

**UNA COLECCIÓN DE REFERENCIA DE ALMIDONES DE TUBÉRCULOS DE
TIERRAS ALTAS DEL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE.**

PRESENTADO POR:

CÉSAR AUGUSTO MENESES JARAMILLO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ANTROPÓLOGO

ASESOR:

SNEIDER ROJAS MORA

DOCTOR EN ANTROPOLOGÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO

DEPARTAMENTO DE ANTROPOLOGÍA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

2018

Agradecimientos

Este trabajo representa un gran esfuerzo, para el cual necesité del apoyo de muchas personas que, de diversas maneras, ayudaron a que se realizara de la mejor manera posible. Es por eso que agradezco a mi asesor Sneider Rojas Mora por creer en mi investigación, por sus recomendaciones y por facilitar los espacios y algunos recursos para la confección de este trabajo. Al profesor Nicolás Loaiza Díaz, quien desinteresadamente creyó en el proyecto y sin condiciones lo apoyó con recomendaciones, críticas, recursos y además con amistad. A los profesores Sofía Botero y Luis R. Vidal, quienes colaboraron con bibliografías y recomendaciones muy útiles para esta colección. A Felipe Cardona, biólogo del herbario de la Universidad de Antioquia, y al profesor Juan Diego Restrepo Restrepo, por su ayuda en la botánica de las plantas.

Por otro lado, a mis compañeros y amigos del departamento de antropología, a Carlos Adrián Mazo, quien casi sin conocerme, dedicó parte de su tiempo para enseñarme procesos de laboratorio que yo desconocía, además de darme recomendaciones de gran importancia para la construcción de mi monografía. A mi amiga y compañera Diana Isabel Henao por su acompañamiento, colaboración, dedicación y enseñanzas durante el tiempo que duró la recolección de datos; ella fue muy importante en este camino. A mi amiga Julia Arango, quien colaboró conmigo en los momentos iniciales de la investigación y posteriormente ayudó en la construcción del texto final. A Luis Carlos Quiroz, por su compañía.

Así mismo, agradezco a mis compañeros y amigos del Colegio Soleira, quienes en muchos momentos dedicaron espacios para ayudarme en la confección de esta tesis, además de reemplazarme y estar con mis estudiantes cuando mi labor de antropólogo en formación me requería: a Paula Montoya, Carlos Eduardo Rendón, Esteban García, Carlos Toro, Juan Guillermo Molina, Durley Pérez, Luis Guillermo Escobar, José Fernando Robledo, Reinaldo Cadavid y Hernando Mejía, infinitas gracias.

A las personas que me ayudaron en el trabajo de campo. A Alonso Velásquez, ese hombre maravilloso, y a su familia, quienes me abrieron los brazos y me acompañaron en el camino, por su valiosa colaboración y amistad, nunca a la

espera de recompensa. A los campesinos que me acompañaron en la recolección de las muestras, Luis Estepa, Alfredo Ortiz, Cristina González y Dinael Rendón.

Por último, a mi familia, quienes silenciosamente me acompañaron en todo mi proceso formativo. Nunca han dudado de mis capacidades y se han enorgullecido. A Nicolás, mi hijo, porque cree que no hay un arqueólogo mejor que yo. A Cata, por su paciencia (tantas veces puesta a prueba) y por su amor.

“La relación unilateral entre vosotras y yo
no va mal del todo.
Sé qué es una hoja, un pétalo, una espiga, una piña, un tallo
y qué os pasa en abril y en diciembre.
Aunque mi curiosidad no es correspondida,
sobre algunas me inclino con especial atención,
y ante otras levanto la cabeza.
Tengo nombres para vosotras:
arce, cardo, narciso, brezo,
enebro, muérdago, nomeolvides,
y vosotras no tenéis ninguno para mí (...)”

(W. Szymborska. El silencio de las plantas)

Ella, desde niño, se hizo cargo de mí como si fuera su hijo. Y Aún lo hace.

A mi hermana Mónica.

Tabla de contenido

Introducción.....	1
Planteamiento del problema	2
Objetivos.....	11
General	11
Específicos	11
Marco teórico	12
Acerca de una arqueología de las plantas: una historia de polen, fitolitos y almidones.....	12
Tubérculos y raíces tuberosas	15
Algunos usos ancestrales	20
El altiplano Cundiboyacense	21
El problema de los nombres comunes de tubérculos en las tierras altas del altiplano cundiboyacense: un breve acercamiento a las relaciones entre los grupos humanos y sus recursos desde la lingüística.....	22
El problema del nombre	22
El problema del campo: dos breves relatos etnográficos, tomados del diario de campo de César Meneses.....	29
<i>21 de mayo de 2017</i>	29
<i>22 de mayo de 2017</i>	31
Metodología.....	34
Arqueología experimental	34
Revisión bibliográfica.....	34
La construcción de una colección de referencia.....	35
Recolección de muestras	35
Proceso de extracción de almidones de tubérculos modernos	41

Procedimiento para la observación microscópica.....	44
Cuantificación y caracterización de granos de almidón	45
Instrumentos y materiales utilizados en los procesos de laboratorio.....	48
<i>Tropaeoláceae</i>	50
Sistemática Tropaeoláceae	50
LARQSGRC196	51
<i>Solanaceae</i>	55
Sistemática Solanáceae	55
LARQSGRC197	57
LARQSGRC198	60
LARQSGRC199	63
<i>Apiaceas</i>	67
Sistemática Apiaceas.....	67
LARQSGRC200	69
LARQSGRC201	73
<i>Basellaceae</i>	77
Sistemática Basellaceae.....	77
LARQSGRC202	79
<i>Oxiladaceae</i>	82
Sistemática Oxiladaceae	82
LARQSGRC203	84
<i>Cannaceae</i>	88
Sistemática Cannaceae.....	88
LARQSGRC205	90
<i>Convolvulaceae</i>	93

Sistemática Convolvulaceae.....	93
LARQSGRC206	95
<i>Iridaceae</i>	99
Sistemática Iridaceae.....	99
LARQSGRC207	100
Resultados	104
Conclusiones.....	127
Bibliografía.....	129

Lista de tablas

TABLA 1 ZONA TROPICAL (SELVA)	17
TABLA 2 ZONA TEMPLADA-CÁLIDA (QUECHUA-CHALA O COSTA).....	17
TABLA 3 ZONA TEMPLADA-FRÍA (SUNI-PUNA).....	18
TABLA 4. TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS TROPAEOLUM TUBEROSUM	50
TABLA 6. LARQSGRC196	51
TABLA 7. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN TROPAEOLUM TUBEROSUM.....	52
TABLA 8. DESCRIPCIÓN DIAGNÓSTICA SOLANUM TUBEROSUM	56
TABLA 9. LARQSGRC197	57
TABLA 10. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN SOLANUM TUBEROSUM.....	58
TABLA 11. LARQSGRC198	60
TABLA 12. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN SOLANUM TUBEROSUM.....	61
TABLA 13. LARQSGRC199	63
TABLA 14. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN SOLANUM TUBEROSUM.....	64
TABLA 15. CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS ARRACACIA XANTHORRHIZA	68
TABLA 16. LARQSGRC200	69
TABLA 17. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN ARRACACIA XANTHORRHIZA	70
TABLA 18. LARQSGRC201	73
TABLA 19. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN ARRACACIA XANTHORRHIZA	74
TABLA 20. LARQSGRC202	79
TABLA 21. ULLUCUS TUBEROSUS. EJEMPLAR Y PARTE PROCESADA	79
TABLA 22. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN ULLUCUS TUBEROSUS	80
TABLA 23. CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS OXILADACEAE.....	83
TABLA 24. LARQSGRC203	84
TABLA 25. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN OXALIS TUBEROSA	85
TABLA 26. CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS CANNACEAE	89
TABLA 27. LARQSGRC205	90
TABLA 28. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN CANNA EDULIS/INDICA	91
TABLA 29. CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS CONVULVACEAE	94

TABLA 30. LARQSGRC206	95
TABLA 31. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN IPOMOEA BATATA	96
TABLA 32. CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS IRIDACEAE	99
TABLA 33. LARQSGRC207	100
TABLA 34. DESCRIPCIÓN DEL ALMIDÓN TIGRIDIA PAVONIA.....	101
TABLA 35. TOTAL, TIPO DE MORFOTIPOS POR FAMILIA Y GÉNERO.....	104

Lista de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. MAPA DE CARTOGRAFÍA BÁSICA EN RELIEVE, ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE. ELABORACIÓN: JULIA ARANGO	21
ILUSTRACIÓN 2. UN CAMPESINO DEL MUNICIPIO DE BOYACÁ, BOYACÁ, SOSTIENE EL RIZOMA DE UNA PLANTA QUE CONOCEN COMO SAGÚ. SE TRATA DE CANNA EDULIS/INDICA. FOTO: CÉSAR MENESES	23
ILUSTRACIÓN 3. UN CAMPESINO EN LA VEREDA CERINZA, EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE VITERBO, BOYACÁ, MUESTRA UNOS NABOS. EN OTRAS REGIONES DEL ALTIPLANO SE LES CONOCE COMO CUBIOS O CUBIAS. SE TRATA DE TROPAEOLUM TUBEROSUM. FOTO: ALONSO VELÁSQUEZ	26
ILUSTRACIÓN 4. LAS RUBAS SON UN TUBÉRCULO DE ALTURA QUE SE DA ENTRE 2000 Y 3000 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR. ULLUCUS TUBEROSUS. FOTO: CÉSAR MENESES	28
ILUSTRACIÓN 5. EN LA FOTO EL AUTOR MARCA UNA DE LAS BOLSAS EN LA QUE RECOLECTÓ UNA MUESTRA. AL FONDO DINAEL RENDÓN Y CRISTINA GONZÁLEZ, EN COMPAÑÍA DE SUS HIJOS. VEREDA QUEBRADA GRANDE, SANTA ROSA DE VITERBO. FOTO: ALONSO VELÁSQUEZ	38
ILUSTRACIÓN 6. EN LA FOTO SE VEN UNOS TUBÉRCULOS QUE DINAEL RENDÓN ACABA DE COSECHAR. SE TRATA DE ARRACACIA XANTHORRHIZA. FOTO: ALONSO VELÁSQUEZ .	40
ILUSTRACIÓN 7. PROCESAMIENTO DE MUESTRAS. FOTO: ADRIÁN MAZO.	42
ILUSTRACIÓN 8. EN LAS FOTOS EL AUTOR REALIZA EL PROCESO DE CENTRIFUGADO DE UNA DE LAS MUESTRAS. LABORATORIO DE ARQUEOLOGÍA. FOTOS: LUIS CARLOS QUIROZ	43
ILUSTRACIÓN 9. EN LA FOTO, EL AUTOR REALIZA LA OBSERVACIÓN EN EL MICROSCOPIO CARL ZEISS AXIO LAB A.1. FOTO: LUIS CARLOS QUIROZ	44
ILUSTRACIÓN 10. TROPAEOLUM TUBEROSUM. EJEMPLAR-PARTE PROCESADA. FOTOS: CÉSAR MENESES	51
ILUSTRACIÓN 11. TROPAEOLUM TUBEROSUM, GRANOS DE ALMIDÓN	54
ILUSTRACIÓN 12. SOLANUM TUBEROSUM VARIEDAD PASTUSA. EJEMPLAR Y PARTE PROCESADA. FOTOS: CÉSAR MENESES	57
ILUSTRACIÓN 13. SOLANUM TUBEROSUM. GRÁNULOS DE ALMIDÓN	60

ILUSTRACIÓN 14. SOLANUM TUBEROSUM VARIEDAD TOCARREÑA. EJEMPLAR Y PARTE PROCESADA. FOTOS: CÉSAR MENESES	61
ILUSTRACIÓN 15. SOLANUM TUBEROSUM, VARIEDAD TOCARREÑA. GRÁNULOS DE ALMIDÓN	63
ILUSTRACIÓN 16. SOLANUM TUBEROSUM, VARIEDAD CRIOLLA ROJA. GRÁNULOS DE ALMIDÓN.	66
ILUSTRACIÓN 17. ARRACACIA XANTHORRHIZA VARIEDAD DE GRANO. EJEMPLAR Y PARTE PROCESADA	70
ILUSTRACIÓN 18. ARRACACIA XANTHORRHIZA, VARIEDAD DE GRANO. GRÁNULOS DE ALMIDÓN.	72
ILUSTRACIÓN 19. ARRACACIA XANTHORRHIZA VARIEDAD MORADA. EJEMPLAR Y PARTE PROCESADA	74
ILUSTRACIÓN 20. ARRACACIA XANTHORRHIZA, VARIEDAD MORADA. GRÁNULOS DE ALMIDÓN.	76
ILUSTRACIÓN 21. ULLUCUS TUBEROSUS. GRÁNULOS DE ALMIDÓN.....	81
ILUSTRACIÓN 22. OXALIS TUBEROSA. EJEMPLAR Y PARTE PROCESADA	85
ILUSTRACIÓN 23. OXALIS TUBEROSA. GRÁNULOS DE ALMIDÓN.	87
ILUSTRACIÓN 24. CANNA EDULIS/INDICA. EJEMPLAR Y PARTE PROCESADA	90
ILUSTRACIÓN 25. FIGURA 25. CANNA EDULIS/INDICA. GRÁNULOS DE ALMIDÓN.....	92
ILUSTRACIÓN 26. IPOMOEA BATATA. EJEMPLAR Y PARTE PROCESADA. FOTOS: CÉSAR MENESES	96
ILUSTRACIÓN 27. IPOMOEA BATATA. GRÁNULOS DE ALMIDÓN	98
ILUSTRACIÓN 28. TIGRIDIA PAVONIA EJEMPLAR Y PARTE PROCESADA. FOTOS: CÉSAR MENESES	101
ILUSTRACIÓN 29. TIGRIDIA PAVONIA. GRÁNULOS DE ALMIDÓN	103
ILUSTRACIÓN 30. GRÁNULOS DE TROPAEOLUM TUBEROSUM.	106
ILUSTRACIÓN 31. GRÁNULOS DE SOLANUM TUBEROSUM, VARIEDAD PASTUSA	108
ILUSTRACIÓN 32ANUM TUBEROSUM, VARIEDAD TOCARREÑA.....	111
ILUSTRACIÓN 33. GRÁNULOS DE SOLANUM TUBEROSUM, CRIOLLA ROJA.....	113
ILUSTRACIÓN 34. GRÁNULOS DE ARRACACIA XANTHORRHIZA, VARIEDAD DE GRANO.....	115
ILUSTRACIÓN 35. GRÁNULOS DE ARRACACIA XANTHORRHIZA, VARIEDAD MORADA	118

ILUSTRACIÓN 36. GRÁNULOS DE IPOMOEA BATATA	119
ILUSTRACIÓN 37. GRÁNULOS DE ULLUCUS TUBEROSUS	122
ILUSTRACIÓN 38. GRÁNULOS DE OXALIS TUBEROSUS	124
ILUSTRACIÓN 39. FORMA CANNA EDULIS/INDICA	124
ILUSTRACIÓN 40. GRÁNULOS DE CANNA EDULIS/INDICA	125
ILUSTRACIÓN 41. GRÁNULOS DE TIGRIDIA PAVONIA	126

Lista de gráficos

GRÁFICA 1. MORFOTIPOS GÉNERO TROPAEOLUM	106
GRÁFICA 2. FISURA TROPAEOLUM TUBEROSUM	107
GRÁFICA 3. MORFOTIPOS GÉNERO SOLANUM (SOLANUM TUBEROSUM, PAPA PASTUSA)	108
GRÁFICA 4. LAMELAS SOLANUM TUBEROSUM, VARIEDAD PASTUSA	109
GRÁFICA 5. FORMA SOLANUM TUBEROSUM, VARIEDAD TOCARREÑA	110
GRÁFICA 6. LAMELAS SOLANUM TUBEROSUM, VARIEDAD TOCARREÑA.....	111
GRÁFICA 7. FORMA SOLANUM TUBEROSUM, VARIEDAD CRIOLLA ROJA.....	112
GRÁFICA 8. FORMA ARRACACIA XANTHORRHIZA, VARIEDAD DE GRANO	114
GRÁFICA 9. SUPERFICIE ARRACACIA XANTHORRHIZA, VARIEDAD DE GRANO.....	115
GRÁFICA 10. FORMA ARRACACIA XANTHORRHIZA, VARIEDAD MORADA.....	116
GRÁFICA 11. SUPERFICIE ARRACACIA XANTHORRHIZA, VARIEDAD MORADA	117
GRÁFICA 12. FORMA IPOMOEIA BATATA	118
GRÁFICA 13. SUPERFICIE ULLUCUS TUBEROSUS.....	121
GRÁFICA 14. FORMA ULLUCUS TUBEROSUS.....	121
GRÁFICA 15. FORMA OXALIS TUBEROSA.....	122
GRÁFICA 16. LAMELAS OXALIS TUBEROSUS.....	123
GRÁFICA 17. FORMA TIGRIDIA PAVONIA	126

Introducción

El interés principal de la arqueología es, además de otros, la interpretación de las sociedades que nos precedieron. Sin embargo, las herramientas de las que podemos hacer uso en nuestra disciplina son reducidas, pues redundan en los vestigios que dichas sociedades dejaron en su paso por nuestros territorios. Ese registro material de la cultura es, entonces, nuestro recurso, pero más allá de economías de subsistencia, algunos aspectos rituales, estéticos, de supervivencia, no pueden darnos elementos claves para la comprensión del universo simbólico y de otras características fundamentales de esas culturas.

