

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas**

Análisis de almidones en la cerámica Huapula del sitio El Edén (1300–1400 d.C.)

ADMI-1319

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Licenciado en Arqueología**

Presentado por:

Enzo Renato Loaiza Navas

Guayaquil - Ecuador

Año: 2026

## **Dedicatoria**

---

A familia y amigos.

## Agradecimientos

---

Expreso mis agradecimientos a mis profesores y compañeros, especialmente a los que más me ayudaron en la recta final: Andrés Mosquera, Álvaro Mora, Daniel Rivas, Jared Salazar y Danna Canto.

## Declaración Expresa

---

Yo Enzo Renato Loaiza Navas acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, 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 o autores.

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/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autor/es 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 enero del 2026.



---

Enzo Renato Loaiza Navas

1105716904

## **Evaluadores**

---

**Andrés Alexander Mosquera Perugachi**

Profesor de Materia

---

**Daniel Gonzalo Rivas Álava**

Tutor de proyecto

## Resumen

Este estudio tiene como objetivo analizar los recursos vegetales procesados en la cerámica Huapula (1300-1400 d.C.) del sitio El Edén, valle del Upano, para contribuir a la comprensión de sus prácticas alimenticias y estrategias de subsistencia. Se justifica por la necesidad de superar las limitaciones del registro macrobotánico y obtener evidencia directa de la economía vegetal de esta cultura. Para ello, se procesaron 17 fragmentos cerámicos de contextos domésticos mediante baño ultrasónico, separación con politungstato de sodio y análisis microscópico de los microrestos recuperados. Se recuperaron 67 gránulos de almidón, identificándose ocho familias botánicas y al menos nueve especies, destacando el maíz (*Zea mays*) como el recurso más frecuente, junto con camote, yuca, fréjol, ají, bijao y rabo de mono. Los resultados evidencian una dieta diversificada y el procesamiento de plantas mediante molienda y cocción. Se concluye que la subsistencia Huapula se basó en un sistema hortícola flexible, con manejo activo del entorno y un rol central del maíz, reflejando una economía vegetal compleja y adaptada al bosque amazónico.

**Palabras Clave:** subsistencia, arqueobotánica, microvestigios, Amazonía ecuatoriana, economía vegetal.

### ***Abstract***

*This study aims to analyze the plant resources processed in Huapula pottery (1300-1400 AD) from the El Edén site, Upano valley, to contribute to the understanding of their food practices and subsistence strategies. It is justified by the need to overcome the limitations of the macrobotanical record and obtain direct evidence of this culture's plant economy. For this purpose, 17 ceramic fragments from domestic contexts were processed using ultrasonic bath, separation with sodium polytungstate, and microscopic analysis of the recovered microremains. Sixty-seven starch granules were recovered, identifying eight botanical families and at least nine species, with maize (*Zea mays*) being the most frequent resource, along with sweet potato, cassava, bean, chili pepper, bijao, and lobster-claw. The results show a diversified diet and plant processing through grinding and cooking. It is concluded that Huapula subsistence was based on a flexible horticultural system, with active landscape management and a central role of maize, reflecting a complex plant economy adapted to the Amazonian forest.*

*Keywords: subsistence, archaeobotany, microremains, Ecuadorian Amazon, plant economy.*

## Índice general

Evaluadores.....	5
Resumen .....	6
<i>Abstract</i> .....	7
Índice general .....	8
Abreviaturas .....	10
Simbología.....	11
Índice de figuras .....	12
Capítulo 1 .....	14
1.1    Introducción .....	15
1.2    Descripción del Problema.....	17
1.3    Justificación del Problema .....	19
1.4    Objetivos .....	20
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	20
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	20
2.    Antecedentes .....	22
2.1    Descripción del área de estudio .....	22
2.2    Antecedentes de investigación del Valle del Upano .....	26
2.3    Antecedentes arqueobotánicos.....	29
Capítulo 3 .....	33
3.    Marco teorico .....	34
3.1.1    La arqueobotanica .....	34
3.1.2    Los macrorestos y microrestos botánicos .....	36
3.1.3    Los almidones.....	39
3.1.4    Subsistencia y modelos de subsistencia en la Amazonia.....	42
3.2    Metodología. ....	45
3.2.1    Selección de muestra .....	45

3.2.2	Extracción de muestras .....	46
3.2.3	Separación de almidones .....	47
3.2.4	Identificación de almidones .....	48
3.2.5	Identificación de especies vegetales.....	48
Capítulo 4	.....	50
4.	Resultados y análisis.....	51
4.1	Análisis general .....	51
4.2	Identificación taxonómica .....	54
4.3	Almidones alterados.....	58
4.4	Especies por cuadrícula .....	59
4.5	Discusión .....	62
4.5.1	Consideraciones metodológicas e interpretativas.....	69
Capítulo 5	.....	71
5.	Conclusiones y recomendaciones .....	72
5.1	Conclusiones .....	72
5.2	Recomendaciones .....	73
Referencias	.....	75
Anexos	.....	84

## **Abreviaturas**

a.C Antes de cristo

d.C Después de cristo

D2 Deposito 2

N.I No identificado

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

## Simbología

rpm      Revoluciones por minuto

μm      Micrometro

## Índice de figuras

Figura 1 .....	22
Figura 2 .....	27
Figura 3 .....	51
Figura 4 .....	52
Figura 5 .....	52
Figura 6 .....	53
Figura 7 .....	54
Figura 8 .....	55
Figura 9 .....	56
Figura 10.....	57
Figura 11.....	58
Figura 12.....	59
Figura 13.....	60
Figura 14.....	61
Figura 15.....	61
Figura 16.....	84
Figura 17.....	84
Figura 18.....	85
Figura 19.....	85
Figura 20.....	85
Figura 21.....	86
Figura 22.....	86
Figura 23.....	86
Figura 24.....	87
Figura 25.....	87
Figura 26.....	87
Figura 27.....	88
Figura 28.....	88
Figura 29.....	89
Figura 30.....	89
Figura 31.....	89

Figura 32.....	90
----------------	----

# Capítulo 1

## **1.1 Introducción**

El valle del Alto Upano, en la Amazonía ecuatoriana, alberga uno de los paisajes arqueológicos más complejos y extensos de Sudamérica, caracterizado por miles de montículos artificiales, caminos y estructuras lineales que evidencian la presencia de sociedades prehispánicas con un alto grado de organización social, espacial y tecnológica. Investigaciones con tecnologías como LiDAR han revelado la magnitud de este sistema de asentamientos, desafiando las visiones tradicionales sobre la capacidad de ocupación humana en la Amazonía (INPC, 2016). Entre estos sitios destaca El Edén, localizado en la parroquia San Isidro, provincia de Morona Santiago, que presenta una secuencia ocupacional prolongada, incluyendo a la cultura Huapula, interés de este proyecto de pregrado, durante el período de Integración (1300–1400 d.C.) (Mosquera, 2025).

La relevancia de este estudio se encuentra en la necesidad de comprender las estrategias de subsistencia y las prácticas económicas de las sociedades que habitaron la Amazonía precolombina, un tema de interés tanto académico como social. Por otro lado, existe un creciente reconocimiento del valor del conocimiento ancestral para enfrentar problemáticas contemporáneas relacionadas con la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental, en línea con objetivos globales como el ODS 2: Hambre Cero. Además, la investigación aporta a la puesta en valor del patrimonio arqueológico local, fortaleciendo la identidad cultural y apoyando la gestión territorial por parte de los gobiernos autónomos descentralizados, como el GAD Municipal de Morona Santiago.

Pese a los avances en la caracterización cerámica y estratigráfica de la cultura Huapula, persiste un vacío crítico en el conocimiento sobre su economía vegetal y sus prácticas alimentarias. Estudios previos se han centrado predominantemente en aspectos morfológicos y tipológicos de la cerámica, dejando de lado el análisis directo de los recursos vegetales procesados. Esta limitación ha impedido una comprensión integral de cómo esta sociedad se adaptó e interactuó con un entorno tropical de alta biodiversidad. Investigaciones arqueobotánicas recientes en el mismo sitio, centradas en la ocupación Upano y en análisis de fitolitos del período Huapula, han demostrado el potencial de los microrestos para llenar este vacío, identificando un conjunto diverso de especies (Ortiz, 2025; Orozco, 2025), pero el análisis específico de almidones en cerámica Huapula de El Edén no había sido realizado.

La pertinencia académica y formativa de este proyecto reside en su enfoque interdisciplinario, integrando métodos de la arqueobotánica, específicamente el análisis de microrestos de almidones, con la arqueología y la botánica (Piperno & Pearsall, 1998; Pagán Jiménez, 2015). Este trabajo permite aplicar competencias profesionales en excavación, procesamiento de material cerámico, análisis de laboratorio e interpretación contextual.

El presente estudio se orienta hacia la identificación y análisis de los almidones preservados en fragmentos cerámicos del contexto doméstico Huapula en El Edén, con el fin de reconstruir los recursos vegetales utilizados y discutir su papel en la subsistencia de esta cultura. Su alcance incluye la clasificación morfológica de los almidones, la identificación taxonómica de las especies representadas y la integración de estos datos con el contexto arqueológico y estudios previos.

Este trabajo se organiza en cinco capítulos: El Capítulo 1 profundiza en la descripción del problema, justificación y objetivos; El Capítulo 2 pertenece a los antecedentes; El Capítulo 3 presenta el marco teórico y la metodología empleada.; El Capítulo 4 expone los resultados y su análisis. Finalmente, el Capítulo 5 detalla las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, cerrando con las referencias bibliográficas y apéndices relevantes.

## 1.2 Descripción del Problema

La presente investigación se centrará en el sitio arqueológico El Edén, ubicado en la parroquia San Isidro, cantón Morona, provincia de Morona Santiago, Ecuador. Este sitio forma parte del paisaje cultural del valle del Upano, en la Alta Amazonía ecuatoriana, y se caracteriza por la presencia de montículos artificiales de morfología cuadrangular, rectangular y hemisférica. Su localización al oeste del río Upano es particularmente significativa, ya que la mayoría de las investigaciones arqueológicas previas se han concentrado en los sectores orientales del valle, lo que convierte a El Edén en un área de estudio crucial para ampliar la comprensión de los patrones de asentamiento prehispánicos en la región (Mosquera, 2025).

La delimitación temporal de este estudio se sitúa de manera específica durante el período de Integración, aproximadamente entre los años 1300 y 1400 d.C. Las recientes excavaciones en El Edén han proporcionado dataciones radiocarbónicas calibradas que confirman una ocupación tardía en este rango temporal, con fechas que van desde 1305 hasta 1405 d.C., asociadas a contextos domésticos que incluyen fogones, hoyos de poste y pisos de arcilla compactada (Mosquera, 2025). Esta ocupación tardía en El Edén ha sido asociada a la cultura Huapula, identificada estratigráficamente por encima de los depósitos correspondientes a la cultura Upano, constructora original de los montículos (Rostain, 1999; Mosquera, 2025).

Investigaciones previas en el valle del Upano, como las dirigidas por Rostain (1999) en el sitio Huapula (Complejo XI), han logrado caracterizar aspectos fundamentales del contexto material de esta fase cultural, particularmente su cerámica de tradición corrugada, y han definido su posición estratigráfica posterior a la desocupación de los constructores de montículos de la cultura Upano. Sin embargo, estos estudios se han centrado predominantemente en la tipología cerámica, la secuencia ocupacional y la organización espacial de los montículos, ofreciendo una visión parcial que no logra descifrar las dinámicas socioecológicas que permitieron la supervivencia y reproducción social de la cultura Huapula (Rostain, 1999). Si bien se han

recuperado restos macrobotánicos en contextos domésticos Huapula maíz (*Zea mays*), guaba (*Inga sp.*), moras (*Rubus sp.*) y granadillas (*Passiflora sp.*), estos representan solo una fracción de los recursos vegetales potencialmente utilizados (Rostain, 1999). Además, plantas fundamentales en la dieta amazónica, como la yuca (*Manihot esculenta*), no dejan restos macroscópicos fácilmente preservados, lo que ha limitado su identificación en contextos arqueológicos tradicionales, generando un vacío crítico en la comprensión de sus prácticas cotidianas.

Como demuestran Pagán Jiménez y Rostain (2014), el estudio de microvestigios vegetales permite identificar taxones que de otro modo serían invisibles en el registro arqueológico. Aplicar esta metodología de manera sistemática a la cerámica Huapula de El Edén, permitiría obtener evidencia directa de los recursos vegetales procesados y consumidos. Este análisis podría identificar el uso de plantas como tubérculos (yuca, melloco, ñame) o granos (maíz), desentrañando no solo los componentes específicos de su dieta, si no también sus tecnologías de procesamiento de alimentos y sus posibles prácticas hortícolas o de manejo forestal.

El aporte científico de esta investigación radica en su novedad, ya que sería el primer estudio que aplica de forma específica y extensiva el análisis de almidones en residuos adheridos a fragmentos cerámicos de la cultura Huapula en el sitio El Edén. Esto permitiría contrastar y complementar la información obtenida a partir de los restos macrobotánicos ya identificados y el análisis de atributos cerámicos realizado (Mosquera, 2025) y los análisis de fitolitos realizados por Orozco (2025), generando una visión más integral y matizada de la economía vegetal de este grupo durante el período de Integración. Por ejemplo, Pagán Jiménez y Rostain (2014) ya han señalado que, durante la ocupación Huapula en el sitio Sangay, se observa un aumento en la diversificación de taxones. Un análisis centrado en la cerámica de El Edén podría confirmar o refinar esta tendencia a nivel local, revelando detalles sobre las formas de preparación y consumo.

Metodológicamente, este estudio contribuiría a entender mejor la relación humano-medio ambiente en un ecosistema tropical. La identificación de almidones en cerámica no solo informa

sobre la dieta, sino también sobre las estrategias de adaptación a un entorno específico y las posibles redes de intercambio (Pagán Jiménez & Rostain, 2014). Por ejemplo, la presencia de almidones de melloco (*Ullucus tuberosus*), un cultivo andino, en contextos de la Amazonía durante ocupaciones contemporáneas a la Huapula, evidenciaría la existencia de interacciones e intercambios con las sociedades asentadas en la cordillera andina. Analizar la cerámica Huapula desde esta perspectiva permitiría evaluar su grado de autonomía alimentaria, su dependencia de especies domesticadas frente a silvestres, y su papel dentro de las dinámicas de interacción regional, aportando datos cruciales sobre la subsistencia, la tecnología alimentaria y la relación sociedad-entorno en una de las regiones de mayor diversidad biológica y cultural de América del Sur.

### **1.3 Justificación del Problema**

La presente investigación se justifica en múltiples dimensiones. Científicamente, responde a un vacío crítico de conocimiento sobre las estrategias de subsistencia y la economía vegetal de la cultura Huapula durante el periodo de Integración en el valle del Upano, un aspecto que investigaciones previas, centradas en la tipología cerámica y la secuencia ocupacional, han dejado de lado (Rostain, 1999). Metodológicamente, su aporte radica en expandir de manera sistemática las investigaciones arqueobotánicas mediante la aplicación del análisis de almidones a un contexto cerámico Huapula específico, el sitio El Edén. Esta aproximación permitirá contrastar y complementar los modelos de subsistencia existentes, superar las limitaciones del registro macrobotánico y obtener evidencia directa de los recursos vegetales procesados, aportando nuevos datos al estudio de la dieta y las prácticas de subsistencia. Desde una perspectiva patrimonial, el proyecto es fundamental para la puesta en valor y protección del sitio El Edén, generando la información científica necesaria para delimitar sus polígonos de protección y sensibilidad arqueológica, tal como establece el Protocolo del INPC (Mosquera, 2025). Además, los resultados contribuyen al ODS 2 Hambre Cero, al generar conocimiento sobre los sistemas alimentarios

ancestrales y las estrategias de adaptación a entornos tropicales, lo que puede inspirar soluciones sostenibles basadas en el conocimiento tradicional. Finalmente, la ejecución del proyecto bajo un convenio con el GAD Municipal de Morona Santiago garantiza que la investigación no solo tenga un impacto académico, sino que también se vincule directamente con las políticas de gestión cultural local y el fortalecimiento de la identidad patrimonial en la provincia.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Analizar a través de los microrestos de almidones los recursos vegetales procesados en la cerámica del sitio Huapula con el fin de contribuir a la comprensión en las prácticas alimenticias y estrategias de subsistencia de esta cultura.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

1. Clasificar morfológicamente los almidones recuperados de la cerámica Huapula, mediante análisis microscópico y su contrastación con colecciones de referencia, para documentar la diversidad de plantas procesadas en el contexto ocupacional.
2. Identificar las especies y familias botánicas representadas por los almidones, a través del análisis de sus rasgos morfológicos diagnósticos, con el fin de precisar los taxones específicos que conformaban su conjunto de recursos vegetales.
3. Determinar el aporte de los recursos vegetales identificados a la dieta y las estrategias de subsistencia, mediante la integración de los datos arqueobotánicos con el contexto arqueológico, para establecer su importancia relativa en el sistema de subsistencia de la cultura Huapula.

## **CAPÍTULO 2**

## **2. ANTECEDENTES**

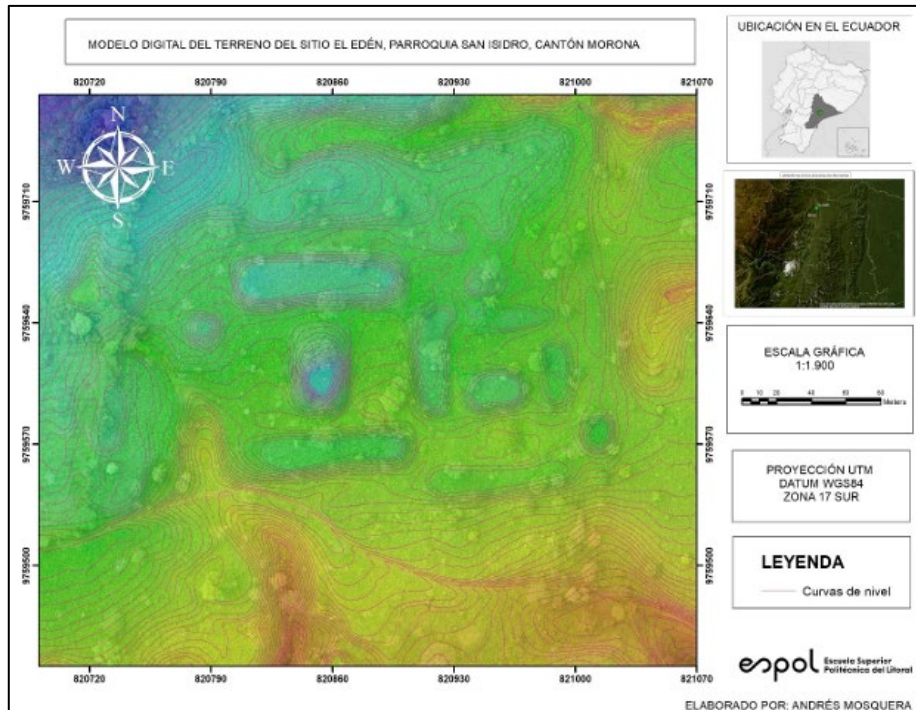
### **2.1 Descripción del área de estudio**

#### **Ubicación y Delimitación**

El sitio arqueológico El Edén se localiza en la parroquia San Isidro, cantón Morona, provincia de Morona Santiago, dentro del valle del Alto Upano en la Amazonía ecuatoriana. Este valle forma una entidad geográfica en la Alta Amazonía, encerrado entre dos cordilleras al pie de los Andes, y se encuentra a una altura de aproximadamente 1.200 metros sobre el nivel del mar (Rostain, 2006). El río Upano, que nace en los Andes a 4 000 m de altura y corre por un lecho de 1 km de ancho enmarcado por abruptos barrancos de 70-100 m de altura, es un referente central en la región, donde se encuentran numerosos sitios arqueológicos (Rostain, 2006). El sitio El Edén se sitúa a aproximadamente 14,7 km al norte de la ciudad de Macas y a 2 km al sur del poblado homónimo El Edén. Sus coordenadas específicas son 9759613,00 m Norte y 820853,00 m Este (Palacios, 2023). El sitio limita al este con el río Upano y al oeste con el río Abanico (GAD Parroquial de San Isidro, 2023). La vida en el valle del Upano ha estado históricamente influenciada por la actividad sísmica de la falla que delimita el Sub-Andino y por la actividad volcánica permanente del Sangay, ubicado al noroeste de la zona (Rostain, 2006).

