

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas

Análisis de almidones en cerámica Upano: evidencia de plantas alimenticias en el
sitio El Edén

ADMI-1213

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Licenciado en Arqueología

Presentado por:

Sara Estefanía Ortiz Ortiz

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

En honor a mi padre, Hitler Ortiz (1949-2025), que gracias a todo su esfuerzo me permitió llegar hasta aquí. Sus consejos y enseñanzas siempre estarán presentes. Este proyecto también lo dedico a mi familia: a mi madre, Zara Ortiz, quien junto a mi padre me educaron y me enseñaron a seguir mis sueños y metas, educándome con buenos principios y valores. A mis hermanos Juan José, José Luis, María José, María Isabel, Wilmer David y Diego por su apoyo en cada etapa de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco a mi tutor de materia, Andrés Mosquera, por su guía durante todo el proceso de la elaboración de esta tesis y por permitirme ser parte del proyecto de excavación en El Edén. A mi tutor de proyecto, Carlos Icaza, por todas sus recomendaciones y ayuda brindada. A Álvaro Mora, por compartir su conocimiento en el área de arqueobotánica y estar atento a cualquier consulta requerida. A Ricardo, por su compañía y apoyo. A Kristel y Jennifer, por brindarme su amistad a lo largo de la carrera.

Declaración Expresa

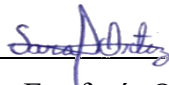
Yo Sara Estefanía Ortíz Ortíz acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 28 de mayo del 2025.



Sara Estefanía Ortíz Ortíz

0930014519

EVALUADORES

Andrés Alexander Mosquera Perugachi

Profesor de Materia

Carlos Andrés Icaza Estrada

Tutor de proyecto

Resumen

La cultura Upano, asentada en la Alta Amazonía ecuatoriana, ha sido asociada a la construcción de montículos artificiales de tierra y a la elaboración de cerámica decorada con bandas rojas entre incisiones y motivos geométricos. En el complejo arqueológico El Edén, aún no existen estudios arqueobotánicos de análisis de almidones, por lo que el conocimiento de la alimentación vegetal que tuvo esta cultura es limitado. Esta investigación propone realizar un análisis de almidones utilizando cerámica Upano proveniente del sitio El Edén, con el propósito de identificar las diferentes especies vegetales utilizadas para la subsistencia de esta cultura. Se analizaron 16 fragmentos de cerámica mediante métodos no invasivos de extracción y separación de almidones y observación microscópica. Se logró recuperar 96 almidones e identificar siete taxones vegetales. Los hallazgos evidenciaron la presencia de maíz (*Zea mays*), camote (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), papa (*Solanum tuberosum*), achira (*Canna* spp.), ají (*Capsicum* spp.) y fréjol (*Phaseolus* spp.). Se concluye que la cultura Upano tenía una alimentación vegetal variada, conformada por gramíneas, tubérculos, leguminosas y rizomas, aportando un acercamiento a la alimentación vegetal de dicha cultura.

Palabras Clave:

Arqueobotánica, almidones, cultura Upano, Alta Amazonía, alimentación

Abstract

*The Upano culture, located in the Upper Ecuadorian Amazon, has been associated with the construction of artificial earthen mounds and the production of ceramics decorated with red bands between incisions and geometric motifs. Currently, no archaeobotanical studies have been conducted at the El Edén archaeological site, resulting in a lack of knowledge about the plant-based diet of the Upano culture. This research proposes to analyze starches using Upano pottery from the El Edén site to identify the different plant species used for subsistence by this culture. Sixteen ceramic fragments were analyzed using non-invasive methods of extraction and separation of starches, as well as microscopic observation. It was possible to recover ninety-six starches and identify seven plant taxa. The findings showed the presence of corn (*Zea mays*), sweet potato (*Ipomoea batatas*), cassava (*Manihot esculenta*), potato (*Solanum tuberosum*), achira (*Canna spp.*), chili pepper (*Capsicum spp.*), and beans (*Phaseolus spp.*). Finally, we concluded that the Upano culture had a varied vegetable diet, made up of grass, tubers, legumes, and rhizomes, providing an approach to the vegetable diet of this culture.*

Keywords:

Archaeobotanical, starch analysis, Upano culture, Upper Amazon, diet

Índice general

Resumen	I
<i>Abstract</i>	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	VI
Simbología.....	VII
Índice de figuras	VIII
Índice de tablas	X
Capítulo 1.....	XI
1.1 Introducción	2
1.2 Descripción del Problema.....	2
1.3 Justificación del Problema	4
1.4 Pregunta de investigación	5
1.5 Objetivo.....	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivos específicos.....	5
1.6 Antecedentes	6
1.6.1 Análisis de almidones en Sudamérica	6
1.6.2 Análisis de almidones en Ecuador: Costa y Sierra	7
1.6.3 Investigaciones arqueológicas y análisis arqueobotánicos en la Alta Amazonía.....	10
1.7 Área de estudio.....	15
1.7.1 Ubicación geografía	15
1.7.2 Geología.....	17
1.7.3 Relieve	18
1.7.4 Litología y suelo.....	19
1.7.5 Flora y Fauna	20
Capítulo 2.....	22

2.1	<i>Marco teórico</i>	23
2.1.1	<i>Arqueobotánica vs Paleoetnobotánica</i>	23
2.1.2	<i>Definición de Almidón</i>	25
2.1.3	<i>Morfología del almidón</i>	26
2.1.4	<i>Alteraciones en los almidones</i>	28
2.1.5	<i>Análisis de almidones como un acercamiento a la alimentación vegetal</i>	29
Capítulo 3	.....	31
3.1	<i>Metodología</i>	32
3.1.1	<i>Extracción de almidones en material cerámico</i>	32
3.1.2	<i>Selección de muestras</i>	32
3.1.3	<i>Extracción de muestras mediante baño ultrasónico</i>	35
3.1.4	<i>Limpieza y separación de almidones</i>	36
3.1.5	<i>Observación de almidones e identificación de especies</i>	38
3.1.6	<i>Identificación de especies vegetales</i>	39
Capítulo 4	.....	41
4.1	<i>Resultados</i>	42
4.2	<i>Análisis de almidones</i>	42
4.3	<i>Identificación taxonómica</i>	44
4.4	<i>Almidones alterados</i>	48
4.5	<i>Especies encontrada por montículos</i>	50
4.6	<i>Análisis individual</i>	51
4.6.1	<i>ArqBT208</i>	51
4.6.2	<i>ArqBT209</i>	53
4.6.3	<i>ArqBT210</i>	55
4.6.4	<i>ArqBT211</i>	56
4.6.5	<i>ArqBT213</i>	59
4.6.6	<i>ArqBT214</i>	60
4.6.7	<i>ArqBT215</i>	62

4.6.8	<i>ArqBT216</i>	63
4.6.9	<i>ArqBT217</i>	65
4.6.10	<i>ArqBT218</i>	67
4.6.11	<i>ArqBT219</i>	68
4.6.12	<i>ArqBT220</i>	69
4.6.13	<i>ArqBT221</i>	70
4.6.14	<i>ArqBT222</i>	72
4.6.15	<i>ArqBT223</i>	73
4.7	<i>Discusión</i>	75
Capítulo 5	.....	79
5.1	<i>Conclusiones</i>	80
5.2	<i>Recomendaciones</i>	81
Referencias	.....	82
Apéndice	.....	90

Abreviaturas

a.C Antes de Cristo

cm Centímetro

d.C Después de Cristo

D2 Deposito 2

D3 Deposito 3

D4 Deposito 4

N.I No identificado

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

Simbología

ml Mililitros

rpm Revoluciones por minutos

s.g Gravedad específica

μm Micrómetro

Índice de figuras

Figura 1	16
Figura 2	17
Figura 3	19
Figura 4	21
Figura 5	34
Figura 6	36
Figura 7	37
Figura 8	38
Figura 9	39
Figura 10	42
Figura 11	43
Figura 12	45
Figura 13	46
Figura 14	47
Figura 15	48
Figura 16	49
Figura 17	50
Figura 18	52
Figura 19	53
Figura 20	54
Figura 21	55
Figura 22	56
Figura 23	56
Figura 24	57
Figura 25	58
Figura 26	59
Figura 27	60
Figura 28	61
Figura 29	61
Figura 30	62
Figura 31	63
Figura 32	64
Figura 33	65

Figura 34.....	66
Figura 35.....	66
Figura 36.....	67
Figura 37.....	67
Figura 38.....	68
Figura 39.....	69
Figura 40.....	70
Figura 41.....	70
Figura 42.....	71
Figura 43.....	71
Figura 44.....	72
Figura 45.....	73
Figura 46.....	74
Figura 47.....	74
Figura 48.....	90
Figura 49.....	91
Figura 50.....	92
Figura 51.....	93
Figura 52.....	95
Figura 53.....	95
Figura 54.....	96
Figura 55.....	96
Figura 56.....	97
Figura 57.....	97
Figura 58.....	98
Figura 59.....	98
Figura 60.....	99
Figura 61.....	99
Figura 62.....	100
Figura 63.....	100
Figura 64.....	101
Figura 65.....	101
Figura 66.....	102
Figura 67.....	102

Índice de tablas

Tabla 1	33
Tabla 2	44
Tabla 3	94

Capítulo 1

1.1 Introducción

La cultura Upano, asentada en la Alta Amazonía ecuatoriana, en la provincia de Morona Santiago, ha sido asociada a la construcción de montículos artificiales de tierra y a la elaboración de cerámica decorada con bandas rojas entre incisiones y motivos geométricos (Rostain, 1999). A pesar de su presencia en el registro arqueológico en el valle del río Upano, los estudios arqueobotánicos que emplean un análisis de almidones en material cerámico Upano para comprender su alimentación vegetal continúan siendo escasas.

En este contexto, el sitio El Edén ofrece una oportunidad para generar nuevos aportes en el área de la arqueobotánica. Por ello, esta investigación tiene como objetivo llevar a cabo un análisis de almidón para conocer las especies vegetales que fueron utilizadas para la alimentación de la cultura Upano. Para ello, se utilizarán fragmentos cerámicos recuperados del proyecto: *“Prospección y excavación arqueológica en el sitio El Edén, para el estudio de áreas de actividad, procesos de formación de sitio y subsistencia en montículos artificiales localizados en la parroquia San Isidro, cantón Morona, provincia Morona Santiago”* (Mosquera, 2025). Mediante la aplicación de métodos no invasivos para la identificación de almidones, este análisis permitirá obtener evidencia directa sobre la dieta vegetal de la cultura Upano y aportará al conocimiento arqueológico de la Alta Amazonía y a los estudios arqueobotánicos de la zona.

1.2 Descripción del Problema

En el valle del Upano, en la provincia de Morona Santiago, se encuentran complejos arqueológicos con arquitectura monumental en tierra, donde existen evidencias de sociedades altamente complejas, capaces de transformar su espacio y modificar el paisaje mediante la construcción de montículos, redes de caminos y asentamientos planificados (Rostain, 1999; Valdez 2008, 2013).

Uno de estos complejos es el sitio Huapula, ubicado al norte de la ciudad de Macas, donde se han realizado varias excavaciones. Una de las sociedades que habitó el complejo Huapula durante el periodo de Desarrollo Regional fue la cultura Upano, que se destacó por su cerámica y la construcción de montículos artificiales (Rostain & Saulieu, 2013; Prumers, 2017).

Aunque la mayoría de los investigadores se han centrado en estudiar el complejo Huapula para poder comprender los patrones de asentamiento y definir secuencias cerámicas, han ignorado los complejos arqueológicos que se encuentran en el lado oeste del río Upano. De igual manera, en este sitio solo se ha realizado un estudio arqueobotánico de almidones de la cultura Upano y Huapula, llevado a cabo por Pagan-Jiménez y Rostain (2014). Si bien este estudio identificó residuos de almidones de maíz, yuca, camote y fréjol, los mismos autores destacan que el material utilizado de la cultura Upano fue reducido, lo que podría generar una visión limitada al momento de la interpretación de los datos.

En este contexto, el sitio El Edén, ubicado en la parroquia San Isidro, en la provincia de Morona Santiago, es un complejo arqueológico donde también se han identificado asentamientos de la cultura Upano. Asimismo, en el sitio se observa una estrategia de organización espacial del paisaje, como la creación de montículos que reflejan la organización del espacio del valle del Upano: plataformas rectangulares u ovaladas que rodean una plaza central (Rostain, 1999). A principios de este año se iniciaron las primeras excavaciones en el sitio El Edén, en el marco del convenio entre el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Morona, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y la Empresa Pública de Servicios ESPOL-TECH E.P. Este convenio dio origen al proyecto titulado: *“Prospección y excavación arqueológica en el sitio El Edén, para el estudio de áreas de actividad, procesos de formación de sitio y subsistencia en montículos artificiales localizados en la parroquia San Isidro, cantón Morona, provincia Morona Santiago”* (Mosquera, 2025).

Hasta el momento, la información del sitio El Edén es escasa y aún no existen estudios arqueobotánicos basados en el análisis de almidones, lo que genera un vacío en el conocimiento de las plantas consumidas por la cultura Upano en este complejo. Al no existir estudios arqueobotánicos, tampoco se podría inferir en las estrategias de subsistencia y prácticas alimenticias de esta cultura. Por ello, esta investigación propone realizar un análisis de microrestos botánicos de almidones provenientes de la cerámica Upano, recuperados de los montículos artificiales del corte 1, 2 y 3 de las excavaciones del sitio El Edén. Esto último con el fin de identificar y conocer los tipos de especies vegetales que eran utilizadas para la alimentación. Esta investigación es relevante, ya que los resultados del análisis de almidones permitirán un punto de partida al conocimiento de la dieta vegetal de la cultura Upano.

1.3 Justificación del Problema

Los estudios arqueobotánicos en la Amazonía ecuatoriana aún son muy escasos, a pesar de la evidencia de asentamientos culturales y sociedades complejas. El sitio El Edén, al ser un complejo arqueológico que comenzó a excavar a principios del año 2025, aún no cuenta con una investigación de análisis de microrestos botánicos. Si bien Pagan-Jiménez y Rostain (2014) realizaron una investigación sobre análisis de almidones en material cerámico de la cultura Upano en el complejo Huapula, como se mencionó anteriormente, la información obtenida aún es limitada. Por lo que es preciso realizar un análisis de almidones en las cerámicas Upano encontradas en el sitio El Edén para conocer que posibles alimentos vegetales se consumían en este sitio. Este estudio no solo aportará a la comunidad arqueológica, sino también a los actuales habitantes del cantón Morona, quienes podrán conocer qué tipo de alimentos vegetales se consumieron en periodos anteriores en su territorio y, de esta manera, acercarse a sus antiguas raíces.

1.4 Pregunta de investigación

¿Qué especies vegetales se identifican a partir del análisis de almidones presentes en cerámicas de la cultura Upano en el sitio El Edén y qué implicaciones tienen en su dieta y subsistencia?

1.5 Objetivo

1.5.1 Objetivo general

Determinar las especies de plantas alimenticias consumidas por la cultura Upano mediante un análisis de almidones en cerámica recuperada en el sitio El Edén, para ampliar el conocimiento de la subsistencia de dicha cultura.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Extraer muestras de almidones en la cerámica Upano proveniente del sitio El Edén.
2. Identificar especies taxonómicas de almidones presentes en la cerámica de la cultura Upano en el sitio El Edén.
3. Interpretar que alimentos de origen vegetal eran consumidos por la cultura Upano en el sitio El Edén.

1.6 Antecedentes

1.6.1 Análisis de almidones en Sudamérica

Los estudios de almidones en contextos arqueológicos han proporcionado información directa sobre el uso y el manejo de las plantas en el pasado y al conocimiento y reconstrucción de la vida de las poblaciones antiguas (Pagan-Jiménez, 2015). En Sudamérica se han desarrollado un sinnúmero de investigaciones de análisis de almidones en contextos arqueológicos. La autora Pilar Babot es la que más destaca, quien posee varias investigaciones arqueobotánicas en diferentes contextos arqueológicos (Babot, 2009, 2011, 2014). Añadiendo a lo anterior algunos de sus trabajos han sido referentes para numerosos investigadores arqueobotánicos. Asimismo, el país sudamericano con más publicaciones de análisis de almidones es Argentina, con dieciséis publicaciones, seguido de Colombia con doce, Perú con siete y Ecuador con cinco publicaciones (Patiño, 2023).

En Colombia, el análisis de microrestos de almidones realizado por Aceituno et al., (2018) en muestras de artefactos de molienda ha permitido conocer cómo las sociedades, desde el Holoceno temprano y medio, utilizaban las plantas para la alimentación. En este estudio se encontraron 390 granos de almidón para los sitios La Pochola, El Jazmín, La Selva y El Germán. Entre las especies que se pudieron identificar, destacan el fréjol (*Phaseolus* spp.), el maíz (*Zea mays*) la *Dioscorea* spp. y la yuca (*Manihot* spp.).

En Perú, Mayanga & Rosales (2023), realizaron un análisis de almidones en material cerámico de la cultura Chachapoyas del sitio arqueológico La Fortaleza, Kuélap, e identificaron gránulos de almidón de maíz (*Zea mays*) y yuca (*Manihot esculenta*). Los resultados de esta investigación permitieron inferir que el alto porcentaje de maíz en las muestras de cerámica estaba asociado, posiblemente, a la preparación de chicha o mazamorra. Adicional a lo anterior, los almidones de yuca encontrados junto a almidones de maíz sugieren que las vasijas eran utilizadas de manera dual para la preparación de los alimentos (Mayanga & Rosales, 2023).

1.6.2 *Análisis de almidones en Ecuador: Costa y Sierra*

En el Ecuador, los estudios de microrestos de almidones, han permitido identificar diferentes tipos de plantas cultivadas y consumidas desde épocas tempranas (Pagan-Jiménez, 2015). Las primeras investigaciones empezaron alrededor de la década de los ochenta y noventa con el fin de profundizar en el conocimiento de las culturas prehispánicas del país. Entre los investigadores más destacados en los estudios arqueobotánicos se encuentran Deborah Pearsall y Dolores Piperno, cuyos trabajos han sido referentes en investigaciones tanto para el Ecuador como a nivel internacional (Pagan-Jiménez, 2015).

En la costa, en el sitio Real Alto, Pearsall et al. (2004) llevó a cabo un análisis de almidones y fitolitos a diecisiete herramientas líticas asociadas en un contexto doméstico de la Fase Valdivia 3. En esta investigación se logró identificar 91 gránulos de almidón de maíz (*Zea mays*) asociados a manos y metates. A partir de estos resultados, los autores interpretaron el uso y procesamiento doméstico del maíz en el sitio Real Alto. De igual forma, Zarrillo et al. (2008) también realizaron estudios de microrestos botánicos (almidones y fitolitos) en el sitio Loma Alta, ubicado en la provincia de Santa Elena. En el estudio se utilizaron fragmentos de cerámica, artefactos de molienda y sedimentos de las fases tempranas de la cultura Valdivia. Esta investigación tuvo como objetivo confirmar el uso doméstico del maíz, ya que se pensaba que el uso del maíz solo estaba relacionado a contextos rituales. Los resultados de este análisis confirmaron que el maíz era cultivado y consumido en contextos domésticos desde, al menos 5300–4950 cal. a.C. (Zarrillo et al., 2008). Además, se identificaron otros gránulos de almidón como yuca (*Manihot esculenta*), arrowroot (*Maranta arundinacea*), ají (*Capsicum* spp.) y fréjol (*Canavalia* spp.).

Por otra parte, Triviño (2024) realizó un análisis de almidones y una clasificación morfológica en ralladores de la cultura Tolita-Tumaco con el objetivo de conocer el posible uso de estos artefactos. En este estudio se logró identificar 337 gránulos de almidón correspondiente a especies como maíz (*Zea mays*), fréjol (*Phaseolus* spp.), ñame (*Dioscorea*), camote (*Phaseolus* spp.), haba silvestre (*Canavalia* spp.), ají (*Capsicum* spp.), yuca (*Manihot esculenta*), achira

(*Canna indica*) y arrurruz (*Maranta arundinacea*). Los resultados ayudaron a descubrir que los ralladores, con sus distintas formas y diseños, fueron utilizados para fines específicos en el procesamiento de diversas especies vegetales (Triviño, 2024).

En la sierra, en el sitio arqueológico Cochasquí, Pagan-Jiménez (2015) desarrollo un análisis de almidón en materiales cerámicos y líticos correspondientes a dos fases culturales: Cochasquí I y Cochasquí II. El análisis de almidón ayudó a identificar, para la primera fase cultural, especies como maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*), fréjol (*Phaseolus spp.*) y oca (*Oxalis tuberosa*). El estado físico de estos almidones permitió determinar que los artefactos fueron utilizados para la molienda tras la exposición al calor, ya sea por cocción o secado. En cambio, en las muestras correspondientes a la segunda fase, se identificaron almidones de camote (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), melloco (*Ullucus tuberosus*), además de maíz (*Zea mays*), y papa (*Solanum tuberosum*). La evidencia de yuca y camote ayudó a inferir a el autor que posiblemente se realizaron intercambios regionales, ya que estos almidones son propios de las tierras bajas. Asimismo, la presencia de maíz alterado asociado a la fermentación en una de las vasijas cerámicas apunta a la preparación de bebidas fermentadas para esta fase (Pagan Jiménez, 2015).

Por otro lado, Ordoñez-Araque *et al.* (2025) realizaron un análisis de almidones en tres sitios arqueológicos: Rumipamba, Tagshima y Llano Chico, con el fin de reconstruir las prácticas alimenticias durante distintos periodos cronológicos en la ciudad de Quito. Para ello, utilizaron fragmentos cerámicos y herramientas líticas asociados a los tres sitios. En este estudio se identificaron especies vegetales como papa (*Solanum tuberosum*), yuca (*Manihot esculenta*), maíz (*Zea mays*), camote (*Ipomoea spp.*), achira (*Canna spp.*), ñame (*Dioscorea spp.*), ají (*Capsicum spp.*), oca (*Oxalis spp.*), entre otras especies. Los resultados obtenidos permitieron conocer que plantas se estaban consumiendo entre el 3500 y 750 cal BP. El análisis reveló que varias especies fueron parte constante de la dieta, sin embargo, en los periodos más recientes el aumento del consumo del maíz indicó que la historia regional de cada planta no fue estática (Ordoñez-Araque

et al., 2025:12). Además, se obtuvo evidencia de los diferentes métodos de procesamiento de las especies identificadas, lo cual refleja la existencia de una cultura culinaria diversa.

De igual modo, Ordoñez-Araque *et al.*(2025), realizaron un análisis de dos vasijas cerámicas recuperadas del sitio arqueológico Llano Chico, asociadas a contextos funerarios, con el fin de determinar si la dieta y la composición del suelo podrían estar relacionadas con la exposición a elementos tóxicos. Este estudio consistió en analizar restos faunísticos de paloma orejuda (*Zenaida* cf.) y extracción de microrestos botánicos de almidón proveniente de sedimentos internos de las vasijas.

El análisis arqueobotánico reveló la presencia de almidones antiguos correspondiente a especies como maíz (cf. *Zea mays*), yuca (cf. *Manihot*), papa (*Solanum* spp.) y camote (*Ipomoea* spp.). Además, se pudo identificar el uso de las cerámicas debido a la evidencia de alteraciones asociadas a la cocción y la molienda. (Ordoñez-Araque *et al.*, 2025:5). De igual forma, el análisis de restos faunísticos sugirió que la paloma orejuda fue parte de la dieta de los antiguos habitantes de Quito. Además, los autores sugieren la posibilidad de contaminación ambiental relacionada con erupciones volcánicas durante el periodo de Desarrollo Regional.

Por otro lado, Aguirre, et al., (2025) mediante análisis arqueobotánicos en artefactos cerámicos y líticos de dos sitios arqueológicos de la cultura Puruhá, en la provincia de Chimborazo, obtuvieron las primeras evidencias sobre las plantas utilizadas en la alimentación de esta cultura. La investigación se realizó en los sitios SC-03 Lluishi (320–370 ± 20 d.C.) y SI-02 Huavalac (950 ± 20 d.C.) En el primer sitio, el análisis de almidón aplicado a herramientas líticas se logró identificar especies como maíz (*Zea mays*), camote (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), achira (*Canna edulis*), tuna (*Opuntia* sp.) y melloco (*Ullucus tuberosus*). En el segundo sitio, los artefactos cerámicos contenían gránulos de almidón de achira (*Canna edulis*), ají (*Capsicum* sp.), sambo (*Cucurbita ficifolia*), fréjol (*Phaseolus* sp.), tuna (*Opuntia* sp.), papa (*Solanum tuberosum*), melloco (*Ullucus tuberosus*) y maíz (*Zea mays*).

La presencia de almidón de yuca en las muestras llevó a los autores a plantear la existencia de posibles intercambios con la región amazónica. Del mismo modo, uno de los cuencos cerámicos presentó indicios de haber contenido sopas o coladas, esto debido a que ninguno de los almidones identificados presentó daños por el proceso de fermentación. Por otra parte, un cuenco sí presentó almidones de maíz con huellas de fermentación, lo que propone a los autores el consumo de bebidas como la chicha en este sitio (Aguirre, et al., 2025).

1.6.3 Investigaciones arqueológicas y análisis arqueobotánicos en la Alta Amazonía

1.6.3.1 Investigaciones arqueológicas en el complejo Huapula

El sitio arqueológico Huapula, ubicado en la provincia de Morona Santiago, es un sitio con una extensión de 2400 metros de largo y 300 metros de ancho. Este sitio se destaca por tener varios complejos que se interconectan mediante caminos (Salazar, 1998). Las primeras investigaciones del sitio comenzaron con el padre Pedro Porras entre los años 1978 y 1984. Este investigador realizó varias excavaciones y un levantamiento topográfico del área, denominándolo “Complejo arqueológico Sangay” (Porras, 1987). Según este autor, el complejo estaba conformado por 180 montículos, que definió como pirámides truncadas y que la distribución de los montículos del complejo Huapula seguían un patrón iconográfico de un hombre copulando con un jaguar hembra (Porras, 1987).

Sumado a esto, estableció para este complejo una sola ocupación cultural, definida como “Tradición Upano” dividida en cuatro fases: Pre-Upano (2890 – 2650 a.C.), Upano I (1100 a.C. – 120 a.C.), Upano II (40 a.C. – 170 d.C.) y Upano III, para la cual no se determinaron fechas (Porras, 1987). No obstante, cabe señalar que la clasificación cerámica elaborada por Porras solo se basó en los aspectos decorativos y morfológicos, dejando a un lado la estratigrafía del sitio, por lo que esta cronología no es tomada en cuenta actualmente. (Rostain & Pazmiño, 2013).

Por su parte, Salazar (1996) realizó varios sondeos e identificó varios sitios arqueológicos conformados de tolas artificiales, uno de ellos el sitio Huapula. Esta investigación permitió reducir el número de montículos descritos por Porras ya que muchos de ellos correspondían a formaciones naturales. Además, Salazar (1996) realizó sondeos de 1x1 en la Tola central, Tola IV y Tola V del Complejo XI y del Complejo La Lomita. Estos sondeos permitieron conocer la estratigrafía de las tolas y los canales, así como recolectar el material arqueológico que se encontró en estos sitios (Velasco 2016: 73).

Por otro lado, Salazar (1998) también realizó investigaciones en el complejo La Lomita, ubicado hacia al sureste del complejo Huapula y al oeste, junto a la quebrada del río Junguna. En este sitio se identificó una acumulación de materiales cerámicos y líticos hacia el lado del barranco, en donde se hallaron 14.000 tiestos y 700 piezas líticas (Palacios, 2016: 84). Salazar definió a este barranco como un basural proponiendo que durante la ocupación las casas cercanas arrojaban allí sus desechos.