Sin embargo, el papel del arqueólogo es importante en tanto que puede, con los pocos recursos que quedan del paso del tiempo, interpretar un mundo que no habitó, y en esa interpretación debe reconstruirlo. De ahí que este trabajo busque ser un aporte en las reconstrucciones de sistemas culturales y de las relaciones que entablaron las sociedades del pasado con sus entornos y recursos. Intenta facilitar las reconstrucciones culturales del uso de plantas y tubérculos, todo desde las técnicas controladas de laboratorio.

Así las cosas, en este trabajo encontraremos, como primero, un acercamiento al problema que nos atañe, partiendo de los conocimientos aportados por el pensamiento arqueológico y paleobotánico, útil para la construcción epistemológica de esta investigación. Posteriormente encontraremos el desarrollo de una teoría que gira en torno a los puntos más determinantes de un trabajo como el nuestro, seguido de la descripción meticulosa de los aspectos metodológicos.

Posteriormente veremos un acercamiento al problema de los monocultivos en el campo Boyacense, esto con el fin de entablar una relación entre los usos ancestrales y actuales del territorio y de los recursos. Así mismo, partiendo de la dificultad de la identificación de las plantas, veremos un acercamiento al problema de los nombres comunes desde la lingüística.

Seguidamente se construye la colección de referencia de almidones de tubérculos de tierras altas, terminando con el análisis de los resultados de la investigación.

Planteamiento del problema

En la actualidad los estudios arqueobotánicos que se han realizado en Colombia, que, si bien han sido en su mayoría rigurosos y muy útiles para la identificación del uso de plantas en las sociedades prehispánicas, siguen siendo escasos, lo que nos aleja de la construcción de una subdisciplina que actúe en el escenario de la arqueología colombiana. La falta de financiación y el mediano interés por la investigación básica pueden ser algunos de los factores más determinantes para este suceso, mientras que por otro lado están los problemas de la conservación de los restos vegetales, guiada por las difíciles condiciones ambientales de nuestros entornos.

No obstante, los trabajos en paleobotánica realizados en nuestro país son importantes y continúan aportando información rigurosa para la arqueología colombiana, lo que constituye un punto de partida para posteriores estudios sobre el uso de plantas y el desarrollo de economías basadas en el cultivo y procesamiento de alimentos por parte de los antiguos pobladores de nuestros territorios.

A continuación, se reseñan algunos de los trabajos que considero de mayor influencia para el estudio de la paleobotánica en Colombia, no sin antes hacer una breve exposición de lo que es esta, y de su influencia en los estudios en arqueología.

Así las cosas, desde el momento de su aparición en la tierra el ser humano ha tenido la necesidad de sobrevivir, lo que lo ha obligado a modificar, voluntaria e involuntariamente, los ecosistemas que ha habitado. Dichas modificaciones en las plantas, animales y ambientes se manifiestan en los vestigios que fueron dejando con el paso del tiempo, es decir, herramientas, utensilios, paisajes modificados y demás; en últimas, huellas que nos ayudan a comprender las dinámicas de subsistencia y de control de los territorios que los grupos humanos ejercieron durante su permanencia aquí.

Ahora bien, para el caso de los estudios que se refieren al uso de las plantas está la paleobotánica, subdisciplina de la arqueología que estudia las relaciones establecidas entre los seres humanos y las plantas. Esta busca recuperar,

identificar y analizar restos de plantas como polen, almidones, fitolitos, semillas y demás, que pueden ser halladas en contextos arqueológicos.

Así pues, puede dar fe de las relaciones entre humanos y plantas (Piperno, 1998), sobre todo cuestionándose sobre el cómo, dónde y para qué fueron utilizadas, proporcionando información sobre parte del comportamiento humano en sociedades del pasado¹.

En su trabajo sobre *Arqueología: teorías, métodos y prácticas*, Renfrew & Bohn (2007:218) plantean que se trata de una subdisciplina de la arqueología que redundan en dos fundamentales ejes de análisis: los macrorrestos y microrrestos arqueobotánicos, con los que se busca la reconstrucción de las relaciones humano-plantas en los contextos del pasado. Precisamente entre los macrorrestos arqueobotánicos podemos incluir semillas, frutas, raíces, tubérculos, entre otros, mientras que los microrrestos se reducen a restos de polen, almidones y fitolitos (Koztura Núñez, 2015).

Al identificar restos botánicos la paleobotánica aporta en el conocimiento de dietas humanas, economías del pasado, historia de la domesticación de plantas, estrategias de subsistencia, entre otros. De ahí que los estudios de restos vegetales permitan comprender los usos y así explicar algunos de los comportamientos humanos del pasado.

Así las cosas, Buxó (1997) se refiere al análisis de macrorrestos botánicos en contextos arqueológicos diciendo que se encuentran carbonizados o mineralizados. Sin embargo, estos restos no representan más que algunos tipos de recursos vegetales usados en comunidades humanas del pasado, pues otros desaparecen porque no pueden conservarse.

Por su parte, los estudios de microrrestos redundan en el estudio de polen, granos de almidón y fitolitos. La palinología entonces es una de las técnicas más

¹ En la actualidad se lleva a cabo una discusión sobre los conceptos de Arqueobotánica, paleobotánica, paleoetnobotánica. Para mayor claridad sugiero ver el trabajo de Archila, S. (2008). Modelos teóricos y arqueobotánica en el noroeste de Suramérica. En S. Archila, M. Giovannetti, & V. Lema, *Arqueobotánica y teoría arqueológica. Discusiones desde Suramérica* (págs. 65-95). Bogotá: Uniandes- Ceso. Departamento de antropología.

importantes con las que contamos para reconstruir la fitocenosis del pasado, partiendo de la identificación de los recursos alimenticios de una región (Aceituno, Treserras, Jaramillo, Vélez, & Loaiza, 2001). Además permite reconocer los cambios motivados por los humanos en la vegetación, como la observación de las presiones selectivas sobre las plantas.

Así mismo, los fitolitos son células silíceas producidas por muchas plantas, por medio de las cuales podemos identificar las diferentes taxas (Piperno, 1998. Citado por Aceituno). Ayudan a realizar reconstrucciones paleovegetacionales y paleoeconómicas. Entre tanto, los granos de almidón son células que constituyen el principal mecanismo de almacenamiento de energía y carbohidratos de las plantas. Sirven en la identificación de manipulación de plantas, sobre todo en caso de tubérculos y plantas tuberosas (Piperno, 1998).

No obstante, a pesar de que se trata de un tema importante para conocer aspectos del cambio en las sociedades prehispánicas y su adaptación a los ambientes, los estudios en paleobotánica en Colombia, como se dijo en uno de los apartados anteriores, siguen siendo escasos. Si bien ya Reichel-Dolmatoff intentó explicar el fenómeno de la agricultura en Colombia formulando un modelo que expone el origen y difusión de la agricultura, poniendo como punto de partida las tierras bajas de la costa Caribe y de la Amazonía, solo recientemente los investigadores se han volcado a la observación minuciosa de dicho fenómeno en los contextos colombianos (Cárdenas-Arroyo, 2002).

Es por esto que me dispongo a realizar un recuento de trabajos en la paleobotánica colombiana. Para este utilizaré una secuencia cronológica, es decir, de los más antiguos hasta los más recientes. En ellos podremos observar investigaciones de palinología, estudios de fitolitos, trabajos sobre almidones, maderas y macrorrestos botánicos.

Los estudios de material lítico representan una gran fuente de información para el estudio de uso de plantas en sociedades prehispánicas, de ahí que el modelo de cazadores recolectores siga siendo un referente para la observación de búsqueda de alimentos y adaptación a los entornos en las sociedades precerámicas. Los datos de los que disponemos nos permiten identificar diversas

áreas del territorio colombiano con evidencias de poblamientos tempranos y uso y manipulación de los ambientes, asociados también con la producción de alimentos. De ahí que en los trabajos de Correal (1981) y Van der Hammen (1977) sobre el movimiento de cazadores recolectores entre la sabana de Bogotá y el valle del río Magdalena, identificado gracias a la presencia del complejo tequendamiense en la Sabana, permitan rastrear la diversidad de recursos, entre los que están los vegetales.

Así mismo, en Ecología y tecnología de los abrigos rocosos el El Abra, sabana de Bogotá, Colombia (Correal Urrego, Van der Hammen, & Hurt, 1976), se realiza una reconstrucción de las relaciones entre los humanos que habitaron la región y el ambiente fluctuante de la Sabana de Bogotá, por medio de investigaciones arqueológicas y palinológicas en el sitio El Abra. Así rastrean, entre otras, actividades agrícolas entre las que se encuentra la siembra de maíz.

También Gonzalo Correal (1981) se ocupa, dentro del plan de estudios “Medio ambiente pleistocénico y hombre prehistórico en Colombia”, del estudio de fauna en sitios ubicados en el valle del río Cauca y la Sabana de Bogotá. Si bien el trabajo redundaba en hallazgos de fauna y su relación con los primeros pobladores, Correal realiza un estudio polinológico en colaboración con Thomas Van der Hammen. Para este se basan en un polendiagrama realizado por el mismo Van der Hammen y en la lectura de placas obtenidas en muestras de la excavación del sitio Tibitó.

De esta manera pudieron identificar especies como *Quercus*, *Compositae*, *Borreria*, *Podocarpus* y *Hedyosum*, según Correal, evidencias de la expansión del bosque durante el Holoceno. Además identificaron otras especies como *Calamagrostis*, *Jamesonia*, *Isoetes*, *Hypericum*, *Valeriana*, *Alnus*, además de gramíneas y vegetación de bosque andino como encenillos (*Winmannia*) y Aliso (*Alnus*). Por otra parte, en sus trabajos sobre los abrigos rocosos de Sueva, el mismo Correal (1979:169), por medio de estudios polinológicos y de restos vegetales, intenta reconstruir el clima del sitio Sueva, pues deduce que este y sus alrededores podrían haberse encontrado al límite del bosque andino.

Monsalve (1985), por su parte, en el marco del proyecto Procalima realizó análisis palinológicos para evaluar el impacto antrópico en la región. De los resultados obtenidos, el más importante y relevante fue el hallazgo de granos de polen de maíz, fechados en c.6680 a.P (Monsalve 1985), que demostraban la dispersión temprana de este importante cultivo fuera de su área nuclear.

Herrera & Piñeros S (1989), en otros estudios, hacen un análisis de los sitios de Pilimbalá y Laguna San Rafael, en el bosque alto andino en la vertiente occidental de la cordillera central, por medio del cual pueden determinar que la agricultura fue posiblemente un renglón económico principal de las gentes que habitaron los sitios, además de que también es la primera causa de grandes modificaciones en el paisaje. Reconstruyen algunos aspectos ambientales de los últimos 3000 años, además de la actividad humana de la región. Además, las observaciones evidencian que en la región se establece un bosque alto andino, reduciendo las condiciones de sabana. Para su investigación, en el perfil 15 se registra una lluvia de ceniza volcánica y sobre ese suelo ya evolucionado el hombre prehispánico llevó a cabo prácticas agrícolas con cultivos de tierra fría en condiciones menores de humedad. Sin embargo, las poblaciones que ocupaban el territorio en estas primeras etapas no ejercieron un cambio apreciable en el paisaje con respecto a la composición del bosque. Según los autores se da una estabilización del clima, lo que permite que las poblaciones puedan permanecer por mayor tiempo en la región haciendo uso de mayor diversidad de cultivos.

En un posterior trabajo, Herrera L. F. (1995) analiza la existencia de evidencia de uso de palmas para la alimentación y manejo del bosque en el Medio Rio Caquetá. Expone que en los estudios arqueobotánicos se muestran 12 especies de palmas: *Oenocarpus bataua*, *Oenocarpus bacaba*, *Oenocarpus mapora*, *Astrocaryum aculeatum*, *Astrocaryum sciophyllum*, *Astrocaryum jauari*, *Astrocaryum gynacanthum*, *Mauritia flexuosa*, *Maximiliana maripa*, *Attalea racemosa*, *Bactris aff. riparia* y *Attalea* sp. Según ella, hay una continuidad en el consumo de la mayoría de las especies, de las cuales, en el presente estudio, se

analizaron *Attalea recemosa*, *Euterpe precatoria*, *Mauritia flexuosa*, *Oenocarpus bataua* y *oenocarpus bacaba*.

Los análisis de macrorrestos botánicos, por su parte, han suministrado información que complementa la que han aportado los análisis de materiales líticos. Estos estudios, además de los de fauna arqueológica, son importantes para el estudio de la paleodieta. De ahí que Gnecco & Mora (1997) hayan podido identificar algunas especies vegetales, gracias a macrorrestos vegetales que se asocian a artefactos líticos en sitios de ocupación humana como San Isidro, Cauca, y Peña Roja, Caquetá. En este trabajo, Gnecco y Mora reportan algunas evidencias que sugieren diversos tipos de bosques que existieron durante los periodos glaciares, en los cuales los humanos pudieron adaptarse desde al menos el final del Plesitoceno.

Por otro lado, también se encuentra la propuesta de Gnecco (2000:8-9) para el suroccidente colombiano, trabajo en el cual fueron identificadas semillas carbonizadas de *Persea* y *Erythrina*, fitolitos de *Marantacea* y granos de almidón de *Maranta*, *Arundinacea*, *Ipomoea*, *Xantosoma*, *Manihot*, gramíneas y leguminosas, los que, sumados a la evidencia de vegetación hallada en el registro de polen, llevan al autor a suponer una manipulación selectiva del bosque por los grupos de pobladores precerámicos del suroccidente de Colombia.

Por otro lado, en un trabajo sobre análisis de microrrestos, Aceituno et al (2001) en su investigación sobre Identificación de plantas alimenticias en el Cauca medio durante el Holoceno temprano y medio, presentan los resultados de análisis microbotánicos, polen, fitolitos y granos de almidón recuperados en varios contextos arqueológicos del Holoceno temprano y medio en la región del Cauca Medio. Con esta investigación se intentó identificar los tipos de plantas aprovechadas por los grupos humanos que habitaron la región. Así pretendieron determinar el manejo selectivo de taxones por medio de la incidencia en su reproducción mediante la dispersión intencional a lo largo de los territorios. De ahí que busquen ponderar el peso de plantas entre los grupos de cazadores – recolectores que habitaron la región, al igual que las técnicas que utilizaron dichos grupos para su recolección; para lograrlo realizaron tres tipos de análisis

microbotánicos: polen, fitolitos y almidones, los cuales dieron como resultado un grupo de plantas, en su mayoría locales, que posiblemente fueron utilizadas y aprovechadas por los grupos de cazadores-recolectores entre ca. 9000 y el ca 4000 B.P.

