

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas

Paleovegetación y consumo de plantas en contextos Valdivia: análisis
arqueobotánico del sitio Loma Entre Ríos

ADMI – 1215

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Licenciada en Arqueología

Presentado por:

María Leonor Sánchez Pérez

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a mis padres, Katty y Walter. Su apoyo permitió que me aventurara a seguir la profesión de mis sueños lejos de casa. Este logro es suyo.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a los docentes que formaron parte del camino. Agradezco al profesor Andrés Mosquera por su apertura durante la realización del proyecto. Al profesor Álvaro Mora, por su ayuda y paciente orientación. A Diana Cotapo y Ana Paula Alcáraz, cuya pasión por la arqueología es contagiosa. A mis compañeras que se volvieron amigas incondicionales, Norka, Jennifer, Sara y Andrea. Agradezco infinitamente a Christian Cueva, su reconfortante compañía es mi fortaleza y mi más grande tesoro.

Declaración Expresa

Yo María Leonor Sánchez 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 corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

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

Guayaquil, 29 de agosto del 2025.



María Leonor Sánchez Pérez

Evaluadores

MSc. Andrés Mosquera

Profesor de Materia

MSc. Álvaro Mora Mendoza

Tutor de proyecto

Resumen

Loma Entre Ríos, ubicado en la parroquia Atahualpa del cantón Santa Elena, es un sitio arqueológico inédito de la cultura Valdivia. En este, se encontró un paleosuelo con evidencias de un asentamiento Valdivia de las fases II y III, cuyo fechado es de 3000 a.C. aproximadamente. El presente proyecto se llevó a cabo con el objetivo de conocer la dinámica ambiental y cultural del sitio, a partir del análisis de microrrestos botánicos (fitolitos y almidones). El análisis de fitolitos fue realizado a partir de dos núcleos de sedimento obtenidos del perfil este del depósito de interés, asimismo, se realizó el análisis de almidones a diecinueve fragmentos cerámicos diagnósticos. Las asociaciones fitolíticas revelaron que el tipo de vegetación es característico de climas semi áridos y cálidos, además, se presentaron abundantes morfotipos de especies herbáceas. Entre las familias encontradas están: Poaceae, Marantaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae y Asteraceae. En cuanto a los almidones encontrados, se registraron maíz, yuca y fréjol silvestre. En conclusión, los hallazgos de Loma Entre Ríos lo posicionan como un sitio de ocupación continua y fértil, con dieta variada y diversa con plantas locales como parte de su dieta.

Palabras Clave: Cultura Valdivia, microrrestos botánicos, vegetación, subsistencia.

Abstract

Loma Entre Ríos, located at Atahualpa parish, Santa Elena is a new Valdivia archaeological site. A paleosoil was found at the site, which has evidence of a Valdivia phases II and III settlement, with a 3000 BC dating. This research aimed to bring light to the environmental and cultural dynamics of the site through a botanic microrremains analyses (phytoliths and starch). The phytolith analysis was applied from two sediment cores extracted from the deposit of interest on the east profile of the excavation, in addition, the starch grain analysis was developed by obtaining samples for nineteen diagnostic ceramic fragments. The phytolith association revealed that the vegetation type was linked to a semi-arid and warm environment and grasses morphotypes were abundant. The family taxa found were: Poaceae, Marantaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae and Asteraceae. The starch analysis ascertained the presence of maize, manioc and jack bean. In conclusion, Loma Entre Ríos findings position it as a fertile and continually occupied site with a diverse diet that included local plants.

Keywords: Valdivia culture, botanic microrremains, vegetation, subsistence.

Contenido

Evaluadores	6
Abreviaturas.....	12
Simbología.....	13
Índice de figuras	14
Índice de tablas	16
Capítulo I.....	18
1. Introducción.....	19
2.1 Descripción del problema.....	20
1.2 Justificación del problema	21
1.3 Pregunta de Investigación.....	22
1.4 Objetivos.....	22
1.4.1 Objetivo general	22
1.4.2 Objetivos específicos.....	22
1.5 Antecedentes.....	23
1.5.1 Área de estudio	23
1.5.2 Clima	24
1.5.3 Geomorfología.....	25
1.5.4 Cobertura vegetal.....	26
1.6 Antecedentes culturales	29
1.6.1 Cultura Valdivia.....	29
1.6 Antecedentes paleoambientales	32

1.7	Antecedentes arqueobotánicos	33
1.8	Sitio Loma Entre Ríos	36
Capítulo II.....		42
2.	Marco Teórico.....	43
2.1	Enfoque teórico.....	43
2.1.2	Subsistencia y alimentación.....	45
2.1.2	Arqueobotánica.....	46
2.1.3	Almidones.....	47
2.1.4	Fitolitos.....	50
3.	Metodología.....	54
3.1	Fase de Campo.....	54
3.2	Fase de Laboratorio	54
3.2.1	Procesamiento de muestras para análisis de fitolitos.....	55
3.2.2	Procedimiento de recuperación de almidones en cerámica	58
3.2.3	Montaje e identificación de fitolitos y almidones	63
Capítulo III		65
5.	Resultados.....	66
4.	Descripción, conteo y distribución de fitolitos	66
5.	Descripción, conteo y distribución de gránulos de almidón.....	69
6.	Discusión	76
Capítulo IV		80
7.	Conclusiones.....	81

8.	Recomendaciones	82
	Bibliografía.....	83
	ANEXOS	90
	APÉNDICE	93

Abreviaturas

D2 Depósito 2

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

PSE Península de Santa Elena

Simbología

a.C	Antes de Cristo
AP	Antes del Presente
cm	Centímetros
cm/bs	Centímetros bajo superficie
HCL	Ácido clorhídrico
HNO3	Ácido Nítrico
m	Metro
rpm	Revoluciones por minuto

Índice de figuras

Ilustración 1. Muestra centrifugada con agua destilada después de la colocación del HNO_3	56
Ilustración 2. Muestra centrifugada, libre de HCl	57
Ilustración 3. Muestra lista para ser analizada.....	58
Ilustración 4. Limpieza de cerámica.....	60
Ilustración 5. Proceso de limpieza, muestra antes de la primera centrifugada (izq); muestra limpia (der)	61
Ilustración 6. De izq. a der. Colocando el politungstato; muestra agitada con el politungstato; muestra centrifugada con sobrenadante.....	62
Ilustración 7. Muestra lista para su montaje	62
Ilustración 8. a) Acute bulbosus. b) Elongated sinuate. c) Saddle. d) Elongate entire. e) Bilobated. f) Rondel. g) Polylobate h) Trapeziform i) Spheroid psilate j) k) Cross l) Treachery	68
Ilustración 9. Morfotipos de la muestra ArqBt192. a) Acute bulbosus. b) Elongate sinuate. c) Bilobate Cross-type d) Blocky e) Elongate entire f) Trapeziform. g) Polylobate. h) Elongate dentate i) Trapezoid j) Saddle.....	69
Ilustración 10. a) Zea mays b) Manihot esculenta. c-l) Zea mays.....	71
Ilustración 11. m) Zea mays o) Cannavalia spp. q-t) Zea mays	73
Ilustración 12. Almidones no identificados	74
Ilustración 13. Almidones no identificados.	75
Ilustración 14 Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (código ArqBt 198-199-200-201).....	95
Ilustración 15. Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (códigos ArqBt 194-195-196-197).....	94

Ilustración 16 Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (códigos ArqBt 206-207-208-209).....	96
Ilustración 17. Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (códigos ArqBt 202-203-204-205).....	95
Ilustración 18 Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (códigos 210-211-212)	96

Índice de tablas

Tabla 1. Geomorfología: Unidades ambientales presentes en la provincia de Santa Elena. Datos obtenidos del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), (2012).....	26
Tabla 2. Especies vegetales características del matorral seco litoral. Obtenido de Sierra (1999).....	28
Tabla 3. Especies vegetales características del espinar litoral. Tomado de Sierra (1999)	28
Tabla 4. Secuencia de fases cerámica y dataciones calibradas de la cultura Valdivia. Obtenido de Marcos y Michzynsky (1996)	31
Tabla 5. Dataciones convencionales de carbón en el depósito 2. Tomado de Mosquera (2025).....	40
Tabla 6. Morfotipos de la familia Poaceae. Tomado de Raitz (2012) en Guachamín (2017)	52
Tabla 7. Registro de información de las muestras (procedencia, código, sitio, depósito, nivel, material, tipo de análisis).....	55
Tabla 8. Registro de muestras.....	58
Tabla 9. Distribución de taxones en las muestras estudiadas; Error! Marcador no definido.	

Capítulo I

1. Introducción

El presente trabajo investigativo forma parte del proyecto “Reconstrucción de paleoambientes en la microcuenca del río La Seca- cantón Santa Elena, provincia Santa Elena, Ecuador. Análisis de evidencias arqueológicas y paleontológicas (investigación colaborativa Comuna Entre Ríos- ESPOL)”, ganador del concurso de Líneas de Fomento del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC), bajo el convenio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral con la Comuna Entre Ríos, perteneciente a la parroquia Atahualpa del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. A partir de esto, se propone desarrollar un análisis de microrrestos botánicos al material procedente del depósito 2 de la excavación arqueológica, cuyos materiales y dataciones de carbono presente en el suelo lo posicionaron dentro de las fases II y III de la cultura Valdivia.

Se llevaron a cabo dos análisis, de fitolitos y almidones, con la finalidad de conocer la dinámica ambiental y cultural del sitio durante este periodo. El objetivo principal es aproximarnos a la paleovegetación mediante la identificación de las familias de plantas a nivel taxonómico, lo que permitirá conocer el tipo de vegetación presente y el tipo de clima en el que se desarrollan. Asimismo, se llevará a cabo el análisis de almidones, con el fin de conocer las especies vegetales consumidas como parte de su dieta.

Mediante el empleo de una metodología que procura ser menos invasiva, este proyecto busca aportar conocimiento sobre el ambiente (Paleovegetación) y las prácticas culturales (alimentación) llevadas a cabo en Loma Entre Ríos, sitio inédito de la cultura Valdivia.

2.1 Descripción del problema

La cultura Valdivia, asentada en la costa ecuatoriana, es pionera en la producción de cerámica (Zeidler, 2003). Esta se caracteriza por la complejidad de sus acabados, los cuales iban refinándose a lo largo de sus fases culturales. Su cerámica es evidencia del alto nivel de especialidad de sus artesanos, cuyas creaciones respondían a criterios estéticos y reflejaban el carácter ideológico de su sociedad. Asimismo, su practicidad se vinculaba con la preparación de alimentos (Stothert, 2003), actividad fundamental para la subsistencia.

La cultura Valdivia, además, tiene la evidencia más temprana de producción agrícola en tierras bajas cercanas a fuentes aluviales. Entre los sitios Valdivia más tempranos y representativos, se encuentran los sitios Real Alto y Loma Alta, este último presenta las dataciones más tempranas 4470- 40 AP (5260–5000 cal AP) de la presencia de arruruz, maíz, yuca y frijol (Piperno, 2011).

Por otra parte, los estudios arqueobotánicos de polen, madera, fitolitos y almidones realizados en la costa ecuatoriana, sugieren al área de Santa Elena y el sureste de Guayaquil como centros de domesticación de la calabaza, algodón, frijol lima y frijol canavalia (Pearsall et al., 2016).

Contemplando la aparición temprana de cerámica y la evidencia de prácticas agrícolas por parte de la cultura Valdivia desde el punto de vista arqueológico, la relevancia de las interacciones humano-ambiente desde épocas tempranas en el área genera la necesidad de conocer cómo estaba constituido el entorno vegetal y qué especies eran aprovechadas para el consumo humano de las poblaciones del Formativo tardío.

Actualmente existen hallazgos en la provincia de Santa Elena que procuran de una aproximación a la paleovegetación y el consumo de especies vegetales en sitios inéditos registrados, para ampliar el conocimiento y generar nuevas hipótesis acerca de la relación de las poblaciones ancestrales y su entorno.

1.2 Justificación del problema

La presente investigación se centra en el sitio denominado Loma Entre Ríos en la parroquia Atahualpa, Santa Elena, el cual se enmarca dentro del proyecto denominado “Reconstrucción de paleoambientes en la microcuenca del río La Seca- cantón Santa Elena, provincia Santa Elena, Ecuador. Análisis de evidencias arqueológicas y paleontológicas (investigación colaborativa Comuna Entre Ríos- ESPOL)”. En el marco de este proyecto se llevó a cabo una temporada de prospecciones y excavaciones arqueológicas que dio como resultado información de la ocupación Valdivia en el sitio, esto determinado a partir del material arqueológico recuperado, el cual fue posicionado entre las fases II y III (Mosquera, 2025).

Loma Entre Ríos se caracteriza por ser un sitio Valdivia inédito, en donde las investigaciones arqueológicas y en este caso, las arqueobotánicas, permitirán profundizar el conocimiento sobre la paleovegetación y el consumo de especies vegetales como parte de la dieta de las poblaciones que ocuparon sitio. Esto permitirá profundizar el conocimiento sobre la subsistencia de la cultura Valdivia.

El estudio arqueobotánico aquí desarrollado se centrará en el análisis de fitolitos y almidones obtenidos en material cerámico y muestras de sedimento provenientes del depósito II del cateo y posterior corte 1 del sitio Loma Entre Ríos, ubicado entre la fase II y III de la cultura Valdivia. Aquí se evidenció un piso ocupacional que, a partir de la

cronología relativa de los hallazgos y la datación convencional de carbón vegetal, se estableció entre 3080 ± 25 y 4310 ± 40 años AP (Mosquera, 2025).

Debido a que los fitolitos son indicadores de paleoambientes y los almidones permiten conocer el aprovechamiento de recursos vegetales, el presente estudio contribuirá a conocer las características paleoambientales y el uso de plantas como parte de la alimentación de los habitantes que ocuparon el sitio.

1.3 Pregunta de Investigación

¿Qué especies vegetales hacían parte de la alimentación y entorno vegetal con el que interactuaban los habitantes del sitio Loma Entre Ríos, de la fase II y III de la cultura Valdivia?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Aplicar el análisis de microrrestos vegetales, específicamente fitolitos y gránulos de almidón, como herramienta que permita una aproximación al entorno vegetal e identificar las especies con las que interactuaban y que fueron consumidas por la población asentada en el sitio Loma Entre Ríos durante la fase II y III de la cultura Valdivia, con el propósito de ampliar y generar conocimiento sobre las estrategias de subsistencia en dicha región.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar grupos taxonómicos presentes en la paleovegetación del sitio mediante el análisis de fitolitos a partir de muestras sedimentarias provenientes del sitio Loma Entre Ríos.

- Reconocer las especies de plantas consumidas mediante el análisis de almidones del material cerámico obtenido de la excavación del sitio Loma Entre Ríos
- Contribuir a la comprensión de la dinámica ambiental y cultural del sitio, considerando a los fitolitos y almidones como indicadores paleoambientales y de interacción humano-ambiente.

1.5 Antecedentes

1.5.1 Área de estudio

La provincia de Santa Elena (PSE), con cabecera cantonal de nombre epónimo, se encuentra al suroeste del Ecuador. Geográficamente, su territorio delimita al norte y este con la provincia de Manabí, al este y oeste con el océano Pacífico y en el sur con la provincia de Guayas. En la PSE, la cordillera Chongón Colonche conforma su extremo noreste que tiene un clima influenciado por corrientes marinas y la zona de convergencia, y se caracteriza por tener dos estaciones marcadas; el invierno, que abarca los meses de diciembre a abril y la estación seca de junio a octubre, siendo su temperatura media es de 23,4°C y su precipitación promedio interanual es de 66mm/año (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Elena, 2023).

Los ecosistemas presentes forman parte de los bosques estacionalmente secos del litoral ecuatoriano, los cuales tienen una alta diversidad que ha sido aprovechada incluso en sus estaciones de sequía, esto desde la actualidad hasta los momentos en que fue ocupada por culturas prehispánicas como Vegas y Valdivia (Stothert, 2003).

