE DANEELS VERRIEST (IIA)

ASESOR: AGUSTÍN ORTIZ BUTRON (IIA)

CD.MX., 2023





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## DEDICATORIA:

En lo personal:

A mi mamá Martha Flores por tu amor incondicional.

A mi papá Eduardo Ayala, por siempre estar y por apoyar mis decisiones.

A mi abuela María Luisa Gonzáles Figueroa, te dedico mi trabajo donde quiera que tu esencia y espíritu se encuentre. Mi entereza como persona te la debo a ti. Tu fuerza nunca me ha dejado sola y es la que me sostiene día a día.

A mi abuelo Carlos Ayala, donde quiera que te encuentres, ojalá estés feliz por este trabajo.

A mis hermanos Daniel, Dayana y Mauricio.

A Jesús Hidalgo, gracias por los cuidados, el apoyo y los ánimos que me brindaste, han sido muy importantes para mí a lo largo de este proceso. Gracias por acompañarme todavía en este camino.

A Caro, Larry y Yelitza.

En lo académico:

A la Dra. Annick Daneels por darme el apoyo y la confianza para hacer esta tesis.

Siempre la he admirado, por su persona, sus saberes y su don para compartirlos.

Me siento afortunada por la oportunidad de haber trabajado con usted.

A el Dr. Agustín Ortiz Butrón quién me dio la oportunidad de hacer mi S.S en el

Laboratorio de Prospección Arqueológica, por guiarme e instruirme. Y porque me

enseñó que la cordialidad y la simpatía tienen lugar en la academia.

A la Mtra. Rocío Velasco Fuentes por siempre mostrarte accesible para compartir

tus conocimientos. Aprendí de ti más allá de lo académico.

A cada una de mis profesoras y profesores por su dedicación y su vocación.

## Agradecimientos

Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM IN 400921 “Ofrendas de construcción. Interpretación social de prácticas rituales prehispánicas”. Agradezco a la DGAPA-UNAM la beca recibida.

A la Mtra. Rocío Velasco por su tiempo invertido en la toma de muestras utilizadas en este estudio, en el proceso de interpretación de los resultados, los alcances de la metodología, los aportes a la estructura y revisión de esta tesis, además de la contribución de sus conocimientos para la culminación de este trabajo. Muchas gracias por todo.

Al Laboratorio de Antropología Genética del IIA-UNAM por facilitarme el acceso al autoclave para la esterilización de los tubos utilizados en la separación de las muestras. También a mi compañero Carlos Corachan quien estuvo al pendiente del autoclave.

A la UNAM.

# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....   | 1  |
| 1. PLANTEAMIENTO .....  | 4  |
| 1.1 PROBLEMA DE LOS MATERIALES ASOCIADOS .....  | 4  |
| 1.2 PROBLEMA DEL INCENDIO .....   | 4  |
| 1.3 PROBLEMA DE LA INTEMPERIZACIÓN.....   | 5  |
| 1.4 PROBLEMA DE OTROS AGENTES SOBRE EL PISO .....   | 6  |
| 1.5 OBJETIVO GENERAL.....   | 7  |
| 1.5.1 OBJETIVOS PARTICULARES.....   | 7  |
| 1.6 HIPÓTESIS.....  | 8  |
| 1.6.1 EL PÓRTICO DE ACCESO: ÁREA DE ESTAR Y DE TRABAJOS MANUALES<br>MENORES.....                | 8  |
| 1.6.2 EL CUARTO PRINCIPAL USADO COMO ÁREA DE DESCANSO.....                                      | 10 |
| 1.6.3 LA COCINA: PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS.....  | 10 |
| 1.6.4 LOS ALMACENES: PARA GUARDAR ALIMENTOS EN UN LUGAR OSCURO Y<br>FRESCO                      | 11 |
| 2 METODOLOGÍA GENERAL .....   | 14 |
| 2.1 LOS ESTUDIOS QUÍMICOS PARA INFERIR ACTIVIDADES .....  | 15 |
| 3 MARCO TEÓRICO.....  | 19 |
| 4 ANTECEDENTES .....  | 22 |
| 4.1 ANTECEDENTES DEL SITIO LA JOYA.....   | 22 |
| 4.2 SECUENCIA DE OCUPACIÓN EN LA JOYA, VERACRUZ .....   | 24 |
| 4.2.1 PRIMERA ETAPA CONSTRUCTIVA.....   | 24 |
| 4.2.2 SEGUNDA ETAPA CONSTRUCTIVA.....   | 25 |
| 4.2.3 TERCERA ETAPA CONSTRUCTIVA .....  | 26 |
| 4.2.4 CUARTA ETAPA CONSTRUCTIVA .....   | 26 |
| 4.3 LA PLATAFORMA ESTE.....   | 27 |
| 4.3.1 ETAPA IIIB.....   | 28 |
| 4.3.2 ETAPA IIIA SUPERIOR.....  | 29 |
| 4.3.3 ETAPA IIIA INFERIOR.....  | 30 |
| 5 ANTECEDENTES DE LA PROSPECCIÓN QUÍMICA EN CONDICIONES SIMILARES AL<br>CONTEXTO ESTUDIADO..... | 31 |
| 5.1 PISOS INTEMPERIZADOS .....  | 31 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 5.2   | PISOS INCENDIADOS .....   | 33  |
| 5.3   | PISOS A ESCASA PROFUNDIDAD, AFECTADOS POR INCENDIOS RECIENTES .....                                     | 33  |
| 5.4   | ANTECEDENTES DEL SPOT-TEST EN LA JOYA .....   | 35  |
| 6     | ANÁLISIS QUÍMICO.....   | 37  |
| 6.1   | RECOLECCIÓN Y UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS .....   | 37  |
| 6.2   | ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS .....  | 45  |
| 6.2.1 | SEPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.....   | 45  |
| 6.3   | PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS QUÍMICAS EN EL LABORATORIO DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA. .... | 51  |
| 6.3.1 | PRUEBA DE FOSFATOS .....  | 52  |
| 6.3.2 | PRUEBA CARBONATOS.....  | 54  |
| 6.3.3 | PRUEBA DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) .....   | 56  |
| 6.3.4 | PRUEBA DE ÁCIDOS GRASOS.....  | 58  |
| 6.3.5 | PRUEBA DE CARBOHIDRATOS .....   | 60  |
| 6.3.6 | PRUEBA DE RESIDUOS PROTEICOS.....   | 62  |
| 7     | TABLA Y ELABORACIÓN DE MAPAS DE DISTRIBUCIÓN QUÍMICA .....  | 64  |
| 7.1.1 | ELABORACIÓN DE MAPAS DE DISTRIBUCIÓN QUÍMICA .....  | 65  |
| 8     | INTERPRETACIÓN .....  | 66  |
| 8.1   | El pórtico de acceso .....  | 67  |
| 8.2   | El cuarto principal .....   | 71  |
| 8.3   | La cocina.....  | 74  |
| 8.4   | Los almacenes .....   | 77  |
| 8.5   | LA CONTAMINACIÓN MODERNA .....  | 79  |
| 8.6   | EL PH EN LOS PISOS DE LA JOYA.....  | 79  |
| 8.7   | PRUEBA DE pH EN CENIZAS DEL INCENDIO DE TERMINACIÓN EN LA RESIDENCIA PALACIEGA .....                    | 80  |
| 9     | DIFICULTADES EN LAS PRUEBAS QUÍMICAS.....   | 83  |
| 9.1   | ATMÓSFERA ÁCIDA .....   | 83  |
| 9.2   | TIEMPO DE LAS PRUEBAS.....  | 87  |
| 10    | PRUEBAS CG-EM .....   | 89  |
| 11    | CONCLUSIÓN .....  | 97  |
| 12    | Bibliografía: .....   | 101 |



## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Fig. 1. Plano de distribución de los espacios que componen la residencia palaciega. En gris se encuentra la parte al este que fue desmantelada en la antigüedad y se reconstruyó por principio de simetría y por similitud con la etapa constructiva siguiente. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.)..... | 12 |
| Fig. 2. Distribución de materiales arqueológicos en el piso del recinto palaciego (Etapa IIIA Inferior). Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).....  | 13 |
| Fig. 3. Diagrama de flujo de la metodología del estudio de sitios arqueológicos desde la superficie, extraído de Barba, 1986, p. 49.....   | 15 |
| Fig. 4. Ubicación del sitio arqueológico de La Joya en Veracruz, extraído de Google Earth 2022. ....   | 23 |
| Fig. 5. Fotografías de la recolección de las muestras, los días 15 y 16 de octubre del 2021. Fotografías provenientes del archivo de la Dra. Daneels. ....   | 40 |
| Fig. 6. Plano de la toma de muestras en la Plataforma Este, Etapa IIIA Inferior. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).....  | 44 |
| Fig. 7. Fotografías de cómo se envolvieron los tubos de ensayo con papel Kraft. ....   | 46 |
| Fig. 8. Materiales utilizados para la separación de las muestras. ....   | 47 |
| Fig. 9. Procedimiento de la separación de las muestras.....  | 48 |
| Fig. 10. Limpieza del artefacto con agua destilada, utilizado para sacar la muestra de los tubos con tapa. ....  | 49 |
| Fig. 11. Separación de la muestra del estrato inferior en el tubo esterilizado y el estrato superior en la bolsa de plástico. ....   | 50 |
| Fig. 12. Devolución de la muestra al tubo con tapa. ....   | 51 |
| Fig. 13. Papel filtro con la muestra de fosfatos finalizada, sobre los vasos de gelatina. ....   | 54 |
| Fig. 14. Calibración del potenciómetro o pH-metro con los buffers en el orden de 4 (ácido), 10 (alcalino) y 7 (neutro) en la escala de pH.....   | 57 |
| Fig. 15. De izquierda a derecha: medición de pH en agua destilada de distintos garrafones, medición de los 20ml del agua destilada para las muestras, porción de la muestra en la cucharilla de acrílico.....  | 58 |
| Fig. 16. Cantidad de muestra en el tubo de ensayo, muestras con el agua destilada.....   | 58 |
| Fig. 17. Escala extraída del manual. Determinación semicuantitativa de la cantidad de carbohidratos. ....  | 62 |
| Fig. 18. De izquierda a derecha: materiales para la prueba, calentamiento del tubo de ensayo, cambio de color del papel universal de pH, aquí se muestra una cantidad considerable de residuos proteicos.....  | 63 |
| Fig. 19. muestra J31 en la prueba de ácidos grasos .....   | 68 |
| Fig. 20. Distribución química en el área del pórtico. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).....   | 70 |

|  |    |
|--|----|
| Fig. 21. Distribución química en el área del cuarto principal. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).....  | 74 |
| Fig. 22. Distribución química en el área de la cocina. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).....  | 76 |
| Fig. 23. Distribución química en el área de los almacenes. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).....  | 79 |
| Fig. 24. De Izquierda a derecha: papel pH posiblemente alterado por el ambiente ácido. A continuación, se observa la escala de pH. En el círculo rojo se indica el nivel de acidez del papel debido a la atmósfera ácida, mientras que en el óvalo azul se señala la presencia de proteínas en la prueba. .... | 84 |
| Fig. 25. Grafica comparativa de resultados. Repetición de las pruebas de pH y residuos proteicos. ....   | 86 |
| Fig. 26. Plano señalando las muestras analizadas por cromatografía de gases. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).....  | 90 |

#### Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Las muestras tomadas en los lugares de la residencia.....   | 43 |
| Tabla 2. Tabla tomada de “Manual de técnicas microquímicas de campo para arqueología” (Barba et al. 1991 p. 18). ....  | 56 |
| Tabla 3. Tabla de resultados totales.....  | 65 |
| Tabla 4. Resultados de pH de la ceniza del incendio en el palacio.....   | 81 |
| Tabla 5. Tablas de los resultados de pH de las muestras obtenidas en piso quemado, poco quemado, no quemado y de los pisos desmantelados. Datos obtenidos de la tesis de maestría elaborada por la arqueóloga Rocío Velasco (2014, p. 74 y 87). .... | 82 |
| Tabla 6. Repetición de las pruebas de pH y residuos proteicos.....   | 85 |
| Tabla 7. Compuestos identificados para las muestras JR6, JR19 y JR 31. Tomada del reporte de la M. en C. Mayra León Santiago. ....   | 92 |

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se basa principalmente en el análisis de residuos químicos provenientes del piso de un conjunto palaciego en el sitio arqueológico La Joya, en la planicie costera del centro de Veracruz. Este palacio, construido completamente de tierra, se localiza en la llamada Plataforma Este del sitio. Dentro de la secuencia constructiva, pertenece a la Etapa IIIA Inferior. El incendio que lo destruyó se fechó hacia el 360 d.C. mediante datación de radiocarbono calibrada. En este piso, se hallaron artefactos que, por su distribución y localización entre las cenizas del incendio, se asocian a una ofrenda de terminación y no a artefactos de uso cotidiano. Por ejemplo, se encontraron unas orejeras de piedra gris en medio del pórtico, justo en el paso hacia el cuarto principal.

Es importante aclarar que el piso del palacio no es un simple apisonado, sino un piso formal elaborado con tecnología constructiva humana, de arcilla limosa mezclada con 30% por volumen de hierba finamente picada, aplicado en dos capas de 1.5 cm de espesor sobre un firme de piso que cubre el relleno del basamento.

Para este análisis se toma en cuenta la historia del sitio arqueológico de La Joya, Veracruz. Con la información procedente de las investigaciones hechas en el sitio desde 2004 por la Dra. Annick Daneels y sus colaboradores, se pretende reafirmar la importancia de La Joya dentro de las culturas del centro de Veracruz.

Los análisis de residuos químicos en pisos y cerámicas han formado parte de la línea de investigación en la prospección arqueológica del sitio y han servido para la interpretación de los espacios arqueológicos en relación con su uso y función en el pasado. Esto es posible gracias a la asociación de sustancias que suelen

derramarse en los pisos por actividades humanas. Estas sustancias quedan retenidas en los poros de los pisos, formando concentraciones en los lugares donde se realizaban actividades, como la preparación y consumo de alimentos, el almacenamiento de comida, el descanso, etc. Por medio de estudios etnográficos, experimentos y la aplicación de estas pruebas en distintos espacios arqueológicos, se han podido asociar ciertas sustancias químicas a una gama de actividades pretéritas (Barba y Ortiz, 1992; López et al., 2005).

La metodología utilizada para esta investigación fue desarrollada en el Laboratorio de Prospección Arqueológica del Instituto de Investigaciones Antropológicas (IIA) de la UNAM. Cada una de las pruebas de spot-test con las que se busca averiguar la presencia y/o ausencia de estas sustancias, se encuentran recopiladas en el manual de "Procedimientos para el estudio químico de pisos y cerámicas arqueológicas" y serán retomadas aquí para su uso. Dependiendo del procedimiento de las pruebas se pueden identificar carbonatos, fosfatos, pH, residuos proteicos, carbohidratos y ácidos grasos.

Según los resultados obtenidos, las muestras con los valores más relevantes se pueden enviar a estudios de cromatografía de gases, en el Instituto de Química de la UNAM, con el fin de tener una identificación concreta de las sustancias encontradas en el piso.

Específicamente en el contexto del recinto palaciego en La Joya, es importante tener en cuenta que los resultados de los análisis pueden verse afectados por fenómenos de contaminación. En primer lugar, porque el edificio fue destruido intencionalmente por un incendio y cubierto por otras cinco etapas constructivas que lo encapsularon. En segundo lugar, porque la superficie del palacio quedó

expuesta a la intemperie desde el momento de su excavación en el año 2007 hasta el 2021, año en que se recolectaron las muestras.

Después de haber sido excavado el piso de este palacio, el vestigio se ha protegido con un techo de estructura de madera cubierto con lonas durante las temporadas de lluvia y por medio de un cerco con alambre de púas. Cabe señalar que, en 2020, debido al confinamiento por COVID y a un brote de la enfermedad en la comunidad asentada sobre el sitio, justo antes del inicio de la temporada de lluvias, no fue posible colocar la lona, lo que promovió la invasión de gramíneas que crecieron en el piso. Además, durante el mismo año, los dueños de la parcela empezaron a criar borregos, cuyas heces se localizaron en la superficie a muestrear.

Debido a estas circunstancias, afortunadamente bien registradas, se espera una perturbación en este contexto. Los resultados indicarán si las sustancias en los poros de este piso de tierra son el producto de las actividades diarias de los antiguos habitantes de este palacio, efecto del incendio que lo destruyó, el recubrimiento por cenizas durante varios siglos, o de una posible contaminación reciente (durante los últimos 14 años). Con esto se pretende comprobar si las concentraciones químicas, procedente de las actividades humanas del pasado, fueron suficientemente frecuentes o contundentes como para ser reconocidas aún con la contaminación reciente.

Para esta evaluación se elaborarán mapas de distribución química en los cuartos y andadores periféricos del palacio, y se compararán con la distribución de los restos arqueológicos hallados en el piso, entre las cenizas del incendio. Todos estos datos provienen de las investigaciones realizadas por la Dra. Annick Daneels.

## 1. PLANTEAMIENTO

El presente trabajo tiene como propósito usar los datos procedentes del análisis de los residuos químicos que se han conservado en los pisos de tierra de la Plataforma Este de la Etapa IIIA Inferior, con el fin de corroborar y contribuir con las inferencias de la Dra. Daneels respecto a los espacios de este conjunto.

Uno de los principios del análisis de residuos químicos, es que las comunidades humanas se establecen sobre el suelo y al hacerlo los procesos de la formación de este se modifican (Barba, 1991, p. 197). En este caso, a pesar de ser un piso fabricado por los seres humanos, también tiene la cualidad de modificarse por la adición de residuos químicos producto de las actividades humanas, como por ejemplo almacenar, preparar alimentos, comer, o realizar ofrendas, etcétera (Pecci et al., 2010, p. 449).

No obstante, en el contexto de este estudio, existen una serie de problemas que podrían interferir con la interpretación de los resultados. A continuación, se enumeran dichos problemas.

### 1.1 PROBLEMA DE LOS MATERIALES ASOCIADOS

La interpretación del uso de los espacios se realiza comúnmente mediante el análisis de los materiales encontrados. En este caso, como se verá más adelante, se puede inferir por su naturaleza y posición, que los materiales no se encuentran en su lugar de uso original, sino que fueron colocados intencionalmente antes de la destrucción del edificio.

### 1.2 PROBLEMA DEL INCENDIO

Como se ha indicado arriba, el palacio fue incendiado intencionalmente, fechado por carbono 14 hacia el 360 d.C., después de haber sido ocupado un tiempo estimado de 100 a 150 años. El incendio fue tan intenso que el piso de barro quedó cocido entre 500 y 800 °C, por esta razón La Joya fue considerada como un sitio propicio para la aplicación y evaluación del método arqueomagnético (Aguilar, L y Morales R., 2011, p. 32).

La ceniza de los fajos de hierba y del armazón de madera del techo plano quedaron en el piso, cubriendo los objetos dejados allí. Además, la ceniza quedó recubierta por los fragmentos de barro del techo colapsado (Daneels, 2008a, p. 10). Las paredes fueron desmanteladas hasta el penúltimo adobe de los muros, y el área fue rellenada para la construcción de un nuevo palacio a escasos 20 cm encima del piso del edificio incendiado. Este a su vez también fue incendiado y desmantelado, y luego recubierto por otras tres etapas constructivas de una pirámide conmemorativa que literalmente encapsularon el vestigio. Finalmente, esta pirámide quedó recubierta por un grueso relleno. De esta forma, el piso que se estudia en el presente trabajo permaneció cubierto por 2.5m de sedimento y dos capas de repellos constructivos que lo protegieron hasta que se excavara en 2007. Estos detalles son de importancia para interpretar los resultados, en particular los de pH, ya que el piso estuvo expuesto a altas temperaturas y permaneció cubierto por cenizas por 1700 años.

### 1.3 PROBLEMA DE LA INTEMPERIZACIÓN

El piso de tierra del conjunto palaciego se encuentra en la Etapa IIIA Inferior de la Plataforma Este que fue excavado en el año 2007 y desde ese momento hasta la fecha de la toma de muestras, ha estado expuesto a vientos y lluvias, pero la mayoría del tiempo (salvo al año 2020 durante el confinamiento por la pandemia

de COVID en México), se ha protegido con una lona durante las temporadas de lluvia, que se retira en tiempo de secas para evitar que la desgarran los vientos del norte. Entonces, hipotéticamente se espera que el arrastre de polvo por el viento y la lluvia que han caído en el piso, puedan alterar las muestras y, por consiguiente, modificar los resultados obtenidos. Un ejemplo de esta alteración sería que las sustancias antiguas hayan sido “limpiadas” o removidas por estos dos factores.

#### 1.4 PROBLEMA DE OTROS AGENTES SOBRE EL PISO

Por otro lado, la Dra. Daneels se percató del crecimiento de hierbas sobre el piso del recinto palaciego. Estas pertenecen a la familia de las gramíneas. “Las principales características de las gramíneas nativas tropicales son: reducida cantidad de proteína [...] gran cantidad de fibra” (Castrejón et al., 2017 p. 14), por lo tanto, se esperaría encontrar anomalías en las muestras debido a la presencia de proteínas y carbohidratos procedentes de las gramíneas. Al parecer, la presencia de estas hierbas atrajo a animales de pastoreo: herbívoros rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos) en las regiones tropicales y subtropicales de México se desarrolla principalmente bajo condiciones de pastoreo extensivo en potreros poblados por gramíneas nativas (Ibid.). En este caso se reconoció que fueron borregos los que estuvieron sobre la estructura, dejando sus heces sobre el piso. Se espera una alteración en los resultados debido a la posible presencia de gramíneas y las heces de los borregos en las muestras.

Para intentar subsanar tales “contaminaciones”, a la hora de tomar las muestras, la Dra. Daneels y sus trabajadores, tuvieron el cuidado de limpiar el piso de estos agentes contaminantes. Además, se evitó tomar las muestras en los lugares que



parecían los más contaminados. Una explicación detallada de cómo se tomaron las muestras se encuentra más adelante.

## 1.5 OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo es contrastar los datos obtenidos del análisis de los residuos químicos que se han conservado en los pisos de tierra del recinto palaciego con las deducciones hechas por la Dra. Daneels a partir de la información obtenida en sus excavaciones arqueológicas previas. Además, se considera la posible intemperización del conjunto palaciego y la presencia de agentes contaminantes que puedan afectar la interpretación de los resultados.

### 1.5.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Toma de muestras en el piso del palacio, con el respectivo cuidado para evitar la contaminación superficial, además de los contenedores que pudieran alterar los resultados del análisis químico.
- Analizar las muestras por medio de las pruebas estandarizadas procedentes del manual de “Procedimientos para el estudio químico de pisos y cerámicas arqueológicas” del Laboratorio de Prospección Arqueológica del Instituto de Investigaciones Antropológicas. Las pruebas por realizar son las siguientes: Carbonatos, fosfatos, pH, ácidos grasos, carbohidratos y residuos proteicos.
- Elaborar mapas de distribución química dentro de los cinco espacios que componen el palacio
- Confirmar la hipótesis de los residuos que se esperaban encontrar en cada espacio del palacio
- Corroborar las interpretaciones derivadas del análisis del patrón de distribución de los espacios.

- Verificar si los contaminantes externos influenciaron en los resultados de los valores de residuos químicos.

## 1.6 HIPÓTESIS

Se espera encontrar determinadas sustancias asociadas a las actividades recurrentes llevadas a cabo en los cinco espacios que conforman el palacio (ver fig. 1). La Dra. Daneels identificó cada uno de estos espacios como: un pórtico, el cuarto principal, los almacenes y la cocina. La asociación de artefactos y la ubicación espacial en la arquitectura llevó a la Dra. Daneels a interpretar el lugar completo como una residencia palaciega de ámbito doméstico.

De acuerdo con estos componentes espaciales, se plantean las siguientes hipótesis.

### 1.6.1 EL PÓRTICO DE ACCESO: ÁREA DE ESTAR Y DE TRABAJOS MANUALES MENORES

El acceso a la residencia es a través del pórtico que se encuentra en el lado oeste. El pórtico es un espacio rectangular con dos pilastras en la entrada y una puerta en eje que conduce al cuarto principal. Es un área bien ventilada con mucha luz por el claro del acceso. En el área sur del pórtico, se localizaron dos concentraciones de proyectiles de cerbatanas crudos o semi cocidos que, por la investigación etnohistórica y de acuerdo con la iconografía contemporánea teotihuacana y maya, se relacionan a la cacería de aves, una actividad realizada por hombres (Daneels, 2012, p.161). Aunadas a estos proyectiles se encontró un candelero cuadrilobulado teotihuacano, que sugieren prácticas rituales, tal vez asociadas con el acto de sahumar (Daneels, 2012, p.159). También se hallaron tres pequeñas cuentas de piedra verde (jadeíta) (Daneels y Ruvalcaba, 2012, p.

88). Según la investigación de la arqueóloga Yolanda Peláez Castellanos (2018, p. 146), se cree que los candeleros teotihuacanos tenían un uso específico en actividades de corta duración y, en ocasiones, se quemaban materiales en su interior. Además, en contextos teotihuacanos, se ha encontrado que los candeleros estaban asociados a altares y rellenos relacionados con rituales de terminación (Ortiz, 2006, p. 171,174 apud Peláez, 2018, p. 141), tal como se observa en este palacio de La Joya.

En el centro del pórtico, frente a la entrada y en el paso al cuarto principal, se encontraron tres cajetes, dos orejeras de piedra pulida y otro candelero rectangular pulido<sup>1</sup>. Esta evidencia sugiere que los objetos encontrados no estaban en su lugar de uso habitual y probablemente fueron colocados antes del incendio de terminación. En el pequeño acceso ubicado entre la pared del almacén y la pilastra norte, se encontró una cuarta parte de un disco de pizarra, así como varios fragmentos de incensario con decoración cónica por pastillaje (Daneels, 2012, p.159).

Las concentraciones de residuos químicos que se espera encontrar son: ácidos grasos provenientes de las resinas de los incensarios utilizados en sectores específicos del pórtico. Por otro lado, el pórtico pudo servir como zona de consumo de alimentos, por tratarse de un área bien ventilada e iluminada (Daneels, comunicación personal), por lo que se esperaría encontrar altos fosfatos, residuos proteicos y ácidos grasos (Barba et al., 2014, p. 207). Además, en las zonas de

---

<sup>1</sup> Los dos candeleros fueron analizados a través de varios métodos químicos en la tesis de licenciatura del Licenciado en Química Braulio Reyes Suárez. Durante dicha investigación, se recolectó tierra de la superficie y del interior de las cámaras de los candeleros. Los resultados, especialmente los obtenidos por el análisis de cromatografía, serán de utilidad para la presente investigación y se discutirán detalladamente en el apartado 8 (Pruebas de CG-EM).

tránsito principal, se esperaría no encontrar residuos químicos por la erosión del piso de tierra.

#### 1.6.2 EL CUARTO PRINCIPAL USADO COMO ÁREA DE DESCANSO

El cuarto principal se localiza en el lado este de la residencia, en esta parte la iluminación es poca, así que probablemente sirvió en primera instancia para el descanso. “Como el lado oriental de la residencia fue desmantelada, sólo quedó una angosta franja de los cuartos orientales. El único hallazgo relevante fue una gran cuenta de piedra verde pulida en la mitad norte del cuarto principal” (Daneels, 2012, p. 162).

En este sentido, la hipótesis sería no encontrar concentraciones de residuos químicos, ya que las actividades de descanso como dormir o reposar no suelen dejar huellas químicas de algún residuo.

#### 1.6.3 LA COCINA: PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS

Este cuarto se localiza en el lado sur de la residencia, es independiente de los espacios principales por que cuenta con su propia entrada y está orientada hacia la parte más calurosa de la estructura (Daneels comunicación personal). En la esquina noroeste de este cuarto se localizaron tres cajetes bajos. En la misma habitación, pero de la siguiente etapa (IIIA Superior), que conserva la misma traza que la residencia previa, se encontró un fogón y huesos de pájaro. Con lo anterior la Dra. Daneels dedujo que el cuarto sur de la Etapa IIIA Inferior, podría ser la cocina.