Gaspar Morcote Rios (2006) en su trabajo sobre Plantas y gentes antiguas en un Igapó estacional del interfluvio Solimoes-iÇá (Amazonas-Putumayo), expone los resultados del estudio de análisis de fitolitos del yacimiento arqueológico Maicura (Brasil), que hace parte del proyecto arqueológico “Subsistencia y manejo de ecosistemas a través del estudio de fitolitos, polen y semillas en grupos humanos precolombinos del área interfluvial de los ríos Amazonas y Putumayo”. De acuerdo con el análisis de fitolitos arqueológicos la terraza aluvial en la que está el yacimiento arqueológico, formada hacia el Holoceno medio, ha estado sometida a frecuentes inundaciones desde su origen, lo que ha producido un ecosistema particular conocido como Igapó estacional. Así, un estudio “Multiproxy” evidencia que el sitio fue habitado continuamente por una población relativamente densa, por un lapso no inferior a 300 años, iniciando la ocupación humana de la terraza hacia el 880 DC, y continuando hasta poco más allá del 1190 DC.

Este estudio de fitolitos permitió al autor conocer algunos aspectos ecológicos y una parte de la composición vegetal del sitio, además de ampliar el conocimiento relacionado con las plantas cultivadas y silvestres explotadas por los grupos humanos del pasado.

Según Morcote- Rios, todas las especies identificadas en el yacimiento arqueológico de Maicura (Semillas y de fitolitos), jugaron un papel fundamental en el sistema alimentario precolombino del interfluvio.

En un posterior trabajo sobre Antiguos habitantes en ríos de aguas negras. Ecosistemas y cultivos en el interfluvio amazonas-Putumayo. Colombia- Brazil, Gaspar Morcote-Rios (2008), con el afán de acercarse a los eventos ecológicos en su región de estudio, realizó análisis de semillas arqueológicas que proporcionaron información sobre los sistemas de subsistencia de los antiguos pobladores de la cuenca del río Purité, y en menor medida de la composición de

la vegetación que se encontraba asociada con los grupos humanos que habitaron las zonas; además realizó un estudio de fitolitos, que permitió acercarse a eventos culturales y fenómenos ecológicos que afectaron las ocupaciones humanas antiguas del interfluvio Amazonas- Putumayo.

Otro de los análisis propuestos para esta investigación fue el estudio de polen de los yacimientos de la cuenca del Purité, el cual fue muy limitado por la pobre preservación de los granos, gracias a las condiciones microambientales y a las características fisicoquímicas de los suelos. Según el diagrama de semillas del sitio Maicura, los pobladores desde el inicio de la ocupación y durante toda esta, cultivaban y consumían maíz (*Zea mays*), lo cual disminuyó o desapareció para los intervalos 40-50 cm y 75-83 cm de profundidad, coincidiendo esto con el registro de dos intensas inundaciones de la zona.

En otro trabajo Morcote Rios & León Sicard (2012) intentan identificar las plantas silvestres y domesticadas asociadas con las tierras Pretas de Igarapé, Takana, en la Amazonía, además de conocer algunos de los procesos bióticos y culturales que pudieron tener incidencia en el uso de las tierras Pretas precolombinas a través de un estudio interdisciplinario, combinando los resultados de la arqueología, la paleoecología (polen, fitolitos y semillas arqueológicas) la edafología, la cronología, entre otras.

Por otro lado, intentan reconstruir la vegetación, la existencia de cultivos y la subsistencia del pasado amazónico, esto por medio de análisis de fitolitos, estudio de carbón vegetal, semillas arqueológicas, además de estudios de polen.

El estudio de fitolitos en el yacimiento Takana y en el corte modal 3, evidencian la alta presencia de cristales de sílice, producto de la selección, procesamiento y descarte de las plantas, realizado en las diferentes reocupaciones que pudieron haber ocurrido en el sitio la Takana. Según los autores se evidencia una alta selección de yuca como cultígeno alimenticio hacia 1230 AP, lo que posiblemente, para Morcote y León está asociado con un alto número de habitantes, aunque en los intervalos 20-0 cm decrece la presencia de restos de este cultivo, seguramente por la disminución de estos.

Nuevamente Aceituno (2015), en su trabajo sobre El poblamiento temprano y las sociedades precerámicas del Suroccidente colombiano, mientras hace un recuento de investigaciones arqueológicas en el país, al referirse a las economías de amplio espectro durante el Holoceno, habla sobre la recuperación de miles de semillas, en San Isidro, entre las que pudieron identificarse *Persea*, *Erythrina*, *Caryocar*, *Viola*, algunas clases de palma. Además de almidones extraídos del borde de un canto rodado, entre los que había *Xantosoma*, *Ipomoea*, *Manihot* y *Maranta*, así como gramíneas y leguminosas no identificadas.

Estos hallazgos, es decir, este registro arqueobotánico, sirvió de base para que Cristobal Gnecco (citado por Aceituno) haga uso del concepto de Agrilocalidad en grupos de cazadores-recolectores. Presume entonces que el hallazgo en el registro polínico de plantas colonizadoras, gramíneas y malezas, supone la alteración de la vegetación para la preparación de áreas en las que ya se estaban cultivando diversas plantas. Esta diversidad de plantas promueve en Gnecco la necesidad de plantear la idea de conductas agroecológicas en poblaciones de cazadores recolectores, quienes habrían estado cultivando árboles frutales y plantas tuberosas incluso en la transición Pleistoceno/Holoceno o inicios del Holoceno (Gnecco, 2003a:2003b).

Ahora bien, los trabajos que acabamos de observar dejan en evidencia que los estudios realizados en arqueobotánica en Colombia, si bien no son tantos como deberían, han hecho grandes avances en la investigación sobre el impacto de las sociedades humanas en el ambiente, además de las relaciones que se establecen con los entornos y los mecanismos de acceso a los alimentos en las sociedades prehispánicas. Por otro lado son importantes para establecer procesos de domesticación de plantas y de usos diferenciados en distintas regiones.

Pero para que estos trabajos puedan continuar se hacen necesarios los registros detallados y las colecciones de referencia, escenario en el que se desarrolla esta propuesta, pues habiendo consultado la bibliografía existente, puede verse que hay cierto vacío en estudios sobre almidones de tubérculos de tierras altas.

No obstante, las preguntas de investigación que me formulo para este trabajo redundan en ¿Cuáles podrían ser las características morfológicas de los granos de almidón de tubérculos de tierras altas hallados en el altiplano Cundiboyacense, tales como *Ullucus tuberosus* (olluco), *Oxalis tuberosa* (oca) *Tropaeolum tuberosum* (cubio), *Solanum tuberosum* (papa domesticada), y de raíces tuberosas como *Arracacia xanthorrhiza* (arracacha), *Canna edulis* (achira) y *Tigridia pavonia* (maravilla)?

El objeto entonces de esta propuesta es la realización de una colección de referencia de almidones de tubérculos de las tierras altas del altiplano cundiboyacense para las especies *Ullucus tuberosus* (olluco), *Oxalis tuberosa* (oca) *Tropaeolum tuberosum* (cubio), *Solanum tuberosum* (papa domesticada), y de raíces tuberosas como *Arracacia xanthorrhiza* (arracacha), *Canna edulis* (achira) y *Tigridia pavonia* (maravilla), esto partiendo de la necesidad de una colección de referencia de almidones de tubérculos de tierras altas del altiplano cundoboyacense.

Objetivos

General

Elaborar una colección de referencia de almidones de tubérculos de las tierras altas del altiplano cundiboyacense, para el reconocimiento en el registro arqueológico.

Específicos

- Realizar una descripción morfológica de los granos de almidón de tubérculos propios de las tierras altas del altiplano Cundiboyacense.
- Definir los rasgos de tamaño, la forma, características del hilum, espesor, cruz de extinción, fisuras y laminado para los gránulos de almidones de tubérculos de tierras altas.
- Elaborar las tipologías que representen a cada especie y que posteriormente puedan ser utilizadas en su identificación en contextos arqueológicos.
- Preservar las placas de referencia para su uso en futuras investigaciones.

Marco teórico

Este trabajo está ubicado en el marco de la arqueología experimental, con una relación estrecha con la ecología y la paleobotánica. De esta forma se ocupa de la construcción de elementos que ayuden en el reconocimiento de almidones en el registro arqueológico de tierras altas, es decir, se torna en una herramienta para la caracterización morfológica y estructural de los gránulos de diversas especies de tubérculos. Así mismo, busca aproximarse al esclarecimiento de las funciones que dichos tubérculos pudieron haber tenido en periodos prehispánicos, las relaciones entre estos y las comunidades, además de aspectos sobre el reconocimiento cultural de estas especies en la actualidad.

Acerca de una arqueología de las plantas: una historia de polen, fitolitos y almidones.

Los seres vivos estamos en una constante búsqueda de alimentos. Si bien esta redonda en la subsistencia, también gira en torno a la manera cómo vivimos en los diferentes ecosistemas que habitamos, es decir, también lo que comemos determina nuestra manera de adaptarnos a nuestros entornos. El hombre está en un contacto constante con sus ecosistemas, lo que lo lleva a modificarlos y a verse modificado por ellos. De ahí que pensar en una disciplina que estudie el impacto del hombre sobre las plantas, los bosques y los ecosistemas, es, de alguna manera, una historia de interrelaciones, es decir, de la interacción entre unos y otros.

La importancia del estudio de los procesos de aparición y dispersión de la agricultura radica en que se trata de una actividad que determinó la forma como los grupos humanos pudieron sacar provecho de los ecosistemas por medio de economías de subsistencia. Así podemos acercarnos cada vez más a procesos como la domesticación, el aprovechamiento del bosque y la agricultura, como a procesos de complejización social expresados en diferentes tipos de economías. Así, los principales intereses del estudio de esta interrelación parten de la necesidad de reconstruir y reinterpretar los ambientes naturales que tal vez habitaron hombres y mujeres en el pasado, para posteriormente comprender el impacto del uno sobre el otro. De esta forma podremos entender también parte

de los sistemas culturales de los grupos humanos, además de algunos de los mecanismos de subsistencia y consecución de recursos.

De ahí que aparezca la paleobotánica, una subdisciplina de la arqueología (Renfrew & Brahn, 2007:218) que estudia los restos de plantas en yacimientos arqueológicos, las cuales suministran información sobre los efectos de las ocupaciones humanas sobre los lugares (Ruiz, y otros, 1997). Así se ubica entre dos campos del conocimiento: la botánica y la arqueología (Pagán Jiménez, 2015:1). Busca estudiar las antiguas interacciones entre los seres humanos y el mundo vegetal, además de comprender cómo en el paso de la historia nuestra especie ha necesitado de las plantas alimenticias, lo que ayuda a advertir cómo muchas de estas pudieron haber sido modificadas o involucradas en diversos sistemas de producción o economías de subsistencia.

Por otra parte, las plantas también juegan roles importantes en contextos rituales o medicinales, es decir, objetos divinos, culturales, que salvan la vida de hombres y mujeres y que sirven para la celebración de sus dioses. Es en estos contextos donde la paleobotánica juega un rol de gran importancia, pues al recurrir al conjunto de datos, los datos arqueobotánicos, intentamos responder diversos interrogantes que vamos haciendo (Pagán Jiménez, 2015).

Así mismo, la paleobotánica estudia dos tipos de restos arqueológicos: microrrestos y macrorrestos, siendo los primeros granos de polen, granos de almidón y fitolitos, y los segundos, semillas, fragmentos de semillas, frutos, pedúnculos, entre otros (Pearshall, 2000). Así, en los estudios de microrrestos botánicos, aparece la palinología, técnica que ayuda a reconstruir la fitogenosis del pasado, permitiendo identificar el potencial de recursos alimenticios de una región, además de que ayuda en el reconocimiento de los cambios en la vegetación de las regiones cuando estos son producidos por manos humanas o cuando las plantas han sufrido algún tipo de presión selectiva (Aceituno et al, 2001).

Por su parte, existen los métodos de análisis para fitolitos y almidones; para el caso de los fitolitos, son células cilíceas que muchas plantas producen y que ayudan en la identificación de sus taxa; además ayudan a reconstruir la

paleovegetación y paleoeconomías, sobre todo en bosques húmedos tropicales, en los cuales la preservación de los restos orgánicos no se da de manera óptima (Aceituno et al, 2001).

Seguidamente, los almidones,- microrrestos de interés en este trabajo-, son carbohidratos insolubles que se forman durante la fotosíntesis. Se desarrollan como estructuras semicristalinas y se distribuyen en determinados órganos de la planta como las hojas, tallos, raíces y semillas (Pagán Jiménez, 2015). Los almidones son producidos en diferentes partes de la planta, y son una forma de almacenamiento de energía de la misma. Tal proceso se da a nivel de los cloroplastos. La energía de la luz inicia una serie de reacciones que dividen el agua en hidrógeno y oxígeno y a continuación se recombina con el hidrógeno libre y absorbe dióxido de carbono a partir de la glucosa. Este azúcar provee los elementos básicos para las sustancias que la planta requiere, tales como la proteína, las grasas, los carbohidratos y los almidones. Algunos de los bloques de construcción de glucosa son transportados de los cloroplastos a la unidad especializada llamada amiloplasto o plásmido de almidón, el cual se convierte en un almidón de reserva o almacenamiento (Gott, Barton, Samuel, & Torrence, 2006:35). Así, los granos de almidón comienzan a formarse en el *hilum*, con capas adicionales que se establecen sucesivamente. Igualmente, en el momento en el que la planta requiere energía, el almidón de almacenamiento se convierte nuevamente en azúcar y se transfiere a las partes de la planta donde es requerido.

Gott, Barton, Samuel, & Torrence (2006), afirman que cuando la tasa de fotosíntesis es alta durante el día, pueden formarse pequeños gránulos de almidón de forma indeterminada y de aproximadamente 1 micra de diámetro dentro del cloroplasto, los cuales se conocen como granos transitorios o temporales. Estos, durante la noche, se reconvierten en azúcar, la cual se mueve a otros lugares de la planta y se usa como energía o se transforma en almidón de almacenamiento en los amiloplastos. Sin embargo, no es probable que estos sean útiles en la identificación de taxa, además de que su composición química es diferente a la del almidón de almacenamiento.

Según Pagán Jiménez (2015:1), los almidones, si bien se desarrollan como estructuras cristalinas que se distribuyen en determinados órganos de las plantas, se constituyen por dos polímeros: amilosa y amilopectina. La morfología de los almidones, a su vez que el tamaño, la composición química y su estructura básica, son característicos de cada especie, y la cantidad de amilosa que contienen determina sus formas particulares. Los almidones, entonces, pueden formarse en órganos como hojas, tallos, raíces o tubérculos, ya que los azúcares se transportan a través de la planta. Sin embargo, los estudios paleobotánicos se centran en la observación de almidones localizados en raíces tuberosas, tubérculos, rizomas, cormos y semillas, ya que estos han sido vistos como fuentes de recursos alimenticios y curativos (Pagán Jiménez, 2015), y porque, como ya se dijo, los almidones transitorios no cuentan con los rasgos diagnósticos que permitan su descripción taxonómica.

Ahora bien, la abundancia y la ubicación de los almidones de reserva en el interior de las plantas, es de gran importancia para quienes investigamos almidones antiguos, pues es de esta forma como podríamos entender la manera como los seres humanos hemos utilizado las plantas en el pasado (Gott, Barton, Samuel, & Torrence, 2006). Además, conocer la ubicación del almidón puede dar luces sobre la manera como este llegó al registro arqueológico, es decir, cómo llegó a herramientas de piedra, sarro dental y demás, lo que en otras palabras sería, la forma como después de haber sido utilizado culturalmente, quedó como evidencia para los análisis arqueológicos. Por otro lado, el análisis de granos de almidón puede ayudar en la comprensión de procesos de domesticación de plantas, como en el aprendizaje sobre uso de herramientas líticas (Piperno & Holst, 1998) y la introducción de economías de subsistencia en sociedades antiguas.