#### **Figura 1**

*Modelo digital del terreno*



*Nota.* Elaborado por Andrés Mosquera

### **Relieve y geomorfología**

La parroquia San Isidro presenta un relieve predominantemente colinado y de superficie de cono, característico de las zonas de transición entre estribaciones montañosas y valles (GAD Parroquial de San Isidro, 2024). No obstante, el sitio El Edén se asienta específicamente sobre una plataforma de relieve plano (Palacios, 2023). El valle está delimitado al oeste por la cordillera de los Andes y al este por la cordillera del Cutucú (Rostain, 2006), configurando un paisaje de valle fluvial rodeado de montañas.

### **Geología y sedimentos**

Geológicamente, el área de estudio pertenece a la zona subandina. El sitio El Edén se asienta sobre la Formación Mera, del Cuaternario, compuesta por terrazas con depósitos de "debris flow", conglomerados de matriz flotante y lahares (depósitos volcánico-sedimentarios) originados por la actividad del volcán Sangay durante el Pleistoceno (Berc et al., 2004; Tapia, 2019). Esta formación incluye areniscas tobáceas y arcillas. En la parroquia también predominan las areniscas cuarzosas y, en menor medida, basalto y andesita basáltica, asociados a suelos fértiles (GAD Parroquial de San Isidro, 2024).

## **Suelos**

La textura del suelo dominante en el área es franco-arenosa, la cual ofrece una buena aireación y drenaje, siendo adecuada para cultivos que requieren un balance entre retención de agua y permeabilidad (GAD Parroquial de San Isidro, 2024). El tipo de suelo es Andisol, de origen volcánico, ideal para actividades agrícolas en climas húmedos. Los suelos francos, que representan el 21% del área, también son destacables por su capacidad para retener agua y nutrientes.

## **Hidrografía y paleoclima**

La red hidrográfica principal está definida por el río Upano, que marca el límite este del sitio y la parroquia. Estudios paleoclimáticos en el lago Ayauch, un proxy clave para la cuenca del Upano, sugieren fluctuaciones significativas en la precipitación y niveles de agua a lo largo del Holoceno. Se han identificado periodos de deshidratación (1591 cal BC) y reactivación hídrica (574 cal BC), así como eventos de posible estrés hídrico entre 460-660 d.C. y 850-1000 d.C., lo que indica una variabilidad climática que pudo influir en las sociedades agrícolas ancestrales (Akesson, 2019).

## **Clima**

El clima de la zona es templado, húmedo y lluvioso, con temperaturas promedio que oscilan entre 12°C y 18°C. Las precipitaciones anuales se encuentran en un rango de 2.100 mm a 3.000 mm, sin una estación seca definida (GAD Parroquial de San Isidro, 2024; Yépez, Delgado & Mongeló, 2024).

## **Flora y fauna**

El ecosistema circundante al sitio es el Bosque Siempreverde Piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes, caracterizado por un dosel que alcanza entre 25 y 35 metros de altura (Ministerio del Ambiente, 2012). Se han identificado tres formaciones vegetales: el bosque siempreverde montano (2000-2080 msnm), el bosque siempreverde piemontano (912-1300 msnm) y el bosque siempreverde montano bajo (1300-2000 msnm) (Martínez-Ortiz et al., 2018). Entre la

flora destacan especies maderables como cedro (*Cedrela* spp.), caoba (*Swietenia macrophylla*) y guadúa (*Guadua angustifolia*), así como plantas útiles como la yuca (*Manihot esculenta*) y la naranjilla (*Solanum quitoense*) (Salazar, 1998). También existen otras 31 especies maderables documentadas incluyendo balsa (*Ochroma pyramidale*), guayacán (*Tabebuia chrysantha*) y laurel (*Laurus nobilis*) (Martínez-Ortiz et al., 2018). Adicionalmente, se han registrado 14 especies de árboles frutales como caimito (*Chrysophyllum caimito*), guayaba (*Psidium guajava*), guaba (*Inga* sp.) y aguacate (*Persea americana*), además de nueve especies de plantas medicinales incluyendo uña de gato (*Uncaria tomentosa*), guayusa (*Ilex guayusa*) y sangre de drago (*Daemonorops draco*) (Martínez-Ortiz et al., 2018).

Para a la fauna, se estima la presencia de más de 500 especies de vertebrados en la zona, con 343 especies de aves, 100 especies de mamíferos no voladores y 83 especies de anfibios y reptiles (Martínez-Ortiz et al., 2018). La fauna incluye especies como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*) y el quetzal dorado (*Pharomachrus auriceps*), así como otras especies vulnerables como el oso perezoso (*Bradypus variegatus*), el tigrillo (*Leopardus tigrinus*) y el oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*) (Martínez-Ortiz et al., 2018). Entre los anfibios se registran especies en peligro crítico como la rana de cristal fantasma (*Hyalinobatrachium pellucidum*) y la rana de cristal anómala (*Nymphargus anomalus*) (Martínez-Ortiz et al., 2018). El inventario de aves incluye 64 especies, siendo las familias *Thraupidae* (tangaras), *Tyrannidae* (atrapamoscas) e *Icteridae* (oropéndolas) las mejor representadas (Martínez-Ortiz et al., 2018, Tabla 8). (GAD Parroquial de San Isidro, 2024).

### **Contexto arqueológico y elementos monticulares adyacentes**

El sitio El Edén forma parte del denso paisaje arqueológico del valle del Alto Upano. Prospecciones con LiDAR han revelado una extensa red de más de 5000 montículos artificiales y 300 km de estructuras lineales dentro de un área de 300 km<sup>2</sup>, evidenciando una modificación antrópica intensiva del paisaje y la existencia de sociedades complejas con asentamientos

interconectados (INPC, 2015; Prümers, 2017 Sanchez-Polo, 2023; Rostain et al., 2024). El sitio se enmarca en el complejo cultural Huapula, cuyas evidencias en basurales como La Lomita sugieren la formación de suelos antrópicos enriquecidos con carbón y minerales como fósforo, análogos a las Terra Preta amazónicas, lo que indica prácticas de manejo de desechos y posible mejora de la productividad del suelo para la agricultura (Velasco Albán, 2021).

## **2.2 Antecedentes de investigación del Valle del Upano**

Las primeras investigaciones las realizó Pedro Porras (1978-1984), quien denominó al sitio ‘Complejo Arqueológico Sangay’ y propuso una secuencia cultural denominada ‘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 (Porras, 1987). Sin embargo, su cronología y clasificación cerámica, basada principalmente en aspectos decorativos y morfológicos sin considerar la estratigrafía, han sido cuestionadas y no son aceptadas en la actualidad (Rostain & Pazmiño, 2013).

Posteriormente, Salazar (1996, 1998) rectificó varias interpretaciones de Porras, reduciendo el número de montículos reportados al determinar que muchos correspondían a formaciones naturales. A través de sondeos estratigráficos en el Complejo XI y el sitio La Lomita, Salazar identificó procesos constructivos de los montículos, que consistían en la excavación de plazas cuadrangulares y la acumulación de tierra para formar plataformas, utilizando además rellenos adicionales (Salazar, 1998). Sus investigaciones confirmaron que la construcción de montículos en el sitio Huapula (Sangay) comenzó alrededor del 375 a.C., ubicándola en el periodo de Desarrollo Regional (Salazar, 2000).

Rostain (1999), mediante excavaciones por decapado<sup>1</sup> en el Complejo XI de Huapula, identificó cuatro niveles estratigráficos que evidencian dos ocupaciones culturales principales: la cultura Upano (700 a.C.–400 d.C.), responsable de la construcción de los montículos, y la cultura

---

<sup>1</sup> Proceso de limpieza que elimina capas no deseadas

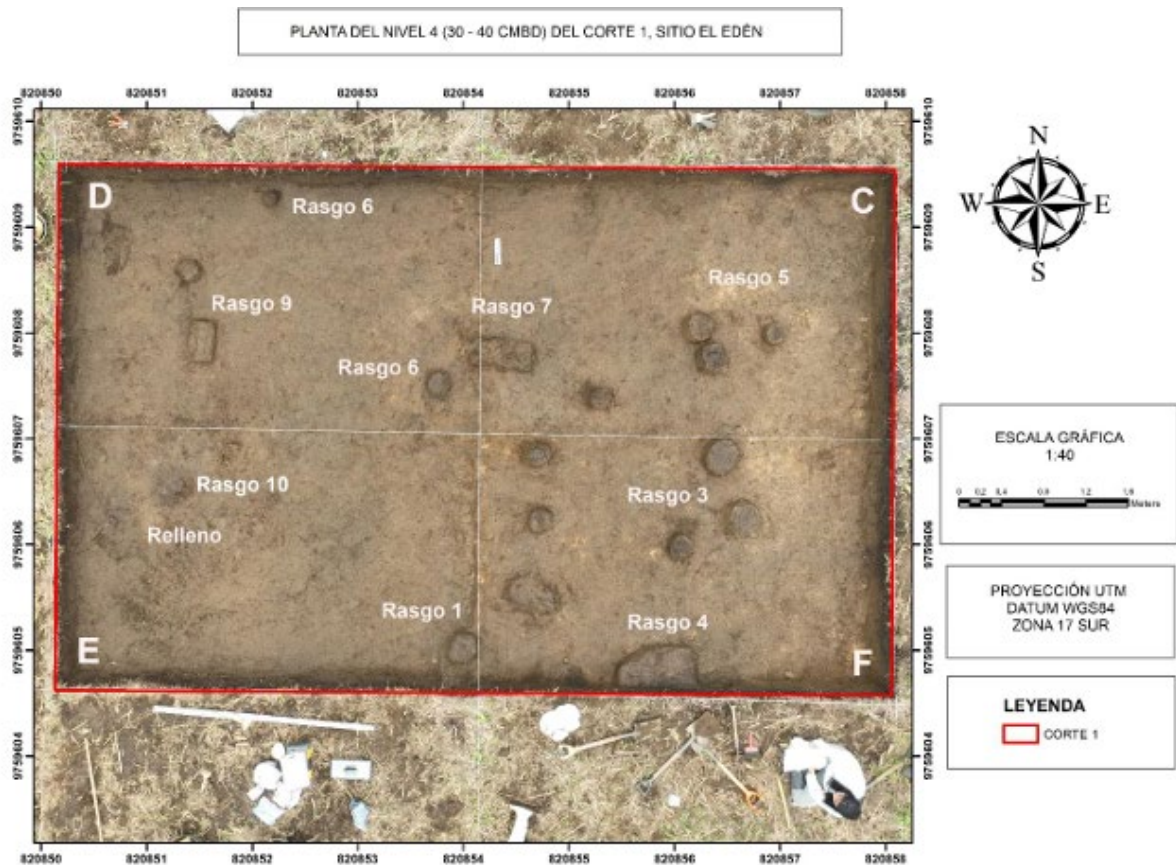
Huapula (800–1200 d.C.), que reocupó el sitio después de un posible abandono causado por una erupción del volcán Sangay (Rostain, 1999). Pazmiño (2008, 2017), a través del análisis cerámico del sitio La Lomita, estableció una secuencia de tres sociedades: Sangay (900–500 a.C.), Upano (dividida en dos fases: 380 a.C.–65 d.C. y 65–400 d.C.) y Huapula (800–1200 d.C.), caracterizando cada una por tipos cerámicos específicos, siendo la decoración corrugada diagnóstica para Huapula (Pazmiño, 2017).

En 2015, el INPC y la SENESCYT realizaron un mapeo Lidar que identificó 7.481 estructuras arqueológicas y 457 km de elementos lineales (camino, drenajes), evidenciando una planificación urbana extensiva (INPC, 2015). Sánchez-Polo y Álvarez (2023) y Rostain et al. (2024) destacan la existencia de un sistema urbano con más de 6.000 plataformas, plazas y caminos interconectados, desafiando la visión tradicional de la Amazonía como una región de baja densidad poblacional.

Investigaciones recientes en el sitio El Edén han proporcionado datos cruciales sobre su secuencia ocupacional y subsistencia. Mosquera (2025) reporta una ocupación prolongada desde 456 a.C. hasta 1405 d.C., con evidencia de áreas de actividad domésticas (Figura 2) y de almacenamiento en montículos artificiales. Ortiz (2025), mediante el análisis de almidones en cerámica Upano de El Edén, identificó el consumo de maíz, camote, yuca, papa, ají, fréjol y achira, indicando una dieta vegetal diversa y prácticas de procesamiento de alimentos. Complementariamente, Orozco (2025), a través del análisis de fitolitos en un contexto doméstico Huapula (1300–1400 d.C.) en El Edén, evidenció el uso de plantas como achiote, maíz, yuca y chonta, no solo con fines alimenticios sino también ceremoniales y simbólicos, así como prácticas de agroforestería y manejo del paisaje.

## **Figura 2**

*Planta del nivel 4 (30 – 40 cmbd) del corte 1.*



*Nota.* Elaborado por Andrés Mosquera.

### Estudios paleoambientales

Los estudios paleoambientales en la cuenca del Upano y sus alrededores han proporcionado evidencia sobre las fluctuaciones hidroclimáticas que pudieron influir en las ocupaciones humanas a lo largo del Holoceno. El lago Ayauch, ubicado en la región de Morona Santiago y considerado un indicador para la cuenca del Upano, ha presentado una historia de variabilidad en los niveles de agua y precipitación (Bush & Colinvaux, 1988; Yépez et al., 2024). Los registros sedimentarios de este lago indican periodos de deshidratación, como el registrado alrededor de 1591 a.c., donde el lago se redujo a un pantanal, seguido de una reactivación hídrica evidenciada hacia 574 a.c. (Yépez et al., 2024). Investigaciones más recientes han identificado fases adicionales de estrés hídrico entre 460-660 d.c. y 850-1000 d.c., así como un posible evento breve de deshidratación entre 1000-1300 d.C. (Akesson, 2019; Yépez et al., 2024).

De manera complementaria, el registro paleoecológico de alta resolución del lago Cormorán, ubicado adyacente al valle del Upano, ofrece una cronología detallada de los últimos 2770 años (Bush et al., 2025). Este estudio no solo documenta el inicio del cultivo de maíz alrededor del 570 a.c., coincidiendo con la ocupación Upano, sino que también revela una correlación entre las prácticas humanas y las tendencias climáticas. Los datos de Cormorán muestran una marcada tendencia hacia condiciones más húmedas después del 1500 d.c., lo que habría influido en la sucesión forestal, favoreciendo el aumento de taxones como *Hedyosmum* y, posteriormente, de la palma *Dictyocaryum* (Bush et al., 2025). Esta transición a un clima progresivamente más húmedo entre c. 1500 y 1700 d.C. creó las condiciones para el establecimiento de grandes poblaciones de *Dictyocaryum*, un componente dominante del dosel forestal moderno (Bush et al., 2025).

La convergencia de estos registros sugiere que la variabilidad climática, particularmente los periodos de sequía relativa seguidos de fases más húmedas, pudo ser un factor determinante en los patrones de asentamiento, las estrategias agrícolas y los posibles ciclos de abandono y reocupación en el valle del Upano (Yépez et al., 2024; Bush et al., 2025). La evidencia de una disminución gradual de la actividad humana alrededor de Cormorán entre el 200 y 550 d.C., en lugar de un abandono catastrófico, coincide con este escenario de cambios ambientales a largo plazo (Bush et al., 2025).

### **2.3 Antecedentes arqueobotánicos**

Los primeros análisis arqueobotánicos en el país se iniciaron en la costa durante la década de 1980, con pioneras como Pearsall (1982), Piperno (1985) y Stothert (1985), quienes se centraron en sitios tempranos como Real Alto y Loma Alta. Sus investigaciones, mediante el análisis de fitolitos y almidones, identificaron un amplio espectro de especies como yuca (*Manihot esculenta*), ají (*Capsicum spp.*), llerén (*Calathea allouia*), maíz (*Zea mays*) y calabaza (*Cucurbita spp.*), revelando modos de subsistencia que combinaban la caza, pesca y recolección con el cultivo

de plantas (Piperno, 1985; Stothert, 1985; Pearsall, 1982). En sitios como OGSEC-80 (Santa Elena), el hallazgo de restos de maíz en contextos de Vegas Tardío, junto con estudios de carbones y polen, permitió inferir un paisaje de sabana y el uso de leguminosas como combustible (Stothert, 1985).

Para la misma década, en la Sierra, investigaciones en sitios como Cotocollao documentaron, mediante estudios de polen, fitolitos y carpológicos, la presencia de maíz, papa (*Solanum tuberosum*), quinua (*Chenopodium quinoa*), poroto (*Phaseolus vulgaris*), chocho (*Lupinus mutabilis*), oca (*Oxalis tuberosa*) y achira (*Canna edulis*) con fechados que se remontan a 1755–1335 AP, definiendo a Cotocollao como una aldea agrícola totalmente sedentaria (Villalba, 1988; Bruhns, 2003). Asimismo, en La Chimba (Sierra Norte), Athens (1989) identificó macro y micro restos de maíz, frijoles, quinua y tubérculos.

En los noventa, los estudios se expandieron en Real Alto, el análisis carpológico identificó semillas carbonizadas de algodón (*Gossypium barbadense L.*) en contextos Valdivia temprano (3500–2300 a.C.), sugiriendo su domesticación en la costa ecuatoriana (Damp & Pearsall, 1994). Además, en la Amazonía, el primer estudio de macrorrestos fue realizado por Leonard (1997, citado en Rostain, 1999) en la Tola Central del complejo Sangay (cultura Huapula), identificando 21 semillas carbonizadas, siendo *Zea mays* la especie más frecuente, seguida de guaba (*Inga sp.*), sugiriendo su uso alimenticio, medicinal y como leña (Rostain, 1999).

A inicios del siglo XXI, Piperno & Stothert (2003) determinaron la domesticación de *Cucurbita spp.* en Santa Elena hace aproximadamente 9000 años. Por su parte, Pearsall et al. (2004) analizaron almidones en herramientas líticas, identificando 91 gránulos de maíz y evidenciando su procesamiento doméstico. Zarrillo et al. (2008), en Loma Alta, confirmaron el uso doméstico del maíz desde al menos 5300–4950 cal. a.C., además de identificar yuca, ají, arrurruz y fréjol.

En la Amazonía, el sitio Santa Ana-La Florida (Palanda) reveló, mediante análisis de almidones en cerámica y herramientas líticas, la presencia de ñame, yuca, ají y maíz, demostrando interacción cultural entre regiones y la domesticación del cacao (*Theobroma cacao*) hace aproximadamente 5300 cal. AP, identificado mediante almidones, residuos de teobromina y ADN antiguo (Zarrillo et al., 2018; Zarrillo & Valdez, 2013).

Estudios más recientes han seguido ampliando este panorama. En la Sierra, Pagán-Jiménez (2015), en Cochasquí, identificó almidones de maíz, papa, fréjol y oca en la fase Cochasquí I, y de camote, yuca y melloco en la fase II, sugiriendo posibles intercambios regionales. Ordoñez-Araque et al. (2025), en sitios de la cuenca de Quito (Rumipamba, Tagshima, Llano Chico), identificaron un consumo constante de papa, yuca, maíz, camote, ají y oca entre 3500 y 750 cal BP, notando un aumento en el consumo de maíz en períodos recientes. Asimismo, Aguirre et al. (2025) obtuvieron las primeras evidencias de la paleodieta Puruhá en Chimborazo, identificando maíz, camote, yuca, achira, tuna y melloco, y planteando posibles intercambios con la Amazonía.

Específicamente en la región de estudio, el Valle del Upano, las investigaciones han revelado una larga y compleja historia de ocupación. El registro paleoecológico del Lago Cormorán, adyacente al valle, evidencia el inicio del cultivo de maíz alrededor del 570 a.C., coincidiendo con fases de tala y quema, enmienda de suelos con *Alnus* (práctica de silvicultura) y una ocupación intensiva entre 500 a.C. y 200 d.C. por la cultura Upano, seguida de un declive gradual y no abrupto alrededor del 550 d.C. (Bush et al., 2025). Posteriormente, el valle fue reocupado por la cultura Huapula (800–1200 d.C.) (Rostain, 1999), cuyas evidencias arqueobotánicas en el complejo Sangay, analizadas por Pagán-Jiménez & Rostain (2014), muestran el consumo de maíz, fréjol, arrurruz (*Maranta arundinacea*), llerén (*Calathea spp.*) y ñame silvestre (*Dioscorea sp.*) a partir de almidones extraídos de artefactos de molienda.