La hipótesis en este caso es encontrar valores altos de pH, asociado al enriquecimiento de fosfatos, ácidos grasos y residuos proteicos característicos de las áreas de preparación de alimentos (Barba et al., 2014).

#### 1.6.4 LOS ALMACENES: PARA GUARDAR ALIMENTOS EN UN LUGAR OSCURO Y FRESCO

En la parte norte se ubican los almacenes, para poder llegar a estos se entra por el pórtico. Los almacenes se localizan en la parte donde llega “el norte” (es decir los vientos fuertes dominantes) y no da el sol. Es la parte más fresca y oscura del recinto palaciego. En este lugar se hizo un descubrimiento único en el centro de Veracruz: se localizaron 400 mazorcas carbonizadas debido a la intensidad del fuego que consumió el edificio. Algunas de ellas rodaron por el pórtico, posiblemente cuando colapsó el techo.

En este caso, la hipótesis común en el análisis químico es encontrar un piso con escasos residuos químicos, si es que se hallan los rastros de vasijas contenedoras. Sin embargo, en este cuarto al norte del recinto palaciego no se localizaron dichas vasijas. Las mazorcas se encontraron en el piso, por lo que se espera que los carbohidratos y los fosfatos tengan una concentración significativa en este lugar. Sin embargo, esto dependerá de la presencia de humedad, ya sea del ambiente<sup>2</sup> o de las propias mazorcas frescas, ya que, para poder distinguir químicamente las actividades realizadas, es necesario que en éstas se hayan empleado líquidos o fluidos que se desecharon voluntaria o involuntariamente (Ortiz, Pecci y Barba, 2018, p. 87).

---

<sup>2</sup> El clima en el municipio de Medellín de Bravo es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (69%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (31%). Fuente: Sistema de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (SIEGVER) Veracruz (2021). Cuadernillos Municipales Medellín de Bravo. (p.1).

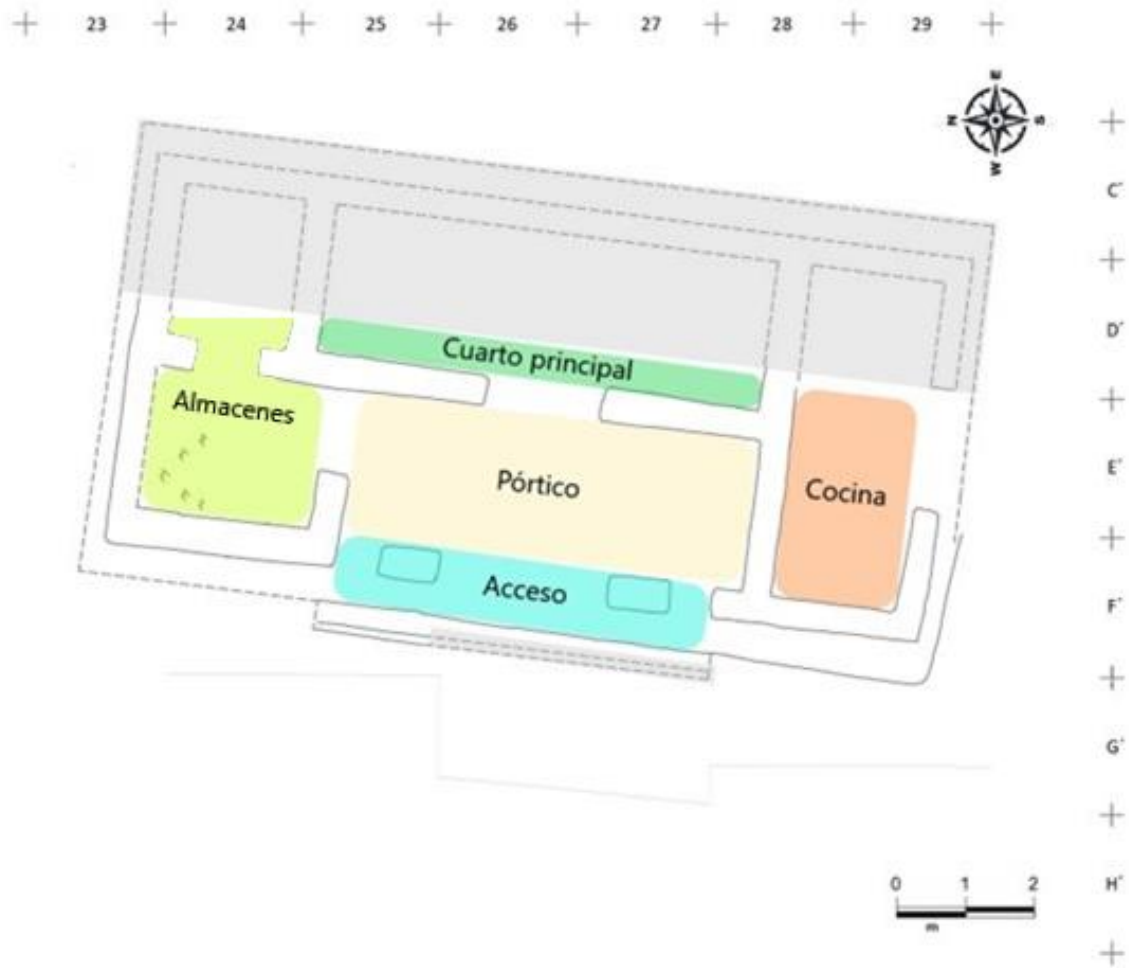


Fig. 1. Plano de distribución de los espacios que componen la residencia palaciega. En gris se encuentra la parte al este que fue desmantelada en la antigüedad y se reconstruyó por principio de simetría y por similitud con la etapa constructiva siguiente. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.)

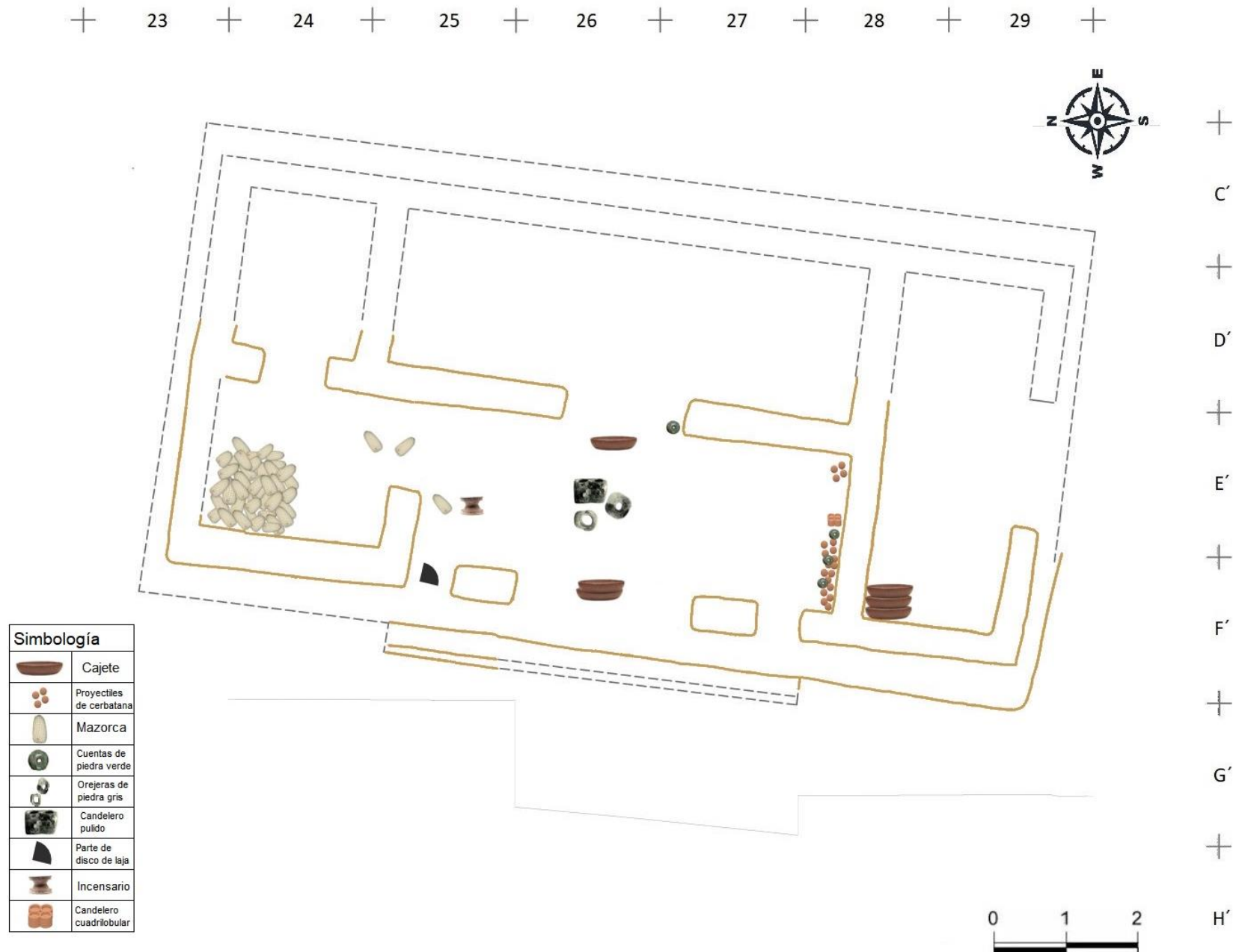


Fig. 2. Distribución de materiales arqueológicos en el piso del recinto palaciego (Etapa IIIA Inferior). Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.)

## 2 METODOLOGÍA GENERAL

Para este trabajo se utiliza el método de investigación e interpretación desarrollado en el Laboratorio de Prospección Arqueológica del IIA, es decir, el estudio de residuos químicos sobre los pisos arqueológicos.

El primer paso es la toma de muestras para poder llevar a cabo las pruebas químicas. Posteriormente se esquematizan los resultados en tablas para elaborar los mapas de distribución. Los resultados serán contrastados con los hallazgos arqueológicos junto a su ubicación en los cuartos y la lógica arquitectónica del recinto palaciego. Esto se debe a que “parte de la información arqueológica no está ni en las estructuras ni en los artefactos, sino en la relación entre ellos” (Manzanilla y Barba, 1994, p. 21).

Para ello, como se ha hecho en otras áreas de la misma zona arqueológica, se recolectaron muestras (41 en total) dentro y fuera del recinto palaciego, en este caso para realizar pruebas de residuos químicos en el laboratorio antes mencionado, con la supervisión y el apoyo del Dr. Agustín Ortiz, mediante las técnicas analíticas que se han desarrollado en este mismo laboratorio.

Uno de los principios del análisis químico de las sustancias sobre los pisos es el siguiente:

Este tipo de investigación se basa en el hecho de que los líquidos empleados o producidos por las diferentes actividades, al caer al piso, son absorbidos y protegidos en el interior de los poros de los materiales sobre los que caen y quedan preservados de tal forma que pueden ser analizados mucho tiempo después del momento de su depósito (Barba, 1986, 2007, apud Barba et al., 2013 p. 202).



A partir de esto, el presente análisis consistirá en la realización de pruebas rápidas (*spot-test*), que “tienen la ventaja de poder procesar grandes cantidades de muestras en forma rápida, confiable y económica, lo que produce patrones de enriquecimiento químico para superficies de pisos” (Barba et al., 2014, p.204).

## 2.1 LOS ESTUDIOS QUÍMICOS PARA INFERIR ACTIVIDADES

En una escala elaborada por el doctor Luis Barba se pueden observar los distintos niveles de la prospección arqueológica en general y el lugar que ocupa el análisis químico:

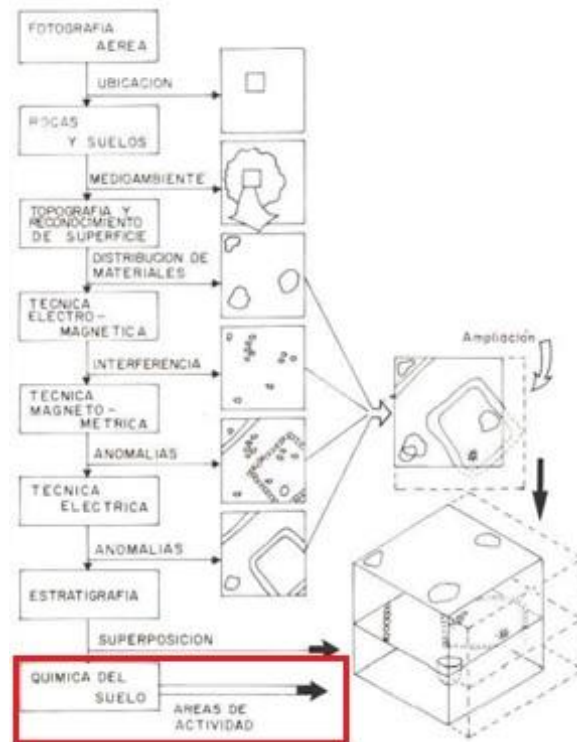


Fig. 3. Diagrama de flujo de la metodología del estudio de sitios arqueológicos desde la superficie, extraído de Barba, 1986, p. 49.

El principio del análisis químico es que las comunidades humanas se establecen sobre el suelo y al hacerlo los procesos de la formación de éste se modifican

(Barba, 1991 p. 197). En el contexto que se investiga, el piso ha sido fabricado por los seres humanos y también tiene la cualidad de modificarse por el enriquecimiento de residuos químicos producto de las actividades humanas que ahí se realizaban, como por ejemplo almacenar, preparar alimentos, comer, o realizar ofrendas, etcétera (Pecci et al., 2010, p. 449).

Mediante los análisis de carbonatos, carbohidratos, ácidos grasos, residuos proteicos, pH y fosfatos es posible, gracias a las investigaciones previas y tomando en consideración datos etnográficos (Barba, 1991, p. 200; Barba y Ortiz, 1992), efectuar este tipo de análisis semicuantitativos. Cada prueba analiza una sustancia que enriqueció el piso y se vincula con las actividades humanas:

- Los fosfatos están asociados con las actividades de desechos humanos o animales, aquellos como heces y orina, es decir los espacios de desagüe o los criaderos de animales.
- Los carbonatos indican la presencia de cal, que puede derivar del material constructivo en caso de que sea arquitectura con recubrimiento de estuco, [...] así como del uso de la cal en la preparación del nixtamal.
- Los carbohidratos son el resultado del uso de azúcares o almidones.
- Las proteínas nos hablan de la presencia de sangre, ya sea animal o humana, lo que podría relacionarse con lugares donde se destaza animales o espacios rituales de sacrificio o auto sacrificio.
- Los ácidos grasos están relacionados con el uso de aceites, resinas o grasas naturales.
- Finalmente, el pH alto indica espacios de combustión, donde se prendieron hogueras, fogones, hornos, o bien, donde hubo acumulación de ceniza<sup>3</sup> (Barba, 2007, apud Ávila et al., 2018, p. 103).

Los resultados de estas pruebas se esquematizan en tablas y mapas de distribución química, para un correcto contraste con el plano del palacio

---

<sup>3</sup> Sin embargo, este es justamente un aspecto que la presente investigación pone en duda.

permitiendo comparar las concentraciones de los residuos con la ubicación espacial de los vestigios hallados por la Dra. Daneels, distribuidos en los distintos espacios dentro de la residencia palaciega (pórtico, cocina, almacenes y cuarto principal). La interpretación que ha elaborado la Dra. Daneels será la base para cotejar los resultados obtenidos mediante estas pruebas químicas.

Es importante considerar en el análisis de residuos químicos lo que el Dr. Agustín Ortiz Butrón (1991, p. 44) propone:

La presencia o ausencia de ciertos elementos químicos en un piso arqueológico está fuertemente determinado por varios factores:

1. El tipo de actividad: Producción, uso, consumo, almacenamiento o desecho
2. La duración, intensidad o repetición social de la actividad.
3. Los cambios continuos de actividad de un mismo espacio arquitectónico.
4. Diferentes ocupaciones dentro de una misma unidad residencial
5. El tipo de abandono
6. Factores físicos y químicos que influyen en la conservación o desaparición de ciertos elementos químicos que transforman el contexto y lo modifican

A continuación, se aplican estos puntos en el caso de la residencia palaciega de La Joya, Veracruz.

- (1) En el conjunto palaciego estudiado se espera encontrar actividades domésticas y posiblemente rituales, por las deducciones de la Dra. Daneels respecto los indicadores arqueológicos encontrados en las excavaciones dirigidas por ella (véase figura 2).
- (2) En este palacio la datación entre una etapa y otra nos puede mostrar el tiempo de ocupación. La Dra. Daneels (2008) propone que la Etapa IIIA Inferior estuvo ocupada aproximadamente doscientos años antes de su

desmantelamiento e incendio. Probablemente se encuentren huellas químicas de las actividades que se realizaban sobre el piso de esta residencia.

- (3) La siguiente etapa constructiva es virtualmente idéntica, lo que sugiere que, a pesar del tiempo, probablemente este lugar siguió utilizándose como anteriormente se hacía.
- (4) Aunque pudo haber más de 2 ocupaciones en el conjunto palaciego, al parecer, se efectuaron las mismas actividades en los mismos espacios.
- (5) En este punto, se considera que el palacio residencial de la Etapa IIIA Inferior no fue abandonado, sino que el palacio fue desmantelado para la siguiente etapa.
- (6) Este último punto de la lista se tiene contemplado con la metodología de análisis de residuos químicos en el piso del palacio, debido a que, la Etapa IIIA Inferior donde se encuentra la residencia, fue excavada en el año 2007. Como anteriormente se mencionó, por un lapso de catorce años estuvo sometido a la intemperización con lluvias y vientos que pudieron alterar los residuos químicos contenidos en los poros del piso, hasta el momento de la recolección de las muestras en el año 2021. Por lo anterior, se tuvo cuidado de no tomar muestras en lugares con contaminación de vegetación o heces de borrego para tener un control relativo de la contaminación contemporánea. Por este motivo las muestras no se tomaron de forma sistemática sino por la elección de los lugares más adecuados para la toma de la muestra. Finalmente se tuvo el cuidado de limpiar el área de tal manera que no se vieran afectados los lugares “limpios” seleccionados para las muestras (ver planteamiento del problema además de recolección y ubicación de las muestras).

Otro punto importante dentro de la metodología del análisis químico de los pisos es que los residuos químicos contenidos en los poros de un piso arqueológico se quedan *in situ* a pesar de que los objetos arqueológicos que se utilizaban en las actividades cotidianas no lo estén:

Estos residuos tienen la gran ventaja de no cambiar de lugar una vez que se depositan en el sitio en el que se desarrollaron las actividades. Adicionalmente, se ha demostrado que se conservan aun en condiciones ambientales adversas dentro de los poros del material (Pecci, et al., 2010 p. 447).

Es necesario resaltar esta última afirmación porque en la residencia palaciega de la Etapa IIIA Inferior se hallaron objetos en una ubicación que no corresponde al lugar donde se encuentran comúnmente en el piso de una residencia, por ejemplo, los cajetes en medio del paso y el candelero junto a las orejeras de piedra gris pulida localizados en medio del pórtico.

### 3 MARCO TEÓRICO

Esta investigación busca comprender el uso que se le dio a un palacio en el centro de Veracruz durante el periodo del Clásico medio. Para ello, es necesario contar con una teoría que permita interpretar los resultados de las pruebas y cotejar las expectativas del estudio. Por lo tanto, se ha seleccionado la teoría procesual como sustento teórico. Uno de los representantes de esta corriente es el arqueólogo Lewis Binford, quien destaca la importancia de utilizar métodos rigurosos y científicos en la investigación arqueológica:

Es una sugerencia bastante más adecuada porque entre los científicos naturales no se espera que los hechos que se observan hablen por sí mismos. Los físicos, químicos, biólogos, etc. no imaginan que las relaciones observadas tengan un sentido que sea evidente por sí

mismo. Están constantemente preocupados en dar sentido a tales observaciones y posteriormente evaluar hasta qué punto en la práctica es útil la interpretación dada. [...] Es por esta razón que siempre he afirmado que la arqueología debería adaptar los métodos de las ciencias naturales (Binford, et al., 1998, p. 25-26).

Para asegurar la científicidad del método arqueológico, se han incorporado técnicas y herramientas provenientes de las ciencias duras, tales como la química, la física, la estadística y la geología, entre otras disciplinas. De ahí que, en este estudio, emplee como método el análisis químico. De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el estudio químico de los pisos tiene como premisa que los residuos se pueden considerar como indicadores arqueológicos de las actividades humanas.

Como indica la investigadora Susan Limbrey (1975, p. 223, apud Manzanilla y Barba, 1994):

la información acerca de las actividades del hombre y el medio en el cual vive reside en el suelo mismo y en las cosas encontradas en, bajo y sobre éste. La 'información intrínseca' está contenida en el material que forma el suelo y en su distribución en el entorno.

Tal vez, este enunciado de la arqueóloga Susan Limbrey tiene que especificarse mejor, porque no es lo mismo un suelo que un piso, a pesar de que en la comunicación cotidiana se utilizan como sinónimos. Un suelo, en términos arqueológicos, se refiere a la superficie de un estrato geológico natural sobre el que el humano realiza sus actividades de manera recurrente (habitación, producción artesanal, agricultura etc.). Un piso es un recubrimiento de la superficie fabricada por el humano usando diferentes tipos de materiales que pueden ser piedra, cerámica, cemento o tierra entendida como una mezcla constructiva

preparada intencionalmente; en todo caso se aplican sobre una preparación previa de nivelación conocida como firme, que viene por encima de un relleno.

Por otro lado, el concepto de "área de actividad" es de gran importancia en este trabajo. De acuerdo con la Dra. Linda Manzanilla (1986, p.13), un área de actividad se define como "la concentración y asociación de materiales, herramientas o desechos en superficies o volúmenes específicos que reflejan actividades particulares". En el ámbito de la investigación mediante análisis de residuos químicos, esta definición se utiliza para referirse a los espacios donde se encuentran objetos arqueológicos y residuos químicos que indican la presencia de actividades.

Finalmente, en este estudio se consideran las alteraciones que ha sufrido este piso. Las cuales se relacionan con procesos de formación no culturales según el arqueólogo Michel Schiffer:

los procesos de formación no culturales pueden agruparse de acuerdo con la escala de sus efectos en tres grupos principales, o sea, el deterioro de artefactos, la alteración de sitios y los procesos regionales. El deterioro incluye la interacción entre artefactos individuales y el ambiente natural (en contextos sistémicos y arqueológicos); algunos ejemplos comunes son la descomposición de materiales orgánicos y la corrosión de los metales. Los procesos de alteración de sitios van desde la actividad de las lombrices hasta el daño debido a ciclos de congelación - descongelación (Schiffer, 1991, p. 40).

En esta investigación se han identificado este tipo de procesos de alteración en el registro arqueológico, tales como la intemperización debido a la filtración de agua de lluvia, la posible alteración química causada por el crecimiento de hierbas, las heces de borrego y la erosión producida por la acción del viento. No obstante, es

importante destacar que algunas perturbaciones naturales pueden estar relacionadas con actividades humanas, como en el caso de los borregos que pastorean en el área de estudio. Por lo tanto, se utiliza el concepto de modificación no cultural con precaución. Para explicar la variabilidad observada en este ámbito no cultural, se suelen recurrir a leyes y principios de otras ciencias, como la química, la física y la geología (Schiffer, 1990, p. 82). Por esta razón, en este trabajo se emplea el análisis químico para alcanzar los objetivos propuestos.

En resumen, el marco teórico propuesto aquí utiliza la teoría procesual para argumentar que las huellas químicas pueden proporcionar información sobre el uso y función del piso de un palacio en La Joya. Sin embargo, también se toman en cuenta las recomendaciones de Schiffer sobre las alteraciones en los contextos debido a eventos posteriores a la ocupación sistémica, como el incendio y la exposición a los elementos contemporáneos en el caso de estudio.

## 4 ANTECEDENTES

### 4.1 ANTECEDENTES DEL SITIO LA JOYA

Este sitio arqueológico se localiza en el estado de Veracruz, en el municipio costero de Medellín de Bravo, sobre la cuenca baja de los ríos Jamapa y Cotaxtla (Daneels, 2012, p.155), específicamente en las coordenadas 19°04' N y 96°09' W (UTM 14Q 799850E 2110850N) (Daneels y Guerrero, 2012, p. 35). La Joya de San Martín Garabato es el nombre oficial de este sitio arqueológico, pero comúnmente es conocido como La Joya, que “no debe confundirse con otro sitio cerca de Catemaco en las montañas de los Tuxtlas que se llama La Joya y que fue excavado por Philip Arnold” (Daneels, 2008a, p. 4).



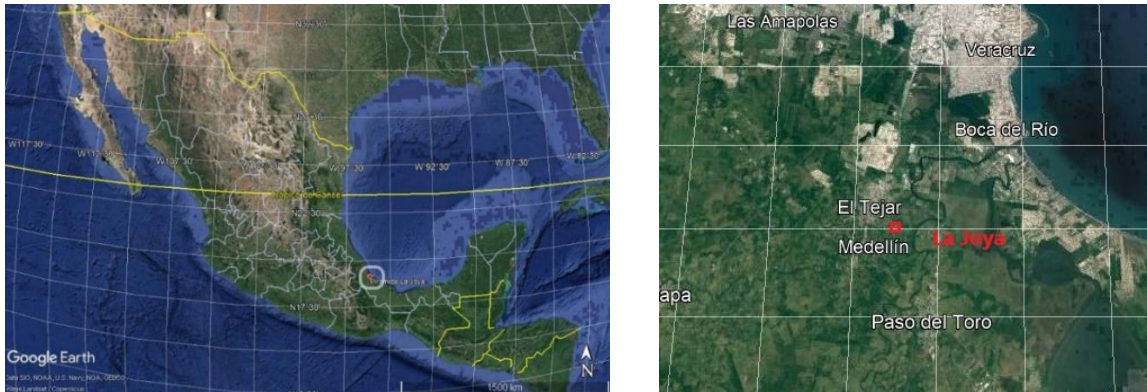


Fig. 4. Ubicación del sitio arqueológico de La Joya en Veracruz, extraído de Google Earth 2022.

El sitio corresponde a la “cultura del clásico del Centro de Veracruz, definida como área cultural mesoamericana desde el XIX por sus rasgos característicos de yugos y hachas, y los estilos decorativos de volutas entrelazadas. Estos rasgos son asociados al juego de pelota y a rituales de decapitación” (Daneels, 2012, p. 155,156) en este caso La Joya cuenta con un yugo completo encontrado en la Plataforma Este, asociado al entierro suntuario del individuo para quien erigieron la pirámide conmemorativa del basamento designado como IIIB en la secuencia constructiva.

La zona arqueológica fue registrada por el INAH desde 1937 por Escalona Ramos y ha sido estudiada desde 1981 por la Dra. Annick Daneels (et al., 2013, p.457; Daneels y Ruvalcaba, 2012, p. 83).

La Joya tiene dos arreglos arquitectónicos: el primero llamado Plaza monumental: “una gran plaza abierta rodeada de tres grandes montículos rectangulares de similar tamaño o forma”, formada por la Pirámide y la Plataforma Este y Norte, y el segundo llamado Plano estándar, al sur de la Pirámide, “un arreglo claramente diferenciado que consiste en una plaza más pequeña delimitada al norte por una

gran pirámide, al sur por un juego de pelota, y a los lados por las plataformas rectangulares bajas” (Daneels, 2008a, p. 3). La Joya fue la capital de un estado pequeño, contemporáneo y probablemente subordinado inicialmente a Cerro de las Mesas (Ibid.).