Tubérculos y raíces tuberosas

Las plantas con los órganos subterráneos almidonados son de gran importancia en la dieta humana en muchas partes del mundo. De hecho, estos órganos son cardinales en tanto a que dan fe de que estos recursos están siendo

utilizados incluso antes de la primera domesticación de plantas y de la aparición de la agricultura (Gott, Barton, Samuel, & Torrence, 2006:37).

Los tubérculos son, entonces, tallos engrosados con los que cuentan algunas plantas, en los cuales estas acumulan sustancias de reserva, compuestas principalmente por almidones. Así, el tubérculo constituye la reserva energética de la planta. La raíz tuberosa, por su parte, es una raíz engrosada, no un tubérculo, adaptada para cumplir la función del almacenamiento de reservas. Se forman como un racimo desde la corona o base de la planta, justo donde surgen los tallos (Font Quer, 2001).

Así las cosas, en su texto *Raíces andinas: contribuciones al conocimiento y a la capacitación*, el editor Juan Seminario (2004) dice que un gran número de cultivos alimenticios fueron domesticados en las zonas andinas desde hace miles de años. Muchos de estos, como es el caso de la papa, fueron adquiriendo gran importancia, pero otros no se conocen incluso en los mismos países andinos. Entre estos están por lo menos nueve raíces y tubérculos, cada uno de familias botánicas distintas: Achira (*canna edulis*), la achipa (*Pachyrhizus ahipa*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), la maca (*Lepidium mayenii*), la mashua o el isaño (*tropaeloum tuberosum*), la mauka (*Mirabilis expansa*), la oca (*Oxalis tuberosa*), el olluco o papalisa (*Ullucus tuberosus*) y el yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

No obstante, en América existen varios centros de domesticación independientes, más allá de México y Perú, los cuales han sido considerados zonas óptimas para la domesticación de plantas. También zonas de bosque húmedos neotropicales aportan datos arqueobotánicos que dan importancia a estos ecosistemas en los orígenes de la agricultura (Aceituno Bocanegra & Loaiza Díaz, 2008). Por tanto, es importante observar el origen de raíces y tubérculos en el bosque tropical, donde la humedad ayuda todo el año al crecimiento vegetativo, y la presión de selección no favorece el desarrollo de órganos subterráneos de reserva. Pero esta presión se dio en tierras de bosque con estación seca, donde la planta, gracias al sistema subterráneo de reservas, pudo

sobrevivir durante estos periodos, y además regenerarse al volver la lluvia (Seminario, 2004).

Según Hawkes (1989) citado por Seminario (2004), las especies tuberosas de origen tropical pueden ubicarse en tres grupos climáticos y fitogeográficos. El primero, propio de tierras tropicales bajas, contiene siete especies distintas. El segundo, de las alturas media a alta de los Andes de Suramérica y otros lugares, posee siete especies. Y el tercero, con doce especies entre las que está la papa, corresponde a los Andes altos templados a templado-frios, cuyas especies son resistentes al frío.

Tabla 1 Zona Tropical (Selva)

ESPECIE	FAMILIA
<i>Manihot esculenta</i>	Euforbiaceae
<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae
<i>Dioscorea trifida</i>	Dioscoraceae
<i>Marantha arundinacea</i>	Maranthaceae
<i>Calathea allouia</i>	Maranthaceae
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Araceae
<i>Solanum higothermicum</i>	Solanaceae

Tabla 2 Zona templada-cálida (Quechua-Chala o Costa)

ESPECIE	FAMILIA
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Apiaceae
<i>Canna edulis</i>	Cannaceae
<i>Smallanthus sonchifolius</i>	Asteraceae
<i>Pachyrhizus ahipa</i>	Fabaceae
<i>P. tuberosus</i>	Fabaceae
<i>P. erosus</i>	Fabaceae
<i>Mirabilis expansa</i>	Nyctaginaceae

Tabla 3 Zona templada-fría (Suní-Puna)

ESPECIE	FAMILIA
<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae
<i>S. x ajanhuiri</i>	Solanaceae
<i>S. goniocalyx</i>	Solanaceae
<i>S. phureja</i>	Solanaceae
<i>S. stenotomum</i>	Solanaceae
<i>S. x chaucha</i>	Solanaceae
<i>S. x juzepczukii</i>	Solanaceae
<i>S. x curtilobum</i>	Solanaceae
<i>Oxalis tuberosa</i>	Oxalidaceae
<i>Ullucus tuberosus</i>	Baselaceae
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Tropaeolaceae
<i>Lepidium meyenii</i>	Brassicaceae

En el caso de los Andes, existen nueve raíces y tubérculos nativos que tienen importancia económica y nutricional para los agricultores; crecen a grandes alturas y en condiciones difíciles como sequía y temperaturas de congelamiento. Tienen altos contenidos de vitaminas, micronutrientes y almidón, además de propiedades medicinales. En la región andina se conocen con sus nombres quechuas: achira, ahípa, arracacha, maca, mashua, mauka, oca, olluco y yacón (International potato center, 2016). De ahí que en los Andes de Colombia el cultivo se ha heredado de antiguos pobladores como Paeces, Muisca y Laches. Según Langebaeck (1994), el cultivo de *S. Tuberosum*, *U. Tuberosum* y *T. Tuberosum* en la provincia de Sugamoxi en el departamento de Boyacá, se implementó en la dieta de las sociedades muisca tanto como en la medicina tradicional.

Los tubérculos de altura, entonces, se cultivan en los Andes desde Mérida, en Venezuela, hasta el norte de Argentina y Chile, en alturas entre los 3000 y los 4000 metros. No obstante, la producción y consumo de estos cultivos es mayor

en territorios de poblaciones nativas, razón por la cual su mayor concentración se da en los andes centrales, alrededor del lago Titicaca hasta el norte de Colombia, donde los pueblos indígenas siguen cultivando una gran variedad (Hermann, 1992).

En el caso de la papa (*S. Tuberosum*), a lo largo de la cordillera de los Andes se han podido identificar cerca de 18 especies, 4000 variedades de papas tradicionales y cientos de especies silvestres (centro Internacional de la Papa, 2008). Esta diversidad permite pensar que este, los Andes, haya podido ser el centro de domesticación de la planta, tal y como lo argumentan Spooner et al (2005) al rastrear el origen de la papa cultivada entre los miembros del norte del complejo *S. Brevicaule*, que pueden reducirse a una sola especie: *Solanum Bukasovii*, un ancestro en la zona sur del Perú, lo que los lleva a deducir que si bien *Solanum Tuberosum* se encuentra por todos los Andes, se difundió desde Perú. Así la papa tendría un solo origen como el maíz, a diferencia del frijol común o el arroz.

Ahora bien, los tubérculos, ya sean de altura o de tierras bajas, ocupan un papel importante en los procesos culturales de los grupos humanos. Muchas de sus economías redundan en ellos, a la par que otros procesos culturales, como en el caso de la yuca amarga (*Manihot esculenta*), perteneciente a la familia *Euphorbiacea*, para el cual Jorge Rojas Gaitán (1994:16-18) expone que este cultígeno forma parte importante de la identidad cultural de los pueblos indígenas de la selva y la sabana. La asocian a dos formas de consumo: el casabe, *peri* o arepa, y el moñoco, *matsuka* o harina. Así mismo hay dos clases de casabe; el de almidón y el común. El de almidón se hace de la harina decantada del jugo de algunas yucas que cuando se exprimen sueltan almidón, mientras que el común se hace de la harina que sale del subucán, un utensilio que se usa para exprimir la masa (Rojas Gaitán, 1994). Para los Sikuaní, por ejemplo, las relaciones y significaciones de su cultura están mediatizadas por la yuca. Y es que las plantas alimenticias, en especial los tubérculos u órganos subterráneos, tienen gran importancia en los procesos alimenticios de los grupos humanos, y han acompañado a los seres humanos incluso en sus procesos evolutivos

(O`Connell, 2006). He aquí la importancia de un estudio de almidones de tubérculos, ya que estos cobran gran valor en procesos culturales de las sociedades actuales y prehispánicas. Los nativos, y ahora los campesinos, mediante la selección, intercambio y mejoramiento, desempeñaron un papel muy importante en el origen de estos cultivos y en su mantenimiento (Casas & Parra, 2007). Son entonces protagonistas en los procesos de domesticación y conservación de estas especies (Clavijo Ponce & Pérez Martínez, 2014).

Algunos usos ancestrales

Para las sociedades antiguas de los Andes Centrales, los tubérculos representaron una fuente de alimentación que balanceaba las dietas con cantidades grandes de proteína animal. En contextos de grandes fluctuaciones térmicas (de 0°C a 7°C), las primeras comunidades que –según registros arqueológicos- habitaron el lago Titicaca (Cuzco y Puno, en Perú), practicaron actividades de cultivo a través de camellones rodeados de agua para evitar, de esta forma, que las sequías comunes durante el invierno afectaran las plantas (Morales, 2007).

Esta relevancia de tubérculos y raíces tuberosas no sólo permaneció respecto al aporte de carbohidratos. Asimismo, el registro arqueológico da cuenta de representaciones estéticas en material cerámico. Un ejemplo de esto son los moches y sus detalladas representaciones de la papa, lo que “sugiere que valoraban mucho este producto que seguramente importaban de las partes altas que colindaban con su territorio” (Morales, 2007: 6). En el mismo sentido, dichas manifestaciones estéticas continuaron en zonas costeras con la cultura Chimú (actual departamento de Trujillo, en Perú). Posterior a esta sociedad, los Collas habitaron el lago Titicaca y prosiguieron con el cultivo de papa y la cría de camélidos. Con la expansión del imperio incaico, esta sociedad acogió los diversos conocimientos y prácticas de las comunidades ocupadas y conquistadas; así entonces, la papa significó la base de la alimentación del Tawantinsuyo.

El altiplano Cundiboyacense

El altiplano cundiboyacense se encuentra encerrada por una serie de ramales de la cordillera oriental, entre dos grandes cuencas hidrográficas como lo son el río Magdalena y el río Orinoco (Botiva Contreras, 2000). La región está compuesta por tres grandes altiplanicies, conectadas con otras de menor extensión. Sus alturas fluctúan entre los 2500 y 2760 msnm.

Así las cosas, Bogotá se ubica hacia el sur, con aproximadamente 1200 km, siendo así la más extensa. Otra altiplanicie es la de Sogamoso, la cual se extiende desde la región de Duitama hasta los bajos de Tópaga. Es desde Sogamoso desde donde se asciende a Paipa, de donde a su vez se llega al sureste de las llanuras de Tunja, Toca y Siachoque. Al lado opuesto se encuentra la llanura de Santa Rosa (Botiva Contreras, 2000).

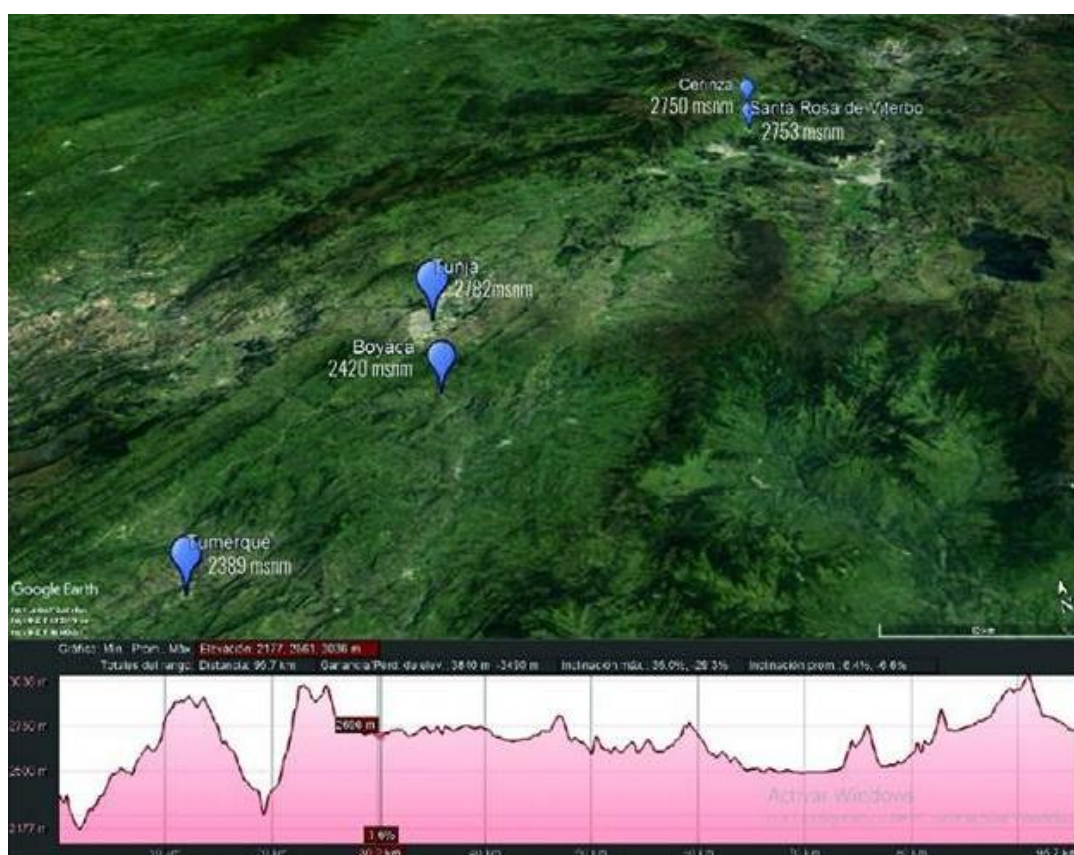


Ilustración 1. Mapa de cartografía básica en relieve, altiplano Cundiboyacense. Elaboración: Julia Arango

Por otro lado, los altiplanos, páramos y vertientes, existen espacios por los que corren arroyos y rios, pasando por engtre terrazas antiguas de hasta 10 a 20 m de altura. Los rios de la vertiente oriental de la altiplanicie nacen en el páramo de Sumapaz, mientras que el rio Negro forma una corriente longitudinal entre los páramos Cruz verde y Chingaza, saliendo de la cordillera hacia el sur de Villavicencio.

Por otra parte, la temperatura media de la altiplanicie es de 13,5°C, variando en los promedios mensuales inferiores a 1°C, pero oscila durante el día hasta los 25°C. Por su parte, la precipitación anual es de entre 580 y 1000 mm (Botiva Contreras, 2000).

El problema de los nombres comunes de tubérculos en las tierras altas del altiplano cundiboyacense: un breve acercamiento a las relaciones entre los grupos humanos y sus recursos desde la lingüística.

Estudiar los nombres comunes de las plantas es una herramienta útil para la comprensión de las relaciones culturales entre los humanos y sus recursos. Ayuda a comprender las maneras como se da el cambio social, las migraciones de pueblos, las modificaciones estructurales de lenguajes y dialectos e incluso de sistemas culturales. No obstante, este tipo de estudios se ven claramente obstaculizados por la falta de investigaciones etnobotánicas y etnohistóricas que ayuden a establecer relaciones entre pueblos, recursos y lenguaje.

Así las cosas, este aparte busca dar unas pinceladas sobre el problema de los nombres comunes en los estudios etnobotánicos sobre tubérculos de altura del altiplano cundiboyacense, su importancia y su papel en la consolidación de los sistemas de comunicación de los pueblos, además de los procesos que suponen la desaparición de los significantes y significados. Se trata de un relato etnográfico por medio del cual el autor intenta establecer su experiencia con los nombres comunes de cara a una investigación etnobotánica.