Dos estudios recientes en el sitio El Edén, han aportado nueva información para el contexto del sitio. Ortiz (2025), mediante el análisis de almidones en cerámica Upano de El Edén, identificó

el consumo de maíz, camote, yuca, papa, ají, fréjol y achira, indicando una dieta vegetal diversa y prácticas de procesamiento de alimentos. Orozco (2025), a través del análisis de fitolitos en un contexto doméstico Huapula (1300–1400 d.C.) confirmó la presencia de especies domésticas como maíz y yuca, además de identificar el uso de achiote, posiblemente para pintura corporal, y chonta (*Bactris gasipaes*), esta última con probables connotaciones ceremoniales (Orozco, 2025). Dicho estudio, basado en muestras de pisos (R7) y fogones (R3, R9), evidenció además un sistema de agroforestería cercano al asentamiento (Orozco, 2025), caracterizado por el manejo de palmas, árboles frutales (*Chrysobalanaceae*) y bambúes, lo que refleja una gestión intencional del paisaje vegetal inmediato.

## Capítulo 3

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1.1 La arqueobotanica**

La arqueobotánica es una especialidad de la arqueología que se ocupa del estudio de los restos vegetales recuperados en contextos arqueológicos (Rodríguez, 2008; Giovannetti et al., 2008; Buxó, 1997). Su objeto de estudio fundamental es la reconstrucción de las interrelaciones entre las poblaciones humanas y el mundo vegetal en el pasado, abordando desde la reconstrucción de la subsistencia y las prácticas agrícolas hasta la transformación del paisaje (Archila, 2008; Buxó, 1997). Aunque existe una discusión terminológica, principalmente en Norteamérica, donde prefieren el término paleoetnobotánica para enfatizar el estudio de las relaciones entre humanos y plantas, en Sudamérica y Europa es más frecuente y aceptado el uso de arqueobotánica para designar esta práctica científica, la cual se concibe como una subdisciplina arqueológica con un fuerte vínculo metodológico con la botánica (Rodríguez, 2008; Giovannetti et al., 2008).

El interés de la arqueobotánica va más allá de la identificación de especies. Busca comprender cómo la disponibilidad de recursos vegetales influyó en las prácticas culturales, la salud, las actividades estacionales y la historia de los asentamientos. De manera recíproca, también investiga cómo las actividades humanas de subsistencia impactaron la distribución, abundancia y estructura de las plantas, modificando los paisajes (Archila, 2008). En esencia, permite modelar las interrelaciones en sistemas ecológicos prehistóricos, articulando a las poblaciones humanas con su entorno natural (Pearsall, 2004; Buxó, 1997).

La arqueobotánica emplea un amplio espectro de técnicas para el estudio de diferentes tipos de restos, comúnmente clasificados en macrorestos y microrestos. Los macrorestos como semillas, frutos, maderas carbonizadas, etc. son recuperados mediante técnicas como la flotación de sedimentos o el tamizado en húmedo (Rodríguez, 2008; Buxó, 1997). La flotación, ya sea manual o con máquina, se basa en la baja densidad de los restos carbonizados, que facilita su separación

del sedimento (Buxó, 1997). Para garantizar la representatividad de los hallazgos, es necesario implementar protocolos de muestreo sistemático, que pueden incluir desde la recogida exhaustiva en contextos específicos (hogares o silos) hasta el uso de ‘tests’ o muestras preliminares en niveles de ocupación para determinar el volumen óptimo de sedimento a procesar (Buxó, 1997). La identificación de los macrorestos se realiza mediante el análisis anatómico-morfológico, a menudo utilizando microscopía estereoscópica y contrastando los hallazgos con colecciones de referencia modernas (Rodríguez, 2008; Buxó, 1997). Este análisis se fundamenta en la observación de la morfología externa, los caracteres biométricos como el largo, ancho, grosor y la organización de las estructuras celulares de las semillas y frutos (Buxó, 1997).

El estudio de los microrestos como fitolitos, granos de almidón y polen, ha permitido superar las limitaciones de preservación de los macrorestos, especialmente en contextos tropicales, donde muchos recursos vegetales no dejan evidencia macroscópica (Piperno y Pearsall, 1998). La aplicación sistemática de estas metodologías permite obtener evidencia directa de los recursos vegetales procesados y consumidos, aportando datos cruciales sobre dieta, tecnología alimentaria y prácticas hortícolas o agrícolas.

Un aspecto metodológico central es el análisis cuantitativo de los restos, que, a pesar de los desafíos tafonómicos, busca establecer la frecuencia y cantidad de los taxones para inferir su importancia relativa en la economía y la dieta de las comunidades pasadas (Buxó, 1997). La interpretación de estos datos no se limita a listados de especies, sino que se orienta a reconstruir las prácticas agrarias. A través del estudio de los productos y subproductos de la manipulación de plantas, como fragmentos de raquis, glumas o semillas de malas hierbas, y con el apoyo de la etnografía y la arqueología experimental, es posible inferir técnicas específicas como el momento de la siembra, los métodos de cosecha (siega baja, arranque de espigas), la trilla, el aventado y el cribado (Hillman, 1981, 1984; Jones, 1984; Buxó, 1997).

En el contexto de la Amazonía, la arqueobotánica ha demostrado que la interacción entre humanos y plantas, incluyendo su manipulación, cultivo y domesticación, se remonta a épocas muy tempranas del Holoceno. Estos procesos no estuvieron necesariamente ligados a sociedades jerarquizadas o completamente sedentarias, y a menudo involucraron un amplio espectro de especies, tanto domesticadas como silvestres, manejadas en sistemas diversificados como las huertas domésticas (Archila, 2008). La investigación arqueobotánica en la región ha revelado una larga historia de ocupación y una economía vegetal compleja, donde el estudio de microvestigios ha sido fundamental para identificar taxones que de otro modo serían invisibles, como tubérculos clave en la dieta amazónica (Pagán Jiménez y Rostain, 2014).

### **3.1.2 Los macrorestos y microrestos botánicos**

El registro arqueobotánico se compone de vestigios vegetales que se preservan en contextos arqueológicos a través de diversos procesos. Estos se clasifican en dos categorías principales según su tamaño y la metodología requerida para su estudio: los macrorestos y los microrestos (Buxó, 1997; Piperno & Pearsall, 1998).

#### ***3.1.2.1 Macrorestos botánicos***

Los macrorestos son evidencias vegetales visibles a simple vista o con lupa de baja potencia. Su estudio, denominado carpología cuando se refiere a semillas y frutos, y antracología para los carbones y maderas, es fundamental para comprender la explotación económica de las plantas (Buxó, 1997; Rodríguez, 2008).

#### **Características y tipos**

Los macrorestos más comunes incluyen según Buxó (1997):

Caporrestos (Semillas y frutos): Se estudian mediante el análisis carpológico. Este grupo incluye cariósides de cereales, legumbres, frutos secos y carnosos, así como elementos asociados como espigas, segmentos de raquis, glumas y horquillas de espiguillas.

Maderas y Carbones: Estudiados mediante el análisis antracológico, proporcionan información sobre la vegetación leñosa y el uso de la madera como combustible o material de construcción.

### **Contextos de conservación y funcionalidad**

La preservación de los macrorestos depende críticamente de procesos de transformación que impidan su descomposición (Buxó, 1997):

**Carbonización:** La exposición al fuego (más de 200 °C en condiciones de bajo oxígeno) es el principal factor de conservación en medios no anaeróbicos. Este proceso altera la forma y el tamaño de las semillas, pero permite su preservación a largo plazo. Los contextos más favorables para su recuperación son hogares, hornos, agujeros de poste, rellenos de fosas y áreas de almacenamiento.

**Mineralización:** Ocurre cuando las paredes celulares de las semillas se impregnan de sales minerales, como fosfato de calcio, creando un esqueleto de sílice que replica la morfología del grano.

**Improntas:** Las semillas pueden dejar su huella en la arcilla fresca de cerámicas o adobes antes de que estos se cuezan o sequen, quemándose posteriormente, pero dejando una cavidad con sus características morfológicas intactas.

**Conservación en Medio Húmedo (Anaeróbico):** En contextos saturados de agua y sin oxígeno, como turberas o fondos de lagos, las semillas pueden conservarse sin carbonizarse, lo que ofrece un registro excepcionalmente completo.

La funcionalidad del análisis de macrorestos es amplia. Permite identificar especies cultivadas y silvestres recolectadas, reconstruir prácticas agrícolas como cosecha, trilla y almacenamiento a través del estudio de los productos y subproductos conservados, y aportar datos cualitativos para la reconstrucción paleoambiental, aunque con limitaciones para cuantificar la masa forestal (Buxó, 1997).

### **3.1.2.2 *Microrestos botánicos***

Los microrestos son estructuras vegetales microscópicas que se preservan incluso cuando los macrorestos no lo hacen. Su estudio es crucial, especialmente en contextos donde la conservación de materia orgánica es pobre, como en muchas áreas tropicales (Piperno & Pearsall, 1998; Archila, 2008).

#### **Características y tipos**

Los microrestos más estudiados en arqueología según Buxó (1997) y Piperno & Pearsall (1998) son:

**Fitolitos:** Estructuras microscópicas de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) que se forman en y entre las células de muchas plantas. Son morfológicamente diversos y taxonómicamente diagnósticos para muchas familias, géneros e incluso especies. Son altamente resistentes y se preservan en condiciones donde la materia orgánica se descompone.

**Granos de almidón:** Son gránulos de reserva energética producidos en semillas, tubérculos y rizomas. Su tamaño, forma y características microscópicas como la posición del hilio y la presencia de láminas, permiten su identificación a nivel genérico y, a veces, específico.

**Polen y esporas (Palinología):** Los granos de polen y las esporas de hongos y helechos poseen paredes externas (exinas) muy resistentes. Su estudio permite reconstruir la vegetación circundante y los cambios ambientales a gran escala.

#### **Contextos de conservación y funcionalidad**

La conservación de los microrestos es diferencial (Piperno & Pearsall, 1998):

**Fitolitos:** Los fitolitos se preservan bien en una amplia gama de condiciones, incluidos suelos ácidos que destruyen otros restos botánicos. Se han recuperado adheridos a herramientas de molienda, en sedimentos de habitación y en cerámicas.

Almidones: Los granos de almidón, si bien son orgánicos, pueden preservarse durante milenios en superficies protegidas de herramientas líticas, en la porosidad de cerámicas o en cálculo dental.

Polen: El polen se conserva mejor en contextos anaeróbicos y alcalinos, siendo menos estable en suelos ácidos y bien drenados.

La funcionalidad del análisis de microrestos es complementaria a la de los macrorestos. Es necesaria para detectar el uso de plantas que rara vez se carbonizan o que no producen macrorestos robustos, como la mayoría de los tubérculos, rizomas y frutos (Piperno & Pearsall, 1998; Pagán Jiménez & Rostain, 2014). En contextos como la Amazonía, el estudio de granos de almidón y fitolitos ha sido fundamental para demostrar la temprana domesticación y el uso intensivo de cultivos de raíces y tubérculos, los cuales son prácticamente invisibles en el registro de macrorestos (Pagán Jiménez & Rostain, 2014).

El análisis integrado de macrorestos y microrestos proporciona una visión más completa y robusta de la relación entre los seres humanos y las plantas, permitiendo superar los sesgos de conservación inherentes al registro arqueobotánico (Buxó, 1997; Piperno & Pearsall, 1998).

### **3.1.3 Los almidones**

Los granos de almidón son microrestos botánicos constituidos por polisacáridos (amilosa y amilopectina) que funcionan como reserva energética en plantas superiores. Se localizan predominantemente en órganos de almacenamiento como semillas, raíces, tubérculos, rizomas y cornos (Piperno & Pearsall, 1998; Pagán-Jiménez, 2015). Su estudio en arqueología se ha consolidado como una herramienta fundamental para identificar el consumo y procesamiento de recursos vegetales que, de otra forma, serían invisibles en el registro arqueológico, especialmente aquellos que no se conservan carbonizados o que no producen macrorestos robustos (Buxó, 1997; Pagán-Jiménez & Rostain, 2014).

La identificación taxonómica de los granos de almidón se basa en el análisis minucioso de sus características morfométricas mediante microscopía óptica con polarización. Pagán-Jiménez (2015) establece un protocolo detallado con un conjunto de variables diagnósticas que permiten una caracterización sistemática:

**Forma:** Los gránulos pueden presentar una amplia gama de formas geométricas, desde esféricas, ovoides, elípticas y circulares, hasta poliédricas (triangulares, cuadrangulares, pentagonales) e irregulares (truncadas, polimorfas). La variabilidad morfológica puede ser intrínseca, observándose múltiples formas dentro de una misma especie. (Pagán-Jiménez, 2015)

**Hilio (Hylum):** Es el punto nuclear central alrededor del cual se depositan las capas de almidón durante su crecimiento. Su visibilidad, posición (céntrica o excéntrica) y estado (abierto o cerrado) son caracteres de diagnóstico. (Pagán-Jiménez, 2015)

**Laminado:** Corresponde a las capas concéntricas de amilosa y amilopectina visibles en muchos gránulos. Su patrón (concéntrico regular, ondulado o angular) y su visibilidad son variables clave para la distinción taxonómica. (Pagán-Jiménez, 2015)

**Fisuras:** Son grietas que se originan comúnmente en la región del hilio. Su presencia, tipo (lineal, transversal, en Y, T, cruz, estrellada) y homogeneidad dentro de una muestra son diagnósticas para ciertas especies. (Pagán-Jiménez, 2015)

**Facetas de Presión o Puntos de Flexión:** Son planos o líneas observadas en gránulos poliédricos, que pueden ser evidentes o aparentes. Su número y ubicación (en la sección distal) aportan información adicional para la identificación. (Pagán-Jiménez, 2015)

**Estructura:** Los gránulos pueden ser simples (un solo cuerpo) o compuestos (constituidos por dos o más gránulos simples unidos). Esta característica es fundamental, como en el caso de *Chenopodium quinoa*, donde las estructuras compuestas son un rasgo marcado y consistente. (Pagán-Jiménez, 2015)

Cruz de Extinción: Bajo luz polarizada, los gránulos, al ser semicristalinos, proyectan una cruz de extinción birrefringente. Las características de esta cruz (céntrica o excéntrica, forma de cruz o equis, y la morfología de sus brazos: rectos, curvos u ondulados) son específicas del género o especie de origen. (Pagán-Jiménez, 2015)

Borde y Margen: El borde externo del gránulo suele presentarse como una doble línea (oscura externa, clara interna), cuya prominencia y proyección pueden variar. El margen (contorno) puede ser recto, ondulado, convexo o cóncavo, aportando detalles morfológicos adicionales. (Pagán-Jiménez, 2015)

Tamaño: La medición del largo, ancho o diámetro (en micras,  $\mu\text{m}$ ) es crucial. Algunos géneros o especies se diferencian principalmente por el rango de tamaño de sus gránulos. (Pagán-Jiménez, 2015)

Estos caracteres, analizados de manera conjunta, permiten distinguir entre taxones específicos. Por ejemplo, los almidones de maíz (*Zea mays*) presentan una gran diversidad de formas (ovaladas, truncadas, poligonales) y fisuras prominentes (en Y, T, transversales), mientras que los de yuca (*Manihot esculenta*) son a menudo truncados con fisuras radiales o en Y, y los de melloco (*Ullucus tuberosus*) se caracterizan por formas ovaladas con márgenes ondulados abruptos y un laminado de círculos y anillos concéntricos ondulados.

La preservación de los granos de almidón es viable en contextos protegidos de la degradación microbiana y la intemperie (Piperno & Pearsall, 1998). Los contextos de recuperación más productivos incluyen según Pagan-Jiménez (2015):

Superficies de herramientas líticas: Las piezas utilizadas para moler, cortar o raspar pueden retener granos de almidón atrapados en las microgrietas de su superficie.

Fragmentos de cerámica: La porosidad de las vasijas puede capturar y preservar granos, especialmente en recipientes utilizados para procesar, cocinar o almacenar alimentos.

Cálculo dental (Sarrío Calcificado): Los microrestos, incluidos los almidones, pueden quedar incorporados en la placa dental calcificada, proporcionando evidencia directa del consumo de plantas por un individuo.

Sin embargo, su conservación es menos probable en suelos expuestos a condiciones ácidas o a una alta actividad biológica, donde se degradan con rapidez (Piperno & Pearsall, 1998).

La funcionalidad del análisis de almidones es particularmente crítica en regiones tropicales como la Amazonía (Pagán-Jiménez & Rostain, 2014). En estos entornos, las condiciones de humedad y acidez del suelo favorecen la rápida descomposición de los macrorestos vegetales no carbonizados. Muchos de los recursos básicos en las economías tropicales, como la yuca (*Manihot esculenta*), el ñame (*Dioscorea spp.*), el camote (*Ipomoea batatas*), la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), el melloco (*Ullucus tuberosus*) y la oca (*Oxalis tuberosa*), dejan escasa o nula evidencia macroscópica debido a sus tejidos perecederos (Piperno & Pearsall, 1998; Archila, 2008; Pagán-Jiménez, 2015).

El estudio de los granos de almidón se convierte, por tanto, en el método principal para documentar la explotación, domesticación y consumo de estos recursos clave. Guías comparativas modernas, como la desarrollada por Pagán-Jiménez (2015) para el Ecuador, son herramientas operativas esenciales para identificar estos recursos en contextos arqueológicos. Por ejemplo, en el valle del Upano, el análisis de almidones recuperados en herramientas de moler ha permitido identificar la presencia de maíz, yuca y otros tubérculos, demostrando una economía agrícola diversificada y compleja en épocas tempranas (Pagán-Jiménez & Rostain, 2014). Esta capacidad para revelar el uso de plantas que raramente se carbonizan convierte a los almidones en un indicador indispensable para reconstruir sistemas de subsistencia en contextos tropicales húmedos.

### **3.1.4 Subsistencia y modelos de subsistencia en la Amazonia**

El estudio de las estrategias de subsistencia en la Amazonía precolombina ha estado históricamente marcado por un intenso debate teórico entre perspectivas que enfatizan las

limitaciones ambientales y aquellas que destacan la capacidad de las sociedades indígenas para transformar activamente su entorno. Perspectivas influyentes como el determinismo ambiental postulaban que las limitaciones del entorno tropical, particularmente los suelos pobres en nutrientes constituían un factor restrictivo clave que impedía el desarrollo de agricultura intensiva y, por tanto, de sociedades grandes y sedentarias. Según esta visión, la Amazonía era un paraíso ilusorio que condenaba a sus habitantes a formas de vida simples y a una dependencia primordial de recursos silvestres, imposibilitando el surgimiento de complejidad sociopolítica (Meggers, 1954, 1971). Esta perspectiva asumía que los sistemas agrícolas se limitaban predominantemente a la roza y quema, lo que obligaba a una movilidad residencial constante y al establecimiento de asentamientos pequeños y dispersos (Solórzano Fonseca, 2017).

Frente a esta postura, el enfoque de la Ecología Histórica ha surgido como un marco teórico central para reinterpretar la relación entre los seres humanos y el ambiente amazónico. Este enfoque argumenta que las poblaciones indígenas no solo se adaptaban pasivamente al medio, sino que lo transformaban activamente a través de una relación dialéctica y de larga duración, generando paisajes culturales y una mayor biodiversidad (Balée, 1998, 2006; Balée & Erickson, 2006; Crumley, 1994). La Ecología Histórica sostiene que la especie humana es una especie clave cuya perturbación del ecosistema, en un nivel de intensidad intermedia, puede ser esencial para sostener y hasta aumentar la diversidad biológica, a diferencia de la perturbación intensiva asociada a la deforestación y la industrialización (Balée, 2006). Este proceso de transformación antrópica se conoce como domesticación del paisaje, que no necesariamente implica cambios genéticos en las especies (domesticación en sentido estricto), sino un manejo del entorno que altera la distribución y concentración de poblaciones vegetales útiles (Lema, 2010). Este manejo puede incluir la tala selectiva, la reocupación reiterada de campamentos, que genera huertos silvestres o huertos involuntarios a partir del descarte de semillas, y el uso controlado del fuego (Balée, 2006; Gnecco & Aceituno, 2004; Politis, 1996).

La evidencia arqueológica ha revelado la existencia de sistemas agrícolas complejos y de gran escala que reflejan esta domesticación del paisaje. En los Llanos de Mojos (Bolivia), por ejemplo, se han identificado extensos sistemas de campos elevados, canales y montículos de tierra, que permitían el cultivo intensivo y el asentamiento en sabanas estacionalmente inundables, evidenciando una significativa inversión de trabajo y la creación de un paisaje heterogéneo y antropogénico (Erickson, 1995; Balée, 2006). Asimismo, las Terras Pretas, suelos antrópicos de alta fertilidad y gran potencia, son el resultado de procesos pedogenéticos sobre superficies enriquecidas por ocupaciones humanas estables, con abundante carbón vegetal, materia orgánica y materiales arqueológicos (Arroyo-Kalin, 2017). Estos suelos son el producto de prácticas de manejo de desechos y enmiendas orgánicas, constituyendo un legado de la ocupación precolombina que sigue siendo aprovechado en la actualidad y que contrasta marcadamente con los suelos naturales infértiles de la región (Arroyo-Kalin, 2017).