#### 4.2 SECUENCIA DE OCUPACIÓN EN LA JOYA, VERACRUZ

Se sabe de la primera ocupación en La Joya por las figurillas y vasijas cerámicas encontradas en los rellenos de la Primera y Segunda Etapa Constructiva que datan del preclásico temprano al preclásico medio (1600 a.C. a 400 a.C.) (Piña, 2014, p.51). Sin embargo, no se halló ningún contexto de depósito primario de esta ocupación temprana. Esto se debe posiblemente al desmantelamiento para una construcción posterior (Piña, 2014, p.51). A continuación, se abordan las cuatro etapas constructivas de La Joya.

##### 4.2.1 PRIMERA ETAPA CONSTRUCTIVA

Esta primera etapa constructiva se establece desde el Preclásico tardío al Clásico temprano. La primera estructura que se construyó fue la Plataforma Norte desde el periodo Preclásico Tardío (400 -100 a. C.) y se utilizó hasta el Clásico temprano (200 - 300 d. C.) (Piña, 2014, p.52). En esta etapa, ya se había construido el basamento de acceso y el recinto de doble crujía encima de los dos cuerpos escalonados, que se ha interpretado como un templo. También se han identificado dos plataformas al norte y oeste que posiblemente fueron utilizadas como residencias (ibid.).

El sitio de La Joya se eleva en la cumbre de una paleoduna (Piña, 2014, p. 51), se localizaron hornos de tamaño considerable como los tipos “pib” o “zacahuil”, que al parecer fueron utilizados para la elaboración de comidas comunales; hay

tres localizados en lo que sería posteriormente el área de la pirámide y once en la Plataforma Este (Piña 2014 p.53). Otro punto muy importante de esta etapa constructiva es que, a pesar de que se considera a la Plataforma Norte como un complejo palaciego, el poder aún no estaba lo suficientemente desarrollado, ya que esta se construyó en la periferia y no en la cumbre de la paleoduna donde están los hornos que sugieren que continúan las celebraciones comunales en esta zona (Daneels, 2011).

#### 4.2.2 SEGUNDA ETAPA CONSTRUCTIVA

El lapso que duró la segunda etapa constructiva está entre el Clásico temprano y el Clásico medio I. Continúa la construcción de la Plataforma Norte y además se edifican la Pirámide y la Plataforma Este.

El término de esta Segunda Etapa Constructiva posiblemente fue en el 400 d.C., es decir el Clásico medio I (Piña, 2014, p. 54). En ambos casos, estas dos construcciones cuentan con pequeños sectores circulares endurecidas por fuego localizadas en frente o en ambos lados de los accesos, sugiere que se utilizaron braseros los cuales le brindan significado social a las construcciones y pudieron también usarse para evitar la vista al interior de estos recintos<sup>4</sup> (Daneels, 2012a, p. 270-271 y Velasco, 2014, Piña, 2014).

Una de las construcciones sobre La Plataforma Norte en esta etapa constructiva se le llamo “sala de audiencias” por sus cualidades arquitectónicas, tres espacios elevados, visual y físicamente inaccesibles para la mayoría (Daneels, 2012a, p. 271 apud Piña, 2014).

---

<sup>4</sup> Reinterpretado por Piña (2014)

Comenzaron las construcciones de La Plataforma Este cerca del 350 d. C (Piña, 2014 p. 59). Es una estructura elevada con una altura de 2 metros en la que se construyeron unidades habitacionales, edificios escalonados y pequeñas elevaciones. Según Piña (2014, p. 59), esta plataforma tenía una forma cuadrada pero irregular debido a un anexo en el noroeste de esta. Daneels (2011, apud Piña, 2014, p. 59) señala que la plataforma fue utilizada para la construcción de viviendas y otros edificios.

La Pirámide también se encuentra dentro de La Segunda Etapa Constructiva de La Joya. La primera etapa se construyó alrededor del 200 – 300 d. (Piña 2014 p. 59).

#### 4.2.3 TERCERA ETAPA CONSTRUCTIVA

La tercera etapa constructiva se localiza temporalmente en el Clásico medio I y el Clásico medio II. En esta etapa todo el conjunto de La Joya construido hasta el momento se eleva 2.5 metros, esto se debe a que la plaza fue rellenada con tierra especialmente al oeste y al norte lo cual modificó las escalinatas de acceso (Daneels, 2011, p. 127)<sup>5</sup>.

En los cortes de los ladrilleros fueron identificados unos cuartos y basamentos escalonados que se definen como una continuidad en la diversidad de edificios, así como en su función palaciega<sup>6</sup> (Daneels, 2012a, p. 7).

#### 4.2.4 CUARTA ETAPA CONSTRUCTIVA

---

<sup>5</sup>Reinterpretado por Piña (2014, p. 60)

<sup>6</sup> Ibidem.

La cuarta fase constructiva empieza en el clásico tardío y termina en el mismo, siendo la última etapa de edificación de La Joya.

Desafortunadamente es muy poca la información que se tiene de este periodo constructivo, debido a que es la parte de las estructuras que se ha erosionado (Piña 2014 p. 65).

Con la síntesis de las cuatro etapas constructivas de La Joya se puede observar el tiempo y el desarrollo diacrónico de esta zona. Se considera un sitio importante por el lapso de ocupación que abarca tres temporalidades: Preclásico, Clásico y Posclásico.

#### 4.3 LA PLATAFORMA ESTE

El edificio que le concierne a este trabajo es la Plataforma Este, particularmente el anexo localizado en el noreste de lo que sería la plataforma principal que actualmente ya ha sido devastada, como se dijo anteriormente, por el trabajo de los ladrilleros. En esta plataforma la Dra. Daneels ha encontrado un total de cinco fases de edificación relevantes. Las primeras dos fases aún no se han excavado (Daneels, 2008a, p. 21) por la información relevante que contiene la Etapa IIIA Inferior.

Los hallazgos arqueológicos encontrados en varios periodos constructivos, como las catorce piezas de piedra verde, sugieren que las personas que los habitantes de este sitio pertenecían a la élite, y la presencia de figurillas del tipo conocido como 'Dios Narigudo' permitió definirlo como un conjunto palaciego que probablemente fue utilizado como residencia por los sacerdotes encargados del culto popular a los 'Dioses Narigudos' (Daneels, 2008b, p. 204). Para fines de este

trabajo, se abordan más a detalle los momentos constructivos IIIB, IIIA Superior e Inferior.

#### 4.3.1 ETAPA IIIB

Este período fue descrito espacialmente por la Dra. Daneels como “una plataforma escalonada de tres cuerpos, con escalinata amplia hacia la plaza principal y una escalinata angosta al este” (Daneels y Ruvalcaba, 2012, p. 86). En esta fase se encontró en el relleno “el entierro primario de un hombre adulto, colocado con las piernas cruzadas en una cazuela grande, con una ofrenda suntuaria que incluye un yugo completo” (Ibid.), este hallazgo le confiere gran significado a la Plataforma Este, ya que los yugos y hachas están relacionados con el juego de pelota como se citó anteriormente. Además, la ofrenda contenía 4 artefactos de piedra verde que son parte de un juego de adornos obtenidos de un solo bloque de jade que lucía el hombre del entierro de la cazuela (Ibid.).

También se encontró un cuenco de cerámica con figurillas del Dios Narigudo en la base de la escalinata superior (Daneels, 2008a, p.13), mencionado anteriormente como parte del culto popular de La Joya. En las remodelaciones de esta plataforma escalonada (etapas IIIC y IIID) se puede apreciar cómo se vuelve cada vez menor lo que aparentemente refleja la decreciente importancia del edificio (Ibid.).

Por otra parte, la secuencia final de esta plataforma escalonada, en el año 700 d. C. quedó obliterada por un relleno que lo recubrió totalmente (Daneels y Ruvalcaba, 2012, p. 86) en donde se encontró una formidable ofrenda de terminación:

Al oeste dos entierros humanos y un perro, así como tres cuencos con figurillas del 'Dios Narigudo' y al este varios entierros: once primarios (nueve con las piernas cruzadas, dos laterales), catorce desmembrados (cráneos, piernas y brazos) y siete secundarios (bultos de huesos largos y fragmentos de cráneos) entre los cuales había vasijas estibadas, y encima de todos estos elementos una capa casi continua de más de 880 figurillas pequeñas y esquemáticas del 'Dios Narigudo' (ibid.).

Igualmente se encontraron cinco artefactos de piedra verde (pero no de jadeíta) dispersos en el relleno asociado a la gran ofrenda terminal (Daneels y Ruvalcaba, 2012, p. 87). Después de este evento de terminación toda el área quedó completamente aplanada (Daneels, 2008a, p. 13), además de que se encontró un drenaje hecho con tubos de cerámica que capturaba y drenaba el agua de un segundo nivel de la Etapa IIIB (Ibid.). Los hallazgos encontrados en esta etapa dan muestra de la importancia de este sitio, con la presencia de vestigios arqueológicos como la piedra verde que infieren prestigio ya que no cualquiera tenía acceso a este tipo de materiales.

#### 4.3.2 ETAPA IIIA SUPERIOR

La Etapa IIIA son dos residencias superpuestas, muy parecidas entre sí. La IIIA Superior contiene la segunda ocupación de dicha etapa. La construcción es igual que la traza de la Etapa IIIA Inferior, solamente el tamaño es el que se modifica y se ubica más al oeste (Daneels, 2008a, p. 12). Otra diferencia con la Etapa IIIA Inferior, tiene que ver con que esta residencia fue limpiada completamente antes de que fuera incendiada y destruida (ibid.). También se encontraron figurillas que pertenecen al culto de los 'Dioses Narigudos' superpuestos en dos cajetes en la orilla del andador frente al acceso (Daneels, 2012, p. 163).

Esta residencia fue incendiada en algún momento entre 380 y 450 d. C. (Daneels y Ruvalcaba, 2012, p. 87). Frente a la puerta que conecta los dos cuartos del sur se halló una depresión en el piso que se interpretó como fogón por estar llena de carbón *in situ* (Daneels, 2012, p. 163) además de que inmediatamente a lado se encontraron huesos de ave y dos bolitas de barro (posibles proyectiles de cerbatana) lo que dio pie a que este espacio fuera interpretado como una cocina (Ibid.).

#### 4.3.3 ETAPA IIIA INFERIOR

Esta etapa es donde se encuentra ubicado el palacio sujeto del presente estudio. La Etapa IIIA Inferior “consiste en una gran unidad residencial sobre una plataforma baja escalonada de dos niveles cuya fachada occidental forma la esquina sureste del nivel elevado de la plaza principal. El nivel superior es accesible a través de una escalinata de dos escalones” (Daneels, 2008a, p. 9).

Este lugar también muestra evidencia de haber sido desmantelado e incendiado para la siguiente construcción, pero en este caso los moradores de este palacio dejaron sobre el piso una ofrenda antes de quemar el edificio hacia 360 d. C (Daneels, 2013, p. 159., Daneels, 2008a, p. 6, Daneels, 2022).

Hay varios hallazgos significativos en el pórtico provenientes de esta ofrenda de terminación: una parte de un objeto discoidal de pizarra, encontrado por la pilastra norte; fragmentos de un incensario con decoración cónica al pastillaje, en el centro se localizaron tres cajetes, un candelero rectangular pulido que en la tipología teotihuacana refiere a la temporalidad Xolalpan temprano; casi en la entrada del cuarto principal al este se encontraron dos orejeras grandes de piedra gris pulida; en la pared sur del pórtico se hallaron dos concentraciones de proyectiles de



cerbatana asociados a un candelero cuadrilobular y dos cuentas de piedra verde (Daneels, 2013).

Se considera que es un hallazgo excepcional porque es el único lugar en La Joya en el cual se han encontrado tantos artefactos *in situ*, los otros espacios excavados (en la pirámide, la Plataforma Norte y las demás etapas de la Plataforma Este), fueron limpiados antes de desmantelarlos para erigir la nueva etapa constructiva, lo que hace muy especial a este contexto (Daneels comunicación personal).

## 5 ANTECEDENTES DE LA PROSPECCIÓN QUÍMICA EN CONDICIONES SIMILARES AL CONTEXTO ESTUDIADO

El estudio de pisos intemperizados y calcinados han sido parte de los contextos en los que se ha aplicado el análisis químico. Como se verá a continuación los pisos son principalmente de estuco y sascab.

### 5.1 PISOS INTEMPERIZADOS

La Casa de las Águilas es un edificio que se localiza al norte del Templo Mayor en la Ciudad de México. Esta estructura contenía información arqueológica además de iconográfica (Barba et al., 1997, p.21). Este contexto estuvo expuesto a la intemperie por aproximadamente 11 años, entre el momento de su excavación y el momento de la toma de muestras para residuos químicos:

En 1981 fue excavada una estructura que corresponde a una etapa constructiva [...] así a partir de 1992 se llevó a cabo un proyecto de investigación interdisciplinaria entre el INAH y la UNAM (Ibid.).

Primero se realizó un estudio topográfico, posteriormente estudios geofísicos (gradiente y susceptibilidad magnética además de resistividad eléctrica) con los que fue posible localizar una primera etapa debajo de la segunda etapa (Ibid. p. 23). Finalmente se realizó el estudio químico del piso de la etapa II.

Las pruebas que se efectuaron fueron las de fosfatos, carbonatos, pH, ácidos grasos, carbohidratos y albúmina. Las muestras utilizadas en estas pruebas se obtuvieron de los pisos en los cuartos 1, 2 y 3 y del patio, debido a que, en estos lugares se encontraban la mayoría de los elementos arqueológicos.

A partir de los resultados se detectaron tres áreas importantes en esta estructura (el altar principal, zona frente a las esculturas antropomorfas y frente a los incensarios), con actividades que dejaron un claro rastro químico: En el altar principal se localizó una disminución en la concentración de carbonatos por el deterioro que sufrió el piso a causa del uso intenso de esta zona y a las brasas incandescentes provenientes de los braseros. Vinculado a esto, frente al altar se registró un alto valor de pH que se relaciona con la presencia de cenizas. En los resultados se encontraron valores altos de fosfatos, carbohidratos, también de ácidos grasos que sugieren la presencia de resinas.

Frente a las esculturas antropomorfas se localizaron concentraciones altas en carbohidratos, fosfatos y ácidos grasos. En los resultados de esta zona destaca los valores altos de albumina que se asocia a ofrendas de sangre.

Frente a los braseros: se encontraron evidencias de actividades rituales asociadas al fuego y a ofrendas de productos que contuvieron grasas vegetales y animales. También se detectó la presencia de carbohidratos procedentes de una sustancia

rica en azúcares y almidones y se propone que esta sustancia pudo ser pulque (Ibid. p. 25).

Por lo tanto, la exposición prolongada de esta estructura a la lluvia ácida por más de 11 años no ha tenido un impacto significativo en la claridad de los patrones químicos.

## 5.2 PISOS INCENDIADOS

En Teopancazco, Teotihuacán, se hizo un estudio químico en el módulo 2 conformado por dos cuartos C17 y C14 y dos pórticos C18 y C15/16, ambos conectados con un mismo patio hundido.

Entre los resultados de las pruebas químicas resaltan los valores de pH que en su mayoría marcan 9, es decir un pH alcalino, que se asoció a la presencia de cenizas; aunado a las manchas de quemado en muros y pisos, además de la viga encontrada en C15/16 junto a restos de carbón, permiten afirmar que hubo un incendio (Pecci et al., 2010, p. 456)

Otro resultado interesante es el incremento de fosfatos en los pórticos, ya que las actividades se facilitan por la luz y la ventilación. La presencia de ácidos grasos en C14 se asocia a una escultura de Huehuetéotl, a la que probablemente se le hacían ofrendas con quema de resinas como el copal (Ibid. p. 457).

## 5.3 PISOS A ESCASA PROFUNDIDAD, AFECTADOS POR INCENDIOS RECIENTES

El lugar donde se llevó a cabo el análisis químico sobre este tipo de contextos fue en el sitio arqueológico maya Cobá en Quintana Roo, en las Unidades 2-14 y 15-37. Las Unidades mostraban una fuerte acción de la intemperización además de un incendio ocurrido 30 años atrás. La evidencia de esto era, respectivamente, las

caras de las piedras que mostraban cortes por el agua de lluvia y el escaso diámetro de los árboles presentes en el sitio que crecieron después del incendio (Barba y Tovalin, 1987, p. 334).

En este caso, las muestras se tomaron a pocos centímetros de la superficie:

Al utilizar el perforador para obtener muestras de capas inferiores, la penetración del barreno fue muy limitada y se encontró que el promedio de profundidad fue de 13 cm, con un máximo de 40 cm en la 'gran depresión' (Ibid. p. 334).

A nivel químico, se realizaron análisis de pH, fosfatos y carbonatos (Manzanilla y Barba, 1987, p. 70). Los resultados de bajos fosfatos en la Unidad 2-14 se relacionó con las áreas de paso. Los resultados de altas concentraciones de carbonatos fueron asociados con la presencia de metates y por ende a la presencia de nixtamal (ibid. p. 97). En la Unidad 15-37 se identificó un patio y en el piso de este se hallaron altas concentraciones de fosfatos que se vincularon a actividades humanas contaminantes (Ibid. p. 101).

La cantidad alta de carbonatos hallados en las estructuras de la unidad 15-37 se interpreta como la desintegración del material constructivo que termina acumulándose en los pisos y por lo mismo se considera un indicador de estructuras (Ibid.). El pH alcalino en el patio de 12-14 alrededor de ciertas estructuras se asoció a la presencia de cenizas de madera y hogares (ibid. p. 106). Y en los lugares donde hubo poca o nula presencia de carbonatos, fosfatos y pH se interpretaron como almacenes y zonas de descanso (Ibid. p. 107).

Por último, en este estudio químico se considera que las personas que habitaron este lugar lo hicieron por más de dos generaciones y no cambiaron el lugar en donde se realizaban estas actividades. Además, se hace la observación de que el

tiempo, la forma de abandono y el clima tropical no fueron suficientes para alterar la permanencia de residuos químicos de las actividades humanas como el fosfato que duró 1250 años bajo este tipo de condiciones (Ibid. p.107).

#### 5.4 ANTECEDENTES DEL SPOT-TEST EN LA JOYA

El análisis de residuos químicos ya se ha utilizado dos veces en el sitio de La Joya, pero no se había aplicado a contextos residenciales. La maestra en Arqueología Rocío Velasco, en su tesis de maestría “Los braseros de culto: investigación a partir de pisos quemados en un sitio del clásico en el centro de Veracruz”, analiza muestras asociadas a zonas quemadas en el piso del cuarto de acceso de la Plataforma Norte de La Joya, “con el objetivo de analizar la tierra y saber el uso que se le dio a los pisos en el cuarto de acceso y correlacionarlos con actividades humanas”, en específico, si las partes quemadas indicaban la presencia de braseros (Velasco, 2014, p. 70).

A diferencia de la presente investigación, en ese caso la toma de muestras se realizó a la par con el avance de la excavación del área, en 3 etapas: la primera fue en el año 2006 en el cuadrante C”31 y se tomaron siete muestras (Ibid., p.71). En la segunda etapa, en enero del 2007, se tomaron cinco muestras cuatro en el cuadrante E”32 y una en el cuadrante F”32 (Ibid. p. 72). En la tercera etapa se tomaron el mes de febrero del 2007 (Ibid. p. 73) un total de ocho muestras. Por último, se tomaron doce muestras en el cuadrante F”32 (Ibid. p. 75). Las muestras sumaron un total de treinta y dos, a las que se aplicaron las pruebas de fosfatos, carbonatos, carbohidratos, residuos proteicos, residuos grasos y potencial de hidrógeno (pH). Cabe mencionar que adicionalmente la Mtra. Velasco también realizó pruebas de polen y fitolitos, estos datos no se abordarán en el presente trabajo.

Como se indicó, el piso era en general de barro crudo, pero presentaba seis sectores circulares de barro cocido (círculos negros rodeados de franjas naranjas), donde se infirió la presencia de braseros.

El segundo estudio, se presentó por Eli Vázquez Bello en su tesis de licenciatura “Función de un depósito troncocónico hallado bajo la Plataforma Este del sitio “La Joya”, Medellín, Veracruz” e incluyó el análisis de residuos químicos para un acercamiento del contexto arqueológico de una cavidad troncocónica excavada en el suelo estéril y usada como basurero. También se aplicaron las pruebas a los fragmentos de vasijas encontradas en los estratos se les realizó la prueba de residuos proteicos (Barba et al. 1991).

Las muestras recolectadas para polen y fitolitos provenientes de los diez estratos acumulados dentro de la cavidad troncocónica, por barrido de la superficie y por deslaves acarreados por aguaceros, se dividieron para su uso en las pruebas de análisis químicos; además de estas muestras, se utilizaron otras procedentes de las vasijas contenidas en este hueco:

- “Las muestras químicas obtenidas de la primera capa fueron 27: de tierra y de (sic) 17 cerámica” (Vázquez Bello, 2009, p. 128)
- “Las muestras químicas obtenidas del segundo estrato fueron 20” (ibid. p. 132)
- “Las muestras químicas obtenidas en la tercera capa fueron 33” (ibid., p. 135)
- “De la capa 4 se obtuvieron 52 muestras para residuos químicos” (ibid., p. 138)
- “Las muestras orgánicas de la quinta capa fueron 17 [...] En esta capa no se pudieron realizar las muestras inorgánicas porque las bolsas de tierra extraída se rompieron, provocando que la tierra se mezclara” (ibid., p. 139)
- De la sexta capa se obtuvieron “32 análisis químicos” (ibid., p. 143)

- De la séptima capa “Las muestras de residuos orgánicos fueron 41” (ibid., p.145)
- En la octava capa al parecer no se tomaron muestras por ser la capa de azolve pluvial. (ibid., p. 145).
- En la novena capa “El análisis de residuos orgánicos se realizó en 67 muestras” (ibid., p. 148)
- “Las muestras de materias orgánicas de la décima capa son 129 en total” (ibid., p. 150).

Como se puede observar, hay antecedentes de análisis químico mediante spot-test en las investigaciones de La Joya, en áreas rituales de acceso (espacio liminar purificado por el humo de incensarios) y de basurero. Por lo tanto, este trabajo busca contribuir al conocimiento de áreas de uso doméstico-residencial en La Joya, a partir de la metodología del estudio de los residuos químico de sus pisos.

## 6 ANÁLISIS QUÍMICO

### 6.1 RECOLECCIÓN Y UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS

El lugar donde se localiza el palacio fue excavado en el año 2007 y las muestras se tomaron 14 años después, los días 15 y 16 de octubre del 2021. A pesar de las protecciones perimetrales y la lona que cubre la plataforma durante la temporada de lluvias, el ganado (vacas y borregos) de las personas que viven a los alrededores, contaminaron esta área con su abono. Por ello, antes de recolectar las muestras, se marcaron con tachuelas las áreas que no mostraban evidencia de contaminación, ni por plantas ni por heces.

Posteriormente se limpió cuidadosamente el piso, retirando las plantas y las heces y barriendo el polvo con una brocha nueva y recogedor lavado, cuidando de no contaminar los sectores marcados por las tachuelas. Por este motivo, las muestras fueron recolectadas de acuerdo con el estado de conservación y se priorizaron las

áreas menos contaminadas además de las que proporcionaran más información de acuerdo con su ubicación. Debido a esto, la recuperación de las muestras no fue sistemática.

Para poder reconocer muestras contaminadas por heces, se tomaron muestras de heces como control.

Las muestras se tomaron con cuidado de no contaminar los tubos de ensayo con tapa que fueron esterilizados, así como las herramientas que se utilizaron en su recolección. La cucharilla marca Bellota número 6 lavada se utilizó para retirar la primera capa de piso más intemperizado (en un área de 20 x 20cm aproximadamente y menos de 0.5 cm de profundidad), con movimientos de derecha a izquierda; la tierra acumulada a la izquierda posteriormente fue retirada con un recogedor de plástico y una brocha de 10 cm de cerdas artificiales que antes se enjuagaron y lavaron con agua tridestilada para retirar la sustancia con la que vienen recubiertas antes de su venta, porque puede alterar los resultados (esta sustancia que cubre las cerdas hace que la pintura pueda deslizarse mejor).

El mango de esta brocha fue forrado con cinta gris para que el barniz y la pintura del mango no contaminara el piso o la muestra por su desprendimiento. Posteriormente se raspó la superficie con un bisturí en un área de aproximadamente 3 x 3 cm recolectando la tierra con una brocha de 5 cm con cerdas naturales, igualmente lavada con agua tridestilada y su mango era de madera sin pintura ni barniz por ello no se forró como la otra. La muestra se recogía con la misma navaja del bisturí y fue depositada en los tubos de ensayo de vidrio con tapa antes mencionados.



Posteriormente se marcaba el tubo con la clave de la residencia palaciega y el número de la muestra (JR#), después se marcaba la tachuela de color blanco o amarillo con el número de la muestra.

El área en las que fueron tomadas las muestras se registró dentro de la retícula general de excavación y se señaló en el mapa de la residencia con un número dentro de un círculo por la Dra. Annick Daneels.

En el caso de las muestras secas, se tapaba inmediatamente el tubo y se colocaba de manera vertical en la gradilla para que no se contaminara la muestra con el plástico de la tapa. En cambio, algunas muestras se tomaron cuando el piso aún estaba húmedo y se dejaron los tubos destapados algunos días para que su contenido de humedad disminuyera.

El total se obtuvieron 41 muestras de piso (y una muestra de control de las heces de borrego): 23 fueron tomadas por la Mtra. Velasco, 8 por la Dra. Daneels el viernes 15 de octubre del 2021, mientras que las 10 muestras restantes fueron tomadas un día después por la autora de esta tesis. En ambos casos las tomas de las muestras fueron supervisadas por la Dra. Annick Daneels quien tomó registro de cada una y las señaló en el plano original de la Plataforma Este con cuadros 2x2 de la cuadrícula general del sitio que se estableció en 2004 (Daneels, 2008a, p. 6).



Fig. 5. Fotografías de la recolección de las muestras, los días 15 y 16 de octubre del 2021. Fotografías provenientes del archivo de la Dra. Daneels.

Posteriormente se agregaron 36 muestras tomadas en el piso de la terraza de la segunda etapa constructiva de la Plataforma Este, durante la última temporada de excavación del mismo proyecto. Estas fueron tomadas 3 días después de excavar el sector, cuyo uso de la terraza aún no ha sido identificado. Es por esta razón que es necesario expandir el área de excavación para tener la noción de cómo fue

utilizado este espacio y por tal motivo no serán abordados los resultados de estas muestras.