Mas adelante, Stephen Rostain (1999), en su investigación “Sangay- Upano”, con apoyo del Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA) y La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), llevó a cabo excavaciones en el complejo XI del sitio Huapula. La excavación, mediante decapado de la tola central, puso en evidencia cuatro niveles estratigráficos correspondiente a cuatro etapas cronológicas. En la base de la estratigrafía se identificó un subsuelo sin vestigios culturales, seguido por un paleosuelo. Sobre este paleosuelo se halló un nivel ocupacional de la cultura Upano, con dataciones entre el 300 a.C. y el 300 d.C. Encima de este nivel antrópico se observó un relleno relacionado con la construcción del montículo. Sobre dicho relleno se encontró una capa de cenizas volcánicas, que el autor atribuye a una erupción del volcán Sangay. Finalmente, sobre la capa de ceniza, se identificó un suelo doméstico asociado a la cultura Huapula, fechado entre 700 y 1200 d.C. En este nivel se encontraron hoyos de postes, fogones y cerámica *in situ* de dicha cultura (Rostain, 1999b: 64 - 65).

Años más tarde, Pazmiño (2008), a través del análisis cerámico del material recuperado del complejo La Lomita, propone una nueva secuencia cultural para este sitio. Entre el 900 y 500 a.C., se identificó una ocupación correspondiente a la cultura Sangay. Posteriormente, hacia el 380 a.C. aparece la cultura Upano, dividida en dos fases culturales. La primera fase entre el 380 a. C y el 65 d.C, se caracteriza por cerámica tipo Upano Rojo entre incisiones, Upano Inciso, Upano Pintura Roja y Upano Ordinario, además de evidencias de intercambio con la Sierra. La segunda fase, comprendida entre el 65 d.C. y 400 d.C., se asocia con el inicio de la construcción del montículo, así como la presencia de decoración negativa y pintura blanca y roja en los cuencos. Finalmente, entre el 700 y 1200 d.C. se observa la presencia de la cultura Huapula, cuya cerámica se caracteriza por la decoración corrugada. (Pazmiño, 2008: 159- 160).

Por otra parte, Rostain (2010), en su artículo sobre la cronología del valle del Upano, describe una nueva secuencia cultural que abarca los primeros asentamientos hasta la actualidad. El autor menciona que, a partir del 700 a.C., se asentó en el valle la cultura Sangay caracterizada por tener una cerámica burda, frágil y de color gris. Luego describe que el inicio de la cultura Upano se sitúa entre el 500 y 200 a. C. caracterizada por su cerámica bien cocida, decorada con bandas rojas entre incisiones o motivos geométricos. Después de la ocupación Upano se instala en los mismos sitios la cultura Kilamope cuya cerámica se diferencia por tener decoración de impresión cordelada. Posteriormente Rostain (2010) indica que hacia el 400-600 d.C., existió una erupción del volcán Sangay que provocó la huida de los habitantes del valle del Upano. Mas tarde, entre el 800 y 1200 d.C. se establece en el valle la cultura Huapula reutilizando los montículos preexistentes. Finalmente, este autor sostiene que la cultura Huapula sería los antepasados de los actuales Jívaros (Rostain, 2010).

Para el año 2015, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) y la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) en el proyecto titulado *“Características generales del paisaje cultural arqueológico del valle del Alto Upano en un área de 300 km²”*, realizaron un mapeo sistemático mediante la utilización de escáner láser

aerotransportado (Light Detection and Ranging, Lidar) en un área de 300 km². Los resultados de esta investigación determinaron la existencia de 7.481 estructuras arqueológicas, como colinas modificadas, tolas pequeñas, terrazas y plazas, además de 457 km de estructuras lineales, que incluyen caminos, sistemas de drenaje y pozos (INPC, 2016:42).

Por otro lado, Velasco (2016) realizó estudios geoarqueológicos en el basural La Lomita, en el complejo Huapula, con el objetivo de caracterizar suelos antrópicos y conocer su relación con las Terras Petras de la Amazonía. A través del análisis de sedimentos recuperados de la estratigrafía del basural, se identificaron modificaciones antrópicas debido a la acumulación de desechos durante la ocupación cultural. Si bien en dicha investigación se demostró la existencia de suelos antrópicos, estos no poseen una relación directa con la Terra Petra de la cuenca amazónica.

Por otra parte, Sánchez-Polo y Álvarez (2023) divulgan los resultados de la primera fase del proyecto *“Características generales del paisaje cultural arqueológico del valle del Alto Upano en un área de 300 km²”*. El estudio logró identificar una red de asentamientos con caminos interconectados y una variedad de plataformas y complejos arquitectónicos durante el periodo de Desarrollo Regional. Los aportes de esta investigación cuestionan la antigua visión de que la Amazonía era una región de baja densidad poblacional y destaca que esta red de asentamientos refleja una planificación urbana.

En cambio, Rostain et al, (2024) publicó los resultados de sus investigaciones en donde sostiene que en el valle del Upano existe un sistema urbano con una ocupación cultural que se extiende entre 500 a. C. y 600 d.C. Mediante excavaciones arqueológicas y el uso de los datos LIDAR provenientes del proyecto del INPC realizado en el año 2015, se identificaron más de 6,000 plataformas de tierra, montículos, plazas y redes de caminos excavados. Los autores proponen que el patrón de asentamiento de estos montículos refleja sociedades sedentarias altamente organizadas con capacidad de poder modificar el paisaje e integrar espacios tanto domésticos como ceremoniales.

1.6.3.2 Análisis de almidones y macrorestos en la Alta Amazonía

Los estudios arqueobotánicos enfocados en el análisis de almidones en la Amazonía aún son escasos; sin embargo, cabe destacar que las pocas investigaciones realizadas han revelado información importante sobre las distintas especies vegetales que se consumían antiguamente en la Alta Amazonía. Estudios de macrorestos realizados con semillas carbonizadas asociadas a material cerámico y lítico de la cultura Huapula en el sitio arqueológico Huapula, fueron realizados en el año 1997 por el investigador Kevin Leonard (Rostain, 1999). En este estudio se analizaron 87 semillas, en donde se identificaron 21 semillas completas y 43 fragmentos de especies vegetales a nivel de género. Del mismo modo para el año 1998 se realizó un estudio arqueobotánico con 41 macrorestos recuperados del mismo sitio, en el que se destacó el maíz (*Zea mays*) y la guaba (*Inga* sp.) en los resultados de los análisis (Rostain, 1999b).

Por otro lado, en un análisis de almidones del sitio Santa Ana- La Florida, en Zamora Chinchipe, con una muestra de 19 artefactos cerámicos, se identificaron gránulos de almidones de especies vegetales como: arrowroot (*Maranta* spp), yuca (*Manihot esculenta*), camote (*Ipomoea* spp.), fréjol (*Phaseolus* spp.), papa china (*Dioscorea trifida*), ají (*Capsicum* spp), maíz (*Zea mays*) y cacao (*Theobroma* spp.). La evidencia del maíz y ají en este sitio apuntan al conocimiento y práctica de la agricultura (Zarrillo & Valdez, 2012; Valdez, 2013). De igual manera, la evidencia de Cacao demuestra su domesticación temprana en la Amazonía ecuatoriana (Zarrillo & Valdez, 2012; Valdez, 2013).

Pagan-Jiménez & Rostain (2014), realizaron análisis de almidones en dos sitios arqueológicos ubicados en la Alta Amazonía: el sitio Huapula en Morona Santiago y el sitio Colina Moravia en Pastaza. Para el sitio Huapula se utilizó material cerámico de la cultura Upano y artefactos líticos de la cultura Huapula. Para el sitio Colina Moravia se emplearon materiales líticos y cerámicos de la cultura Putuimi y Cultura Moravia. La investigación consistió en un análisis de almidones con el fin de identificar las plantas de uso económico y medicinales utilizadas por estas dos comunidades precolombinas. Los resultados permitieron identificar 12 taxones vegetales de

plantas domésticas y silvestres (Pagan-Jiménez & Rostain, 2014). Para la cultura Upano se identificaron especies como el maíz (*Zea mays*), la yuca (*Manihot esculenta*) y el camote (*Ipomoea batatas*). Para la cultura Huapula se identificaron especies como el maíz (*Zea mays*), el fréjol (*Phaseolus* spp), plantas como la marantáceas, arrurú, el lerén, ñame silvestre (*Dioscorea* spp.) y rabo de mono (*Polypodium decumanum*) (Pagan-Jiménez & Rostain, 2014). En cambio, en el sitio Colina Moravia se pudo evidenciar que la presencia de taxones era menor comparada al sitio Huapula (Pagan & Rostain, 2014).

Tanto para la cultura Moravia y la cultura Putuimi se identificaron almidones de maíz (*Zea mays*) y fréjol (*Phaseolus* spp.) en porcentajes más altos. Cabe destacar que, en la ocupación de Moravia temprano se identificaron también almidones de cacao (*Theobroma* spp.). En cambio, en la cultura Putuimi se destaca el maíz (*Zea mays*), el fréjol (*Phaseolus* spp.), la yuca (*Manihot esculenta*), el ñame (*Dioscorea* spp.) y el melloco (*Ullucus tuberosus*) (Pagan-Jiménez & Rostain, 2014). Gracias a esta investigación fue posible conocer que especies vegetales pudieron ser utilizadas para la subsistencia de estas culturas, en donde se evidenció más porcentaje de la utilización del maíz (*Zea mays*) en estos dos sitios arqueológicos.

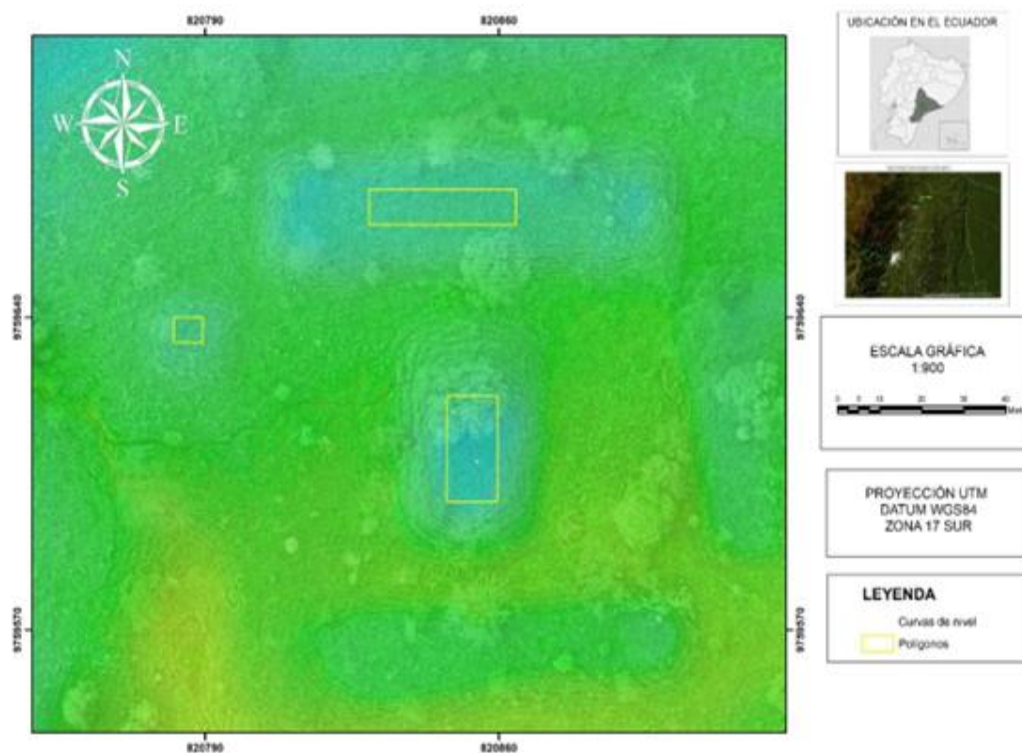
1.7 Área de estudio

1.7.1 Ubicación geografía

El sitio arqueológico El Edén como se observa en la Figura 1, se encuentra ubicado en la parroquia San Isidro, aproximadamente a 14,7 km de distancia hacia el norte de Macas y a 2 km al sur del sector denominado Edén. De igual manera, se ubica en una plataforma de relieve plano aproximadamente a 2,5 km al oeste del río Upano (Palacios; 2023: 4). Las coordenadas del complejo arqueológico investigado son 9759613.00 metros al Norte y 820853,00 metros al Este.

Figura 1

Mapa del sitio El Edén



Nota. Mapa elaborado por Mosquera (2025).

La parroquia San Isidro, donde se ubica el sitio El Edén, es una parroquia rural que pertenece al cantón Morona, en la provincia de Morona Santiago. Esta parroquia se asienta en el valle de San Isidro, rodeada por la cordillera de Yungallí y la cadena montañosa Domono, lo que permite que la parroquia posea un paisaje montañoso. Entre sus límites geográficos están: al norte, con el curso del río Upano; al sur, el río Jurumbaino; al este, el río Upano hasta el punto donde empieza el límite sur y al oeste con el curso del río Abanico. Su clima se caracteriza por ser templado, húmedo y lluvioso con temperaturas que oscilan entre 12 y 18°C. Asimismo, sus precipitaciones están entre los 2.100 mm y los 2.700 mm (GAD Parroquial de San Isidro, 2024: 23-24).

1.7.2 Geología

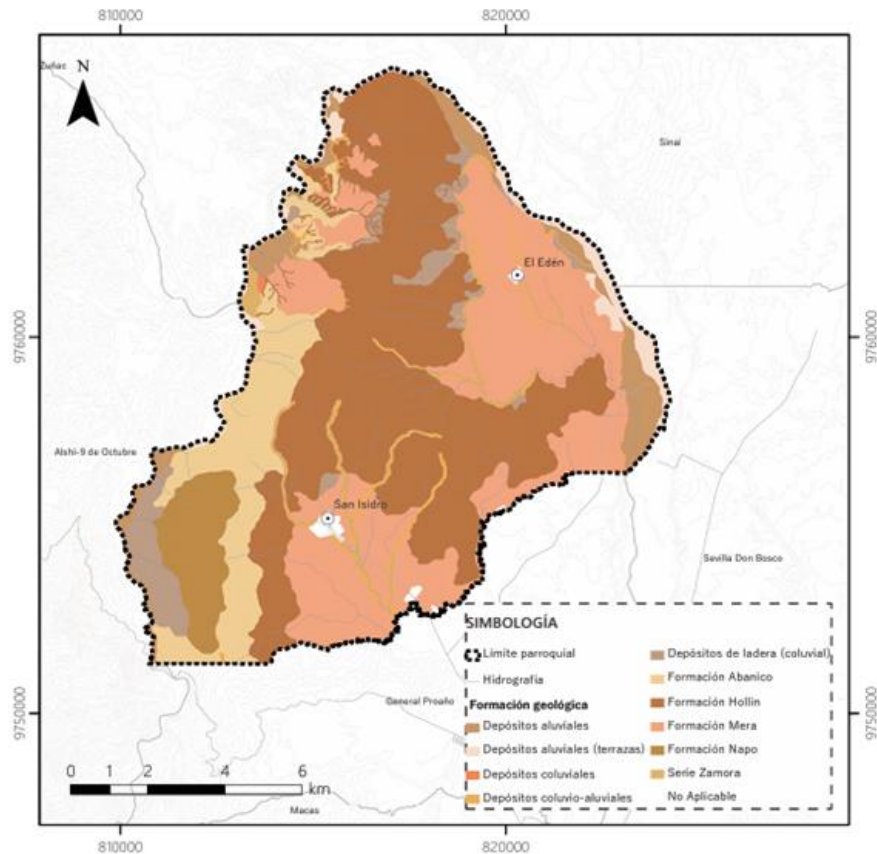
La parroquia San Isidro está conformada por diferentes formaciones geológicas, como se observa en la Figura 2, entre las cuales predominan la Formación Hollín, correspondiente al Cretácico Inferior y que abarca el 38,82 % del territorio y la Formación Mera, que pertenece al Cuaternario, con el 28,05 % de la superficie (GAD Parroquial de San Isidro, 2024).

La Formación Hollín está compuesta por areniscas blancas y lutitas, mientras que la Formación Mera está compuesta por arcillas y areniscas tobáceas (Brito & Piedra, 2021). En menor proporción se encuentra la Formación Abanico, que ocupa el 10,98 % del territorio y está compuesta por areniscas negras y esquiatos, seguida de la Formación Napo, de edad del Albiano inferior que representa el 4,95 % y está conformada por lutitas negras, calizas grises a negras y areniscas calcáreas (Brito & Piedra, 2021).

De igual forma los depósitos aluviales representan el 8,39 % del territorio y pueden reflejar procesos fluviales y sedimentarios que pueden llegar a influir en la fertilidad del suelo. Por consiguiente, los depósitos coluvio-aluviales y los depósitos de ladera son zonas con procesos erosivos (GAD Parroquial de San Isidro, 2024:83). Cabe mencionar que en el caso del sitio arqueológico El Edén al encontrarse en el poblado del mismo nombre se encuentran depósitos de la Formación Mera.

Figura 2

Formaciones geológicas de la parroquia San Isidro



Nota. Tomado de: (GAD de la parroquia San Isidro, 2024).

1.7.3 Relieve

El relieve de la parroquia San Isidro se caracteriza por tener varias formas topográficas entre las cuales se encuentran las superficies colinadas, montañosas, valles fluviales y terrazas. Sin embargo, el relieve que más predomina en la zona es el colinado, con 5.064,56 hectáreas, seguido de la superficie de cono, con 2.820,02 hectáreas. Estos dos tipos de relieves son propios de áreas de transición entre zonas montañosas y valles. Los relieves que se encuentran en menor porcentaje son las terrazas y valles fluviales, que reflejan procesos sedimentarios vinculados a la actividad de los ríos y sirven para las actividades agrícolas.

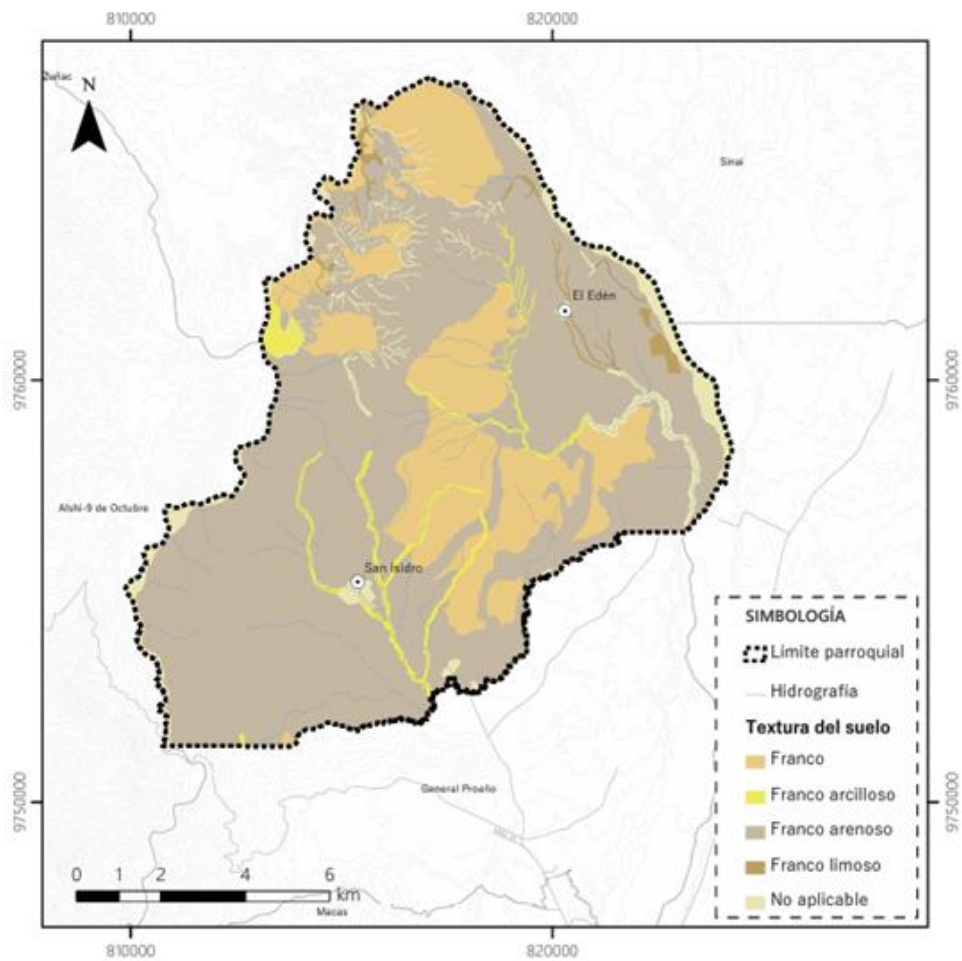
1.7.4 Litología y suelo

En cuanto a la litología de la parroquia, existe una mayor presencia de areniscas cuarzosas con estratos cruzados que son características de ambientes sedimentarios antiguos, ya sean depósitos fluviales o eólicos y son resistentes a la erosión. También se pueden encontrar en el territorio areniscas tobáceas y arcillas las cuales, son comunes en ambientes volcánicos y sedimentarios, y que pueden influir en la estabilidad del suelo y la retención del agua. Por consiguiente, también se pueden encontrar basalto, andesita basáltica y roca volcanoclástica, que están asociadas a suelos con alto porcentaje de fertilidad para la agricultura (GAD Parroquial de San Isidro, 2024).

Por otra parte, la textura del suelo es franco-arenosa y representa el 68,09 % de la zona como se observa en la Figura 3. Este suelo presenta buena aireación y drenaje, lo cual lo convierte en adecuado para cultivos que requieren un balance entre permeabilidad y retención de agua. Por otro lado, los suelos francos, que conforman el 21 % de la parroquia, son suelos que son ideales para diversas actividades agrícolas debido a su capacidad de retener agua y nutrientes. Otras texturas de suelos que se pueden encontrar en la parroquia, pero en menor porcentaje, son los suelos franco-arcillosos y franco limosos (GAD Parroquial de San Isidro, 2024).

Figura 3

Textura del suelo de la parroquia San isidro



Nota. Tomado de: (GAD de la parroquia San Isidro, 2024).

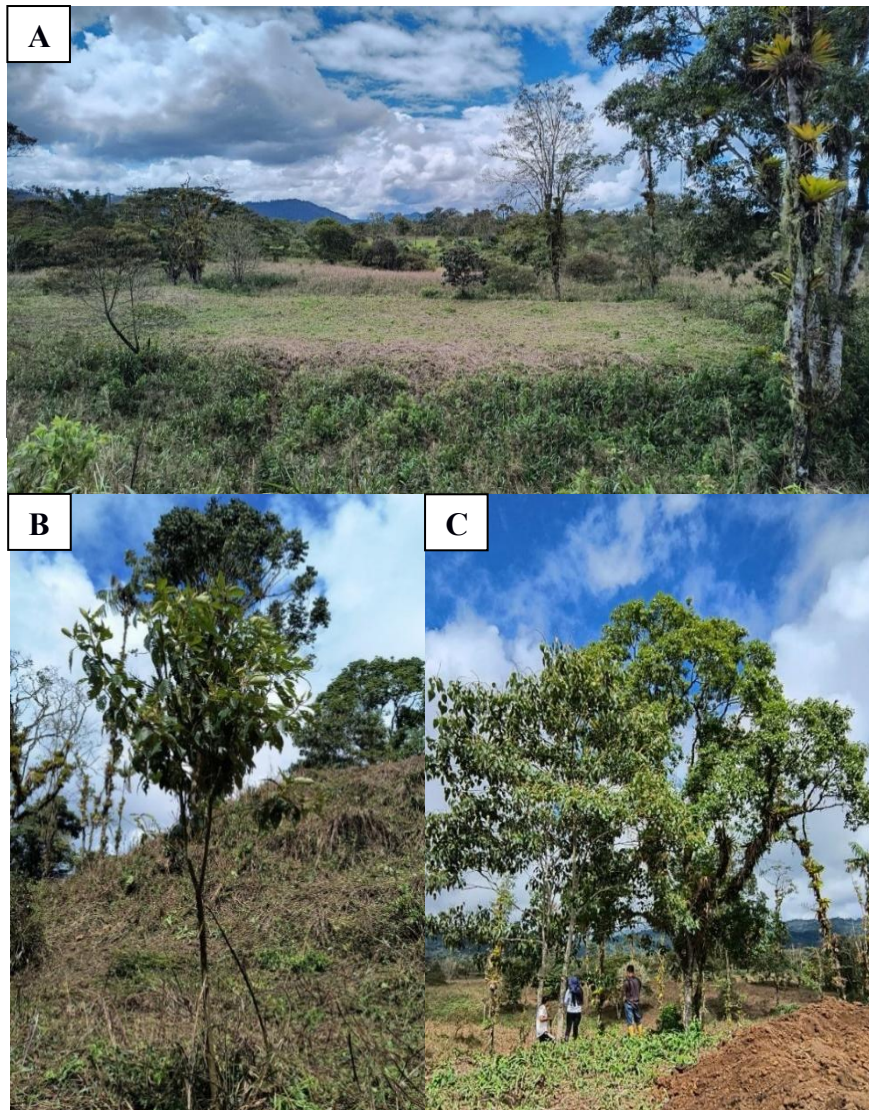
1.7.5 Flora y Fauna

En esta parroquia se encuentran los bosques “siempreverdes montanos bajo” del sur de la cordillera y bosques “piemontanos del sur”, que son caracterizados por tener una alta biodiversidad (GAD Parroquial de San Isidro, 2024:99). El bosque montano bajo se encuentra entre 1.300 y 2.500 metros de altitud, donde existen árboles de 15 a 20 metros de altura. Entre la flora de este bosque se puede encontrar especies como *Weinmannia*, *Ocotea*, *Cinchona* y *Oreopanax* (GAD Parroquial de San Isidro, 2024:99).

También se pueden encontrar helechos arborescentes, bromelias y orquídeas. Entre su fauna destacan el oso de anteojos, tapir de montaña, gallito de la peña y quetzal dorado. En el bosque piemontano se encuentran árboles de la familia Fabaceae y Sapotaceae y fauna como el mono araña, guacamayo, diferentes variedades de insectos, mariposas y hormigas cortadoras.

Figura 4

Flora del sitio El Edén



Nota. A. Sitio El Edén. B. Árbol de Winchipo (*Piptocoma discolor*) C. Árbol de Sangre de drago (*Croton urucurana*).

Capítulo 2

2.1 Marco teórico

Para el desarrollo de esta investigación sobre el análisis de microrestos de almidón, se utiliza como enfoque teórico la arqueobotánica, disciplina que estudia los restos vegetales encontrados en contextos arqueológicos y ofrece información crucial sobre las especies vegetales que pudieron haber sido utilizadas para la alimentación de las poblaciones antiguas.

2.1.1 Arqueobotánica vs Paleoetnobotánica

La relación entre los seres humanos y las plantas existe desde el mismo surgimiento de la humanidad y ha conformado diferentes esferas de las sociedades humanas, no solo a lo largo del tiempo, sino también en el espacio, tanto para necesidades esenciales como la alimentación o para la comprensión y explicación de lo sobrenatural. (Butzer, 1989). Las plantas han proporcionado al ser humano alimentos, madera para la construcción y recursos medicinales. Además, en algunos casos, las plantas se han convertido en símbolos sociales y religiosos (Butzer, 1989; Babot, 2007). Buxó (1997) señala que las plantas constituyen la base de la vida humana y están presentes desde el inicio de la cadena alimenticia y sin la existencia de ellas, no habría seres humanos. Del mismo modo, destaca que las plantas forman parte de nuestra dieta diaria y de nuestra cultura. Por ello, el estudio de las especies vegetales en contextos arqueológicos es importante para comprender a las antiguas poblaciones (Buxó, 1997).

Existen dos subdisciplinas principales para referirse al estudio de restos vegetales que se han preservado en los contextos arqueológicos: la arqueobotánica y la paleoetnobotánica. Para este tipo de investigaciones, existe un debate teórico en torno a la terminología adecuada a emplear. Sin embargo, la utilización de estos dos términos dependerá especialmente de los objetivos y preguntas que se busquen responder en la investigación.