La subsistencia en la Amazonía precolombina se basaba, por tanto, en sistemas diversificados y flexibles que integraban el cultivo de plantas domesticadas (yuca, maíz, ají, mandioca, maní y batata) con la gestión y recolección de especies silvestres, la caza y la pesca (Balée & Erickson, 2006; Gnecco & Aceituno, 2004). No existió un patrón único de subsistencia, sino una multitud de adaptaciones locales. Los análisis de isótopos estables en restos humanos han aportado evidencia crucial para este debate, permitiendo contrastar modelos de manera directa. Los datos provenientes de la desembocadura del Amazonas, por ejemplo, indican que las poblaciones de las fases Marajoara y Maracá (500-1600 d.C.) sustentaban su dieta principalmente en recursos fluviales (peces) y plantas, sin que el maíz fuera un alimento básico, reflejando estrategias económicas exitosas y específicas al contexto local (Hermenegildo et al., 2017).

La expansión de grupos de filiación lingüística Tupi-Guarani es un ejemplo de la capacidad de estas sociedades para dispersar y manejar especies vegetales a lo largo de un vasto territorio (Brochado, 1984; Noelli, 2008). Por otro lado, grupos cazadores-recolectores, como los Nukak de

Colombia, desarrollaron estrategias de movilidad y manejo del paisaje mediante la creación de huertos involuntarios en campamentos abandonados, atrayendo fauna y enriqueciendo la disponibilidad de recursos para reocupaciones futuras, una práctica etnoarqueológicamente documentada (Politis, 2007).

Los estudios etnoarqueológicos proporcionan un marco fundamental para ayudar a interpretar el registro arqueológico en la Amazonia. Por ejemplo, la excavación de unidades domésticas Huapula revela una organización del espacio con áreas específicas para la molienda de maíz, la cocción de alimentos, la preparación de chicha y el procesamiento de algodón (Rostain, 2006). La distribución de estos rasgos muestra notables similitudes con el modo de hábitat de los grupos Jíbaros (Achuar y Shuar) documentados etnográficamente, donde el espacio doméstico se divide en sectores masculinos y femeninos, y cada mujer posee su propio conjunto de utensilios alrededor de fogones y áreas de actividad (Rostain, 2006; Zeidler, 1983). Esta continuidad sugiere la larga duración de un patrón de subsistencia basado en la horticultura de roza y quema, la explotación de recursos del bosque y una economía doméstica diversificada.

El consenso actual en la arqueología amazónica se inclina hacia la comprensión de estrategias de subsistencia flexibles y diversificadas, donde la gestión activa del entorno, desde la creación de Terras Pretas y campos elevados hasta el manejo de bosques, y la combinación de diversas fuentes de alimento fueron la base para el desarrollo de sociedades complejas y ocupaciones humanas de larga duración (Roosevelt, 1991; Denevan, 2001; Erickson, 2008).

## **3.2 Metodología.**

### **3.2.1 Selección de muestra**

La cerámica seleccionada para la extracción de almidones y posterior análisis en el Laboratorio de Arqueobotánica de la carrera de arqueología de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), proviene del depósito D2 del corte 1 y del corte 3, correspondiente a la excavación del montículo central y del montículo hemisférico, en el Sitio El Edén. La unidad de

análisis fue escogida gracias a su identificación como un contexto domestico Huapula (Mosquera, 2025).

Para este análisis, se seleccionó 17 piezas cerámicas. Debido a la ausencia de piezas diagnosticas en el depósito D2, se escogieron los fragmentos de cerámica que presentaban adherencia de carbón, tanto en la parte interna como en la parte exterior.

Una vez la cerámica fue seleccionada, se procedió a asignarle un código de laboratorio a cada una de las piezas (ArqBT289 al ArqBT305), para posteriormente ser ingresadas a una base de datos (Control de Ingreso de Muestras) donde figuran otras etiquetas como sitio, código de procedencia, nivel, deposito, código de laboratorio, afiliación cultural, material y tipo de análisis a las que serán sometidas las piezas. Una vez realizado este proceso se procedió a fotografiar cada una de las cerámicas.

### **3.2.2 Extracción de muestras**

Para extraer los almidones se aplicó un baño ultrasónico, procedimiento tomado de Pagan-Jimenez *et al.* (2015). Este método fue seleccionado porque las ondas emitidas durante el baño permiten una limpieza profunda y facilitan la liberación de los almidones preservados en los poros de la cerámica (Aguirre *et al.*, 2025). Además, para la separación de los almidones se utiliza politungstato de sodio ( $\text{Na}_6[\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}]$ ), y no cloruro de cesio (CsCl). Adicional, debido a que las piezas eran fragmentos no diagnósticos, se decidió realizar un raspado.

Para procesar las muestras seleccionadas, se retiró el sedimento presente en la superficie externa y en las fracturas de cada pieza. La limpieza se realizó con agua destilada y cepillos de dientes, evitando contaminar la parte interna. En el interior de las piezas únicamente se hizo un lavado rápido con agua destilada, ya que esta es la zona donde se espera recuperar los almidones insertados en los poros de la cerámica.

Una vez limpiadas las piezas, estas fueron colocadas dentro de bolsas Ziploc, a las que se les añadió agua destilada con ayuda de una piseta, asegurándonos de que la totalidad de la pieza

cerámica quedara bajo agua. Luego las bolsas se sellaron y se introdujeron en baño ultrasónico durante 10 minutos a 50Hz (El modelo del baño ultrasónico utilizado es: Branson CPX2800H).

Después de este proceso, las piezas se retiraron de las bolsas y se pusieron a secar sobre un contenedor plástico, asegurándonos de que la parte inferior este colocada boca abajo. El líquido que quedo en las bolsas se colocó en vasos precipitados para permitir que el sedimento se depositara en el fondo y luego pueda ser extraído. Posteriormente se procedió a recolectar el sedimento con pipetas platicas, una por cada muestra para evitar contaminación cruzada, para ubicarlo en tubos de ensayo de 10ml, previamente rotulados.

### **3.2.3 Separación de almidones**

El proceso de limpieza y extracción de almidones se llevó a cabo usando el protocolo establecido por Pearsall *et al.* (2004) y adaptado por Horrocks (2005), eligiéndose este método por ser el que mejor se adaptaba al proyecto por ser más rápido y eficiente, además, de ser menos agresivo con el material.

Inicialmente, el sedimento, de cada una de las muestras, se pipeteo a tubos de ensayo rotulados con los códigos correspondientes. Tras una centrifugación inicial a 3000rpm durante 3min, se decantó el líquido sobrante hasta 2ml y se añadió detergente Alcanox al 5%. Después de agitar y centrifugar, se volvió a decantar el líquido, y se añadió agua destilada, se agito y se volvió a centrifugar la muestra. Este proceso se repitió en tres ocasiones para garantizar la eliminación total del Alcanox.

Una vez limpias las muestras, se añadió politungstato de sodio de densidad 1.7 s.g. y se centrifugo a 1500rpm durante 3min, se pipeteo la capa superior, donde se concentran los almidones, en un tubo nuevo y se añadió agua destilada nuevamente para volver a centrifugar las muestras a 3000rpm durante 6min. Este proceso se repitió (ahora a 3min) hasta que las muestras quedaran completamente limpias. En este caso en particular, las veces que se centrifugo cada muestra varia, pero en promedio se necesitaron entre 3 a 5 lavados (Este procedimiento es

necesario para eliminar todo rastro del politungstato de sodio ya que este químico se puede cristalizar y dañar la muestra (Horrocks, 2005)). Concluido el proceso, las muestras de almidón se depositaron en tubos Eppendorf de 1.5ml.

#### **3.2.4 Identificación de almidones**

La identificación de almidones se realizó tomando una gota de cada tubo Eppendorf con pipeta rotulada desechable, la gota se depositó sobre un portaobjetos, previamente rotulado con el código de la muestra correspondiente. Se agregó una gota de glicerina, para evitar que la muestra se seque, sobre la muestra y se procedió a cubrirla con un cubreobjetos.

Con las muestras preparadas en los portaobjetos, se procedió a su examinación con un microscopio óptico Zeiss, modelo Axiolab A. El análisis visual se llevó a cabo recorriendo la muestra de derecha a izquierda y desde la parte superior a la inferior, utilizando el objetivo de 10x en campo oscuro con el polarizador, esto debido a que en plano oscuro se hace visible la característica cruz de extinción.

Una vez identificados los almidones el objetivo se cambió a uno de 50x para capturar microfotografías con la cámara Lumera Infinity 2-IR C. Posteriormente, se utilizó el software Infinity Analyze para añadir a las imágenes la escala, el nivel de aumento utilizado y el largo y ancho del almidón. Para el correcto análisis posterior de los almidones, se tomó 3 fotografías, la primera en plano oscuro con luz polarizada, otra en plano claro y una en plano claro detallando el largo y ancho de los almidones.

#### **3.2.5 Identificación de especies vegetales**

Se creó una tabla de datos en Microsoft Excel, estandarizada para todos los proyectos arqueobotánicos realizados en el Laboratorio de Arqueología de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). En la tabla se registró los atributos morfológicos establecidos por Pagan-Jimenes (2015). A dicha tabla se agregó las fotografías de los gránulos de almidón en plano oscuro y plano claro.

La comparación de los almidones se llevó a cabo utilizando colecciones de referencia. Entre estas se incluyeron la de Pagan-Jimenes (2015), la guía de muestras modernas elaborada por Ortiz (2025), las colecciones de referencia del laboratorio de arqueobotanica de la ESPOL, y la consulta de publicaciones como las de Zarrillo (2012), Meneses (2018), Young (2020), Mazo (2016), Madineni et al (2012), Cagnato (2019), Barros et al. (2021), Odeku (2007) y Pagán Jiménez et al. (2017).

## Capítulo 4

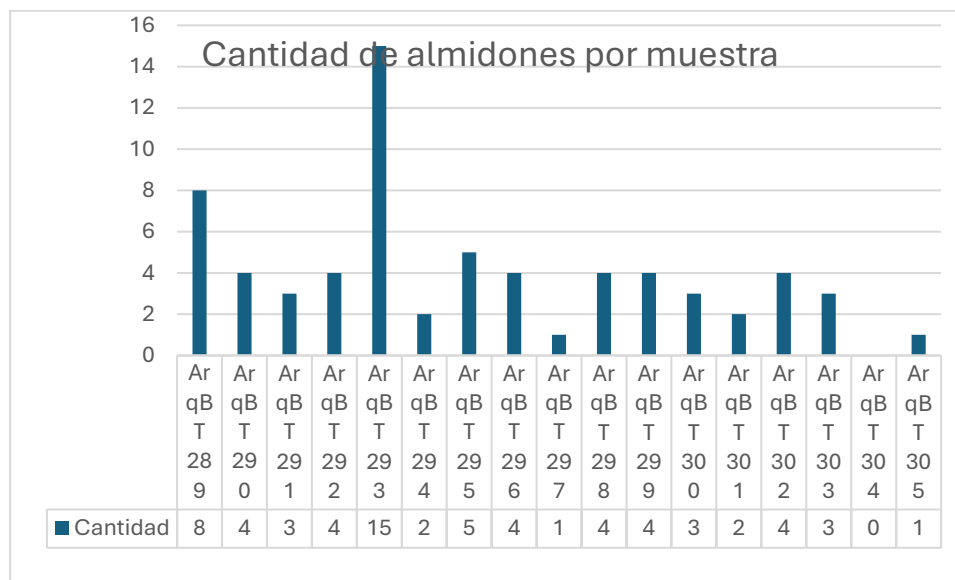
## 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 Análisis general

Se analizaron 17 fragmentos cerámicos, de estos 10 pertenecían a la tola principal y 7 a la tola adyacente. En total se recuperaron 67 gránulos de almidón, siendo la muestra ArqBT-293 la que más almidones presentó con el 22.4 % del total encontrado. En contraste, en la muestra ArqBT-304 no se encontró ningún almidón. En las muestras restantes existió una variación en la cantidad de almidones encontrados (promedio de 3.94 almidones por muestra), como se muestra en la Figura 1.

**Figura 3**

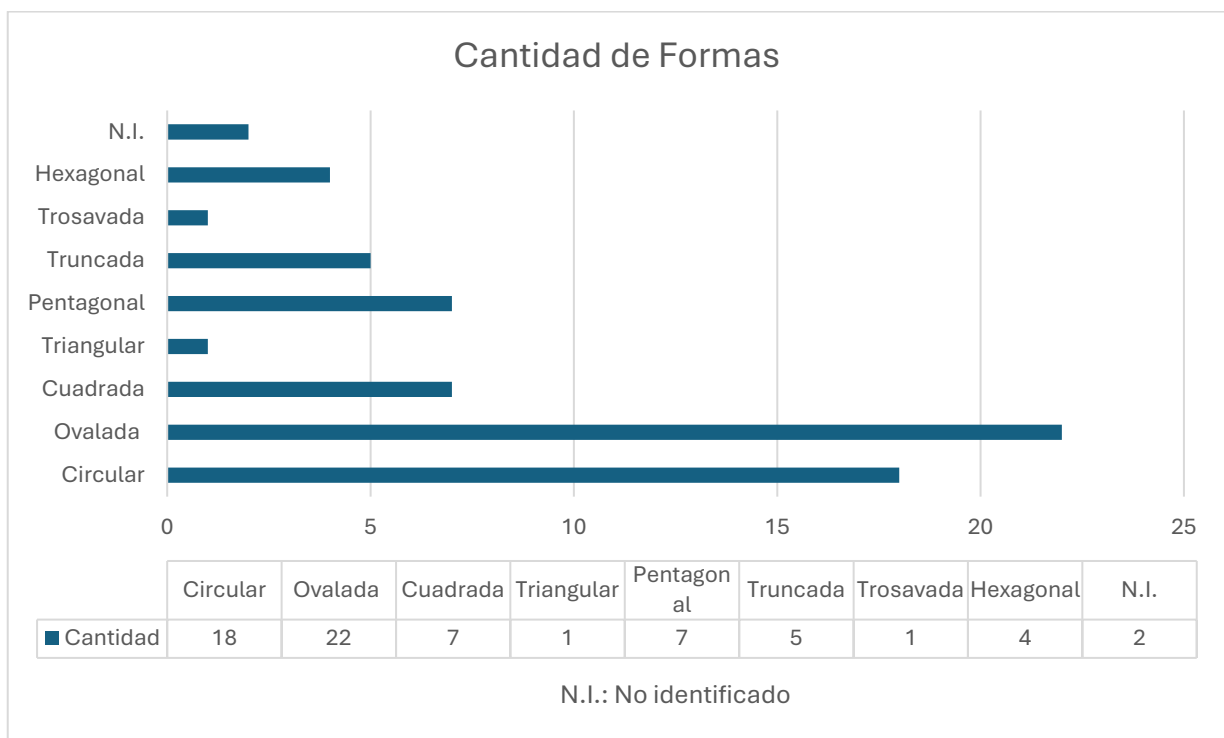
*Cantidad de almidones por muestra*



En cuanto a los morfotipos identificados, las formas ovaladas son las que más destacan representando el 32.84% del total de formas encontradas. Le siguen las formas circulares con una representación del 26.87%, las cuadradas (10.45%), las pentagonales (10.45%), las truncadas

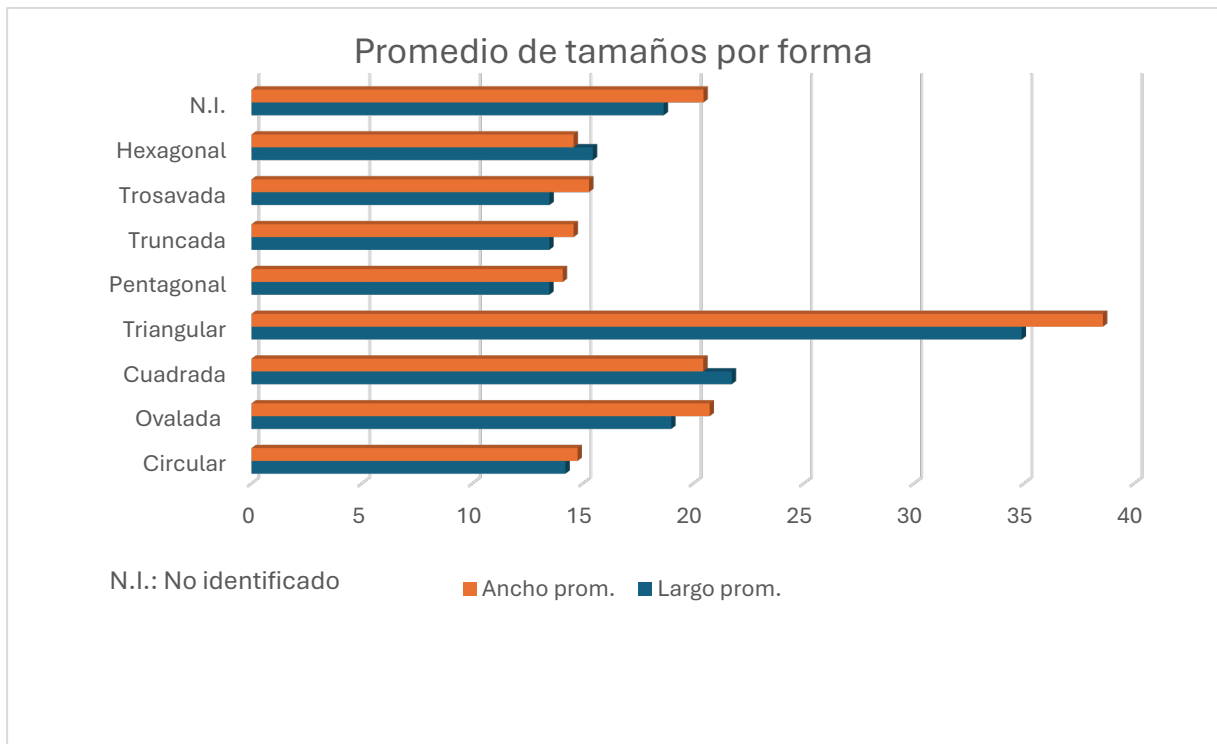
(7.46%), las hexagonales (5.97%) y la forma triangular y la forma trasovada, ambas con una representación del 1.49% del total. Dos almidones no lograron ser identificados a nivel de forma debido al mal estado en que se encontraban (2.99%)

**Figura 4**  
*Cantidad de formas*



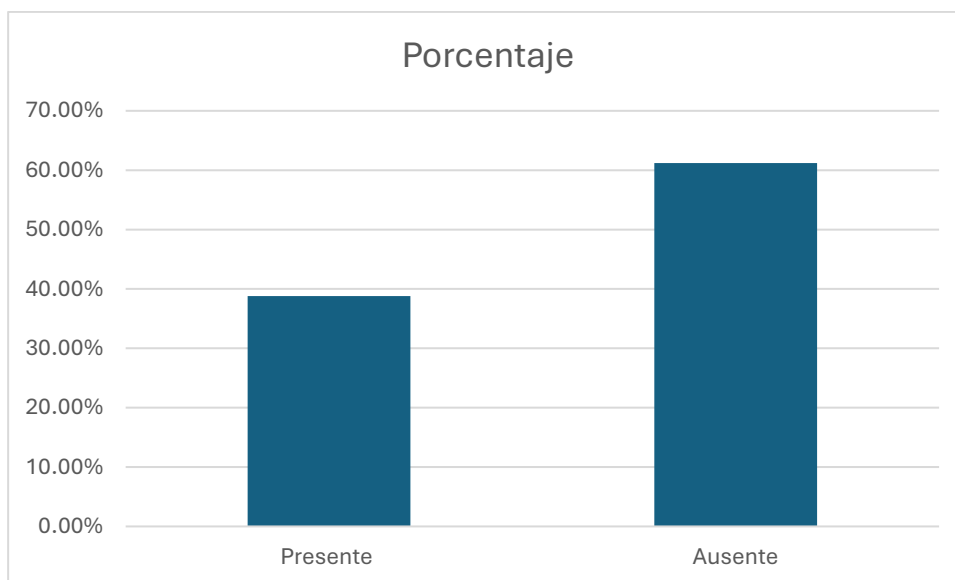
Con relación al tamaño de los almidones, se encontró que el rango, respecto al largo es de 7.00  $\mu\text{m}$  a 34.89  $\mu\text{m}$ , mientras en el ancho el rango va de 8.50  $\mu\text{m}$  a 38.58  $\mu\text{m}$ . En cuanto a la relación forma-tamaño se encontró que los almidones en forma triangular son los más grandes con 34.89  $\mu\text{m}$  de largo y 38.58  $\mu\text{m}$  de ancho y los almidones con menor tamaño son los que presentan forma pentagonal con un promedio de 13.48  $\mu\text{m}$  de largo y 14.09  $\mu\text{m}$  de ancho. Para observar el promedio de las demás formas ver Figura 3.