Tabla de las muestras del piso del palacio IIIA Inferior: Pórtico, cuarto principal, cocina, almacén oeste, almacén este, andador (de la fachada principal).

| No. de muestra | Tomada por          | Cuadro | Cuarto           | Ubicación   |
|----------------|---------------------|--------|------------------|---|
| 1              | Mtra. Rocío Velasco | 27 F'  | Entrada          | Al oeste de la pilastra sur                             |
| 2              | Mtra. Rocío Velasco | 27 F'  | Entrada          | En el noroeste de la pilastra sur                       |
| 3              | Mtra. Rocío Velasco | 26 F'  | Acceso           | En el centro de acceso                                  |
| 4              | Mtra. Rocío Velasco | 27 F'  | Acceso           | En el sur del acceso central                            |
| 5              | Dra. Annick Daneels | 26 E'  | Pórtico          | En el centro del pórtico                                |
| 6              | Mtra. Rocío Velasco | 27 F'  | Pórtico          | Al suroeste de la pilastra sur                          |
| 7              | Mtra. Rocío Velasco | 28 F'  | Pórtico          | En la esquina sur del pórtico                           |
| 8              | Dra. Annick Daneels | 28 F'  | Pórtico          | Al oeste del muro sur, pórtico                          |
| 9              | Mtra. Rocío Velasco | 28 F'  | Cocina           | En la esquina noroeste de la cocina                     |
| 10             | Dra. Annick Daneels | 28 F'  | Cocina           | En el centro de la cocina lado oeste                    |
| 11             | Dra. Annick Daneels | 29 F'  | Cocina           | En la orilla del muro cocina*                           |
| 12             | Mtra. Rocío Velasco | 28 E'  | Cocina           | En la cocina (centro)                                   |
| 13             | Mtra. Rocío Velasco | 28 E'  | Pórtico          | Esquina suroeste del pórtico                            |
| 14             | Mtra. Rocío Velasco | 27 E'  | Pórtico          | Centro del sector sur del pórtico                       |
| 15             | Mtra. Rocío Velasco | 28 E'  | Cuarto principal | Orilla del muro oeste en cuarto principal               |
| 16             | Dra. Annick Daneels | 27 D'  | Cuarto principal | Orilla del muro oeste del cuarto principal más al norte |

|    |                     |          |                          |  |
|----|---------------------|----------|--------------------------|--|
| 17 | Dra. Annick Daneels | 27 D'    | Cuarto principal         | Orilla del muro oeste, en cuarto principal, casi en la puerta    |
| 18 | Mtra. Rocío Velasco | 27 E'    | Pórtico                  | En pórtico sobre acceso al cuarto                                |
| 19 | Mtra. Rocío Velasco | 26 E'    | Pórtico                  | En el centro del pórtico   |
| 20 | Mtra. Rocío Velasco | 25/26 F' | Entrada                  | En entrada lado Norte al sur de la pilastra norte                |
| 21 | Mtra. Rocío Velasco | 25 F'    | Entrada                  | Al oeste de la pilastra norte                                    |
| 22 | Mtra. Rocío Velasco | 25 F'    | Entrada                  | Al noroeste de la pilastra norte                                 |
| 23 | Mtra. Rocío Velasco | 25 F'    | Acceso                   | En acceso norte, cerca del muro del almacén y entrada            |
| 24 | Dra. Annick Daneels | 25 E'    | Acceso                   | En pórtico por acceso norte al noreste del disco de pizarra      |
| 25 | Mtra. Rocío Velasco | 25 F'    | Pórtico                  | En el pórtico al suroeste del pilote norte                       |
| 26 | Mtra. Rocío Velasco | 26 E'    | Pórtico                  | En el pórtico, al acceso   |
| 27 | Mtra. Rocío Velasco | 25 E'    | Pórtico                  | En el pórtico, al acceso   |
| 28 | Mtra. Rocío Velasco | 26 H'    | Escalinata               | Orilla escalinata Norte  |
| 29 | Mtra. Rocío Velasco | 26 H'    | Escalinata               | Orilla escalinata Centro   |
| 30 | Dra. Annick Daneels | 27 H'    | Escalinata               | Orilla escalinata Sur (piso muy compacto)                        |
| 31 | Mtra. Rocío Velasco | 25 E'    | Pórtico                  | En sector del piso muy quemado en noroeste del pórtico           |
| 32 | Autora              | 25 E'    | Acceso a cuarto noroeste | En acceso a cuarto Noroeste                                      |
| 33 | Autora              | 25 E'    | Cuarto noroeste          | En cuarto noroeste lado sur                                      |
| 34 | Autora              | 25 E'    | Cuarto noroeste          | En el cuarto noroeste lado sur a 60cm del norte de la muestra 33 |
| 35 | Autora              | 24 E'    | Cuarto noroeste          | Firme  |

|    |        |       |   |  |
|----|--------|-------|---|--|
| 36 | Autora | 24 F' | Exterior del cuarto noroeste                | A 40 cm del repello este del muro                              |
| 37 | Autora | 24 E' | Cuarto noroeste                             | Parte del piso quemado negro donde se encontraron las mazorcas |
| 38 | Autora | 24 E' | Cuarto noroeste                             | Bajo hule, en esquina Noroeste cuarto Noroeste                 |
| 39 | Autora | 24 D' | Cuarto noroeste                             | Extremo noroeste   |
| 40 | Autora | 24 D' | Acceso este del cuarto noroeste             | Piso quemado interior  |
| 41 | Autora | 24 D' | Cuarto contiguo al este del cuarto noroeste | Piso quemado negro en la esquina suroeste del cuarto noreste   |

Tabla 1. Las muestras tomadas en los lugares de la residencia.

\* En la observación escrita en el diario de campo de la Dra. Daneels, señala que puede salir alto en carbonatos (por el carbonato de calcio) por que se raspó un huesito a la hora de tomar la muestra.

Aunque la recolección no se hizo de manera sistemática (cada 50 cm), se obtuvieron varias muestras de cada uno de los cinco espacios de la residencia, lo que permitirá hacer comparaciones.

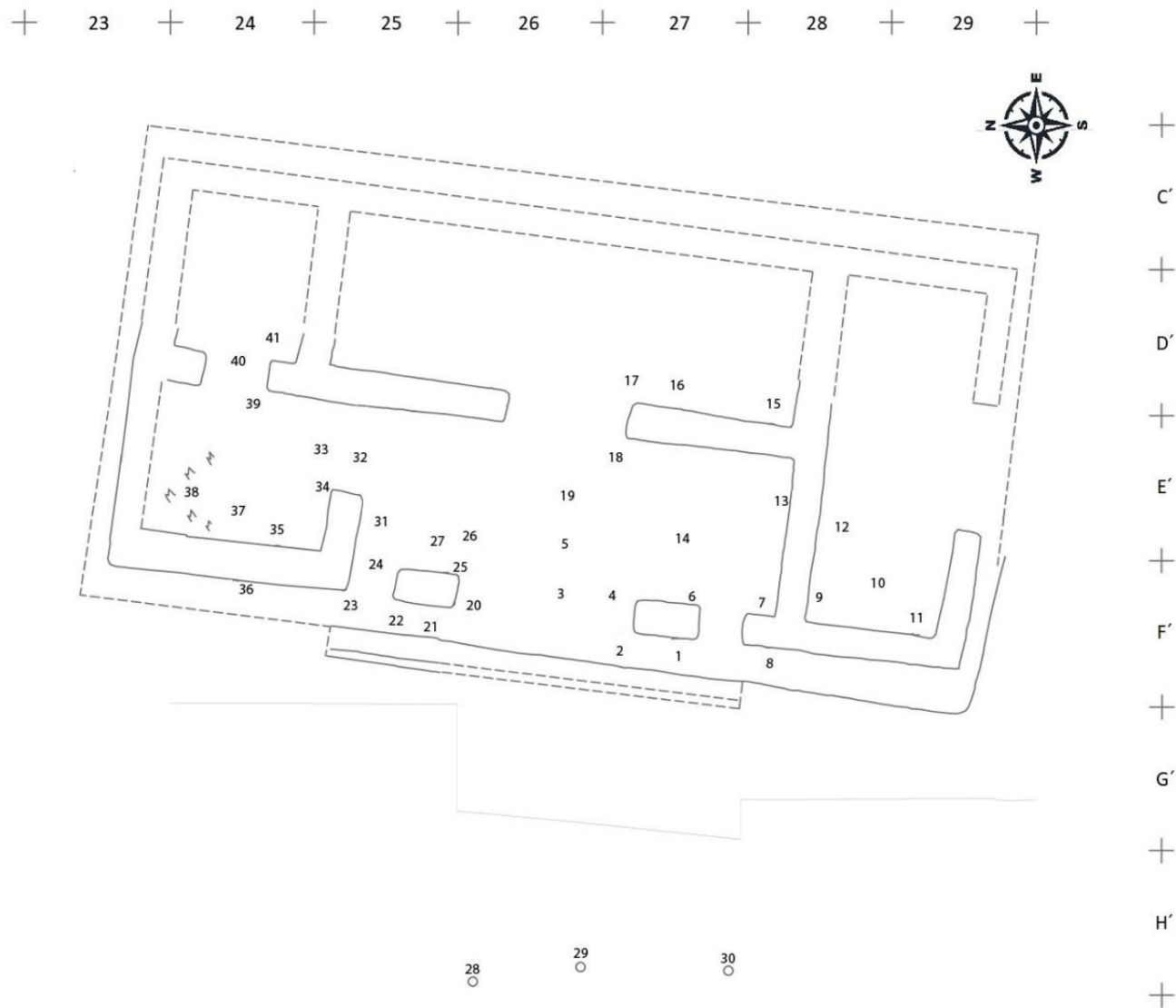


Fig. 6. Plano de la toma de muestras en la Plataforma Este, Etapa IIIA Inferior. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).

## 6.2 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

A continuación, se describe la forma en la que se hicieron las pruebas químicas con las muestras obtenidas del piso de la Plataforma Este Etapa III Inferior. También se muestra el manual “Procedimientos para el estudio químico de pisos y cerámicas arqueológicas” con ciertos aportes con letra itálica para su mejor comprensión y ejecución. Este aporte se hace desde la experiencia de la autora en el servicio social realizado en el Laboratorio de Prospección Arqueológica, en el que se llevaron a cabo las pruebas químicas que ahí se describen.

### 6.2.1 SEPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Como se mencionó anteriormente, las muestras se encontraban dentro de tubos de vidrio esterilizados con tapa de plástico (comúnmente conocidos como tubos de cultivo con tapa roscada), con la finalidad de que no se contaminaran las muestras en envolturas de plástico, que afectan las lecturas en estudios de cromatografía (contaminación por ftalatos). Para su manejo en el Laboratorio de Prospección Arqueológica del IIA, se controlaron los siguientes factores:

#### a) Tubos esterilizados:

Para la esterilización de los tubos fueron previamente forrados con papel Kraft (ver figura 7) por si algunos de ellos reventaban debido a la alta temperatura dentro del autoclave.



Fig. 7. Fotografías de cómo se envolvieron los tubos de ensayo con papel Kraft.

Los tubos de ensayo de 20x15 procedentes del Laboratorio de Prospección Arqueológica fueron previamente esterilizados en la maquina autoclave que fue facilitado por el Laboratorio de Antropología Genética del IIA. La finalidad de la esterilización de dichos tubos fue para utilizarlos como contenedores temporales al momento de separar la muestra, tomando en cuenta que la estratigrafía de las muestras dentro de los tubos estaba invertida, es decir que la muestra contenida en el fondo del tubo venía de la parte más superficial del piso, donde en principio se esperarí mayor concentración de residuos, por lo que era esta parte la necesaria para las pruebas químicas. Por si los resultados de las pruebas arrojaban datos interesantes, serían analizados con cromatografía de gases:

La cromatografía de gases es una técnica analítica de separación en la que los componentes de una muestra vaporizada se reparten entre una fase gaseosa y



una fase estacionaria [...]. Esta separación se lleva a cabo gracias a la vaporización de la muestra, su elución mediante el flujo de un gas inerte (*en este caso helio*) y su retención según la afinidad que tenga con la fase estacionaria. Esta técnica suele estar acoplada a un detector de espectrometría de masas, que permite medir la relación masa/carga ( $m/z$ ) de los iones que se producen en la muestra [...] (Reyes, 2023, p. 23).

b) Separación de las muestras:

Para este paso se utilizaron los siguientes materiales (ver figura 8):

1. Un utensilio metal para extraer la muestra fácilmente de los tubos de cultivo donde se transportó la muestra
2. Una piseta con agua destilada para limpiar el utensilio cada vez que se cambiaba de muestra
3. Tubos de ensayo de 20x15 esterilizados
4. Bolsas con cierre hermético
5. Sanitas o servilletas de papel
6. Tubos de cultivo esterilizados, con las muestras y su número de registro



Fig. 8. Materiales utilizados para la separación de las muestras.

### 6.2.1.1 Procedimiento

- I. Se seleccionó la muestra que sería dividida, también se desenvolvió el tubo esterilizado que serviría como contenedor y se colocó en una gradilla, luego se destapó el tubo de cultivo portador de la muestra.



Fig. 9. Procedimiento de la separación de las muestras.

- II. Antes de la extracción de la muestra se limpiaba el artefacto tres veces con agua destilada de esta forma se evitaba la contaminación cruzada por las otras muestras (ver fig. 9).

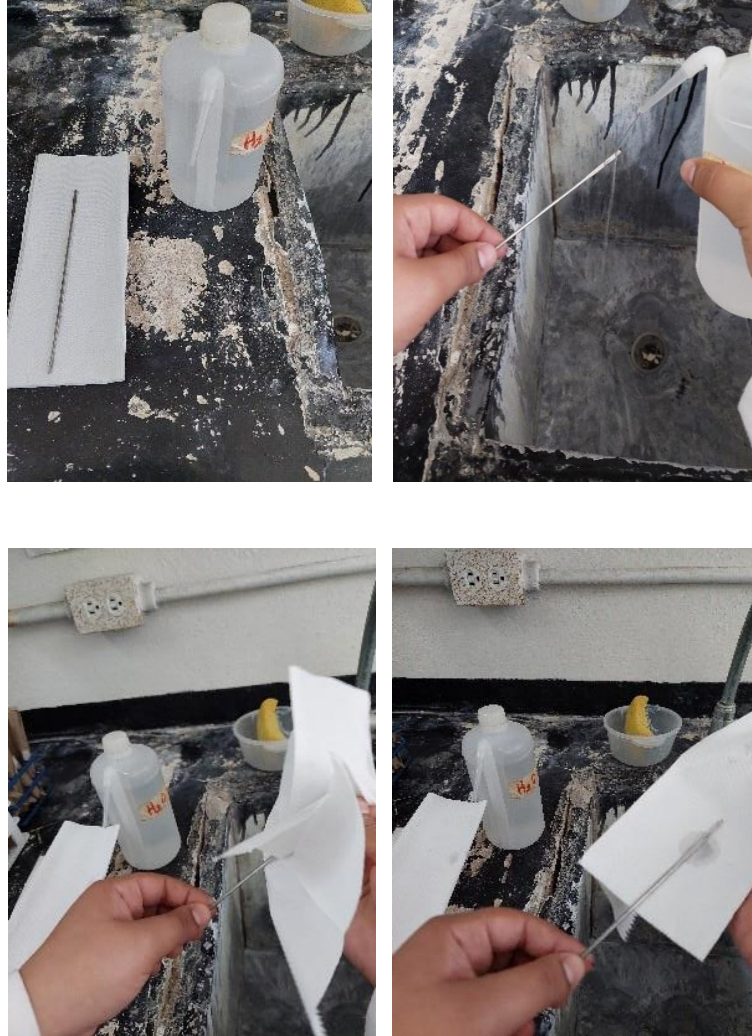


Fig. 10. Limpieza del artefacto con agua destilada, utilizado para sacar la muestra de los tubos con tapa.

- III. Posteriormente se extraía la parte de arriba de cada muestra que era el estrato más profundo y se depositaba en el tubo esterilizado, ya separada la muestra del tubo se vertía la parte sobrante en las bolsas ya marcadas con el número de la muestra que se estaba separando.

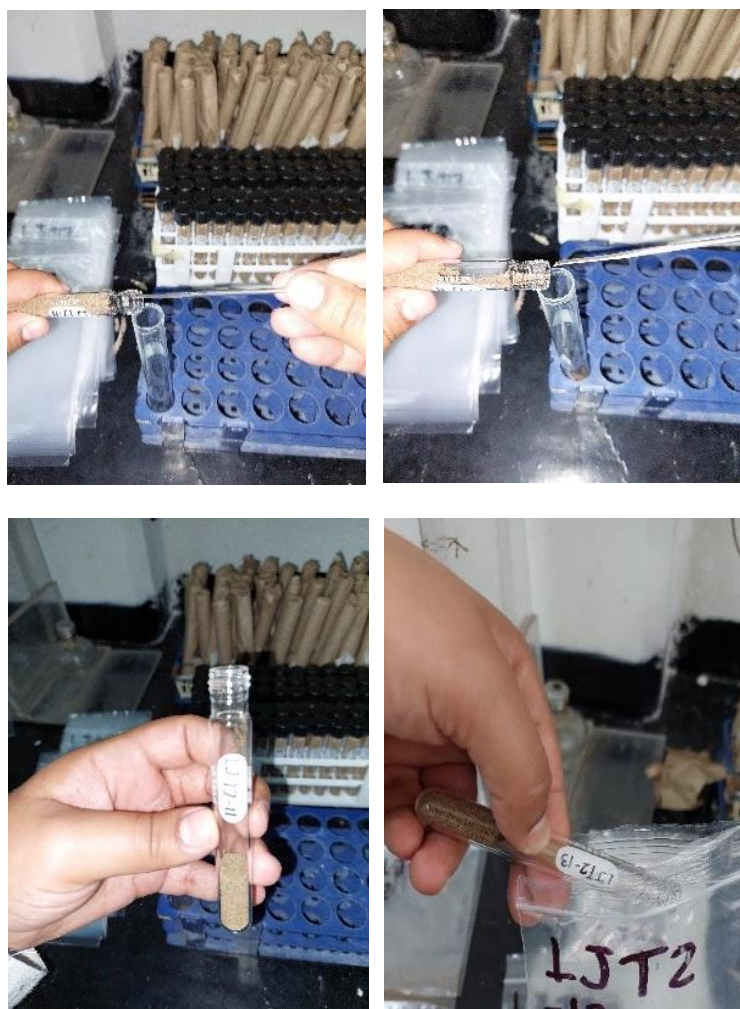


Fig. 11. Separación de la muestra del estrato inferior en el tubo esterilizado y el estrato superior en la bolsa de plástico.

- IV. Por último, se regresó la muestra del tubo contenedor temporal al tubo de procedencia, por si los resultados de las pruebas arrojaban datos interesantes, poderlos enviar a análisis con cromatografía de gases.

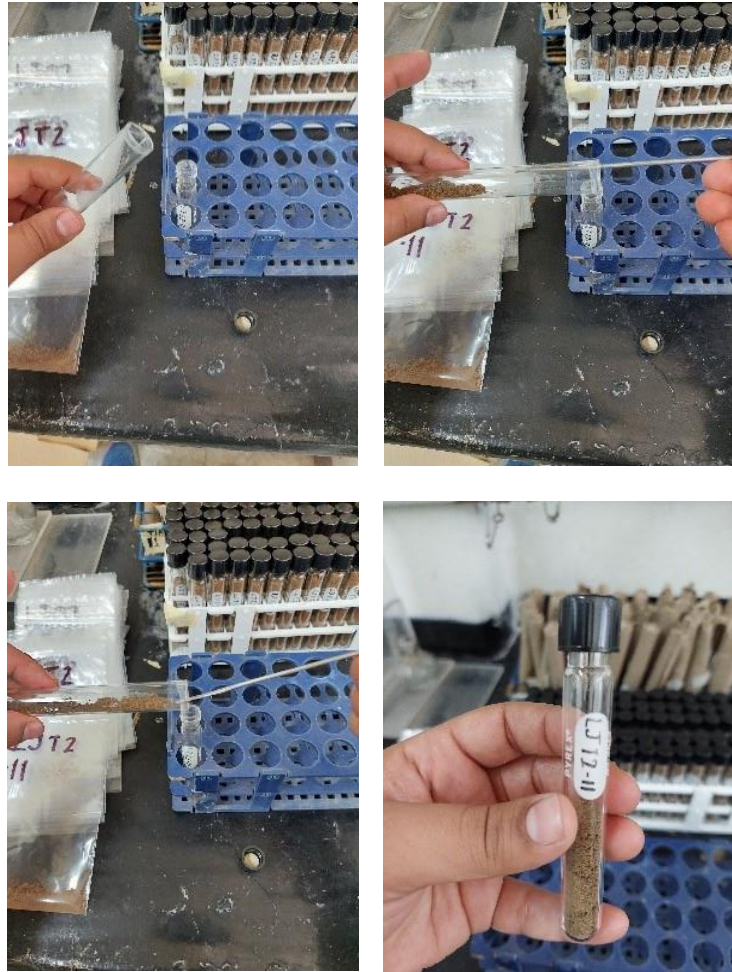


Fig. 12. Devolución de la muestra al tubo con tapa.

### 6.3 PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS QUÍMICAS EN EL LABORATORIO DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA.

El procedimiento que se aplicó en estos análisis proviene del “Manual de procedimientos para el estudio químico de pisos y cerámicas arqueológicas” (Barba et al. s.f.). En este caso se enlistan las técnicas de análisis químico tal cual se explica en este manual antes mencionado.

### 6.3.1 PRUEBA DE FOSFATOS

Esta prueba fue desarrollada en análisis relacionados con la agronomía, pero se ha convertido en una de las pruebas predilectas en el análisis químico de los pisos arqueológicos ya que el fósforo es muy estable. Este proviene de tejidos, como hueso, heces, orina, desechos de carne y piel (Barba et al., 1991 p.15). En este caso, la forma del fósforo que se busca es el fosfato el cual es muy estable químicamente. Esta cualidad facilita su conservación durante mucho tiempo en el sitio que fue depositado (Ibid. p.16). El fosfato es un indicador de lugares donde existieron asentamientos humanos y por ende pueden delimitarse sitios arqueológicos (ibid.).

La forma de hacer esta prueba y las que se describen posteriormente, vienen redactadas en el “Manual de procedimientos para el estudio químico de pisos y cerámicas arqueológicas” (Barba et al., s.f.).

En esta prueba, se extrae el fosfato de la muestra en un medio ácido para hacerlo reaccionar con el molibdato de amonio. Con esta reacción se obtiene un fosfomolibdato de color amarillo que finalmente se reduce con ácido ascórbico durante un tiempo determinado para formar compuestos de azul de molibdeno. La reacción se detiene con ayuda de citrato de sodio. La cantidad de fosfatos contenidos en la muestra se relaciona con la intensidad del color azul que aparece en la superficie de un papel filtro. Una vez que el color se ha fijado en el papel filtro se deja secar, se limpia y se la asigna un valor entre 0 y 5.

El procedimiento, los materiales y reactivos se describen de la siguiente manera:

#### Material

Discos de papel filtro Wathman No. 42 sin cenizas de 7mm de  $\Phi$

Frascos gotero plásticos

Moldes para gelatina (*vasitos de plástico desechable*)

*Pinzas para sujetar el papel filtro y no contaminarlo*

*Cucharilla de resina de 0.05 g.*

Soluciones:

Solución A: Disolver 5 g de molibdato de amonio en 35ml de ácido clorhídrico 5N. Completar hasta un volumen de 100 ml con agua destilada.

Solución B: Disolver 0.5 g de ácido ascórbico en 100 ml de agua destilada.

Solución C: Preparar una solución saturada 2:1 de citrato de sodio en agua destilada.

Por separado las tres soluciones se colocan en goteros plásticos de 50 o 100 ml.

Procedimiento.

1. Sobre la superficie de un molde de gelatina se coloca un disco de papel filtro
2. En el centro de un papel filtro se colocan 0.05g de muestra.
3. A esta muestra se le agregan dos gotas de la solución A registrando el tiempo.
4. Después de 30 segundos se añaden dos gotas de la solución B.
5. Transcurridos dos minutos desde que se agregó la solución A, se añade la solución C, bañando la zona de reacción.
6. Si hay presencia de fosfatos en el papel filtro se fija un color azulado.

Los valores que se asignan van de 0 a 5 y se relacionan con la intensidad del color. Es importante evitar la contaminación del papel filtro, por lo que es recomendable no tocarlo con las manos y no usar guantes de látex.

Para su manejo se requiere del uso de pinzas.



Fig. 13. Papel filtro con la muestra de fosfatos finalizada, sobre los vasos de gelatina.

Los materiales en letra cursiva son agregados por la autora ya que se utilizaron esos materiales para las pruebas hechas en esta investigación.

#### 6.3.2 PRUEBA CARBONATOS

La prueba de carbonatos es muy simple, básicamente se mezcla el carbonato con un ácido y la potencia de la reacción química (efervescencia) indica la presencia o ausencia de carbonato. El carbonato se ha vinculado con el uso de cal, por ejemplo, en la fabricación de estuco. En el caso de La Joya no se han encontrado indicadores arqueológicos que sugieran el uso de la cal como material constructivo ni de presencia de carbonatos en las muestras constructivas (Daneels y Guerrero, 2011). Además de esta aplicación en la arquitectura, la cal ha servido para la elaboración de nixtamal.

La forma de hacer la prueba de carbonatos es la siguiente:

Cuando se hace reaccionar ácido clorhídrico diluido al 10% con muestras que contengan carbonatos se produce una reacción efervescente. La efervescencia es indicativa de la cantidad de carbonatos presentes.

Material

Pipeta de 10 ml



Tubos de ensaye de 13x10

Soluciones HCl 10%

*Cucharilla de resina de 0.1 g.*

Procedimiento

1. En un tubo de ensayo (13 x 10) se colocan 0.1 g de muestra.
2. Con la pipeta se vierte 1 ml de HCl (10%)
3. De acuerdo con lo intenso de la reacción se asigna un valor entre 0 y 6.
6. Cuando hay ausencia de reacción se asigna el valor de 0. Cuando la reacción no es visible, pero si audible se asigna el valor de 1. Dependiendo de la altura que genere la efervescencia se asignan valores entre 2 y 5. Finalmente cuando la espuma se derrama del tubo se asigna un valor de 6.

|   |          |
|---|----------|
| <b>No hay burbujas ni se percibe ningún ruido al acercar el tubo de ensayo a la oreja</b> | <b>0</b> |
| <b>No se ven burbujas, pero se percibe el ruido</b>                                       | <b>1</b> |
| <b>Se llegan a detectar pequeñas burbujas</b>   | <b>2</b> |
| <b>Reacción uniforme con liberación de pequeñas burbujas</b>                              | <b>3</b> |
| <b>Reacción poco violenta, liberación de grandes burbujas, formación de espuma</b>        | <b>4</b> |
| <b>Reacción violenta, la espuma sube algunos centímetros dentro del tubo</b>              | <b>5</b> |

|   |   |
|---|---|
| <b>Reacción violenta, la espuma sale del tubo</b> | 6 |
|---|---|

Tabla 2. Tabla tomada de "Manual de técnicas microquímicas de campo para arqueología" (Barba et al. 1991 p. 18).

### 6.3.3 PRUEBA DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

La prueba de pH se ha utilizado para cuantificar la acidez y la alcalinidad de los pisos (Barba et al., 1991, p. 24).

La manera de hacer esta prueba es la siguiente:

El grado de acidez o alcalinidad de una muestra se determina con ayuda de un pH-metro y un electrodo combinado.

#### Material

Tubos de ensayo de 20×15

Pipeta de 10 ml

pH-metro con electrodo combinado

*Cucharilla de resina de 0.2 o 0.25 g.*

#### Soluciones

Soluciones buffers de 4,7 y 10

Agua destilada o desionizada

Solución de CaCl<sub>2</sub> [0.02M] (*Esta parte de se ha omitido en las muestras hechas en esta investigación, por instrucciones directas del Dr. Agustín Ortiz*)

#### Procedimiento

1. Se colocan 0.2 g de muestra en un tubo de ensayo (20×15)
2. Se vierten 20 ml de agua destilada (o 20 ml de CaCl<sub>2</sub> [0.02M]).

3. Se agita el tubo y se deja reposar entre  $\frac{1}{2}$  y 1 hora (*en este caso se hicieron cada 20 – 25 min*).
4. Calibrar el pH-metro con los respectivos buffers (4 y 7 generalmente) *aunque en estas muestras se calibraron con los 3 buffers de 4, 7 y 10, en el orden que marca el pH-metro de 4, 10 y 7. Y posteriormente se mide el pH de las aguas destiladas disponibles para ver qué agua destilada es la más neutra, es decir que se acerque al número 7 en la escala de pH. Esta agua destilada se utiliza para verter los 20ml en los tubos que contienen la muestra (como señala el punto número 2)*
5. Se agita la muestra nuevamente para tomar la medición del pH. Si se determina el pH de varias muestras es necesario limpiar la punta del electrodo con agua destilada (*contenida en una pisseta*) o desionizada entre cada toma de lectura y *posteriormente secar la punta con una servilleta o sanita*.