El problema del nombre

El hombre que me recibió tenía un sombrero blanco con una cinta negra. Estaba sucio, parecía que llevaba horas de trabajo, pero solo eran las siete de la mañana en la fría montaña del municipio de Boyacá Boyacá. Me dijo que también

estaba esperando al agrónomo, porque el ajo estaba dando unas ramas muy altas, y cuando esto pasa, es posible que el producto sea de mala calidad. Me mostró el cultivo y efectivamente medían más de cincuenta centímetros. Estaban al lado de una pequeña huerta de cebolla y al fondo se veía una variedad de maíz morado, muy bello.

Se trataba pues de un jardín de gran diversidad. El hombre me dijo que había maíz de por lo menos seis variedades en esa parte de la huerta, arracacha morada, remolacha, frijol, aromáticas, legumbres y sagú. Ignoraba la última planta, es decir, no conocía una que se llamara sagú y no era del interés de mi investigación, que redundaba más en tubérculos de altura que pudieron haber sido utilizados por los grupos que habitaron el altiplano antes de la llegada de los invasores españoles.

“Es una planta que da como un tubérculo que sabe de lo más de bueno. Mire. Uno coge la mata por acá y le da el golpe ahí abajo. Vea que sí es un tubérculo. Acá la gente se la come y hace coladas y caldos con ella.”

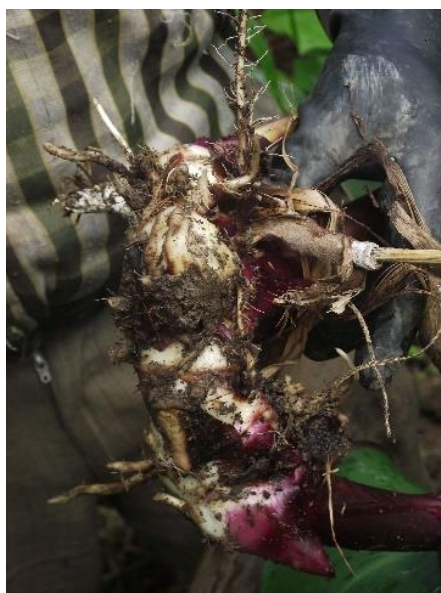


Ilustración 2. Un campesino del municipio de Boyacá, Boyacá, sostiene el rizoma de una planta que conocen como Sagú. Se trata de Canna edulis/indica. Foto: César Meneses

Se trataba de una planta conocida, *Canna edulis/indica*, que abunda en la ciudad de Medellín, pues se adapta fácilmente a diferentes alturas, pero que es conocida con nombres diversos como Achira, Chisgua, Caeté, Capacho, bananerinha, chumbimba, entre otros, y su uso varía en las diferentes regiones. Es muy popular en Colombia, además de que sus hojas son muy útiles en la cocina tradicional colombiana para hacer envueltos; también usan las semillas para hacer cuentas de rosario y otros amuletos que protegen a los niños de mal de ojo o ayudan a que nazcan con dientes fuertes (Pérez Arbelaez, 1978). Además, era cierto que tenía un bulbo comestible, pero se trata de un Rizoma del que sacan harina y se come cocido.

Ahora bien, el problema entonces no eran las plantas, a las cuales yo denominaba con los nombres taxonómicos, necesarios para el reconocimiento en los libros de etnobotánica, sino los nombres con los que las personas las conocen, y que les dan según la relación que establecen con ellas.

De ahí que todas las plantas cumplan una función en el interior de las sociedades. De hecho, su valor redunda en la manera como los grupos humanos se han adaptado y han interactuado con los ambientes y ecosistemas que habitan. Lo que supone que ellas hagan parte no solo de procesos alimenticios, sino también medicinales y rituales, y sean importantes en la construcción social del mundo, ya sea en las herramientas culturales para el cultivo, la recolección, el almacenamiento, o en asuntos folclóricos y estéticos.

Nombrarlas, entonces, hace parte de los mecanismos que utilizan las sociedades para el reconocimiento del objeto con el que se está en relación, quedando así evidenciada la correlación existente entre la humanidad y el mundo de las plantas; una tan estrecha que consolida las necesidades que los unos tienen de los otros, pues, en términos de la domesticación, las plantas suministran alimentos importantes, pero estas se benefician de los humanos en tanto a que las cuidan.

Es entonces sustancial reconocer que la humanidad ha vivido de las plantas y ha necesitado clasificar sus productos para comerciarlos, intercambiarlos y transmitirlos. Sin esto habría sido imposible que hoy conociéramos los poderes

curativos de unas o las riquezas alimenticias de otras. Sin embargo, toda relación se establece en el momento en el que lo otro es nombrado, de ahí que necesitemos nombrar las plantas dentro de cada sistema cultural, es decir, es necesario hacerlas existir, darles una función, a partir de la manera como las nombramos. Los nombres, entonces, se construyen según las necesidades sociales del grupo que hace uso de las cosas.

Así, se hace necesario, desde esta perspectiva, preguntarnos por los nombres en tanto a signos lingüísticos, en otras palabras, realidades lingüísticas que permiten la representación de un evento comunicativo. De ahí que sea una construcción social en el interior de un sistema lingüístico. Es, por su parte, de naturaleza arbitrario en tanto a que la relación que establece con el significado es inmotivada, convencional. El significado de un nombre puede estar asociado a cualquier otro, lo que supone que no existe una relación natural entre el nombre y su significado (De Saussure, 2008).

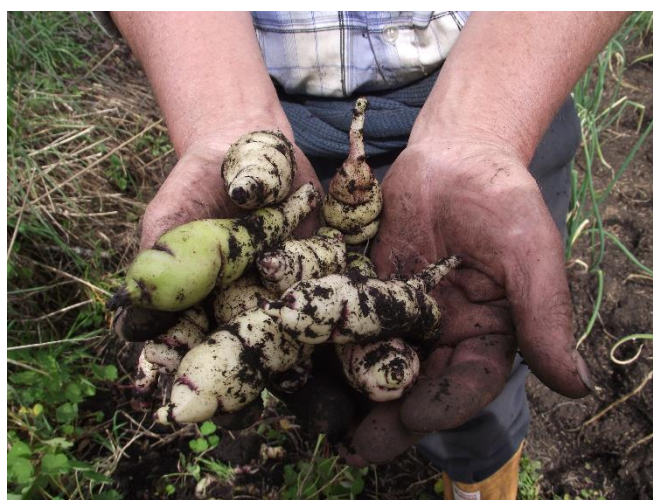
Así las cosas, un buen ejemplo de esto es mi visita al mercado de los Muisca, al norte de Tunja, donde pregunté por un tubérculo llamado cubio (*Tropeolum tuberosum*), que hace parte del listado de tubérculos de mi análisis. Los vendedores no lo conocían. Incluso me dijeron que podía ser, tal vez, uno que ellos llamaban Moronguaye, pero que se cosecha en los meses de octubre y noviembre. Sin embargo, en un puesto de verduras, una vendedora tenía cubios amarillos y morados, pero ella los llamaba nabos:

“ah, es que usted lo que está buscando son nabos. Son estos morados y estos blancos. ¿Pero por qué les dice cubios? Con estos nabos es que se hace el cocido boyacense y se hace colada y dulce, y uno se los puede comer fritos. Eso dicen que lo sembraban los indios, los Muisca antiguos ya hace años”.

El problema era el nombre, pues en el contexto pragmático de los vendedores del mercado del norte el signo “Cubio” no existe como tal, pero su significado se traslada a un significante diferente, “nabo”, el cual trae consigo una carga semántica establecida socialmente y en relación al cocido, al dulce, a

las frituras y a los Muisca. Así, el nombre que se le da en el mercado de Palo quemado de Bogotá, no está en relación pragmática con los vendedores de Tunja.

Es evidente, por su parte, que los nombres de los tubérculos son elegidos con libertad por los hablantes en relación a la idea que representan, pero a la vez son impuestos en relación al grupo social que los usa, es decir, son inmutables. Sin embargo, estos pudieron haber mutado con el paso del tiempo por medio del uso, lo que supone un desplazamiento entre la relación del significado y el nombre como significante (De Saussure, 2008).



*Ilustración 3. Un campesino en la vereda Cerinza, en el municipio de Santa Rosa de Viterbo, Boyacá, muestra unos nabos. En otras regiones del altiplano se les conoce como cubios o Cubias. Se trata de *Tropaeolum tuberosum*. Foto: Alonso Velásquez*

Más allá de esto, el nombre representa al tubérculo en términos literales según las necesidades culturales de los hablantes, pero en términos de la connotación está cargado de un valor simbólico (Jofré, 2016) que se construye por medio de las relaciones entre los hombres y las plantas. De esta manera, la oposición expuesta entre denotación y connotación adquiere un valor muy importante, pues sitúa a la denotación entre los mecanismos retóricos del lenguaje y la cultura, mientras la connotación podría quedarse en las estructuras de lo ideológico (Barthes, 1970). Pero deben ser entendidos como partes de un mismo cuerpo, es decir, el nombre no puede entenderse sin su carga simbólica.

Ahora bien, los nombres que se establecen en el lenguaje popular, como ya se dijo, están en relación con los procesos sociohistóricos de los habitantes, el uso que estos dan a las cosas y en las raíces lingüísticas de los hablantes. Según esto, los nombres que se dan a los tubérculos prehispánicos del altiplano cundiboyacense podrían estar en una relación directa con sistemas dialectales anteriores a la llegada de los españoles, es decir, préstamos de origen muisca que se manifiestan en palabras que utilizamos en la actualidad (Giraldo Gallego, 2016).

Según esto, para el caso de *Canna edulis/indica* (*Achisua- chisua- chigua-riba- rigua -risgua-achira-sagú*) los rasgos dialectales ch- rr y de sufijos clasificadores -ca, -que, -cha, -che hacen referencia a vestigios de dialectos muisca prestados a nuestros sistemas lingüísticos actuales, lo mismo que *Chuba-chugua-rúa- ruba*: hierba de hojas acorazonadas que produce un tubérculo comestible (*Ullucus tuberosus*) o Chucho (a)- Chuyo (a)- rucho (a)- ruche- ruinche- runchha- ruyo: papa o fruto podrido, de inferior calidad o con defectos, yuca con el corazón dañado o alimento que no se ablanda al cocinarlo, papa vieja, arrugada, palo que se quiebra con facilidad (Giraldo Gallego, 2016).

Mas, de lo anterior podríamos deducir que el nombre común es débil, es decir, tiene la cualidad de cambiar con el uso e incluso dejar de ser utilizado con el paso del tiempo, acontecimiento que se da con generaciones nuevas, que no solo pierden los saberes tradicionales del cultivo, sino del consumo y las denominaciones (Vallés, 1996).

En el camino de la huerta a la bodega, que quedaba a unos 800 metros del lugar en el que comenzó mi visita, Alfredo, el hombre del sombrero, me mostró aterrazamientos y zonas de cultivo abandonados por los herederos jóvenes de la tierra, quienes deciden irse a las ciudades, mientras me narraba cómo los más jóvenes ya no consumían tubérculos ancestrales como el cubio, la ibia, la ruba, etc.

De esta manera, de la mano de la modernización, los nombres y los tubérculos mismos parecen condenados a desaparecer, es decir, dejamos de usar las palabras que denominan unas plantas que a su vez tampoco consumimos ya,

porque nuestras necesidades van cambiando. Este proceso, por más molesto que pudiera parecer, es normal en tanto a que los procesos culturales, los significantes y significados, el signo mismo, no son piezas de museo y no van a permanecer estáticas, invariables, con el paso del tiempo.



Ilustración 4. Las rubas son un tubérculo de altura que se da entre 2000 y 3000 metros sobre el nivel del mar. Ullucus tuberosus. Foto: César Meneses

Es de gran importancia concluir diciendo que el nombre es una construcción cultural que establece las relaciones entre individuos y cosas. En este caso, los tubérculos de tierras altas del altiplano cundiboyacense se nombran en tanto a las diferentes relaciones que los habitantes del territorio establecen con estas plantas. Así, los significantes pueden verse modificados geográficamente, más los significados se mantienen en tanto a que dichas plantas han conservado sus usos tradicionales, sobreviviendo, de alguna manera, a la invasión europea y a los cambios propios de la cultura.

No obstante, el problema del nombre común radica en su diversidad, lo cual, si bien es de gran interés para la lingüística, dificulta el análisis arqueobotánico debido a que no pueden establecerse un significante y un significado comunes a todas las regiones, salvo con los nombres de identificación taxonómica.

Ahora bien, en términos educativos y etnográficos, conocer los nombres comunes es importante en tanto a que dan información de las comunidades que los usan y de aquellas que en el pasado los usaron, de ahí que las nuevas generaciones puedan estar en contacto con su pasado.

El problema del campo: dos breves relatos etnográficos, tomados del diario de campo de César Meneses.

21 de mayo de 2017

En la mañana me encontré con Alonso en la terminal de Duitama. El itinerario era muy interesante: visitaríamos a Cristina y Dinael en la vereda Quebrada Grande, en el municipio de Santa Rosa de Viterbo, y luego a don Luis Estepa, otro campesino en la vereda La Meceta, en Cerinza. Las dos familias trabajan con prácticas de agricultura orgánica, en asociación con la corporación con que trabaja Alonso. El camino a las fincas fue tan bello como todos los que uno puede recorrer en Boyacá.

Como la casa de Cristina, Dinael y su familia queda en la zona de amortiguación del páramo Pan de Azúcar, tuvimos que subir un largo camino por una carretera destapada y solitaria. Pude entonces ver muchos monocultivos de papa, mora y ochuva, a lo que Alonso se refería como si se tratara de una dificultad. Es decir, muchos campesinos se encaminan en procesos de monocultivo en busca del cultivo que los saque de pobres, pero luego caen en problemas de sobreproducción y no saben qué hacer; de ahí que quedan desprotegidos en las dinámicas comerciales, como la historia que me contó sobre los cultivos de uchuva en los que él trabajó y que no pudieron vender, y que tuvieron que aprender a procesar sobre la marcha.

El problema para Alonso (y lo comparto) es que el campesino debe poner el alimento en el centro, es decir, producir sus alimentos, pues el monocultivo se convierte en el centro de todo y se olvidan de lo más importantes: su alimento y medicina. Cuando el monocultivo no da, el campesino pasa hambre. Ahora tiene que buscar cosas para comer, que él mismo pudo haber sembrado. Es que en el mercado el campesino siempre está en una posición desventajosa, pues los precios los imponen terceros. Por eso Alonso ve necesario que se retorne al

autoconsumo. En el caso de los cafeteros, estos tuvieron el apoyo del estado, pero ante la crisis pasaron hambre porque ya no sabían cultivar sus propios alimentos. Habían acabado con la diversidad. Alonso ve todo esto como una tragedia que se suma a la del cambio climático y al deterioro de los suelos. Además, son muy pocas las especies de la biodiversidad que consumimos, y ahora las reducimos más, a unas cinco o seis especies.

Se cuestiona sobre para lo que él es el buen vivir, y plantea las ideas de Bolivia y Ecuador, pero con sus propios postulados. Retoman el principio de un desarrollo humano sostenible, que parte de los satisfactores humanos, necesidades axiológicas existenciales. Un satisfactor puede realizar varias necesidades. Cada insatisfacción de las necesidades es una pobreza. La comida, en este caso, es una necesidad que, al no ser satisfecha, es una pobreza catastrófica para las comunidades.

Al llegar a la casa de Cristina y Dinael, vi que se trataba de una pequeña finca autosostenible. Un arroyo que viene del páramo, una huerta diversa, la casa, una cabra recién parida con sus cabritos y una oveja amarrada. Estaban Cristina, Dinael, la abuela Vertilda, Cristian, Lennin y el más pequeño amigo que hice en este viaje, Josué, un niño que me hizo la estadía lo más feliz posible. Aquí recolectamos: yacón, maravillas, rubas, cubios, arracacha, todos con cultivos asociados de quinoa, habas, manzanas, peras, cebollas, curubas, brevas, papas, entre otros.