**Figura 5**  
*Promedio de tamaños por forma*

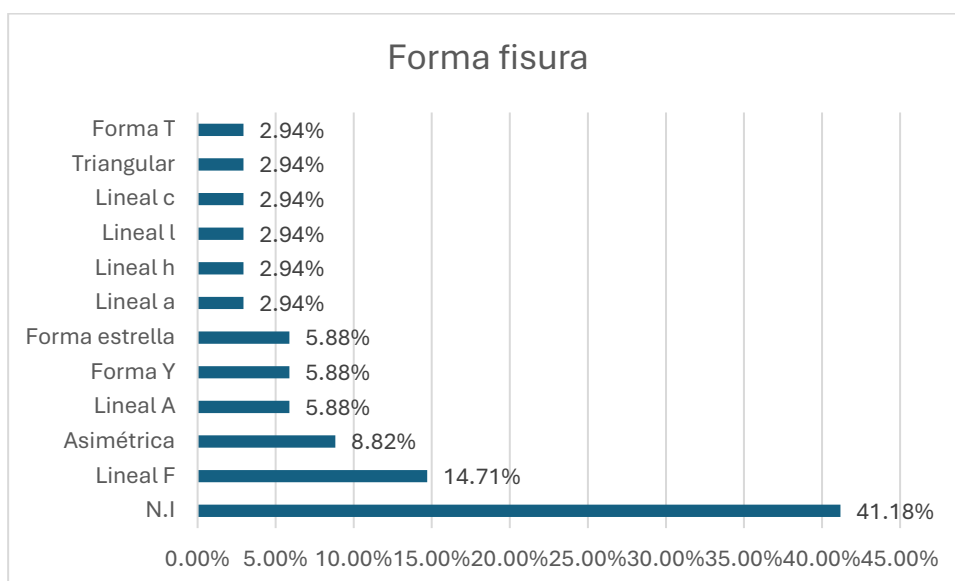


Los almidones que presentaron hilum fueron 26, representando el 38.81% del total, en cambio, los almidones que no exhibieron hilum representaron el 61.19% (ver Figura 4). En cuanto a las fisuras, 34 (50.75%) presentan fisuras y 33 (49.25%) no. De los que presentaron fisura, en 14 no se pudo determinar forma, 5 presentaron forma Lineal F, 3 forma Asimétrica, 2 Lineal A, etc. (ver Figura 5). Todos estos datos son de interés, ya que el conjunto de estos nos permite determinar el taxo de los almidones.

**Figura 6**  
*Presencia de hilio*



**Figura 7**  
*Forma fisura*

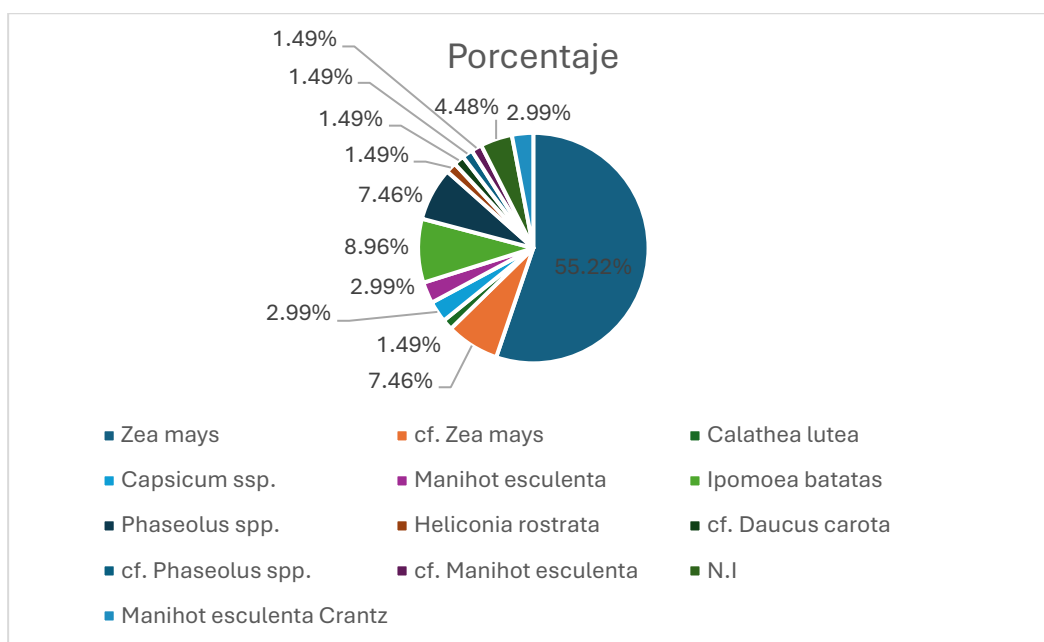


## 4.2 Identificación taxonómica

Se identificaron ocho taxones a nivel familia: *Poaceae*, *Euphorbiaceae*, *Convolvulaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*, *Marantaceae*, *Apiaceae* y *Heliconiaceae*. Así mismo, gracias al buen estado de la mayoría de los almidones, se pueden identificar de estas familias, 8 géneros: *Zea*,

*Manihot*, *Ipomoea*, *Phaseolus*, *Capsicum*, *Calathea*, *Daucus* y *Heliconia*. A nivel especie se logró identificar 9, aunque vale recalcar, por el estado de ciertos almidones, que en algunos almidones no se pudo identificar la especie exacta. A estos almidones se les añadió spp al final del género como indica Pearsall (2015). Aclarado el uso de spp., estas son las especies encontradas: maíz (*Zea mays*), camote (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), frejol (*Phaseolus spp.*), aji (*Capsicum ssp.*), bijao (*Calathea lutea*), zanahoria blanca (cf. *Daucus carota*), rabo de mono (*Heliconia rostrata*) y yuquilla (*Manihot esculenta Crantz*). La nomenclatura cf. utilizadas en algunas especies hace referencia a que la identificación no es segura debido al escaso grado de conservación del almidón (Pagan-Jimenez *et al.*, 2015).

**Figura 8**  
*Porcentaje de especies encontradas*

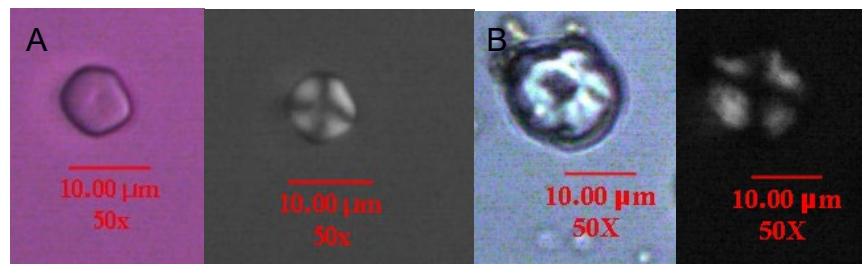


El almidón con mayor representatividad es el maíz (*Zea mays*) con el 55.22% del total. Estos almidones presentaron un rango de tamaño de 7  $\mu\text{m}$  a 34.89  $\mu\text{m}$  con morfologías variadas como las circulares, ovaladas, cuadradas y triangulares. La fisura más predominante en esta

especie fue la Lineal F. En almidones alterados de esta especie se encontraron facetas de presión, probablemente realizadas por la acción de molienda.

### Figura 9

#### Almidones de maíz



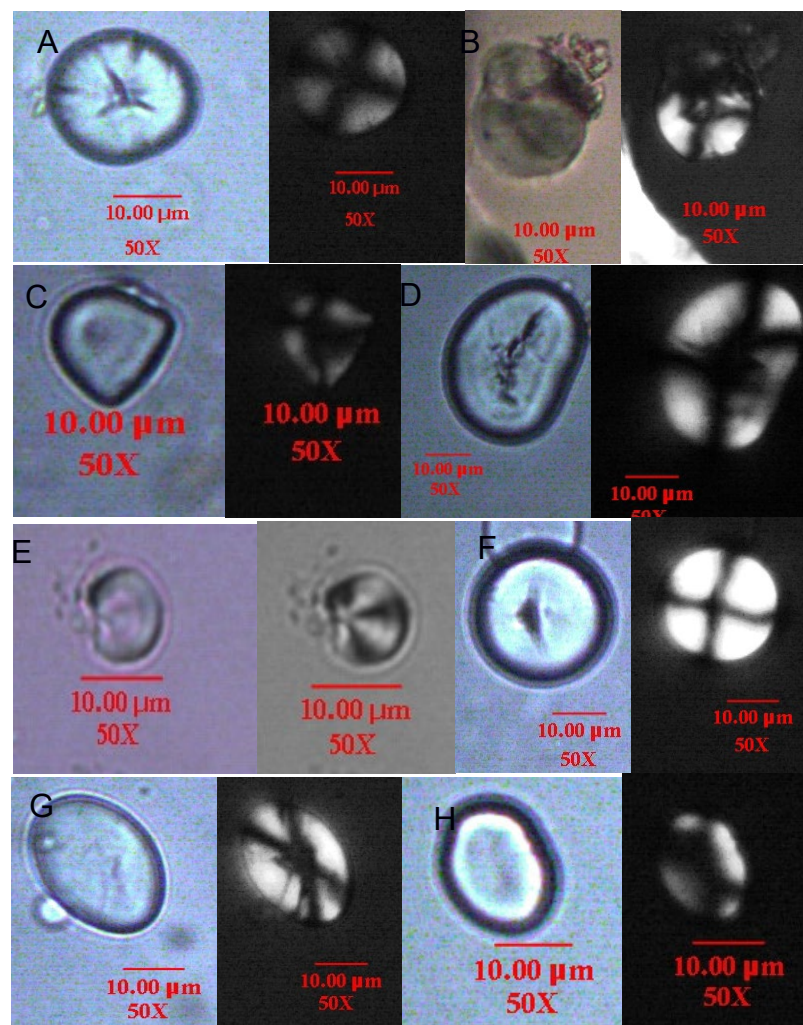
Nota. A Fotografías en campo claro y oscuro de un almidón de maíz (*Zea mays*). B Almidón alterado de maíz (*Zea mays*) con presencia de facetas de presión.

En cuanto a las demás especies, el Bijao (*Calathea lutea*) se identificó en una sola muestra (ArqBT- 289), con dimensiones de 9.23 µm de largo y 8.83 µm de ancho. Esta muestra no presentó fisuras y su forma fue circular. *Capsicum ssp.* (ají) se encontró en dos muestras, con un rango de entre 20.13 y 20.80 µm. Ambas muestras presentaron fisuras, Lineal F y Forma Y, y su forma fue exclusivamente circular. La yuca (*Manihot esculenta*), representada por cuatro muestras, mostró un rango de 10.63 a 24.16 µm. Ninguna de estas muestras presentó fisuras. Las formas predominantes fueron truncada y ovalada. Camote (*Ipomoea batatas*), con seis muestras, presentó un rango de 21.68 a 29.60 µm. La mitad de las muestras presentó fisuras, siendo el tipo Lineal F el más frecuente. Las formas principales fueron circular y ovalada. Frejol (*Phaseolus spp.*) se identificó en cinco muestras, con un rango de 16.37 a 36.31 µm. El 80% de estas muestras presentó fisuras, principalmente del tipo Lineal I. La forma fue exclusivamente ovalada. Rabo de mono (*Heliconia rostrata*) se registró en una muestra de 18.00 µm de largo y 11.89 µm de ancho, sin fisuras y de forma ovalada. Yuquilla (*Manihot esculenta Crantz*) 2 muestras encontradas, con un rango de 18.33 µm a 28,18 µm. No presentaron fisuras y solo se encontró formas ovaladas.

En la categoría de identificaciones provisionales, zanahoria blanca (*cf. Daucus carota*), representada por una muestra (ArqBT-291), midió 19.13 µm de largo y 20.04 µm de ancho, no

presentó fisuras y fue de forma ovalada, su estado alterado sugiere que fue sometida a procesos de cocción. Frejol (*cf. Phaseolus spp.*), también en una muestra (ArqBT-293), midió 22.81  $\mu\text{m}$  de largo y 17.58  $\mu\text{m}$  de ancho, no presentó fisuras y fue de forma ovalada. El almidón se encontraba debajo de una capa de suciedad, por lo que es difícil determinar con certeza su estado, pero lo que se alcanza a observar da para interpretarlo como un almidón sometido a cocción. Yuca (*cf. Manihot esculenta*), en una muestra, midió 13.29  $\mu\text{m}$  de largo y 15.72  $\mu\text{m}$  de ancho, presentó una fisura de tipo Lineal h y fue de forma ovalada. Por último, se registraron tres muestras no identificadas (NI), con un rango de largo de 18.02 a 23.71  $\mu\text{m}$  y de ancho de 19.00 a 29.60  $\mu\text{m}$ . Solo una de estas muestras presento fisuras, Forma T. Las formas fueron 2 ovaladas y una indeterminada.

**Figura 10**  
*Almidones varios*



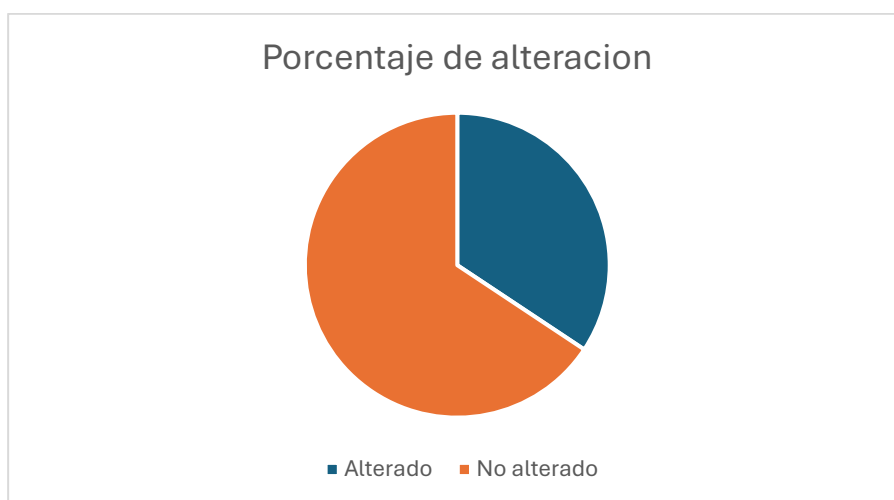
*Nota.* A Almidon de aji. B Zanahoria blanca. C Yuca. D Frejol. E Bijao. F Camote. G Yuquilla. H Rabo de mono

### 4.3 Almidones alterados

De los almidones analizados 65.67% no presentaron alteraciones, el restante 34.33% presento varias alteraciones relacionadas con la molienda y la exposición al calor por cocción (ver Figura 9). En total 10 almidones presentaron evidencia de haber sometidos a presiones por el ejercicio de moler, mientras que 12 presentaron evidencia de cocción. La especie con más muestras alteradas fue el maiz (*Zea mays*).

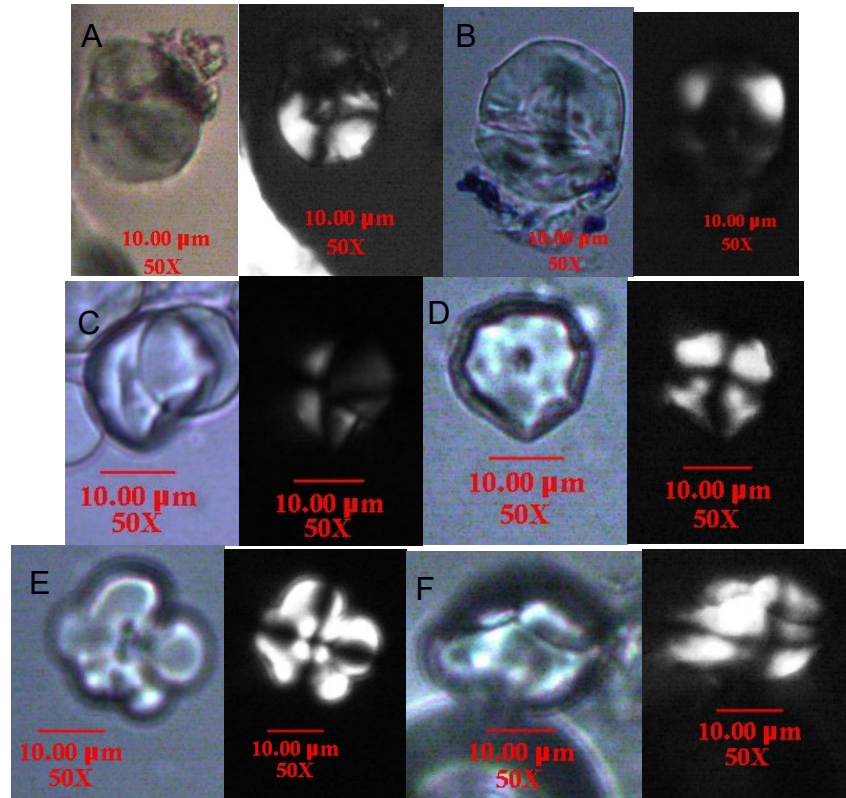
Las modificaciones observadas en los gránulos afectaron la estructura de los almidones, manifestándose como la desaparición completa o parcial de la cruz de extinción y de la birrefringencia. También se detectaron depresiones centrales en la zona del hilum, fisuras, bordes dañados, superficies con textura rugosa y gránulos deformados. En ciertos casos, los almidones mostraron signos de gelatinización, tal como se aprecia en la Figura 10.

**Figura 11**  
*Porcentaje de almidones alterados*



## Figura 12

### *Almidones alterados*

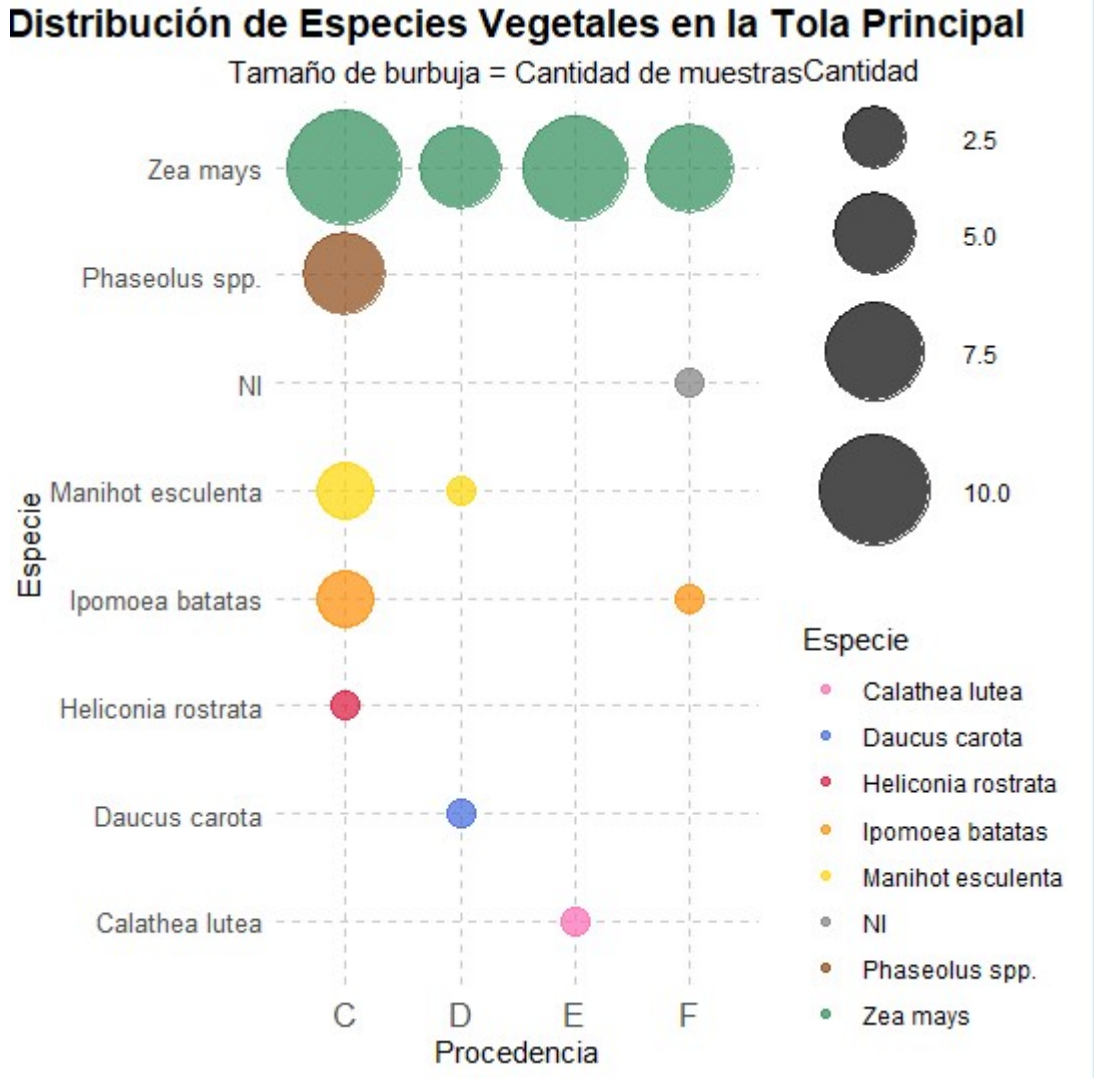


*Nota.* A almidon de posible zanahoria blanca alterado por coocion. B posible almidon de maiz alterado por coocion. C y D maiz alterado por molienda. E y F almidones no identificados alterados por procesos de coocion

#### 4.4 Especies por cuadrícula

Del análisis de almidones recuperados en el conjunto habitacional de la Tola Principal, se identificaron un total de 46 muestras distribuidas en cuatro cuadrículas (C, D, E y F.), todas pertenecientes a la procedencia D2. En la cuadrícula C se recuperaron 21 almidones, que corresponden al 45.7% del total general. La especie más abundante fue el maíz (*Zea mays*) con 11 gránulos, representando el 52.4% del total de esta procedencia. También se hallaron almidones de fréjol (*Phaseolus spp.*) con 5 gránulos (23.8%), camote (*Ipomoea batatas*) y yuca (*Manihot esculenta*) con 2 gránulos cada uno (9.5% cada uno), y un gránulo de heliconia (*Heliconia rostrata*) (4.8%).