1.5.2 Clima

El clima en la provincia de Santa Elena está determinado por tres estaciones climáticas, las cuales a su vez son relativas a la posición geográfica caracterizada, el tipo de área natural y la influencia de la corriente fría de Humboldt. Las estaciones son las siguientes: árida, seco y sub-húmedo. El cantón Santa Elena, donde se encuentra el sitio a estudiar, se caracteriza por poseer un clima seco y árido, esto condicionado por las precipitaciones no abundantes y su temperatura cálida (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Elena, 2023). Según los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2006) del Ecuador, la clasificación de los climas de la península se define de la siguiente manera

1. Árido. Escasez de precipitaciones, con nulos o mínimos excesos hídricos y temperatura cálida
2. Seco. Escasez de precipitaciones, con nulos o mínimos excesos hídricos y temperatura cálida
3. Sub-húmedo. Déficit hídrico considerable durante la época seca con temperatura cálida

En cuanto a sus estaciones, el invierno, donde registra mayor pluviosidad es entre los meses de enero a marzo, a partir de marzo empieza la transición a la temporada seca, que tiene una duración extendida de abril a diciembre (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Elena, 2023). Según Pearsall et al. (2016), estas condiciones ambientales serían similares a las presentes durante el Holoceno temprano y medio, en épocas de crecimiento y expansión de la cultura Valdivia.

1.5.3 Geomorfología

La geomorfología actual permite comprender la dinámica geológica del territorio estudiado y los cambios en la historia geológica y ambiental del mismo. En Santa Elena, se encuentran las siguientes unidades ambientales que componen el ámbito geomorfológico (Tabla 1):

Unidad Ambiental	Características
Cordillera Chongón Colonche	Geológicas: Rocas cretácicas volcánicas y vulcano-sedimentarias de las Formaciones Piñón y Cayo, sedimentarias de las Formación Zapotal Cobertura natural: Vegetación arbórea siempre verde
Cordillera costera Chanduy-Playas	Geológicas: Areniscas (Formación Cayo), arena y arcilla arenosa (Grupos Ancón y Azúcar) Cobertura natural: Vegetación arbórea siempre verde
Relieves estructurales y colinados terciarios	Geológicas: Rocas sedimentarias terciarias pertenecientes a la Formación Progreso, Grupos Ancón y Azúcar.

	<p>Cobertura vegetal: Bosque caducifolio muy seco, vegetación arbustiva seca.</p>
<p>Relieves litorales sedimentarios y fluvio-marinos</p>	<p>Geológicas: Rocas cuaternarias de la Formación Tablazo.</p> <p>Cobertura vegetal: Vegetación de tierras bajas, manglares, vegetación herbácea de playa.</p>
<p>Medio aluvial</p>	<p>Valles fluviales, terrazas altas, medias y bajas.</p> <p>Geológicas: Depósitos aluviales y coluvio-aluviales cuaternarios.</p> <p>Cobertura vegetal: Pastos y cultivos</p>

Tabla 1. Geomorfología: Unidades ambientales presentes en la provincia de Santa Elena. Datos obtenidos del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), (2012).

1.5.4 Cobertura vegetal

La vegetación de la provincia de Santa Elena se caracteriza por su ecosistema de bosque seco tropical, en donde la vegetación es de matorral seco de tierras bajas y de espinar litoral.

Las especies comunes distribuidas a lo largo de la PSE se pueden visualizar en la Tabla 2 y Tabla 3:

Familia	Especie	Nombre común	Tipodevegetación
	<i>Capparis crotonoides</i>	Palo negro/yunto	Arbusto
Capparaceae	<i>C. heterophylla</i>	Margarito	Arbusto/árbol
	<i>C. angulata</i>	Zapote	Árbol
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	Palo Santo	Árbol
Caesalpinaceae	<i>Geoffroea spinosa</i>	Manduvirá	Árbol/arbusto
Celastraceae	<i>Maytenus octógona</i>	Arrayancillo	Arbusto
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus</i> <i>pubescens</i>		Árbol/arbusto
Euphorbiaceae	<i>Croton riviniaefolius</i>		Árbol pequeño/arbusto
Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo	Árbol pequeño/arbusto
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i>	Amapola rosa	Arbustos
Cactaceae	<i>Monvillea difusa</i>		Árbol/arbusto
	<i>Armathocereus</i> <i>cartwrightianus</i>	Cardo maderero	
Apocynaceae	<i>Vallesia glabra</i>	Peralillo	Arbusto/árbol pequeño
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> <i>glaucum</i>		Arbusto
Amarantaceae	<i>Althernanthera</i> <i>pubiflora</i>	Escancel morado	Herbácea
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato	Arbusto/árbol pequeño

Caricaceae	<i>Carica parviflora</i>	Papaya silvestre	Arbusto
Theophrastaceae	<i>Jacquinia spucei</i>		Arbusto/árbol pequeño
Bromeliaceae	<i>Tillandsia latifolia</i>		Herbácea
	<i>Urisea barclayana</i>	Bromelia	Herbácea

Tabla 2. Especies vegetales características del matorral seco litoral. Obtenido de Sierra (1999)

Familia	Especie	Nombre común	Tipo de vegetación
	<i>Movillea difusa</i>		Árbol/arbusto
Cactaceae	<i>Armathocereus</i>	Cardo	Arbusto/árbol
	<i>cartwrightianus</i>	maderero	
	<i>Hylocereus polyrhysus</i>	Pitahaya roja	Herbácea
Malpighinaceae	<i>Malpighia puniceifolia</i>	Acerola	Arbusto/árbol
Mimosaceae	<i>Pithecellobium excelsum</i>	Porotillo	Árbol
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus pubescens</i>		Árbol/arbusto
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylaceae glaucum</i>		Arbusto/árbol
Celastraceae	<i>Maytenus octogona</i>	Arrayancillo	Arbusto/árbol
Rhamnaceae	<i>Scutia pauciflora</i>		Arbusto

Tabla 3. Especies vegetales características del espinar litoral. Tomado de Sierra (1999)

La vegetación está condicionada según la temporada de lluvias y factores antrópicos influyentes, tales como la deforestación, que en Santa Elena ha provocado pérdida de manglares que en periodos prehispánicos pudieron ofrecer recursos a los pobladores, además, es debatido que esta transformación del entorno haya ocasionado un

cambio en las condiciones climáticas, sin embargo, según los estudios realizados de polen a partir de núcleos sugieren que no existe un cambio climático significativo entre las condiciones modernas y las del Holoceno temprano y medio (Pearsall et al., 2016).

1.6 Antecedentes culturales

1.6.1 Cultura Valdivia

La cultura Valdivia estuvo asentada en la costa ecuatoriana, a lo largo de lo que hoy conocemos como Santa Elena, Manabí y Guayas. Valdivia fue descubierta en 1957 por Carlos Zevallos Menendez, quien en Santa Elena, junto a Betty Meggers y Clifford Evans, la definió como una cultura dentro del periodo Formativo Temprano, con una economía basada en la pesca, agricultura y caza. Zevallos (1996, 1971) fue el primer investigador en proponer una subsistencia basada en el maíz, a partir de la evidencia de un resto carbonizado y de la iconografía cerámica.

En cuanto a los sitios más representativos de la cultura Valdivia, el sitio homónimo fue el primero en descubrirse, el cual está ubicado en el poblado del mismo nombre, en Santa Elena. A partir de este surgen cronologías preliminares que posteriormente, con el hallazgo de sitios como Loma Alta y Real Alto, se han ido modificando y puliendo según las dataciones obtenidas para cada sitio.

Loma Alta, descubierta por Presley Norton en el año, es hasta la fecha el sitio con fechamientos más tempranos de cultivos incipientes de arruruz, maíz y otros, identificados a partir del análisis de fitolitos y de gránulos de maíz.(Piperno, 2011; Zarrillo et al., 2008)

De la misma forma, Real Alto, cuya ocupación tuvo su apogeo en la fase Valdivia III, es considerado un centro ceremonial. Fue descubierto a inicios de los años 70 por Jorge Marcos, quién a la par de investigadores como Donald Lathrap, Jonathan Damp y

James Zeidler lograron definir al sitio como máximo exponente de la organización social de los sitios del Formativo, esto a partir de los hallazgos de centros ceremoniales y áreas dedicadas a prácticas funerarias, muchos de ellos con parafernalia que indicaba jerarquización social (Marcos,). Este sitio es de especial interés para la presente investigación, debido a su cercanía con el sitio Loma Entre Ríos

La cerámica Valdivia es un aspecto que destaca dentro de los hallazgos más significativos, puesto que es un reflejo del nivel de especialización de los valdivianos. La cerámica además permitió realizar la cronología por fases de la cultura. Inicialmente, Meggers en la década de 1960, realiza una clasificación de cuatro fases, que posteriormente fue reemplazada por la cronología realizada por Betsy Hill en 1972, quién definió ocho fases para la cultura Valdivia de acuerdo a su nivel de refinamiento cerámico. Sin embargo, actualmente es ampliamente utilizada la cronología establecida por Marcos y Michczynski en 1996 (tabla 4), basada en dataciones radiocarbónicas calibradas y de termoluminiscencia.

Fase cultural	Cronología (datación calibrada)
Fase 1	3800-3300 a.C.
Fase 2a	3300-3000 a.C.
Fase 2b	3000-2800 a.C.
Fase 3	2800-2400 a.C.
Fase 4	2400-2250 a.C.
Fase 5	2250-2100 a.C.
Fase 6	2100-1950 a.C.
Fase 7	1950-1800 a.C.
Fase 8a	1800-1600 a.C.
Fase 8b	1600-1450 a.C.

Tabla 4. Secuencia de fases cerámica y dataciones calibradas de la cultura Valdivia. Obtenido de Marcos y Michzynsky (1996)

1.6.2 Características de la sociedad Valdivia (fases II y III)

Para comprender la organización social de la sociedad Valdivia durante las fases a estudiar, es necesario conocer sus características y componentes. A partir de la fase II y III (3350 – 2750 AC), primero, se observan cambios en las formas de las viviendas, en donde los habitantes empiezan a construir casas con estructuras de madera, con techos de paja o palma y paredes de ramas gruesas o de caña (Marcos, 2015). En la fase III específicamente, se conoce que en el sitio Real Alto la población se caracteriza por conformarse de grupos tribales sin jerarquización, con la producción doméstica como parte de su subsistencia (Marcos, 2015). Esto último se evidencia a través del hallazgo de mayor cantidad de instrumentos de molienda y figurillas de cerámica (García, 2006).

1.6 Antecedentes paleoambientales

Los estudios relacionados a la subsistencia en la región de Santa Elena han permitido reconstruirla desde el periodo Las Vegas. Esta cultura fue estudiada por Karen Stohert (1985, 1988), quien mediante el análisis de la subsistencia de este grupo, se determinó mediante análisis faunístico y de fitolitos como aprovecharon tanto recursos terrestres como marinos y con proximidad a ríos, esteros y manglares. En cuanto al aspecto del aprovechamiento de especies vegetales, los grupos Vegas evidenciaron el manejo e incipiente producción agrícola de maíz silvestre y calabaza. Otro aspecto importante a subrayar es los hallazgos de fitolitos de gramíneas, y familias de las *Amaranthaceae*, *Asteraceae*, *Nyctaginaceae*, *Bromeliaceae*, *Malvaceae*, *Campanulaceae*, *Nymphaeaceae* y *Umbelliferae*, que generalmente se encuentran en entornos semi áridos (Stothert, 1985).

En cuanto a los sitios ampliamente estudiados, los sitios OGSE-80 y 67 fueron estudiados desde la arqueobotánica por Dolores Piperno (2003). En esta ella determina la presencia de *Cucurbita* (zapallo y calabaza) a través del análisis de fitolitos recuperados de sedimentos de ambos sitios. A partir de este hallazgo, datado en la fase tardía del Pleistoceno (12 000 – 10 000 a.C), se comprende a la cultura las Vegas como una cultura que practicaba la domesticación incipiente de plantas como las mencionadas, con producción de alimentos independiente, y paralela a la de culturas de Mesoamérica (Piperno et al., 2003).

Por su parte, en las investigaciones de la fauna que formaba parte de la dieta de los pobladores de Las Vegas se encuentran la zarigüeya, osos hormigueros, lobos, venados, boas, tiburón, bagre, corvina, etc.

Durante el periodo Las Vegas, en la provincia de Santa Elena se han estudiado los indicadores de paleoambientes a través del estudio de la alimentación y la paleovegetación. Sarma, en 1969 y 1974, estudia restos de malacofauna como *Anadara tuberculosa*, *Cerithedea pulchra*, *Strombus gracilior* y *S. peruvians* durante este periodo, en el que propone que existió un clima con mayor humedad y mayor sequía según sus estaciones, esto comparando con las condiciones climáticas del presente. Asimismo, Byrd (1981, 1996), continúa en sus investigaciones del paleoclima y propone también un clima más seco y húmedo a partir de las fluctuaciones en el nivel del mar y la desaparición de manglares; Byrd, a partir de muestras tomadas en lo profundo del mar litoral ecuatoriano por Hough en 1953, determina que existió un clima más frío que el actual. Por su parte, Pearsall menciona que la creencia de Byrd de que las condiciones más secas destruyeron el manglar no tiene correlación, debido a que el deterioro de este ha sido por razones antrópicas.

En 2016, Pearsall y colaboradores, realizan nuevas investigaciones en tres desembocaduras fluviales en Chanduy, Santa Elena, en donde obtuvieron como muestras los núcleos extraídos de los pantanos en donde desembocan el Río Verde, Río Zapotal y Río Grande. A partir de los estudios de polen y fitolitos de cada secuencia sedimentaria se concluyó que, los habitantes del Holoceno temprano y medio enfrentaron desafíos y ventajas de las oscilaciones climáticas presentes, y estas no presentaban cambios trascendentales comparadas a las del presente.

1.7 Antecedentes arqueobotánicos

Los estudios arqueobotánicos llevados a cabo en el área comprenden análisis antracológico, de fitolitos en suelo, de gránulos de almidón y de polen, cada uno de estos permitió inferir posibles estrategias de subsistencia. La identificación de diversas especies

vegetales respalda el uso estos en aspectos como la vivienda, combustible, alimentación y agricultura.

Las investigaciones arqueobotánicas realizadas en sitios Valdivia han sido ampliamente documentadas. Primero, Deborah Pearsall en 1979, en su tesis doctoral reconstruye las formas de subsistencia en Real Alto, y lo documenta en su libro *“Producción de alimentos en Real Alto: el problema de subsistencia en el Formativo Ecuatoriano”*. Aquí detalla cómo el modo de vida de la población Valdivia asentada en el sitio, de la cual se solía creer que su economía dependía de los recursos marítimos, por la gran evidencia de conchas como la *Anadara tuberculosa*, se basaba en el aprovechamiento de las zonas inundables cercanas a los ríos, zonas de aluvión bajo o planicies inundables. La evidencia de esto fue a partir del análisis de fitolitos, madera y semillas, que se vio legitimado además por los patrones de asentamiento en Real Alto que a partir de la fase III, los grupos humanos se empezaron a asentar en las zonas más ribereñas del área, cercanos de los afluentes del Río Verde y Río Zapotal (Marcos, 2015). Por otra parte, la autora generó y propuso modelos de subsistencia basados en plantas de cultivos tanto anuales como estacionales para el sitio Real Alto

En cuanto a las evidencias entorno a las prácticas agrícolas, los cultivos de maíz en Real Alto y OGSECH-20 fueron inferidos a partir del análisis de fitolitos realizados en primera instancia en 1978 por Pearsall, en la cual identificó morfologías de fitolitos en forma de cruz, que son representativos de fitolitos de maíz silvestre y de maíz. A partir de este estudio se determinó que en la costa ecuatoriana durante el periodo Formativo se cultivaba maíz en fechas tan tempranas como 2450 a.C.

En 1979, los primeros estudios sobre la subsistencia Valdivia reflejaron evidencia del uso de diversas plantas a partir de la presencia de semillas, frutos y fitolitos. En el análisis de los últimos realizado por Pearsall, se evidenció que desde la ocupación más

temprana de Valdivia se cultivaba el maíz (*Zea mays*), datado por asociación con carbones entre 4740–4300 a.C., los cuales fueron encontrados en herramientas líticas con fines alimenticios, lo que representaría el cultivo y aprovechamiento del maíz en contextos domésticos desde fases tempranas, contrario a la creencia de la presencia del maíz a partir de Valdivia Medio.

El estudio anterior reveló que en la etapa temprana y media de Valdivia en Real Alto, las plantaciones de especies estacionales tales como maíz, fueron sembradas en zonas de aluvión bajo, que con condiciones climáticas equivalentes a las presentes, permitirían el aprovechamiento de los entornos ribereños cercanos a sus asentamientos; por otra parte, las especies como el llerén y yuca, cuyo periodo de cultivo es más extenso, pudo haberse dado a lo largo del año sin la dependencia de la lluvia, siendo una hipótesis el uso del agua subterránea y posteriormente el *pot irrigation* o riego manual de las plantas con un recipiente cerámico (Pearsall, 1979).