El tema entre esta familia es cultivar su comida. Tenerla ahí cerca y que sea el centro de todo. Basta ver los ojos de todos para saber que este paraíso les da felicidad. Nos despedimos después de recoger y comer frutos frescos y limpios. Don Luis nos estaba esperando arriba, casi en el páramo. Allí estaban él y su esposa, quien hace un tiempo fue derribada por un caballo y aún sufre de dolores en la Columba. Ella nos dio un plato repleto de nabos y papas cocidas, acompañado de puré de calabaza, todo cultivado de manera orgánica por ellos. Fue una bella comida. Recogimos papa criolla, papa tocarreña, nabos, moronguayes, todo mientras hablábamos de la responsabilidad de don Luis en la preservación del páramo y los problemas que tienen las personas de la

comunidad con la amenaza latente de la industria minera. Nos despedimos ante la lluvia inminente, y aún nos esperaba una tarde de cocina con Amparo, Laurita, y un amigo de Alonso llamado Armando. Cocinamos cubios acaramelados, fritos y en colada.

Fue un día increíble. Sigo sin comprender dónde se origina la hospitalidad y el apoyo incondicional de Alonso y Amparo. Han dedicado tanto de su tiempo para ayudarme desinteresadamente. De hecho, este campo no hubiera funcionado sin su ayuda.

22 de mayo de 2017

El itinerario de hoy era simple: el señor Fabriciano me explicó cómo llegar. El carro hacia el municipio de Boyacá, Boyacá, por Rique, era una Cooflotax que salía a las 6:30 am de la terminal de transportes de Tunja. El camino fue fácil y bueno. Al llegar a la escuela de Rique seguí la carretera que me llevaba a la orilla del río Teatinos; tomé la vía hacia la izquierda, por la orilla del río, y llegué a los puentes. A unos metros, sobre la orilla, me estaba esperando el señor Alfredo Ortiz.

Antes de llegar a los puentes vi a un grupo de hombre que recogían una cosecha de cebolla blanca. Eran muchos, cerca de diez, y trabajaban sobre un tendido blanco. Me saludaron displicentemente, y dijeron no conocer a Alfredo. Me despedí. Alfredo es un campesino muy amable, de ojos claros, que se encontraba fumigando una parte del huero con cal y sulfato de cobre. Me contó que trataban de mantener su tierra lo más sana de agrotóxicos posible, por lo que ellos mismos producen sus abonos con excrementos de conejo. El huerto de Alfredo y su hermano Fabriciano está ubicado en la vertiente de una montaña en la cuenca del río teatinos. En la parte de abajo hay cultivos de algunas variedades de papa, arracacha, ajo, sagú, remolacha, frijol y algunas variedades de maíz, además de arbustos y plantas aromáticas.

En la parte de arriba, a donde llegamos subiendo la vertiente por donde unos hombres trabajaban talando árboles y procesando la madera, está la casa de Alfredo. Allí queda la bodega de semillas nativas por las que vienen trabajando hace años: papa, en por lo menos cinco variedades (tocarreña, pastusa, criolla,

etc.), habas, variedades de frijol, maíz, arracacha, sagú, ibuas, rubas y nabos. Ellos creen firmemente en la necesidad de proteger las semillas nativas, a pesar de las luchas que han tenido que dar con las regulaciones nacionales para el uso de semillas nativas. Alfredo dice que usar semillas como las de Monsanto es peligroso, porque están modificadas y no pueden replantarse. Además, “destruyen las que son nuestras”.

En la actualidad Fabriciano, quien trabaja en la reivindicación de las semillas nativas, se encuentra dando una batalla por la descriminalización de las semillas de los campesinos. Además de la bodega hay una cocina hermosa en la que hicimos una aromática con plantas de huerto. En este tiene sembrado maíz, arracacha morada y de grano, sagú, habas, romero, zanahoria, frijol, ibias, cubios, rubas, papa, entre muchas hierbas aromáticas.

Mientras caminábamos en busca de las raíces y los tubérculos, Alfredo y yo hablamos mucho sobre el abandono del campo. Me mostró casas dejadas por sus habitantes, muchas de ellas de personas mayores que murieron y sus hijos se fueron a las ciudades, abandonándolas, junto con los cultivos. Además, la mayoría de los jóvenes, según él, no quieren saber del campo, se van a trabajar a la ciudad y vuelven solo de visita, de ahí que cuando los actuales campesinos de la vereda mueran, ese campo vaya a desaparecer, y eso ya se nota, pues más allá de los monocultivos, hay muchos terrenos abandonados o potrerizados que no producen ya nada.

Alfredo me ayudó a recolectar mis muestras, a preparar semillas que analizaré y compartiré con personas en Antioquia, además que me facilitó una variedad de semillas de maíz para la colección del laboratorio de arqueología. Igualmente, más allá de toda su ayuda y de estos regalos, Alfredo me hizo otro que agradezco como antropólogo/arqueólogo en formación: me mostró las ruinas de la bocatoma de una hidroeléctrica, que dejó de funcionar hace más de cincuenta años. Se trata de las estructuras de tanques, tuberías y canales, que la naturaleza ha ido tapando. Recordé un poco las clases de métodos y técnicas arqueológicas y los procesos de formación de los sitios. En el ascenso había un aterrazamiento que yo relacioné, al verlo, con una sociedad prehispánica, pero

luego él me dijo que ahí estaba la factoría de ladrillos y la casa del fontanero, que era quien cerraba las llaves del flujo de agua.

Yo no sé mucho de arqueología, es decir, sé menos de lo que presumo, pero tengo la emoción que me da el asombro. Hoy me sentí descubriendo el impacto del paso del tiempo sobre la acción humana. Como si se tratara de una fuerza que hemos modificado por medio de la cultura, pero que se impone luego cuando quiere. Ahí estaba ese pasado que, para Alfredo, mediado por los recuerdos de su infancia, fue perfecto. Pero ahora la naturaleza lo está tragando todo, y es allí donde el arqueólogo tendrá algo que decir, para que no olvidemos cuáles son los acontecimientos que nos han hecho cambiar como grupos sociales; mirar de adentro hacia afuera, para comprender precisamente lo que somos ahora.

Metodología

Arqueología experimental

Las herramientas teóricas de las que la arqueología, la antropología y la ecología hacen uso para explicar los fenómenos de los que se ocupan son de gran importancia en los procesos de investigación. Sin embargo, tenemos la necesidad de adelantar procesos de experimentación que nos ayuden a comprender y validar los conocimientos que por medio de la teoría construimos, de ahí la importancia de realizar procedimientos controlados de laboratorio.

Son así importantes las rutinas de análisis que desde el laboratorio nos aproximen a la comprensión de los acontecimientos ocurridos en la prehistoria, además de algunas de las herramientas culturales que grupos del pasado utilizaron para solucionar las necesidades de su vida cotidiana, lo que de paso nos ayudará a comprender los procesos de cambio y complejización social. La replicación de los escenarios puede ayudarnos en la discusión y análisis de resultados obtenidos en los ejercicios de campo, claro está, todo enmarcado en criterios investigativos y en herramientas óptimas de análisis.

En esta oportunidad, se trata de la construcción de una colección de referencia de almidones de tubérculos de tierras altas, todos especímenes botánicos propios de América, cultivados en la región del altiplano cundiboyacense.

Revisión bibliográfica

La pesquisa bibliográfica redonda en los aportes a los estudios arqueobotánicos. Así, gira en torno a los trabajos que se han ocupado de los análisis de restos botánicos en el registro arqueológico, además de los procesos de domesticación de plantas en el neotrópico. De la misma manera, son importantes los estudios que dan fe del uso de las plantas y su relación con las sociedades prehispánicas, además de aquellos que caracterizan las herramientas y utensilios que fueron utilizados para el procesamiento de tubérculos, raíces, rizomas y demás.

Por otra parte, se revisan los estudios botánicos y los manuales de sistemática de plantas que nos ayuden en el reconocimiento y clasificación de

familias y especies, esto con el fin de acercarnos de manera acertada a la ecología de las plantas de las que este trabajo se ocupa.

La construcción de una colección de referencia

La necesidad de colecciones de referencia para la identificación de microrrestos botánicos es evidente. Reconocer dichos restos nos ayudará en la comprensión de procesos tales como domesticación de plantas, orígenes de la agricultura, primeros pobladores de América, economías de subsistencia y demás. Es por esta razón que este trabajo se enfoca en el procesamiento de ejemplares de tubérculos de tierras altas del altiplano cundiboyacense, aplicando la técnica del análisis de almidones, con el fin de determinar la taxonomía de la planta desde el estudio de sus residuos, esto desde la experimentación y procesamiento del material botánico, el muestreo, la extracción de microrrestos, la identificación y la observación de los resultados.

Ahora bien, esta investigación busca analizar once especies de tubérculos de diferentes familias, con el fin de catalogar y describir los tipos de almidones que contienen, su morfología, todo esto con miras en la alimentación de la colección de referencia de almidones del Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Antioquia.

Por otra parte, los criterios tenidos en cuenta para la selección de las plantas y tubérculos analizados, redundan en la necesidad de una colección de almidones de tubérculos de altura, todos estos existentes en diferentes investigaciones arqueológicas del país, además de que se trata de plantas útiles y económicamente activas en la actualidad.

Esta colección, la cual consiste en un conjunto de placas de observación microscópica con almidones de las plantas ya mencionadas, deberá servir en un futuro para la comparación con restos arqueológicos y su posterior reconocimiento.

Recolección de muestras

La recolección de las muestras botánicas se realizó durante la visita de campo al departamento de Boyacá, en los municipios de Tunja, Boyacá, Santa Rosa de Viterbo, Cerinza, Duitama y Turmequé. En estos lugares las plantas y

tubérculos son cultivados en huertos familiares, salvo en el municipio de Turmequé, donde los campesinos de la Asociación innovadora de Tubérculos Nativos los cultivan con fines comerciales y con miras en la preservación de las semillas ancestrales. También se realizó una recolección en dos mercados: el mercado Norte de Tunja, también conocido con el nombre de Los Muisca, y en el mercado campesino del municipio de Turmequé.

El proceso de recolección en campo se ha realizado de manera conjunta con Alonso Velásquez, líder de una asociación de campesinos, Cristina González y Dinael Rendón en la vereda Quebrada Grande del municipio de Santa Rosa de Viterbo, Luis Estepa, de la vereda La Meceta, del municipio de Cerinza, Alfredo Ortiz, de la vereda Soconzaque, del municipio de Boyacá, y los campesinos de la Asociación innovadora de Tubérculos Nativos del municipio de Turmequé. Así mismo, las plantas han sido reconocidas gracias a la experiencia del señor Felipe Cardona, biólogo del herbario de la Universidad de Antioquia, y Juan Diego Restrepo Restrepo, biólogo docente de la misma universidad.

Para la recolección del material se utilizó el protocolo del Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad, del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Se colectaron las muestras en bolsas plásticas de 30x40 cm, marcadas cada una con el código de recolección, el código del laboratorio de arqueología, las coordenadas, la altitud, la familia, el género, el hábito, el nombre científico y nombre común, además de los datos del o los colectores. De la misma forma se recogieron muestras de las plantas, las cuales fueron prensadas debidamente en paquetes, entrecruzando periódicos y amarrándolos con cabuya. Cada paquete se marcó con el nombre común, el nombre científico, los datos de la procedencia de la muestra y datos del o los colectores (Álvarez, y otros, 2006). Posteriormente se diligenció una ficha de recolección con los siguientes datos:

- Número de muestra
- Fecha de colecta
- Lugar de recolección
- Datos del sitio de recolección

- Coordenadas
- Altura
- Sitio de recolección: mercado, cultivo, herbario, otros.
- Nombre común
- Nombre científico
- Silvestre /cultivada
- Parte específica de la planta recolectada
- Usos
- Fechas de siembra y cosecha.

Materiales utilizados para la recolección de muestras

- Cinta métrica
- Brújula
- GPS
- Papel periódico
- Cabuya
- Tijeras podadoras
- Palustre
- Bolsas plásticas transparentes de 30x40 cm
- Cinta de enmascarar
- Costales de fibra plástica
- Libreta de campo
- Marcador indeleble.



Ilustración 5. En la foto el autor marca una de las bolsas en la que recolectó una muestra. Al fondo Dinael Rendón y Cristina González, en compañía de sus hijos. Vereda Quebrada grande, Santa Rosa de Viterbo. Foto: Alonso Velásquez

La colecta de las plantas y tubérculos se ha realizado mediante el método de duplicados, es decir, se colectan dos individuos de cada especie. Posteriormente se hizo una comparación entre los individuos fértiles, con flores o frutos, e infértiles, sin flores ni frutos. Ulteriormente se hizo un registro fotográfico y se anotó en la libreta de campo con un código de recolección y el código del laboratorio, el cual comienza con las siglas SGRC (Starch Grain Reference Collection) seguido por el cifrado iniciado en 196, que continúa la secuencia de la Aplicación del análisis de almidones modernos para la investigación arqueobotánica: confección de una colección de referencia, realizado por mi compañero Carlos Adrián Mazo Castro.

Ahora bien, las muestras fueron embaladas dentro de un costal de fibra. En este se ubican las bolsas que contienen las muestras individuales y las plantas que posteriormente fueron prensadas para el reconocimiento y la preservación de testigos. Todas las muestras estaban marcadas como ya se referenció anteriormente, con el fin de facilitar el reconocimiento de las especies.