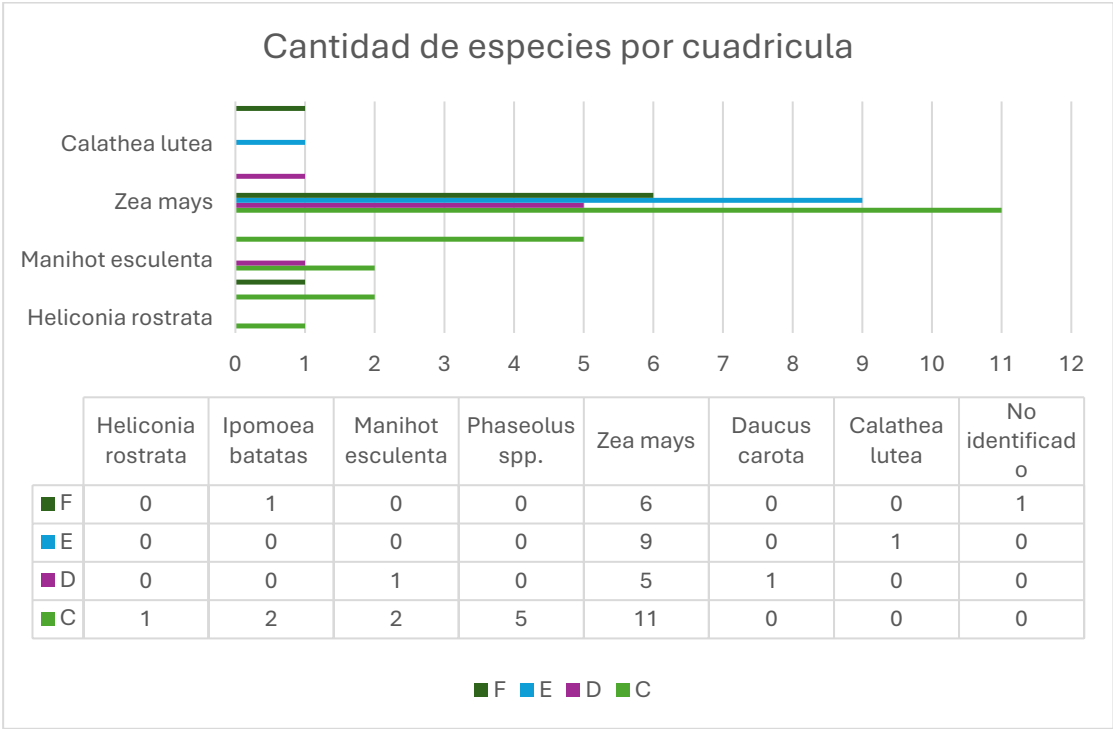
**Figura 13**  
*Distribución de especies vegetales*



La cuadrícula D presentó 7 almidones, equivalentes al 15.2% del total general. Aquí el maíz (*Zea mays*) también fue la especie más frecuente con 5 gránulos, 71.4% del total de D. Se encontró, adicional, un gránulo de zanahoria blanca (*Daucus carota*) y un gránulo de yuca (*Manihot esculenta*), cada uno representando el 14.3% de esta cuadrícula. En la cuadrícula E se registraron 10 almidones, que constituyen el 21.7% del total general. El maíz (*Zea mays*) estuvo presente en 9 gránulos, 90% de E, junto a un único gránulo de bijao (*Calathea lutea*) que representa el 10% restante. La cuadrícula F contó con 8 almidones, correspondientes al 17.4% del total

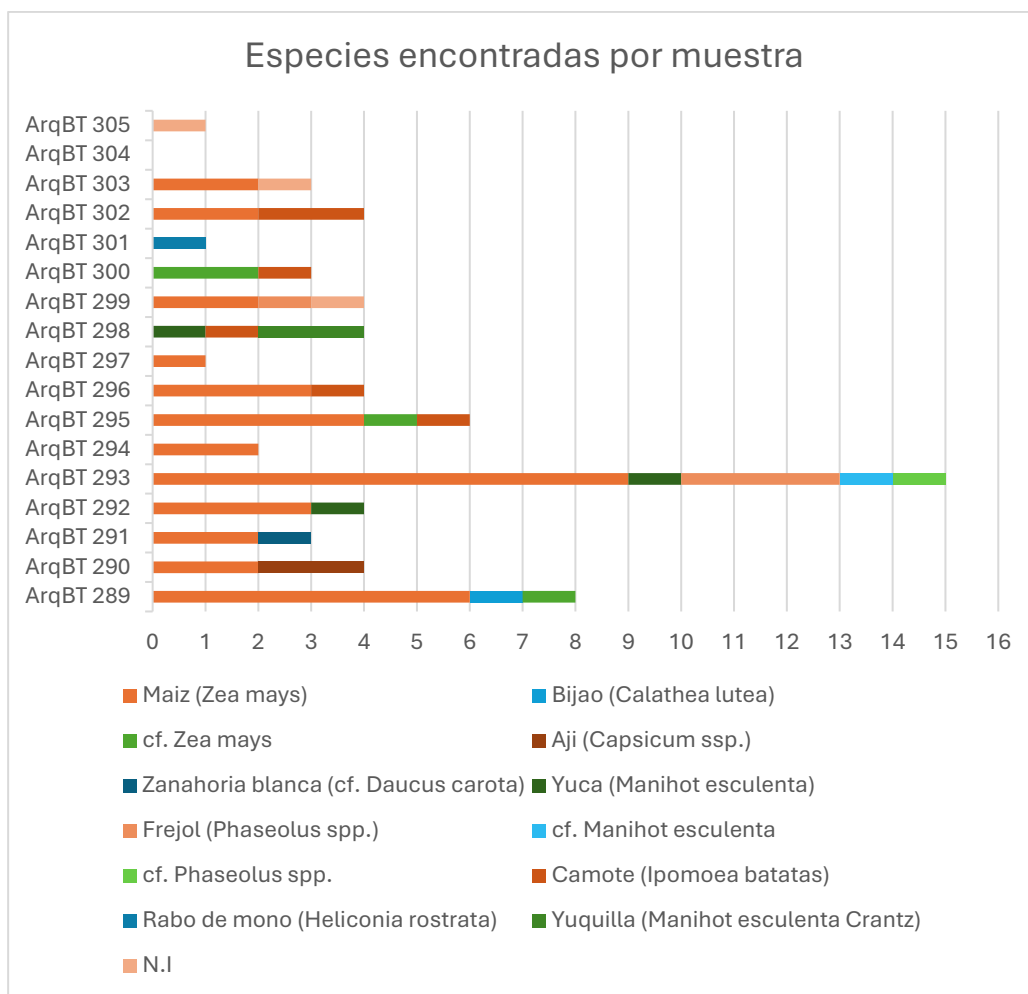
general. El maíz (*Zea mays*) se identificó en 6 gránulos, 75% de F. Asimismo, se encontró un gránulo de camote (*Ipomoea batatas*) y un gránulo no identificado (NI), cada uno representando el 12.5% de esta cuadrícula.

**Figura 14**  
*Cantidad de especies por cuadrícula*



Considerando la diversidad de especies por cuadrícula, la cuadrícula C presentó cinco taxones diferentes: *Zea mays*, *Phaseolus spp.*, *Ipomoea batatas*, *Manihot esculenta* y *Heliconia rostrata*. Las cuadrículas D y F registraron tres taxones cada una, D: *Zea mays*, *Daucus carota* y *Manihot esculenta*; F: *Zea mays*, *Ipomoea batatas* y un almidón no identificado. La cuadrícula E mostró dos taxones, *Zea mays* y *Calathea lutea*. A nivel general, el maíz (*Zea mays*) se encontró en las cuatro cuadrículas y representó el 67.4% del total de almidones.

**Figura 15**  
*Especies encontradas por muestra*



## 4.5 Discusión

El análisis de microrestos de almidones recuperados de 17 fragmentos cerámicos del contexto doméstico Huapula (1300-1400 d.C.) en el sitio El Edén, correspondientes al depósito D2 del montículo central y a un montículo hemisférico, genera un conjunto de evidencias que permite discutir las prácticas de subsistencia, la gestión de recursos vegetales y la organización espacial de esta ocupación tardía en el valle del Alto Upano. La interpretación de estos hallazgos se articula a partir de un diálogo que considera, en primer lugar, los principios teóricos sobre subsistencia en la Amazonía precolombina, particularmente los postulados de la Ecología Histórica que enfatizan la agencia humana en la transformación del paisaje (Balée, 1998, 2006; Erickson, 2008). En segundo lugar, estos resultados se contrastan con los antecedentes

arqueobotánicos disponibles para el valle del Upano, tanto para la cultura Huapula como para la ocupación Upano anterior (Pagán Jiménez & Rostain, 2014; Ortiz, 2025; Orozco, 2025). La discusión se integra con la información contextual específica del depósito D2, el cual representa un piso de ocupación doméstica con fogones, hoyos de poste y evidencia de actividades cotidianas, tal como lo describe Mosquera (2025), quien lo caracteriza como un contexto con predominio de ollas de tipo restringido, decoración corrugada, paredes gruesas y alteración térmica, vinculado a dataciones entre 1305 y 1405 cal d.C.

La identificación taxonómica de ocho familias y al menos nueve especies de plantas a partir de los 67 gránulos de almidón recuperados revela un sistema de subsistencia diversificado y flexible (Balée & Erickson, 2006; Gnecco & Aceituno, 2004). El predominio absoluto del maíz (*Zea mays*), que representa el 55.22% del total de almidones, confirma su rol central en la dieta Huapula durante esta fase tardía en El Edén. Este hallazgo se alinea con lo documentado por Pagán Jiménez y Rostain (2014) en el contexto Huapula del sitio Sangay (Complejo XI), donde el maíz también fue un componente significativo, aunque en su estudio se observó una mayor representación de leguminosas en la ocupación Upano subyacente. La generalidad del maíz en las cuatro cuadrículas analizadas (C, D, E, F) sugiere su procesamiento y consumo generalizados en el ámbito doméstico. La presencia de alteraciones en estos almidones, como facetas de presión por molienda y signos de gelatinización por cocción, evidencia las prácticas tecnológicas asociadas a su transformación, probablemente destinadas a la elaboración de harinas, masas o, como proponen Rostain (2006) y Orozco (2025), a la preparación de chicha, una bebida fermentada de profundo significado social y ceremonial en la Amazonía. Este dato se ve reforzado por el análisis cerámico de Mosquera (2025), quien señala que en D2 predominan las ollas de tipo restringido, formas ideales para la cocción, el almacenamiento y la fermentación de líquidos.

Junto al maíz, la identificación de camote (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), y fréjol (*Phaseolus spp.*) conforma un complejo agrícola mixto que integra tubérculos, raíces y

leguminosas. Esta combinación refleja una estrategia de subsistencia típicamente amazónica, basada en la complementariedad de los recursos para asegurar la seguridad alimentaria y nutricional (Balée & Erickson, 2006). La presencia de yuca, un cultivo clave de la Amazonía que rara vez deja macrorestos, valida la eficacia del análisis de almidones para visibilizar recursos críticos, pero arqueológicamente elusivos (Piperno & Pearsall, 1998; Pagán Jiménez, 2015).

Es notable que estos tres recursos (camote, yuca, fréjol) también hayan sido identificados por Ortiz (2025) en su análisis de almidones en cerámica Upano del mismo sitio El Edén, lo que sugiere una continuidad en el conocimiento y uso de ciertas especies a lo largo del tiempo en el valle, aunque con variaciones en su importancia relativa. Sin embargo, se observa una diferencia significativa: mientras que en el contexto Upano (117-230 d.C.) Ortiz (2025) identificó una mayor diversidad de taxones, incluyendo papa (*Solanum tuberosum*) y achira (*Canna spp.*), en el contexto Huapula tardío (1300-1400 d.C.) estas especies están ausentes. En contraste, aparecen taxones no registrados en la ocupación previa, como se detallará más adelante. Estos patrones sugieren dinámicas temporales en la disponibilidad, las preferencias o las redes de intercambio de plantas.

La distribución espacial de los taxones dentro del área de la Tola Principal ofrece pistas valiosas sobre la organización de las actividades domésticas, por ejemplo, la cuadrícula C, que según la descripción de Mosquera (2025) presentaba dos hoyos de poste y un fogón, además de un posible fragmento de metate, es la que muestra la mayor diversidad taxonómica (maíz, fréjol, camote, yuca y rabo de mono). Esta concentración de especies en un área con evidencia de estructuras de combustión y de procesamiento de alimentos (metate) refuerza la interpretación de esta zona como un núcleo central de actividades culinarias. Este patrón encuentra un paralelo etnoarqueológico notable en las descripciones de las casas Achuar/Shuar, donde el área de cocina, ubicada en el sector femenino, agrupa fogones, utensilios de molienda y recipientes para la preparación y almacenamiento de alimentos y chicha (Rostain, 2006; Zeidler, 1983).

Rostain (2006, p. 8) describe precisamente, para la casa Huapula, cómo ‘la cocina ocupaba el centro de la habitación, agrupando así fogones, ollas y cuencos de cerámica para la cocción, metates y manos de piedra, al igual que diversas plantas alimenticias’. La similitud con el patrón observado en la cuadrícula C de El Edén es notable y respalda la hipótesis de una larga duración de las prácticas domésticas y de la organización del espacio en la región, posiblemente vinculada a grupos de filiación jíbara, como propone el propio Rostain (2006) propone.

Los hallazgos de especies con posibles usos no estrictamente alimenticios, pero sí dentro de la esfera de la subsistencia integral y la cultura material, aportan profundidad a la comprensión de la economía Huapula. La identificación de bijao (*Calathea lutea*) es particularmente significativa. Las especies de *Calathea*, como el lerén (*Calathea allouia*), han sido documentadas como recursos alimenticios en contextos arqueológicos amazónicos (Pagán Jiménez & Rostain, 2014). Sin embargo, las grandes hojas del bijao son ampliamente utilizadas en la Amazonía como envoltorio para cocinar alimentos, una práctica que puede dejar adheridos residuos de almidón de otras plantas, pero también almidones propios si la hoja fue procesada o si entró en contacto directo con la comida. Su presencia en la cuadrícula E, asociada casi exclusivamente a almidones de maíz, podría indicar su uso como envoltorio en la preparación de alimentos a base de maíz. Dado que Pagán Jiménez y Rostain (2014) incluyen *Calathea allouia* entre las plantas consumidas en el contexto Huapula de Sangay, no puede descartarse un uso alimenticio del rizoma.

El hallazgo de almidones compatibles con rabo de mono (*Heliconia rostrata*) y, de manera provisional, con zanahoria blanca (*cf. Daucus carota*), introduce capas de complejidad adicional. *Heliconia rostrata* tiene usos diversos: sus hojas se emplean como envoltorio, sus brácteas en artesanía, y algunas especies pueden tener usos medicinales (Robinson et al., 2021). Pagán Jiménez y Rostain (2014) mencionan el hallazgo de un almidón consistente con raíces de helechos medicinales como rabo de mono, pero refiriéndose al helecho, *Polypodium sp.* en manos líticas del contexto Huapula de Sangay, sugiriendo un uso no alimenticio, posiblemente medicinal. Su

presencia en la cuadrícula C de El Edén, asociada a la zona de mayor diversidad de alimentos, podría indicar su procesamiento junto a otros recursos o, especulativamente, un uso medicinal o ceremonial integrado a las prácticas domésticas, aunque su función concreta no puede inferirse a partir de la evidencia actual.

En cuanto a *Daucus carota*, se trata de una especie introducida del Viejo Mundo, por lo que su identificación provisional (cf.) debe tratarse con extrema cautela. Es posible que se trate de un almidón morfológicamente similar perteneciente a una especie nativa de la familia *Apiaceae*. Pero con la evidencia actual, la interpretación más parsimoniosa es que se trata de un taxón nativo no identificado con precisión. Se sugiere la arracha, especie nativa de América y perteneciente a la familia *Apiaceae*, y que de llegarse a confirmar podría indicar una conexión entre la Amazonia alta y los Andes.

La comparación con los antecedentes arqueobotánicos directos del valle del Upano permite situar los resultados de los almidones asociados a Huapula dentro de una secuencia cronológica más completa y evaluar con mayor precisión las continuidades y cambios en las prácticas económicas. El estudio de Pagán-Jiménez & Rostain (2014) estableció un patrón de referencia en el que, durante la ocupación Huapula (800-1200 d.C.), se observó ‘un aumento en la diversificación de taxones’ en comparación con la fase Upano anterior, lo que documenta una presencia equiparable de plantas de semilla (maíz y fréjol) y de plantas de rizomas o tubérculos (marantáceas, lerén, ñame silvestre) en artefactos de molienda. Los hallazgos del presente estudio en El Edén, correspondientes a una ocupación Huapula más tardía (1300-1400 d.C.), no solo corroboran esta tendencia hacia la diversificación, sino que la amplían significativamente al incluir un espectro más amplio de especies recuperadas de un contexto cerámico doméstico.

Esta ampliación del repertorio, que suma camote, ají, bijao, rabo de mono y un posible taxón de la familia *Apiaceae* a los ya documentados, podría reflejar una genuina complejización

de la economía vegetal a lo largo del tiempo. Cabe destacar que, al igual que lo encontrado por Pagán-Jiménez & Rostain (2014), en El Edén el maíz mantiene una posición dominante en términos de frecuencia de almidones (55.22%), lo que refuerza su papel central en la subsistencia Huapula a lo largo de varios siglos. No obstante, los resultados de El Edén adquieren una dimensión comparativa más rica al poder contrastarse con dos estudios arqueobotánicos recientes realizados en el mismo sitio, pero en contextos culturales y temporales diferentes: el análisis de almidones en cerámica Upano (117-230 d.C.) por Ortiz (2025) y el análisis de fitolitos en un contexto doméstico Huapula por Orozco (2025). El trabajo de Ortiz (2025) identificó en la fase Upano de El Edén un conjunto vegetal diverso que incluía maíz, camote, yuca, papa, ají, fréjol y achira, demostrando que una dieta vegetal compleja y la incorporación de especies posiblemente andinas (papa) eran características de la región desde varios siglos antes de la ocupación Huapula analizada aquí. Esto sugiere que los Huapula no inventaron un sistema de subsistencia diversificado, sino que posiblemente heredaron, adaptaron y expandieron un repertorio económico preexistente.

Por otro lado, el análisis de fitolitos de Orozco (2025) en el mismo contexto doméstico del montículo central proporciona una evidencia complementaria y paralela valiosa. Mientras los almidones informan sobre los recursos vegetales procesados en las vasijas, los fitolitos revelan la composición de la vegetación manejada en el entorno inmediato de la vivienda y los restos de plantas quemadas. Orozco (2025) identificó fitolitos de maíz y yuca, coincidiendo con los hallazgos de almidones, pero además evidenció el uso de achiote (posiblemente para pintura corporal), chonta (*Bactris gasipaes*), y una variedad de palmas (*Socratea exorrhiza* y *Oenocarpus bataua*) y árboles frutales (*Chrysobalanaceae*), infiriendo un sistema de agroforestería y un claro de bosque antrópico alrededor de la unidad doméstica. Esta convergencia de evidencias microbotánicas desde dos técnicas independientes (almidones y fitolitos) fortalece enormemente la interpretación de un manejo activo y diversificado del paisaje vegetal por parte de los Huapula.