Giovannetti, *et al.* (2008) recalcan que estos dos términos no pueden ser utilizados como sinónimos porque implican cosas diferentes. La arqueobotánica es el estudio de las plantas en el registro arqueológico, su recuperación, identificación e interpretación. En cambio, la paleoetnobotánica busca sus referentes en la etnobotánica y se enfoca en responder interrogantes

asociadas a la relación entre comunidades humanas y vegetales (Giovannetti, *et al.*, 2008:8,13). El término arqueobotánica es mucho más que la identificación de plantas, ya que también busca comprender cómo la disponibilidad de recursos vegetales dio forma a las prácticas culturales, influyó en la salud y determinó la historia de los asentamientos (Archila, 2008:79).

Por otra parte, Bonomo *et al.*, (2019) sostiene que “la arqueobotánica es el estudio de restos vegetales que responden a problemas principalmente arqueológicos, mientras que la paleoetnobotánica se la puede considerar como una etnobotánica aplicada al pasado, utilizando restos botánicos, artefactos culturales y documentos históricos para explicar e interpretar la correlación entre las sociedades humanas y las plantas en un contexto ambiental y sociocultural” (Bonomo *et al.*, 2019:100). Pearsall (2015) plantea que la paleoetnobotánica es parte del campo de la etnobotánica que busca entender cómo se relacionaban los seres humanos con las plantas en el pasado, a través del análisis de restos arqueológicos. Según la autora, la paleoetnobotánica se sustenta en dos componentes teóricos: el arqueológico y el ecológico. El componente arqueológico se enfoca al estudio de los materiales provenientes de las excavaciones. En cambio, el componente ecológico plantea las preguntas fundamentales para la investigación y busca comprender las interacciones entre los seres humanos y las plantas. Es así como la paleoetnobotánica se vincula con la etnobiología, disciplina que estudia cómo los seres humanos se relacionan con los seres vivos (Pearsall, 2015).

Sin embargo, como indica Giovannetti, *et al.*, (2008:23-24) el término paleoetnobotánica depende netamente de la etnobotánica, ya que en el primer momento de recuperación y reconocimiento de los restos vegetales corresponden a la arqueobotánica. Es en esta etapa, en donde se evidencia la participación arqueológica, la cual provee los datos y la paleoetnobotánica se encarga de interpretarlos. “La arqueobotánica, por su parte, se encarga de aquellas prácticas que están vinculadas directamente al estudio arqueológico, que parten de investigaciones con objetivos y preguntas propias de esta disciplina pero que requieren la identificación y la interpretación del registro material botánico”. (Giovannetti, *et al.*, 2008: 30-31). La arqueobotánica integra los

conocimientos de la botánica y la arqueología. La botánica ayuda a la identificación y al análisis de restos vegetales recuperados en contextos arqueológicos, mientras que la arqueología ayuda a interpretar la presencia de especies vegetales considerando su antigüedad, su procedencia, posibles áreas de recolección, intercambios a pequeñas y largas distancias y usos de las especies vegetales (Rodríguez, 2008:56). En este sentido, Buxó (1997:21) sostiene que la arqueobotánica es la que se enfoca de manera ajustada al estudio de las interrelaciones del ser humano con el mundo vegetal en contextos arqueológicos.

En este trabajo se opta por guiar la investigación desde el enfoque de la arqueobotánica, ya que en esta investigación se realiza un análisis de almidón utilizando fragmentos cerámicos asociados a la cultura Upano. La arqueobotánica, al encargarse de la recuperación, identificación e interpretación de restos vegetales en contextos arqueológicos, permite establecer vínculos directos entre el registro material y las prácticas alimenticias de las antiguas poblaciones. Esta perspectiva se ajusta con los objetivos y a la pregunta planteada por esta investigación. En este sentido, desde la arqueobotánica mediante el análisis de almidones, permitirá conocer las diferentes especies vegetales consumidas por la cultura Upano.

2.1.2 Definición de Almidón

Los granos de almidón son hidratos de carbono compuestos de dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. Estos compuestos funcionan como la principal reserva energética de la mayoría de las plantas y se producen en diferentes partes de ellas como una forma de almacenamiento de energía durante el proceso de la fotosíntesis (Gott,*et al.*, 2006; Aceituno *et al.*, 2018). Existen dos tipos de almidones: los transitorios y los de reserva. Los primeros se forman en los cloroamiloplastos de hojas, tallos verdes, frutos inmaduros y granos de polen. Este tipo de almidón ayuda a la asimilación energética de las plantas durante la fotosíntesis y carecen de propiedades diagnósticas (Gott,*et al.*, 2006; Babot, 2007:99).

Los almidones de reserva, en cambio, se pueden encontrar en tubérculos, raíces, frutos y semillas y son utilizados por los seres humanos en su alimentación. El almidón de reserva es el que tiene mayor valor arqueológico, debido a su abundancia, diversidad morfológica y su perdurabilidad. Todas estas características pueden proporcionar una base para entender cómo las poblaciones utilizaban las plantas en el pasado (T Gott *et al.*, 2006; Babot, 2007).

2.1.3 Morfología del almidón

La morfología de los gránulos de almidón depende de la composición genética de cada planta. La identificación de la familia, género o especie vegetal de los gránulos de almidón se puede diferenciar dependiendo de su tamaño, forma y características físicas propios de cada especie vegetal (Henry, *et al* 2008). Pagan-Jiménez (2015) ha propuesto diferentes variables para la identificación de gránulos de almidón encontrados en contextos arqueológicos. Estas características pueden variar entre los diferentes tipos de especies vegetales y, si se combinan unas con otras, pueden facilitar su identificación.

Forma: Los gránulos de almidón poseen una variedad de formas que son características de cada especie y que ayudan a su identificación. Entre las principales formas descritas por Pagan-Jiménez (2015) destacan la circular, ovalada, triangular, cuadrangular, pentagonal, hexagonal, truncada, oblanceolada, polimorfa, elíptica y oblonda. Según el tipo de especie vegetal estas pueden producir una o varias formas de las mencionadas.

Hilum: Los gránulos de almidón se forman a partir de un punto de nucleación denominado *Hilum*, que generalmente se encuentra en el centro, pero también se lo puede encontrar en un extremo. El *hilum* es el punto de partida de crecimiento del gránulo y en algunos casos, no puede ser observado debido a que puede existir fisuras en el centro (Gott *et al*, 2006:40). Cuando el *hilum* se encuentra en el centro se lo denomina céntrico y cuando se ubica a un extremo se lo denomina excéntrico (Pagan-Jiménez, 2015).

Faceta de presión: En los gránulos de almidones irregulares, a veces se pueden observar facetas de presión en la vista céntrica o excéntrica. Sin embargo, no todos los gránulos presentan estas características, pero cuando si se encuentran, son uniformes.

Laminado: Es el patrón de crecimiento de los anillos o láminas que están relacionadas con las moléculas de amilosa y amilopectina de los gránulos de almidón. En algunas especies vegetales el laminado no se encuentra visible y, en algunos casos el crecimiento de los anillos puede ser desigual. Entre los tipos de laminados se encuentran: círculos concéntricos regulares, círculos concéntricos ondulados, círculos y anillos concéntricos regulares, círculos y anillos concéntricos ondulados, círculos y anillos concéntricos angulares, anillos concéntricos regulares y anillos concéntricos ondulados (Pagan-Jiménez, 2015:12).

Largo, ancho y diámetro: El tamaño de los gránulos de almidón varía entre 1 micrón a 100 micrón. El tamaño provee información valiosa , ya que muchas especies de este género se pueden diferenciar de otras por las dimensiones de los gránulos (Gott *et al*, 2006; Pagan-Jiménez, 2015:12).

Estructura: Existen dos tipos de estructuras: las simples y las compuestas. Las primeras son estructuras que poseen formas regulares dentro de cada especie y presentan un solo cuerpo. Las segundas son estructuras que, unidas, conforman un almidón compuesto y están constituidas por varios gránulos simples (Pagan-Jiménez, 2015:12).

Fisura: Las fisuras, por lo general, se encuentran en el *hilum*, pero no todos los almidones las presentan; sin embargo, cuando están presentes, pueden ser diagnósticas. Existen diferentes tipos de formas: circulares, triangulares, cuadrangulares, pentagonales, hexagonales, en forma de Y, en T, en forma de estrella, asimétricas o radiales, en cruz y lineales A, B, C, D, E, F, G y L (Pagan-Jiménez, 2015:13).

Margen: Para la identificación de un almidón, se busca en el margen el efecto visual de las facetas de presión. Esta característica, combinada con otras, ayuda a la identificación de las especies vegetales (Pagan-Jiménez, 2015:13).

Borde: Como indica Pagan-Jiménez (2015) esta variable es útil para poder registrar las diferencias en las líneas externas que delimitan los gránulos de almidón.

Cruz de extinción: Como describe Pagan-Jiménez (2015), los almidones son estructuras semicristalinas que poseen una estructura molecular ordenada. Esto hace que los gránulos de almidón sean birrefringentes. Cuando se observan con microscopía polarizada, aparecen de color blanco brillante sobre un fondo negro, conocidas como cruz de extinción. Este efecto ocurre debido a que la disposición semicristalina de las moléculas del almidón hace que la luz polarizada viaje a diferentes velocidades a través de los gránulos (Gott *et al.*, 2006:43). Existen tres tipos de cruces para diagnosticar los almidones: céntrica en forma de signo (+) o forma de X con brazos rectos, ondulados o curvos; excéntrica con brazos rectos o curvos; y excéntrica en forma de signo (+) o cruz con brazos ondulados. El tipo de cruz de extinción dependerá de la especie vegetal (Pagan-Jiménez, 2015).

2.1.4 Alteraciones en los almidones

Los gránulos de almidones pueden proporcionar información sobre las especies vegetales que fueron consumidas, pero también los daños que se observan en los gránulos pueden ser utilizado para obtener información sobre las antiguas prácticas culturales (Cagnato, 2019). Los almidones pueden perder su morfología al exponerse a diferentes temperaturas, debido a que es una molécula delicada (Patiño, 2023). También pueden perder su estructura semicristalina y sus propiedades birrefringentes debido a diferentes factores; uno de ellos es la exposición al calor. Cuando un gránulo de almidón se expone al agua a una determinada temperatura, pierde su estructura, lo que provoca que el gránulo quede gelatinizado (Sirvent, 2019).

De este modo, la gelatinización es un proceso en el cual se rompe la estructura cristalina de los gránulos de almidón, causada por la inclusión del agua en la estructura organizada, haciendo que los cristales restantes se fusionen, dando lugar a una estructura gelatinosa que se puede observar tras la cocción. De igual forma cuando un gránulo de almidón pierde su estructura hace que pierda parcial o totalmente la cruz de extinción ya que está relacionada con las características

de ramificación de las cadenas de amilosa y amilopectina las cuales son las que forman la estructura cristalina (Loy, 1994 como se citó en Sirvent, 2019:8).

Por otra parte, cuando un almidón es cocinado o hervido pierda su forma y cruz de extinción por completo haciendo que se gelatinice. Otro tipo de alteración es el triturado, cuando un granulo de almidón es triturado se puede observar en su morfología un borde simple pero irregular y su cruz de extinción regular. Por otra parte, cuando un almidón es tostado su forma se mantiene, pero su borde se hace irregular debido a la pérdida de líquido que hace que mantenga su forma esférica. El hilum se deforma y se forma un círculo concéntrico pero que en muchos casos deja de ser visible y la cruz de extinción es irregular. La fermentación también provoca alteraciones en los almidones haciendo que estos pierdan su hilum y que la cruz de extinción sea irregular o desaparezca (Patiño, 2023:28, 29).

2.1.5 *Análisis de almidones como un acercamiento a la alimentación vegetal*

El estudio de los microrestos vegetales no solo sirve para registrar las especies vegetales que se encontraban alrededor de los asentamientos, sino que también ayuda a comprender la selección, el transporte y el uso de las plantas en la antigüedad (Bonomo *et al*, 2019). Desde la antigüedad los alimentos vegetales han formado parte de la subsistencia humana. Butzer (1989:167) menciona que no es posible tener una idea global de subsistencia prehistórica sino se recuperan, identifican e interpretan las plantas alimenticias en contextos arqueológicos.

Pagan-Jiménez (2015) destaca que el estudio de almidones en contextos arqueológicos puede ser una herramienta útil para expandir la información arqueobotánica, ya que propone interpretaciones más completas de las culturas prehispánicas que se investigan. Asimismo, el análisis de almidones no solo permite conocer que especies vegetales eran utilizadas para la alimentación de las antiguas poblaciones, sino también cuales fueron sus posibles usos (Patiño, 2023).

El estudio de los gránulos de almidones encontrados en contextos arqueológicos, en comparación con otros microrestos, permite una mayor precisión para la determinación de las plantas utilizadas en la alimentación, ya que los gránulos de almidón están directamente relacionados al consumo de alimentos (Aceituno & Lalinde, 2011; Bonomo *et al*, 2019).

De igual modo, los gránulos de almidón pueden preservarse por largos periodos. Aceituno & Lalinde (2011) mencionan que los gránulos de almidón se conservan mejor en artefactos cerámicos y líticos que en sedimentos, esto se debe a que los almidones penetran en los poros de las superficies de uso de los artefactos, en donde se crean microambientes que evitan su degradación. En cuanto al material cerámico donde mayormente se puede encontrar estos almidones son las ollas que se utilizaron para preparar masas, cocinar alimentos o recipientes que se utilizaron para almacenar o servir bebidas (Pagan-Jiménez, 2015; Pearsall, 2015).

Por otra parte, el estudio de microrestos botánicos como los almidones, debido a sus características morfométricas, son altamente confiables para proporcionar información taxonómica (Pagan-Jiménez, 2015). De igual manera, a partir de estos microfósiles se puede identificar la familia, el género y la variedad de especies que fueron utilizadas por las antiguas poblaciones. Babot (2007) menciona que el análisis de almidón en arqueobotánica permite conocer cómo las plantas pudieron pasar por diferentes procesos como la cocción, la molienda o la fermentación. Además, los estudios de los artefactos mediante el análisis de almidón pueden proporcionar evidencia de que las dietas pasadas. Estos análisis han dado conocimientos a menudo de como las dietas de las sociedades del pasado eran más amplias de lo que se imaginaba.

Capítulo 3

3.1 Metodología

En esta sección se detalla la metodología para la extracción de almidones en material cerámico, con el fin de conocer las especies vegetales utilizadas en la alimentación en la cultura Upano. El material arqueológico utilizado para este proceso proviene del proyecto: *“Prospección y excavación arqueológica en el sitio El Edén, para el estudio de áreas de actividad, procesos de formación de sitio y subsistencia en montículos artificiales localizados en la parroquia San Isidro, cantón Morona, provincia Morona Santiago”* (Mosquera, 2025). El proceso de extracción de almidones e identificación de especies vegetales se llevó a cabo en el Laboratorio de Arqueobotánica de la carrera de arqueología de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

3.1.1 Extracción de almidones en material cerámico

3.1.2 Selección de muestras

Los fragmentos de cerámica que fueron seleccionados para la extracción de almidones corresponden a los cortes 1 y 2 del montículo central y al corte 3 y la trinchera del montículo hemisférico del sitio El Edén. Cabe mencionar que los fragmentos utilizados para la extracción de almidones no corresponden a un contexto doméstico y fueron seleccionados por la existencia de una transición cultural en los montículos excavados. Estas piezas fueron seleccionadas debido a que, en la excavación, la cerámica Upano comenzó a aparecer entre el límite en donde termina D2 y comienza D3.

Para este análisis, solo se escogieron cerámicas de filiación cultural Upano que presentaran partes diagnósticas, como bordes, paredes decoradas y bases, y que se observaran las características principales de la cerámica Upano descrita por Rostain (2010): pasta de color beige claro o café oscuro, bandas rojas entre incisiones, decoración con formas geométricas y decoración negativa en la cara interna de la cerámica. En total se seleccionó 16 fragmentos cerámicos como se observa en la Tabla 1.

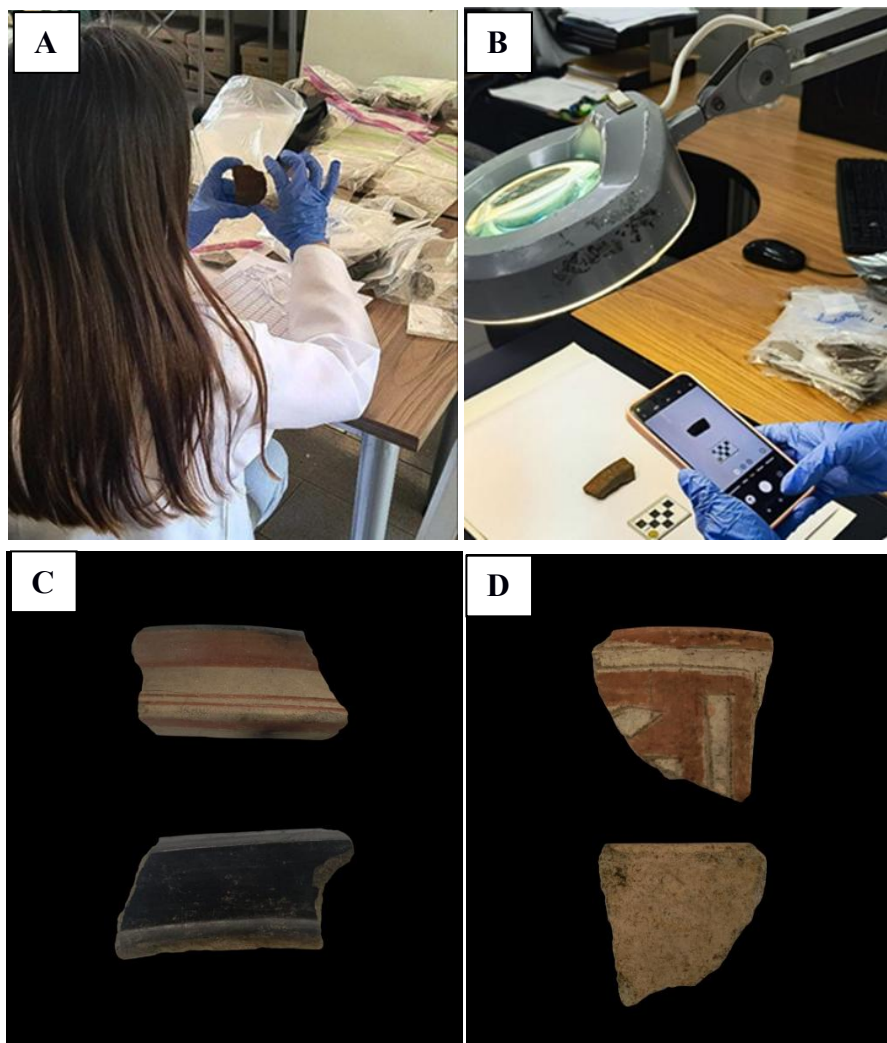
Tabla 1*Muestras seleccionadas para la extracción de almidones*

Código de procedencia	Código (LabArqBT)	Profundidad (cm)	Deposito	Tipo de artefacto
CO-1-E-011-1.1	208	30-40	D3	Fragmento de plato
CO-1-D-012-3.1	209	56,2	D3	Cerámica /Cuerpo decorado
CO-1-C-014-1.1	210	40-50	D3	Fragmento de plato
CO-1-C-014-1.2	211	40-50	D3	Fragmento de plato
CO-1-D-016	212	40-50	D2	Cerámica /Cuerpo decorado
CO-1-E-017-2.1	213	54	D3	Cerámica /Fragmento de cuenco
CO-1-E-017-3.1	214	50-60	D3	Cerámica /Pared decorada
CO-1-C-017-3.1	215	50-60	D3	Cerámica/Pared decorada
CO-1-E-017-3.2	216	50-60	D3	Cerámica /Pared decorada
CO-1-D-020-2.1	217	63,5	D3	Cerámica /Cuenco decorado
CO-1-F-020	218	60- 70	D3	Cerámica /Borde
CO-2-006	219	N/A	D2	Cerámica /Borde decorado
CO-3-A-010	220	70- 80	D3	Cerámica /Borde
TB-004	221	178	D4	Cerámica /Base
TB-004	222	178	D4	Cerámica /Cuerpo decorado
TB-009	223	N/A	D2	Cerámica /Borde

Luego de que las piezas fueron seleccionadas, se fotografió cada uno de los fragmentos de cerámica con una escala de 5 cm, como se observa en la Figura 5. Asimismo, se registraron los datos de cada etiqueta perteneciente a los fragmentos, como código de procedencia, sitio, nivel, depósito, entre otros. Todos los datos fueron descritos en una matriz de Excel con su fotografía correspondiente.

Figura 5

Proceso de selección de las muestras cerámicas



Nota. A. Selección de cerámica Upano. B. Toma de fotografías de las muestras. C y D. Algunas de las cerámicas seleccionadas para la extracción de almidones.

3.1.3 Extracción de muestras mediante baño ultrasónico

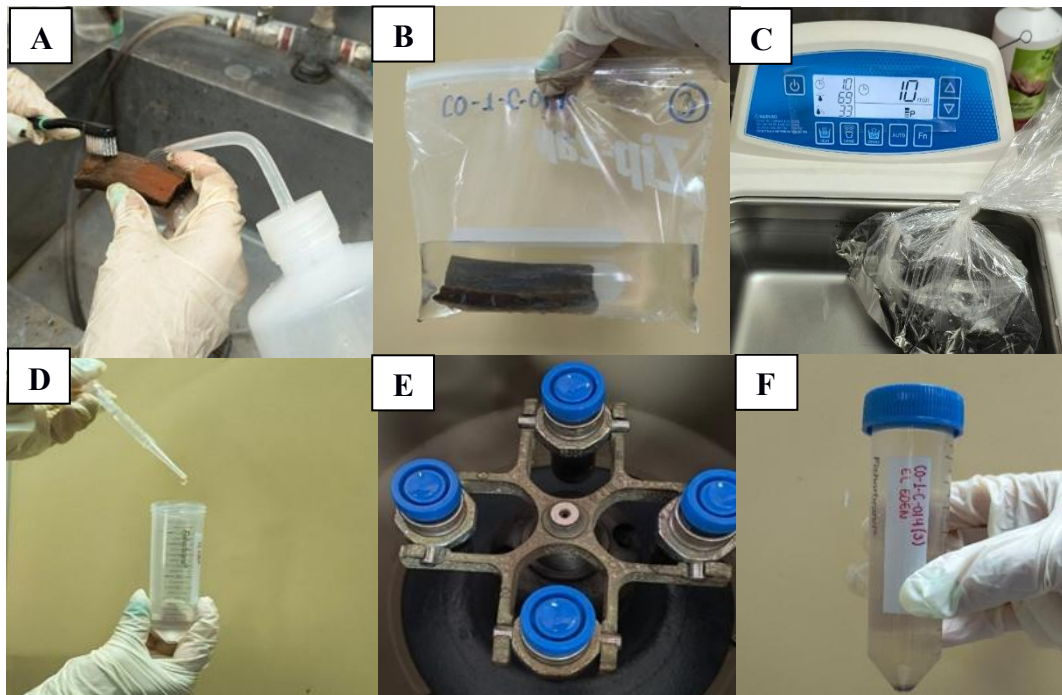
Para la extracción de almidones mediante baño ultrasónico, se siguió la metodología descrita por Pagan-Jiménez *et al.* (2015). Se eligió este método porque es menos invasivo para la integridad de los artefactos cerámicos, debido a que otras técnicas, como el raspado de la cerámica, podrían dañar el acabado y decoración de estas. Cabe mencionar que el uso del baño ultrasónico es eficaz, ya que permite que se realice una limpieza profunda mediante las ondas ultrasónicas y extraer de los poros del material cerámico los restos de almidones que se hayan preservado (Aguirre, et al., 2025).

Para la extracción de almidones en las muestras seleccionadas, primero, se limpió el sedimento de la cara externa y de las fracturas de cada pieza. Para esta limpieza, se utilizó agua destilada y cepillos de dientes de cerdas suaves, evitando contaminar la parte interna de las cerámicas. Para la cara interna de las cerámicas, solo se irrigó de manera rápida agua destilada, sin cepillar las piezas, debido a que es la parte en donde se desprenderán los almidones que pudieron quedar preservados en los poros de las cerámicas cuando estas fueron utilizadas. Segundo, se colocaron los artefactos cerámicos dentro de bolsas Ziploc rotuladas con su respectivo código, y se añadió agua destilada con ayuda de una piseta hasta que las cerámicas quedaran completamente cubiertas. Tercero, las bolsas fueron cerradas y se sumergieron en un baño ultrasónico modelo CPX2800H por 10 minutos a 40 Hz.

Posteriormente, se extrajeron las cerámicas de las bolsas Ziploc y se colocaron sobre papel adsorbente para que se secaran. Segundo, las bolsas se colocaron sobre vasos precipitados para que el sedimento se asentara en el fondo. Tercero, se extrajo el líquido de las bolsas con ayuda de pipetas de plástico, utilizando una pipeta por cada muestra para evitar contaminación. Finalmente, el líquido extraído se colocó en tubos Falcon de 50 ml con sus respectivos códigos como se indica en la Figura 6.

Figura 6

Proceso de extracción de almidones de las muestras mediante baño ultrasónico



Nota. A. Limpieza externa de las piezas cerámicas. B. Colocación de las cerámicas en agua destilada. C. Extracción de las muestras mediante baño ultrasónico. D. Transferencia de las muestras en tubos Falcon. E. Muestras siendo centrifugadas. F. Muestra después del proceso de centrifugado.

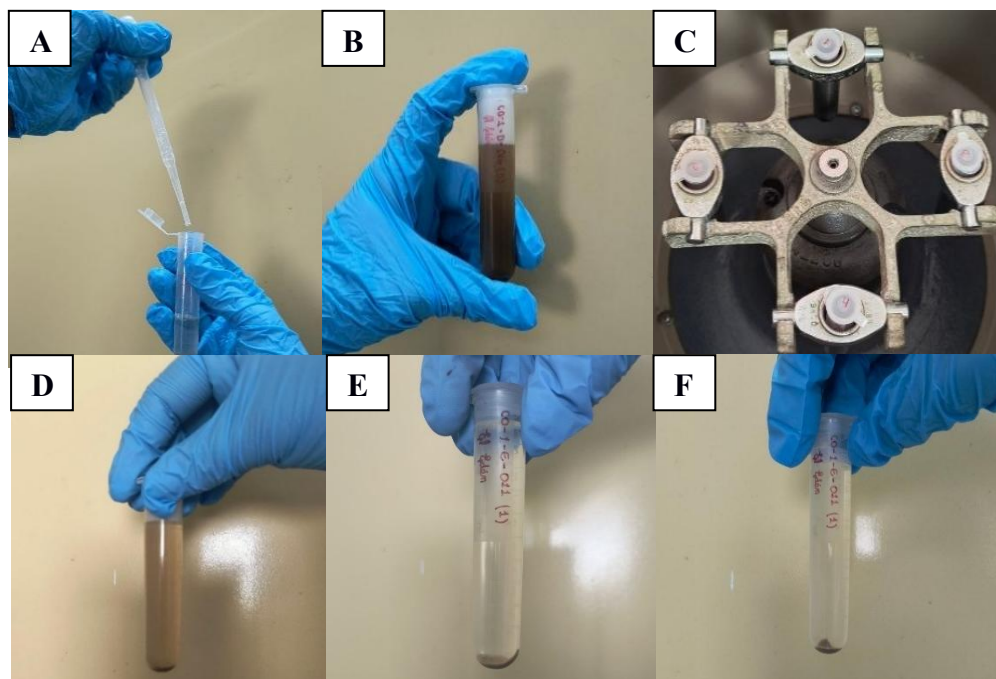
3.1.4 Limpieza y separación de almidones

Para la limpieza y extracción de almidones, se siguió la metodología propuesta por Pearsall *et al.* (2004), adaptada por Horrocks (2005). Se eligió esta metodología por ser más rápida, eficiente y menos dañina para la integridad de las muestras. Para iniciar este proceso, primero, se pipeteó el sedimento del fondo de los tubos Falcon y se colocó cada muestra en tubos de ensayo de 10 ml, previamente rotulados con sus respectivos datos como se indica en la Figura 7. Segundo, cada muestra se centrifugó a 3000 rpm durante 3 minutos. Tercero, se pipeteó el contenido de cada muestra utilizando una pipeta desechable, y se decantó el líquido hasta 2 ml. Cuarto, a cada muestra se añadió 6 ml de detergente Alcanox al 5 %, se agitaron y luego se centrifugaron a 3000 rpm durante 3 minutos. Terminado el tiempo, las muestras se decantaron y se añadió agua destilada hasta completar los 9 ml y se agitaron. Nuevamente se centrifugaron a 3000 rpm durante tres

minutos. En total, este proceso se repitió cuatro veces, con el objetivo de eliminar por completo el Alcanox de las muestras.