En el año 2020, Pearsall publica nuevas investigaciones respecto a la producción de alimentos en Real Alto, la cual determina que la hipótesis presentada por Donald Lathrap sobre Valdivia en la década de 1970 era correcta, quien definía a la población valdiviana como una sociedad agrícola, y que la pesca, caza y la recolección eran complementarios en su subsistencia. Esto fue determinado a partir de análisis de fitolitos y gránulos de almidón obtenidos de restos de materiales arqueológicos de la fase III, entre estos, piezas dentales a las cuales se les pudo identificar los gránulos de almidón presente en el cálculo dental (Pearsall et al., 2020).

En cuanto a los estudios arqueobotánicos realizados en Loma Alta, un sitio Valdivia ubicado a 26 km del sitio Real Alto, Zarrillo (2008) efectúa un estudio de microrrestos botánicos, fitolitos y almidones, en cerámica perteneciente a fases tempranas de Valdivia dentro de un contexto doméstico, donde se analizaron ocho muestras de

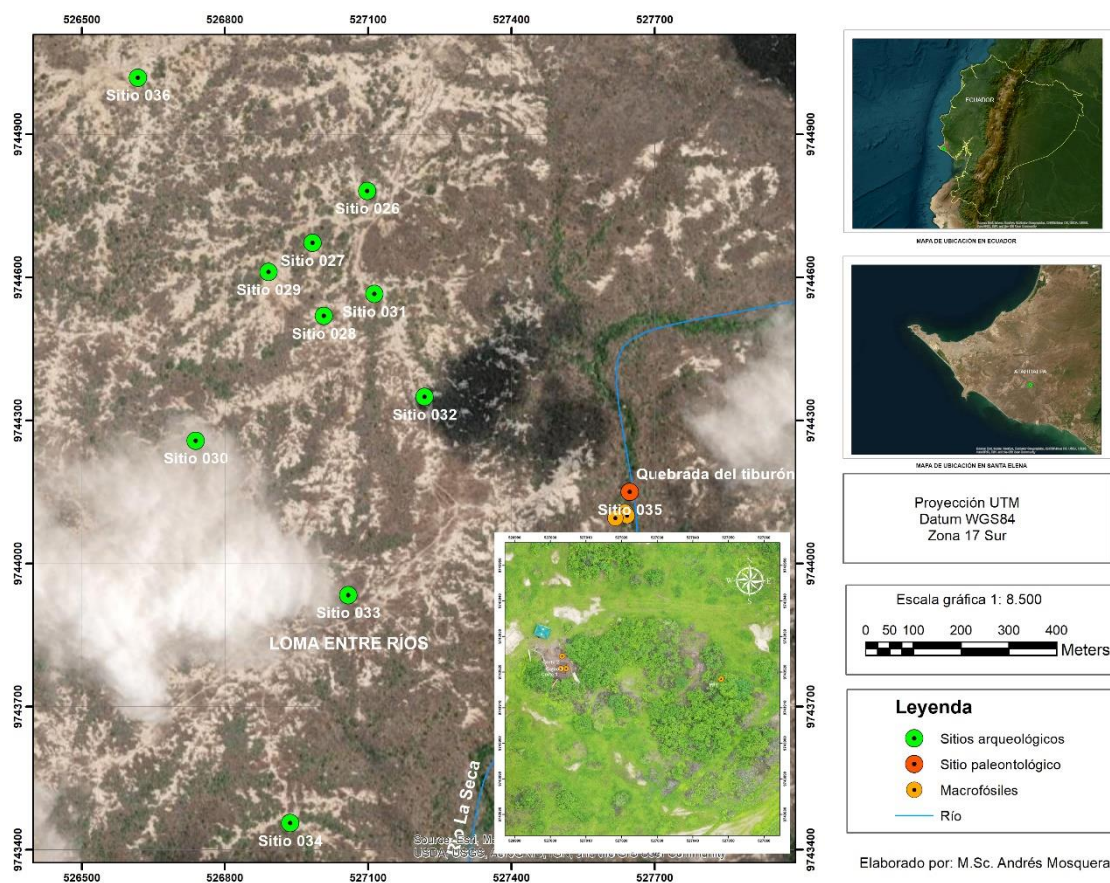
cerámica, ocho de lítica y siete muestras de sedimento. En los resultados de esta investigación, el maíz apareció dentro de la mayoría de las muestras y sus fechamientos eran tempranos, asimismo, un descubrimiento importante, fueron los gránulos de almidón pertenecientes al frijol canavalia (*Canavalia ensiformis*), los cuales demostraban evidencia de alteraciones por las técnicas de preparación. Para poder cocinarlos, debieron aplicar soluciones salinas, asimismo para cocinar el maíz y el ají (*Capsicum annuum*). La autora menciona que esto además explicaría la ausencia de tubérculos como la yuca (*Manihot esculenta*) y arruruz (*Maranta arundinacea*), ya que si son cocinados en solución salina pueden gelatinizarse y no conservarse en los materiales cerámicos (Zarrillo et al., 2008).

1.8 Sitio Loma Entre Ríos

La información del sitio y los trabajos arqueológicos realizados han sido cortesía del MSc. Andrés Mosquera, obtenido del informe entregado al INPC.

El sitio Loma Entre Ríos se encuentra ubicado en la parroquia Atahualpa, en la comuna Entre Ríos del cantón Santa Elena. Cerca del sitio, se encuentra el río La Seca, con planicies inundables aptas para el cultivo agrícola. Sus coordenadas geográficas son 9743933 N / 527059 E. Está ubicado sobre una colina baja en la cual al descubrir material cultural característico de la cultura Valdivia y Guangala en superficie se decidió realizar una prueba de pala de 0.5 x 0.5 cm.

Figura 1. Mapa del sitio Loma Entre Ríos. Tomado de Mosquera (2025)



El cateo 1 está ubicado en las coordenadas 9743920 N / 527004 E, este se excavó hasta una profundidad de 30 cm/bs. En este los hallazgos a medida que avanzaba la excavación fueron aumentando y a la vez provocaron que se ampliara la excavación; los hallazgos en el D2 (depósito 2) revelaron la posible ocupación Valdivia (figura 1).



Figura 2. Cerámica diagnóstica Valdivia asociada a restos de arcilla cocida. Tomado de Mosquera (2025).

El corte 1, ubicado en las coordenadas 9743921 N / 527003 E se realizó cerca de una pendiente moderada. Aquí se excavó un área de 4 x 3 m, que se subdividió en 12 subunidades, diferenciadas de la letra “A” hasta la “L”. Primero se excavó por niveles estratigráficos naturales, pero a medida que incrementaba el material cultural, se decide hacerlo bajos niveles arbitrarios de 5 y 10 cm.

Para la presente investigación, es de especial interés la información obtenida del D2, que evidenció gran cantidad de material cultural Valdivia de sus fases II y III, a continuación, se detallan los hallazgos.

El D1 en líneas generales, presenta cerámica y lítica en sus primeros dos niveles, y en el segundo se cuenta con presencia de carbón vegetal. La cerámica encontrada se la asocia a ocupaciones Guangala.

El D2 empieza en el nivel 3, de 20 a 30 cmbd. Este presentó material cultural en cada subunidad. En el lado sureste se evidenciaron restos faunísticos asociados a

cerámica, lítica y arcilla cocida, mientras que al norte se presentaron restos óseos humanos. Por otra parte, en la subunidad A, se presentó malacofauna, en el mismo nivel de la subunidad B o cateo 1.

En el nivel 4 (30-35 cmbd) se registró el rasgo 1, caracterizado por poseer arcilla compactada e inclusiones de materia orgánica en este, extendido a lo largo de las cuadrículas; este rasgo corresponde a un piso.

En el nivel 5 (35-40 cmbd) se encontró el rasgo 2, compuesto de una acumulación de restos faunísticos probablemente de un mismo individuo, asociados con cerámica, lítica, arcilla cocida y mayor cantidad de muestras de carbón vegetal.

El nivel 6 pertenece al D3, en este se encuentra el rasgo 3, compuesto por restos óseos humanos desde el nivel 45 cmbd de D2. El nivel 4 (50-56 cmbd) es D4, culturalmente estéril.

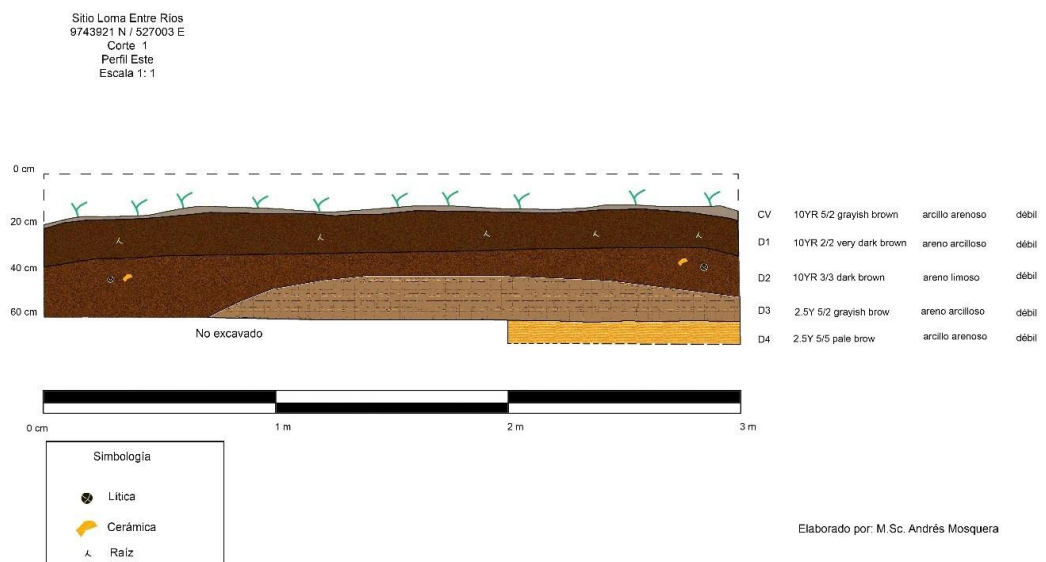


Figura 3. Representación gráfica del perfil estratigráfico del corte 1. Tomado de Mosquera (2025)

La estratigrafía del Depósito 2, de 20 a 45 cmbd se caracteriza por ser de color negro (10YR 2/2 very dark Brown); con textura areno arcillosa; estructura débil y de consistencia húmeda pegajosa; con raíces. Se registró material cultural.

Posteriormente, se excavó el corte 2, ubicado al norte del corte 1 con las coordenadas 9743924N / 527003 E, esta tuvo una dimensión de 2m x 2m y se realizó entre niveles naturales y arbitrarios.

En el D2 del presente corte se registró a partir de los 20 cmbd en el nivel 2, y en este se encontró cerámica, lítica, restos malacológicos y arcilla cocida.

En el nivel 3 (30-30cmbd) se encontró gran cantidad de material diagnóstico y rasgos. En el nivel 4 se encontraron 4 rasgos

- Rasgo 1: restos humanos asociados al rasgo 3 del corte 1, con lítica y restos malacológicos.

Al culminar la temporada de excavación, se obtuvieron muestras de fitolitos del perfil este del corte estratigráfico, para esto se extrajeron núcleos de sedimentos. En el caso del depósito 2 se tomaron dos muestras. Por otra parte, se recuperó en el depósito 2 muestras de carbón, los cuales fueron datados y se registraron los siguientes fechados:

Tabla 5. Dataciones convencionales de carbón en el depósito 2. Tomado de Mosquera (2025)

Sitio	Procedencia	Material	Datación convencional	Error (±)
033	S33-CO-1CU- A-004	Carbón vegetal	3080	25
033	S33-CO-1CU- A-006	Carbón vegetal	4310	40

Capítulo II

2. Marco Teórico

2.1 Enfoque teórico

En la ecología, se han definido conceptos que definen al ambiente como un sistema en donde todos sus miembros se interrelacionan, sin embargo, el rol del ser humano va más allá de conformar un rol pasivo dentro del ambiente, ya que este implica el criterio cultural, que adapta, influye y modifica la totalidad de la *red de vida*¹. (Steward, 1973).

Forde (1949) sostiene que entre el entorno físico y las acciones humanas se interpone un conjunto de elementos culturales, compuesto por valores, saberes y creencias, que actúan como mediadores en esta relación.

La base de la ecología cultural se enmarca en la búsqueda de explicar el origen rasgos y patrones culturales particulares que caracterizan a distintas áreas en lugar de realizar principios generales para cada entorno cultural. Este enfoque busca la interrelación entre la tecnología y el entorno; los patrones de comportamiento involucrados en la explotación de un área en específico mediante una tecnología particular; comprobar la amplitud en los que los patrones de comportamiento implican la explotación del entorno y cómo afectan a otros aspectos de la cultura. (Steward, 1973)

Lewis Binford en *Archaeology as Anthropology* (1962), a partir del enfoque ecológico cultural de Steward, tiene la necesidad de comprender a la cultura es un sistema que debe observarse dentro del contexto tanto social como en el entorno, no solo como el resultado de influencias que lo harían caer en un determinismo ecológico. Dentro de la propuesta de Binford, los procesos culturales deben estudiar elementos artefactuales y el

¹ *Total web of life*, término que hace referencia al entorno en donde plantas y especies interactúan entre ellas dentro de un territorio particular. Steward (1973)

contexto, dentro del cual se posiciona el sistema ecológico. Para esto, los artefactos inmersos dentro de un contexto tendrían funcionalidades sociales, tecnológicas e ideológicas (Binford, 1962). En el caso del mundo vegetal, las plantas serían un artefacto que ha sido modificado por el hombre (manejo y domesticación) y su uso es un elemento a estudiar, ya que cada elemento dentro un sistema o subsistema cultural presentará su determinada funcionalidad contextual (Giovanetti et al., 2008)

Una vez mencionada la relevancia del contexto, se conoce que la arqueología siempre ha considerado el contexto ambiental, desde sus interpretaciones histórico-culturales hasta el presente, donde tiene mayor protagonismo. Dentro de la corriente procesual toma relevancia los estudios ambientales, tales como la arqueobotánica, zooarqueología y geoarqueología. (Butzer, 1982)

Dentro de los estudios arqueológicos, el contexto implica interpretar las dimensiones del ambiente cultural y no cultural, considerando el espacio y la temporalidad para comprender desde un vestigio material hasta sitios en su totalidad (Butzer, 1982). Para esto, se propone el objetivo de estudiar a los sitios y sus componentes como parte del ecosistema humano, donde las poblaciones interactuaron con el ambiente de manera social, económica y espacial. A partir de las ciencias naturales, la arqueología toma los conceptos de espacio (clima, flora y fauna, topografía y grupos humanos), escala, complejidad, interacción (tanto humano-humano y humano-ambiente) y estabilidad (respuesta a retroalimentación negativa de procesos internos o externos de una comunidad) para el estudio dentro de las ciencias arqueológicas (Butzer, 1982).

Dentro de la arqueología procesual y su relación contextual en la que se enmarca la ecología, surge la necesidad de responder preguntas de índole económicas, en donde los modos de subsistencia eran incógnitos que se empezaron a resolver a partir de la consideración de las plantas como evidencia de procesos económicos, sociales y rituales

de las poblaciones (Butzer, 1982). Para esto, es necesario comprender el desarrollo de las técnicas e interpretaciones del registro arqueobotánico.

2.1.2 Subsistencia y alimentación

Para lograr satisfacer necesidades fisiológicas básicas, la subsistencia es un componente de la vida social que busca asegurar la obtención de recursos alimentarios (Darvill, 2008), sin embargo, esto no debe estar asociado con la búsqueda de alimentos como una actividad que solo es necesaria para la sobrevivencia, sino que esta era una actividad a la que le dedicaban un tiempo determinado, que incluso permite el almacenamiento de alimentos (Bonomo et al., 2019). De tal manera, se debe entender a la subsistencia como una variable independiente de factores externos como los climáticos, ya que las personas, desde el precerámico, han logrado explotar distintos tipos de recursos del medio ambiente.