La identificación de ají (*Capsicum spp.*) en ambos estudios de almidones (Ortiz, 2025) y en el presente estudio, corrobora su uso prolongado en la región, posiblemente como condimento o planta de usos múltiples. La presencia de taxones menos frecuentes en el presente análisis, como el rabo de mono (*Heliconia rostrata*) y el bijao (*Calathea lutea*), encuentra un eco en el carácter multifacético del uso de plantas señalado por Pagán-Jiménez & Rostain (2014), quienes documentaron el uso de helechos medicinales (*Polypodium sp.*) y marantáceas. El bijao, en particular, podría relacionarse con las Marantaceae registradas por estos autores y por Orozco (2025), cuyas hojas tienen usos utilitarios como envoltorio. En conjunto, esta comparación cronológica y multimetodológica muestra que la economía vegetal Huapula en El Edén se inserta en una larga trayectoria de manejo diversificado de recursos en el valle del Upano, caracterizada por la combinación de cultivos básicos (maíz, yuca, camote), plantas de acompañamiento (ají, leguminosas), y una amplia gama de especies silvestres o semi-manejadas recolectadas de bosques y huertos familiares dentro de un marco de subsistencia flexible y resiliente acorde con los principios de la Ecología Histórica (Balée, 2006; Balée & Erickson, 2006).

El registro paleoecológico del lago Cormorán, cercano al valle del Upano, no muestra evidencia de perturbación antrópica o cultivos significativos entre 1300-1400 d.C. (Bush et al., 2025). Esto contrasta con la clara evidencia de ocupación doméstica y procesamiento de plantas en El Edén para el mismo periodo. Esta aparente contradicción puede resolverse considerando la escala de análisis, mientras los registros lacustres capturan señales a escala regional del paisaje, los datos arqueobotánicos de contextos domésticos reflejan actividades localizadas e intensivas.

Como la propia Orozco (2025) concluye, este contraste sugiere que el impacto Huapula en el paisaje fue ‘parcheado’ y de baja intensidad, concentrado en áreas inmediatas a los

asentamientos, como huertos familiares (aja<sup>2</sup>) o sistemas de agroforestería, sin generar una deforestación extensiva detectable en los núcleos de lago. La dieta diversificada revelada por los almidones, que combina un cultivo principal (maíz) con varios recursos complementarios, es coherente con un modelo de horticultura de roza y quema combinada con el manejo de bosques y posible recolección, un sistema flexible y adaptado al entorno tropical que no requiere necesariamente de una agricultura extensiva y de gran impacto paisajístico (Denevan, 2001; Erickson, 2008). En conclusión, el análisis de almidones presentado aquí no solo corrobora la importancia de recursos ya sugeridos por estudios previos, sino que amplía el espectro de especies utilizadas por la cultura Huapula, refuerza la hipótesis de una organización espacial doméstica con profundas raíces históricas y aporta evidencia concreta para un modelo de subsistencia diversificado, flexible y anclado en un manejo activo y localizado del entorno amazónico.

#### **4.5.1 Consideraciones metodológicas e interpretativas**

La identificación de ocho familias botánicas y al menos nueve especies a partir de los almidones recuperados proporciona evidencia concreta para sustentar, desde la Ecología Histórica, la interpretación de un sistema hortícola y agroforestal. Esta diversidad taxonómica no refleja un mero consumo oportunista, sino un manejo activo e integrado del entorno, donde se combinaba el cultivo de especies domesticadas (maíz, yuca, etc.) con el uso y posible manejo de una variedad de plantas en huertos familiares o claros antrópicos, tal como lo documentan los patrones de diversificación para la cultura Huapula (Pagán Jiménez & Rostain, 2014) y los sistemas de agroforestería identificados en el mismo sitio (Orozco, 2025).

La validez de la muestra cerámica para inferir prácticas alimenticias Huapula se sustenta en su procedencia contextual específica dado que los fragmentos analizados provienen del depósito

---

<sup>2</sup> O asha es una palabra del idioma shuar que designa el espacio cultivado.

D2, un piso doméstico con fogones, hoyos de poste y abundante cerámica de morfología restringida asociado a actividades de procesamiento y consumo de alimentos durante la ocupación Huapula tardía (Mosquera, 2025). La selección de piezas con adherencias de carbón y la aplicación de protocolos estrictos de limpieza y extracción, descritos en la metodología, minimizan los riesgos de contaminación cruzada o alteración postdeposicional, asegurando que los almidones recuperados estén adheridos a la matriz cerámica por su uso original, conforme a las metodologías arqueobotánicas establecidas (Pagán-Jiménez, 2015; Pearsall et al., 2004).

Respecto a la posible subrepresentación de otras especies debido al procesamiento intensivo del maíz, los datos indican lo contrario: el maíz (*Zea mays*) constituye el 55,22% del total de almidones y muestra la mayor variedad de alteraciones. Esto no sugiere un sesgo en el registro, sino que evidencia su procesamiento variado y su papel central en la dieta y en prácticas como la posible elaboración de chicha, tal como se ha documentado etnográfica y arqueológicamente para la región (Rostain, 2006; Orozco, 2025). La presencia simultánea de otras especies (camote, yuca, fréjol, ají, bijao, etc.) confirma una dieta diversificada y un uso complementario de recursos.

Si bien el número total de gránulos recuperados (n=67) es limitado, la consistencia taxonómica de los hallazgos con estudios previos en el valle del Upano (Pagán Jiménez & Rostain, 2014; Ortiz, 2025; Orozco, 2025) sugiere que la muestra es representativa de las tendencias generales de la economía vegetal Huapula.

## **Capítulo 5**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este apartado tiene por objetivo sintetizar la importancia del trabajo desarrollado y evaluar tanto sus fortalezas como sus limitaciones metodológicas. Se explica el significado sustantivo de los resultados obtenidos, situándolos en el contexto de los antecedentes arqueobotánicos del valle del Upano y discutiendo sus implicaciones para la comprensión de las estrategias de subsistencia de la sociedad Huapula. Se derivan de este análisis líneas de investigación concretas para futuras investigaciones que puedan ampliar y profundizar los hallazgos aquí presentados.

### 5.1 Conclusiones

Se logró la clasificación morfológica de los 67 gránulos de almidón recuperados, documentando una diversidad significativa de formas, junto con la caracterización de atributos diagnósticos como la visibilidad y la posición del hilio, la presencia y tipología de fisuras, la observación de láminas y de la observación de la cruz de extinción bajo luz polarizada. Esta variabilidad morfológica constituye la evidencia empírica de que los almidones provenían de diferentes tipos de plantas, como granos, tubérculos y raíces, lo que confirma que en este contexto doméstico Huapula se procesó una amplia variedad de recursos vegetales.

Mediante el análisis de los rasgos morfométricos diagnósticos y su contrastación con colecciones de referencia, se identificó taxonómicamente un conjunto de recursos vegetales compuesto por ocho familias (*Poaceae*, *Euphorbiaceae*, *Convolvulaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*, *Marantaceae*, *Apiaceae*, *Heliconiaceae*) y al menos nueve géneros o especies. Este conjunto incluye el maíz (*Zea mays*), camote (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), fréjol (*Phaseolus spp.*), ají (*Capsicum spp.*), bijao (*Calathea lutea*), rabo de mono (*Heliconia rostrata*), yuquilla (*Manihot esculenta Crantz*) y un taxón provisionalmente asignado a la familia *Apiaceae* (cf. *Daucus carota*), precisando así los componentes específicos del repertorio de recursos vegetales explotados.

La integración de los datos arqueobotánicos con el contexto arqueológico del depósito D2 permite determinar la importancia relativa de los recursos identificados en el sistema de subsistencia Huapula. Se concluye que el maíz (*Zea mays*) fue el recurso vegetal de mayor importancia cuantitativa y procesamiento, evidenciado por su predominancia y por las alteraciones por molienda y cocción observadas, sugiriendo su rol central en la dieta y posiblemente en la elaboración de diferentes alimentos. La identificación de especies como el bijao y el rabo de mono sugiere, además, usos especializados que trascienden lo estrictamente alimenticio, posiblemente relacionados con la tecnología de procesamiento o con esferas medicinales/rituales, lo que refleja una estrategia de subsistencia diversificada y flexible, basada en una horticultura mixta que combinaba un cultivo principal con una variedad de recursos complementarios y manejados, coherente con un modelo de adaptación y gestión local del entorno boscoso amazónico.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda desarrollar y sistematizar una colección de referencia de almidones modernos, específica para el valle del Upano y la Amazonía ecuatoriana, que incluya muestras normales, y muestras de almidones sometidos a procesos de alteración controlada (molienda, cocción, fermentación). Esto permitiría afinar las identificaciones taxonómicas, especialmente de géneros complejos como *Phaseolus* o *Capsicum*, y facilitaría la interpretación de los estados de alteración observados en el registro arqueológico. De manera complementaria, la arqueología experimental, mediante la replicación de técnicas de procesamiento y cocción, permitiría elaborar modelos más robustos para interpretar los patrones de alteración observados en los almidones arqueológicos.

Para superar las limitaciones propias de cada técnica y obtener una visión más integral, se recomienda que futuras investigaciones integren de manera sistemática el análisis de almidones con otras líneas de evidencia microbotánica (fitolitos y polen) y macrobotánica (antracología y

carpología) e incorporen análisis de residuos orgánicos (lípidos y proteínas) en la cerámica, lo que permitiría contrastar y enriquecer las reconstrucciones dietéticas y prácticas culinarias.

Se sugiere ampliar el muestreo a otros contextos funcionales dentro del sitio El Edén, y en el valle del Upano, para evaluar la variabilidad en el uso de plantas entre sitios.

Un estudio comparativo cronológico y regional más amplio, que incluya datos de la sierra andina adyacente, sería crucial para probar hipótesis sobre redes de intercambio, como la posible introducción de taxones de la familia *Apiaceae*.

Para mejorar los marcos interpretativos, se recomienda impulsar estudios etnoarqueológicos con comunidades indígenas locales que conserven conocimientos sobre el uso y procesamiento de las especies identificadas (bijao, rabo de mono).

## Referencias

- Aguirre, et al. (2025). Primer registro de la paleodieta Puruhá mediante la recuperación de microrestos botánicos en artefactos arqueológicos, Ecuador.
- Akesson, C. (2019). *Humans, vegetation, and drought in late Holocene Amazonia*. Florida Institute of Technology ProQuest Dissertations Publishing.
- Archila, S. (2008). Modelos teóricos y arqueobotánica en el noroeste de Suramérica. En S. Archila, M. Giovannetti & V. Lema (Eds.), *Arqueobotánica y teoría arqueológica: Discusiones desde Suramérica* (pp. 123-162). Universidad de los Andes.
- Arroyo-Kalin, M. (2017). Las tierras antrópicas amazónicas: algo más que un puñado de tierra. En S. Rostain & C. Jaimes Betancourt (Eds.), *Las siete maravillas de la Amazonía precolombina* (pp. 99-117). Plural Editores.
- Athens, J. S. (1989). *Expansión agrícola prehispánica y crecimiento poblacional en las tierras altas del norte de Ecuador: Informe provisional del campo de trabajo de 1989*. International Archaeological Research Institute, Inc.
- Balée, W. (1998). Historical ecology: Premises and postulates. En W. Balée (Ed.), *Advances in historical ecology* (pp. 13-29). Columbia University Press.
- Balée, W. (2006). The research program of historical ecology. *Annual Review of Anthropology*, 35, 75-98. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.35.081705.123231>
- Balée, W., & Erickson, C. L. (Eds.). (2006). *Time, complexity, and historical ecology: Studies in the neotropical lowlands*. Columbia University Press.
- Barros, D. R., Carvalho, A. P. M. G., Silva, E. O. da, Sampaio, U. M., Souza, S. M. de, Sanches, E. A., Sant'Ana, A. de S., Clerici, M. T. P. S., & Campelo, P. H. (2021). Ariá (*Goeppertia allouia*) Brazilian Amazon tuber as a non-conventional starch source for foods. *International Journal of Biological Macromolecules*, 168, 187–194. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.11.050>

Berc, S., Baby, P., Rosero, J., Souris, M., Soula, J.-C., Christophoul, F., & Vega, J. (2004). La superficie Mera-Upano: Marcador geomorfológico de la incisión fluvial y del levantamiento tectónico de la zona subandina ecuatoriana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 33(1), 1–24.

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.

Brochado, J. P. (1984). *An ecological model of the spread of pottery and agriculture into Eastern South America* [Tesis doctoral]. University of Illinois at Urbana-Champaign.

Bruhns, K. O. (2003). Social and cultural development in the Ecuadorian. En J. S. Raymond & R. L. Burger (Eds.), *Archaeology of formative Ecuador* (pp. 465-488). Dumbarton Oaks.

Bush, M. B., Sales, R. K., Neill, D., Valencia, B. G., León-Yáñez, S., Stanley, A., Sinkler, W., Bennett, I., Gomes, B. T., Land, K., & McMichael, C. N. H. (2025). Ecological legacies and recent footprints of the Amazon's Lost City. *Nature Communications*, 16, 7408.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-62315-7>

Bush, M., & Colinvaux, P. (1988). A 7000-year pollen record from the Amazon lowlands, Ecuador. *Vegetatio*, 76(3), 141–154.

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. *Itinerarios*, 25, 9–26.

Crumley, C. L. (1994). Historical ecology: A multidimensional ecological orientation. En C. L. Crumley (Ed.), *Historical ecology: Cultural knowledge and changing landscapes* (pp. 1-16). School of American Research Press.

Damp, J. E., & Pearsall, D. M. (1994). Early cotton from coastal Ecuador. *Economic Botany*, 48(2), 163–165.

Denevan, W. M. (1980). *La geografía cultural aborigen de los Llanos de Mojos*. Librería Editorial Juventud.

Erickson, C. L. (1995). Archaeological methods for the study of ancient landscapes of the Llanos de Mojos in the Bolivian Amazon. En P. W. Stahl (Ed.), *Archaeology in the lowland American tropics* (pp. 66–95). Cambridge University Press.

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

Giovannetti, M., Capparelli, A., & Pochettino, M. L. (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* (pp. 45-68). Universidad de los Andes.

Gnecco, C., & Aceituno, F. J. (2004). Poblamiento temprano y espacios antropogénicos en el norte de Suramérica. *Complutum*, 15, 151–164.

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Isidro. (2023). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la parroquia San Isidro*.

Hermenegildo, T., O'Connell, T. C., Guapindaia, V. L. C., & Neves, E. G. (2017). New evidence for subsistence strategies of late pre-colonial societies of the mouth of the Amazon based on stable carbon and nitrogen isotope data. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 11, 559–569. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.12.019>

Hillman, G. C. (1981). Reconstructing crop husbandry practices from charred remains of crops. En R. Mercer (Ed.), *Farming practice in British prehistory* (pp. 123–162). Edinburgh University Press.

Hillman, G. C. (1984). Interpretation of archaeological plant remains: The application of ethnographic models from Turkey. En W. van Zeist & W. A. Casparie (Eds.), *Plants and ancient man: Studies in palaeoethnobotany* (pp. 1–41). A. A. Balkema.

INPC. (2016). *Resultados de la investigación arqueológica en el alto Upano*. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. (2015). *Características generales del paisaje cultural arqueológico del Valle del Alto Upano, en un área de 300 km<sup>2</sup>*. SENESCYT.

Jones, G. E. M. (1984). Interpretation of archaeological plant remains: Ethnographic models from Greece. En W. van Zeist & W. A. Casparie (Eds.), *Plants and ancient man: Studies in palaeoethnobotany* (pp. 43–61). A. A. Balkema.

Lema, V. S. (2010). Procesos de domesticación vegetal en el pasado prehispánico del noroeste argentino: Estudio de las prácticas más allá de los orígenes. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 35, 121–142.

Madineni, M. N., Faiza, S., Surekha, R. S., Ravi, R., & Guha, M. (2012). Morphological, structural, and functional properties of maranta (*Maranta arundinacea* L.) starch. *Journal of Food Science and Technology*, 49(5), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0698-8>

Martínez-Ortiz, L. Y., Yépez Rosado, Á. J., Gavilánez Buñay, T. C., Gómez Hidalgo, R. A., Guerrero Tipantuña, M. R., Hidalgo Robalino, D. H., Barba Lozano, A. G., & Ortiz Bustamante, V. M. (2018). Estructura y composición de la flora y fauna en la parroquia Sangay, Morona Santiago, Ecuador: Implicaciones ambientales. *Biotecnia*, 20(3), 5–16.

Meggers, B. J. (1954). Environmental limitation on the development of culture. *American Anthropologist*, 56(5), 801–824.

Meggers, B. J. (1971). *Amazonia: Man and culture in a counterfeit paradise*. Aldine-Atherton.

Ministerio del Ambiente. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*.

Mosquera, A. (2025). *Informe de avances de investigación arqueológica entregada al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural: 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*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Noelli, F. S. (2008). The Tupi Expansion. En H. Silverman & W. H. Isbell (Eds.), *Handbook of South American archaeology* (pp. 659–669). Springer.

Odeku, O. A. (2007). Potentials of tropical starches as pharmaceutical excipients: A review. *\*Starch/Stärke*, 59\*(10), 439–445. <https://doi.org/10.1002/star.200700622>

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

Ordoñez-Araque, R., Romero-Bastidas, M., Dyr Dahl, E., Criollo-Feijoo, J., Mosquera, A., Ramos-Guerrero, L., Vargas-Jentzsch, P., Montalvo-Puente, C., & Ruales, J. (2025). 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*, 64, 105097. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.105097>

Orozco, J. (2025). *Análisis de fitolitos: Relación humano-ambiente en un contexto doméstico Huapula, sitio El Edén (1300-1400 d.C.)* [Trabajo de titulación]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Ortiz Ortiz, S. E. (2025). *Análisis de almidones en cerámica Upano: Evidencia de plantas alimenticias en el sitio El Edén* [Trabajo de titulación]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Pagán-Jiménez, J. R. (2007). De antiguos pueblos y culturas botánicas en el Puerto Rico indígena. *Archaeopress*.

Pagán-Jiménez, J. R. (2015). *Almidones: Guía de material comparativo moderno del Ecuador para los estudios paleoetnobotánicos en el neotrópico*. Aspha Ediciones.

Pagán-Jiménez, J. R. (2015). *Almidones. Guía de material comparativo moderno del Ecuador para los estudios paleoetnobotánicos en el Neotrópico* (Vol. 1). Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

Pagán Jiménez, J. R., & 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.). En S. Rostain (Ed.), *Antes de Orellana: Actas del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica* (pp. 313-322). Instituto Francés de Estudios Andinos. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3403.7127>

Pagán Jiménez, J. R., Guachamín-Tello, A. M., Romero-Bastidas, M. E., & Vásquez-Ponce, P. X. (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. *Americae*, 2, 29–46.

Palacios, I. (2023). Uso de drones para la caracterización morfométrica de sitios arqueológicos en Morona-Amazonia ecuatoriana. *Geoespacial*, 20(1), 45–62.

Pazmiño, E. (2008). *Análisis cerámico del sitio La Lomita, Morona Santiago, Ecuador* [Tesis de Licenciatura]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Pazmiño, E. (2017). Desarrollo cultural prehispánico en el valle del Alto Upano: Análisis cerámico del sitio La Lomita, Morona Santiago, Ecuador. *Antropología Cuadernos de Investigación*, 24, 89-112.

Pearsall, D. M. (1982). Phytolith analysis: Applications of a new paleoethnobotanical technique in archeology. *American Anthropologist*, 84(4), 862–871.

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*, 31(4), 423–442. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.09.010>

Piperno, D. R. (1985). Phytolith analysis and tropical paleo-ecology: Production and taxonomic significance of siliceous forms in new world plant domesticates and wild species. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 45(3-4), 185–228.

Piperno, D. R., & Pearsall, D. M. (1998). *The origins of agriculture in the lowland neotropics*. Academic Press.

Piperno, D. R., & Stothert, K. E. (2003). Phytolith evidence for early Holocene Cucurbita domestication in southwest Ecuador. *Science*, 299(5609), 1054–1057.  
<https://doi.org/10.1126/science.1080365>

Politis, G. G. (1996). Moving to produce: Nukak mobility and settlement patterns in Amazonia. *World Archaeology*, 27(3), 492–511.