Figura 7

Proceso de limpieza de las muestras utilizando Alcanox



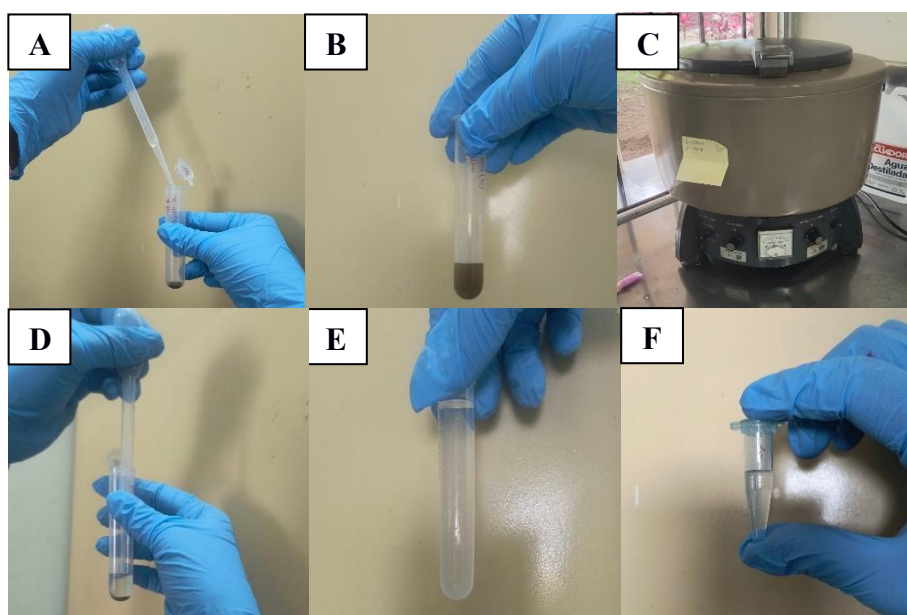
Nota. A. Colocación de Alcanox al 5% a las muestras. B. Muestra con Alcanox luego de ser agitada. C. Centrifugado de las muestras. D y E. Proceso de limpieza. F. Eliminación del Alcanox completada.

Tras la eliminación de todo el Alcanox de las muestras, primero, se pipeteó toda el agua y se añadió politungstato de sodio de densidad 1.7 s.g. y se agitaron. Segundo, las muestras se colocaron en la máquina centrifugadora a 1500 rpm durante 3 minutos. Tercero, una vez centrifugadas, se pipeteó con mucho cuidado la capa superior de las muestras y se colocaron en tubos nuevos de 10 ml. Cuarto, se colocó agua destilada en las muestras, se agitaron y se centrifugaron a 3000 rpm por 6 minutos y se decantaron. Quinto, se añadió agua destilada y se volvió a centrifugar a 3000 rpm durante 3 minutos y se repitió nuevamente este paso para eliminar los residuos de politungstato. Finalmente, la separación de los almidones se completó. Terminado

todo el proceso, las muestras se colocaron en tubos Eppendorf de 1,5 ml con sus respectivos códigos como se puede observar en la Figura 8.

Figura 8

Proceso de separación de almidones



Nota. A. Colocación politungstato de sodio de densidad 1.7 sg.
B. Muestra antes de centrifugar. C. Proceso de centrifugado de las muestras. D. Muestra siendo pipeteada. E. Muestra limpia.
F. Separación de almidones completada.

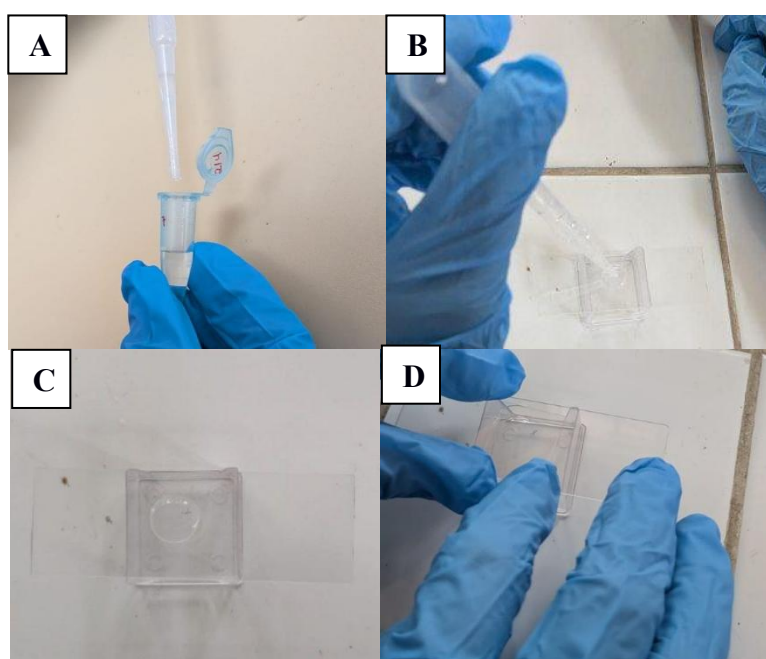
3.1.5 Observación de almidones e identificación de especies

Para la observación de almidones se extrajo de cada tubo Eppendorf dos gotas utilizando una pipeta desechable por cada muestra, y se colocaron sobre un portaobjeto que fue rotulado previamente con el código de cada muestra. Luego se colocó media gota de glicerina sobre las muestras y se cubrieron con el cubreobjeto como se indica en la Figura 9. Una vez montadas las muestras se observó con microscopio óptico de marca Zeiss modelo Axiolab A. Para este paso se analizó visualmente de izquierda a derecha comenzando desde la parte inferior a la superior utilizando los objetivos de 10x y 20x, tanto en campo claro como en campo oscuro utilizando el polarizador. Este último permite identificar los almidones debido a que en el plano oscuro se puede

observar la cruz de extinción de los almidones. Una vez localizados los gránulos de almidones, se cambia el objetivo a 50x y se toman microfotografías utilizando la cámara Lumera Infinity 2-IRC. Con ayuda del programa Infinity Analyze se añadió la escala y la cantidad de magnificación utilizada. Para el registro de los almidones encontrados, se tomó tres fotografías: la primera en plano oscuro con luz polarizada y las dos restantes en plano claro, una con medidas y otra solo con el granulo de almidón identificado.

Figura 9

Proceso de montaje de muestras



Nota. A. Extracción de muestras con ayuda de una pipeta desechable. B. Montaje de la muestra sobre el portaobjeto. C. Muestra con glicerina. D. Colocación del cubreobjeto a la muestra.

3.1.6 Identificación de especies vegetales

Para la identificación de las especies vegetales, se elaboró una tabla de datos en Microsoft Excel, en donde se registraron los atributos morfológicos propuestos por Pagan-Jiménez (2015). Posteriormente, se colocaron las fotografías de los gránulos de almidones observados tanto en campo oscuro como en campo claro. La comparación de los almidones se realizó utilizando

colecciones de referencias, como la de Pagan-Jiménez (2015), la guía de referencia de muestras modernas elaborada por la autora, las colecciones de referencias del laboratorio de arqueobotánica de la ESPOL y la revisión de publicaciones como la de Zarrillo (2012), Meneses (2018), Pagan-Jiménez, *et al.* (2015), Para la revisión de almidones alterados de utilizó como guía, publicaciones como las de Pagan-Jiménez, *et al.* (2017), Cagnato (2019), entre otros trabajos que puedan servir como guía comparativa.

Capítulo 4

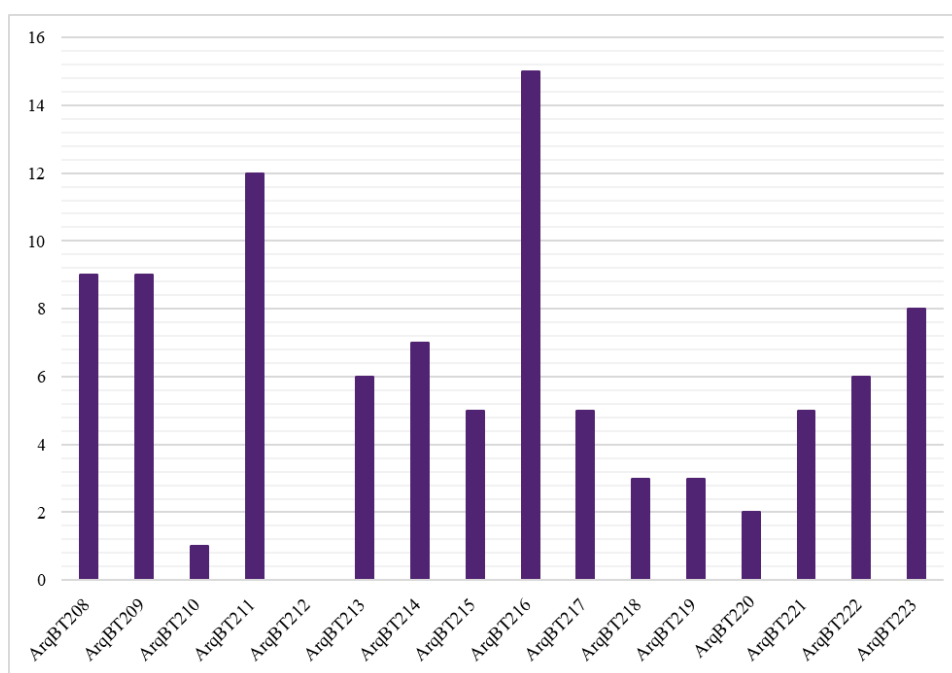
4.1 Resultados

4.2 Análisis de almidones

De 16 fragmentos cerámicos seleccionados para el análisis arqueobotánico, se recuperó un total de 96 gránulos de almidón. En todas las muestras se recuperaron e identificaron varios almidones, excepto en la muestra arqBT212, que no presentó ninguno, a pesar de montar varias placas para su observación microscópica. Por otra parte, la muestra arqBT216 fue la que presentó mayor cantidad de almidones, con un total de 15 gránulos, que representó el 16 % del total de almidones encontrados. En las demás muestras existió una variación en la cantidad de gránulos recuperados, como se observa en la Figura 10.

Figura 10

Cantidad de almidones recuperados por cada fragmento cerámico

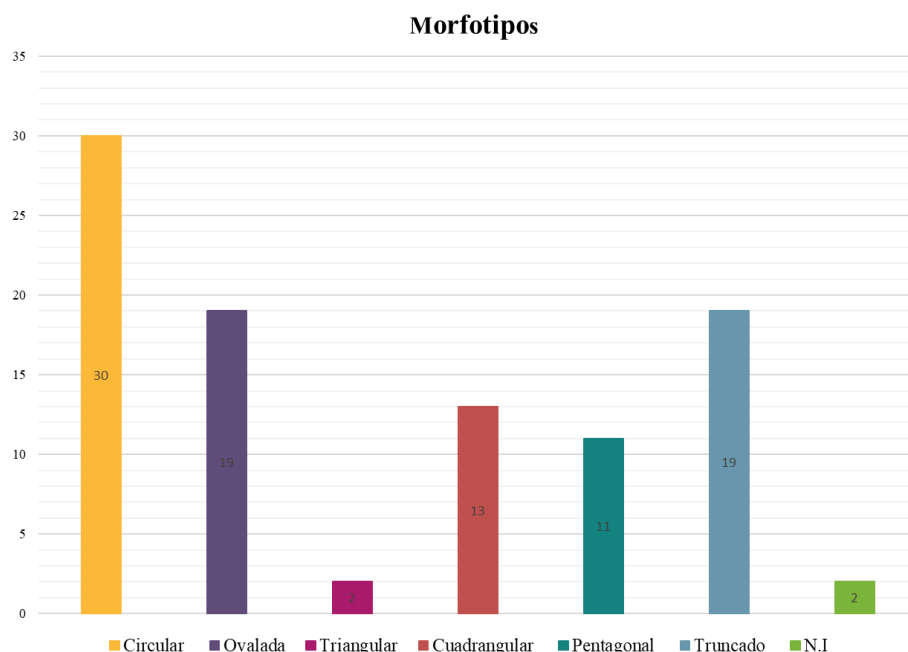


Nota: ArqBT+ número secuencial: Código de cada una de las muestras extraída de los fragmentos cerámicos.

Por otro lado, las principales morfologías identificadas de los almidones fueron las formas circulares, que representan el 31 %, seguidas de las formas truncadas y ovaladas, las cuales representan cada una el 20 % del total. También se encontraron gránulos con formas cuadrangulares con el 14 % y formas pentagonales con el 11 % de todos los gránulos recuperados. En menor grado se encontraron gránulos con morfologías triangulares, los cuales solo ocuparon el 2 % de los tipos de morfologías como se muestra en la Figura 11.

Figura 11

Diagrama del porcentaje de las diferentes morfologías de los almidones encontrado



Nota.

N.I: No identificado

En cuanto al tamaño de los almidones encontrados, sus dimensiones fueron variadas el largo de los gránulos tiene un rango entre 5.60 μm y 57.35 μm , mientras que las medidas de ancho están entre 6,47 μm a 42,42 μm . Por otra parte, solo veintiocho almidones presentaron hilum, veintiuno de ellos con hilum abierto y siete con hilum cerrado. Los almidones restantes no presentaron hilum. Respecto a las fisuras, treinta y cuatro gránulos presentaron fisuras, donde

predominan las formas del tipo lineal A y en Y. Entre otros tipos de fisuras que también se pudieron observar, fueron las forma en cruz, lineal B, lineal C y E.

4.3 Identificación taxonómica

De un total de 79 gránulos de almidones, se logró identificar 6 taxones a nivel de familia, entre las cuales se identificaron las siguientes: Cannaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Poaceae y Solanaceae como se observa en la Tabla 2. De la misma manera, gracias a la presencia de varios atributos presentes en los gránulos de almidones para su identificación, de las 6 familias se logró identificar 7 taxones de plantas, tres a nivel de género y cuatro a nivel de especie, entre los cuales se encuentran: maíz (*Zea mays*), camote (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), papa (*Solanum tuberosum*), fréjol (*Phaseolus* spp.), ají (*Capsicum* spp.) y achira (*Canna* spp.). En el caso de los tres últimos géneros, se optó por colocar spp. debido a que no se pudo identificar con certeza a que especie específica pertenecían los gránulos de almidones como se muestra en la Figura 12. De igual forma, en el caso de los gránulos que no presentaron algunos de los atributos morfológicos para su identificación segura, se colocó la abreviatura cf. ya que como indican Pagan-Jiménez *et al.*, (2015) esta abreviatura hace referencia a que es una taxa probable.

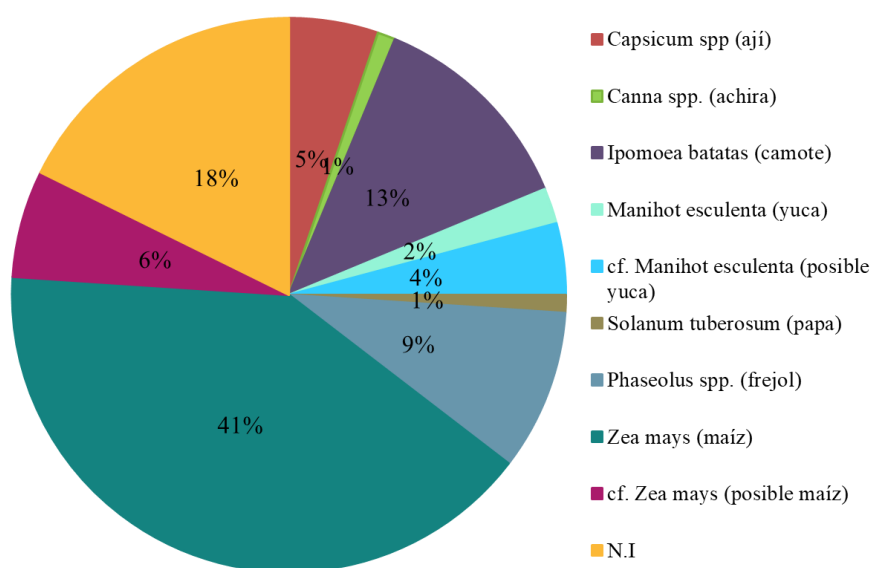
Tabla 2

Familia y especies encontradas

Familia	Género	Especie	Nombre común
Cannaceae	<i>Canna</i>	<i>Canna</i> spp.	Achira
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	<i>Ipomoea batatas</i>	Camote
Euphorbiaceae	<i>Manihot</i>	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca
Fabaceae	<i>Phaseolus</i>	<i>Phaseolus</i> spp.	Fréjol
Poaceae	<i>Zea</i>	<i>Zea mays</i>	Maíz
Solanaceae	<i>Capsicum</i>	<i>Capsicum</i> spp.	Ají
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa

Figura 12

Porcentaje de las especies encontradas



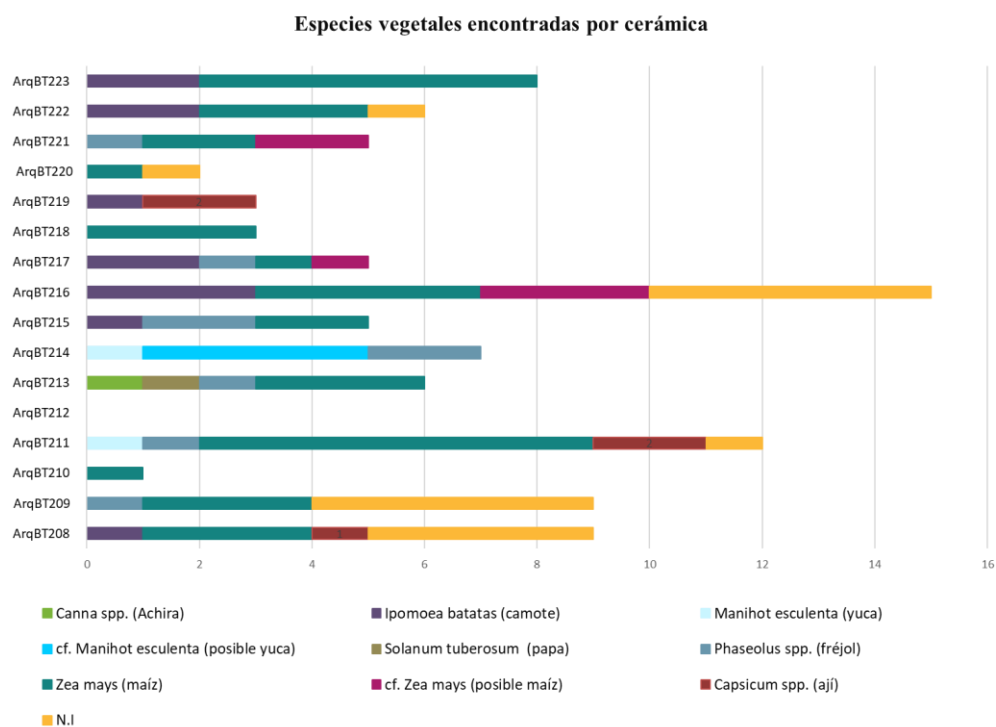
Nota.

N.I: No identificado

El mayor porcentaje de almidones identificados en las muestras correspondió al maíz (*Zea mays*), especie que se encontró en la mayoría de los artefactos en altos porcentajes, con excepción de dos muestras que no presentaron esta especie como se indica en la Figura 13. El 41 % del total de almidones era de maíz (*Zea mays*), cuyo tamaño de estos gránulos encontrados está en un rango de 5.60 μm a 22.80 μm . En cuanto a las morfologías de los gránulos del maíz (*Zea mays*), las formas circulares fueron las que más se encontraron, seguidas de las cuadrangulares. De igual manera, estos almidones presentaron varios tipos de fisuras, pero la que más se encontró fue la tipo línea transversal, seguida de las formas de Y y cruz.

Figura 13

Diagrama de las especies encontradas por cada fragmento cerámico



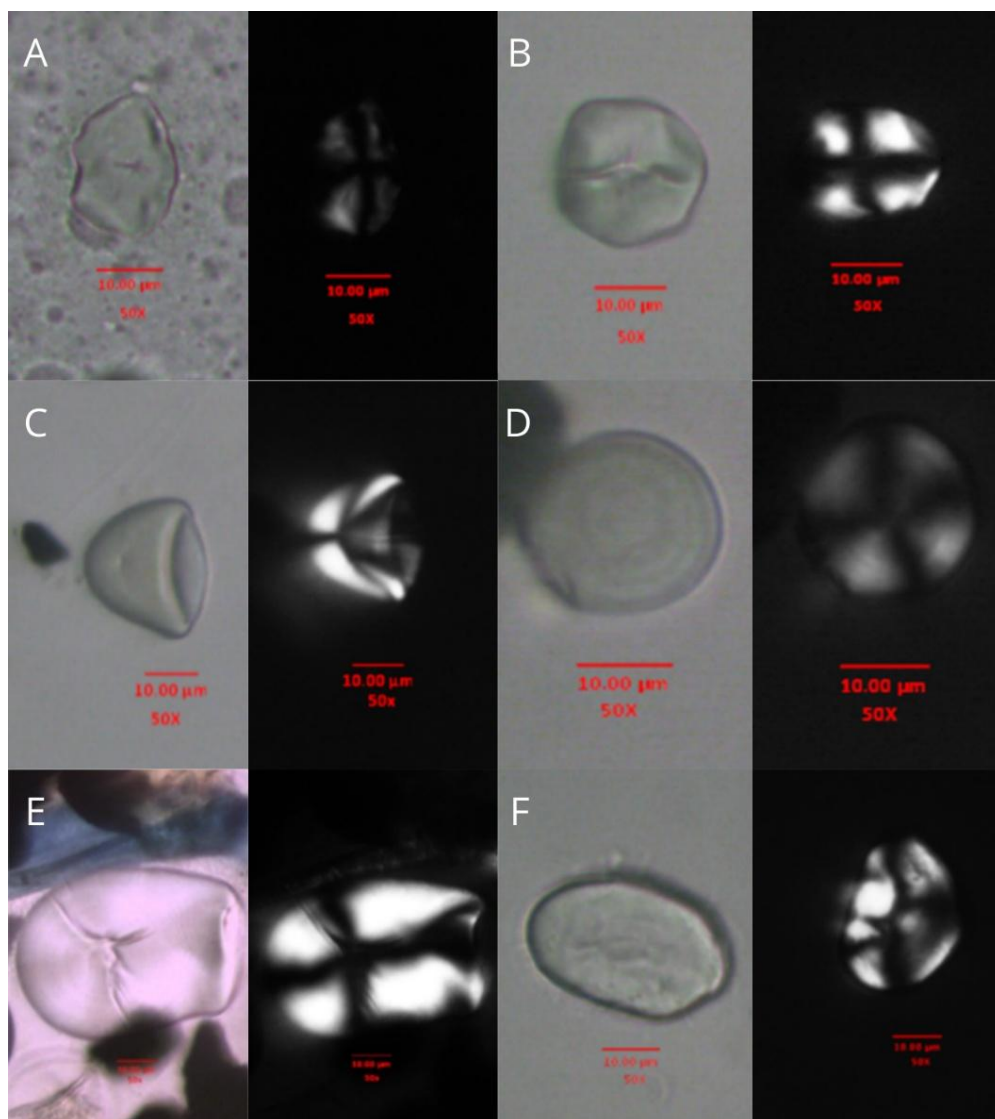
Nota.

N.I: No identificado

Por otra parte, el 13 % de los gránulos presentaron características diagnósticas de la especie del camote (*Ipomoea batatas*), como formas truncadas y pentagonales, presencia de facetas y hilum abierto en posición céntrica. El tamaño de los almidones encontrados está entre un rango de 7.36 μm a 40.81 μm . En lo que respecta a los almidones de fréjol (*Phaseolus* spp.), representó el 9 % y solo se encontraron formas ovaladas con un rango de tamaño entre 13.71 μm a 34.70 μm .

Figura 14

Algunos de los almidones recuperados en el sitio El Edén



Nota. Fotografías en campo claro y campo oscuro. A y B. Almidón de maíz (*Zea mays*). C. Almidón de camote (*Ipomoea batatas*). D. Almidón de ají (*Capsicum* spp.). E. Almidón de yuca (*Manihot esculenta*). F. Almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.).

En lo que respecta a los almidones de yuca (*Manihot esculenta*), solo se encontraron en dos fragmento cerámico, representando el 2 % del total de la muestra, aunque en la muestra ArqBT214 además de encontrar un almidón de yuca (*Manihot esculenta*), también se identificaron almidones alterados, posiblemente de yuca (cf. *Manihot esculenta*), que representa el 4 %. Por otro lado, los gránulos de almidón de ají (*Capsicum* spp.) con el 5 % , solo se encontraron en 3 muestras. De

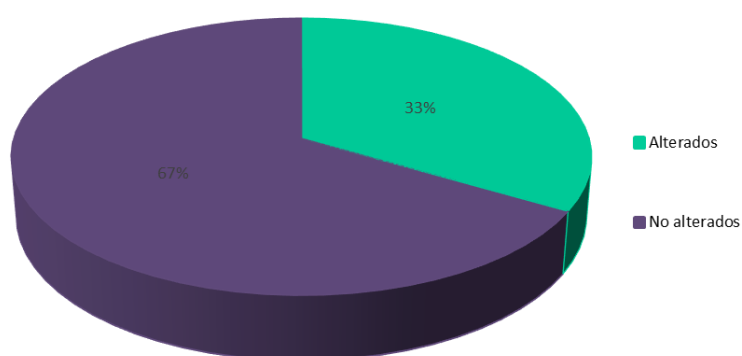
este género se encontraron almidones con medidas de largo de 17.33 μm hasta 22.18 μm y de ancho desde 13.10 μm a 19.20 μm . Por otro lado, solo en una muestra se encontró un almidón de papa (*Solanum tuberosum*) que representa el 1 %, al igual que la achira (*Canna* spp.), que también representa el 1% del total de los 96 almidones encontrados en el análisis arqueobotánico. Por último, el 18 % de los almidones no pudo ser identificado debido a que algunos de estos gránulos presentaron alteraciones, lo que impidió su identificación y clasificación taxonómica.

4.4 Almidones alterados

El 67 % de los gránulos de almidón encontrados no presentaron alteraciones como se indica en la Figura 15. Sin embargo, el 33 % restantes, mostró varias modificaciones causadas posiblemente por diferentes actividades de procesamiento. En su mayoría se observó que los gránulos presentaron alteraciones asociadas a la exposición al calor por cocción y, solo tres gránulos presentaron alteraciones provocadas por la molienda.