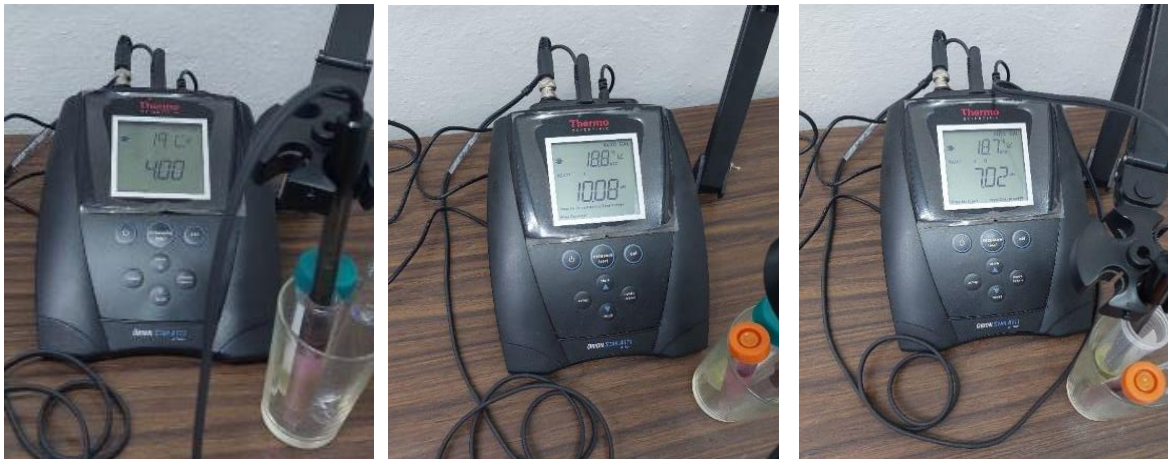


Fig. 14. Calibración del potenciómetro o pH-metro con los buffers en el orden de 4 (ácido), 10 (alcalino) y 7 (neutro) en la escala de pH.



Fig. 15. De izquierda a derecha: medición de pH en agua destilada de distintos garrafones, medición de los 20ml del agua destilada para las muestras, porción de la muestra en la cucharilla de acrílico.



Fig. 16. Cantidad de muestra en el tubo de ensayo, muestras con el agua destilada.

#### 6.3.4 PRUEBA DE ÁCIDOS GRASOS

En esta prueba se busca hidrolizar las grasas con hidróxido de amonio lo cual produce mucha espuma (Barba et al. 1991 p. 22) si contiene altos índices de ácidos grasos.

La forma de realizar esta prueba es la siguiente:

En esta prueba se extraen los residuos de la muestra con cloroformo, calentando suavemente y haciéndola reaccionar con hidróxido de amonio (25%) a fin de producir una reacción de saponificación que con peróxido

de hidrógeno produce espuma. La cantidad de ácidos grasos está relacionada con la cantidad final de espuma producida por las reacciones y se le asigna un valor de 0 a 3.

#### Material

Tubos de ensayo de 13×10

Pinzas para tubo de ensayo

Pipetas Pasteur

Vidrios de reloj

Lámpara de alcohol

Cucharilla o medidor de muestra de 0.1 g

#### Reactivos

Cloroformo

Hidróxido de amonio concentrado 25-27%

Peróxido de hidrogeno concentrado 30%

*(Se utilizan dos goteros de vidrio. Cada uno contiene el hidróxido de amonio y el peróxido de hidrógeno respectivamente. Para una mayor eficacia al momento de verter estos reactivos, se marcan los goteros con los números 1 y 2, para evitar errores también)*

#### Procedimiento

1. En un tubo de ensayo (13×10) se colocan 0.1 g de muestra.
2. Se vierten 1 o 2 ml de cloroformo (*por seguridad de quien realice esta prueba se debe de considerar la circulación del aire ya que pueden existir efectos adversos si se inhalan vapores de cloroformo*)
3. Dentro de la campana de extracción se calienta el tubo *con la lámpara de alcohol* hasta obtener un concentrado de 1/3 del volumen de la mezcla inicial. *Para que la muestra no se proyecte por la ebullición del cloroformo es necesario mover el tubo de ensayo de forma circular.*

4. Con una pipeta Pasteur se traslada parte del concentrado a un vidrio de reloj colocado a su vez en un fondo negro. *(La pipeta Pasteur es un material que ya no se utiliza, se ha optado por decantar el contenido usando el mismo tubo de ensayo)*
5. Se vierten dos gotas de hidróxido de amonio (25-27%) al concentrado y se registra el tiempo
6. Después de un minuto se añaden dos gotas de peróxido de hidrogeno (30%)
7. Si hay presencia de residuos grasos comienzan a formarse burbujas que se condensan en espuma bastante estable.
8. Para evitar falsos positivos es recomendable hacer la lectura de la prueba aproximadamente 15 minutos después de agregar el peróxido de hidrogeno.

#### 6.3.5 PRUEBA DE CARBOHIDRATOS

La explicación y el procedimiento viene explicado detalladamente en el "manual "Procedimientos para el estudio químico de pisos y cerámicas arqueológicas". (Barba et al., s.f.):

Los residuos de carbohidratos producen compuestos coloridos al reaccionar con fenoles en un medio ácido. Los carbohidratos se hidrolizan a furfural o hidroximetilfurfural por la acción del ácido sulfúrico concentrado y posteriormente en una reacción de condensación con Resorcinol se generan los compuestos coloridos. La cantidad de carbohidratos contenidos en la muestra se relaciona con la intensidad del color rojizo generado y se le asigna un valor que va desde 0 al 4.

#### Material

*Guantes de nitrilo, bata de algodón, lentes protectores, campana de extracción o buena ventilación*

Tubo de ensaye de 20 x 15

Pinzas para tubo de ensaye

Pipetas volumétricas de 0 o 10 ml

Propipeta Vaso de precipitado de 500 ml

Reactivos

Reactivo A: 0,70 g de Resorcinol en 500 ml de Agua destilada

Ácido sulfúrico concentrado.

Cucharilla de .20 (0.2 gr)

Soluciones

1. Solución A. Disolver 0.7 gr de Resorcinol en un vaso de precipitados con 500 ml de agua destilada. La solución de preferencia se debe preparar y usar el mismo día del procedimiento (si se requiere preparar un volumen menor se deben tomar en cuenta las proporciones)

2. Solución B: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrada (*ácido sulfúrico*)

Procedimiento

1. En un tubo de ensayo (13×10) se colocan 0.2 g de muestra.

2. Se agrega 2 ml de Reactivo A

3. Se vacía rápidamente 2 ml de ácido sulfúrico concentrado con la pipeta volumétrica, vertiendo por las paredes del tubo de ensayo (la reacción se debe llevar a cabo en la campana de extracción).

4. Esperar de 30 a 60 segundos para que se estabilice. 5. Se compara con la escala colorimétrica que se muestra a continuación:

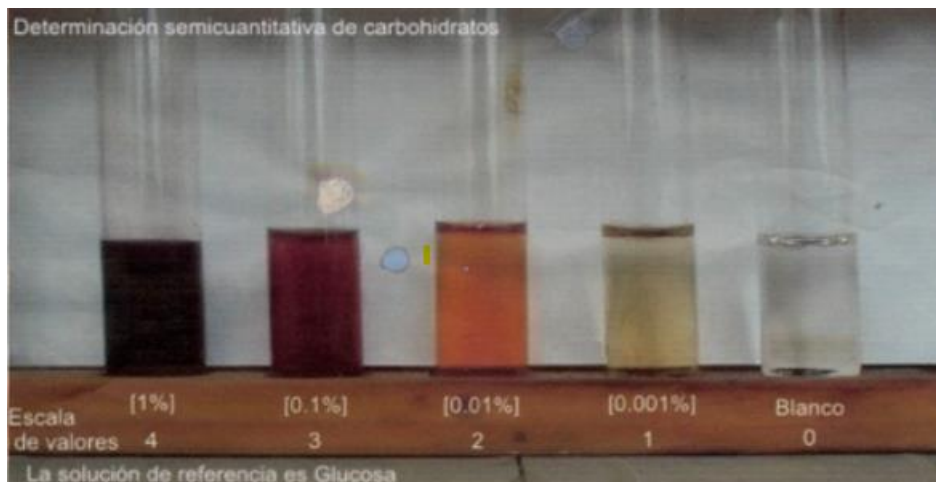


Fig. 17. Escala extraída del manual. Determinación semicuantitativa de la cantidad de carbohidratos.

#### 6.3.6 PRUEBA DE RESIDUOS PROTEICOS

Los residuos de proteína son detectables cuando, al hacerlos reaccionar con un agente fuertemente alcalino, se libera amoníaco en forma de gas. El amoníaco es detectable con ayuda de papel indicador universal de pH húmedo. Normalmente al observarse un valor de 8 a 10 en la escala de pH se considera que hay presencia de residuos de proteínas.

##### Material

Tubos de ensayo de 13×10

Pinzas para tubo de ensayo

Lámpara de alcohol

Pipeta de 5 ml (*Pipeta Pasteur*)

Papel pH universal (0-14)

*Tijeras*

*Piseta con agua destilada*



### *Vidrio de reloj*

### Reactivos

Oxido de calcio (CaO)

### Soluciones

Agua destilada

### Procedimiento

1. Se colocan 0.1 g de muestra en un tubo de ensayo (13x10)
2. Añadir 0.05 g de Oxido de Calcio (CaO)
3. Se vierten 5 gotas de agua
4. En la boca del tubo se colocan de forma paralela dos tiras de papel indicador universal (0-14) humedecidas con agua destilada.
5. El tubo de ensayo se calienta en una lámpara de alcohol, teniendo cuidado de que la mezcla no se proyecte hacia las tiras de papel.
6. Después de 30 a 60 segundos, si existían residuos proteicos se desprende amoníaco y el papel se colorea de forma que puede determinarse el pH en la escala de color. Normalmente los resultados oscilan entre un pH de 7 y 10



Fig. 18. De izquierda a derecha: materiales para la prueba, calentamiento del tubo de ensayo, cambio de color del papel universal de pH, aquí se muestra una cantidad considerable de residuos proteicos.

## 7 TABLA Y ELABORACIÓN DE MAPAS DE DISTRIBUCIÓN QUÍMICA

Después de obtener todos los resultados, se elaboró la siguiente tabla con el valor de las muestras en cada prueba.

| No. Muestra | Fosfatos | Carbonatos | Rep. pH | A. Grasos | Carbohidratos | Rep. Proteínas |
|-------------|----------|------------|---------|-----------|---------------|----------------|
| JR-1        | 3        | 0          | 6.01    | 0         | 1.5           | 7.5            |
| JR-2        | 3        | 0          | 6.2     | 0         | 1.5           | 7              |
| JR-3        | 4        | 1          | 6.49    | 0         | 1             | 8.5            |
| JR-4        | 4        | 1          | 6.84    | 0         | 1.5           | 7.5            |
| JR-5        | 3        | 0          | 7.03    | 0         | 1.5           | 9              |
| JR-6        | 5        | 0          | 7.27    | 0         | 1.5           | 8.5            |
| JR-7        | 4        | 0          | 7.46    | 0         | 1.5           | 9              |
| JR-8        | 4        | 0          | 7.31    | 0         | 1.5           | 8.5            |
| JR-9        | 4        | 1          | 7.33    | 0         | 1             | 8.5            |
| JR-10       | 5        | 0          | 7.32    | 0         | 1.5           | 7.5            |
| JR-11       | 5        | 1          | 7.42    | 0         | 2             | 9.5            |
| JR-12       | 5        | 0          | 7.19    | 0         | 2.5           | 9.5            |
| JR-13       | 4        | 1          | 7.16    | 0         | 3             | 10             |
| JR-14       | 3        | 0          | 7.21    | 0         | 2             | 9.5            |
| JR-15       | 3        | 0          | 7.22    | 0         | 1.5           | 8              |
| JR-16       | 3        | 1          | 7.27    | 0         | 3             | 8              |
| JR-17       | 4        | 0          | 7.1     | 0         | 1             | 8.5            |
| JR-18       | 3        | 0          | 7.23    | 0         | 2.5           | 8.5            |
| JR-19       | 3        | 0          | 6.97    | 0         | 3             | 10             |
| JR-20       | 3        | 0          | 7       | 0         | 1.5           | 8              |
| JR-21       | 5        | 0          | 7.3     | 0         | 1.5           | 9.5            |
| JR-22       | 4        | 1          | 6.84    | 0         | 1             | 9.5            |
| JR-23       | 5        | 0          | 7.01    | 0         | 1             | 10             |
| JR-24       | 5        | 0          | 6.81    | 0         | 1             | 10             |
| JR-25       | 4        | 0          | 6.99    | 0         | 1             | 10             |
| JR-26       | 3        | 0          | 6.72    | 0         | 2.5           | 9              |
| JR-27       | 4        | 0          | 7       | 0         | 1.5           | 9.5            |
| JR-28       | 4        | 0          | 7.05    | 0         | 1.5           | 7.5            |
| JR-29       | 2        | 0          | 7.07    | 0         | 1.5           | 7.5            |
| JR-30       | 3        | 0          | 7.01    | 0         | 1             | 7              |
| JR-31       | 4        | 0          | 6.56    | 3         | 1             | 9              |
| JR-32       | 3        | 0          | 6.79    | 0         | 3             | 9              |

|       |   |   |      |   |     |     |
|-------|---|---|------|---|-----|-----|
| JR-33 | 3 | 0 | 6.54 | 0 | 2.5 | 8.5 |
| JR-34 | 4 | 0 | 6.5  | 0 | 2   | 8.5 |
| JR-35 | 4 | 0 | 6.98 | 0 | 2   | 7   |
| JR-36 | 3 | 0 | 6.85 | 0 | 2.5 | 7.5 |
| JR-37 | 6 | 0 | 6.89 | 0 | 2.5 | 7   |
| JR-38 | 5 | 0 | 6.78 | 0 | 3   | 7   |
| JR-39 | 5 | 0 | 6.46 | 0 | 1   | 7   |
| JR-40 | 5 | 0 | 6.65 | 0 | 1   | 8   |
| JR-41 | 5 | 0 | 6.74 | 0 | 1   | 8   |
| HECES | 4 | 0 | /    | 1 | 4   | /   |

Tabla 3. Tabla de resultados totales

Posteriormente se representó en el plano del palacio la ubicación donde provenían las muestras con el valor numérico de cada prueba.

#### 7.1.1 ELABORACIÓN DE MAPAS DE DISTRIBUCIÓN QUÍMICA

Estos mapas se realizaron con las instrucciones dadas por el Dr. Agustín Ortiz en conversación directa.

Se utilizaron los resultados de las pruebas esquematizadas en tablas de Excel. Posteriormente el Dr. Ortiz me envió las escalas colorimétricas oficiales. Estas escalas provienen de la estandarización hecha en el Laboratorio de Prospección Arqueológica por los doctores encargados de los análisis de residuos químicos.

Para la elaboración de dichos mapas se siguieron estos pasos:

- I. Utilizar el plano de distribución de las muestras. Es necesario el plano de distribución de las muestras para la correcta ubicación de cada una y así poder ubicar el valor resultante de cada muestra en el mapa de distribución química.
- II. Seleccionar la prueba que se va a esquematizar. En cada prueba se busca encontrar la presencia o ausencia de una sustancia, por ende, no se pueden representar todas las pruebas en un solo mapa de distribución química. Además, cada prueba tiene su propia escala numérica y colorimétrica.

- III. Para utilizar los resultados obtenidos en la prueba, se emplea una tabla con los valores obtenidos en la misma. En la ubicación de cada muestra, se anota el valor correspondiente obtenido en la prueba.
- IV. Utilizar la técnica con la que se hacen los mapas de topografía. En cada valor intermedio se marca el lugar donde pasará la cota en el plano de distribución de las muestras. Por ejemplo, si los valores de una muestra a otra marcan 1 y 2 respectivamente, se marcará el punto en medio de estas (1.5). El lugar donde comienza la cota es siempre en los bordes de los mapas, procurando que la trayectoria de la cota no pase por lugares incorrectos, un ejemplo de ello sería pasar entre dos puntos con valores iguales ya que no se aplicaría la lógica del mapeo en los que se busca pasar la cota en los lugares donde se encuentran los puntos medios.
- V. Aplicar los colores de las escalas colorimétricas. Ya con todas las cotas marcadas en el mapa se procede a darle color a cada lugar delimitado por las cotas, dependiendo de su resultado y el color que se marca en la escala.

El objetivo de estos mapas de distribución química es ubicar las sustancias en los pisos (fosfatos, carbonatos, pH, ácidos grasos, residuos proteicos y carbohidratos), indicando la presencia y ausencia de estas de manera gráfica y directa.

## 8 INTERPRETACIÓN

En este apartado se presentan las concentraciones de fosfatos, carbonatos, pH, ácidos grasos, carbohidratos y residuos proteicos encontrados en los pisos del pórtico, el cuarto principal, la cocina y los almacenes. Se han utilizado mapas de distribución y tablas con los resultados de cada prueba, y la interpretación se ha basado en los resultados de investigaciones previas relacionadas con el análisis químico en zonas arqueológicas, así

como en el estudio etnohistórico proporcionado por los doctores Luis Barba, Agustín Ortiz y otros colaboradores.

### 8.1 El pórtico de acceso

Los resultados de fosfatos en esta área tienen valores de 3 a 5 en la escala colorimétrica de concentración de fosfatos. Las zonas con más fosfatos están en el acceso reducido entre la pilastra norte y el muro del almacén, al oeste de esta pilastra y al este de la pilastra sur. Resulta curioso que en las dos pilastras se encuentre esta concentración, una por la parte exterior (la norte), otra por la parte interior del pórtico (la sur). A pesar de que hay presencia de fosfatos en el pórtico, el enriquecimiento es bajo al resultado esperado, por ser este un lugar donde se consumían alimentos.

Los carbonatos tienen poca presencia en el pórtico (con valores de 1 en la escala de carbonatos). Principalmente se localizan en la esquina sureste, la zona de paso entre las pilastras y en la pilastra norte, al norte de esta. Los carbonatos se han relacionado con la cal, ya sea para construcción o para la nixtamalización (Barba y Córdova, 1988, apud Pecci et al., 2010). Esta interpretación fue discutida con la Dra. Daneels y el Dr. Ortiz ya que en La Joya no se utilizó estuco como material constructivo. Tampoco está comprobado el uso de nixtamal como fuente de carbonatos. Lo que los doctores sugieren es que, como el piso era de barro crudo, los huesitos desechados en el pórtico y en la cocina, producto de la ingesta de carne animal, se incrustaron en el piso y por eso hay apenas rastro de carbonatos.

El pH en esta área va de ácido a neutro (de 6.01 a 7.48) a pesar del incendio y las cenizas que deberían de marcar resultados básicos en la escala de pH. Las zonas con relativa neutralidad son la parte sur del pórtico y al oeste de la pilastra norte. Esta singularidad será abordada más adelante.

El enriquecimiento de ácidos grasos (con valor de 3) se localizó únicamente al noreste de la pilastra norte, justo al frente del acceso angosto. Anteriormente se mencionó que, dependiendo la cantidad de saponificación o espuma, el resultado estaba directamente relacionado con la cantidad de ácidos grasos. Contrario a los resultados de las demás muestras, se puede observar en una sola muestra, la J31 (en la imagen del vidrio de reloj), una cantidad considerable de espuma. La premisa para la interpretación arqueológica de los ácidos grasos es:



Fig. 19.  
muestra J31 en  
la prueba de  
ácidos grasos

“La presencia de ácidos grasos refleja la dispersión de sustancias como aceites, grasas o resinas, que se puede dar en zonas de preparación de alimentos, en baños, o en espacios rituales (por ejemplo, por la quema de copal)” (Barba et al., 1991 apud Pecci et al., 2010; Ortiz, 2019:101). En este caso, se puede acudir a dos tipos de interpretaciones. En primer lugar, por la proximidad de esta concentración a un incensario in situ, se infiere el uso de resinas como parte del ritual de terminación. En segundo lugar, que en esta zona se haya encendido el incensario habitualmente. Por los resultados de la cromatografía de gases, en los cuales no se halló  $\beta$ mirina en esta muestra, no se pueden corroborar las interpretaciones.

La presencia de carbohidratos indica “remanentes de sustancias con alto contenido de almidones y azúcares” (Barba et al., 1997 p. 50).

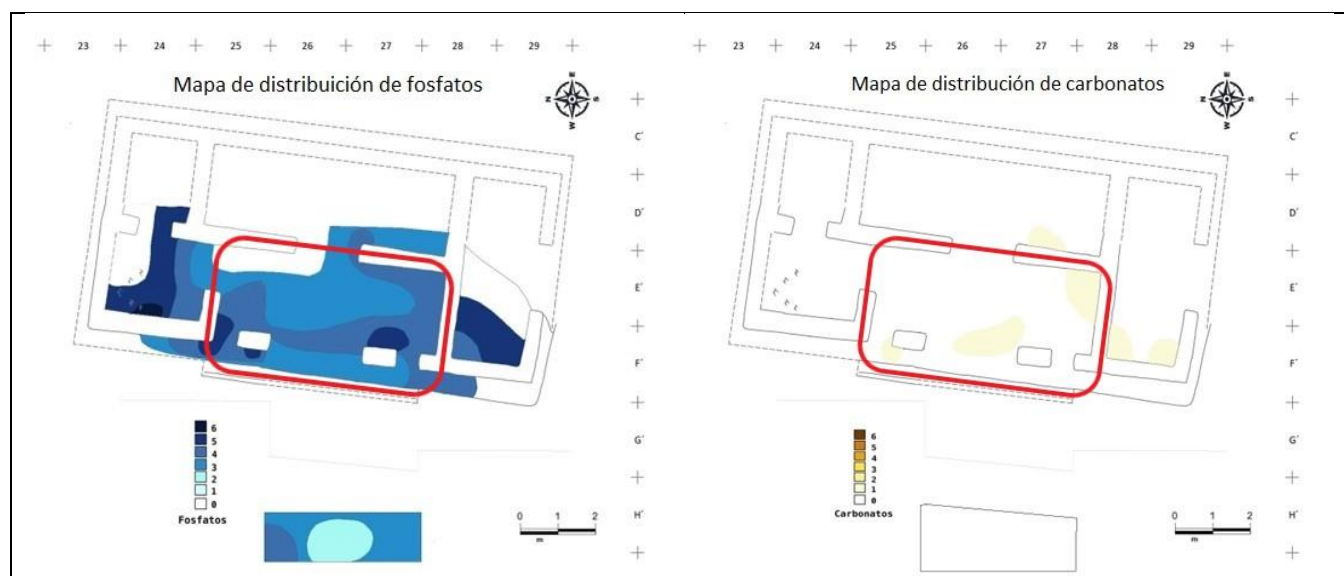
La zona con más concentración (valor 3 de 4) de carbohidratos es al nornoreste del pórtico y en su esquina sureste. Probablemente producto de la comida que se consumía en este lugar.

En los resultados de la prueba de residuos proteicos se encuentran las concentraciones que llegan en la escala hasta 10, es decir el valor más alto. Las zonas en el pórtico en

donde se localizan estas concentraciones máximas son en la pilastra norte al norte pegado al muro sur del almacén, en la parte central este y en la esquina sureste. Esto indica que el lugar fue ocupado para el consumo de alimentos, probablemente por los desechos de la comida que caían sobre el piso.

Los residuos proteicos son producto de la descomposición de compuestos que contuvieron proteínas e indican la presencia de productos animales o vegetales (como la carne, la sangre, el huevo), por lo que pueden reflejar actividades de preparación de alimentos y/o rituales (destazamiento de animales, ofrendas, sacrificios y autosacrificios)". (Pecci et al., 2010 p. 205).

La concentración de carbohidratos en la esquina sureste del pórtico coincide con la concentración de proteínas, lo que sugiere que tal vez en este lugar se derramaban bebidas ricas en azúcares o fermentadas, aunque esta última aseveración es cuestionable debido a la falta de fuentes históricas que aseguren la existencia de una bebida alcohólica en la planicie costera del Golfo.



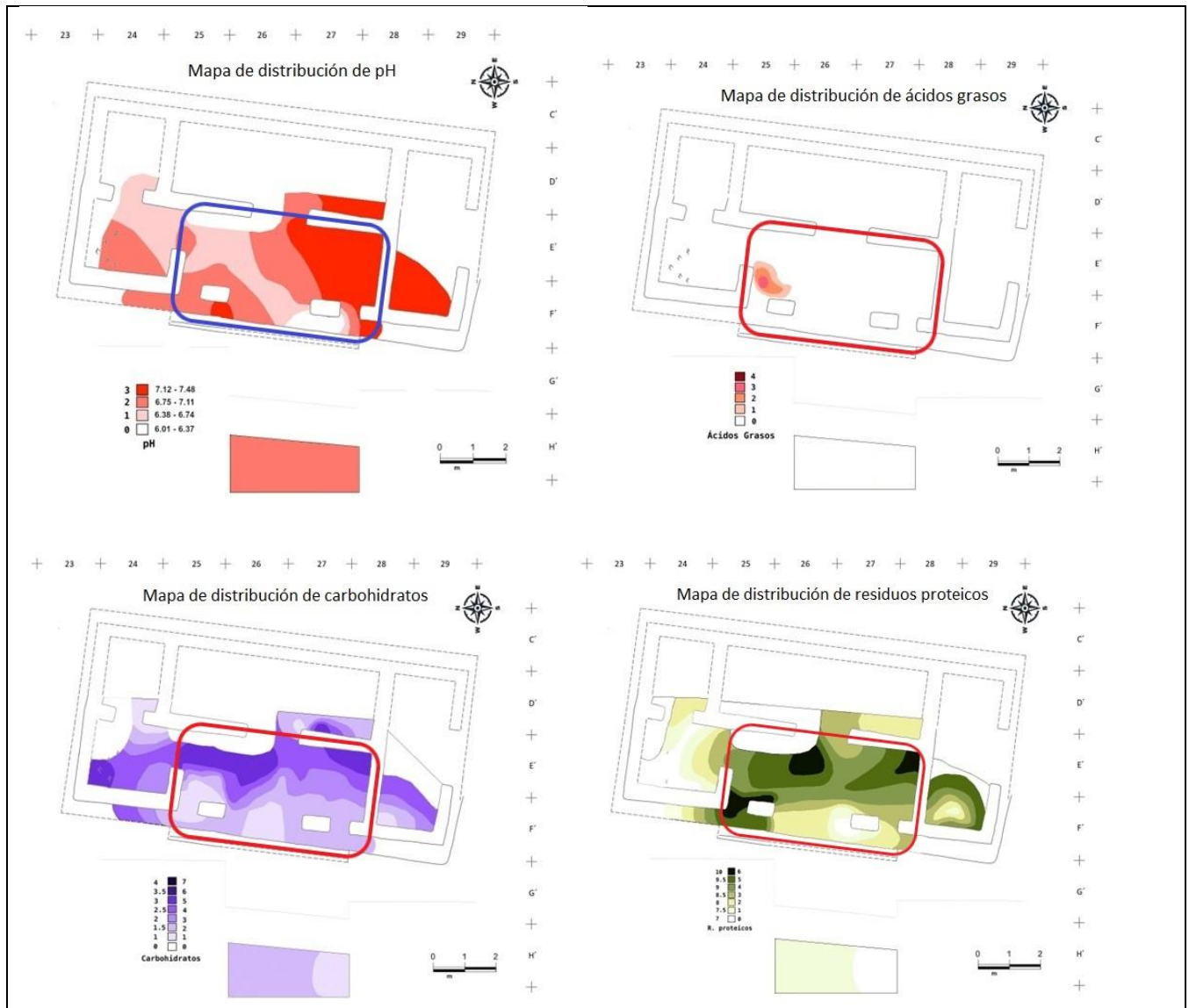


Fig. 20. Distribución química en el área del pórtico. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.)

Como se puede apreciar en los mapas de distribución química en este sector se localizaron concentraciones acordes a lo esperado del uso del pórtico como un espacio donde la gente pasaba gran parte del día, por estar sombreado y bien ventilado, además con bastante luz, y orientado hacia la plaza principal, lugar de actividades de interés para residentes de un palacio. Se tenían inferidas actividades de consumo de bebidas y alimentos y de ocupaciones de tipo ritual (sugerido por los candeleros e incensarios) y de manualidades



domésticas (sugeridas por los proyectiles de cerbatana que posiblemente podrían haberse fabricados allí).