Politis, G. G. (2007). *Nukak: Ethnoarchaeology of an Amazonian people*. Left Coast Press.

Porras, P. (1987). *Investigaciones arqueológicas a las faldas del Sangay. Tradición Upano. Provincia Morona Santiago* (3ra ed.). PUCE.

Prümers, H. (2017). Los montículos artificiales de la Amazonía. En S. Rostain & C. Jaimes Betancourt (Eds.), *Las siete maravillas de la Amazonía precolombina* (pp. 47–72). Plural Editores.

Rebellato, L. (2008). Arqueología Amazónica: Antiguas interacciones de las sociedades humanas y naturaleza. *Amazonía Peruana*, 15(31), 123–136.

Robinson, M., Morcote-Ríos, G., Aceituno, F. J., Roberts, P., Berrío, J. C., & Iriarte, J. (2021). "Moviéndose hacia el Sur": La explotación vegetal del Pleistoceno tardío y la importancia de la palma en la Amazonia colombiana. Universidad de Exeter.

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* (pp. 89-110). Universidad de los Andes.

Roosevelt, A. C. (1991). *Moundbuilders of the Amazon: Geophysical archaeology on Marajó Island, Brazil*. Academic Press.

Rostain, S. (1999). Secuencia arqueológica en montículos del valle del Upano en la Amazonía ecuatoriana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 28(1), 53–89.

Rostain, S. (2006). Etnoarqueología de las viviendas Achuar y Huapula. En S. Rostain & A. S. Lozada (Eds.), *Las sociedades complejas de la Amazonía occidental* (pp. 45–68). Ediciones Abya-Yala.

Rostain, S. (2010). Cronología del valle del Upano (Alta Amazonía ecuatoriana). *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 39(3), 777–807.

Rostain, S., & Pazmiño, E. (2013). Treinta años de investigación a las faldas del Sangay. En *Antes de Orellana: Actas del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica* (pp. 29–42). IRD Éditions, Institut Français d'Études Andines.

Rostain, S., Dorison, A., de Saulieu, G., Prümers, H., Le Penneç, J.-L., Mejía Mejía, F., et al. (2024). Two thousand years of garden urbanism in the Upper Amazon. *Science*, 383(6679), 183–189. <https://doi.org/10.1126/science.adi6317>

Salazar, E. (1998). De vuelta al Sangay: Investigaciones arqueológicas en el Alto Upano, Amazonía ecuatoriana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 27(2), 213–240.

Salazar, E. (2000). *El pasado precolombino de Morona Santiago*. Abya-Yala.

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>

Solórzano Fonseca, J. C. (2017). La evolución socio-cultural de la Amazonía prehispánica y colonial: Nuevas perspectivas en la investigación arqueológica y etnohistórica. *Revista de Historia*, 75, 167–200.

Stothert, K. E. (1985). The preceramic Las Vegas culture of coastal Ecuador. *American Antiquity*, 50(3), 613–637.

Tapia, J. (2019). *Levantamiento geológico, estratigráfico y estructural de la parroquia Macas* [Informe técnico]. ESPOL.

Velasco Albán, J. M. (2021). ¿Suelos antrópicos en la alta Amazonía ecuatoriana?: Estudios geoarqueológicos en el basural La Lomita, valle del Upano, Morona Santiago Ecuador. *Antropología Cuadernos de Investigación*, 24, 65–79.

Villalba, M. (1988). *Cotocollao: Una aldea formativa del valle de Quito*. Museo del Banco Central del Ecuador.

Yépez, A., Delgado, F., & Mongeló, G. (2024). La domesticación del agua en la cuenca superior del río Upano durante la época prehispánica: Una re-conceptualización necesaria. *Anthropos*, 119, 449–465.

Zeidler, J. A. (1983). La etnoarqueología de un asentamiento Achuar y su relevancia para la interpretación arqueológica de los asentamientos prehispánicos en el Alto Amazonas. *Sarance*, 11, 34–41.

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>

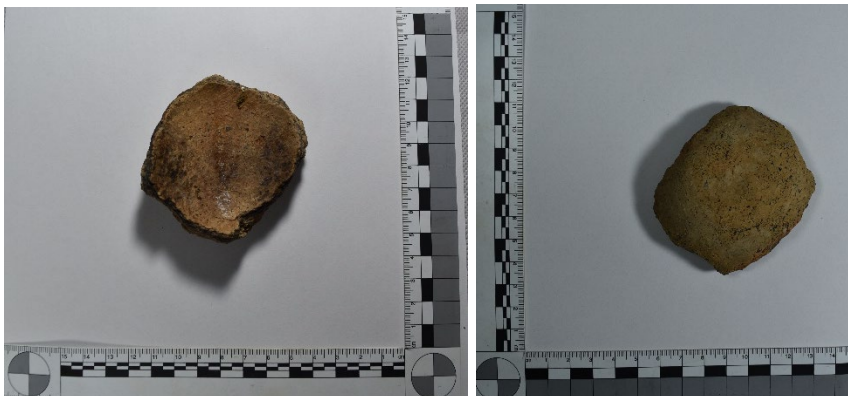
Zarrillo, S., & Valdez, F. (2013). Evidencias del cultivo de maíz. En F. Valdez (Ed.), *Arqueología Amazónica* (pp. 155-179). IRD Éditions.

Zarrillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lesur, I., Fouet, O., Argout, X., Guichoux, E., Salin, F., Solorzano, R. L., Bouchez, O., Vignes, H., Severts, P., Hurtado, J., Yopez, A., Grivetti, L., Blake, M., & Valdez, F. (2018). The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nature Ecology & Evolution*, 2(12), 1879–1888. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0697-x>

## Anexos

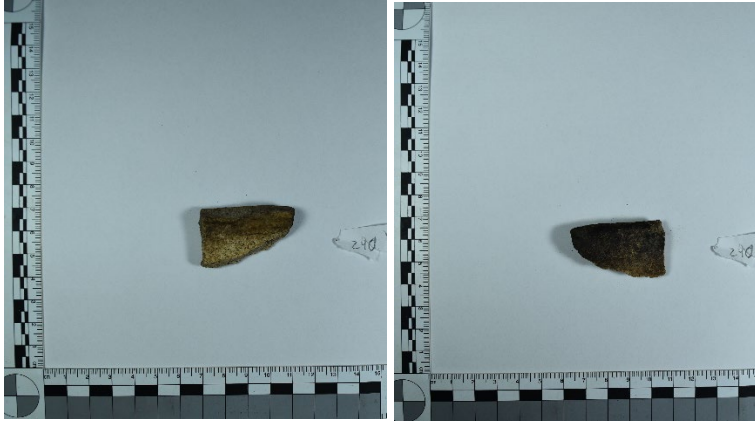
### Figura 16

*Fragmento cerámico (base) de donde se extrajo la muestra ArqBT-289*



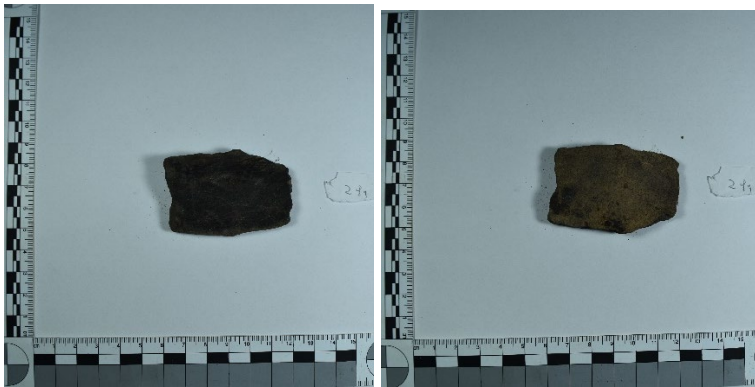
### Figura 17

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-290*



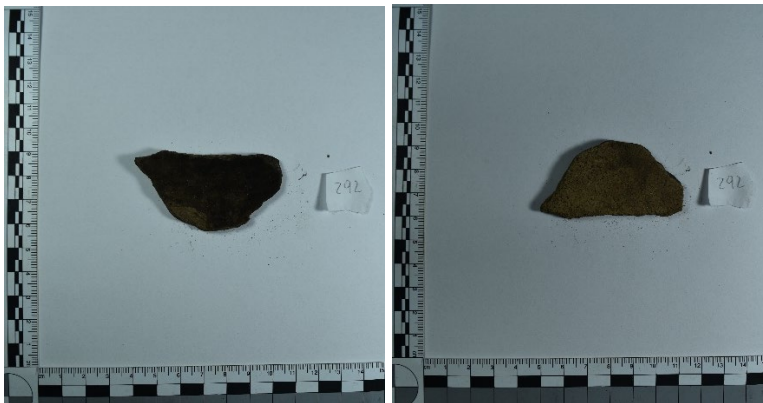
**Figura 18**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-291*



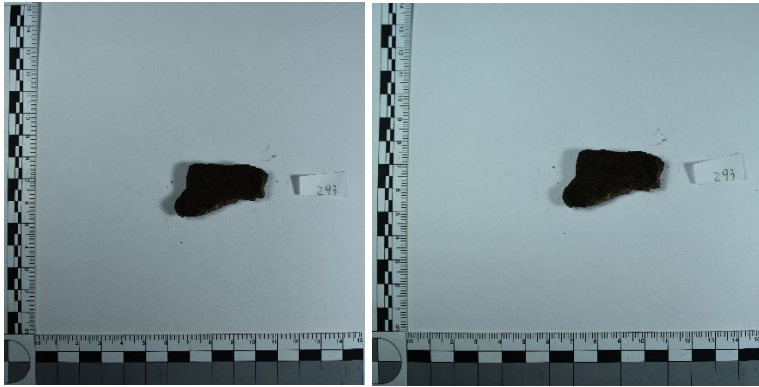
**Figura 19**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-292*



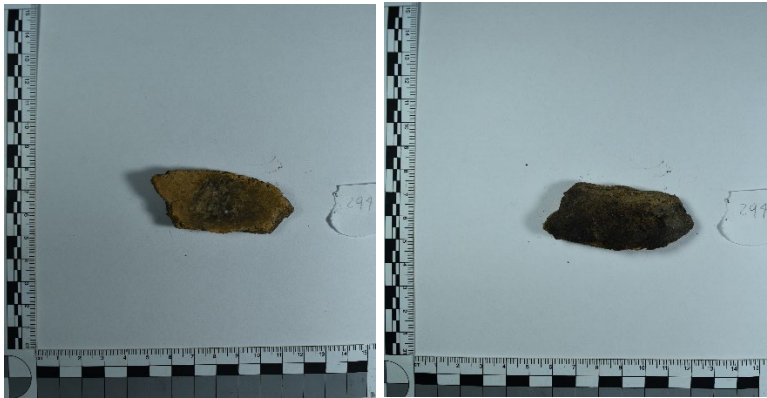
**Figura 20**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-293*



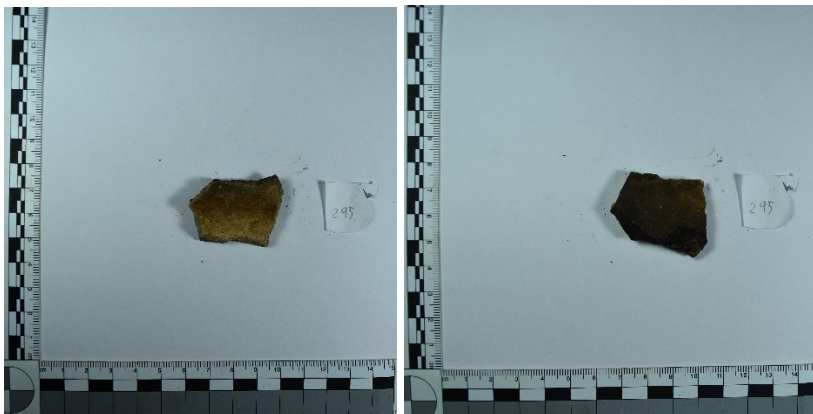
**Figura 21**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-294*



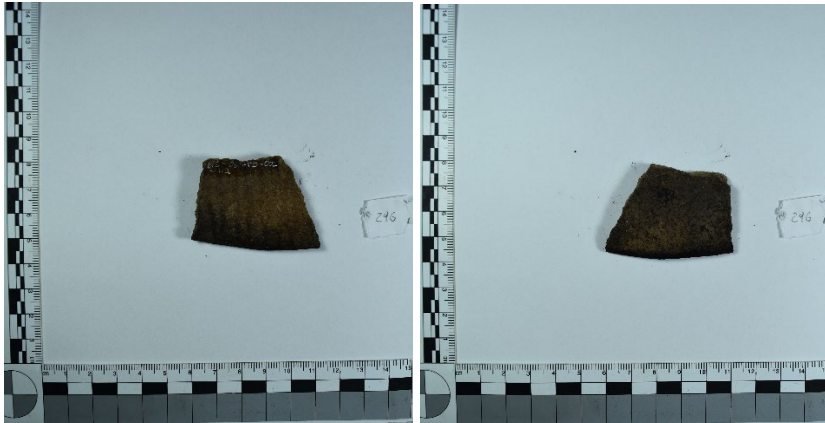
**Figura 22**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-295*



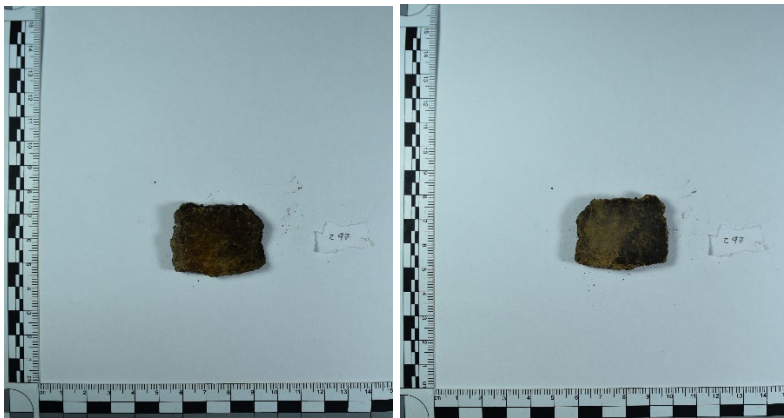
**Figura 23**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-296*



**Figura 24**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-297*



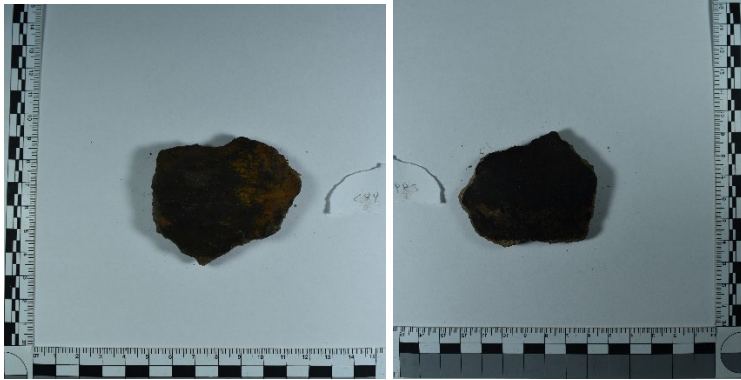
**Figura 25**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-298*



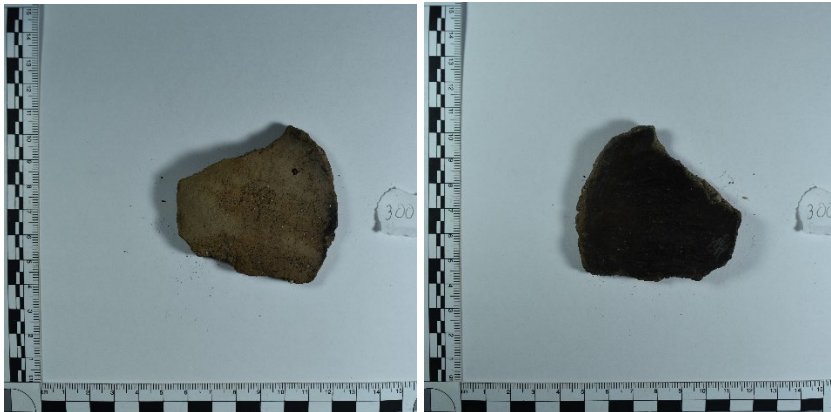
**Figura 26**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-299*



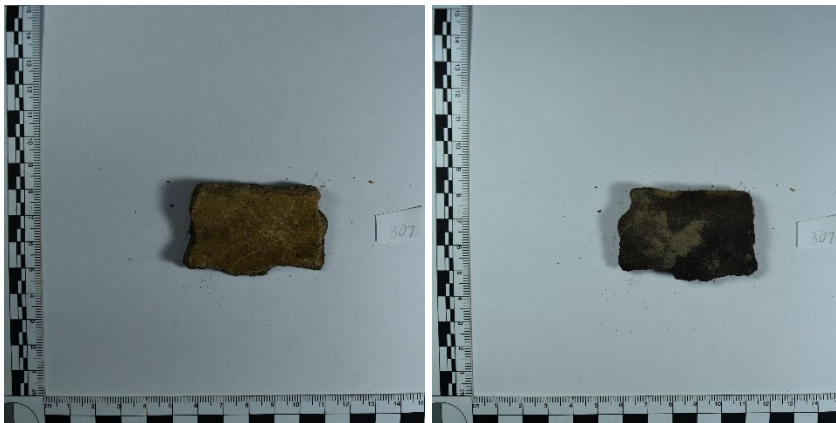
**Figura 27**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-300*



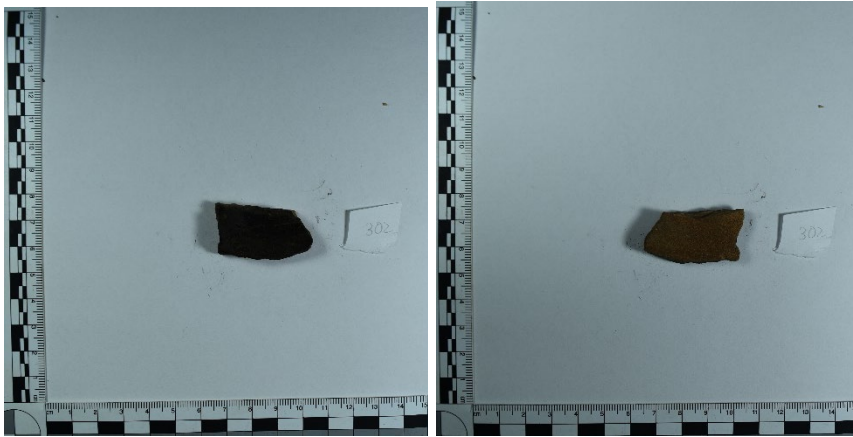
**Figura 28**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-301*



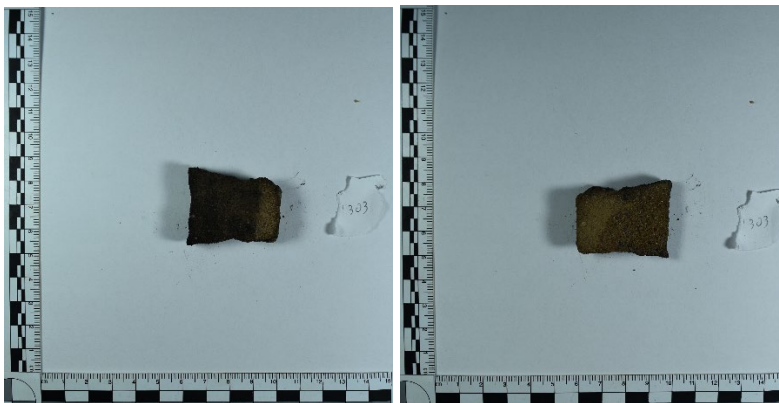
**Figura 29**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-302*



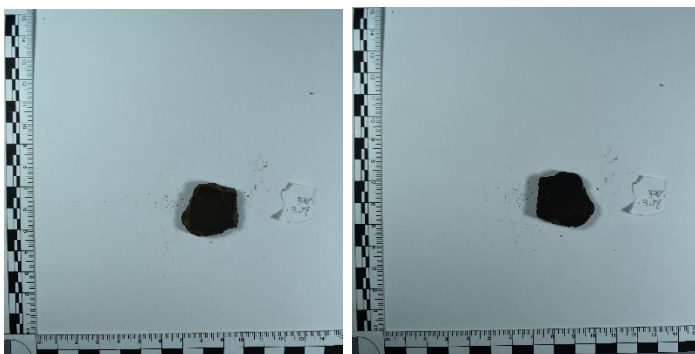
**Figura 30**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-303*



**Figura 31**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-304*



**Figura 32**

*Fragmento cerámico de donde se extrajo la muestra ArqBT-205*