Figura 15

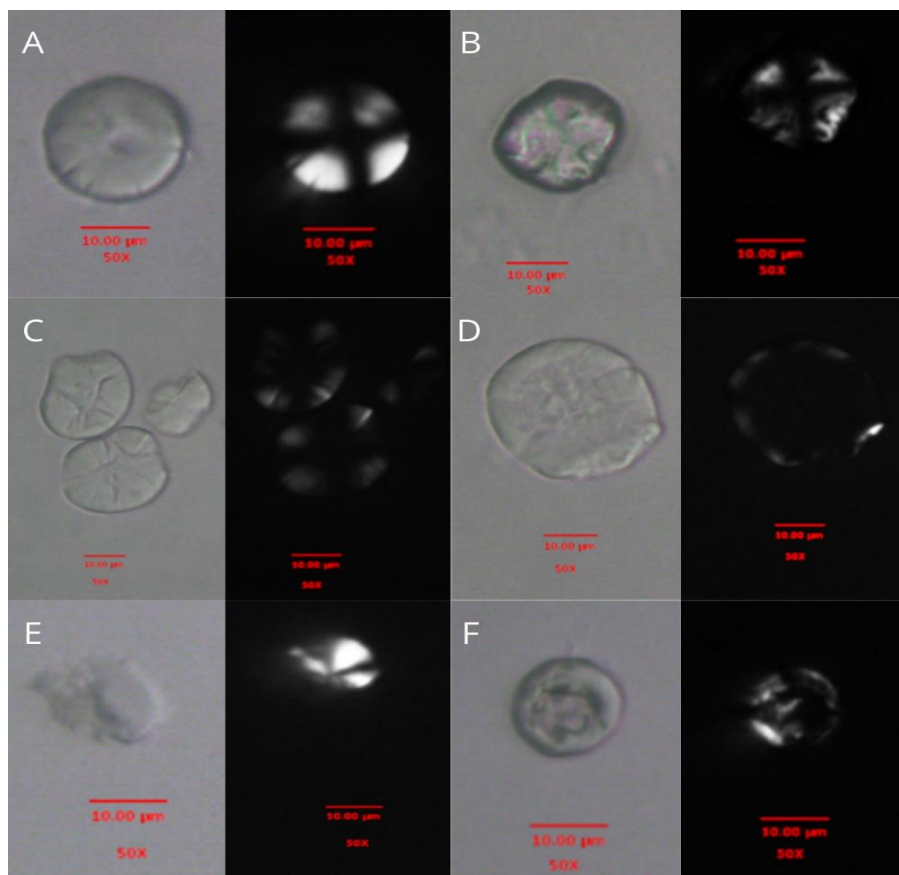
Diagrama con el porcentaje de almidones alterados y no alterados



Las alteraciones encontradas en los gránulos provocaron daños en la morfología de los almidones, tales como pérdida total o parcial de la cruz de extinción, pérdida parcial o total de la birrefringencia, depresiones centrales que afectaron las áreas del hilum, fisuras, daño en los bordes, texturas rugosas en la superficie, gránulos deformados y en algunos casos almidones gelatinizados como se indica en la Figura 16.

Figura 16

Gránulos de almidón recuperados de muestras arqueológicas que presentan alteraciones



Nota. A. Almidón sin identificar con alteraciones, posible por molienda, donde se observa los bordes dañados. B. Almidón de maíz (*Zea mays*) posiblemente alterado por la exposición al calor, donde se observa rugosidad en su superficie. C. Conjunto de almidones con fisuras y pérdida parcial de birrefringencia. D y F. Gránulos de almidón con depresiones centrales y pérdida de cruz de extinción. E. Almidón parcialmente gelatinizado.

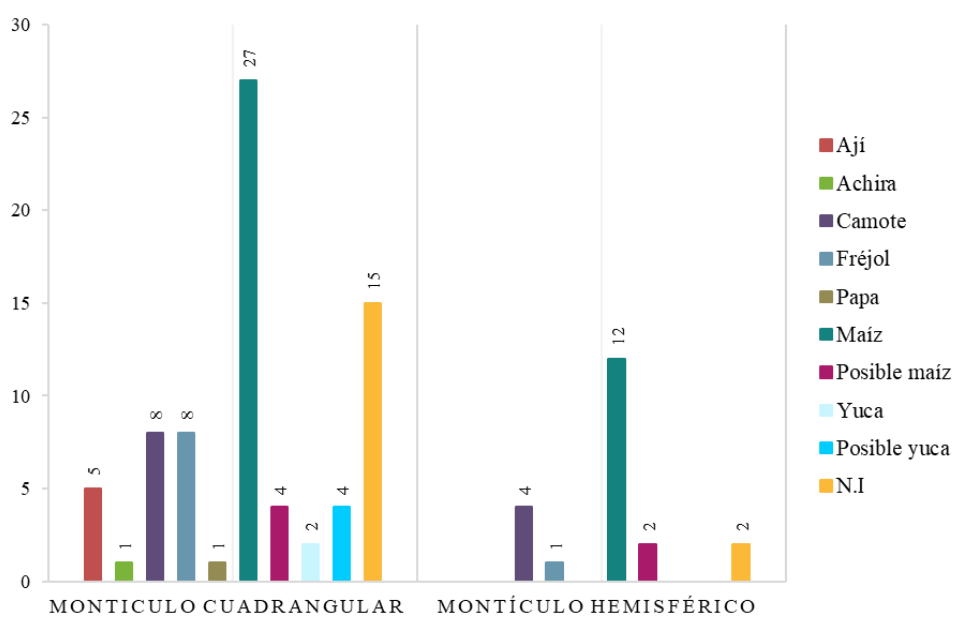
4.5 Especies encontrada por montículos

De los 16 fragmentos cerámicos analizados, doce correspondieron a material del corte 1, perteneciente al montículo más grande y de forma cuadrangular. Los cuatro fragmentos restantes procedieron del montículo más pequeño, de forma hemisférica, de los cuales tres provenían de la trinchera y uno del corte 3.

En el montículo cuadrangular se encontraron un total de 75 gránulos de almidón. La especie que más destaca fue el maíz (*Zea mays*) que corresponde el 36 % del total, mientras que un 5 % fueron definidos como posible maíz (cf. *Zea mays*). El camote (*Ipomoea batatas*), representó el 11 %, al igual que el fréjol (*Phaseolus spp.*) como se muestra en la Figura 17. Solo en este montículo se hallaron almidones de ají (*Capsicum spp.*), achira (*Canna spp.*), yuca (*Manihot esculenta*) y papa (*Solanum tuberosum*) comparado con el montículo hemisférico, en el que no se encontraron ninguna de estas cuatro especies. Quince almidones que pertenecen a este montículo cuadrangular no pudieron ser identificados.

Figura 17

Diagrama donde se muestran las especies encontradas en cada montículo



Nota.

N.I: No identificado.

Por otra parte, en el montículo hemisférico se recuperaron un total de 21 almidones, en donde 12 (57%) corresponden a la especie del maíz (*Zea mays*) y 2 fueron definidos como posible maíz (cf. *Zea mays*). Añadiendo a lo anterior, también se encontraron 4 gránulos de almidones de camote (*Ipomoea batatas*) y únicamente un almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.). Solo dos almidones no pudieron ser identificados a que especie correspondían.

Se puede observar que en el montículo cuadrangular existen 7 taxones diferentes, siendo la especie del maíz (*Zea mays*) la más utilizada en la preparación de alimentos, seguido del camote (*Ipomoea batatas*) y el fréjol (*Phaseolus* spp.). Si bien se encontró almidones pertenecientes a especies como el ají (*Capsicum* spp.), la achira (*Canna* spp.), la yuca (*Manihot esculenta*) y la papa (*Solanum tuberosum*), estos solo se encontraron en porcentajes menores.

En cambio, en el montículo hemisférico, solo se encontró 3 especies, sin embargo, cabe mencionar que, debido a el número de muestras seleccionadas en este montículo en comparación con el montículo cuadrangular, el número de especies fue menor por lo que puede existir un sesgo en la comparación de estos datos. Es posible que con el análisis de un mayor número de muestras correspondiente a este montículo puede que el número de especies sea mayor.

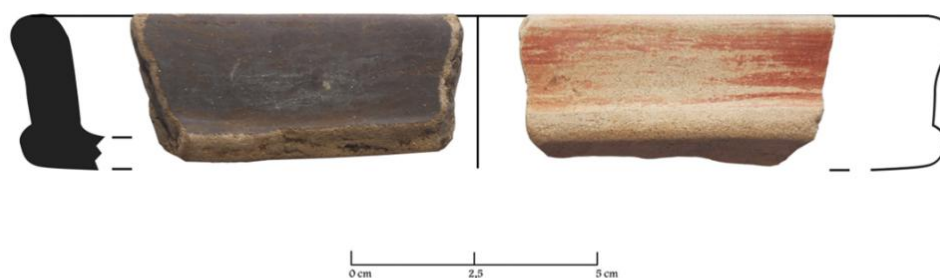
4.6. Análisis individual

4.6.1 ArqBT208

El fragmento cerámico ArqBT208 fue definido en el análisis cerámico realizado por Mosquera (2025) como un plato, como se muestra en la Figura 18. En este fragmento se encontraron un total de nueve almidones. Entre las especies que se pudo identificar, se registró un almidón de maíz (*Zea mays*) y dos almidones asignados como posible maíz (cf. *Zea mays*), los cuales presentaron alteraciones como rugosidad en su superficie, asociadas a la cocción.

Figura 18

Fragmento cerámico correspondiente a la muestra ArqBT208



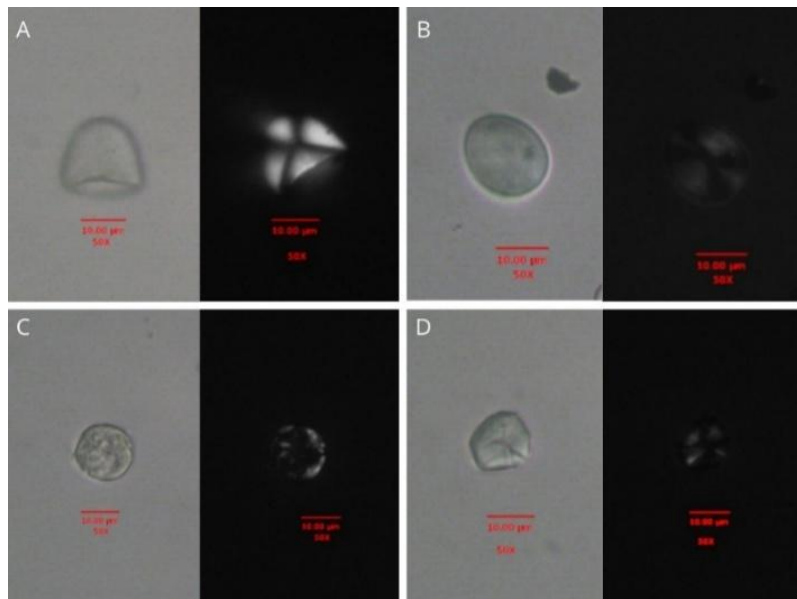
MS-060-CO-1-E-011-1.1

Nota. Dibujo elaborado por Mosquera, (2025).

En esta misma muestra se identificó un almidón correspondiente a la especie de camote (*Ipomoea batatas*) con forma truncada. Además, se identificó un almidón de ají (*Capsicum* spp.), conforma esférica, como se muestra en la Figura 19. Además, se encontró cuatro gránulos de almidón que no pudieron ser identificados; uno de ellos presentaba alteraciones posiblemente causada por la molienda debido a que presentó sus bordes fragmentados. En cambio, otro granulo presentaba gelatinización posiblemente causado por la exposición al calor. Los dos almidones restantes, no se logró identificar a que especies pertenecían.

Figura 19

Algunos almidones encontrados en la muestra ArqBT208



Nota. A. De izquierda a derecha vista en luz transmitida y luz polarizada: almidón de camote (*Ipomoea batatas*). B. Almidón de ají (*Capsicum* spp.). C. De izquierda a derecha vista en campo claro y campo oscuro: almidón de posible maíz (cf. *Zea mays*) con rugosidades en su superficie posiblemente asociado a la exposición al calor. D. Almidón de maíz (*Zea mays*).

4.6.2 ArqBT209

En el fragmento de pared decorada ArqBT209, no se pudo determinar la forma de la vasija en el análisis cerámico elaborado por Mosquera (2025). Entre sus características, este fragmento presenta un acabado de superficie exterior pulido de color marrón y en el interior presenta un acabado alisado de color gris, como se muestra en la Figura 20. La técnica decorativa del exterior posee incisiones y en su exterior negro bruñido.

Figura 20

Fragmento de cerámica correspondiente a la muestra ArqBT209



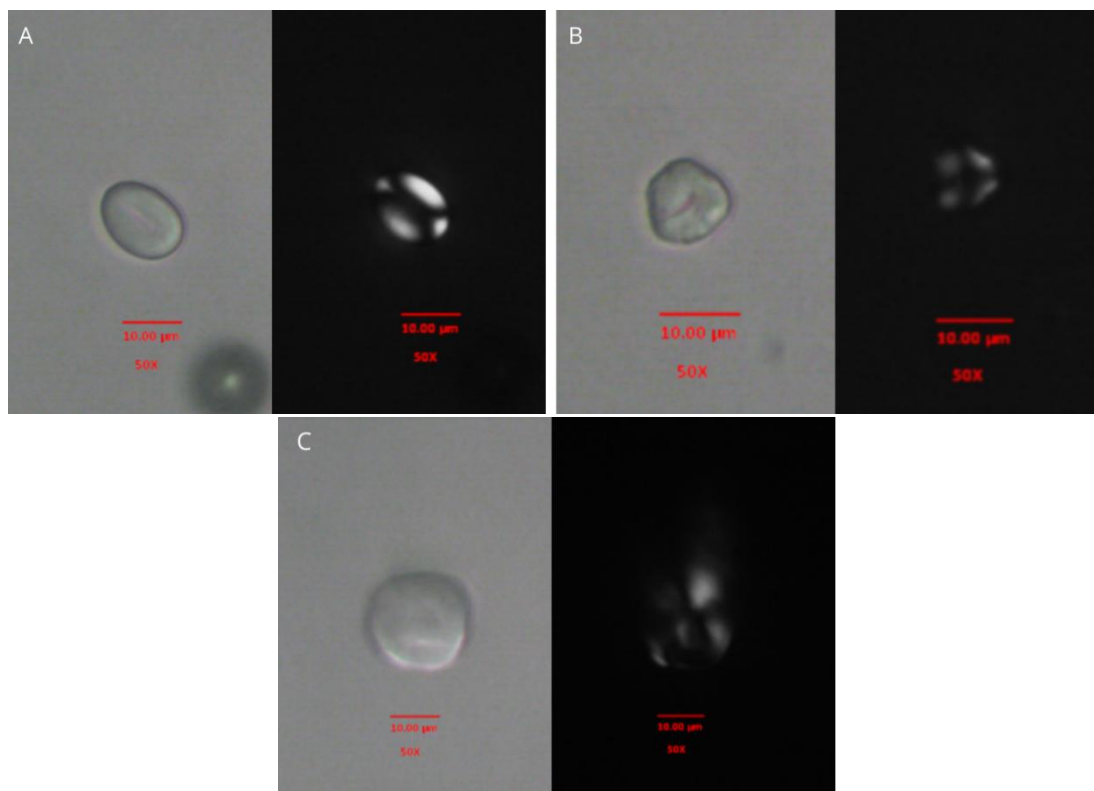
MS-060-CO-1-D-012-3.1

Nota. Dibujo elaborado por Mosquera, (2025).

En este fragmento cerámico a pesar de ser pequeño, se recuperaron un total de 9 gránulos de almidones, entre ellos, un almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.), como se observa en la Figura 21, tres correspondiente a la especie del maíz (*Zea mays*) y cinco almidones alterados que no fueron identificados. Cuatro de los cinco almidones alterados tenían formas truncadas y uno tenía forma circular. Entre sus alteraciones presentaron daños como depresión central, pérdida parcial de birrefringencia y, en menor grado, gelatinización parcial asociada a la exposición al calor, posiblemente causada por la cocción.

Figura 21

Algunos de los almidones recuperados de la muestra ArqBT209



Nota. A. Almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.): izquierda luz transmitida y derecha luz polarizada. B. Almidón de maíz (*Zea mays*): izquierda luz transmitida y derecha luz polarizada. C. Almidón con forma circular no identificado con alteración en la cruz de extinción.

4.6.3 ArqBT210

Por otro lado, la muestra ArqBT210, definida como un plato por Mosquera (2025) como se observa en la Figura 22, solo se recuperó un almidón correspondiente a la especie del maíz (*Zea mays*), el cual no presentó ninguna alteración como se muestra en la Figura 23. Cabe mencionar que, en esta muestra, al haberse encontrado solo un almidón, se decidió montar varias placas para recuperar más almidones, sin embargo, no se encontró ningún almidón más. Este resultado sugiere que posiblemente este plato solo fue utilizado para servir algún alimento compuesto únicamente a base de maíz (*Zea mays*). No obstante, también puede ser posible que no se hayan preservado otros gránulos a lo largo del tiempo.

Figura 22

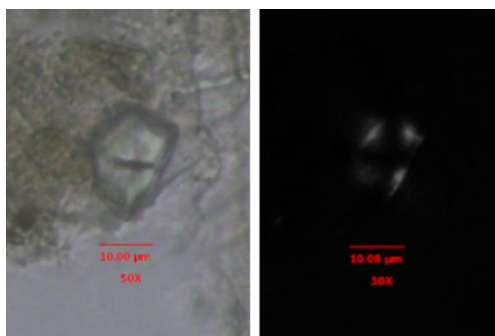
Fragmento de cerámica correspondiente a la muestra ArqBT210



Nota. Dibujo elaborado por Mosquera, (2025).

Figura 23

Almidón de maíz encontrado en la muestra ArBT210



Nota. A. Almidón de maíz (*Zea mays*).

4.6.4 ArqBT211

La muestra cerámica ArqBT211 que también corresponde a un plato, como se observa en la Figura 24, se recuperó un total de doce almidones. Siete de ellos fueron identificados como maíz (*Zea Mays*) con un rango de tamaño entre 5.60 μm a 24.63 μm . Estos almidones de maíz presentaron diferentes morfologías como circulares, truncadas, pentagonales y cuadrangulares. Asimismo, se encontró un almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.), un almidón de yuca (*Manihot esculenta*) y dos correspondiente al ají (*Capsicum* spp.) como se muestra en la Figura 25. Solo un

almidón del total de esta muestra no pudo ser identificado. Además, ninguno de los almidones recuperados presentó evidencia de alteraciones.

Figura 24

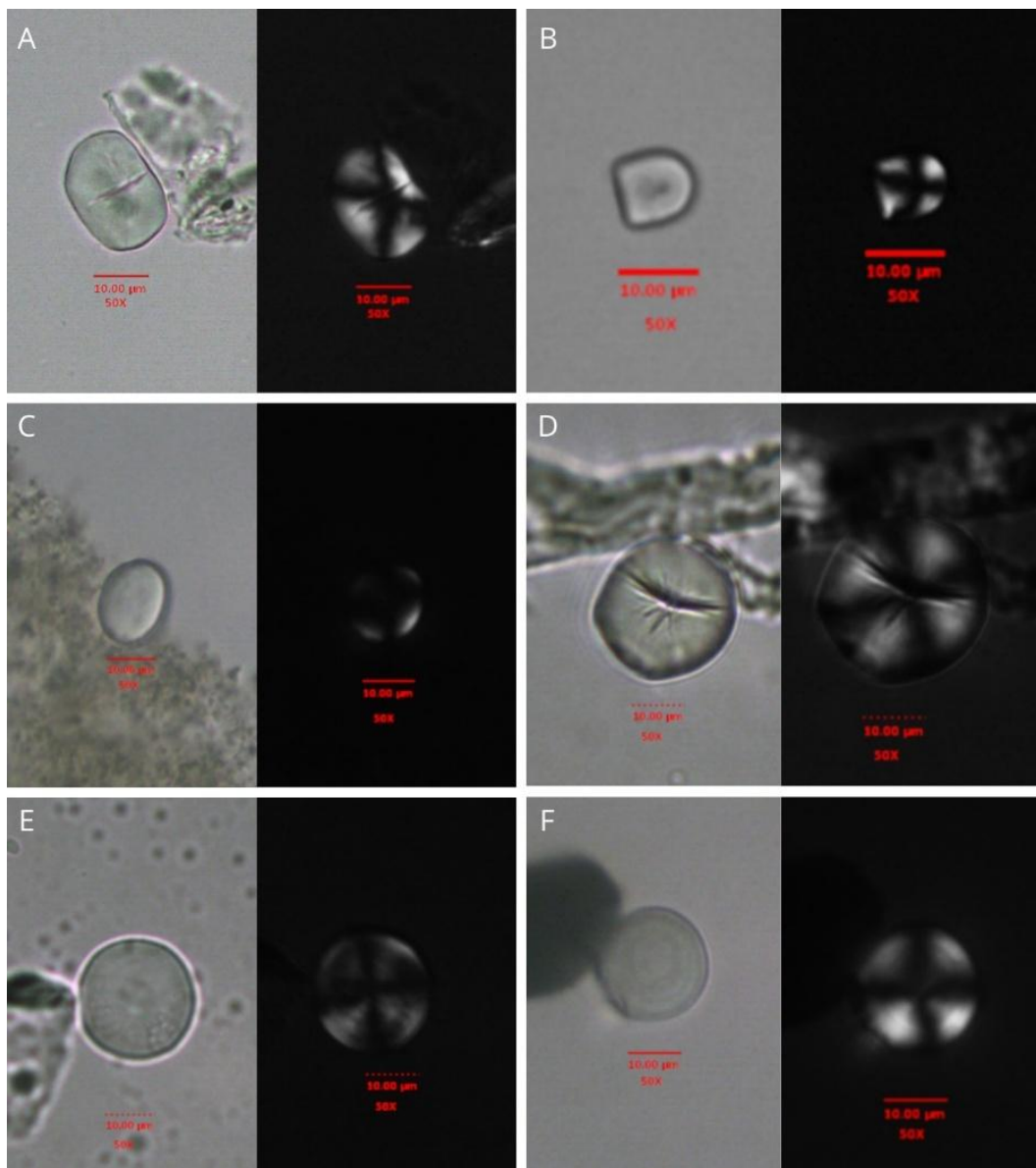
Fragmento de cerámica correspondiente a la muestra ArqBT211



Nota. Dibujo elaborado por Mosquera, (2025).

Figura 25

Almidones recuperados de un plato (ArqBT211)



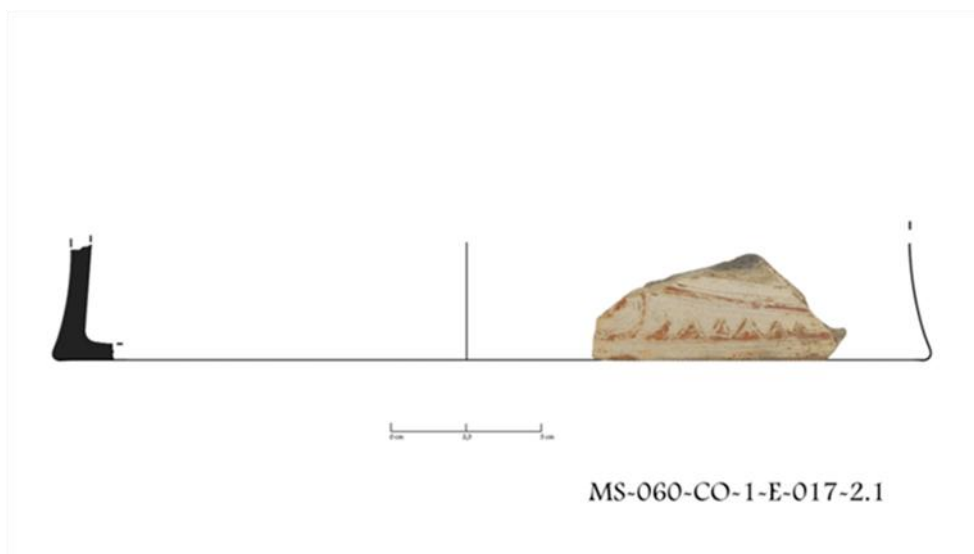
Nota. Microfotografías de almidones arqueológicos de diferentes especies vegetales en luz transmitida (izquierda) y luz polarizada (derecha). A y B. Gránulos de almidón de maíz (*Zea mays*). C. Almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.) D. Almidón de yuca (*Manihot esculenta*). E y F. Almidón de ají (*Capsicum* spp.).

4.6.5 ArqBT213

En la muestra ArqBT213, correspondiente a un cuenco, como se observa en la Figura 26, se recuperaron seis almidones; tres de estos gránulos de almidón corresponden a la especie del maíz (*Zea mays*) con tamaños entre 16.27 μm y 20.32 μm . Estos almidones presentaron tres tipos de fisuras: en forma de Y, lineal A y lineal B. También poseen cruz de extinción céntrica en forma de cruz con brazos rectos, variante típica de los almidones de esta especie. También se encontró un almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.), un almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y otro de achira (*Canna* spp.), como se observa en la Figura 27. En este cuenco fue donde se encontró una combinación de varias especies de plantas posiblemente utilizadas para la preparación de algún tipo de sopa.

Figura 26

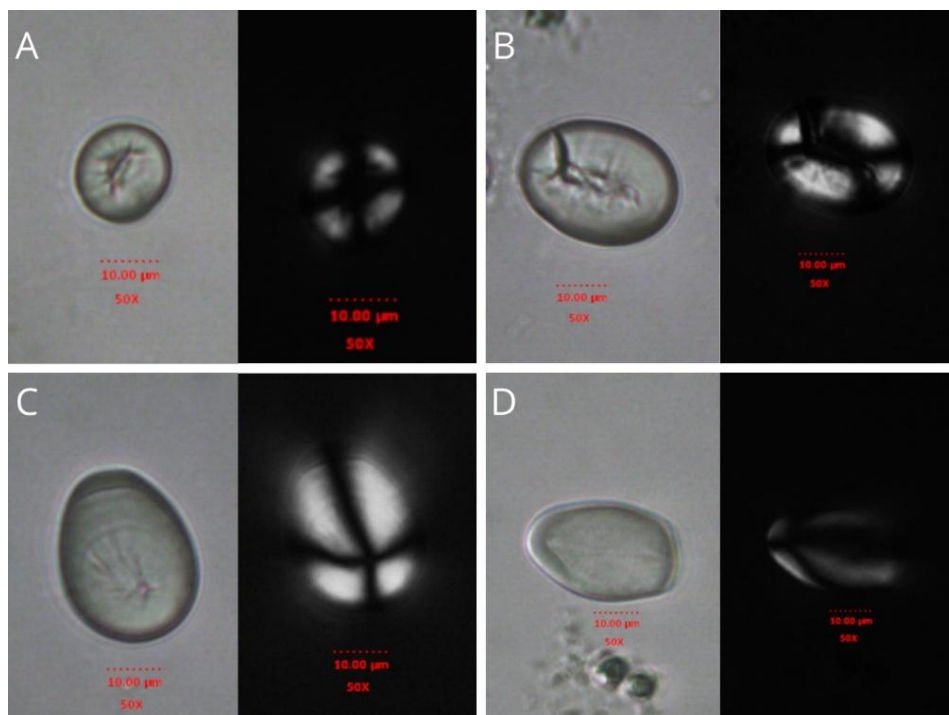
Fragmento cerámico correspondiente a la muestra ArqBT213



Nota. Dibujo elaborado por Mosquera, (2025).

Figura 27

Algunos de los almidones encontrados en la muestra ArqBT213



Nota. A. Gránulo de almidón de maíz (*Zea mays*). B. Almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.) C. Almidón de papa (*Solanum tuberosum*). D. Almidón de achira (*Canna* spp.).