Dentro de los estudios arqueológicos, la arqueología ha buscado comprender la subsistencia de grupos humanos durante periodos tempranos de caza y recolección hasta la transición a una economía de amplio espectro (Flannery, 1976). La economía de amplio espectro se basa en el aprovechamiento de distintos tipos de recursos, tanto terrestres como marinos, y esta fue una razón para la domesticación de plantas y animales (Bonomo et al., 2019). Esta además desencadena la producción de alimentos, lo que transforma por completo los modos de subsistir de los grupos humanos (Bonomo et al., 2019).

Estas transformaciones incrementaron a la par de la complejización social, en donde existía mayor conocimiento especializado sobre técnicas de cultivo, mayor tecnología, transporte y comercio (Bonomo et al., 2019).

Asimismo, la arqueología de la alimentación se fundamenta en los estudios de la subsistencia dentro de la disciplina arqueológica. Según Bonomo (2019), la alimentación

se constituye como una gran diversidad de prácticas sociales, la que involucra distintas dimensiones culturales tanto individuales como colectivo y son reproducidas diariamente (Mintz et al., 2002). Para poder acercarnos a conocer los vínculos e interconexiones de la esfera social y el papel de la alimentación, el registro arqueológico permite conocer empíricamente, desde la arqueobotánica, el uso de especies vegetales y cuáles de estas fueron utilizadas como parte de las prácticas alimenticias de un grupo humano.

2.1.2 Arqueobotánica

La arqueobotánica es una disciplina que a partir de la utilización de metodologías que provienen de la botánica estudia la interacción de las sociedades humanas del pasado con su medio ambiente (Rojas-Mora & Flores-Correa, 2023). Los restos vegetales pueden aportar información sobre el paisaje, entorno de los sitios estudiados y cómo estos recursos fueron aprovechados como alimento, material de construcción, medicinales, entre otros. Arqueológicamente, los restos vegetales son la evidencia principal de la transformación del paisaje, siendo los macrorrestos como madera, carbón, etc., y microrrestos vegetales encontrados tanto en sedimento, material lítico o cerámico, cálculo dental los indicadores que nos permitirían conocer cómo se fueron constituyendo los paisajes culturales. (Bach, 2023)

Los microrrestos vegetales pueden ser almidones y silíceos fitolíticos, los cuales se encuentran en el registro arqueológico proporcionando a partir de su análisis microscópico evidencias que permiten conocer a profundidad el contexto paleoambiental de un sitio, además de ser material que perdura en el tiempo sin sufrir alteraciones elementales. (Lefebvre et al., 2020)

Giovanetti et al. (2008) consideran a la arqueobotánica como las prácticas arqueológicas que buscan responder preguntas acerca de la dinámica social a partir de la identificación y análisis de los materiales botánicos recuperados como parte del registro arqueológico.

Rodríguez (2008), establece que la arqueobotánica se enmarca en el vínculo entre la botánica y la arqueología, lo cual enmarca la investigación de los rasgos ambientales dentro de la ecología (Clarke, 1972). Estando estrechamente relacionados ambos términos, para permitir la identificación de especies vegetales en contextos arqueológicos e interpretar estos datos en base con su datación, procedencia, áreas de captación, uso, intercambios de pequeña, media y larga escala, migraciones y demás criterios aplicables, como considerar la reconstrucción de la flora del pasado y la dinámica de los cambios dentro de las comunidades vegetales (Rodríguez M. F., 2008). También menciona la relevancia para los estudios de subsistencia el análisis de múltiples líneas de evidencia (Rodríguez M. F., 2008), tales como el análisis de fitolitos y almidones descritos a continuación.

2.1.3 Almidones

Los almidones son cuerpos orgánicos formados por dos cadenas de glucosa, amilopectina y amilosa, los cuales son producidos en las plantas y tienen la función de convertirse en glucosa para el transporte de energía, lo cual es aprovechado en la alimentación humana (Rodríguez M. C., 2023).

En cuanto al nivel de identificación taxonómica, el Código Internacional de Nomenclatura de Almidones (ICSN por sus siglas en inglés) establece que los gránulos de almidón son diagnósticos de específicamente al género y la especie y otros incluso son diagnósticos de variedades de plantas, como el *Zea mays*. (ICSN, 2011)

Existen dos categorías establecidas para los almidones: los almidones de almacenamiento y de transferencia. Los almidones de almacenamiento se caracterizan por almacenar energía a largo plazo, y se producen en los amiloplastos de semillas, raíces, tubérculos, frutas y rizomas, su morfología es genéticamente controlada, lo cual es la diferencia principal con aquellos de transferencia, los cuales naturalmente no permiten ser identificados (Reichert, 1955)

En cuanto a la estructura del grano de almidón, las partes que lo conforman son el principal criterio diferenciador en la observación e identificación según la especie a que pertenezca, a continuación, los criterios que lo componen:

1. Forma: Pueden ser circulares, ovalados, triangulares, cuadrangulares, pentagonales, hexagonales, truncados, trasovados, oblongos, polimorfos, elípticos y oblongos. (Pagán, 2015)
2. Hilum: El hilum ha sido definido como el lugar donde empieza a formarse el almidón o su núcleo (Loy et al., 1992). Se dividen en hilum abierto e hilum cerrado y su ubicación puede encontrarse tanto en el centro como más cercano a su borde, estas posiciones se definen como céntrica y excéntrica, respectivamente. (Pagán, 2015)
3. Las facetas o puntos de flexión: son vistas como pequeñas hendiduras en los márgenes, y suelen ser encontradas almidones irregulares o poligonales (Pagán, 2015)
4. Laminado: Indican el crecimiento mediante formas de capas o anillos, visibles en los gránulos más grandes, pueden ser concéntricas o excéntricas, circulares u ovaladas (Pagán, 2015)
5. Cavidad o fisura: Está ubicada en el hilum, no se presenta en todas las especies, y en las que sí, sería un indicador diagnóstico de la planta. Pueden tener forma

lineales o geométricas (Pagán, 2015) y pueden verse alteradas por procesos de producción de alimentos.

6. El borde: Son líneas que delimitan los gránulos, pueden ser dobles o simples y su presencia permite determinar las variedades que existen entre la misma especie. (Pagán, 2015).
7. Cruz de extinción: La cruz puede ubicarse de manera céntrica o excéntrica, puede tener forma de cruz o equis, con brazos rectos, ondulados o curvos (Pagán, 2015). La cruz solo puede ser observada con luz polarizada dentro del microscopio (Gott et al., 2006).

Por otra parte, es importante mencionar los procesos tafonómicos que afectan la morfología de los almidones, porque en su análisis con muestras obtenidas de cerámica de un sitio arqueológico, la preparación y consumo de alimentos provocarían cambios en la integridad de los almidones.

1. Triturado: borde simple e irregular, producto de su destrucción; hilum puntiforme y cruz de extinción irregular. (Rodríguez M. C., 2023)
2. Tostado: Mantienen la forma, el borde es irregular, hilum deforme o no visible, cruz de extinción irregular. (Rodríguez M. F., 2008)
3. Gelatinización: esto ocurre por la cocción o hervor, en donde no mantienen la forma ni la cruz de extinción. (Reichert, 1955)
4. Fermentación: Cruz de extinción tiene forma irregular o es casi inexistente y el hilum puede no distinguirse. (Rodríguez M. F., 2008)

Estas alteraciones también se asocian al lugar donde se toma la muestra, debido a que su naturaleza orgánica los haría susceptibles a daños degenerativos (Triviño, 2025), estos factores que influyen en su conservación pueden ser bióticos, como hongos y bacterias y abióticos, como el pH y la humedad (Barton & Matthews, 2006)

2.1.4 Fitolitos

Los fitolitos son micropartículas de sílice inorgánicas resultado de procesos biológicos y físicos en el que las plantas vivas depositan sílice solidificada en una ubicación tanto intracelular como extracelular después de absorber la sílice soluble presente en aguas subterráneas (Piperno, 2006). Por su naturaleza inorgánica, son resistentes a la descomposición y su nivel de conservación es alto en sedimentos arqueológicos (Lefebvre et al., 2020). Los fitolitos pueden tener un significado amplio dentro de la botánica, sin embargo, dentro de los estudios arqueológicos se especifica que el término se relaciona exclusivamente a los restos de sílice de las plantas (Piperno, 2006).

En cuanto a la formación y desarrollo de fitolitos, este empieza cuando la sílice disuelta en el suelo es absorbida por las raíces de las plantas y es transportada a la planta a través de su sistema vascular, siendo resultado del proceso de mineralización (Miller, 2008). El nivel de desarrollo que alcanzan los fitolitos se determina según criterios como el ambiente en que se encuentra, la naturaleza del suelo, la cantidad de agua en el suelo, edad de la planta y la taxonomía de la planta (Piperno, 2006), en este último criterio, cabe recalcar que no todas las plantas producen fitolitos, asimismo, la ausencia no es equivalente a no haber estado presente (Zurro, 2006).

En el suelo, el nivel de pH influye en la disponibilidad de formación de sílice, siendo los suelos más ácidos mayor disponibilidad de esta, sin embargo, altas concentraciones de óxidos de hierro y aluminio podrían remover parte de la sílice (Piperno, 2006).

Los fitolitos pueden encontrarse en diversas zonas de las plantas, tales como la epidermis y tejido subepidérmico. En lugares donde existe mayor cantidad de agua están vinculadas a mayor producción de la silicificación de células buliformes. Las

angiospermas, gimnospermas y pteridofitas son quienes producen mayor cantidad de fitolitos, por otro lado, las Amaranthaceae, Chenopodiaceae, ñames y aráceas no producen fitolitos (Piperno, 1985).

Los monocotiledóneos (pasto, palmas y juncos) y dicotiledóneos producen fitolitos, pero generalmente los fitolitos son más abundantes en dicotiledóneas, esto dentro del análisis sería ventajoso porque las monocotiledóneas producen una amplia gama de formas de fitolitos, caso contrario al de las dicotiledóneas, que producen formas irregulares no recurrentes (Miller, 2008).

En las especies arbóreas, el desarrollo de fitolitos es mayor en las células de tejidos vasculares, células estomáticas y en pelos epidérmicos (Piperno, 2006).

Los fitolitos se pueden dividir en dos formas principales: la célula corta, la célula larga y las buliformes. La primera se caracteriza por incluir fitolitos diagnósticos con células individuales y la segunda se identifica por tener dos o más células adyacentes, los buliformes se relacionan a las gramíneas (Guachamín, 2017).

Las gramíneas se distribuyen a lo largo de regiones tropicales con distintos tipos de clima; los fitolitos de las gramíneas se producen por las hojas de las plantas y pueden relacionarse con un patrón o vía fotosintética, estos pueden ser del tipo C3 o C4, lo cual es dependiente a las condiciones del entorno; en cuanto a las gramíneas que están asociadas, se tienen las subfamilias de Poaceae Panicoide, Choridoideae Pooideae y Bambusoide. Las Poaceas han sido ampliamente investigadas y clasificadas (1969), Mulholland (1989), Kondo et al. (1994), Pearsall (2000) y Piperno (2006) en nivel de subfamilia

Subfamilia	Morfotipo diagnóstico	Vía fotosintética	Regiones
Panicoideae	Bilobate, Crenate,	C3 y C4	Varias regiones del mundo (Twiss, 1986)
Choridoideae	Polilobate, Short cell		
Festucoideae	and Cross		
Bambusoideae			
Pooideae	Trapeziform short cell	C3	Zona intertropical
Choridoideae	Saddle	C4	Regiones secas de baja altitud en condiciones edáficas de estres hídrico
Bambusoideae	Cross	C3	Regiones templadas (Monttietal 2011)
Festucoideae	Saddle	C3	Regiones frias y altas elevaciones intertropicales
Bambusoideae	Rondel	C3	Regiones templadas, frias y altas elevaciones intertropicales
Todas las gramíneas	Acicular hair cell Cuneiform bulliform cell Elongete (echinate or smooth) Long cells	C3 y C4	Diversas regiones

Tabla 6. Morfotipos de la familia Poaceae. Tomado de Raitz (2012) en Guachamín (2017)

Por otra parte, en el proceso de identificación de fitolitos, se deben considerar los siguientes criterios: la morfología y código, descripción, tamaño, origen anatómico y orden taxonómico de ser conocido e ilustraciones.

La descripción, debe contener las categorías de morfotipo y sus variaciones, asimismo la textura de la superficie y ornamentación (International Committee for Phytolith Taxonomy (ICPT), 2019).

- El *tamaño* debe incluir información del tamaño del rango general del morfotipo, por ejemplo, largo, ancho y diámetro.
- El *origen anatómico* debe describir en qué órgano, tejido o tipo de células se ha formado el morfotipo; si esto último no es conocido, también debe ser establecido. La taxonomía debe describir en qué taxón está presente el morfotipo.
- Las ilustraciones deben ser fotografía tomadas en el microscopio, en esta se debe visualizar la escala y de ser posible indicar la dirección.

3. Metodología

La metodología utilizada para la limpieza y separación densimétrica tanto de fitolitos como de almidones fue la propuesta por Horrocks (2005), modificada de Pearsall et al. (2004), en esta detalla las secuencias por las que pasa la separación densimétrica tanto de fitolitos y almidones.

3.1 Fase de Campo

Durante esta etapa se recolectaron las muestras necesarias para los análisis arqueobotánicos. Las muestras de sedimentos destinadas al estudio de fitolitos fueron tomadas por el MSc. Álvaro Mora, que realizó el muestro a partir de niveles arbitrarios (posicionando los núcleos de 10 en 10 cm), considerando la estratigrafía y la delimitación de los depósitos para ello. Por otro lado, las muestras de material cerámico fueron obtenidas por el equipo de excavación durante la temporada de campo, bajo la dirección del MSc. Andrés Mosquera.

3.2 Fase de Laboratorio

La fase de laboratorio se dividió en dos procesos principales: la extracción de almidones procedentes de sedimentos y la extracción de almidones en fragmentos cerámicos, procedentes del Depósito 2 (D2) de la temporada de excavación.

La primera etapa consistió en la selección y procesamiento de las muestras de sedimentos provenientes del D2. Posteriormente, se seleccionó el material cerámico diagnóstico del mismo depósito, priorizando fragmentos como bordes o paredes con engobe o decoración situadas cerca de la base de las vasijas, debido a la mayor probabilidad de encontrar residuos de almidón en esas zonas.

3.2.1 Procesamiento de muestras para análisis de fitolitos

Preliminarmente, se registraron las muestras a analizar dentro del Laboratorio de Arqueobotánica de la ESPOL con la siguiente información (tabla 7):

Tabla 7. Registro de información de las muestras (procedencia, código, sitio, depósito, nivel, material, tipo de análisis)

Código/ Procedencia	Código de Laboratorio	Nivel	Material	Análisis
Núcleo 4	ArqBT191	30	Sedimento	Fitolitos
Núcleo 5	ArqBT192	40	Sedimento	Fitolitos

El procedimiento de extracción de fitolitos se desarrolló en los siguientes pasos, definidos por Horrocks (2005):

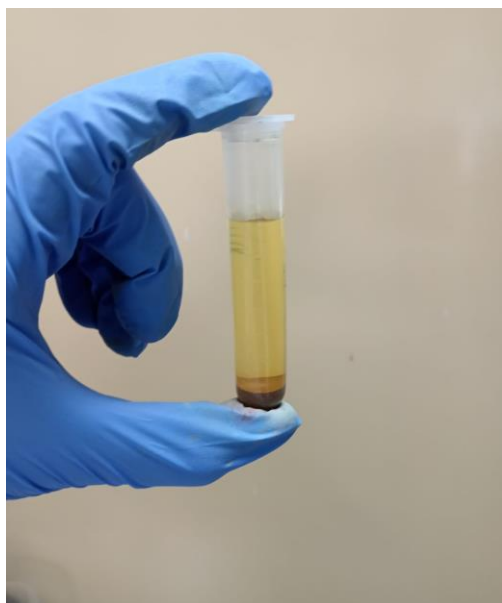
Limpieza de las muestras

Primero, se introdujeron aproximadamente 1.5 cm³ de sedimento proveniente de las muestras en tubos plásticos de 10 ml, cada uno con su respectivo código interno. Luego, se preparó una solución de agua destilada conalconox al 10% y esta fue colocada en cada tubo. Las muestras se agitaron manualmente y se centrifugaron a 3000 rpm durante 3 minutos. En cada lavada se decantó hasta 1ml y se colocaba agua destilada para continuar con la lavada.