Las concentraciones de fosfatos, carbohidratos y residuos proteicos están en las zonas donde se esperaría que la gente que ocupó este lugar haya consumido sus alimentos o como se mencionó anteriormente se realizaron actividades rituales ya que se pueden considerar dentro de las actividades más “sucias”, químicamente hablando. Generalmente en actividades de tipo ritual se esperarían encontrar enriquecimientos de proteínas, ácidos grasos, carbohidratos y fosfatos derivados de la ofrenda de sangre resinas, bebidas fermentadas y productos orgánicos (Barba et al., 1996; Pecci 2003; Ortiz, 2015, p. 288-290 apud Ortiz et al., 2017, p.231) .

Las muestras químicas confirman las actividades que se infirieron con anterioridad a pesar de que ciertos artefactos arqueológicos *in situ* (como las orejeras de piedra gris pulida en medio del pórtico) no estén relacionados con el uso cotidiano de este espacio.

## 8.2 El cuarto principal

Los resultados en la escala colorimétrica de concentración de fosfatos van del 3 a 4. En esta zona del palacio no se esperaba la presencia de fosfatos por ser un área de descanso.

La cantidad de carbonatos es mínima, y se localiza cerca de la entrada en la pared suroeste, aunque se esperaba que no hubiera presencia de estos.

El nivel de pH en el cuarto principal va de 6.75 a 7.48, que es neutro, lo que contrasta con lo esperado por la evidencia el incendio de terminación.

No se encontró algún rastro de ácidos grasos en este lugar. Lo que concuerda con un área de descanso.

Se encontró una concentración considerable de carbohidratos. En la escala colorimétrica van del 5 al 2.

Las concentraciones medias de residuos proteicos (con valores de 2 – 3 en la escala) se localizaron en el acceso al cuarto principal. En la parte suroeste de este cuarto se han encontrado concentraciones de fosfatos, carbonatos, carbohidratos y residuos proteicos. Estos resultados sugieren la realización de otras actividades además del descanso en dicha área.

Debido a la falta de la fachada al este, no se pueden hacer muchas conjeturas sobre la función o las actividades que se realizaban en esta habitación. Por medio de la analogía de la etapa IIIA Superior, se infiere que haya sido un espacio bastante cerrado, con poca luz, pero algo de ventilación gracias a la entrada principal que da al pórtico y a una pequeña abertura en el este. Por lo tanto, se había propuesto en uso de este cuarto como área de descanso, con la expectativa de hallar poca evidencia de actividades que enriquecerían químicamente el piso. De forma contraria a la hipótesis, se hallaron niveles bastante altos de carbohidratos, de fosfatos, y escasos residuos de proteínas. Esto sugiere dos posibilidades: una es que también se consumieron alimentos o se haya bebido alguna bebida fermentada dentro del cuarto principal. La segunda es que se llevaron a cabo actividades rituales, como el derramamiento de líquidos con altas concentraciones de azúcares y almidones (Ortiz, et al., 2019, p. 102).

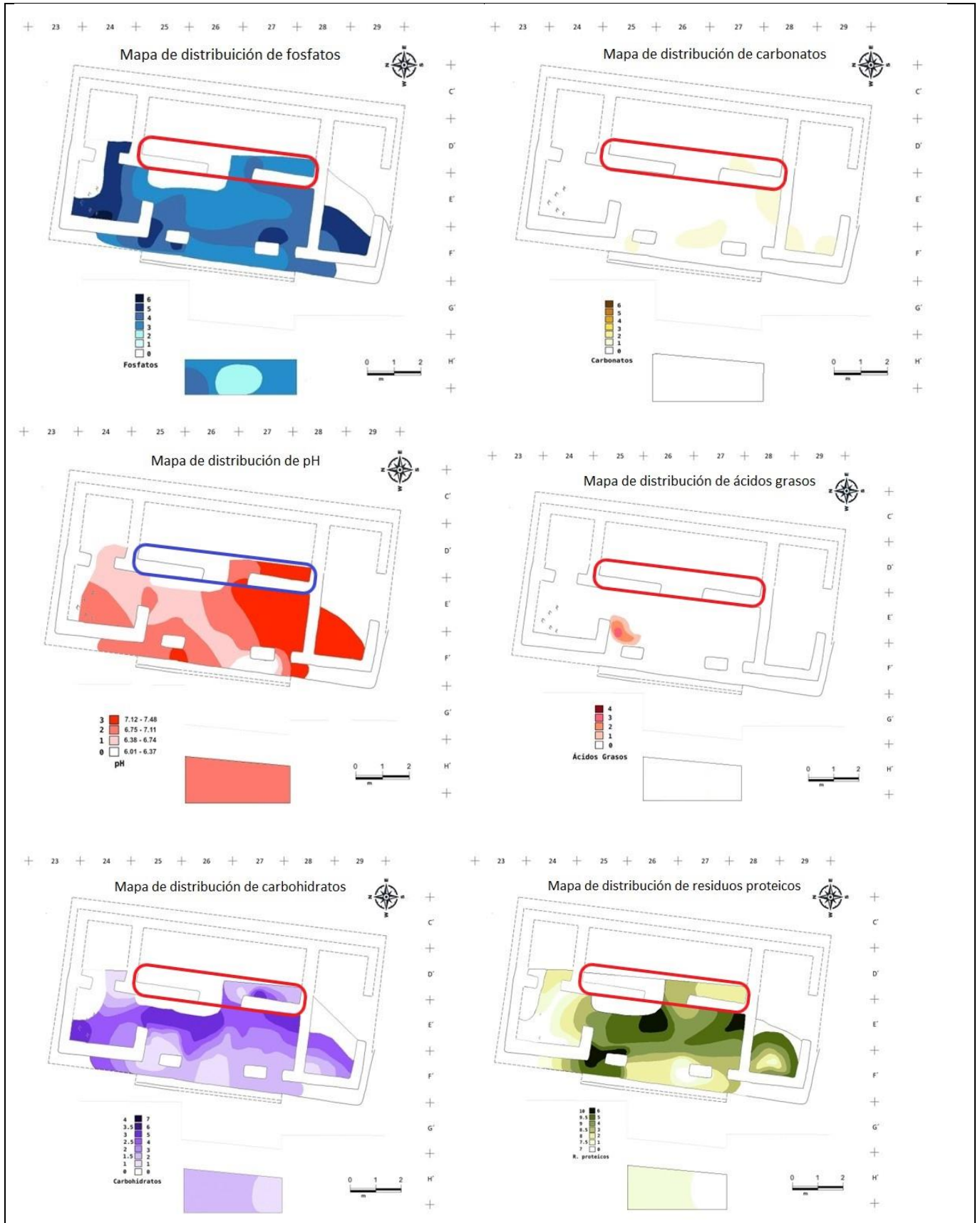


Fig. 21. Distribución química en el área del cuarto principal. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.)

### 8.3 La cocina

En el cuarto al sur del recinto palaciego, la distribución de fosfatos llega al número 5 y 4 en la escala colorimétrica, justamente forma un medio círculo alrededor de la ubicación de los cajetes bajos, lo que sugiere que esta zona pudo haberse utilizado como lugar de preparación de alimentos.

La presencia de carbonatos se detectó en varias áreas de la cocina, incluyendo las esquinas. Sin embargo, en la esquina suroeste del cuarto, donde se encontró un huesito de fauna al obtener la muestra, es posible que los carbonatos encontrados provengan del carbonato de calcio del hueso raspado (por que también tiene valores altos de fosfato), lo que sugiere una posible contaminación de la muestra. Aunque se detectó la presencia de carbonatos en otras áreas de la cocina, los resultados de esta prueba confirmaron una baja concentración de carbonatos en general.

El pH en este sector es relativamente alto con respecto a otras áreas del edificio, pero sigue en rangos neutros. Cabe mencionar que no se encontraron huellas relacionadas a un fogón como en la siguiente etapa. No se encontraron ácidos grasos en esta área. La concentración de carbohidratos forma un semicírculo que va de menor a mayor intensidad (en la escala colorimétrica de 1 a 4) justo alrededor de los cajetes bajos encontrados en la esquina noroeste.

Las concentraciones de residuos proteicos con valores de 9.5 se localizan en el cuarto en un medio círculo característico de los lugares donde se preparan alimentos, esto posiblemente por las proteínas presentes en alimentos cárnicos.

Este sector de la residencia se había designado como la cocina, por analogía con la función inferida en la etapa IIIA Superior, donde se halló un fogón hundido en el piso, con cenizas, y unos huesos de ave. Por ello, se esperaban concentraciones relacionadas con la elaboración de alimentos. En este sector se forma un círculo similar a la concentración de proteínas, de fosfatos y pH. Los círculos o semicírculos en los mapas hallados en el área de la cocina de forma radial se sustentan de la siguiente manera: “Alrededor de esta zona (*la zona de calentamiento*) hay una franja de altos valores de fosfatos, ácidos grasos y residuos proteicos. Este tipo de concentraciones químicas ha sido observado a nivel etnoarqueológico y muestra la presencia de zonas de preparación de alimentos (Barba. et al., 2014, p. 209). Únicamente en el sector de la cocina no se aprecia la franja o el semicírculo de ácidos grasos, pero existen proteínas, carbohidratos y fosfatos que apoyan la hipótesis de que este lugar es la cocina. Las coincidencias entre las concentraciones de todas estas sustancias sustentan que este lugar se utilizó para la preparación de alimentos. Ello confirma la hipótesis de que la cocina estaba ubicada en el cuarto sur como en la traza de la Etapa IIIA Superior.

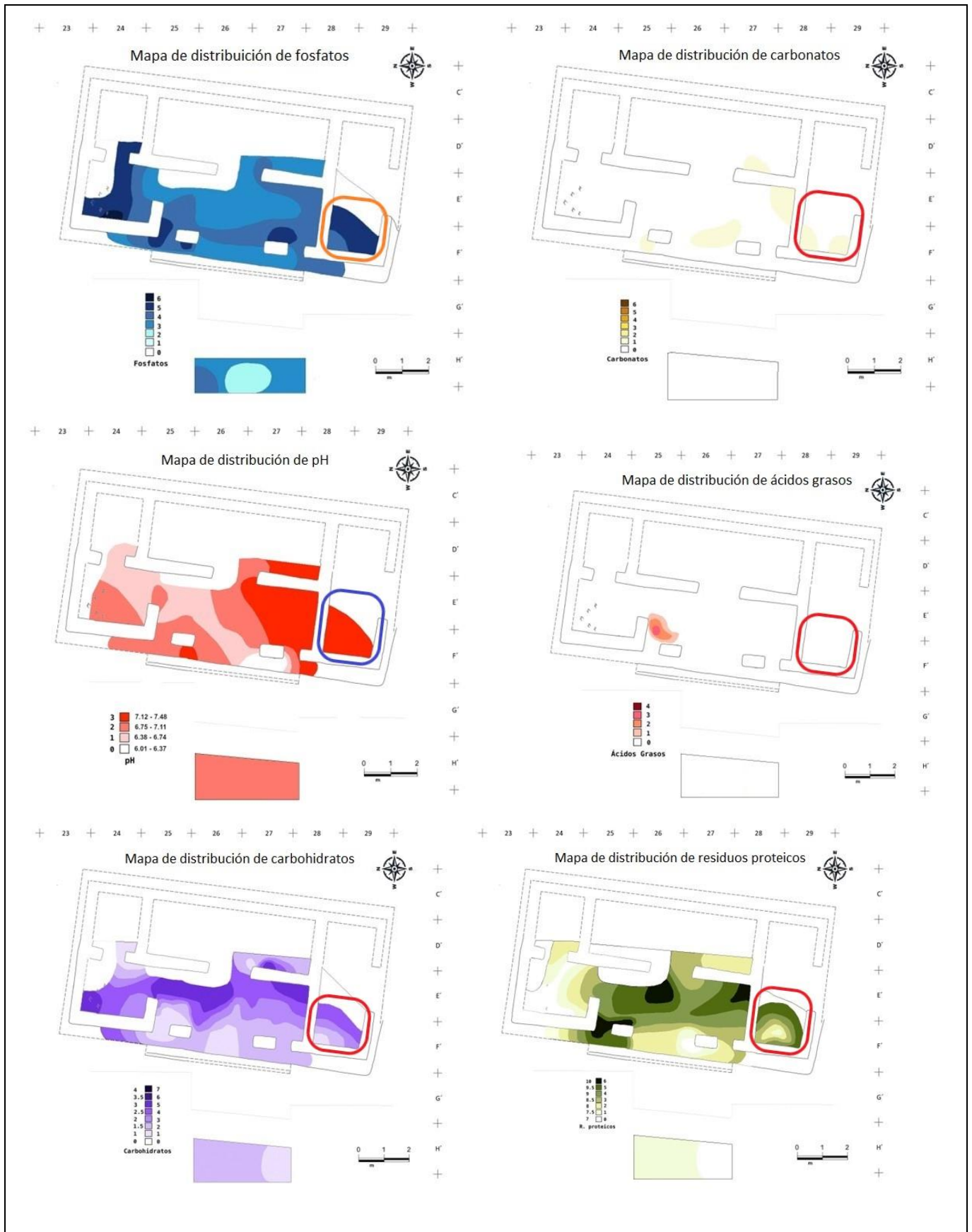


Fig. 22. Distribución química en el área de la cocina. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).

#### 8.4 Los almacenes

La concentración más alta de fosfatos se encuentra principalmente en el área norte del edificio (5). Esto sugiere que las mazorcas localizadas en la ofrenda de terminación se encontraban *in situ*, es decir, que era el lugar donde se encontraban almacenadas habitualmente (y no que fueron depositadas allí para la ofrenda). También es probable que las mazorcas fueran almacenadas sobre el piso, sin ningún tipo de contenedor cerámico. La concentración máxima en la colorimetría fue de 6 y se encuentra justo en la pared oeste del almacén, donde se halló la mayor concentración de mazorcas quemadas. La explicación para este nivel de concentración es que el palacio fue ocupado a lo largo de 200 años y la repetición de la forma de almacenamiento fue la que llenó los poros de este piso.

No se halló la presencia de carbonatos en este sector.

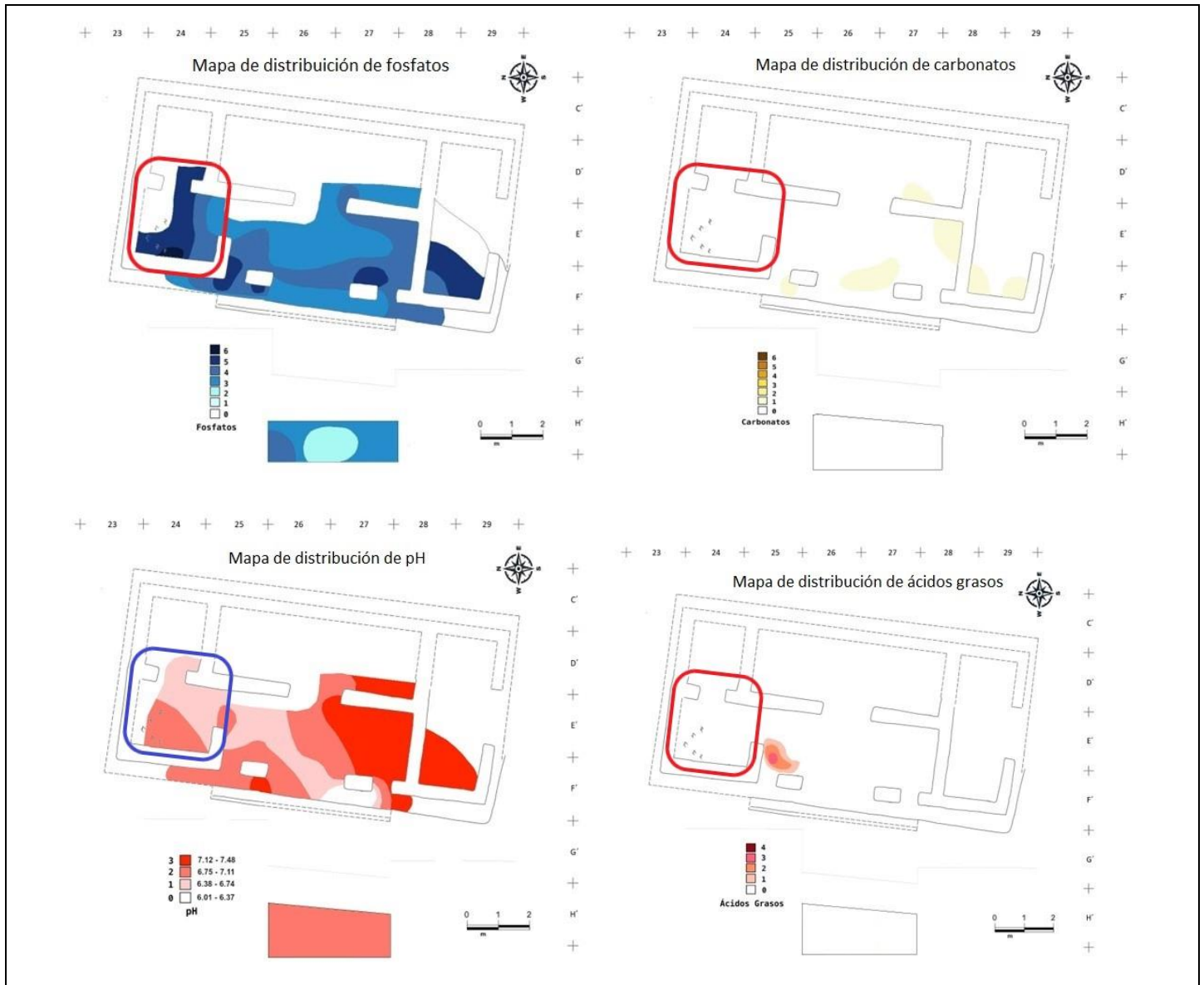
El nivel de pH en el almacén va de 6.38 a 7.11, que oscila entre la acidez y la neutralidad. No hubo un pH alcalino, a pesar de que en este lugar se encontraron las mazorcas carbonizadas y las cenizas. No se encontró presencia de ácidos grasos en este sector.

La zona con más carbohidratos (con valor de 6 en la escala colorimétrica de carbohidrato) se encuentra en la esquina noroeste del almacén, precisamente donde se localizaron las mazorcas carbonizadas.

Los resultados de residuos proteicos indican poca presencia en el segundo cuarto del almacén y en la entrada del primer cuarto del almacén. Los lugares con nula cantidad de residuos proteicos se encuentran en la mitad noroeste y al sur del primer almacén casi en su acceso. Aun así, la presencia de proteínas en este lugar es mínima.

Las altas concentraciones de fosfatos que se localizaron en el área del primer cuarto norte confirman que fue utilizada como granero. Probablemente, el almacenamiento de las

cosechas de maíz sobre el piso a lo largo de aproximadamente doscientos años dejó esta huella de fosfatos, como se mencionó anteriormente; las mazorcas calcinadas sí se encontraban en su lugar habitual. En conclusión, los resultados confirmaron que este lugar funcionó como almacén dentro del palacio.





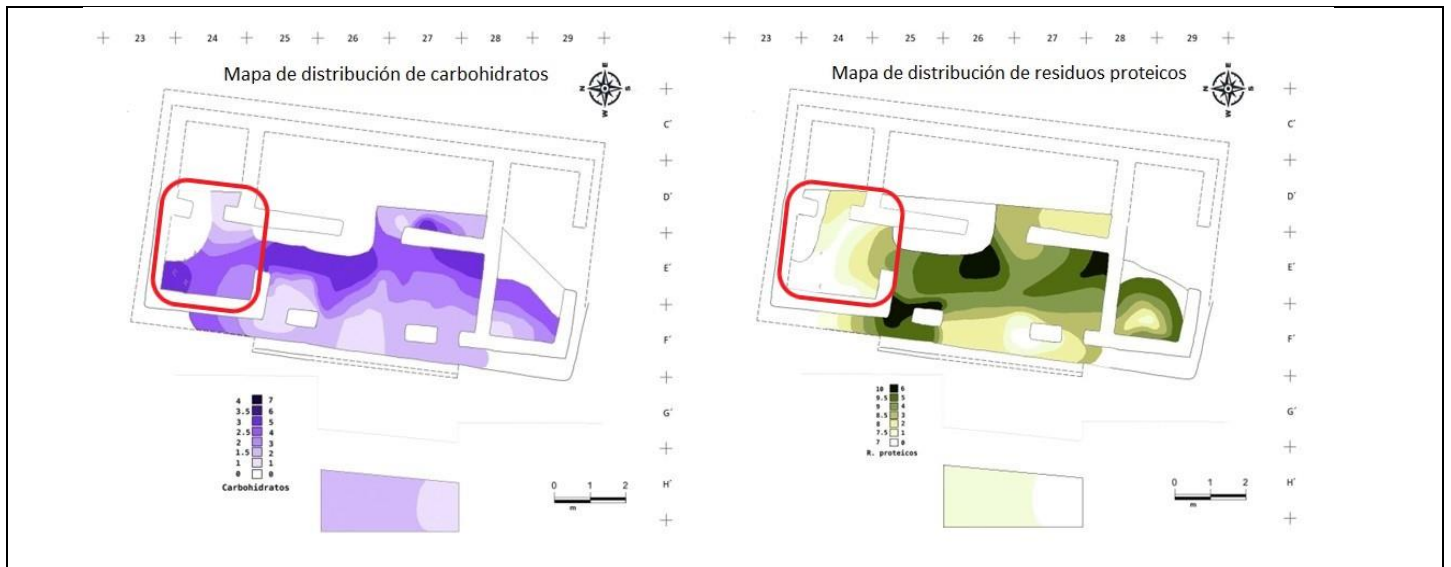


Fig. 23. Distribución química en el área de los almacenes. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.).

## 8.5 LA CONTAMINACIÓN MODERNA

Conforme a la muestra de heces de borrego para control, se observó que su resultado en la prueba de carbohidratos es de 4 en la escala colorimétrica siendo este valor el más alto, esto se debe probablemente a la cantidad de celulosa que hay en su comida (ver planteamiento del problema). Siendo 4 un valor no encontrado dentro de las muestras se puede considerar que las heces no alteraron los resultados como se temía.

## 8.6 EL PH EN LOS PISOS DE LA JOYA

En los estudios químicos, el pH se ha utilizado para ubicar zonas de calentamiento en el piso:

los valores altos del pH se han constituido como un importante indicador de lugares de preparación de alimento y de otras actividades relacionadas con el fuego, aun cuando no siempre se aprecien cambios de color en los pisos. (Barba et al., 1991, p.25)

A pesar de que el palacio de la Etapa IIIA Inferior fue incendiado y por consecuencia el piso quedó cubierto de cenizas, los valores de pH no son alcalinos como se esperaba, sino que

los resultados son neutros o tienden a la acidez. Esta no es la primera vez que el pH de los pisos arroja estos resultados. Como antes se mencionó, la Mtra. Rocío Velasco también llevó a cabo la prueba de pH sobre huellas de piso quemado donde se infiere que se usaron incensarios y (como se verá más adelante) sus resultados no se alejan de esta tendencia de neutralidad y acidez en los pisos. Del mismo modo, en el caso de las muestras del basurero estudiado por la Lic. Eli Vázquez, las muestras de pH salieron neutras.

Resulta interesante que en los pisos de tierra de La Joya no presenten los resultados de alcalinidad que se esperan por calentamiento. En el mapa de distribución del pH se puede apreciar que, en la zona donde se localizaron las mazorcas calcinadas el pH tiende a la acidez, resultado opuesto a lo esperado. El lugar donde hay un alza en el pH es en la mitad del pórtico de norte a sur. Sólo en el área de la cocina existe un aumento en el pH conforme a lo esperado, pero no alcanza la alcalinidad.

#### 8.7 PRUEBA DE pH EN CENIZAS DEL INCENDIO DE TERMINACIÓN EN LA RESIDENCIA PALACIEGA

Para corroborar los resultados de la prueba de pH en las muestras de la residencia, se decidió realizar la prueba en las cenizas de un solo cuadro de la residencia. Por lógica, toda la ceniza que procede del incendio indicaría un pH similar.

En experimentos realizados por el Dr. Luis Barba, el Dr. Agustín Ortiz Butrón y la Dra. Alessandra Pecci, quemaron carbón de encino y tomaron una muestra de las cenizas para llevar a cabo la prueba de pH; en esta prueba todos los resultados obtenidos eran de 9 en adelante en la escala de pH, en otras palabras, el resultado siempre fue alcalino (Barba et al., 2014, p. 226).

La prueba de pH en las muestras de cenizas del palacio se realizó con las especificaciones del manual mencionado anteriormente. Se le hicieron 20 lecturas a la misma muestra que

fue distribuida en dos tubos de ensayo. Los resultados se esquematizaron en la siguiente tabla:

| Lectura | pH   | Lectura | pH   | Lectura | pH   | Lectura | pH                    |
|---------|------|---------|------|---------|------|---------|-----------------------|
| 1       | 6.97 | 6       | 6.87 | 11      | 6.84 | 16      | 6.87                  |
| 2       | 7.01 | 7       | 6.84 | 12      | 6.95 | 17      | 6.89                  |
| 3       | 7.01 | 8       | 6.85 | 13      | 6.99 | 18      | 6.91                  |
| 4       | 7.02 | 9       | 6.87 | 14      | 7    | 19      | 6.91                  |
| 5       | 7.01 | 10      | 6.88 | 15      | 7.02 | 20      | 6.91                  |
|         |      |         |      |         |      |         | <b>Promedio: 6.93</b> |

Tabla 4. Resultados de pH de la ceniza del incendio en el palacio.

Como se observa en la tabla anterior, los resultados van desde un valor ligeramente ácido a neutro en la escala de pH. Estos valores son similares a las anteriores pruebas hechas por la Lic. Eli Vázquez y la Mtra. Rocío Velasco en distintos sectores de La Joya. Ambas series de análisis se hicieron conforme al protocolo de Barba (et al., 1991), pero los de Velasco fueron en 2012 el Laboratorio de Prospección Arqueológica del IIA y los de Vázquez en primavera de 2009 el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas en la Universidad Veracruzana. Cabe destacar que el piso analizado por la Mtra. Rocío Velasco contenía los círculos de los incensarios utilizados en este contexto, “se identificaron nueve manchas de barro quemado, tres a lo largo del muro Norte, cuatro en la parte central del cuarto y tres más pegadas al muro Sur” (Velasco, 2014, p. 65).

En este caso, 20 muestras fueron tomadas en el piso del cuarto acceso de la Plataforma Norte, en donde se localizaban las áreas quemadas y no quemadas. Se tomaron 8 muestras en áreas quemadas, 3 en áreas poco quemadas y 9 en áreas no quemadas; 12 más en los pisos posteriores que se iban desmantelando y al parecer estos pisos no contenían áreas quemadas.