4.6.6 ArqBT214

En la muestra arqBT214, correspondiente a una pared decorada como se indica en la Figura 28, se identificó un gránulo de almidón de yuca (*Manihot esculenta*). Además, se encontraron cuatro almidones que presentaban alteraciones, como rugosidad en la superficie causadas posiblemente por la cocción. Estos almidones, de formas circulares se definieron como posibles almidones de yuca (cf. *Manihot esculenta*) como se observa en la Figura 29. Esto porque se realizó una comparación con fotografías de referencias de almidones alterados por cocción de esta especie, descritos en Pagan-Jiménez *et al*, (2015). Por otra parte, también se encontraron dos almidones de fréjol (*Phaseolus* spp.) de formas ovaladas con medidas de largo de 30.24 µm a 34.70 µm y ancho de 21.79 µm y 25.89 µm.

Figura 28

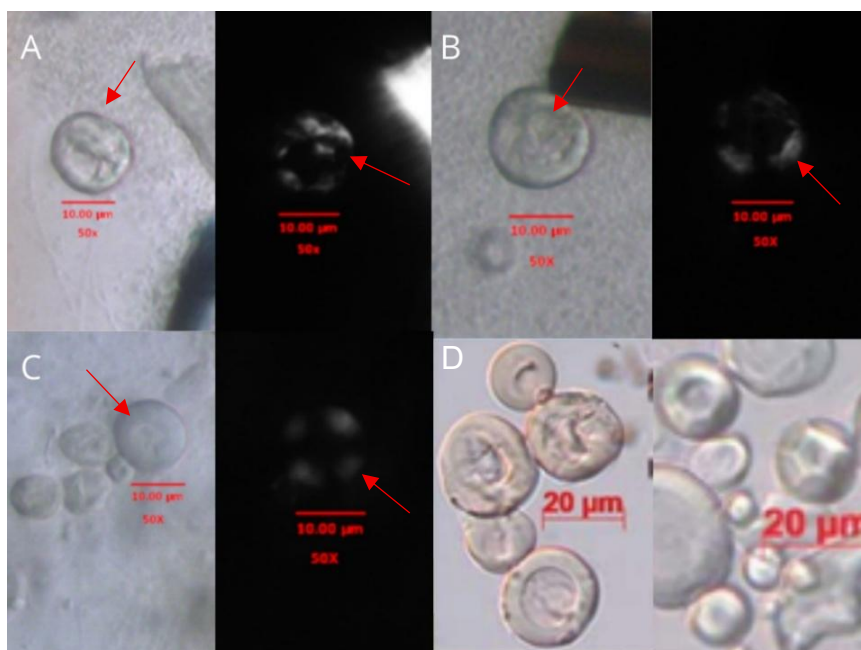
Fragmento de pared decorada correspondiente a la muestra ArqBT214



Nota. Dibujo elaborado por Mosquera, (2025).

Figura 29

Algunos de los almidones recuperados de la muestra ArqBT214 que presentan alteraciones



Nota. A, B y C. Almidones de posible yuca (cf. *Manihot esculenta*) con presencia de rugosidad en su superficie, depresión central y perdida parcial de birrefringencia. D. Fotografía de referencia de almidones de yuca con alteraciones causado por la exposición al calor. Tomado de Pagan-Jiménez et al, (2015).

4.6.7 ArqBT215

La muestra ArqBT215, el cual corresponde a un fragmento de pared decorada como se indica en la Figura 30, solo se encontraron un total de 5 almidones de los cuales, dos corresponden a maíz (*Zea mays*), dos a fréjol (*Phaseolus* spp.) y uno a camote (*Ipomoea batatas*), como se indica en la Figura 31. En cuanto a las alteraciones, un gránulo de almidón de maíz (*Zea mays*) presentó fracturas en su márgenes y otro a pesar de que en campo claro no se evidenciaba ningún tipo de alteración, cuando se observó en campo oscuro presentó pérdida parcial se la cruz de extinción.

Figura 30

Fragmento cerámico correspondiente a la muestra ArqBT215



MS-060-CO-1-C-017-3.1

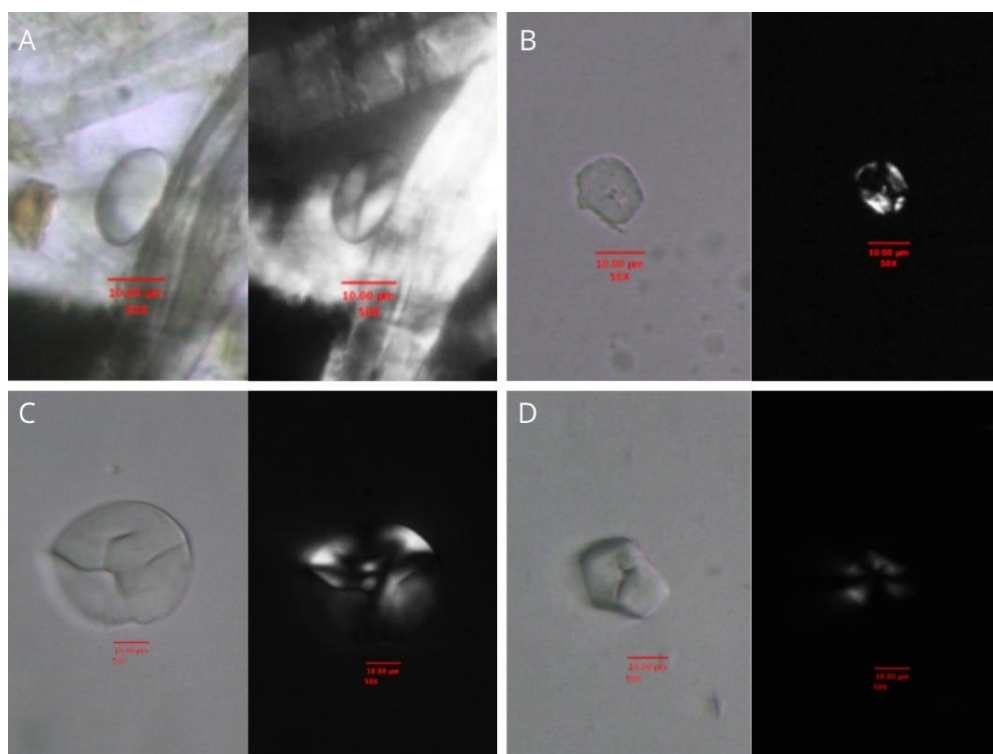
Nota. Dibujo elaborado por Mosquera, (2025).

De igual forma, un gránulo de fréjol (*Phaseolus* spp.) presentó gelatinización parcial, pero debido a la presencia de la cruz de extinción característica de las Fabáceas y a la identificación de otro gránulo de fréjol (*Phaseolus* spp.) en la misma muestra, se lo asignó como correspondiente a este mismo género. Asimismo, el almidón de camote (*Ipomoea batatas*) presentó daños en su borde y pérdida parcial de la cruz de extinción. Todas estas modificaciones se asociaron a que

estos gránulos estuvieron expuestos al calor, posiblemente como resultado de la cocción de estos alimentos.

Figura 31

Algunos de los almidones recuperados de la muestra ArqBT215



Nota. A y B. Almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.). C. Almidón de camote (*Ipomoea batatas*). D. Almidón de maíz (*Zea mays*).

4.6.8 ArqBT216

La muestra ArqBT216 que también es un fragmento de pared decorada como indica la Figura 32, fue la que más almidones se logró recuperar, con un total de quince gránulos. Se identificaron cuatro almidones de maíz (*Zea mays*) y tres almidones alterados identificados como posible maíz (cf. *Zea mays*). Estos últimos presentaron modificaciones como rugosidad en su superficie, depresión central causando la desaparición del hilum y pérdida parcial de la birrefringencia.

Figura 32

Fragmento de cerámica correspondiente a la muestra ArqBT216



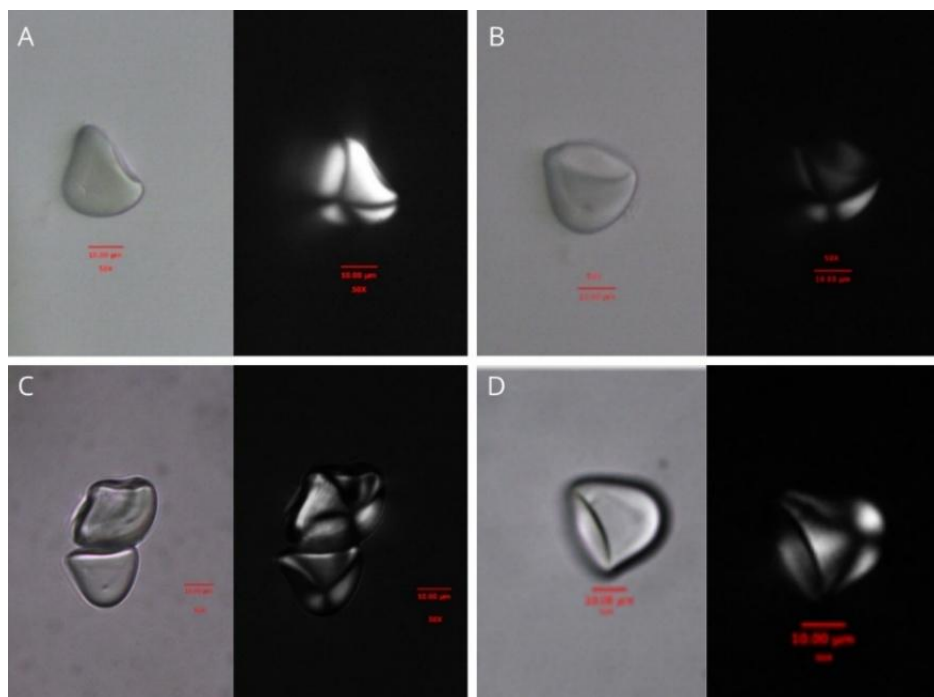
MS-060-CO-1-E-017-3.2

Nota. Dibujo elaborado por Mosquera, (2025).

Además, se identificaron tres gránulos de almidón de camote (*Ipomoea batatas*), los cuales no presentaron ningún tipo de alteración como se observa en la Figura 33. Los cinco almidones restantes no pudieron ser identificados, debido a que, al estar alterados, carecían de los atributos morfológicos que son necesarios para su correcta identificación. De estos, tres presentaron gelatinización y pérdida de la cruz de extinción y de la birrefringencia, posiblemente al estar expuestos al calor por un tiempo determinado.

Figura 33

Almidones arqueológicos correspondiente a la muestra ArqBT2016 comparados con almidones modernos



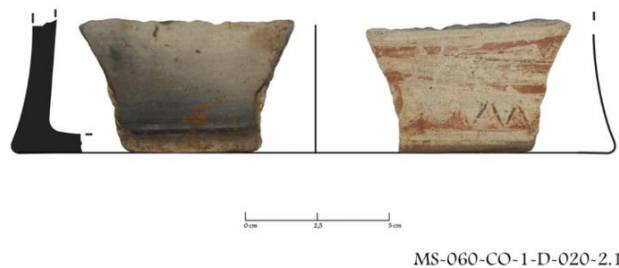
Nota. A y B. Almidones antiguos de camote (*Ipomoea batatas*) recuperados de la muestra ArqBT216. Escala 10 μm. C y D. Almidones modernos de camote blanco (*Ipomoea batatas*). Elaboración propia.

4.6.9 ArqBT217

Por otra parte, la muestra ArqBT217 que corresponde a un cuenco como se observa en la Figura 34, solo se recuperaron cinco almidones, de los cuales uno se identificó como maíz (*Zea mays*), y otro como posible maíz (cf. *Zea mays*), este último, presentó depresión en su interior y perdida del hilum posiblemente asociado a la cocción. Asimismo, se identificó un almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.) y dos de camote (*Ipomoea batatas*) como se observa en la Figura 35. Ninguno de estos gránulos presentó alteraciones.

Figura 34

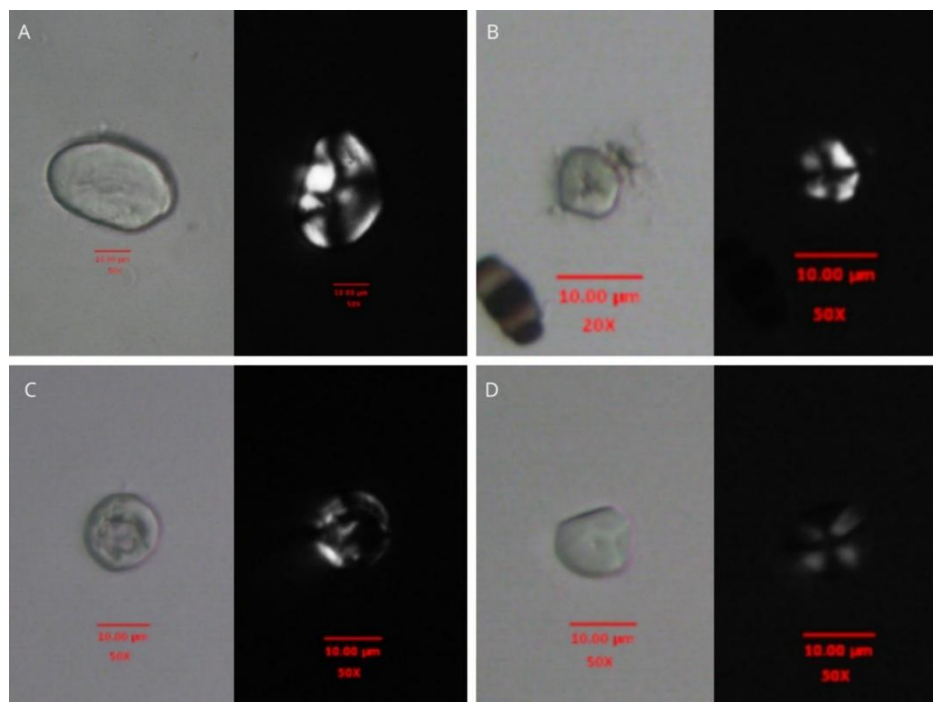
Cerámica correspondiente a la muestra ArqBT217



Nota. Dibujo elaborado por Mosquera, (2025).

Figura 35

Almidones encontrados



Nota. A. Almidón de fréjol (*Phaseolus spp*): izquierda luz transmitida y derecha luz polarizada. B. Almidón de maíz (*Zea mays*): izquierda luz transmitida y derecha luz polarizada. C. Almidón alterado de posible maíz (cf. *Zea mays*): izquierda luz transmitida y derecha luz polarizada. D. Almidón de camote (*Ipomoea batatas*), izquierda luz transmitida y derecha luz polarizada.

4.6.10 ArqBT218

La muestra ArqBT218 corresponde a un borde, el cual posee en su interior bruñido como se observa en la Figura 36. En este fragmento cerámica solo se recuperó tres gránulos de almidón de forma ovaladas. Estos gránulos de almidón corresponden a la especie del maíz (*Zea mays*) y no presentaron ningún tipo de alteración como se indica en la Figura 37.

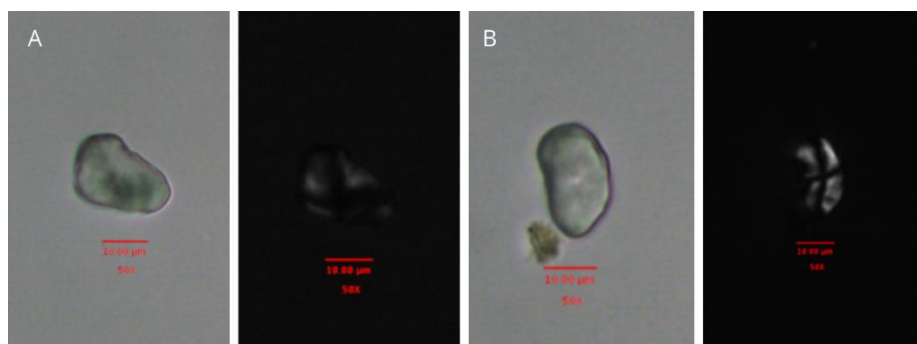
Figura 36

Fragmento cerámico correspondiente a la muestra ArqBT218



Figura 37

Almidones encontrados en la muestra ArqBT218



Nota. A y B. Gránulos de almidón de maíz (*Zea mays*)

4.6.11 ArqBT219

La muestra ArqBT219 corresponde a un fragmento de borde, el cual posee incisiones y pintura roja en su exterior. En su interior posee bruñido como se observa en la Figura 38. En esta muestra solo se encontraron tres almidones, uno correspondiente a la especie del camote (*Ipomoea batatas*) y dos al ají (*Capsicum* spp.). Ninguno de estos almidones presentó alteraciones como se indica en la Figura 39. Cabe mencionar que se decidió montar más placas para observar la presencia de otros almidones correspondientes a otras especies, pero no se evidenció ninguna. Esto podría sugerir que posiblemente se elaboró alguna bebida o algún tipo de alimento a base de camote (*Ipomoea batatas*) y ají (*Capsicum* spp.).

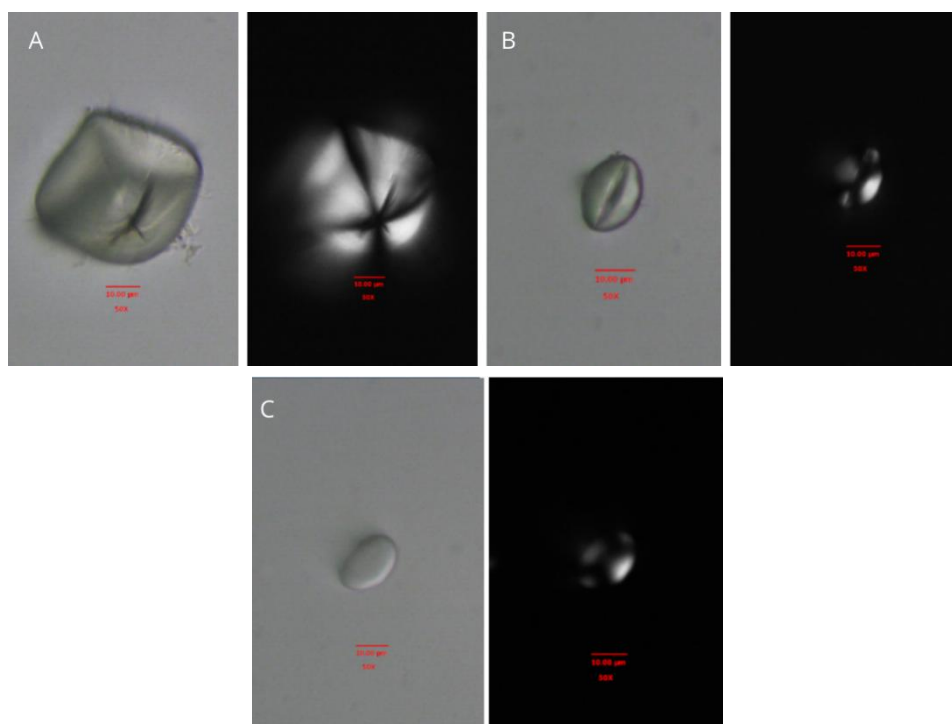
Figura 38

Fragmento cerámico correspondiente a la muestra ArqBT219



Figura 39

Microfotografías de almidones recuperados de la muestra ArqBT219



Nota. A. Almidón de camote (*Ipomoea batatas*). B y C. Almidón de ají (*Capsicum*, spp.).

4.6.12 ArqBT220

En la muestra ArqBT220 correspondiente a un fragmento cerámico, como se observa en la Figura 40, solo se encontró dos almidones. Uno corresponde a almidón de maíz (*Zea mays*) y el otro no pudo ser identificado debido a que cuando se lo observó en luz polarizada, presentó alteración en la cruz de extinción como se indica en la Figura 41. Al igual que la muestra ArqBT219, también se montaron otras placas para recuperar otros almidones, pero no se encontró más evidencia.

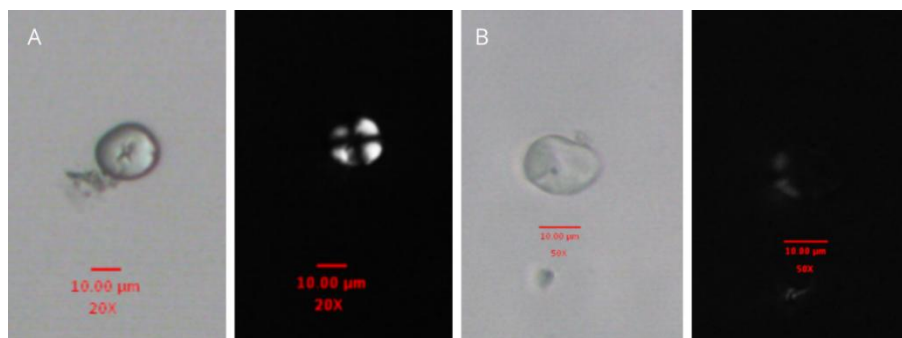
Figura 40

Fragmento cerámico correspondiente a la muestra ArqBT220



Figura 41

Microfotografías de almidones



Nota. A. Almidón de maíz (*Zea mays*). B. Almidón sin identificar con alteración en la cruz de extinción.

4.6.13 ArqBT221

La muestra ArqBT221 corresponde a una base, como se observa en la Figura 42. En esta muestra se encontraron un total de cinco almidones de los cuales dos almidones corresponden a maíz (*Zea mays*) y dos gránulos corresponden a posible maíz (cf. *Zea mays*) debido a que presentaron alteraciones de rugosidad en su superficie, posiblemente asociado a la exposición al calor como se observa en la Figura 43. También se encontró en esta muestra un almidón de fréjol (*Phaseolus* spp.) el cual no presentó alteraciones.

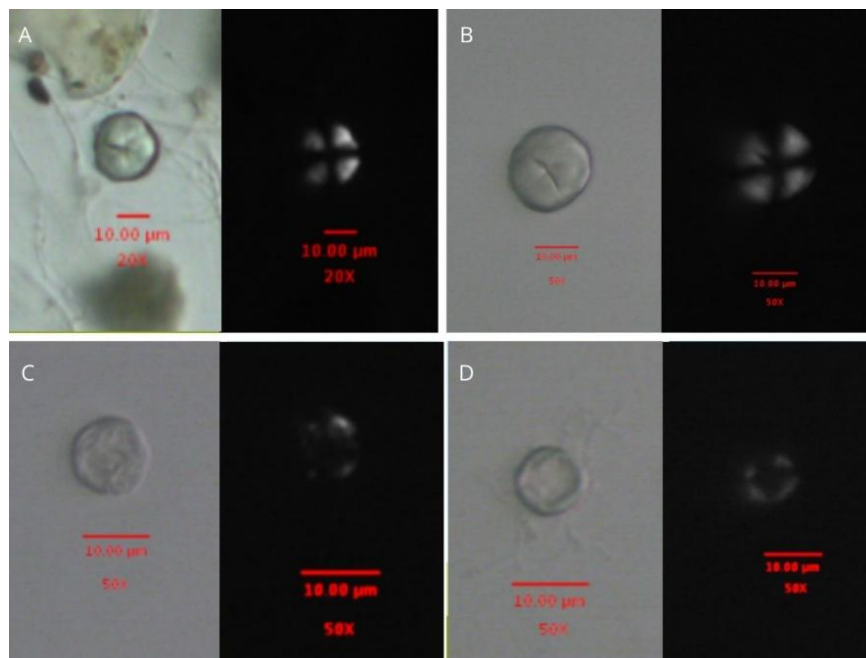
Figura 42

Fragmento de base correspondiente a la muestra ArqBT221



Figura 43

Almidones encontrados



Nota. A y B. Almidones de maíz (*Zea mays*). C y D. Almidones de posible maíz (cf. *Zea mays*) con presencia de alteraciones.

4.6.14 ArqBT222

Por otra parte, en la muestra ArqBT222 el cual corresponde a un fragmento de pared decorada, como se indica en la Figura 44, solo se identificaron seis almidones de los cuales, tres son de maíz (*Zea mays*), dos pertenecen a la especie de camote (*Ipomoea batatas*) y uno no pudo ser identificado como se observa en la Figura 45.

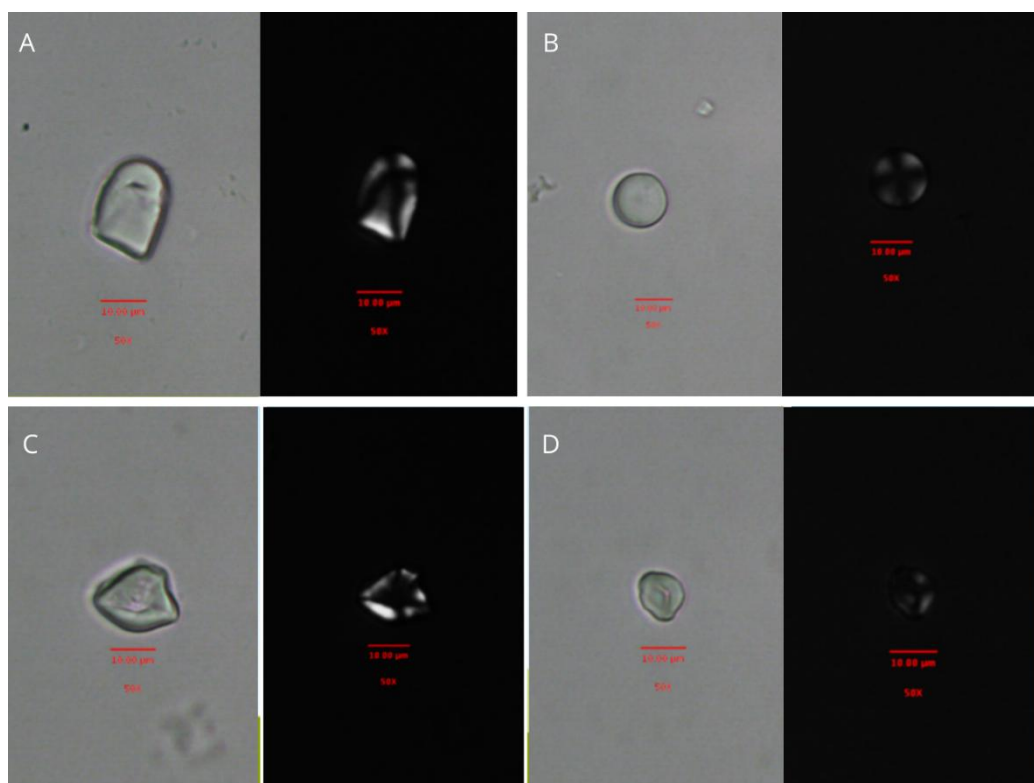
Figura 44

Fragmento correspondiente a la muestra ArqBT222



Figura 45

Almidones arqueológicos



Nota. A y B. Almidones de maíz (*Zea mays*). C. Almidón no identificado. D. Almidón de camote (*Ipomoea batatas*).

4.6.15 ArqBT223

Finalmente, el fragmento cerámico correspondiente a la muestra ArqBT223, como se observa en la Figura 46, se recuperaron un total de ocho almidones. Seis de estos corresponden a maíz (*Zea mays*) y dos a camote (*Ipomoea batatas*). En el caso de los almidones de maíz (*Zea mays*) poseían diferentes morfologías, entre ellas cuadrangulares y pentagonales como se observa en la Figura 47 y solo un almidón de esta especie presentó alteraciones como rugosidad en su superficie y márgenes dañados con pérdida parcial de su cruz de extinción.