Para las muestras 189 y 190, este paso se repitió once veces, el resto de ellas necesitaron 7 lavadas. Una vez culminó el lavado de las muestras, se las tamizaron utilizando un tamiz de 250 µm, un embudo de 100 ml y un vaso precipitado de 40 ml. El material tamizado fue trasladado nuevamente a su tubo correspondiente y centrifugado a 3000 rpm por 3 minutos.

Posteriormente, se añadió ácido nítrico bajo campana extractora de gases y se calentó en el baño maría a 80 °C, agregando clorato de potasio para acelerar la reacción hasta que el color rojizo se disipara.

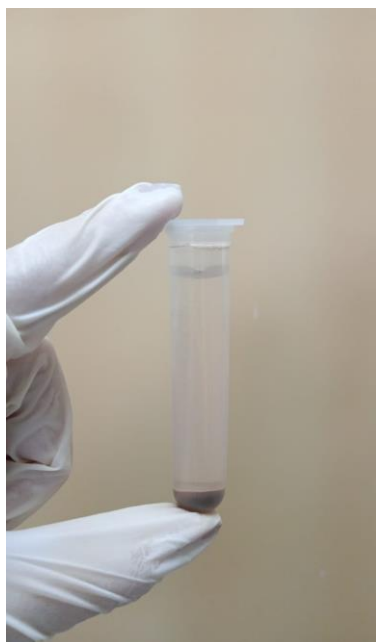
Ilustración 1. Muestra centrifugada con agua destilada después de la colocación del HNO_3



Nota: La muestra tiene una coloración amarilla debido a la reacción con el ácido nítrico.

Se centrifugó nuevamente a 3000 rpm, se desechó el líquido, y se lavó con agua destilada hasta que las muestras se aclararan visiblemente (Ilustración 1). Se incorporó ácido clorhídrico al 10% (5% del volumen de la muestra) y se dejó reposar una hora. Se centrifugó a 3000 rpm, se descartó el líquido, se lavó con agua destilada y se volvió a centrifugar (ilustración 2).

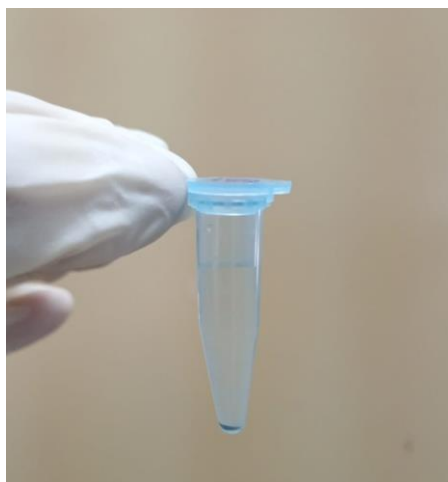
Ilustración 2. Muestra centrifugada, libre de HCl



Luego, se agregó hidróxido de potasio y se calentó en baño maría a 80 °C durante 6 minutos. Tras este tratamiento, se centrifugó nuevamente. Se descartó el líquido y se añadió politungstato de sodio bajo la siguiente condición: 2 ml si la muestra tenía 1 ml de sedimento, 1.5 ml si tenía menos de 1 ml, y 1 ml si el sedimento era mínimo. Se agitó, se centrifugó y se extrajo el sobrenadante. El sobrenadante fue transferido a tubos limpios nuevos, se completó con agua, se agitó y se centrifugó nuevamente.

Finalmente, la fracción sedimentada fue colocada en tubos Eppendorf de 1 ml para su conservación y posterior análisis (ilustración 3).

Ilustración 3. Muestra lista para ser analizada



3.2.2 Procedimiento de recuperación de almidones en cerámica

Previo a la extracción de muestras, se registraron los siguientes datos (tabla 8):

Tabla 8. Registro de muestras

Código/ Procedencia	Código de Laboratorio	Nivel	Material
S33-CA-001	ArqBT194	15 cm b/s	Cerámica
S33-CA-001	ArqBT195	15 cm b/s	Cerámica
S33-CO1-CU-D-002	ArqBT196	1	Cerámica
S33-CO1-CU-D-002	ArqBT197	1	Cerámica
S33-CO1-CU-D-002	ArqBT198	1	Cerámica
S33-CO1-CU-I-002	ArqBT199	1	Cerámica
S33-CO-1-CU-A-003	ArqBT200	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-C-003	ArqBT201	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-C-003	ArqBT202	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-C-003	ArqBT203	2	Cerámica

S33-CO-1-CU-C-003	ArqBT204	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-C-003	ArqBT205	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-C-003	ArqBT206	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-A-004	ArqBT207	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-E-004	ArqBt208	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-E-004	ArqBt209	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-F-005	ArqBt210	2	Cerámica
S33-CO-1-CU-E-008	ArqBt211	35-40cm	Cerámica
S33-CO-2-004	ArqBt212	4	Cerámica

En primer lugar, se seleccionaron fragmentos cerámicos del Depósito 2 según su tamaño, parte anatómica (bordes, paredes) y cercanía a la base de la vasija (anexos). La pared externa fue lavada con agua potable sin tocar la interna, la cual se lavó con agua destilada. Si presentaban mucha tierra adherida, esta se retiró con una espátula. El lavado se realizó con cepillos de dientes esterilizados, diferentes para cada fragmento (ilustración 4).

Ilustración 4. Limpieza de cerámica



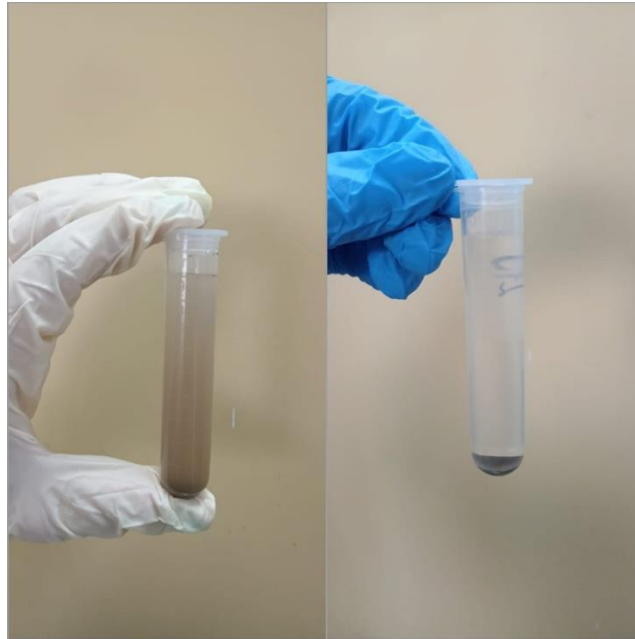
Posteriormente, contrario al procedimiento de raspado tradicional, se llevó a cabo el procedimiento de baño ultrasónico propuesto por Pagán (2015). Este se caracteriza por ser menos invasivo y consiste en lo siguiente: los fragmentos se colocaron en bolsas Ziploc con agua destilada y se los ubicó dentro del equipo Branson CPX2800H, en donde se llevó a cabo el baño ultrasónico durante 10 minutos a 40 Hz. El líquido resultante fue transferido a vasos de precipitados para decantación. Con una pipeta fue extraído el sedimento decantado y se colocó en tubos de 10 ml. La mayoría de muestras tenían menos de 1 ml de sedimento, estas se centrifugaron varias veces hasta que se aclararon.

En la muestra ArqBt210 se realizó un raspado adicional por la presencia de manchas oscuras internas, posiblemente restos de hollín. La muestra 212 correspondía a sedimento recolectado mediante raspado directo de la cerámica realizado por el MSc Álvaro Mora.

Todas las muestras se centrifugaron y se les agregó 3 ml de solución dealconox al 5%, considerando la escasa cantidad de sedimento. Se añadió agua destilada hasta

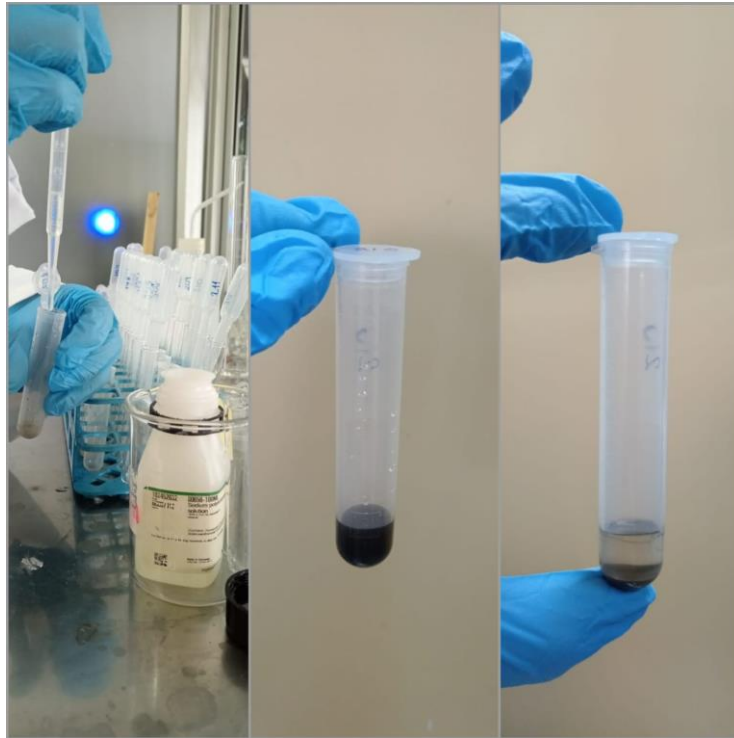
completar el volumen, se agitó y se repitió la centrifugación tres veces por muestra (ilustración 5).

Ilustración 5. Proceso de limpieza, muestra antes de la primera centrifugada (izq); muestra limpia (der)



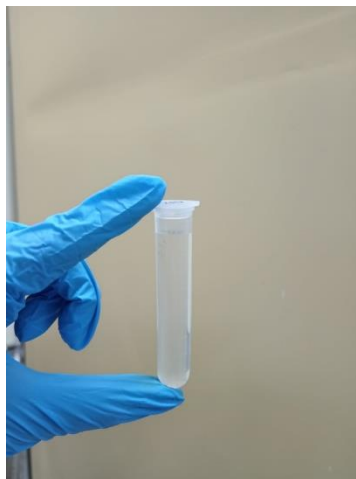
Una vez finalizado el lavado, se eliminó el líquido y se incorporaron 1.5 a 2 ml de politungstato de sodio al 1.7%. Luego se centrifugaron a 3000 rpm durante 6 minutos. El sobrenadante fue transferido a un nuevo tubo limpio, se llenó con agua destilada, se agitó y centrifugó. Este proceso se repitió las veces necesarias para eliminar el politungstato (ilustración 6).

Ilustración 6. De izq. a der. Colocando el politungstato; muestra agitada con el politungstato; muestra centrifugada con sobrenadante



Una vez eliminado el politungstato de sodio, el residuo concentrado fue transferido a tubos nuevos limpios, quedando listo para el montaje en portaobjetos (ilustración 7).

Ilustración 7. Muestra lista para su montaje



3.2.3 Montaje e identificación de fitolitos y almidones

En el montaje de los fitolitos, con una pipeta se extrajo una gota de la muestra y se la colocó en el portaobjetos, se secó la muestra y se le colocó una gota de bálsamo de Canadá, el cual es un agente resinoso que permite la conservación de la muestra por años (Horrocks, 2005). Es importante mencionar que las muestras fueron revisadas antes de colocarles el bálsamo, presentaron abundancia de fitolitos, por lo que la muestra primero fue diluida con media gota de agua destilada para facilitar el conteo.

Una vez montada la muestra en el portaobjeto, se procedió a realizar el escaneo de las muestras para identificar formas y el conteo de estas dentro de cada muestra registrado a mano a borrador.

Para la identificación de los taxones vegetales presentes, se utilizó la colección de referencia de los fitolitos de la flora ecuatoriana, publicado en el sitio web de la Universidad de Missouri² y material publicado referente a fitolitos del neotrópico (Piperno, 1989; Piperno et al., 1998)

Para el montaje de las muestras de almidones, se colocó una gota de la muestra con una pipeta en el portaobjetos, se le colocó glicerina tibia para que la muestra no se seque y se mezcló cada una (Horrocks, 2005), posteriormente, el contorno del cubreobjeto fue sellado con esmalte de uñas transparente.

Para ambos procedimientos, se utilizó el microscopio modelo Zeiss Axiolab A, donde se revisó cada muestra, primero los bordes, desde la esquina superior izquierda. Posteriormente se revisó por hileras en el mismo sentido. En la observación, se utilizó el aumento de 50x del microscopio y se fotografió cada muestra con la cámara Lumera

² <http://phytolith.missouri.edu>

Infinity2-IRC, y en el programa Infinity Analyze se las registró con los datos del aumento y escala en micrómetros.

En el caso de los almidones, además de las fotos con la escala y medidas correspondientes, se los fotografió con la luz polarizada para visualizar la cruz de extinción.

Los almidones y fitolitos se registraron de manera preliminar en un escrito a mano, en donde se detallaba cantidad de almidones o fitolitos según corresponda a cada muestra. En el caso de los fitolitos, el conteo se realizaba según la cantidad de fitolitos con la misma morfología (por ejemplo, bilobados = 17).

En cuanto a la interpretación de los resultados para conocer la dinámica cultural y ambiental del sitio, para los almidones se toman en cuenta tanto sus atributos morfológicos, recipiente en donde se encontró el almidón y la descripción de las alteraciones estructurales producto de la manipulación antrópica de las especies vegetales para consumo humano.

Asimismo, la interpretación de los fitolitos encontrados está acorde a las características intrínsecas de estos, que permiten describir a la flora del sitio en base a criterios de su estacionalidad.

Capítulo III

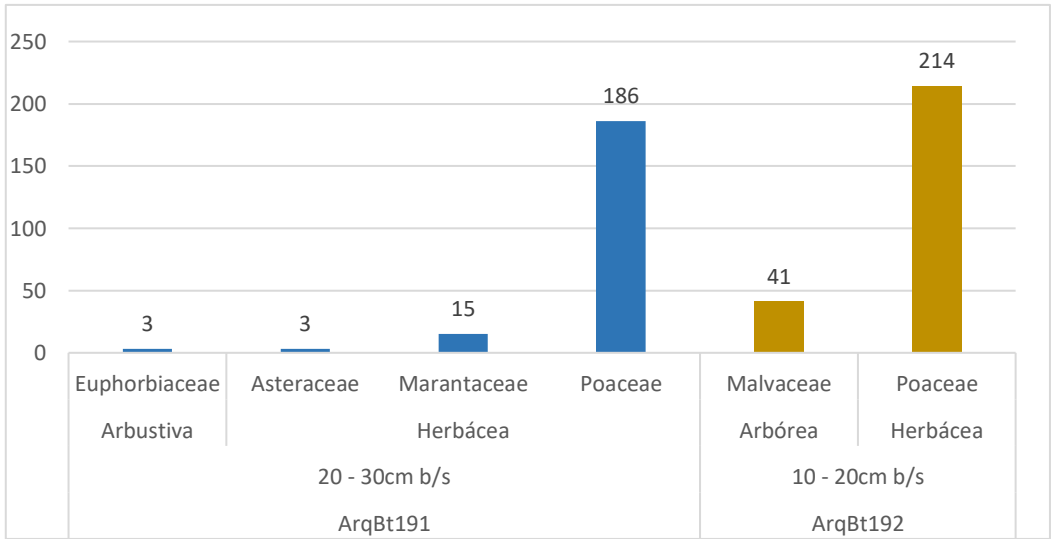
5. Resultados

En el presente capítulo se detallarán los resultados obtenidos a partir de la identificación de los microrrestos botánicos. Primero, se detallarán los hallazgos en cuanto a la presencia de fitolitos en las dos muestras de sedimento obtenidas del depósito 2, posteriormente, se puntualizarán los almidones identificados en lo artefactos cerámicos, procedentes del mismo depósito.

4. Descripción, conteo y distribución de fitolitos

Los fitolitos recuperados en las dos muestras tomadas del perfil este del corte 1, se exponen en el siguiente gráfico de barras, en donde se detallan los taxones de Familia identificados, así mismo el tipo de vegetación al que se vinculan. Después, se expondrán los resultados en cuanto a las subfamilias de las gramíneas y el entorno al que se las vincula.

Figura 4. Distribución de fitolitos por Familia.