Tabla 4. Tabla de recolección de datos

Tabla de datos de recolección											
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	CULTIVOS ASOCIADOS	USOS ACTUALES	FORMAS DE PROCESAMIENTO	PARTES RECOLECTADAS	UNIDAD DE RECOLECCIÓN	ALTURA	COORDENADAS	GEOFORMA	COLECTOR
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Nabo, cubio blanco, isaño, majua, cuiba	Rastrera		Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Nabo, cubio amarillo, isaño, majua, cuiba	Rastrera		Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Arracacha, apio criollo, virraca	Hierba		Alimento, alimento de ganado	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa pastusa, parúa, pastusa	Arbusto		Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Ullucus tuberosus</i>	Rubas, Olluco, papa lisa	Rastrera		Alimento, medicinal	Cocido	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Colocasia esculenta</i>	Malanga	Hierba		Alimento, medicinal	Lavado, pelado, cocido, hervido, macerado, rallado	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa criolla roja	Arbusto		Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Nabo, cubio amarillo, isaño, majua, cuiba	Rastrera		Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Ullucus tuberosus</i>	Rubas blancas, olluco, papa lisa	Rastrera		Alimento, medicinal	Cocido	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Nabo, cubio blanco, isaño, majua, cuiba	Rastrera		Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado	Tubérculo	1. Mercado norte, Tujna	2810 msnm			César meneses
<i>Tigridia pavonia</i>	Maravilla	Hierba	Arracacha, cebolla, sábila, linaza, maíz	Alimento, ornamental	Lavado, pelado, cocido, macerado, seco	Tubérculo	2. V. Quebrada Grande, Santa Rosa de Viterbo	3059msnm	N05°53'25.00" W073°00'35.20"	Vertiente montañosa, zona de amortiguación de páramo	César Meneses, Kristina Gonzáles, Dinaeel Rincón
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa criolla	Arbusto	Rubas, cubios, cebolla	Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado	Tubérculo	4. V. La Meceta, Cerinza	3368msnm	N06°00'08.40" W072°58'25.90"	Vertiente montañosa, subpáramo	César Meneses, Luis Estepa
<i>Ullucus tuberosus</i>	Rubas rojas	Rastrera	Cebolla, papa, linaza, ornamentales, sábila	Alimento, medicinal	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	2. V. Quebrada Grande, Santa Rosa de Viterbo	3059msnm	N05°53'25.00" W073°00'35.20"	Vertiente montañosa, zona de amortiguación de páramo	César Meneses, Kristina Gonzáles, Dinaeel Rincón
<i>Smilantus sonchifolius</i>	Yacón	Arbusto	Peras, manzanas, curuvás y moras	Alimento, medicinal	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	2. V. Quebrada Grande, Santa Rosa de Viterbo	3059msnm	N05°53'25.00" W073°00'35.20"	Vertiente montañosa, zona de amortiguación de páramo	César Meneses, Kristina Gonzáles, Dinaeel Rincón
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Arracacha, apio criollo, virraca	Hierba	alcachofa, quinoa, sábila, linaza	Alimento, alimento de ganado	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	2. V. Quebrada Grande, Santa Rosa de Viterbo	3059msnm	N05°53'25.00" W073°00'35.20"	Vertiente montañosa, zona de amortiguación de páramo	César Meneses, Kristina Gonzáles, Dinaeel Rincón
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Nabo o cubio blanco, isaño, majua	Rastrera	Papa, rubas	Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	V. Villa nueva, Santa Rosa de Viterbo	3053msnm	N05°53'18.60" W073°00'42.20"	Vertiente montañosa, zona de amortiguación de páramo	César Meneses, Kristina Gonzáles, Dinaeel Rincón
<i>Ullucus tuberosus</i>	Rubas	Rastrera	Quinoa, papa, habas, cebolla	Alimento, medicinal	Cocido	Tubérculo	V. La meceta, Cerinza	3368msnm	N06°00'08.40" W072°58'25.90"	Área de subpáramo.	César Meneses, Luis Enrique Estepa Garcés.
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa criolla	Arbusto	Rubas, cubios, papa	Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	V. La meceta, Cerinza	3368msnm	N06°00'08.40" W072°58'25.90"	Área de subpáramo.	César Meneses, Luis Enrique Estepa Garcés.
<i>Oxalis tuberosa</i>	Ibias, moronguayes, papa oca, oca	Rastrera	Quinoa, papa, habas, cebolla	Alimento	Cocido	Tubérculo	V. La meceta, Cerinza	3368msnm	N06°00'08.40" W072°58'25.90"	Área de subpáramo.	César Meneses, Luis Enrique Estepa Garcés.
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa tocarreña	Arbusto	Rubas	Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	V. La meceta, Cerinza	3368msnm	N06°00'08.40" W072°58'25.90"	Área de subpáramo.	César Meneses, Luis Enrique Estepa Garcés.
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa pastusa, parúa, pastusa	Arbusto	arracacha, maíz	Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	V. Soconzaque, Boyacá Boyacá	2435msnm	N 05°26'30.40" W073°23'32.50"	Vertiente de montaña, cuenca de río	César Meneses, Alfredo Ortiz
<i>Oxalis tuberosa</i>	Ibias, moronguayes, papa oca, oca	Rastrera	papa, cubio, habas, arracacha	Alimento	Cocido	Tubérculo	V. Soconzaque, Boyacá Boyacá	2435msnm	N 05°26'30.40" W073°23'32.50"	Vertiente de montaña, cuenca de río	César Meneses, Alfredo Ortiz
<i>Canna edulis/indica</i>	sagú, rigua	Hierba	papa, cubio, habas, arracacha	Alimento, artesanías	Cocido	Rizoma	V. Soconzaque, Boyacá Boyacá	2435msnm	N 05°26'30.40" W073°23'32.50"	Vertiente de montaña, cuenca de río	César Meneses, Alfredo Ortiz
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Arracacha morada	Hierba	papa, cubio, habas, arracacha	Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	V. Soconzaque, Boyacá Boyacá	2435msnm	N 05°26'30.40" W073°23'32.50"	Vertiente de montaña, cuenca de río	César Meneses, Alfredo Ortiz
<i>Ipomoea batata</i>	Batata, papa dulce	Rastrera	papa, cubio, habas, arracacha	Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	V. Soconzaque, Boyacá Boyacá	2435msnm	N 05°26'30.40" W073°23'32.50"	Vertiente de montaña, cuenca de río	César Meneses, Alfredo Ortiz
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Arracacha de grano	Hierba	papa, cubio, habas, arracacha	Alimento	Lavado, pelado, cocido, frito, macerado, rallado, secado	Tubérculo	V. Soconzaque, Boyacá Boyacá	2435msnm	N 05°26'30.40" W073°23'32.50"	Vertiente de montaña, cuenca de río	César Meneses, Alfredo Ortiz



Ilustración 6. En la foto se ven unos tubérculos que Dinael Rendón acaba de cosechar. Se trata de Arracacia xanthorrhiza. Foto: Alonso Velásquez

De manera posterior a la recolección de las muestras, se diseñó un protocolo para la extracción de los gránulos de almidón, que parte de los planteados por Pagán Jiménez (2015) y, además del que elaboró Mazo Castro (2016).

Así las cosas, antes de comenzar con el proceso de extracción de almidones de las muestras botánicas, fue necesario verificar si los espacios y utensilios que se utilizarían en el procedimiento se encontraban limpios a profundidad de cualquier contaminante que pudiera alterar las muestras a estudiar. Para esto se hicieron varos *test*, como por ejemplo en las toallas de mano, una de las cuales fue humedecida con agua destilada, esta última montada en una placa y llevada al microscopio, con el fin de verificar que no hubiera presencia de almidones ajenos a la investigación. Además de esto, todo el procesamiento de las muestras modernas debería realizarse en un espacio diferente del área en la que se resguardan las colecciones de referencia (Mazo Castro, 2016).

Proceso de extracción de almidones de tubérculos modernos

La extracción de los gránulos de almidón de las muestras modernas de tubérculos de tierras altas, se realiza con el protocolo utilizado por el laboratorio de arqueología de la Universidad de Antioquia, refinado según las necesidades de cada muestra según las recomendaciones de los profesores Nicolás Loaiza Díaz y Sneider Rojas Mora, además del compañero Carlos Adrián Mazo Castro.

Como primero se lavó cada muestra con abundante agua corriente; posteriormente se peló la parte a procesar con una cuchilla de bisturí, se cortó finamente en fragmentos que se depositaron en un mortero al que se le agregó entre 5 y 10 ml de agua destilada, esto con el fin de hidratar los cortes. Seguidamente se maceró delicadamente con el fin de no destruir los gránulos de almidón. Así mismo, con una pipeta de extracción se tomó el líquido resultado de la maceración y se embazó en tubos de ensayo que fueron llevados a una centrífuga a 1000 revoluciones por minuto durante cinco minutos. Seguidamente, monté una placa con una gota del líquido decantado después de centrifugado y lo mezclé con una gota de glicerina al 20%, con el fin de facilitar la disgregación de los granos.

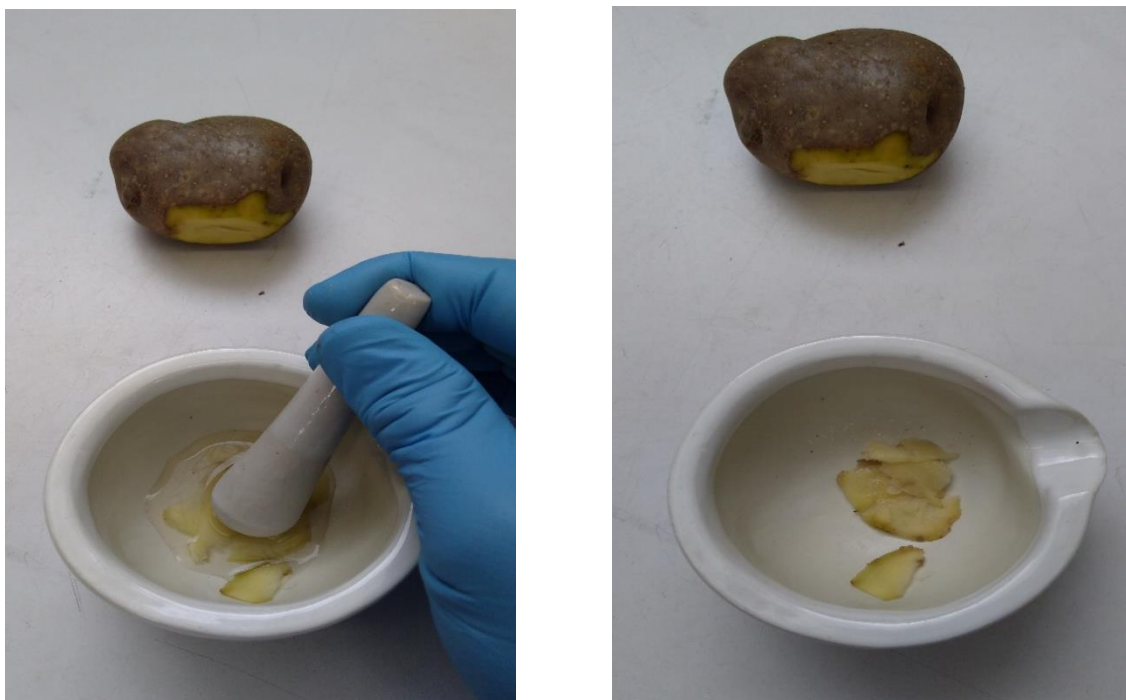


Ilustración 7. Procesamiento de muestras. Foto: Adrián Mazo.

Para el centrifugado, es importante aclarar que el tubo de ensayo fue equilibrado con otro con igual cantidad de líquido, mas este se trataba de agua de la canilla, con el fin de generar equilibrio en la rotación. La nueva muestra se decanta y con la pipeta se extrae el residuo que queda en el fondo del tubo, y es este el que se lleva al portaobjetos.

Por su parte, es de importancia comentar que los utensilios: mortero, mano de mortero, cuchillas de bisturí, portaobjetos, cubreobjetos, herramientas utilizadas para mezclar, etc., fueron debidamente lavados a conciencia y esterilizados cada vez que fueron utilizados, esto con el fin de evitar contaminación cruzada.

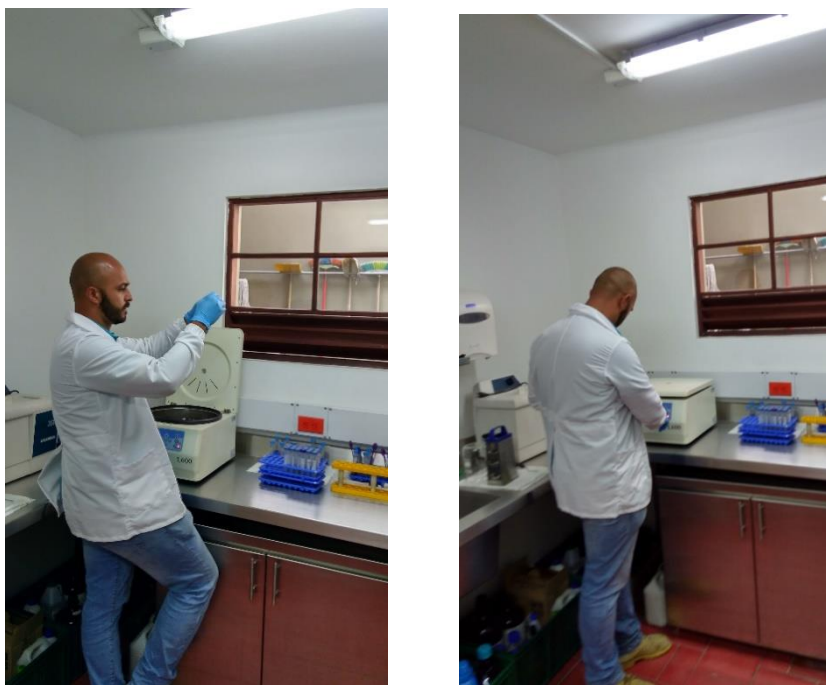


Ilustración 8. En las fotos el autor realiza el proceso de centrifugado de una de las muestras. Laboratorio de arqueología. Fotos: Luis Carlos Quiroz

Por otro lado, la valoración general de las placas se hizo con un microscopio marca Carl Zeiss Axio Lab A.1., comenzando con una magnificación de 10X con luz transmitida y polarizada, con el fin de rastrear la presencia de gránulos de almidón en una óptica más amplia. Posteriormente, habiendo hallado los microrrestos, la magnificación fue ampliada entre 20X y 40X según los tamaños de los almidones, su disposición y abundancia en la placa. Así mismo, realizamos unos transectos microscópicos haciendo movimientos en zig-sag sobre la placa a 40X, partiendo en el extremo superior izquierdo, y terminando en el momento que pudieran contabilizarse 101 almidones por placa, objetivo este que pudo cumplirse con facilidad, dada la abundancia de almidones por muestra.

De esta forma se pudo observar en cada gránulo las variables más significativas, tales como lamelas, fisuras, cruz de extinción, entre otras, mientras que gracias a la cámara fotográfica Axio cam ERc 5S marca Zeiss, se pudo fotografiar cada gránulo y observar las variables cualitativas como largo, ancho y diámetro, datos estos registrados en una base de datos construida bajo

los parámetros del código internacional de nomenclatura de almidones (ICSN, 2011), con algunos aportes utilizados por Pagán Jiménez (2015).

Procedimiento para la observación microscópica

Como ya se dijo, para la caracterización y análisis de los almidones, todos estos de los bulbos, tubérculos o rizomas de las plantas, se utilizó el código internacional de nomenclatura de almidones (ICSN, 2011), con algunos aportes utilizados por Pagán Jiménez (2015), partiendo de las características morfológicas de cada grano y sus diferencias con otros, además de variables cuantitativas como largo, ancho y diámetro. Si bien el siguiente protocolo se contruyó según los requerimientos de ICSN (2011), sus características son propias del autor de esta monografía, quien considera importante destacar algunas otras variables cualitativas que podrían ser consideradas diagnósticas a la hora de reconocer los gránulos, es decir, borde, margen y facetas de presión.



Ilustración 9. En la foto, el autor realiza la observación en el microscopio Carl Zeiss Axio Lab A.1. Foto: Luis Carlos Quiroz

Cuantificación y caracterización de granos de almidón

Para la observación de los gránulos de almidón en la confección de este catálogo, se tuvieron en cuenta dos tipos de variables: cualitativas y cuantitativas. Dentro de las cuantitativas se tuvo en cuenta:

- Largo: la cual se toma desde el eje más largo del plano
- Ancho: proyectado perpendicularmente al eje de la longitud
- Diámetro: se toma en la parte más ancha de los granos circulares.

Para la toma de los tamaños, es necesario aclarar que, dado que en la mayoría de las muestras encontramos un gran número de almidones de gran tamaño, los almidones pequeños, es decir, inferiores a 5 micras, no fueron considerados en la medición. Así mismo, consideramos granos pequeños aquellos que están entre 5 y 10 micras, y grandes los que superan las 10 micras.

Por otra parte, las variables cuantitativas son:

Forma: la variable forma es bidimensional. Se trata del morfotipo del almidón. Los términos bidimensionales, entonces, son:

- Circular: en forma de círculo, en el cual todos los radios son de la misma longitud.
- Óvalo: Ligeramente alargado y contorno redondeado
- Semicircular: Parte de un círculo o de un óvalo
- Triangular: que tiene tres lados definidos claramente
- Cuadrado. Cuatro lados iguales
- Rectangular: cuatro lados de dos longitudes distintas, con la misma longitud los lados opuestos.
- Trapezoidal: con cuatro lados, de los cuales uno es paralelo.
- Polígono: que tiene más de cuatro lados definidos
- Alargado: que tiene forma de punta de lanza, cónico
- Truncado o forma de campana: que tiene forma de campana.

Hilum: es el punto en el cual inicia el crecimiento del gránulo (Pagán Jiménez, 2015) (Torrence y Barton, 2006), con una importancia similar a la variable forma. Es un punto central o excéntrico alrededor del cual se van

formando las capas de un grano de almidón (ICSN, 2011). Esta variable puede describirse de la siguiente forma:

- Centric o eccentric: puede encontrarse hacia el centro o hacia los extremos del almidón, o en otras palabras, fuera o dentro del centro geométrico del grano (ICSN, 2011).