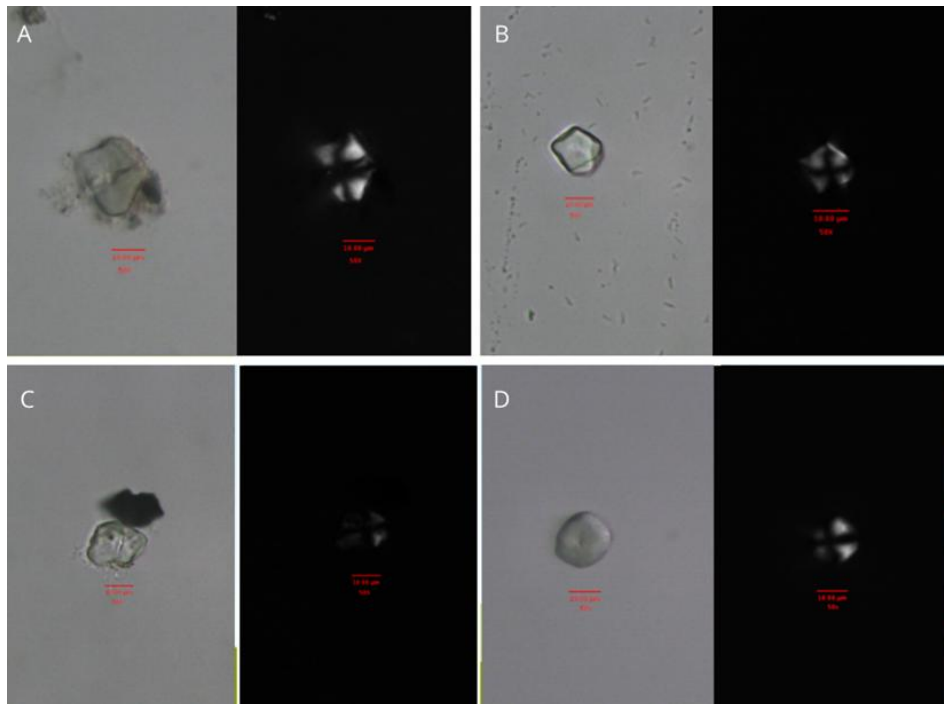
Figura 46

Fragmento cerámico correspondiente a la muestra ArqBT223



Figura 47

Algunos almidones recuperados de la muestra ArqBT223



Nota. Microfotografías de almidones de maíz (*Zea mays*) con diferentes morfologías. Escala 10 μm .

4.7 *Discusión*

Mosquera (2025) indica que para el corte 1 en el depósito D3 correspondiente al montículo cuadrangular, se dató una muestra de hollín correspondiente a una cerámica diagnóstica Upano, la cual estaba asociada a los rellenos del proceso de construcción de los montículos. Estas dataciones luego fueron calibradas por el mismo autor, dando como resultados que la fecha de la muestra está entre el 117 cal d.C hasta el 230 cal d.C. En cambio, para el corte 3, correspondiente al montículo hemisférico, se dató una muestra asociada a los rellenos del montículo con un rango entre 125 cal d.C al 246 cal d.C. Estas dos dataciones proporcionan un marco temporal para poder contextualizar los resultados de las cerámicas utilizada para el análisis de almidones.

En el montículo cuadrangular (corte 1) se pudieron identificar siete taxones correspondientes a las especies de maíz (*Zea mays*), camote (*Ipomoea batatas*), fréjol (*Phaseolus* spp.), yuca (*Manihot esculenta*), achira (*Canna* spp.), papa (*Solanum tuberosum*) y ají (*Capsicum* spp.). Mientras que en el montículo hemisférico solo se identificaron tres taxones, dos a nivel de especie: maíz (*Zea mays*) y camote (*Ipomoea batatas*) y uno a nivel de género: fréjol (*Phaseolus* spp.).

En ambos montículos, la frecuencia de maíz (*Zea mays*) fue alta en comparación con las demás especies. En el montículo cuadrangular, el maíz (*Zea mays*) representó el 36% del total de 75 almidones encontrados, mientras que en el montículo hemisférico ocupó el 57% del total de 21 almidones encontrados. Si bien en el montículo cuadrangular apareció una mayor variedad de especies, se sugiere que esta diferencia se debe a que el número de muestras analizadas (12 fragmentos cerámicos) fue mayor comparado con el montículo hemisférico (4 fragmentos cerámicos) por lo que hablar de una diferencia de alimentación entre los dos montículos podría estar sesgada.

Por otro parte, los resultados de los 16 fragmentos cerámicos analizadas del sitio El Edén, permitieron conocer las especies vegetales utilizadas para la alimentación de la cultura Upano. Estos datos evidenciaron que la dieta vegetal de esta cultura era variada, conformada por gramíneas como el maíz (*Zea mays*), tubérculos como el camote (*Ipomoea batatas*), la papa (*Solanum tuberosum*) y la yuca (*Manihot esculenta*), rizomas como la achira (*Canna* spp.), leguminosas como el fréjol (*Phaseolus* spp.) y frutos solanáceos como el ají (*Capsicum* spp.). Esta variedad de especies encontradas en el sitio aporta un acercamiento sobre la dieta vegetal esta cultura.

La presencia de maíz (*Zea mays*) en todos los fragmentos cerámicos con excepción de los fragmentos ArqBt214 y ArqBt219, indican que esta especie fue ampliamente utilizada en la preparación de los alimentos. Pero la presencia de otras especies como el camote (*Ipomoea batatas*), el fréjol (*Phaseolus* spp.), la yuca (*Manihot esculenta*) la achira (*Canna* spp.) y la papa (*Solanum tuberosum*) sugiere que la dieta vegetal no solo dependía del maíz, sino que se complementaba con otras especies vegetales para así preparar alimentos que podrían ser sopas, masas almidonosas o bebidas. Esto se puede complementar con los daños de algunos almidones, que presentaron alteraciones relacionadas a la cocción y la molienda de los alimentos.

Corroborando con esta información, Pagan Jiménez y Rostain (2014), ya habían reportado la presencia del maíz (*Zea mays*) en el sitio Huapula. Su investigación arqueobotánica sitúa la presencia de almidones de maíz (*Zea mays*) durante la ocupación Upano entre el 400 a.C- 400/600 d.C. Pero en el caso del complejo Huapula la presencia de almidones de leguminosas fue mayor que el maíz (*Zea mays*). También en este sitio, al igual que en El Edén se encontraron almidones de yuca (*Manihot esculenta*) y camote (*Ipomoea batatas*).

Esto datos sugieren que, en el sitio Huapula durante la ocupación Upano, la dieta vegetal estuvo compuesta principalmente por leguminosas, maíz (*Zea mays*) , yuca (*Manihot esculenta*) y camote (*Ipomoea batatas*). En cambio, en el sitio El Edén se evidencia un predominio del maíz (*Zea mays*), seguido del camote (*Ipomoea batatas*), el fréjol (*Phaseolus* spp.) y la yuca (*Manihot esculenta*), pero además se fueron integrando otras especies como la papa (*Solanum tuberosum*),

la achira (*Canna* spp.) y el ají (*Capsicum* spp.). Esto puede indicar que existió una mayor diversidad de especies vegetales utilizadas para el consumo entre el 117 cal d.C hasta el 230 cal d.C. Si bien en el sitio Huapula no se evidenciaron las especies vegetales de ají (*Capsicum* spp.), papa (*Solanum tuberosum*) y achira (*Canna* spp.) posiblemente sí estuvieron presentes en la alimentación, solo que quizás los gránulos de almidón no pudieron conservarse. Sin embargo, hasta el momento no hay evidencias que lo confirmen.

Cabe destacar que la presencia del maíz (*Zea mays*) en contextos arqueológicos en la Amazonía ecuatoriana se registra desde el Formativo temprano. Se han encontrado evidencias tempranas de almidones de maíz (*Zea mays*), aunque en contextos funerarios como es el caso del sitio Santa Ana-La Florida ubicado en la provincia de Zamora Chinchipe. También en este sitio se han reportado la presencia de especies como el cacao (*Theobroma* spp), camote (*Ipomoea batatas*), ají (*Capsicum* spp.), yuca (*Manihot esculenta*) y fréjol (*Phaseolus* spp.).

Con lo que respecta a la presencia del ají (*Capsicum* spp.), solo se encontró en tres muestras. En la muestra ArqBT208, el ají (*Capsicum* spp.) se encontró junto a almidones de maíz (*Zea mays*) y camote (*Ipomoea batatas*). En la muestra ArqBT211 se encontró con almidones de yuca (*Manihot esculenta*), fréjol (*Phaseolus* spp.) y maíz (*Zea mays*) y en la muestra ArqBT219 solo se evidenció con la presencia de almidones de camote (*Ipomoea batatas*). Aunque no está claro cómo fue utilizado en la alimentación, su asociación con otras especies como el maíz (*Zea mays*), la yuca (*Manihot esculenta*), el camote (*Ipomoea batatas*) y el fréjol (*Phaseolus* spp.) sugiere que posiblemente el ají pudo haber sido utilizado como un condimento para realzar el sabor de los alimentos.

Esto hace también sugerir que la cultura Upano no solo buscaba cubrir las necesidades nutricionales, sino que también cumplía con funciones culturales. Esto podría complementarse con lo que menciona Mosquera (2025:100) en el análisis cerámica del sitio El Edén, el cual sostiene que a partir de D3 y D4, la cerámica es más refinada y decorada, lo que puede ser asociada a contextos de mayor elaboración simbólica. No obstante, esta interpretación de que el ají (*Capsicum*

spp.) pudo ser utilizada como un condimento debe entenderse solo como una hipótesis sobre las formas de preparar los alimentos de esta cultura y no como una afirmación.

Por otra parte, la presencia de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) en un fragmento cerámico del sitio El Edén constituye un indicador de que la cultura Upano realizó intercambios con poblaciones de la región andina entre 117 y 230 cal d.C. En la región Sierra se ha reportado evidencia de cerámica de bandas rojas entre incisiones decoración, característica de la cultura Upano. Bruhns *et al*, (1994) documentan que en Pirincay se encontró este tipo de cerámica asociada a la ocupación tardía del sitio, fechado entre 400 a.C.-100 d.C. Además, el análisis de la pasta cerámica estableció que la arcilla proviene de fuentes cercanas al volcán Sangay, por lo que esta cerámica proviene del alto Upano (Bruhns *et al*, 1994: Bruhns, 2010).

De igual manera estos datos concuerdan con Pazmiño (2009), quien sostiene que alrededor del 380 a.C la cultura Upano se asentó en el valle del mismo nombre. Además, en ese mismo momento existe en la frontera andino-amazónica contactos intensos con la región Sierra. Además, destaca que entre el 380 a. C. y el 65 d.C se consolida el intercambio comercial con la región del Upano (Pazmiño, 2009: 161). Asimismo, Rostain (2010:676), también reporta la presencia de cerámica de la cultura Panzaleo en la tola central en el complejo XI de Huapula y en el complejo La Lomita.

En este sentido, la evidencia de almidón de papa (*Solanum tuberosum*), en el contexto del sitio El Edén complementa la información de que la cultura Upano habría realizado intercambios comerciales con la región andina, no solo al inicio de esta cultura como indica Pazmiño (2009) y Bruhns *et al*, (1994, 2010), sino que continuaron durante el desarrollo de esta.

Capítulo 5

5.1 Conclusiones

El conjunto de datos obtenidos en el análisis de almidones de material cerámico correspondiente a la cultura Upano, en el sitio arqueológico El Edén, permitió identificar el uso de varias especies vegetales en la antigüedad. Estos resultados permitieron realizar una aproximación a la dieta vegetal de dicha cultura. Los gránulos de almidones recuperados sugieren que la cultura Upano tenía una alimentación vegetal diversa, conformada por especies como el maíz (*Zea mays*), el camote (*Ipomoea batatas*), la yuca (*Manihot esculenta*), la papa (*Solanum tuberosum*), el ají (*Capsicum* spp.), el fréjol (*Phaseolus* spp.) y la achira (*Canna* spp.).

Los resultados demuestran que la frecuencia de almidones de maíz (*Zea mays*) en varias muestras cerámicas sugiere que posiblemente era una especie recurrente en la preparación de alimentos. Sin embargo, al encontrar gránulos de almidones de otras especies junto a almidones de maíz, sugiere que la alimentación vegetal no solo dependía de esta especie, sino que se complementaba con otras. Asimismo, la presencia de alteraciones en varios gránulos de almidón evidencia que existió procesamiento de alimentos, especialmente la cocción y la molienda, lo que aporta a un acercamiento de las posibles prácticas alimenticias de esta cultura.

Por otro lado, la presencia de ají (*Capsicum* spp.) puede sugerir que esta cultura no solo buscaba cubrir necesidades nutricionales sino también culturales. Además, la presencia de papa (*Solanum tuberosum*) fue una evidencia clave en esta investigación ya que indica que se habrían realizado intercambios con culturas de la sierra. Esta evidencia también puede ser un indicador de que la subsistencia de la cultura Upano no solo estaba compuesta por especies propias de la zona, sino que pudo haber integrado especies provenientes de otras regiones.

Finalmente, la evidencia recuperada gracias al análisis de almidones en el complejo arqueológico El Edén, permitió ampliar la información sobre las especies vegetales utilizados por la cultura Upano. Esta nueva evidencia puede ser un aporte para futuras investigaciones arqueobotánicas en la Amazonía, como también para la arqueología de la Alta Amazonía, donde en la antigüedad se desarrollaron sociedades complejas.

5.2 Recomendaciones

- Realizar más investigaciones con cerámica Upano de otros montículos del sitio El Edén, para complementar y comparar los resultados con los de esta investigación.
- Para comparar las especies presentes en los diferentes montículos, se recomienda utilizar el mismo porcentaje de las muestras que se va a analizar, para evitar sesgos en las interpretaciones de los datos.
- Se recomienda elaborar una guía de referencia experimental de almidones alterados con las especies identificadas en el sitio El Edén, para así identificar con mayor certeza a que tipo de modificaciones estaban asociados los almidones antiguos.

Referencias

- Aceituno, F., & Lalinde, V. (2011). Residuos de almidones y el uso de plantas durante el Holoceno medio en el Cauca Medio.
- Aceituno, F., et al. (2018). El uso arqueobotánico de los residuos de almidones en la arqueología temprana de Colombia: el caso del Cauca Medio (Colombia). En *De las muchas historias entre las plantas y la gente. Alcances y perspectivas de los estudios arqueobotánicos en América Latina*.
- Aguirre, et al. (2025). Primer registro de la paleodieta Puruhá mediante la recuperación de microrestos botánicos en artefactos arqueológicos, Ecuador.
- Archila, S. (2008). Modelos teóricos y arqueobotánica en el noreste de Sudamérica. En S. Archila, M. Giovannetti, & V. Lema (Eds.), *Arqueobotánica y teoría arqueológica: Discusiones desde Suramérica*. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología, Centro de Estudios Socioculturales e Internacionales-CESO Ediciones Uniandes.
- Babot, P. (2007). Granos de almidón en contextos arqueológicos: posibilidades, perspectivas a partir de casos del Noreste argentino.
- Babot, P. (2009). La cocina, el taller y el ritual: explorando las trayectorias del procesamiento vegetal en el noroeste argentino. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/317539142>
- Babot, P. (2011). Cazadores-recolectores de los Andes Centro-Sur y procesamiento vegetal. Una discusión desde la Puna Meridional Argentina (ca. 7000-3200 años a.p.) / South-Central Andes hunter-gatherers and plant processing. A discussion from Southern Argentinean Puna (ca.

7.000-3.200 years BP). (n.d.). ResearchGate.
<https://www.researchgate.net/publication/262485588>

Babot, P. (2014). Damage on starch from processing Andean food plants. (2014, January 1). ResearchGate.https://www.researchgate.net/publication/271371085_Damage_On_Starch_From_Processing_Andean_Food_Plants

Bonomo, M., et al. (2019). Subsistencia y alimentación en arqueología. Una aproximación a las sociedades indígenas de América precolombina.

Brito, A., & Piedra, B. (2021). Implicaciones geológicas y geomorfológicas del valle del río Upano y el puente de la vía Macas – Puyo, Morona Santiago, Ecuador. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Butzer, K. W. (1989). Arqueología, una ecología del hombre: Método y teoría para un enfoque contextual (J. Abuet, Trad.). Bellaterra.

Buxó, R. (1997). Arqueología de las plantas: La explotación económica de las semillas y los frutos en el marco mediterráneo de la Península Ibérica.

Bruhns, K. (2010). Patrones de asentamiento, rutas de comunicación y mercancías de intercambio larga distancia en el formativo tardío del austro ecuatoriano. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines* / 39 (3): 683-696.

Bruhns, et al., (1994). La Cerámica Incisa en Franjas Rojas: Evidencia de Intercambio entre la Sierra y el Oriente en el Formativo Tardío del Ecuador”, en: Izumi, Shimada (ed.), Tecnología y

Organización de la Producción Cerámica Prehispánica en los Andes, Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial, Perú.

Cabrera, B. (2021). Prefactibilidad económica de la explotación de las terrazas aluviales del río Abanico, parroquias San Isidro - Alshi, cantón Morona, provincia de Morona Santiago. Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador.

Cagnato, C. (2019). Hervir y moler: Descifrando técnicas de elaboración de alimentos a través del análisis microscópico de los granos de almidón recolectados en contextos arqueológicos mesoamericanos. <http://dx.doi.org/10.7311/ITINERARIOS.29.2019.01>

GAD parroquial de San Isidro. (2024). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Parroquia San Isidro.

García Barthe, M. (2014). Del alimento a la comida. Las transformaciones en la comensalidad y su efecto en los cuerpos de los niños. *Revista pediátrica del Hospital de Niños de Buenos Aires*, 56(255), 237-248.

Giovannetti, M., Pochettino, M. L., & Capparelli, A. (2008). La arqueobotánica en Sudamérica. ¿Hacia un equilibrio de enfoques? Discusión en torno a las categorías clasificatorias y la práctica arqueobotánica y paleoetnobotánica. En S. Archila, M. Giovannetti, & V. Lema (Eds.), *Arqueobotánica y teoría arqueológica: Discusiones desde Suramérica*. Universidad de los Andes.

Gott, B., Barton, H., Delwen, S., & Torrence, R. (2006). Biology of starch. En *Ancient Starch Research* (1.a ed., pp. 35-45). Left Coast Press Inc.

Henry et al (2008). Changes in starch grain morphologies from cooking. <http://www.elsevier.com/locate/jas>

- Horrocks, M. (2005). A combined procedure for recovering phytoliths and starch residues from soils, sedimentary deposits and similar materials. *Journal of Archaeological Science*, 32(8), 1169-1175. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.02.014>
- INPC. (2016). Resultados de la investigación arqueológica en el alto Upano.
- Mayanga, R., & Rosales, T. (2023). Evidencias de almidones de plantas cultivadas en sedimentos de cerámica doméstica de La Fortaleza, Kuélap-Departamento de Amazonas. *Revista Archaeobios*, N° 18, Vol., ISSN 1996-5214.
- Mosquera, A. (2025). Prospección y excavación arqueológica en el sitio El Edén, para el estudio de áreas de actividad, procesos de formación de sitio y subsistencia en montículos artificiales localizados en la parroquia San Isidro, cantón Morona, provincia Morona Santiago.
- Pagan-Jiménez, J., & Rostain, S. (2014). Uso de plantas económicas y rituales (medicinales o energizantes) en dos comunidades precolombinas de la Alta Amazonia ecuatoriana: Sangay (Huapula) y Colina Moravia (c. 400 a. C.–1200 d. C.).
- Pagán-Jiménez, J. R., Saavedra-López, P. R., & Guachamin-Tello, A. M. (2015). Análisis de residuos microbotánicos (almidones) en varios objetos cerámicos relacionados con la confección y el consumo de bebidas prehispánicas, colección Avilés Marcillo, Ecuador. Laboratorio de Investigación, Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, Quito. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1073.6406>
- Pagán-Jiménez, J. R. (2015). *Almidones: Guía de material comparativo moderno del Ecuador para los estudios paleoetnobotánicos en el neotrópico*. Aspha Ediciones. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4020.0803>

- Pagán-Jiménez et al., (2017). Cocción experimental de tortillas de casabe (*Manihot esculenta* Crantz) y de camote (*Ipomoea batatas* [L.] Lam.) en planchas de barro: evaluando sus efectos en la morfometría de los almidones desde una perspectiva paleoetnobotánica.
- Palacios, I. (2023). Uso de drones para la caracterización morfométrica de sitios arqueológicos en Morona-Amazonia ecuatoriana. <http://dx.doi.org/10.24133/geoespacial.v20i1.3170>
- Patiño, M. (2023). Análisis bibliométrico de estudios arqueológicos con almidones realizados en Sudamérica.
- Pazmiño, E. (2008). Análisis cerámico del sitio La Lomita, Morona Santiago, Ecuador. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Pearsall, D. M., Chandler-Ezell, K., & Zeidler, J. A. (2004). Maize in ancient Ecuador: Results of residue analysis of stone tools from the Real Alto site. *Journal of Archaeological Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.09.010>
- Pearsall, D. M. (2015). *Paleoethnobotany: A handbook of procedures* (3.a ed.). Routledge.
- Porras, P. (1987). Investigaciones arqueológicas a las faldas del Sangay. Tradición Upano. Provincia Morona Santiago. Third edition.
- Prumers, H. (2017). Los montículos artificiales de la Amazonia. En S. Rostain & F. Jaimes (Eds.), *Las siete maravillas de la Amazonia precolombina* (pp. 51-75). Estudios Americanistas de Bonn N.º 53.
- Ordoñez-Araque R, Martha Romero-Bastidas, Eric Dyrdaahl, Juliana Criollo-Feijoo, Andrés Mosquera, Luis Ramos-Guerrero, Paul Vargas-Jentzsch, Carlos Montalvo-Puente, Jenny Ruales, Discovering the dietary practices of pre-Hispanic Quito-Ecuador: Consumption of

ancient starchy foods during distinct chronological periods (3500 – 750 cal BP), *Journal of Archaeological Science: Reports*, Volume 64, 2025, 105097, ISSN 2352-409X, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2025.105097>.

Ordoñez-Araque, R., Mosquera, A., Román-Carrión, J.L. et al. Evidence of eared doves consumption and the potential toxic exposure during the Regional Development period in Quito-Ecuador. *Sci Rep* 15, 554 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-84388-y>

Rodríguez, M. (2008). Analizando el registro arqueológico: Arqueobotánica vs. Paleoetnobotánica. En S. Archila, M. Giovannetti, & V. Lema (Eds.), *Arqueobotánica y teoría arqueológica: Discusiones desde Suramérica*. Universidad de los Andes.

Rostain, S. (1999). Secuencia arqueológica en montículos del valle del Upano en la Amazonía ecuatoriana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*.

Rostain, S. (2006). Etnoarqueología de las casas Huapula y Jíbaro. <http://dx.doi.org/10.4000/bifea.3890>

Rostain, S. (2010). Cronología del valle del Upano (Alta Amazonía ecuatoriana). *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 39(3). <https://doi.org/10.4000/bifea.1825>

Rostain, Stéphen, et Geoffroy de Saulieu. Antes. IRD Éditions, Institut français d'études andines, 2013, <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.17970>.

Rostain, S., & Saulieu, G. (2014). *El sol se levanta por el Este: arqueología en la Amazonía ecuatoriana*.

Rostain, S., Dorison, A., de Saulieu, G., Prümers, H., Le Pennec, J.-L., Mejía Mejía, F., et al.

(2024). Two thousand years of garden urbanism in the Upper Amazon. *Science*, 383(183–189).

<https://doi.org/10.1126/science.adi6317>

Salazar, E. (1996). Investigaciones arqueológicas en el curso superior del río Upano, provincia de Morona Santiago, Ecuador: Informe preliminar presentado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

Salazar, E. (1998). De vuelta al Sangay: Investigaciones arqueológicas en el Alto Upano, Amazonia ecuatoriana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 27(2), 213-240.
<https://doi.org/10.3406/bifea.1998.1280>

Sánchez-Polo, A., & Álvarez Litben, R. (2023). Un paisaje monumental prehispánico en la Alta Amazonía ecuatoriana: Primeros resultados de la aplicación de Lidar en el valle del Upano. *Revista Ecuatoriana de Arqueología y Paleontología*, 1(1), e3.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7628763>

Sirvent, C. (2019). Estudio de microrestos de granos de almidón en cerámica culinaria medieval. Grado de arqueología, universidad de Barcelona.

Stéphen Rostain. (2011). Cronología del valle del Upano (Alta Amazonía ecuatoriana). *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 39(3). <https://doi.org/10.4000/bifea.1825>

Triviño, D. (2024). Análisis de microrestos botánicos y clasificación morfológica de los ralladores de la cultura Tolita.

Valdez, F. (2008). Pre-Columbian mound complexes in the Upano river valley, lowland Ecuador.

Valdez, F. (2013). Primeras sociedades de la alta Amazonia. La cultura Mayo Chinchipe-Marañón. ISBN 978-9942-955-02-9.

- Valdez, F. (2023). Una visión panorámica de la arqueología amazónica de Ecuador. *Estrata*, 01-06/2023, vol. 1, nro. 1, e1.
- Velazco, J. (2016). ¿Suelos antrópicos en La Lomita? Caracterización de suelos antrópicos en muestras del basural La Lomita, complejo monticular Huapula, cuenca superior Río Upano, Morona-Santiago, Ecuador. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17002.11202>
- Vivanco, et al. (1976). Alimentación y nutrición. Ed. Dirección General de Sanidad. Programa EDALNU. Madrid, 1976.
- Zarrillo, S. (2012). Human adaptation, food production, and cultural interaction during the Formative Period in Highland Ecuador. University of Calgary.
- Zarrillo, S., & Valdez, F. (2013). Evidencias del cultivo de maíz. En F. Valdez (Ed.), *Arqueología amazónica* (pp. 155-179).
- Zarrillo, S., Pearsall, D. M., Raymond, J. S., Tisdale, M. A., & Quon, D. J. (2008). Directly dated starch residues document early formative maize (*Zea mays* L.) in tropical Ecuador. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(13), 5006-5011. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800894105>

Apéndice

Figura 48

Algunas de las especies vegetales que se encuentran en el mercado de Macas



Figura 49

Algunas de las especies vegetales que se encuentran en el mercado de Macas



Figura 50

Especies vegetales proveniente de Macas, utilizadas para la guía de almidones modernos



Figura 51

Proceso de creación de guía de referencia modernas con especies vegetales de Macas, Morona Santiago



Nota. A y B. Toma de fotografías de las muestras. C y D. Pesado y raspado de las muestras. E. Tamizado. F. Se dejaron en reposo las muestras para que se asiente el almidón al fondo del recipiente. G. Pipeteado de exceso del líquido. H. Almidón recuperado. I y J. Se colocaron las muestras en tubos de ensayo.