En las siguientes tablas se pueden observar los valores de pH y el promedio de las muestras descritas anteriormente:

| <b>Piso quemado</b>   |           |           |           |           |            |            |            |            |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| <b>No. Muestra</b>    | M2<br>(1) | M3<br>(2) | M4<br>(3) | M7<br>(4) | M10<br>(5) | M12<br>(6) | M18<br>(7) | M20<br>(8) |
| <b>pH</b>             | 7.29      | 7.12      | 7.34      | 7.14      | 7.26       | 7.24       | 7.32       | 7.29       |
| <b>Promedio: 7.25</b> |           |           |           |           |            |            |            |            |

|                       | <b>Piso poco quemado</b> |            |            | <b>Piso no quemado</b> |           |           |           |           |            |            |            |            |
|-----------------------|--------------------------|------------|------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| <b>No. de muestra</b> | M13<br>(1)               | M14<br>(2) | M19<br>(3) | M1<br>(1)              | M5<br>(2) | M6<br>(3) | M8<br>(4) | M9<br>(5) | M11<br>(6) | M15<br>(7) | M16<br>(8) | M17<br>(9) |
| <b>pH</b>             | 7.22                     | 7.31       | 7.25       | 7.06                   | 7.01      | 7.42      | 7.33      | 7.12      | 7.11       | 6.89       | 7.31       | 7.19       |
| <b>Promedio: 7.26</b> |                          |            |            | <b>Promedio: 7.16</b>  |           |           |           |           |            |            |            |            |

| <b>Pisos desmantelados</b> |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| <b>No. Muestra</b>         | (1)  | (2)  | (3)  | (4)  | (5)  | (6)  | (7) | (8)  | (9)  | (10) | (11) | (12) |
| <b>pH</b>                  | 7.38 | 7.27 | 7.32 | 7.19 | 7.22 | 7.22 | 7.2 | 7.29 | 7.15 | 7.22 | 7.14 | 7.06 |
| <b>Promedio: 7.22</b>      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |

Tabla 5. Tablas de los resultados de pH de las muestras obtenidas en piso quemado, poco quemado, no quemado y de los pisos desmantelados. Datos obtenidos de la tesis de maestría elaborada por la arqueóloga Rocío Velasco (2014, p. 74 y 87).

Como se puede apreciar, existe solamente una muestra en el piso no quemado que tiene una acidez leve. El promedio de todas las muestras no pasa de un resultado neutro, pese a que la toma de muestras se hizo en zonas quemadas y no quemadas. Por lo tanto, se considera que los resultados de pH (de la prueba de cenizas y del piso quemado de la residencia) son válidos por la similitud. Sin embargo, estos valores están completamente fuera del rango de pH que se esperaría en la presencia de incendios y cenizas. Se sugiere el estudio a fondo de este interesante fenómeno.

## 9 DIFICULTADES EN LAS PRUEBAS QUÍMICAS

### 9.1 ATMÓSFERA ÁCIDA

Durante la realización de las pruebas de residuos proteicos y potencial de hidrógeno (pH), se produjo una alteración en el ambiente del laboratorio porque simultáneamente se realizó la prueba de carbohidratos. En esta última prueba se utiliza ácido sulfúrico concentrado, lo que acidifica el entorno al reaccionar con el resorcinol (incluyendo que la campana del laboratorio se dañó y sólo había un extractor pequeño, lo que dificulta la salida de estas emanaciones ácidas) y alteró los resultados.

En el procedimiento del análisis de residuos proteicos, se utiliza papel pH universal (1-14) humedecido con agua destilada; al ser expuesto en el entorno este se vuelve rojo (ver figura 20) por el contacto con el aire acidificado y los resultados no son fidedignos respecto a cantidad verdadera de residuos proteicos. Esto es porque la cantidad de residuos proteicos se ve reflejada en los valores alcalinos. La alteración de los resultados de este análisis se ve representada a continuación en la tabla.

En el caso de la prueba química de pH, no se alteraron los resultados como en el examen de residuos proteicos ya que, el pH-metro no se expone tanto al aire y se encuentra en un cuarto aparte dentro del laboratorio. De la misma forma, se compararon los resultados de residuos proteicos y pH realizados con atmosfera ácida y la repetición del procedimiento en condiciones óptimas en agosto de 2022. Como se puede observar en la tabla 5, la alteración de los resultados de pH es mínima en comparación con los resultados de residuos proteicos.



Fig. 24. De Izquierda a derecha: papel pH posiblemente<sup>7</sup> alterado por el ambiente ácido. A continuación, se observa la escala de pH. En el círculo rojo se indica el nivel de acidez del papel debido a la atmósfera ácida, mientras que en el óvalo azul se señala la presencia de proteínas en la prueba.

A continuación, se muestran la tabla y la gráfica comparativa de las pruebas de pH y residuos proteicos.

| No. Muestra | Rep. pH | pH. Atmósfera ácida | Rep. Proteínas | R. Proteicos. Atmosfera ácida |
|-------------|---------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| JR-1        | 6.01    | 7.49                | 7.5            | 7                             |
| JR-2        | 6.2     | 7.62                | 7              | 7.5                           |
| JR-3        | 6.49    | 7.63                | 8.5            | 7.5                           |
| JR-4        | 6.84    | 7.51                | 7.5            | 8                             |
| JR-5        | 7.03    | 7.05                | 9              | 8                             |
| JR-6        | 7.27    | 7.38                | 8.5            | 9                             |
| JR-7        | 7.46    | 7.37                | 9              | 8                             |
| JR-8        | 7.31    | 7.3                 | 8.5            | 8                             |
| JR-9        | 7.33    | 7.28                | 8.5            | 8                             |
| JR-10       | 7.32    | 7.25                | 7.5            | 7.5                           |

<sup>7</sup> Es importante mencionar que en el centro de las tiras es en donde llega el vapor que emana del tubo. Además, el papel utilizado en la prueba puede acidificarse debido a contacto con el agua, el aire o las pinzas con las que se sujeta. Por tanto, es común que se produzcan alteraciones en los extremos del papel pH. En principio, las pruebas no se pueden realizar al mismo tiempo y es por eso que los resultados han variado entre ambas ejecuciones de la prueba.

|       |      |      |     |     |
|-------|------|------|-----|-----|
| JR-11 | 7.42 | 7.31 | 9.5 | 7   |
| JR-12 | 7.19 | 6.9  | 9.5 | 8.5 |
| JR-13 | 7.16 | 7.07 | 10  | 8   |
| JR-14 | 7.21 | 6.4  | 9.5 | 8.5 |
| JR-15 | 7.22 | 6.93 | 8   | 7.5 |
| JR-16 | 7.27 | 6.98 | 8   | 7   |
| JR-17 | 7.1  | 6.88 | 8.5 | 8   |
| JR-18 | 7.23 | 7.07 | 8.5 | 8   |
| JR-19 | 6.97 | 6.78 | 10  | 9   |
| JR-20 | 7    | 6.76 | 8   | 7   |
| JR-21 | 7.3  | 6.89 | 9.5 | 7.5 |
| JR-22 | 6.84 | 6.62 | 9.5 | 8.5 |
| JR-23 | 7.01 | 6.75 | 10  | 9   |
| JR-24 | 6.81 | 6.64 | 10  | 7   |
| JR-25 | 6.99 | 6.7  | 10  | 7   |
| JR-26 | 6.72 | 6.34 | 9   | 8.5 |
| JR-27 | 7    | 6.81 | 9.5 | 8.5 |
| JR-28 | 7.05 | 6.92 | 7.5 | 7   |
| JR-29 | 7.07 | 6.89 | 7.5 | 8   |
| JR-30 | 7.01 | 6.92 | 7   | 8   |
| JR-31 | 6.56 | 6.48 | 9   | 9   |
| JR-32 | 6.79 | 6.75 | 9   | 7   |
| JR-33 | 6.54 | 6.47 | 8.5 | 8.5 |
| JR-34 | 6.5  | 6.34 | 8.5 | 7   |
| JR-35 | 6.98 | 6.78 | 7   | 7   |
| JR-36 | 6.85 | 6.81 | 7.5 | 7.5 |
| JR-37 | 6.89 | 6.82 | 7   | 7   |
| JR-38 | 6.78 | 6.79 | 7   | 7.5 |
| JR-39 | 6.46 | 6.45 | 7   | 7   |
| JR-40 | 6.65 | 6.56 | 8   | 8   |
| JR-41 | 6.74 | 6.61 | 8   | 7.5 |
| HECES | /    | 6.52 | /   | 9   |

Tabla 6. Repetición de las pruebas de pH y residuos proteicos.

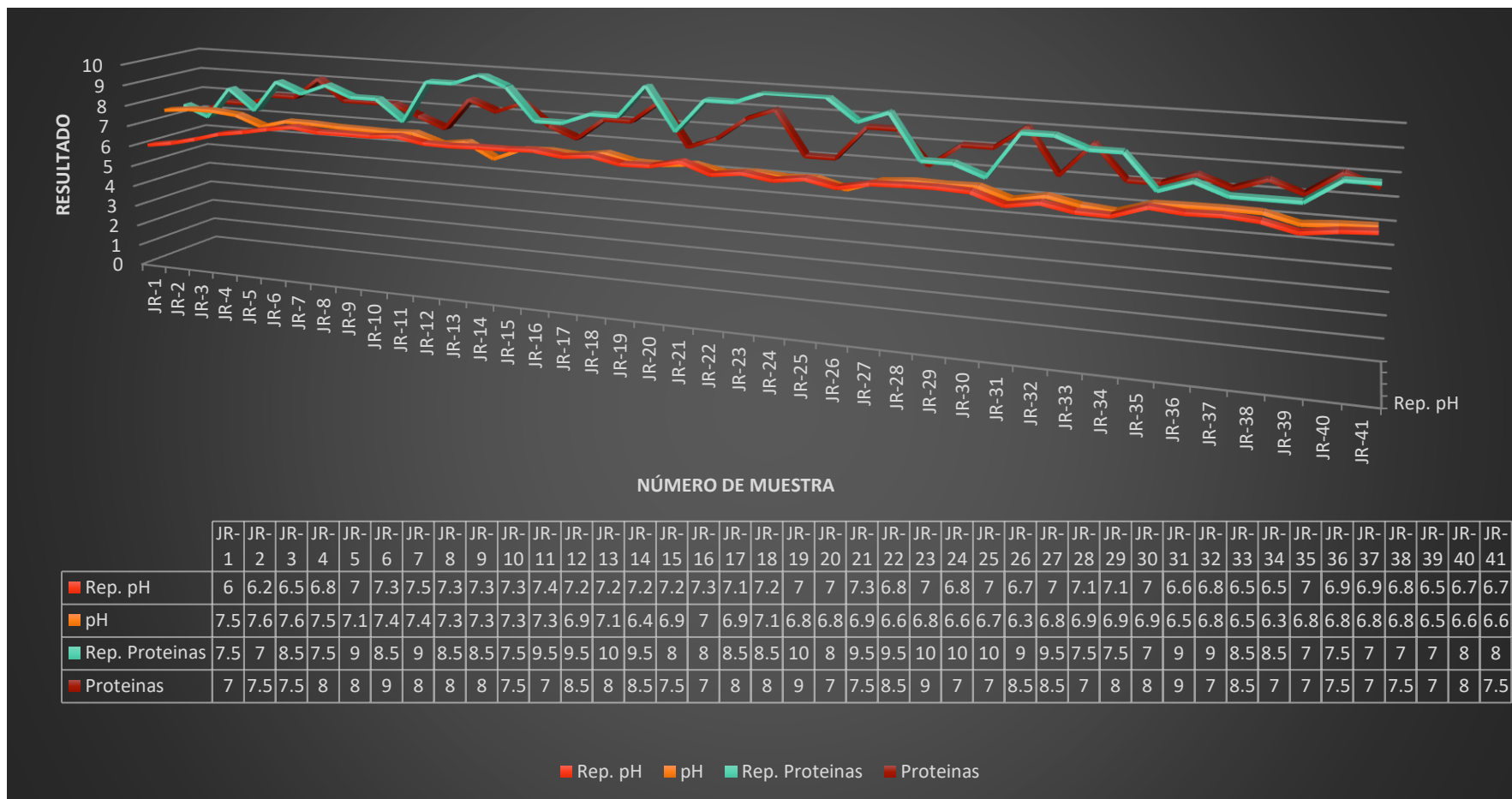


Fig. 25. Grafica comparativa de resultados. Repetición de las pruebas de pH y residuos proteicos.



Los resultados de las pruebas de pH y residuos proteicos presentan diferencias considerables entre la primera y segunda ejecución, como se puede observar en la tabla y la gráfica. En la primera ejecución de la prueba de pH, se muestra poca variación en comparación con la repetición del procedimiento. Por otro lado, la prueba de residuos proteicos exhibe una variación significativa entre ambas realizaciones, mostrando una tendencia alcalina en la repetición que sugiere una mayor presencia de residuos proteicos. Estos resultados resaltan la importancia de llevar a cabo las pruebas en condiciones óptimas para obtener resultados precisos y confiables.

## 9.2 TIEMPO DE LAS PRUEBAS

Por otro lado, se debe de tomar en cuenta el tiempo que se tarda en realizarse ciertas pruebas. Las pruebas más rápidas son las de carbonatos ya que sólo se utiliza ácido clorhídrico al 10% y la muestra. Otra igual de rápida es la prueba de carbohidratos donde se agrega a la muestra el reactivo resorcinol y el ácido sulfúrico concentrado, lo que consume tiempo es la lectura comparativa en la escala colorimétrica de los carbohidratos.

El proceso de análisis químico que se necesita cronometrar cuando se añaden los reactivos, se encuentran en la categoría de tiempo intermedio, como en el caso de la prueba de fosfatos y ácidos grasos. En ambos casos se requiere de una técnica trabajada y planificada para aprovechar el tiempo entre una muestra y otra. Además, en la prueba de fosfatos se tiene que esperar un día para que se sequen los reactivos y poder leer los resultados al momento de quitar la muestra del papel filtro. Una dificultad en la prueba de ácidos grasos es cuando el cloroformo se evapora por no controlar el contacto del tubo con la lámpara de alcohol. Si esto ocurre, se tiene que volver a preparar la muestra.

En mi experiencia, las pruebas más tardadas son la de pH y la de residuos proteicos. La prueba de pH puede tardar bastante debido a que el pH-metro requiere un tiempo considerable para las lecturas, lo que puede llevar hasta 5 horas para procesar 80 muestras. Esto significa que el intervalo de tiempo entre una muestra y otra es de aproximadamente 4 minutos. Por otro lado, la prueba de residuos proteicos puede resultar más tardada debido a la posibilidad de cometer errores durante la ejecución. Por ejemplo, si no se controla la ebullición al calentar el tubo de ensayo con la muestra, el óxido de calcio y el agua destilada, se puede producir precipitación, lo que agrega tiempo adicional al proceso. Además, si la muestra se proyecta por la ebullición y toca el papel pH universal, este se torna morado, lo que requiere volver a preparar la muestra.

Otro problema que puede surgir es cuando se sobrepasa el tiempo de ebullición, lo que puede hacer que el vapor que emana del tubo desvanezca la pigmentación del papel de pH. Esto puede interferir con una lectura precisa del resultado, ya que no se puede comparar con la escala colorimétrica de pH.

Cabe señalar que la comparación de tiempos se realiza entre las mismas pruebas de spot-test, y aunque pueden surgir contratiempos como estos, siguen siendo más rápidas en comparación con otras pruebas químicas más complejas resultan definitivamente más rápidas a pesar de estos contratiempos.

Por último, se debe considerar que este tipo de accidentes y resultados dependen de la experiencia y pericia de quien realice los análisis.

## 10 PRUEBAS CG-EM

Con los resultados de las pruebas de spot-test se seleccionaron tres muestras que tuvieron concentraciones excepcionales:

### a) Muestra JR-6

Esta muestra fue relevante en la prueba de residuos proteicos. En la primera prueba de spot-test mostraba una concentración considerable (9 en la escala colorimétrica de 7 a 10). A pesar de haber tenido que repetir la prueba debido a la atmosfera ácida, en los resultados posteriores no se encontró la misma concentración en la muestra. Sin embargo, la muestra JR-6 puede ser útil para comparar sus componentes con las siguientes muestras.

### b) Muestra JR-19

Los resultados relevantes surgieron en las pruebas de residuos proteicos y carbohidratos (10 el número más alto en la escala colorimétrica de residuos proteicos y 3.5 una concentración considerable en la escala colorimétrica que llega hasta 4 en la prueba de carbohidratos). Por lo cual se esperaba reconocer con la cromatografía de gases algún compuesto dentro de estos grupos.

### c) Muestra JR-31

Los resultados de la prueba de ácidos grasos demostraron la presencia en la muestra (3 en la escala colorimétrica que llega hasta el 4). Por ello se esperaba encontrar compuestos relacionados con ácidos grasos como resinas. Cabe señalar que el lugar donde se tomó esta muestra estaba cerca de un fragmento de incensario. También en la prueba de residuos proteicos se localizó una alta concentración de estos.

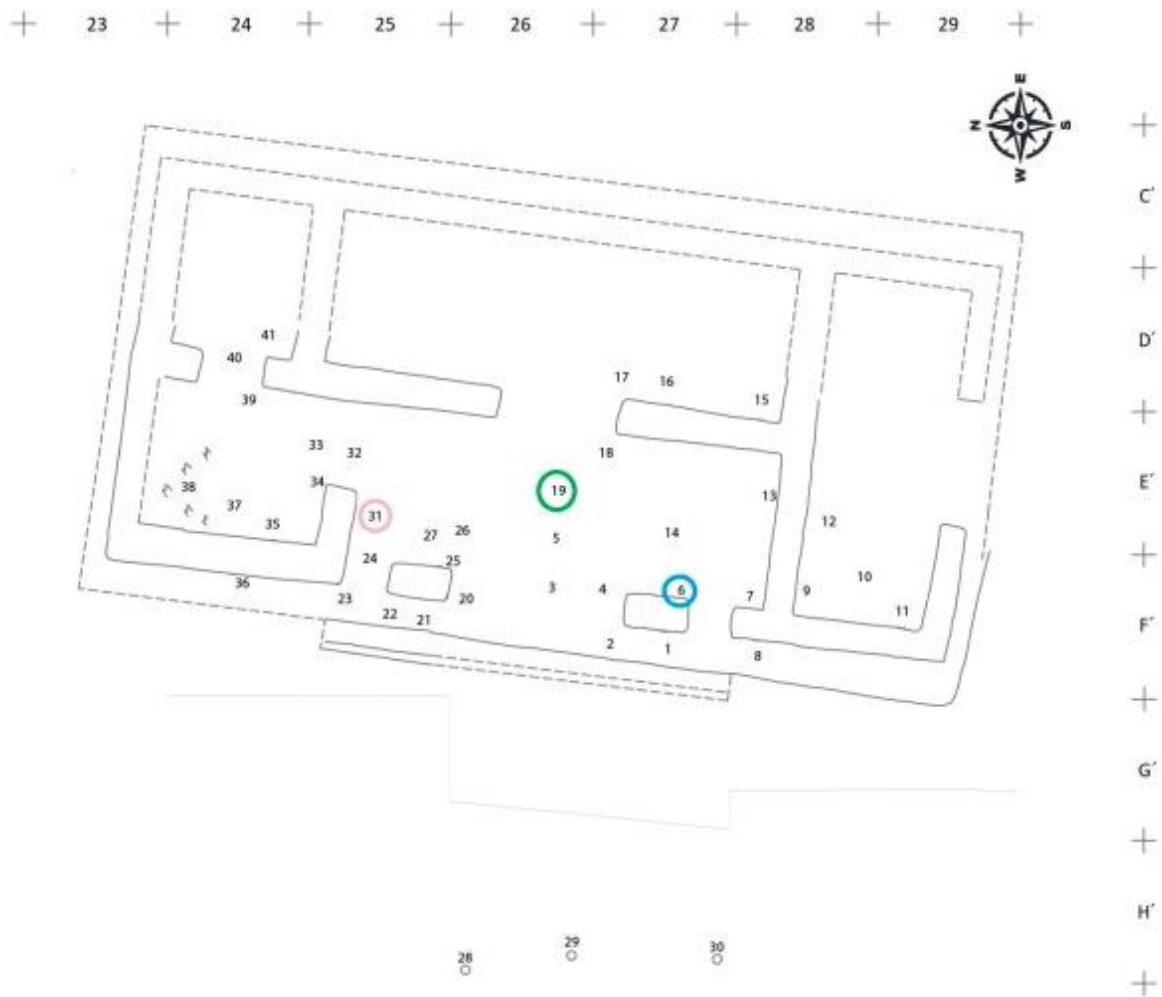


Fig. 26. Plano señalando las muestras analizadas por cromatografía de gases. Redibujado del plano original hecho por la Dra. Daneels durante sus excavaciones en el año 2007 (Daneels, 2012, p. 60.)

Los resultados anteriores justificaron que estas pruebas se mandaran a análisis de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM) al Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y la Conservación del Patrimonio Cultural en el Instituto de Química (LANCIC-IQ) UNAM, en el mes de agosto del 2022 con el financiamiento dentro del proyecto PAPIIT IN 400921 “Ofrendas de construcción. Interpretación social de prácticas rituales prehispánicas” dirigido por la Dra. Daneels.

Después de que se llevara a cabo la cromatografía de gases, la M. en C. Mayra León Santiago mandó un reporte preliminar el 19 de agosto con los resultados (incluyendo las gráficas y tablas que se verán a continuación) y junto a la Dra. Daneels y la autora del presente trabajo se discutieron los mismos.

Primeros resultados de la cromatografía de gases:

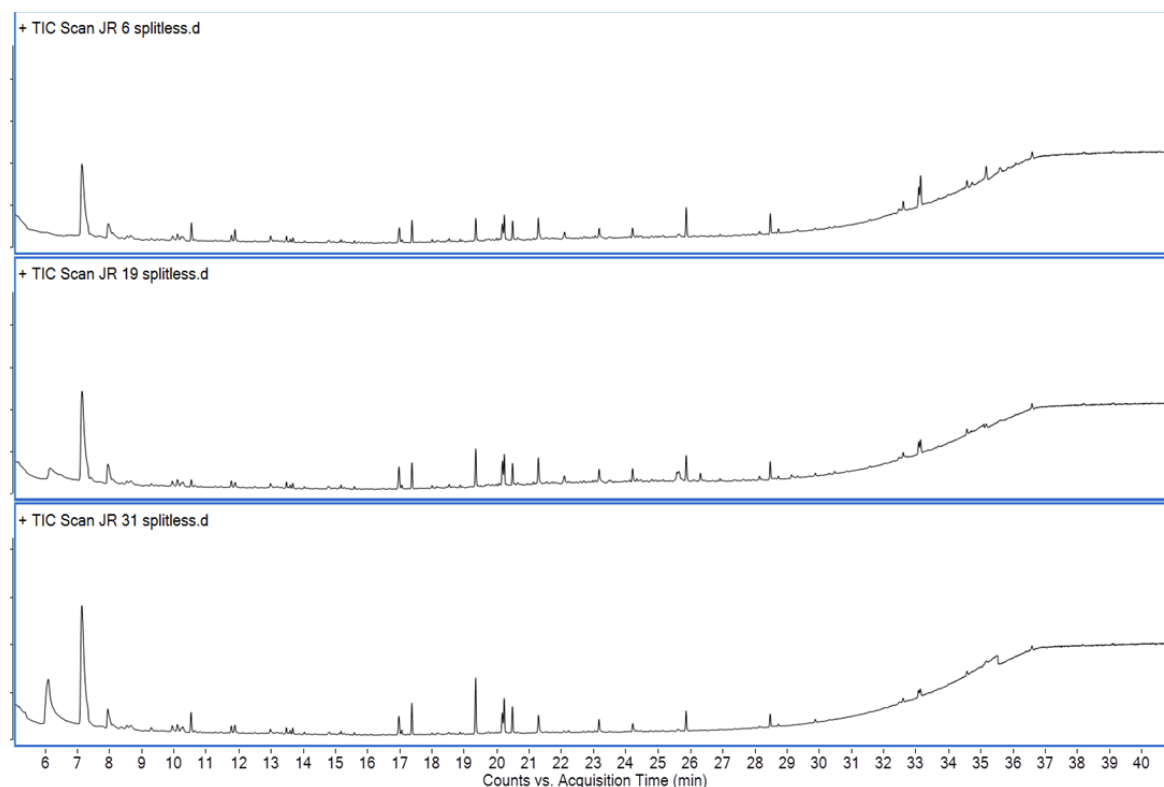


Fig. 27. Perfiles cromatográficos de las muestras del primer tratamiento

En los resultados que se muestran en la gráfica (Fig. 28), se observa a simple vista que los compuestos de estas 3 muestras son muy parecidos (de acuerdo con el reporte de la M. en C. Mayra León Santiago). En la siguiente tabla se muestran todos los compuestos identificados (algunos compuestos todavía no eran identificados mediante la bibliografía):

| Compuesto                         | $t_R$ (min) |
|-----------------------------------|-------------|
| Ethanone, 2-(formyloxy)-1-pHenyl- | 7.14        |
| Benzamide                         | 7.94        |

|   |       |
|---|-------|
| <b>2,4-Di-tert-butylpHenol</b>  | 10.53 |
| <b>Cyclohexadecane</b>  | 11.77 |
| <b>Pentanedioic acid, (2,4-di-t-butylpHenyl) mono-ester</b>             | 11.88 |
| <b>Hexadecanenitrile</b>  | 16.96 |
| <b>Hexadecanoic acid, methyl ester</b>                                  | 17.37 |
| <b>PHenacylidene diacetate</b>  | 19.34 |
| <b>Octadecanenitrile</b>  | 20.17 |
| <b>Methyl stearate</b>  | 20.48 |
| <b>Hexadecanamide</b>   | 21.28 |
| <b>2-NapHthalenamine, N-pHenyl-</b>                                     | 22.10 |
| <b>Octadecanamide</b>   | 24.21 |
| <b>HexadecanopHenone</b>  | 25.87 |
| <b>OctadecanopHenone</b>  | 28.47 |
| <b>Olean-12-en-3-ol, acetate, (3.beta.)-(<math>\beta</math>-Amyrin)</b> | 32.60 |

Tabla 7. Compuestos identificados para las muestras JR6, JR19 y JR 31. Tomada del reporte de la M. en C. Mayra León Santiago.

En este primer análisis se determinó que los resultados no eran concluyentes porque estos salieron relativamente parecidos en las tres muestras analizadas. Por lo tanto, se decidió repetir el análisis en septiembre del 2022 de estas tres muestras utilizando un procedimiento diferente que requiere una mayor cantidad de muestra, como se detalla a continuación.

Se repitió el análisis, para tratar de confirmar la presencia de los compuestos encontrados en este primer tratamiento, para ello se pesó 500 mg de la muestra, se hizo la extracción con 5 mL de diclorometano y se evaporó el disolvente hasta tener un extracto de 0.5 mL, mismo del que se tomó nuevamente 1 mL para su análisis por CG-EM (texto extraído del reporte enviado el 19 de agosto del 2022 por la M. en C. Mayra León Santiago).

Posteriormente, en otro reporte de la M. en C. Mayra León Santiago, envió los resultados comparando las primeras gráficas obtenidas de la cromatografía con el segundo análisis.