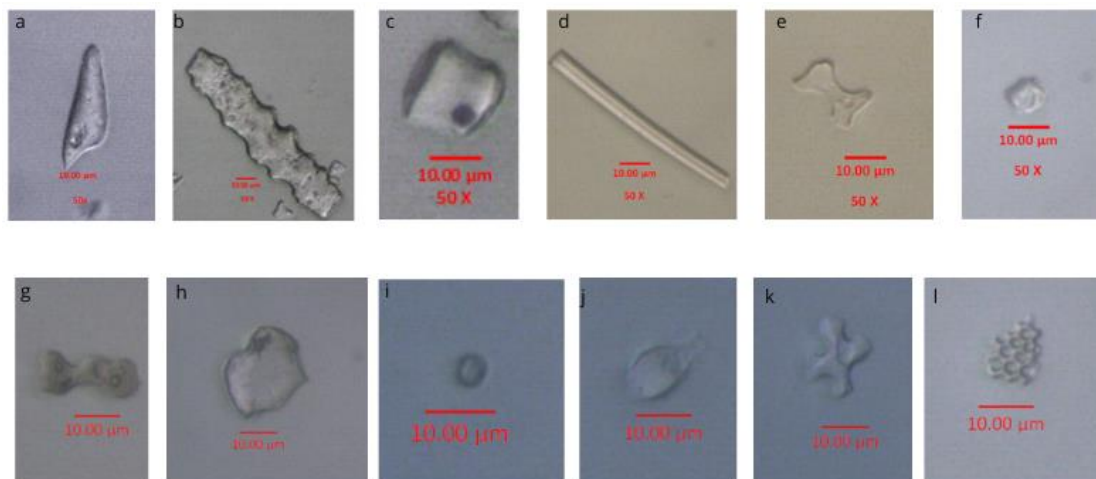
En la muestra procedente del nivel 20-30 cm (ArqBt191), se encontró la presencia de fitolitos pertenecientes a la familia Euphorbiaceae, de tipo arbustiva, la cual representa

el 1,44% de la muestra, los morfotipos sugieren la presencia de la especie *Manihot esculenta*. Con el mismo porcentaje, se encuentra la familia de la Asteraceae, con fitolitos del tipo *Treachery pitted*, esta familia se caracteriza por desarrollarse en espacios abiertos donde existe intervención antrópica (Guachamín, 2017).

La familia Marantaceae ocupa el segundo lugar respecto al mayor porcentaje de fitolitos dentro de la muestra, con un 7,24%, los morfotipos que lo conforman son del tipo *Trapeziform*. Esta familia se caracteriza por crecer en climas cálidos y húmedos de los bosques siempre verde, pre montano y montano (Jørgensen & León-Yáñez, 1999).

En este nivel, las gramíneas (familia Poaceae) comprenden la mayor parte de los fitolitos identificados (89,73%), dentro de estas, se encontraron morfotipos del tipo bilobado y polilobados (ilustración 8, e-g) que se relacionan a la subfamilia Panicoideae (Twiss, 1969); los morfotipos tipo *Saddle* (fig 8, c) se los vincula a la subfamilia Chloridoideae (Sánchez et al., 2013). Los fitolitos de la subfamilia Panicoideae se encuentran en entornos cálidos y tropicales, mientras que los Chloridoideae se caracterizan por desarrollarse en áreas cálidas, áridas a semiáridas con poca humedad (Twiss, 1992) .

Ilustración 8. Morfotipos encontrados en la muestra ArqBt191



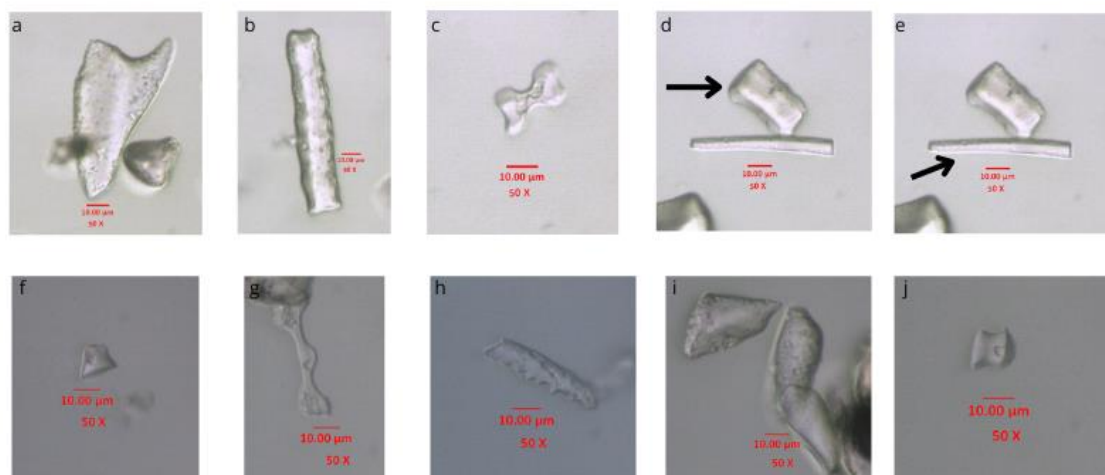
Nota: a) Acute bulbosus. b) Elongated sinuate. c) Saddle. d) Elongate entire. e) Bilobated. f) Rondel. g) Polylobate h) Trapeziform i) Spheroid psilate j) k) Cross l) Treachery

En el nivel 10-20cm b/s (ArqBt192), se encontraron dos familias del tipo herbáceas. La familia Malvaceae conforma el 16,07% del total de la muestra, siendo la planta de Ceiba el nivel taxonómico al que se llegó a identificar.

En cuanto a la familia de las Poáceas, estas ocuparon el 83,92% de la muestra total. Los morfotipos asociados a las herbáceas de la subfamilia Panicoideae son bilobados (ilustración 9, c), en cuanto a la familia Chloridoideae, se presentaron morfotipos *Saddle* (ilustración 9, j).

En ambas muestras se identificó el género Zea y obtuvieron fitolitos de tipo *Cross*, lo cual nos sugiere que esta planta formó parte del entorno ocupacional del sitio.

Ilustración 9. Morfotipos de la muestra ArqBt192.



Nota: a) Acute bulbosus. b) Elongate sinuate. c) Bilobate Cross-type d) Blocky e) Elongate entire f) Trapeziform. g) Polylobate. h) Elongate dentate i) Trapezoid j) Saddle

5. Descripción, conteo y distribución de gránulos de almidón

A partir del proceso de extracción de almidones realizados en los fragmentos cerámicos procedentes del depósito 2, tanto del cateo, corte 1 y corte 2 de la temporada de excavaciones en el sitio Loma Entre Ríos, se encontraron 26 gránulos de almidón (tabla 9) en total, la mayoría presenta alteraciones morfológicas, visibles tanto en la luz normal, como en la cruz de extinción (visible en la luz polarizada). Estas alteraciones en algunos casos dificultaron la identificación taxonómica, debido a que la anatomía de los almidones fue afectada severamente. Se detallarán los fragmentos cerámicos de los que se obtuvo la muestra correspondiente, su respectiva fotografía se encuentra codificada en la sección de Apéndices.

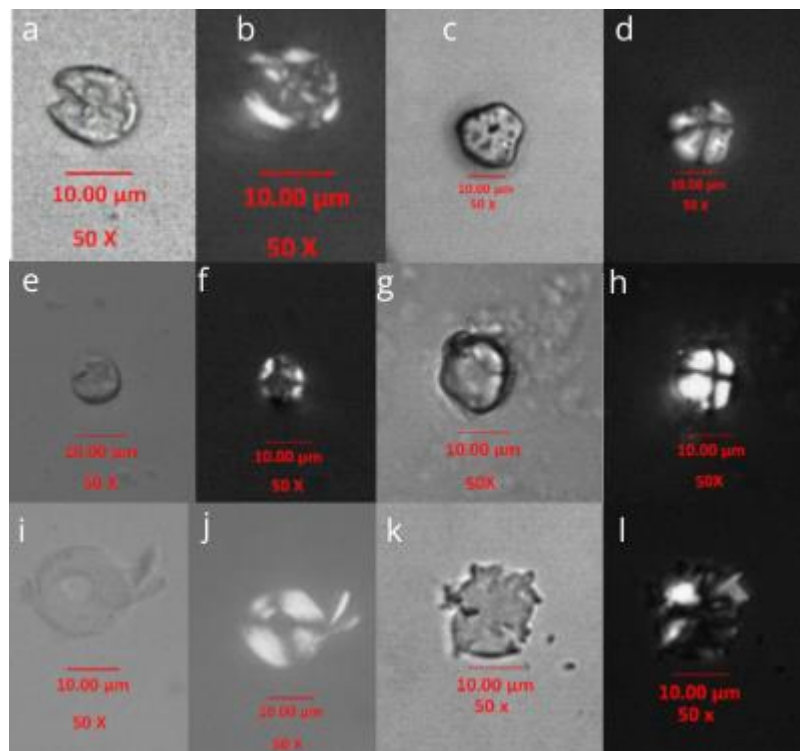
Tabla 9. Distribución de taxones en las muestras estudiadas

Muestra	Zea mays	Manihot esculenta	Cannavalia spp.	Alterados	No identificados
ArqBt194	1	1		1	
ArqBt195					
ArqBt196	1			1	1
ArqBt197					3
ArqBt198					1
ArqBt199	1				
ArqBt200					2
ArqBt201					
ArqBt202					3
ArqBt203	1				
ArqBt204	1			1	
ArqBt205					1
ArqBt206					1
ArqBt207	1				1
ArqBt208					2
ArqBt209					1
ArqBt210	1		1		
ArqBt211	1				
ArqBt212					1
Total	8	1	1	3	17

En la muestra ArqBt194, obtenida de un fragmento de borde, luego de la clasificación cerámica realizada por Mosquera (2025), resultó en que ambos fragmentos,

bordes, correspondían a la misma vasija. Sin embargo, solo en la muestra ArqBt194 se encontró un gránulo de almidón correspondiente a *Zea mays* (maíz) (Fig 10, a-b) y uno de *Manihot esculenta* (yuca) (fig 10, c-d)., el de maíz presentaba una alteración que sugiere ser resultado de un proceso de molienda o triturado.

Ilustración 10. Almidones con alteraciones



Nota: a) *Zea mays* b) *Manihot esculenta*. c-l) *Zea mays*

En la muestra ArqBt196 se encontró un total de 3 almidones, uno de *Zea mays* con alteraciones de posible molienda o triturado (Fig 10, e-f).

En la muestra 197 se encontraron 3 gránulos, los cuales no pudieron ser identificados debido al elevado grado de alteración (ilustración 12-13). Así mismo es el caso de las muestras ArqBt198, ArqBt200, ArqBt202, ArqBt205, ArqBt206, ArqBt209 y ArqBt212. En el caso de la muestra ArqBt201, esta no presentó ningún gránulo en las placas montadas (3) para la misma.

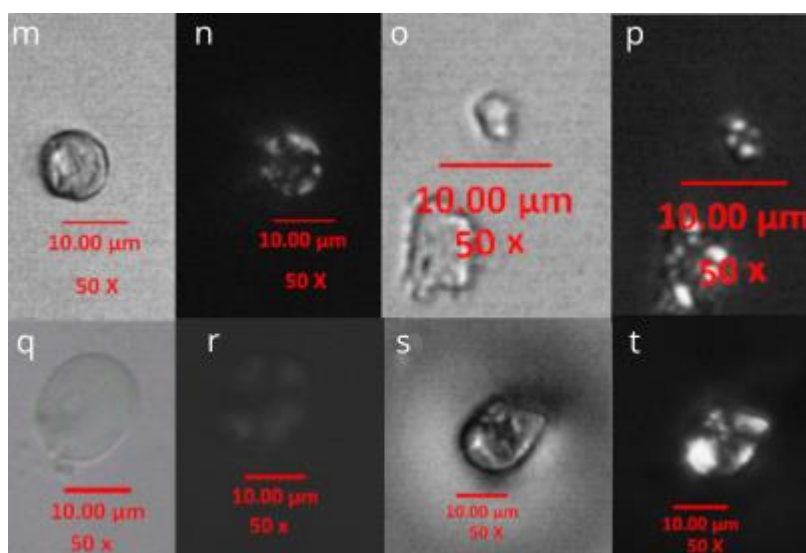
La muestra ArqBt199, un fragmento de borde perteneciente a una vasija decorada con incisiones lineales horizontales, presentó un gránulo de maíz. Asimismo, la muestra ArqBt203, un fragmento de pared decorada presentó un solo gránulo de maíz.

La muestra ArqBt204, obtenida de un fragmento de borde presentó un gránulo de maíz con alteraciones morfológicas, con una cruz de extinción poco visible, lo cual pudo ser ocasionado por altas temperaturas.

La muestra ArqBt207, de un fragmento de borde con una depresión, presentó dos gránulos, uno vinculado al maíz y el otro no logró ser identificado debido a su alto nivel de alteración.

Un hallazgo relevante es el de la muestra ArqBt208, obtenido de un borde. En este se presentó un gránulo de la familia Fabaceae, de género *Cannavalia* spp. (fig 11), el cual se vincula a frijoles.

Ilustración 11. Almidones fotografiados



Nota: m) *Zea mays* o) No identificado. q) *Canavalia sp.* t) *Zea mays*

En cuanto a la muestra ArqBt210, fragmento de pared que presentó restos de hollín, un gránulo de almidón de la especie *Zea mays* fue localizado en la muestra. Tal es el caso de la muestra ArqBt211, un fragmento de borde y cuerpo.

Ilustración 12. Almidones no identificados

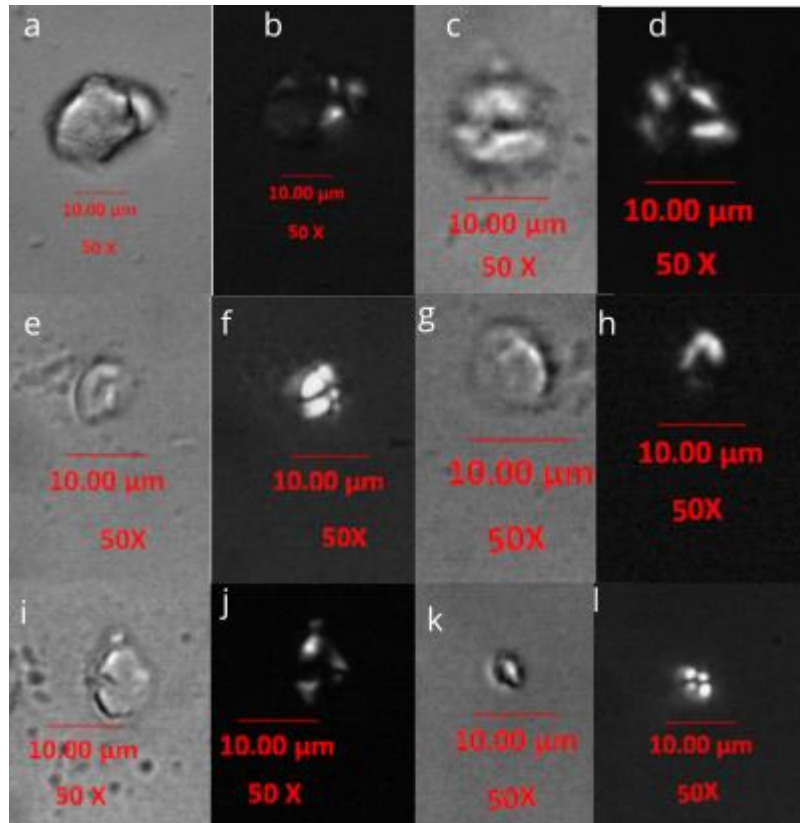
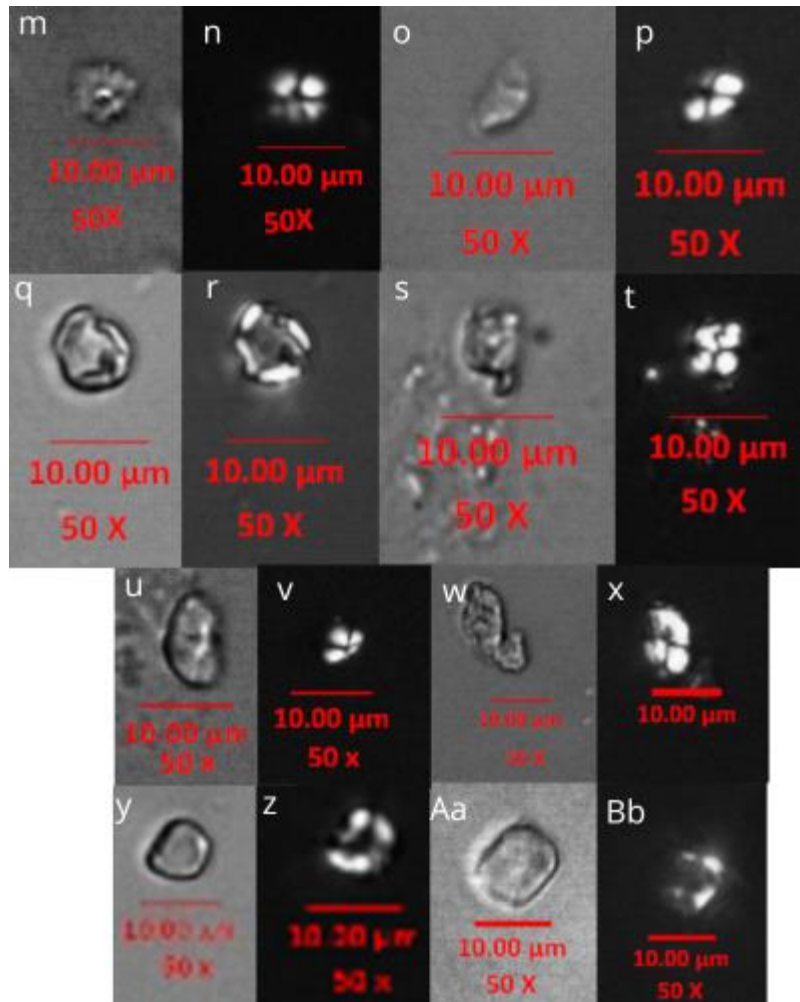


Ilustración 13. Almidones no identificados.