Tabla 3

Especies modernas en donde se recuperaron los almidones que fueron utilizadas para las referencias

Nombre común	Nombre científico
Camote morado	<i>Ipomoea batatas</i>
Camote blanco	<i>Ipomoea batatas</i>
Chonta	<i>Bactris gasipaes</i>
Frejol común	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Pelma	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>
Yuca amarilla	<i>Manihot esculenta</i>
Zanahoria Blanca	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>

Figura 52

Microfotografía en campo claro de camote morado (Ipomoea batatas). Muestras modernas

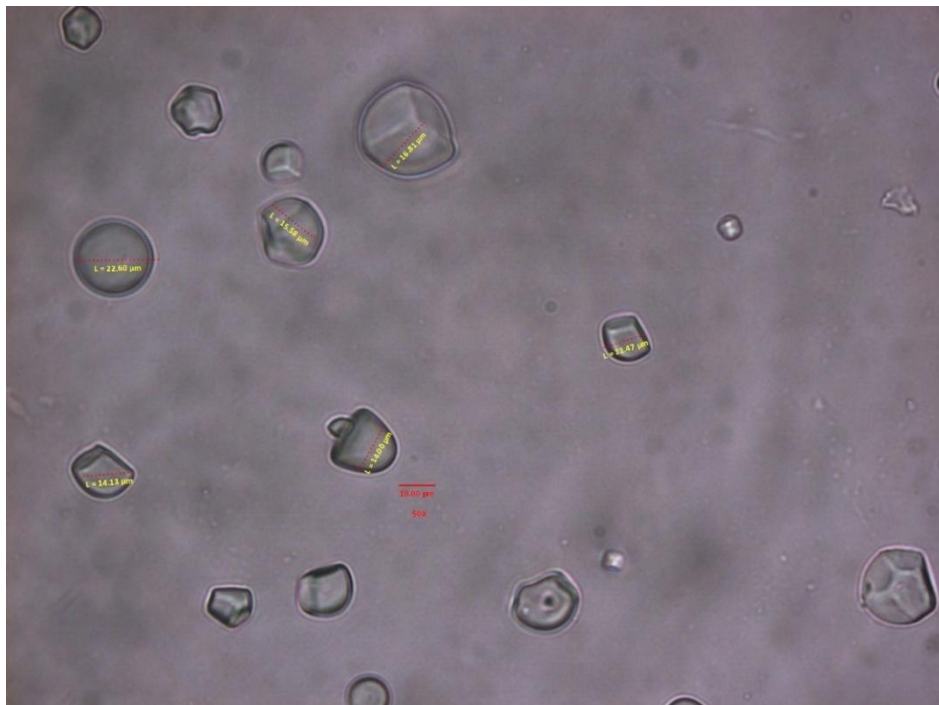


Figura 53

Microfotografía en campo oscuro de camote morado (Ipomoea batatas). Muestras modernas

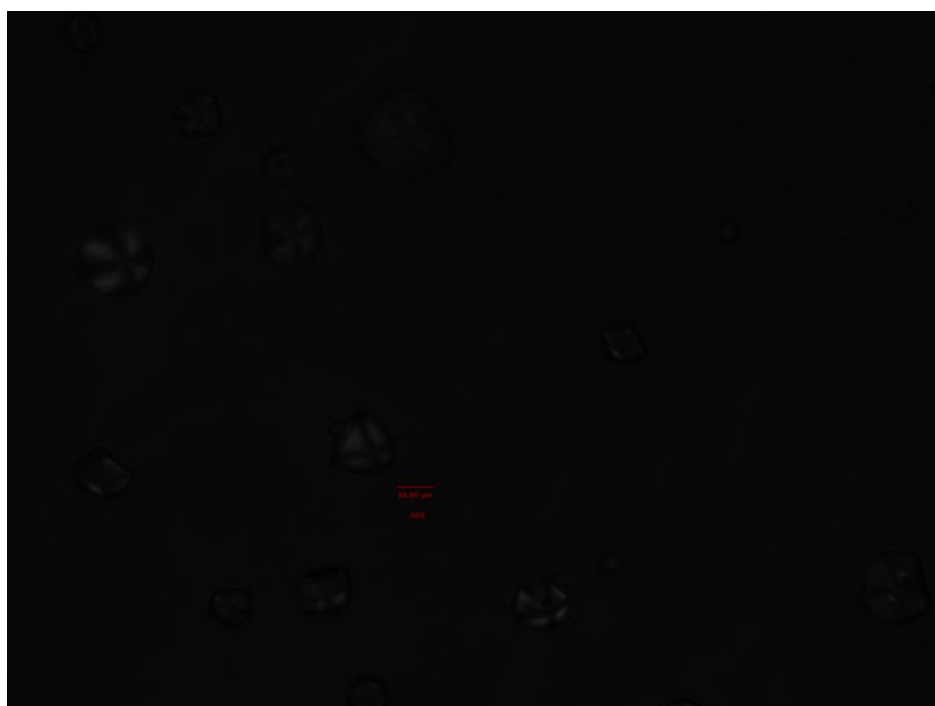


Figura 54

Microfotografía en campo claro de camote morado (Ipomoea batatas). Muestras modernas

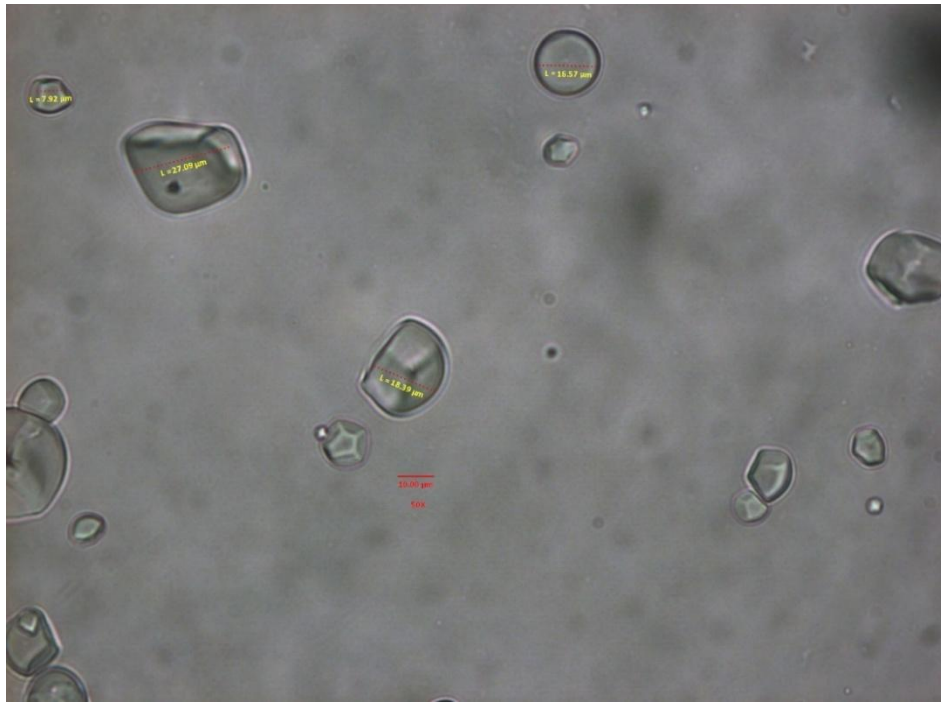


Figura 55

Microfotografía en campo claro de camote morado (Ipomoea batatas). Muestras

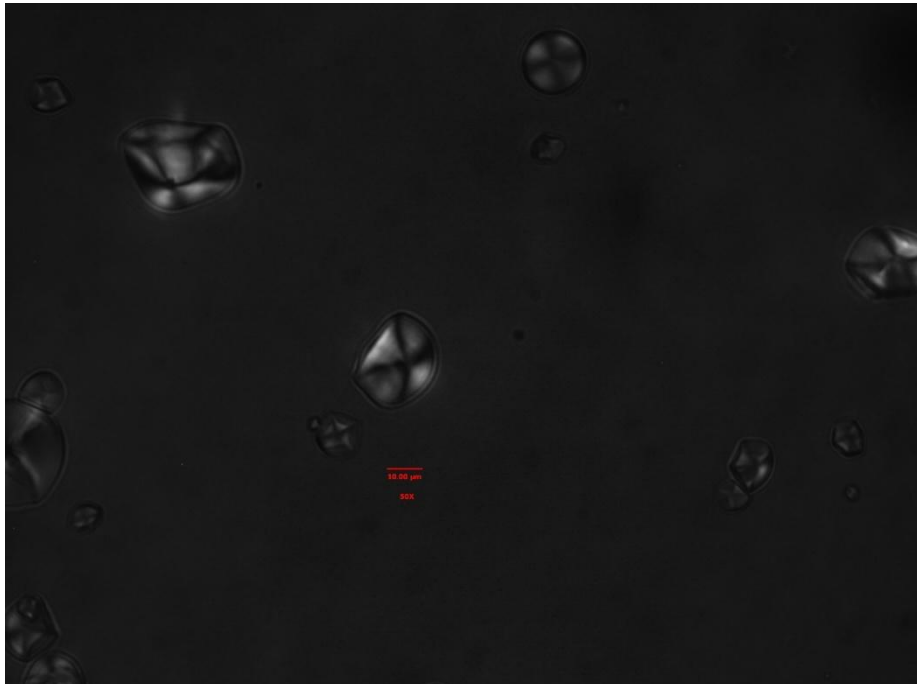


Figura 56

Microfotografía en campo claro de camote blanco (Ipomoea batatas). Muestras modernas



Figura 57

Microfotografía en campo oscuro de camote blanco (Ipomoea batatas). Muestras modernas

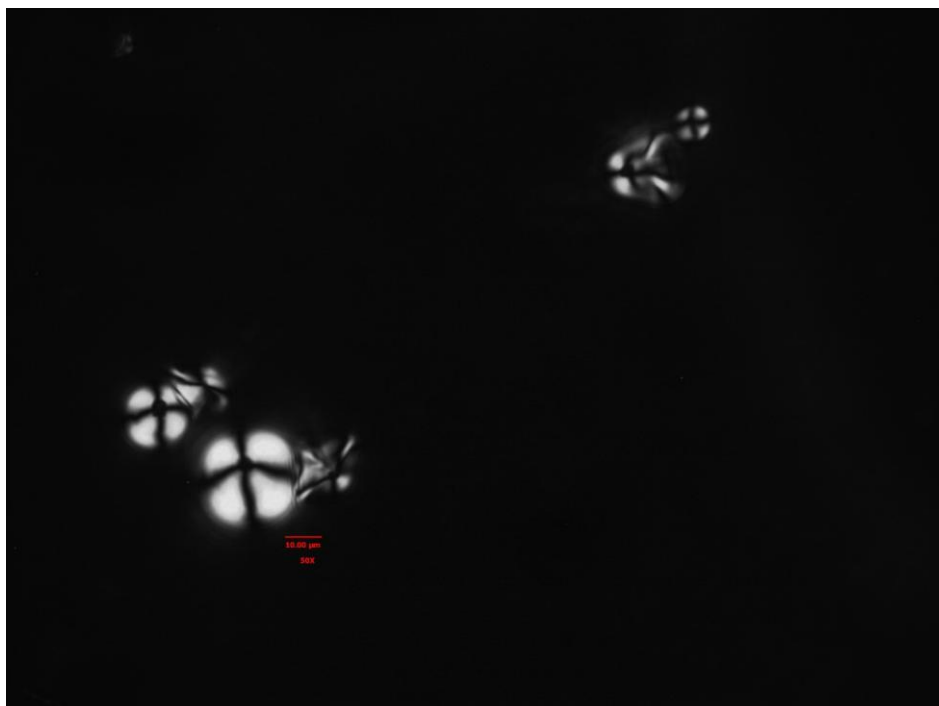


Figura 58

Microfotografía en campo claro de camote blanco (Ipomoea batatas). Muestras modernas

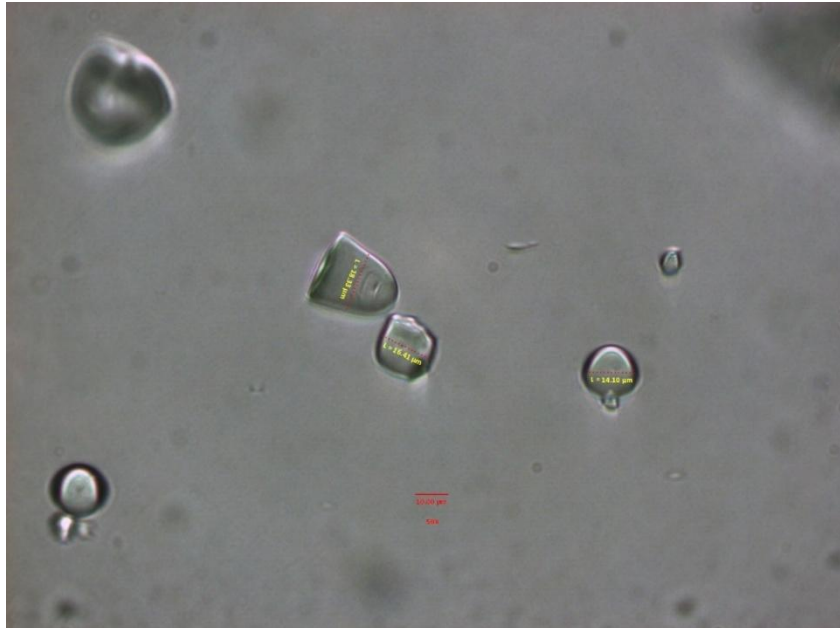


Figura 59

Microfotografía en campo oscuro de camote blanco (Ipomoea batatas). Muestras modernas

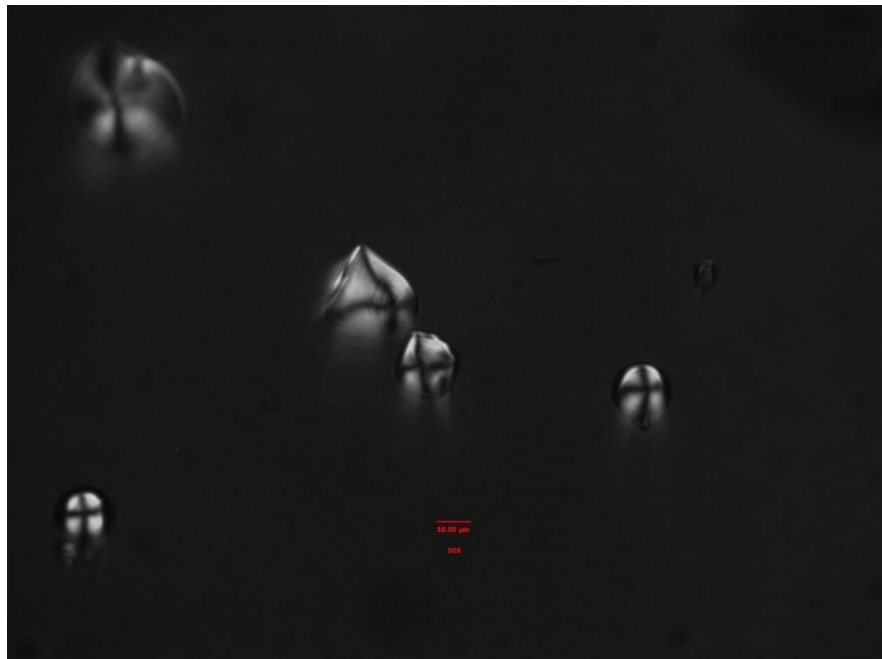


Figura 60

Microfotografía en campo claro de chonta (Bactris gasipaes). Muestras modernas

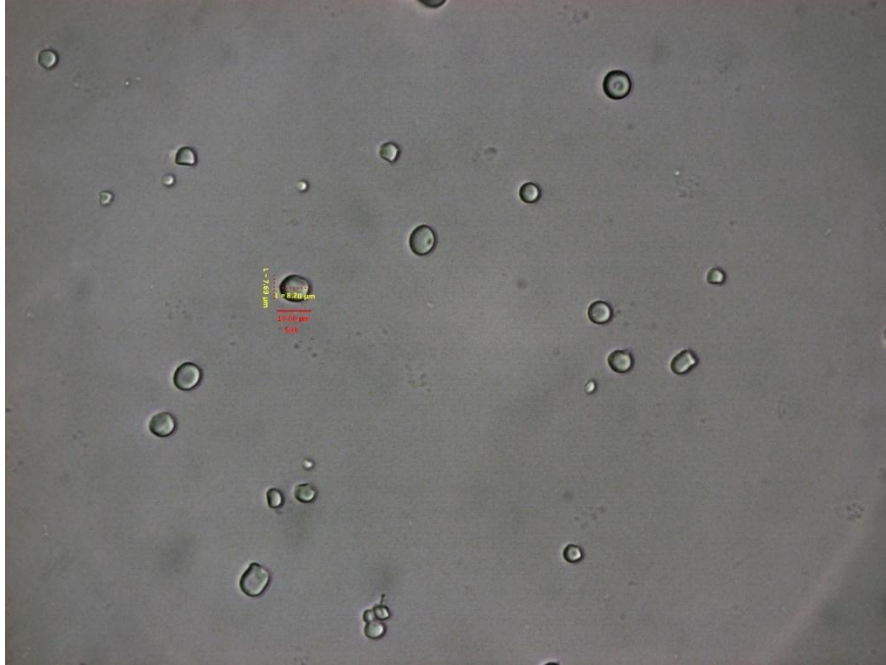


Figura 61

Microfotografía en campo oscuro de chonta (Bactris gasipaes). Muestras modernas

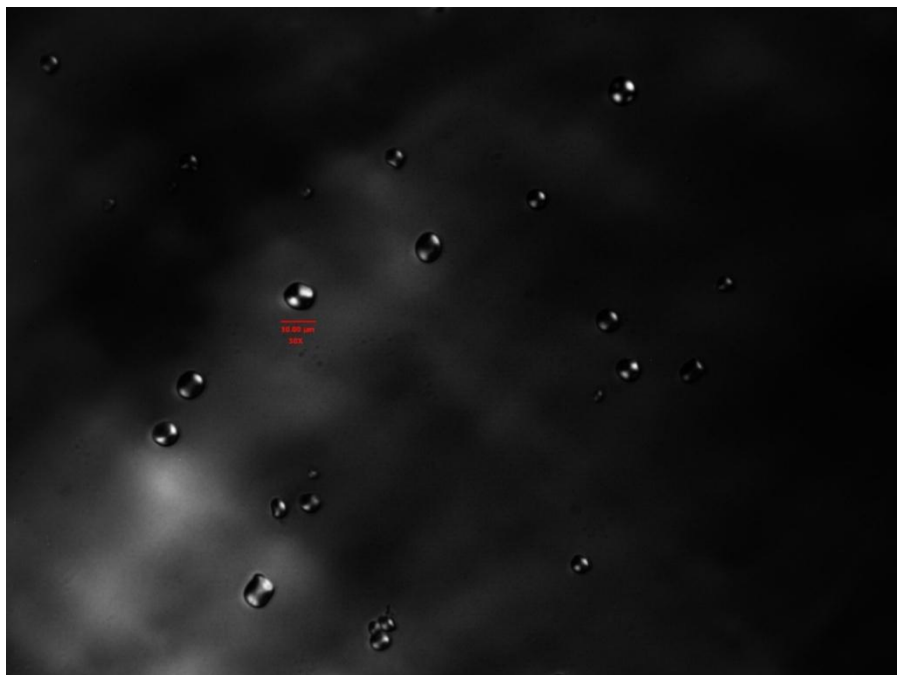


Figura 62

Microfotografía en campo claro de fréjol (Phaseolus vulgaris). Muestras modernas

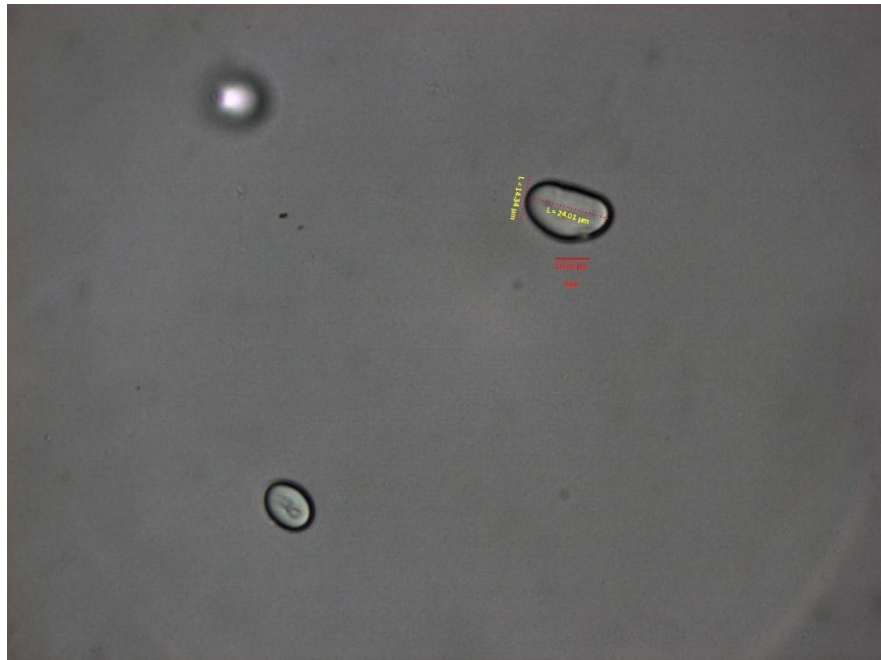


Figura 63

Microfotografía en campo claro de fréjol (Phaseolus vulgaris). Muestras modernas

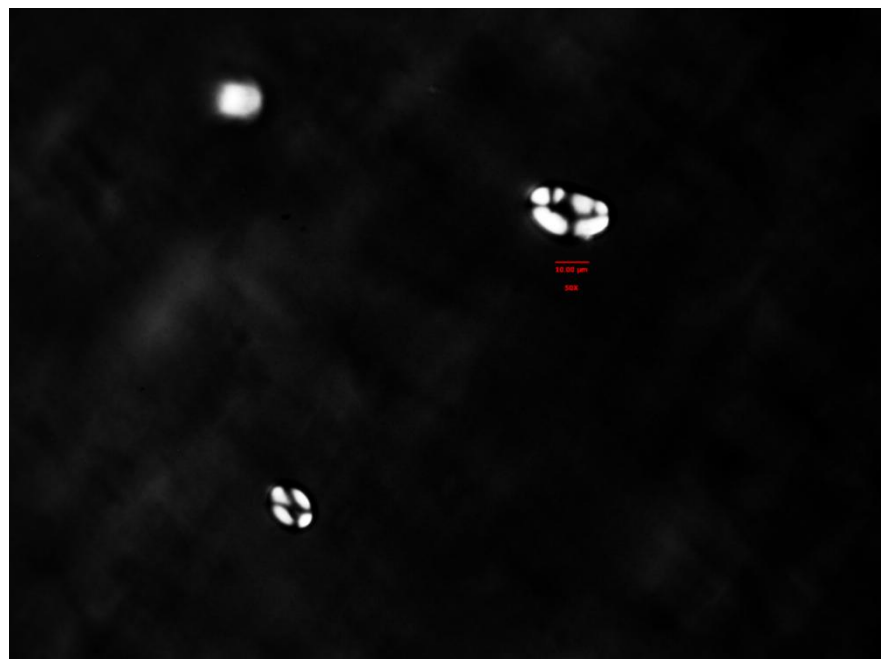


Figura 64

Microfotografía en campo claro de Pelma (Xanthosoma sagittifolium). Muestras modernas

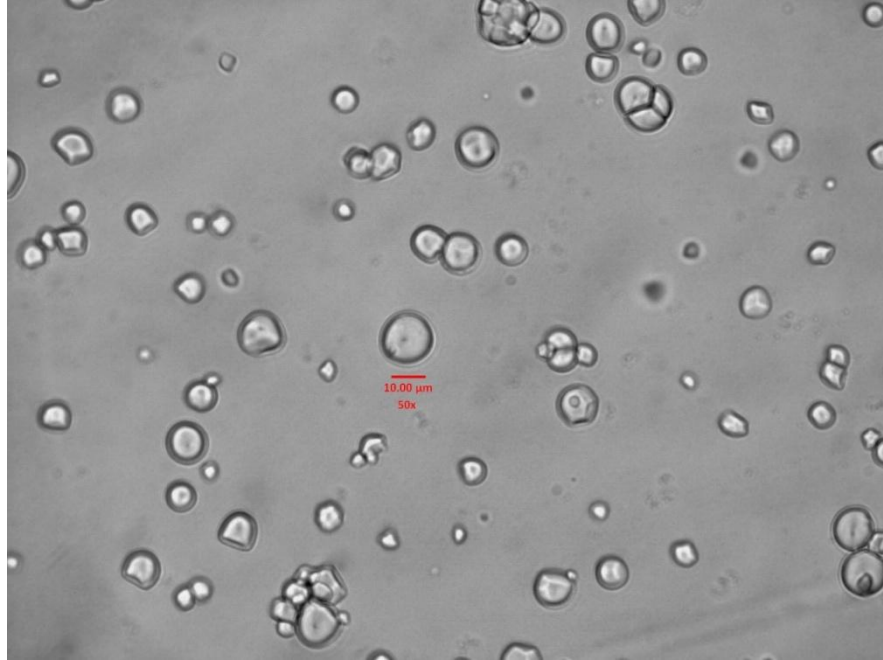


Figura 65

Microfotografía en campo oscuro de Pelma (Xanthosoma sagittifolium). Muestras modernas

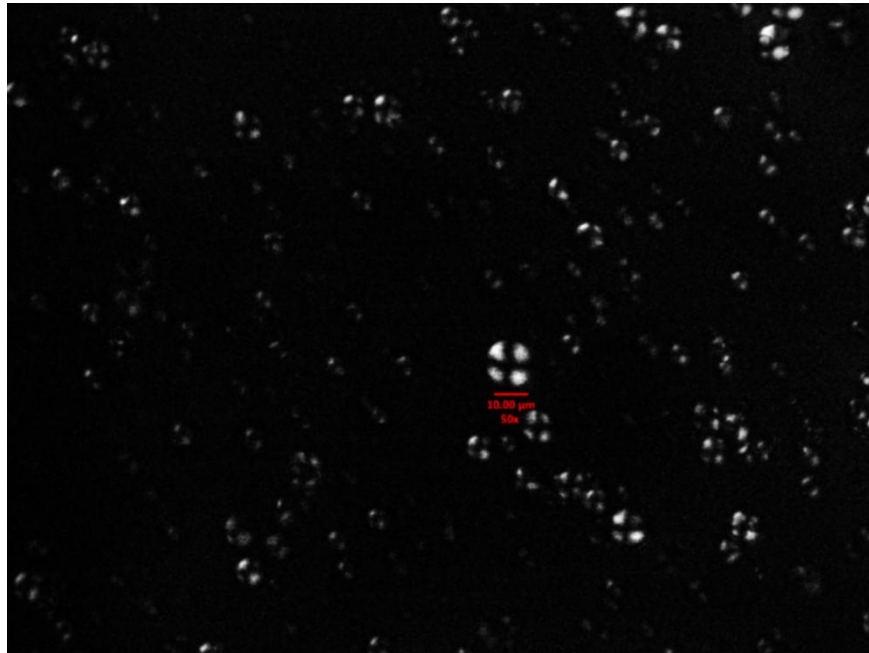


Figura 66

Microfotografía en campo claro de Zanahoria blanca (Xanthosoma sagittifolium). Muestras modernas

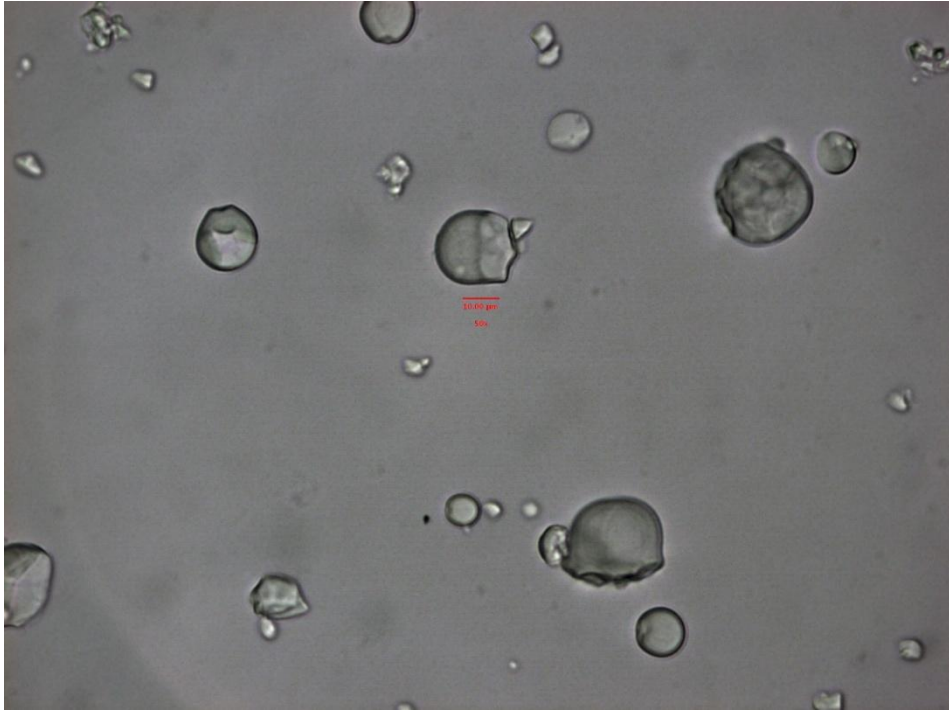


Figura 67

Microfotografía en campo oscuro de Zanahoria blanca (Xanthosoma sagittifolium). Muestras modernas