Fig. 28. Comparación de resultados de a muestra JR-6

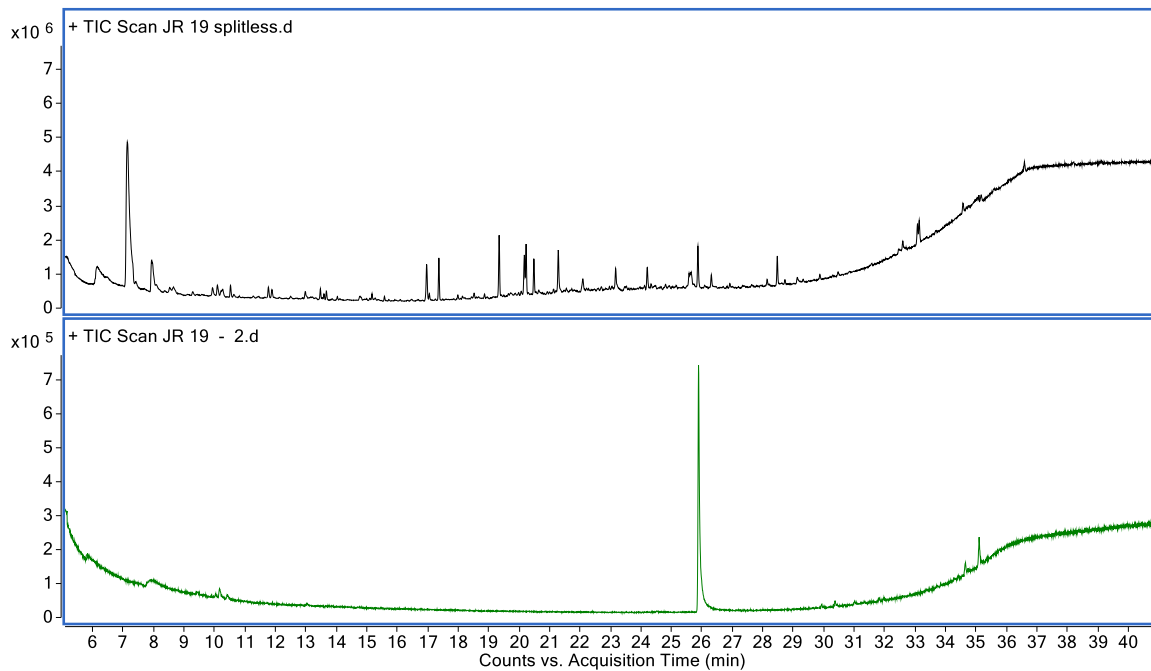
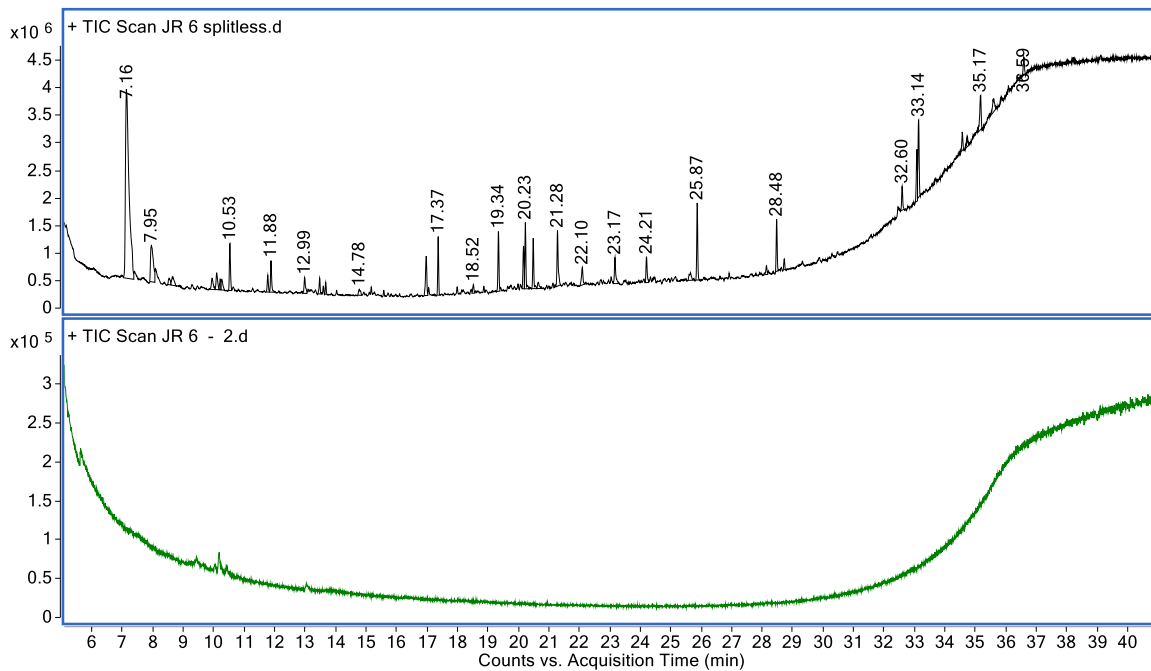


Fig. 29. Comparación de resultados de la muestra JR-19

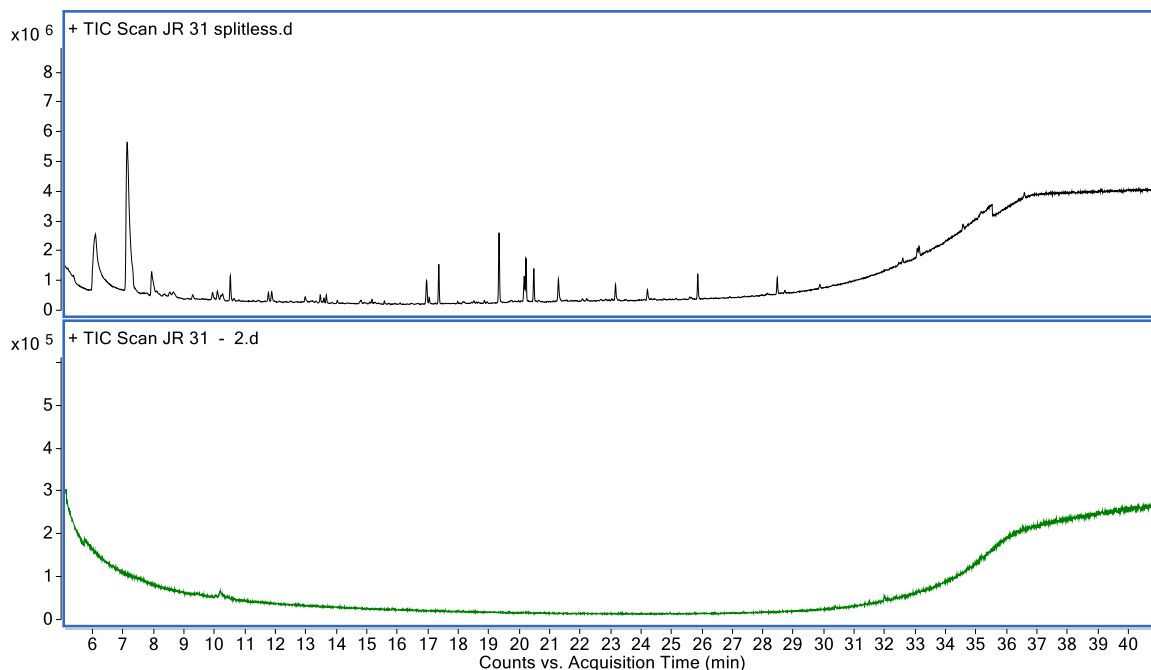


Fig. 30. Comparación de resultados de la muestra JR-31

Como se puede apreciar en las gráficas, los resultados de (JR-6 y JR31) de esta segunda prueba en cromatografía parecen ser menos concluyentes que en la primera prueba, a continuación se dan posibles explicaciones de estos resultados:

Con los resultados obtenidos se puede concluir que el método seguido parece no ser eficiente cuando se aumenta la cantidad de muestra, o que la muestra no es homogénea (texto extraído del reporte enviado el 21 de septiembre del 2022 por la M. en C. Mayra León Santiago).

En ambos casos es difícil saber cuál de las dos es la respuesta más acertada. Respecto a la eficiencia del método se debe de tener una especialización en cromatografía para poder deducir su eficiencia. En el caso de la homogeneidad de las muestras se tendría que pensar en qué forma se podría determinar el estado homogéneo de la muestra. La estandarización en la toma de muestras podría ayudar en estos casos.

Por otro lado, en la gráfica de la muestra J-19 se observa un pico muy alto al minuto 26:

Solo en la muestra J19 se logra confirmar la presencia de un compuesto triterpénico, identificado como  $\beta$ -amirina. Con esta poca evidencia, se puede



inferir que al menos para la muestra J19, si podría haber restos de copal (Ibid).

Resulta interesante que esta muestra haya contenido  $\beta$ -amirina, la cual no se esperaba por los resultados de la prueba de ácidos grasos. Es importante recordar que la muestra en cuestión se localizaba muy cerca de un candelero estilo teotihuacano ubicado en la parte central del pórtico (ver inciso 1.6.1). Probablemente algún residuo de la resina que contenía el candelero quedó impregnado en el piso.

Es preciso señalar que este candelero fue analizado por el Lic. en Química Braulio Reyes Suárez y se encuentra registrado como 'candelero 2' en su tesis de licenciatura. En su análisis, utilizó tres muestras extraídas por la Mtra. Rocío Velasco de la tierra circundante (CAND2 TB), de la cámara 1 (CAND2 C1) y de la cámara 2 (CAND2 C2) (Reyes, 2022, p. 19).

Los resultados que obtuvo a través del análisis cromatográfico son los siguientes: el candelero 2 presentó timol,  $\beta$ -amirina, acetato de  $\beta$ -amirina y  $\alpha$ -mirina, marcadores que utilizó para identificar la presencia de copal. Además, encontró un marcador de combustión, el 2,6-dimetoxi-9-metil-antraceno, en la cámara 2 de este candelero, mientras que la cámara 1 presentó timol como único marcador. En la tierra que rodeaba al candelero también se localizó acetato de  $\beta$ -amirina y  $\alpha$ -mirina. Cabe destacar que la concentración de los marcadores fue mayor en la tierra que cubría al candelero que en sus cámaras (Reyes, 2022, p. 57).

Con base en los resultados obtenidos en el análisis cromatográfico del Lic. Reyes, en las muestras del candelero y su entorno, se podría inferir que este lugar se utilizó para la quema de resinas de forma ritual. Los marcadores químicos encontrados en la cámara 2 del candelero, indican la presencia de combustión y se relacionan con la quema de resinas.

Probablemente una de las cámaras era utilizada para contener la resina o copal y la otra para la quema.

Además, la presencia de acetato de  $\beta$ -amirina y  $\alpha$ -mirina en la tierra que rodeaba el candelero sugiere que la resina se quemaba en este lugar de manera repetida y puede indicar que el centro del pórtico era un lugar de prácticas rituales o ceremoniales por la coincidencia entre los resultados químicos del piso de la muestra JR-19 y los resultados obtenidos del candelero encontrado en el mismo lugar.

Los resultados de las muestras JR-6 y JR-31 no fueron concluyentes debido a la similitud de sus componentes en la primera prueba de cromatografía, además, en la segunda prueba no se pudo identificar algún compuesto relevante de los que se esperaban.

Por ejemplo, en la muestra JR-31, no se identificó alguna sustancia relacionada con los ácidos grasos identificados por spot-test. Se esperaban compuestos como la  $\beta$ -amirina pero desafortunadamente no se localizó en la muestra. Por ello, la hipótesis de que ahí se encontraban restos de la resina del incensario queda descartada.

## 11 CONCLUSIÓN

Los resultados de las pruebas concuerdan en general con las expectativas enunciadas en las hipótesis iniciales respecto al uso y función de los sectores del palacio. Estos resultados sustentan la validez del estudio de los residuos químicos, como indicadores de áreas de actividad, aplicados a espacios intemperizados. En el pórtico se obtuvieron valores altos de fosfatos, carbohidratos y residuos proteicos característicos de los lugares de consumo de alimentos. Los cajetes frente a la entrada, las orejeras de piedra gris pulida, el candelero y las cuentas de jade encontrados *in situ* se consideran parte de los componentes de la ofrenda de terminación al encontrarse fuera de su lugar habitual, contrario al candelero en medio del pórtico que sugiere su uso constante en este lugar. Estos resultados apoyan la hipótesis de que en el pórtico se realizaban actividades tipo domésticos y posiblemente se realizaban actividades de tipo ritual en medio del pórtico.

En el cuarto principal se encontraron concentraciones de fosfatos, carbohidratos y residuos proteicos; estas concentraciones no se esperaban, al ser este considerado un lugar de descanso. Por la falta de la fachada este y objetos arqueológicos asociados, no es posible generar conjeturas adecuadas en este sector, pero sí parece que fue utilizado para otras actividades, como por ejemplo el consumo o derramamiento de bebidas o sustancias ricas en carbohidratos, es decir, actividades rituales y domésticas.

En la cocina se detectó la presencia de fosfatos, carbonatos, pH (relativamente alto), carbohidratos y residuos proteicos característicos de los lugares utilizados para la preparación y consumo de alimentos. Estas concentraciones se asociaron a la ubicación de este sector, aislado de los demás espacios de la residencia, por falta de puerta comunicante, y a los cajetes de paredes bajas situados en la esquina noroeste de este

lugar, lo que apoya la hipótesis de que este sector fue utilizado como cocina, a pesar de que no se halló la presencia de ácidos grasos.

En el almacén, el hallazgo de más de 400 mazorcas en este sector llevó a la interpretación que este lugar fue utilizado para el almacenamiento de maíz. Los resultados de los residuos apoyan esta interpretación, ya que arrojaron concentraciones altas de fosfatos y carbohidratos. Por otra parte, es poco probable que se hayan almacenado otros productos, a menos que haya sido en algún tipo de contenedor como una vasija, y no sobre el piso como el maíz.

Considerando la concordancia general de los resultados químicos con base en su posición en el piso y los artefactos asociados, con las actividades realizadas en cada espacio de la residencia palaciega, se llegó a la conclusión de que la intemperización del lugar en los últimos 14 años y la presencia de agentes contaminantes sobre el piso no afectaron las lecturas de las muestras.

Si bien al principio de este trabajo se esperaban alteraciones por los vientos, lluvias, gramíneas y heces de borrego, no se detectó la presencia de ninguna de estas. Esto podría deberse a tres razones posibles. La primera refiere al tiempo relativamente corto que estuvo expuesto el piso a estas circunstancias. La segunda es que las precauciones tomadas para diseñar la estrategia de muestreo fueron eficaces y así se evitó la contaminación de dichas muestras. Por último, la contaminación se encontraba sobre la superficie, por ello se tomaron las muestras bajo el piso donde las sustancias se encontraban encapsuladas, en lugar de tomarlas en la zona expuesta. Todo esto contribuyó a que los resultados evidenciaran las concentraciones sobre el piso de la residencia relacionadas con las actividades de los antiguos habitantes del palacio. Se debe tener en cuenta que las pruebas de spot-test no son tan sensibles para detectar estos factores contaminantes (Dr. Agustín Ortiz comunicación personal).

Respecto al incendio intencional en la residencia y la capa de cenizas sobre el piso que quedó encapsulada por tres etapas constructivas posteriores, destacan los valores de pH que van de ácidos a neutros, en lugar de los resultados alcalinos que se esperaban obtener, como en el caso los análisis de pH en pisos quemados en otros sitios arqueológicos como en Teopancazco en Teotihuacan y la Casa de las Águilas en Templo Mayor.

En cuanto a la presencia de cenizas, el antecedente que se mostró (en el apartado de pH de las cenizas del incendio 7.7) fue el experimento hecho por el Dr. Barba y sus colaboradores, quienes quemaron carbón de encino para después recolectar las cenizas y hacer la prueba de pH. Los valores de pH de estas cenizas apuntaron siempre a valores alcalinos. Como se vio anteriormente, los valores de pH sobre los pisos de La Joya tienen esta predisposición ácida y neutra, tanto en zonas quemadas como en las no quemadas. Resulta interesante esta tendencia y sin duda amerita un estudio a fondo de los incendios sobre los pisos de tierra para saber por qué los resultados van en contra de las expectativas. Sin embargo, por las limitaciones de tiempo, ya no fue posible profundizar en el tema de acuerdo con el marco de esta tesis.

En este estudio se observó una especificación a detalle del Laboratorio de Prospección Arqueológica: el no realizar pruebas de pH ni de proteínas al mismo tiempo que las pruebas de carbohidratos (Dr. Ortiz, comunicación personal). Esto se debe a que la primera vez que se realizaron dichas pruebas, en el mismo laboratorio se llevó a cabo la prueba de carbohidratos en la que se utilizan ácidos concentrados. En consecuencia, el ambiente dentro del laboratorio se tornó ácido y podría haber interferido con los resultados y por ende se repitieron las pruebas. Por este motivo es importante que, en cualquier análisis químico de spot-test, se consideren las condiciones en las que se llevan a cabo y que se planifiquen cuidadosamente los procedimientos a realizar, para no afectar los resultados entre sí y así poder evitar la repetición de las pruebas.

Finalmente, mediante el análisis de CG-EM en las muestras seleccionadas por sus valores destacados en las pruebas químicas de spot-test, se pudo identificar únicamente la sustancia  $\beta$ -amirina en la muestra 19, que podría confirmar la presencia de resinas en el ritual de terminación. Este resultado se obtuvo de un candelero encontrado cerca de la toma de muestra del piso, lo que respalda el uso de resinas en el pórtico. Además, los resultados del Lic. Reyes, quien localizó varios indicadores de resinas y de combustión, permiten concluir que esta parte del pórtico se utilizó constantemente para la quema de resinas debido a la cantidad considerable de indicadores encontrados en la parte exterior del candelero. En contraste, los demás resultados de las otras muestras fueron poco concluyentes ya que se esperaba encontrar otras sustancias específicas que se pudieran relacionar con las actividades efectuadas en la residencia.

En conclusión, los análisis de residuos químicos son importantes dentro de la investigación arqueológica porque permiten tener más información respecto a las actividades que los antiguos habitantes llevaron a cabo sobre las superficies de ocupación aún en condiciones de intemperización y contaminación reciente.

## 12 BIBLIOGRAFÍA:

Aguilar, I. y Morales, R. (2011). *Estudio arqueomagnético: una aplicación a la cronología de la arquitectura de tierra en el sitio "La Joya", Veracruz*. 1-182. [Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Antropología e Historia]. Colección de Mediateca INAH <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/tesis%3A822>

Ávila, E., Hernández, M., Punzo, J., Ortiz, A., Estrada, D., Blancas, J., Barba, L. (2018). Análisis de áreas de actividad a partir de residuos químicos en pisos del sitio Loma de Piritícuaro en el río Balsas Medio, Michoacán, México. *European Journal of Archaeology*. 3, 99-110. MSH Mondes - Pôle. <http://www.mae.parisnanterre.fr/articles-articles/punzo-diaz-et-al/>

Barba, L. (1986). La química en el estudio de áreas de actividad. En L. Manzanilla (Ed.), *Unidades habitacionales mesoamericanas y sus áreas de actividad* (pp. 21-39). Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

(1990). El análisis químico de pisos de unidades habitacionales para determinar sus áreas de actividad. En Y. Sugiura y M. Serra (Eds.), *Etnoarqueología I Coloquio Bosch Gimpera* (pp. 177-200). Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

(2007). Chemical residues in lime-plastered archaeological floors. *Geoarchaeology*, 22(4) 439-452. <https://doi.org/10.1002/gea.20160>

Barba, L. y Tovalín, A. (1987). Estudio de las unidades habitacionales antes de la excavación. En L. Manzanilla (Ed.), *Cobá, Quintana Roo: Análisis de dos unidades habitacionales Mayas del horizonte clásico* (pp. 331-337). Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

Barba L. y A. Ortiz. (1992). Análisis químico de pisos de ocupación un caso etnográfico en Tlaxcala, México. *Latin American Antiquity*, 3(1) 63-82. Society of American Archaeology, Board.

Barba, L., Rodríguez, R., Córdoba, J., Terreros, M., Pecci, A., Ortiz, A. (s.f.) *Procedimientos para el estudio químico de pisos y cerámicas arqueológicas*. 1-9. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

Barba, L., Ortiz, A. y Pecci, A. (2014). Los residuos químicos. Indicadores arqueológicos para entender la producción, preparación, consumo y almacenamiento de alimentos en Mesoamérica. *Anales de Antropología* 48(1) 201-240. DOI:10.1016/S0185-1225(14)70495-3.

Barba, L., Ortiz, A., Link, K., Lazos, L., López, L. (1997). La arquitectura sagrada y sus usos. Estudio geofísico y químico de la Casa de las Águilas de Tenochtitlan. *Revista de Arqueología Española*. Vol. XVIII. 44-53.

Binford, L. (1998). *En busca del pasado: descifrando el registro arqueológico*. J. Cherry y R. Torrence (Eds.) 1- 296. Crítica.

Castrejón F., Corona L. (2017). *Características nutrimentales de gramíneas, leguminosas y algunas arbóreas forrajeras del trópico de México*. 1-171. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnista. UNAM.  
[https://papimes.fmvz.unam.mx/proyectos/manuales\\_nutricion/Manual\\_Fracciones.pdf](https://papimes.fmvz.unam.mx/proyectos/manuales_nutricion/Manual_Fracciones.pdf)

Daneels, A. (2008a). *Arquitectura monumental hecha de tierra en La Joya, Veracruz, México*. Traducido del inglés por Eduardo Williams. 1-22. FAMSI.  
<http://www.famsi.org/reports/07021/index.html>

(2008b). Ballcourts and Politics in the Lower Cotaxtla Valley: A Model to Understand Classic Central Veracruz? In P. Arnold III and C. Pool (Eds.), *Classic-Period Cultural Currents in Southern and Central Veracruz: Dumbarton Oaks Research Library and Collections. Precolumbian Studies* (pp. 97-223). Harvard University Press.

(2012a). Palacios en el Centro de Veracruz: un posible caso de gobierno dual en el periodo Clásico. En A. Daneels y G. Gutiérrez (Eds.), *El Poder Compartido. Ensayos sobre la arqueología de organizaciones políticas segmentarias y oligárquicas* (pp. 263-284). Ediciones de la Casa Chata, CIESAS/Colegio de Michoacán.

(2012b). Organización interna de residencias de élite del periodo Clásico en el Centro de Veracruz. En G. Acosta (Ed.), *VII Coloquio Pedro Bosch Gimpera, Arqueología de la vida cotidiana: espacios domésticos y áreas de actividad en el México antiguo y otras zonas culturales* (pp. 155-169). Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

(2022). Primer informe técnico parcial temporada octubre-diciembre 2021 del Proyecto Ofrendas de Construcción en La Joya, Mpio. de Medellín, Ver. (Temporada XIX del proyecto "Exploraciones en el Centro de Veracruz") 272 páginas, incluyendo 209 figuras



y 10 anexos, entregado el 25 de abril de 2022, aprobado el 7 de junio de 2022 por oficio. 401.1S.3-2022/1098.

Daneels, A. y Guerrero, L. (2011). Millenary Earthen Architecture in the Tropical Lowlands of Mexico. *APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology* (Association for Preservation Technology) 42(1) 11-18. <https://www.istor.org/stable/j40053949>

Daneels, A. y Guerrero, L. (2012). La Joya, Veracruz, un sitio prehispánico construido con tierra: sistemas constructivos y pruebas de preservación en trópico húmedo. *Intervención, Revista Internacional de Conservación, Restauración y Museología* 3(6),34-43. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=355632773005>

Daneels, A. y Ruvalcaba, J. (2012). Cuentas de piedra verde en una residencia Clásica del Centro de Veracruz. En W. Wiesheu y G. Guzzi (Eds.), *El jade y otras piedras verdes: perspectivas interdisciplinarias e interculturales* (pp.81-114). Instituto Nacional de Antropología e Historia-CONACULTA.

Daneels, A., Guerrero, L., Liberotti, G. (2013). Monumental earthen architecture in the humid tropics of Mexico: Archaeological evidence of a millenary tradition. *WIT Transactions on the Built Environment* 131 (12) 457-468. DOI 10.2495/STR130381.

Limbrey, S. (1975). *Soil science and archaeology* 1-384. Londres, Academic Press.

López, V. S., Ortiz, A. and A. Pecci. (2005). "Ethnoarchaeological study of chemical residues in a "living" household in Mexico". In H. Kars and E. Burke. (Eds.), *Proceedings of the 33rd Symposium on Archaeometry, April 2002, Amsterdam (Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies 3)* 19-22. Vrije Universiteit Amsterdam.

Manzanilla, L. (Ed.) (1986). Unidades habitacionales mesoamericanas y sus áreas de actividad 1-482. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

Manzanilla, L. (Ed.) (2012). *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan* 1-559. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

Manzanilla, L. y Barba L. (1987). Estudio de áreas de actividad. En L. Manzanilla (Ed.), *Cobá, Quintana Roo: Análisis de dos Unidades Habitacionales Mayas del Horizonte Clásico* (pp. 69-115). UNAM.

Manzanilla, L., y Barba L. (1994). *La arqueología: Una visión científica del pasado del hombre*. 1-108. FCE - Fondo de Cultura Económica.

Ortiz, A. (1991). El uso de los análisis químicos en arqueología. Estudio químico en Oztoyahualco (Teotihuacan). En J. Siller (Ed.), *Cuadernos de arquitectura Mesoamericana*. No. 15. 41-50. UNAM.

Ortiz, A., y Barba L., (1993). La química en el estudio de áreas de actividad. En L. Manzanilla (coord.), *Análisis de un conjunto residencial teotihuacano en Oztoyahualco*, vol. I. (pp. 617-660). Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

Ortiz, A., L. Barba y A. Pecci. (2017). Lo tangible de lo intangible: los residuos químicos como medio para estudiar las actividades rituales del pasado. En A. Ortiz (Ed.), *Las Ciencias Aplicadas al Estudio del Patrimonio Cultural*. Red de Ciencias Aplicadas a la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural. (pp. 223-260). Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

Ortiz, A., Pecci, A., y L. Barba. (2018). Las actividades del centro de barrio de Teopancazco a partir de sus residuos químicos. En L. Manzanilla (Ed.), *Teopancazco como centro de barrio multiétnico de Teotihuacan. Los sectores funcionales y el intercambio a larga distancia. Primera parte* (pp. 83-156). Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

Ortiz, A., Barba, L., Terreros, M., Jiménez, B., Vázquez, L., Barrera, R., y E. Aguayo. (2019). Análisis químico de las ofrendas recuperadas en La Plaza Manuel Gamio. En L. López y X. Chávez (Coords.), *Al pie del Templo Mayor en Tenochtitlan. Estudios en honor de Eduardo Matos Moctezuma. Volumen II*. (pp. 85-108). El Colegio Nacional.

Ortiz, N. (2006) *El candelero: estudio comparativo sobre su función en Teotihuacan durante el Clásico, Epiclásico y Posclásico Temprano*. 1-257 [Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Antropología e Historia].

Pecci, A., Ortiz, A., Barba, L., Manzanilla, L. (2010). Distribución espacial de las actividades humanas con base en el análisis químico de los pisos de Teopancazco, Teotihuacan, E. Ortiz (Ed.), En *VI Coloquio Bosch Gimpera. Lugar, Espacio y Paisaje en Arqueología: Mesoamérica y otras áreas culturales* (pp. 447-472). UNAM.

Peláez, Y. (2018). *Los candeleros del Complejo Plaza de las Columnas, Teotihuacan*. 1-257. [Tesis de licenciatura, Universidad de las Américas Puebla].

Piña, A. (2010). *Arquitectura de tierra: secuencia constructiva de una estructura en el sitio de La Joya de San Martín Garabato* 1-318. [Tesis de licenciatura, Centro Universitario Tenancingo de la UAEM].

(2014). *Los espacios arquitectónicos como reflejo del orden social. Accesos y circulación en la arquitectura de tierra en el sitio arqueológico de La Joya, municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, durante el periodo Clásico mesoamericano (0-1000 d. C.)* 1-142. [Tesis de maestría, UNAM]. Repositorio ATHENEA digital FFYL. [https://ru.atheneadigital.filos.unam.mx/jspui/handle/FFYL\\_UNAM/1155](https://ru.atheneadigital.filos.unam.mx/jspui/handle/FFYL_UNAM/1155)

Reyes, B. (2022). *Análisis de biomarcadores de copal mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas en piezas arqueológicas del centro de Veracruz*. 1-77. [Tesis de licenciatura, UNAM].

Schiffer, M. (1990). Contexto arqueológico y contexto sistémico. *Boletín de Antropología Americana*, 22. 81-93. <http://www.jstor.org/stable/40977893>

Schiffer, M. (1991). Los procesos de formación del registro arqueológico. *Boletín de Antropología Americana*, 23. 39-45. <http://www.jstor.org/stable/40977926>

Vásquez, E. (2009). *Función de un depósito troncocónico hallado bajo la Plataforma Este del Sitio "La Joya", Medellín, Veracruz*. 1-247. [Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana].

Velasco, R. (2014). *Los braseros de culto: investigación a partir de pisos quemados en un sitio del clásico en el centro de Veracruz*. 1-151. [Tesis de maestría, UNAM]. Repositorio de Tesis DGBSDI. [https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB\\_UNAM/TES01000713965](https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000713965).