6. Discusión

El análisis de microrrestos vegetales realizado en el sitio Loma Entre Ríos permitió conocer que los habitantes del sitio, hace aproximadamente 3000 AC, intervinieron la zona, despejando el suelo de las especies vegetales presentes, siendo las plantas herbáceas las que más se registraron a en el registro de fitolitos.

Durante la ejecución del tratamiento físico químico de las muestras, en la primera fase de limpieza, se registró sedimento bastante oscuro, lo que podría indicar gran cantidad de materia orgánica (Horrocks, 2005). Es decir, en el área inmediata del sitio se cultivaron plantas mientras fue ocupado, a pesar de los hallazgos referentes al clima durante el Formativo Temprano que demuestran un clima estable, similar al clima del presente (Pearsall et al., 2016), se podría inferir que las personas mantenían el lugar ocupado y con sembríos a lo largo del año. Lo mencionado anteriormente puede sugerir que, en Loma Entre Ríos, similar a Real Alto, en la temporada seca siguieron cultivando, y el riego con recipientes propuesto por Pearsall podría haberse dado en el presente sitio.

En la fase de identificación taxonómica, se reconocieron todas las familias vinculadas a los morfotipos encontrados, principalmente las herbáceas. Asimismo, se identificaron las subfamilias Poaceae, caracterizadas en un estudio realizado sobre las especies herbáceas de Estados Unidos (Twiss et al., 1962). En este, se relacionan los morfotipos presentes con las subfamilias Panicoideae y Chloridoideae, relevantes para el presente trabajo ya que permiten conocer los tipos de vegetación presente y vincularlos con el clima en el que se desarrollan este tipo de especies. Según Twiss y colaboradores (1962) los fitolitos de estas subfamilias pueden no ser exclusivos, principalmente dentro de muestras arqueológicas. Sin embargo, los tipos de fitolitos encontrados, según las condiciones modernas, permiten considerar que la presencia de estas subfamilias da

resultados contundentes respecto a la vegetación y contribuyen a la comprensión del ambiente.

Dentro de las muestras, se encontraron las subfamilias Chloridoideae y Panicoideae, perteneciente a la familia de las gramíneas. Llegar a esta clasificación permite conocer el tipo de vegetación predominaba a partir de muestras de suelo o paleosuelos (Twiss, 1992). En el caso del presente proyecto, permitió determinar que la vegetación característica del sitio, la cual estaba compuesta por especies herbáceas como la asterácea y poaceae, las cuales se relacionan directamente con actividad antrópica continua e intensa (Pearsall et al., 2016), un entorno altamente perturbado por acción humana.

En la familia Marantacea, se encuentra posicionado el llerén y el arruruz, plantas económicas presentes en el registro arqueológico de sitios como Real Alto (Pearsall, 1979), sin embargo, se estima la identificación hasta el taxón familia, debido a que las especies producen morfotipos generalizados en este taxón.

Euphorbiaceae, presente en menor medida, es una especie cultivada en la costa que no es encontrada en su forma silvestre en la presente región (Chandler-Ezell et al., 2006). La presencia de esta, con registros más comúnmente encontrados en fitolitos que en gránulos de almidón, se asocia a la especie *Manihot esculenta* (yuca).

En cuanto al *Zea mays* (maíz), especie de la cual se presume, que, junto a otras especies locales, provocaran la expansión de la cultura Valdivia (Pearsall, 2002), se pudieron encontrar fitolitos diagnósticos de la misma, asociados al morfotipo *wavy top rondel*.

Por su parte, la alimentación del sitio va de la mano con los hallazgos realizados en otros sitios Valdivia, sin embargo, el análisis de almidones reveló una cantidad pequeña

de almidones identificables, ya que el nivel de alteración morfológica dificultó la identificación. Sin embargo, los gránulos encontrados sugieren que pasaron por procesos como cocción y molienda.

Los almidones son fuente de información valiosa de la dinámica cultural de un sitio (Copeland & Hardy, 2018). En el caso de Loma Entre Ríos, los análisis realizados sobre fragmentos cerámicos diagnósticos permitieron conocer la presencia de especies como la yuca, el frijol y el maíz. Muchos de estos contaban con alteraciones morfológicas que han sido documentadas, principalmente en el maíz, cómo se alteraban los granos de almidón en su forma original como su versión polarizada, es decir, la cruz solía alterarse por completo. Para el presente trabajo fue relevante conocer las investigaciones donde experimentaron con gránulos de almidón sometidos a distintos tipos de alteraciones (Babot, 2006; Chandler-Ezell et al., 2006; Henry et al., 2009), para obtener una referencia previa a la observación e identificación de almidones (anexo 1-2).

Después de la extracción de almidones realizado, el proceso de observación e identificación fue arduo. En esta etapa, se visualizó la placa en su totalidad de cada muestra, sin embargo, existieron unas muestras, mencionadas en la sección de resultados, que no evidenciaron ningún gránulo de almidón. Esto ocurrió en varias situaciones, por lo que, para poder perseverar en el hallazgo, se montaron en un portaobjetos la misma muestra en cuatro ocasiones, lo cual en algunos casos resultó en hallazgos de gránulos y otras no. Por tanto, las muestras que no presentaron almidones pudieron darse debido al nivel de conservación, ya sea este influido por el periodo temprano en el que se encontraban o, que esa vasija hubiera cumplido con propósitos diferentes a los demás.

En suma, los análisis de fitolitos y almidones demuestran ser una herramienta que permite reconstruir el pasado vegetal del sitio y de las relaciones que mantienen los grupos humanos con el medio ambiente, el cual que han aprendido a habitar y a

aprovechar sus recursos (Vargas, 2004). Por esto se considera que son vitales para las aproximaciones paleoambientales desde una escala modesta a la de una macro región.

Capítulo IV

7. Conclusiones

A partir del análisis de fitolitos, se lograron identificar seis grupos taxonómicos presentes en el depósito II, en donde las plantas herbáceas constituían el mayor porcentaje del tipo de vegetación encontrada, entre estas, la familia de las Poaceae, donde se encuentran presentes las subfamilias Panicoideae y Chloridoideae. Por otra parte, se pudo corroborar la presencia de fitolitos de la familia Malvaceae, de tipo arbórea, y Marantaceae, la cual se caracteriza por ser una especie arbustiva. En menor medida se pudo encontrar morfotipos asociados a Bombacaceae, de tipo arbórea o leñosa, y Euphorbiaceae, la cual se atribuye a la presencia de yuca.

Se reconocieron distintas especies vegetales mediante el análisis de almidones realizado en el material cerámico. Se lograron identificar en total 3 especies que formaron parte de la dieta de los habitantes del sitio, entre estas se destaca el maíz (*Zea mays*), frijol silvestre (*Canavalia sp.*) y yuca (*Manihot esculenta*). Es importante mencionar que el estado de conservación de los almidones era precario, características que son atribuibles a la edad y alteraciones por temperatura, fermentación, entre otras.

A partir de los hallazgos referentes a la paleovegetación del sitio y de las especies presentes en vasijas usadas para el almacenamiento o cocción, se contribuyó a conocer que durante un periodo ocupacional de hace aproximadamente 3500 a.C, las personas que habitaron el sitio modificaron el entorno para que este estuviera más despejado, lo cual es razonable en momentos de ocupación antrópica como fue mencionado en el capítulo de Discusión. Por otra parte, las personas del sitio incluirían maíz, yuca y frijoles como parte de su dieta, lo cual se refuerza con los hallazgos del sitio Loma Alta y Real Alto, donde el frijol canavalia fue datado con fechamientos del Formativo temprano (Damp et al., 1981; Zarrillo, 2008). Lo último nos permite comprender que, a nivel cultural, el sitio Loma Entre Ríos, mantenía prácticas alimenticias similares a otros sitios Valdivia

cronológicamente cercanos y que su ambiente era estable y les proporcionaba recursos suficientes para su subsistencia.

8. Recomendaciones

- Es de vital importancia generar colecciones de referencia, tanto de fitolitos como de almidones. En el caso de los restos de almidones arqueológicos, considero que es relevante crear una colección de referencia de almidones locales con alteraciones, de temperatura, fermentación y otras formas de alteración que modifique su morfología. Esto facilitaría el proceso de identificación de especies presentes, principalmente para quiénes queremos sumergirnos en el tema pero que durante nuestra formación académica no conste como parte del pénsum educativo a profundidad.
- De ser posible, realizar cálculos estadísticos que fortalezcan los resultados, tales como el índice de temperatura y humedad planteados por Twiss (1992).
- En cuanto a los análisis que busquen conocer la dieta, los análisis de ácidos grasos aportan datos para ampliar el conocimiento sobre la subsistencia de los grupos humanos del pasado.

Bibliografía

- Babot, P. (2006). Damage on starch from processing in Andean food plants. In R. Torrence, & H. Barton (Eds.), *Ancient Starch Research*.
- Barton, H., & Matthews, P. J. (2006). Taphonomy. In R. Torrence, & H. Barton (Eds.). New York: Left Coast Press, Inc.
- Binford, L. R. (1962). Archaeology as Anthropology. *American Antiquity*, 28(2), 217-225.
- Butzer, K. W. (1982). *Archaeology as human ecology : method and theory for a contextual approach*. Cambridge University Press.
- Byrd, K. (1981). Changing Animal Utilization Patterns and Their Implications: Southwest Ecuador (6500 B. C. — A. D. 1400).
- Byrd, K. (1996). Subsistence strategies in coastal Ecuador. *Environmental Archaeology*. 305-316.
- Chandler-Ezell, K., Pearsall, D., & Zeidler, J. (2006). Root and tuber phytoliths and starch grains document Manioc (*Manioc esculenta*), Arrowroot (*Maranta arundinacea*) and Llerén (*Calathea* sp.) at the Real Alto site. *Economic botany*, 60(2), 103-120.
- Clarke, D. L. (1972). Models and Paradigm in Contemporary Archaeology. In D. L. Clarke (Ed.), *Models in Archaeology* (pp. 1-60). Londres.
- Copeland, L., & Hardy, K. (2018). Archaeological Starch. *Agronomy*, 8(4). doi:doi:10.3390/agronomy8010004
- Damp, J., Pearsall, D., & Kaplan, L. (1981). Beans for Valdivia. *Science*, 212(4496), 811-812.

- Forde, C. D. (1949). *Habitat, Economy and Society: A Geographical Introduction to Ethnology*.
- García, M. (2006). *Las figurinas de Real Alto: Reflejos de los modos de vida Valdivia*. Quito: Abya Yala.
- Giovanetti, M., Capparelli, A., & Pochettino, M. L. (2008). La arqueobotánica en sudamérica. ¿Hacia un equilibrio de enfoques? Discusión entorno a las categorías clasificatorias y la práctica arqueobotánica y paleoetnobotánica. In *Arqueobotánica y teoría arqueológica. Discusiones desde Sudamérica*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Elena. (2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- Gott, B., Barton, H., Samuel, D., & Torrence, R. (2006). Biology of Starch. In R. Torrence, & H. Barton (Eds.), *Ancient Starch Research*. Left Coast Press, Inc.
- Guachamín, A. (2017). ANÁLISIS DE RESTOS MICROBOTÁNICOS (FITOLITOS) EN CONTEXTOS SEDIMENTARIOS Y ARTEFACTUALES DE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS LA PÓLVORA Y LOS POCITOS 2 EN LA ISLA PUNÁ ECUADOR. Guayaquil.
- Henry, A., Hudson, H., & Piperno, D. (2009). Changes in starch grain morphologies from cooking. *Journal of Archaeological Science*, 36, 915-922.
- Hough, J. (1953). Pleistocene Climatic Record in a Pacific Ocean Core Sample. *Journal of Geology*, 61, 252-262.
- International Code for Starch Nomenclature. (2011). *The FARM. Planting New Ideas in Fertile Ground*. Retrieved 06 10, 2025, from International Code for Starch Nomenclature: <https://fossilfarm.org/ICSN/Code.html>

- International Committee for Phytolith Taxonomy (ICPT). (2019). International Code for Phytolith Nomenclature 2.0. *Annals of Botany*, 189-199. doi:<https://doi.org/10.1093/aob/mcz064>
- Jørgensen, P., & León-Yáñez, S. (1999). *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador* (Vol. 75). Missouri: Missouri Botanical Garden Press.
- Marcos, J. (2015). *Un sitio llamado Real Alto*.
- Miller, A. R. (2008). Phytolith Analysis. *Encyclopedia of Archaeology*, 1818-1822.
- Mosquera, A. (2025). *Reconstrucción de paleoambientes en la microcuenca del río La Seca- cantón Santa Elena, provincia Santa Elena, Ecuador. Análisis de evidencias arqueológicas y paleontológicas (investigación colaborativa Comuna Entre Ríos-ESPOL)*. Informe final de investigación entregado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, Guayaquil.
- Pagán, J. (2015). *ALMIDONES. Guía de material comparativo moderno del Ecuador para los estudios paleoetnobotánico en el neotrópico*. Buenos Aires.
- Pearsall, D. (1979). The Application of Ethnobotanical Techniques to the Problem of Subsistence in the Ecuadorian Formative.
- Pearsall, D. (2002). Maize is Still ancient in Prehistoric Ecuador: The view from Real Alto. *Journal of Archaeological Science*, 29, 51-55. doi:[doi:10.1006/jasc.2001.0736](https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0736)
- Pearsall, D., Duncan, N. A., Jones, J. G., Friedel, D. E., Veintimilla, C., & Neff, H. (2016). Human–environment interactions during the early mid-Holocene in coastal Ecuador as revealed by mangrove coring in Santa Elena Province. *The Holocene*.

- Piperno, D. (1985). Phytolith Taphonomy and Distributions in Archaeological Sediments from Panama. *Journal of Archaeological Science*, 247-267.
- Piperno, D. (1989). The occurrence of phytoliths in the reproductive structures of selected tropical angiosperms and their significance in paleoecology, ethnobotany and systematics. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 61, 147-173.
- Piperno, D. (2006). *Phytoliths: A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleoecologists*. AltaMira Press.
- Piperno, D. (2011, Octubre). The Origins of Plant Cultivation and Domestication in the New World Tropics Patterns, Process, and New Developments. *Current Anthropology*, 52.
- Piperno, D., & Stothert, K. (2003, Febrero 14). Phytolith Evidence for Early Holocene Cucurbita Domestication in Southwest Ecuador. *Science*, 299, 1054-1057.
- Reichert, E. T. (1955). *The differentiation and specificity of starches in relation to genera, species, etc.; stereochemistry applied to protoplasmic processes and products, and as a strictly scientific basis for the classification of plants and animals*. Toronto.
- Rodríguez, M. C. (2023). Análisis bibliométrico de estudios arqueológicos con almidones realizados en Suramérica. Manizales, Caldas, Colombia.
- Rodríguez, M. F. (2008). Analizando el registro arqueológicos: Arqueobotánica vs Paleoetnobotánica. In *Arqueobotánica y teoría arqueológica. Discusiones desde Sudamérica* (pp. 51-62).
- Steward, J. (1973). The concept and method of cultural ecology. In J. Steward, *Theory of culture change; the methodology of multilinear evolution*.

- Stothert, K. (2003). Expression of Ideology in the Formative Period in Ecuador. In S. Raymond, & R. Burger, *Archaeology of Formative Ecuador*.
- Triviño, D. (2025). Análisis de microrrestos botánicos y clasificación morfológica de los ralladores de La Tolita-Tumaco. Guayaquil.
- Twiss, P. (1992). Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths.
- Twiss, P., Suess, E., & Smith, R. (1969). Morphological classification of grass phytoliths.
- Vargas, J. A. (2004, junio). Aportaciones del análisis de fitolitos, almidones y otros referentes microscópicos al estudio de la Prehistoria y Arqueología de las Islas Canarias: Resultados preliminares. *Revista Tabona*, 12, 69-96.
- Zeidler, J. (2003). Formative period chronology for the coast and western lowlands of Ecuador. In S. Raymond, & R. Burger, *Archaeology of Formative Ecuador* (pp. 487–527). Washington DC: Dumbarton Oaks Research Library and Collection.
- Zurro, D. (2006). El análisis de fitolitos y su papel en el estudio del consumo de restos vegetales en la prehistoria: Bases para una propuesta metodológica materialista. *TRABAJOS DE PREHISTORIA*, 63(2), 35-54.
- Bonomo, M., Skarbun, F., & Bastourre, L. (s/f). *Subsistencia y alimentación en arqueología Una aproximación a las sociedades indígenas de América precolombina*.
- Horrocks, M. (2005). A combined procedure for recovering phytoliths and starch residues from soils, sedimentary deposits and similar materials. *Journal of Archaeological Science*, 32(8), 1169–1175. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.02.014>

- Lefebvre, M. G., Colobig, M. de los M., Zucol, A. F., Maldonado, M. G., & Vattuone, M. M. S. (2020). Phytolithic analysis of the yasyamayo archaeological site (Santa María - Tucumán - Argentina): Anthropogenic and paleoenvironmental processes. *Chungara*, 52(1), 93–111. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562020005000203>
- Loy, T. H., Spriggs, M., & Wickler, S. (s/f). *Direct evidence for human use of plants 28,000 years ago: starch residues on stone artefacts from the northern Solomon Islands*.
- Pearsall, D. M., Duncan, N. A., Chandler-Ezell, K., Ubelaker, D. H., & Zeidler, J. A. (2020). Food and Society at Real Alto, an Early Formative Community in Southwest Coastal Ecuador. En *Latin American Antiquity* (Vol. 31, Número 1, pp. 122–142). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/laq.2019.96>
- Pearsall, D. M., Duncan, N. A., Jones, J. G., Friedel, D. E., Veintimilla, C. I., & Neff, H. (2016). Human–environment interactions during the early mid-Holocene in coastal Ecuador as revealed by mangrove coring in Santa Elena Province. *Holocene*, 26(8), 1262–1289. <https://doi.org/10.1177/0959683616638421>
- Piperno, D. R. (1989). THE OCCURRENCE OF PHYTOLITHS IN THE REPRODUCTIVE STRUCTURES OF SELECTED TROPICAL ANGIOSPERMS AND THEIR SIGNIFICANCE IN TROPICAL PALEOECOLOGY, PALEOETHNOBOTANY AND SYSTEMATICS. En *Review of Palaeobotany and Palynology* (Vol. 61).
- Piperno, D. R. (2011). The origins of plant cultivation and domestication in the New World Tropics patterns, process, and new developments. *Current Anthropology*, 52(SUPPL. 4). <https://doi.org/10.1086/659998>

- Piperno, D. R., Pearsall, D. M., & Washington, D. C. (s/f). *The Silica Bodies of Tropical American Grasses: Morphology, Taxonomy, and Implications for Grass Systematics and Fossil Phytolith Identification*.
- Piperno, D. R., & Stothert, K. E. (s/f). *Phytolith Evidence for Early Holocene Cucurbita Domestication in Southwest Ecuador*. www.sciencemag.org
- Sánchez, J. O., Colobig, M. M., Zucol, A. F., Politis, G. G., Bonomo, M., & Castiñeira, C. (2013). Primeros resultados sobre el uso prehispánico de los vegetales en el sitio arqueológico los tres cerros 1 (Victoria, entre ríos, Argentina): Análisis del registro biosilíceo. *Darwiniana*, 1(2), 201–219. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2013.12.541>
- Stothert, K. E. (1985). Society for American Archaeology The Preceramic Las Vegas Culture of Coastal Ecuador. En *Source: American Antiquity* (Vol. 50, Número 3).
- 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*. www.pnas.org/cgi/content/full/

ANEXOS

Anexo 1. Guía comparativa de alteraciones en la estructura de los almidones por el procesamiento de alimentos. Tomado de Babot (2006)

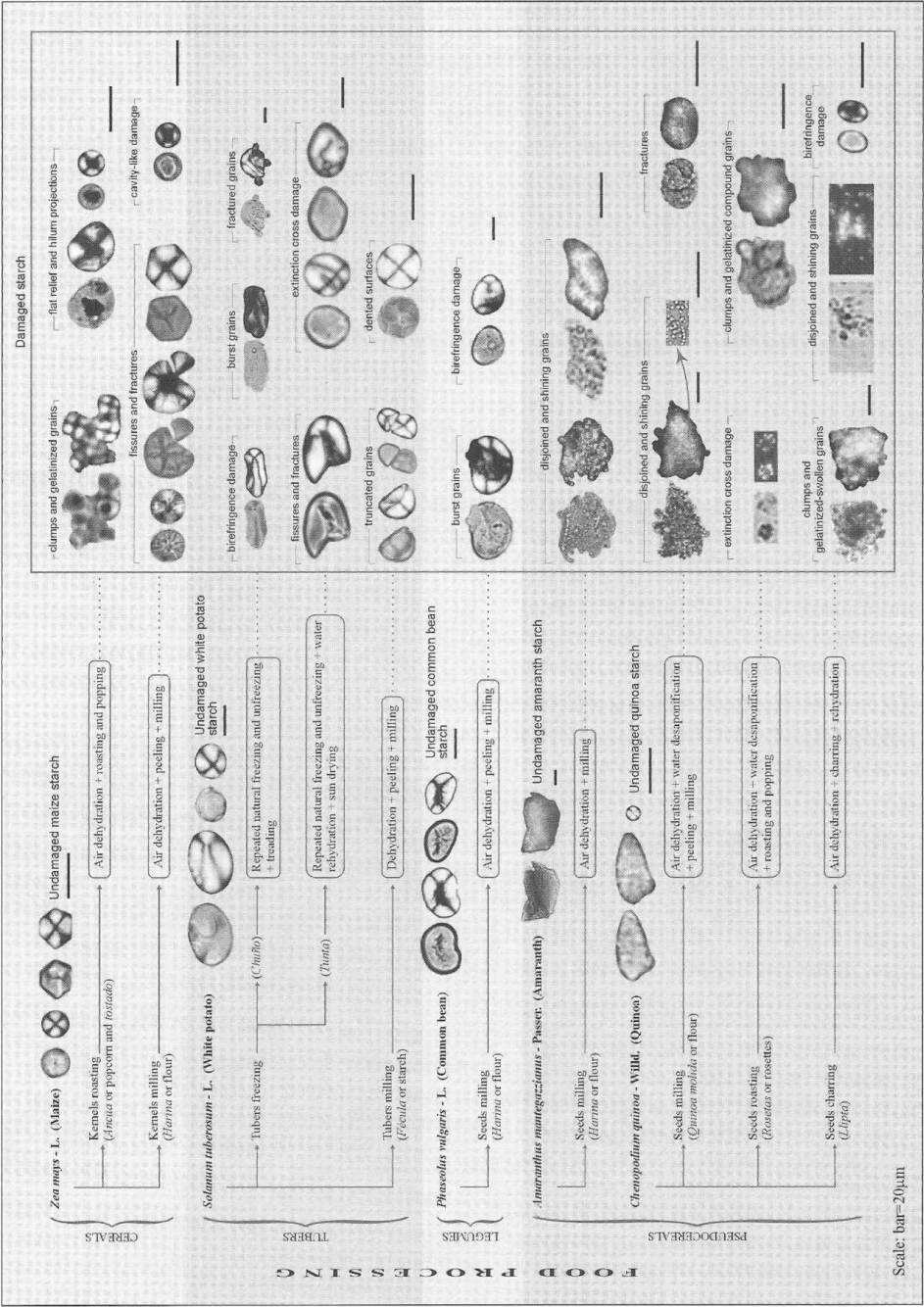
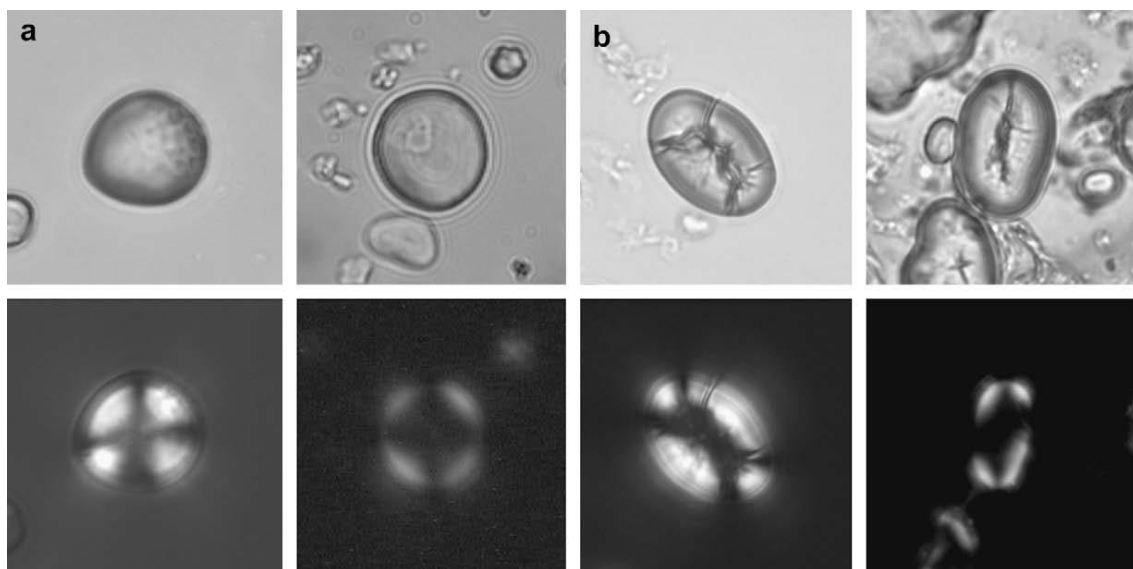


Figure 4.16. Effects on starch structure and morphology of food-processing techniques in the Andes region. Granules are compared before and after processing. Starch granules are presented as normal (left) and under polarised light (right). Prepared by Maria Babot

Anexo 2. Comparación de granos de almidón de trigo (a) y de frijol (b) antes y después de hervirlos. Tomado de Henry y colaboradores (2009)



APÉNDICE

Ilustración 14. Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (códigos ArqBt 194-195-196-197)



Ilustración 15 Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (código ArqBt 198-199-200-201)

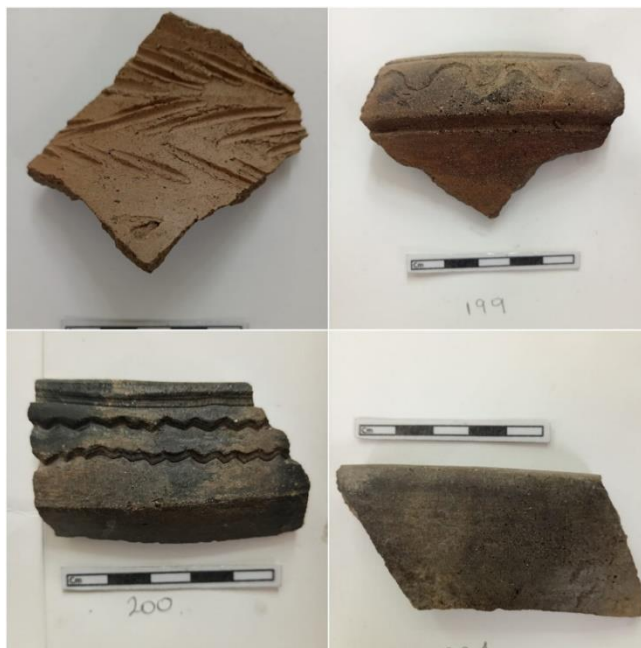


Ilustración 16. Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (códigos ArqBt 202-203-204-205)



Ilustración 17 Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (códigos ArqBt 206-207-208-209)



Ilustración 18 Fragmentos cerámicos escogidos para la extracción de almidones (códigos 210-211-212)



Ilustración 19. Almidones identificados y su material de procedencia

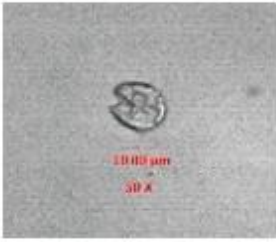


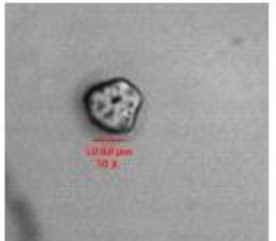



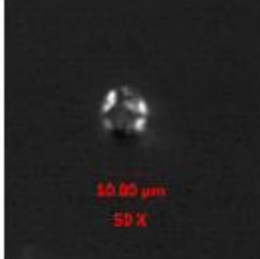

Cod. Lab.	Fotografías		Pieza
ArqBt194			
ArqBt194			
ArqBt196			

Ilustración 20. Almidones encontrados y su material de procedencia

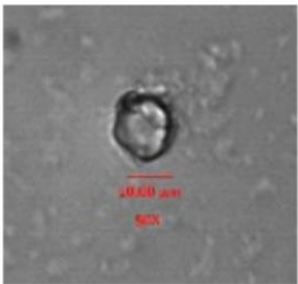
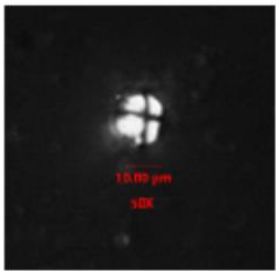

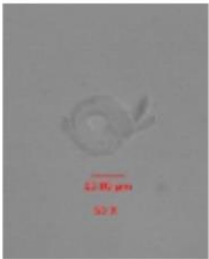
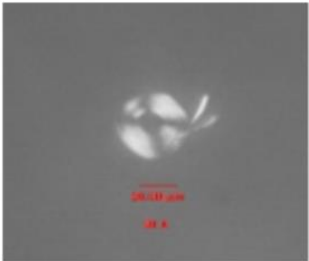

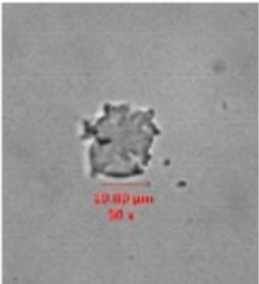


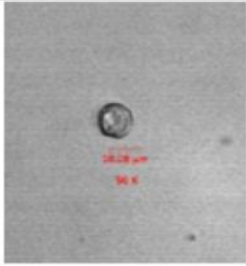
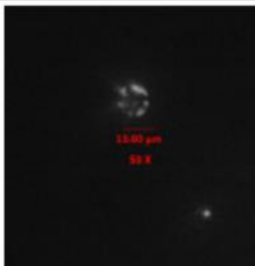

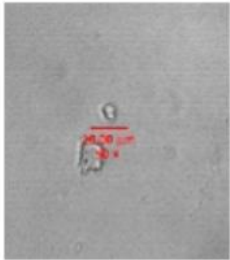
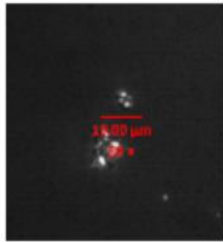




Cod. Lab.	Fotografías		Pieza
ArqBt199			
ArqBt203			
ArqBt204			

Ilustración 21. Almidones encontrados y su material de procedencia

Cod. Lab.	Fotografías		Pieza
ArqBt207			
ArqBt208			
ArqBt210			
ArqBt211	