- Distinct/indistinct: se puede distinguir con facilidad o no.

- Esférico: que se torna redondo y tridimensional

- Lenticular: el eje más corto del grano es paralelo al diámetro más corto del hilum, que se ubica en el centro, haciendo que las lamelas sean uniformes (ICSN, 2011).

Espesor:

- Elongado: el eje con un diámetro mayor en el grano es paralelo al diámetro mayor del hilum, que a su vez se torna central, siendo las láminas generalmente uniformes (ICSN, 2011).

- Invisible: no puede observarse.

- Obscurecido: no puede verse porque alguna característica del grano lo impide, puede tratarse de una fisura.

- Grano sólido: No expresa el hilum ni fisuras aparentes.

- Cavidad central: se presenta un área generalmente abierta en torno al hilum, que puede tener formas distintas (ICSN, 2011).

- Refractivo: El área del hilum se torna iluminado cada vez que se mueve el plano del enfoque a través del hilum, haciendo que la luz se doble.

Cruz de extinción: según Pagán Jiménez (2015), los almidones son cuerpos semicristalinos, con una estructura molecular muy ordenada, de ahí que sean birrefringentes al ser observados con una luz polarizada en el microscopio. De esta forma, los almidones se proyectan de un color blanco brillante, generando así dos brazos o bandas que forman lo que conocemos como cruz de extinción (Pagán Jiménez, 2015). Las características que observamos de esta cruz son las siguientes:

- Centric/eccentric: permanece dentro o fuera del centro geométrico del grano.

- Distinct/indistinct: se ve con facilidad o no pueden verse con claridad.
- Brazos ondulados: los brazos forman líneas onduladas.
- Brazos rectos: los brazos de la cruz forman líneas rectas.

Fisuras: muchos gránulos de almidón manifiestan fisuras, lo que podría considerarse diagnóstico para muchas especies. Se trata de una grieta ubicada donde se encuentra el hilum (Pagán Jiménez, 2015). Las fisuras pueden describirse de la siguiente forma:

- Radial: esta se extiende desde el centro hacia afuera.
- Perpendicular: se forma en un ángulo recto con el plano del hilum.
- Paralela: en el mismo plano y equidistante a lo largo de la línea de l hilum.
- Stellate/forma de estrella: tiene forma de estrella.
- Transversal: se extiende en un ángulo recto con el eje largo del grano.
- Longitudinal: se extiende a lo lardo del eje del grano.
- Oblicuo: No es perpendicular y tampoco paralelo.
- Delicado: se torna delgado y tenue.
- Ragged/clean cut: se trata de fisuras regulares o irregulares, generalmente bien definidas.
- Regular/irregular: es uniforme o desigual.
- Ramificación: presenta subdivisiones de una fisura principal, generalmente lateral.
- Longitudinal mesial: se trata de una fisura grande, interior, muy profunda, variable e irregular, paralela al eje largo del grano.

Lamelas: se trata de las capas que dan fe del crecimiento de un grano de almidón. Es necesario saber que no siempre es visible, y en algunos casos puede ser completo sobre la superficie del grano o incompleto. se puede presentar como:

- Lamellated o non lamellate: manifiesta o no láminas.
- Círculos concéntricos regulares: círculos regulares que generalmente se forman en torno al hilum
- Círculos concéntricos ondulados: círculos irregulares, ondulados, que se forman alrededor del hilum.

-Círculos concéntricos angulares: formas angulares que se forman alrededor del hilum (Pagán Jiménez, 2015).

- Completo o continuo/incompleto: se extiende a través del grano entero o a través de parte del grano.

- Distinct/indistinct: se define o no con claridad.

- Coarse: líneas anchas o estrechas.

- Uniforme: con las mismas propiedades en todas partes (ICSN, 2011).

Superficies:

- Knobby: se muestra con proyecciones redondeadas.

- Textura áspera: es gruesa.

- Suave: con su superficie sin irregularidades.

- Fisura: con una cavidad central alargada.

- Granular: parece estar cubierto de partículas.

- Reticulado: que se parece a una red.

- Arrugado: tiene fisuras superficiales irregulares.

- Facetas de presión: son indentaciones producidas en el proceso de la formación del almidón compuesto.

- Proyecciones: son áreas que se extienden más allá de la superficie principal del grano (ICSN, 2011) (Mazo Castro, 2016).

Por último, las placas que fueron montadas en el laboratorio, se conservarán en un portaláminas de madera marcado de la siguiente forma: “Una colección de referencia de almidones de tubérculos de tierras altas del altiplano cundiboyacense, por: César Augusto Meneses Jaramillo”, en las instalaciones del laboratorio de arqueología de la Universidad de Antioquia.

Instrumentos y materiales utilizados en los procesos de laboratorio

- Microscopio Carl Zeiss Axio Lab A.1 de magnificación 10X, 20X, 40X, 60X y 100X

- Centrífuga

- Tubos de ensayo

- Pipetas de extracción

- Glicerina al 20%

- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Elementos de instrumentación quirúrgica: pinzav, bisturí.
- Agua destilada
- Guantes quirúrgicos
- Bakers.

Tropaeoláceae

Sistemática *Tropaeoláceae*

Se trata de plantas con hábito de herbáceas, generalmente enredaderas. Son plantas anuales o perennes, con rizomas o tubérculos presentes. Usualmente presentan pelos en hojas y flores, usualmente con estípulas presentes, generalmente pequeñas y caducas. Sus hojas son alternas, simples, libres peltadas o raramente subpeltadas. Siempre presentan pecíolos, comúnmente cirriformes; las láminas son frecuentemente palmatilobadas, con márgenes enteros, ápices comúnmente emarginados, venación palmada en las hojas simples.

Presentan flores solitarias generalmente en racimos o en umbelas. Usualmente tienen pedicelos pendientes con frecuencia cirriformes. Sus flores son zigomorfas, bisexuales, en forma de cáliz con 5 lóbulos, pocas veces bilabiados, espolonado, con colores variables entre verde, amarillo, rojo o naranja. Corola con 5 o en casos raros 2 pétalos, espatulados o unguiformes, superiores 3 e inferiores 2, frecuentemente contrastando en tamaño y forma, con colores variables, entre verde, amarillo, rojo o negrusco, en ocasiones con puntos o colores que contrastan; tienen márgenes en ocasiones dentadas o ciliadas. Sus frutos son esquizocarpos, mericarpos; produce tres semillas por fruto, con endosperma ausente y embrión recto (Departamento de ecología y ciencias ambientales, facultad de ciencias. UDELAR, 2011) (Andersson, 2000).

Habitan bosques altoandinos, y raramente pueden ser encontradas en bosques premontanos o montanos bajos.

Tabla 5. Características diagnósticas Tropaeolum Tuberosum

-	Enredaderas trepadoras o postradas
-	Plantas con contenido de aceites de mostaza
-	Sus hojas son alternas, usualmente simples, peltadas generalmente.
-	Flores zigomorfas, bisexuales, cáliz espolonado
-	Frutos esquizocarpos

Tabla 6. LARQSGRC196

LARQSGRC196***Tropaeolum Tuberosum***

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Tropaeolaceae</i>
Subfamilia	
Tribu	
Género	<i>Tropaeolum</i>
Nombre científico	<i>Tropaeolum tuberosum</i>
Nombre común	Nabo, cubio amarillo, cubio blanco
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Mercado norte, Tunja; V. Quebrada Grande, Santa Rosa de Viterbo;
Código de recolección	UR1M1
Código de laboratorio	LARQSGRC196



Ilustración 10. *Tropaeolum tuberosum*. Ejemplar-parte procesada. Fotos: César Meneses

Ecología:

Es una especie propia de los Andes, distribuida desde Colombia hasta el norte de Argentina. Es conocida desde periodos prehispánicos, y su uso se difunde en las poblaciones campesinas del área andina (Bulacio & Ayarde, 2012). Se conocen dos subespecies, diferenciadas por la presencia de tubérculos. De las dos variedades, *Tropaeolum tuberosum* es la cultivada y domesticada, con tubérculos comestibles.

La planta es herbácea, con tallos en forma de cilindro, con hábito rastroso. Crece de forma erecta en las primeras etapas de su crecimiento, pero sus tallos se postran y el follaje se compacta en estadios maduros. Sus hojas son delgadas de color verde, y los tubérculos son cónicos, alargados y con un ápice agudo. Estos pueden ser de diversos colores (blanco, amarillo, rojo, morado).

Tabla 7. Descripción del almidón Tropaeolum Tuberosum

MORFOTIPO	NÚMERO	PORCENTAJE
Truncado/acampanado	31	30.4%
Ovalado	23	22.5%
Trasovado triangular	18	17.6%
Circular	16	15.6%
Semicircular	7	6.9%
Polígono	4	3.9%
Cuadrado	1	0.9%
Hexagonal	1	0.9%
Oblanceolado	1	0.9%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 16.316 μm

D.E.² 8.563 μm

² Desviación estándar

Promedio ancho: 14.842 μm

D.E. 12.001 μm

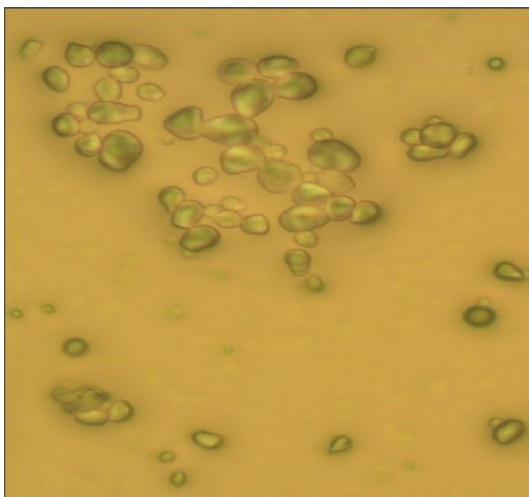
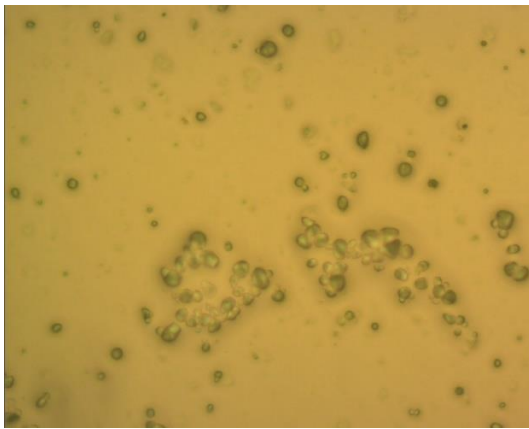
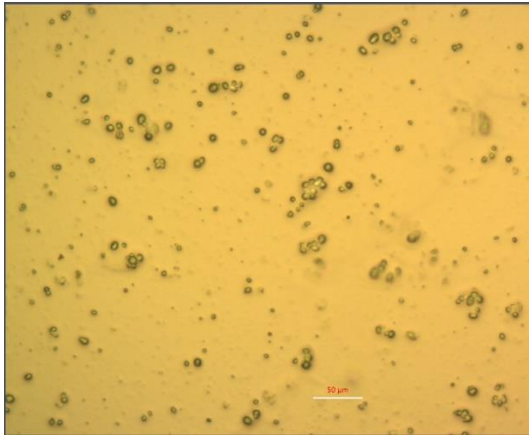
Promedio diámetro: 24.456 μm

D.E. 28.908 μm

Se trata de almidones con morfotipos diversos. Si bien son mayormente truncados en forma de campana (30.4%), hay un número alto de almidones ovalados (22.5%), triangulares (17.6%) y circulares (17.6%), con menor aparición de semicirculares (6.9%), poligonales (3.9%), oblancoolados (0.98%), hexagonales (0.98%) y cuadrados (0.98%).

El Hilum, cuando se observa fácilmente, aparece de manera excéntrica (52.0%), aunque con presencia de formas céntricas (10.8%). Son almidones mayormente no lamelados (45.1%), pero pueden encontrarse lamelas completas en círculos y anillos concéntricos ondulados (18.6%) y completas en círculos y anillos concéntricos regulares (36.3%). Generalmente no tienen fisuras (58.8%), pero pueden encontrarse algunas transversales (15.7%), oblicuas (8.8%), longitudinales (3.9%), paralelas (3.9%), perpendiculares (3.9%) y radiales (2.9%). Así mismo, tienden a ser de margen ondulado (72.5%) con bordes externos oscuros (88.2%), con cruz de extinción generalmente excéntrica con brazos ondulados (73.5%), con menor porcentaje de céntricas con brazos rectos (14.7%), céntricas con brazos ondulados (5.9%) y excéntricas con brazos rectos (5.9%).

Luz transmitida



Luz polarizada

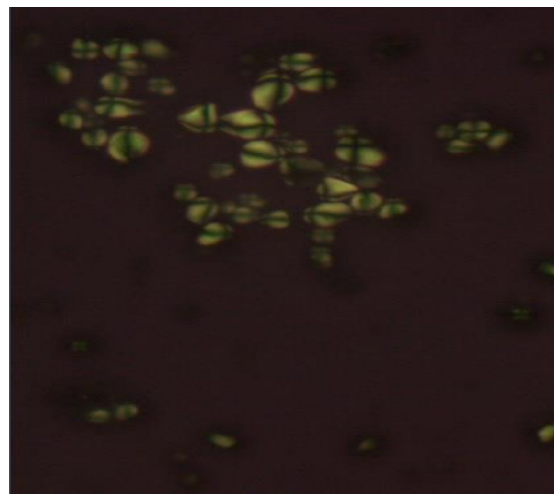
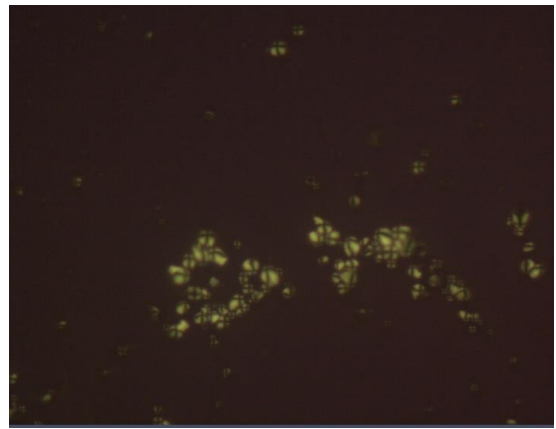
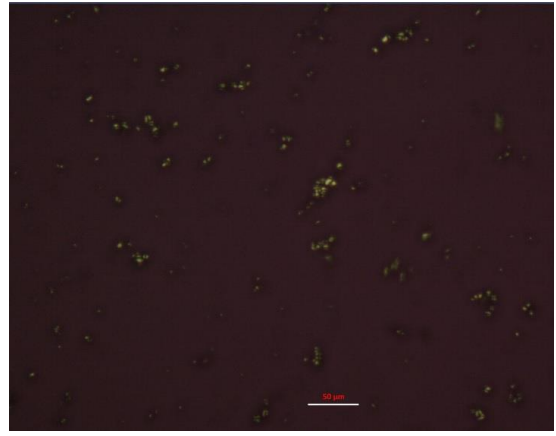


Ilustración 11. *Tropaeolum tuberosum*, granos de almidón

Solanaceae

Sistemática Solanáceae

Son plantas con hábitos de arbustos, enredaderas, hierbas. Su madera es usualmente blanda, con estípulas ausentes. Sus hojas son alternas, simples y con menor frecuencia pinnaticompuestas. Sus láminas son carnosas, con márgenes enteras o variadamente lobados, aunque sin dientes agudos. Inflorescencias terminales, axilares; en solanum emergen usualmente entre los nudos desde un tallo, con frecuencia cimosa, es decir, flores de cimas racimoides unilaterales; las inflorescencias son cimosas paniculadas o racimosas.

Sus flores, por su parte, son actinomorfas o zigomorfas, bisexuales, unisexuales en algunas solanum. El cáliz es lobado, lobos nunca imbrincados, con tubo frecuentemente agrandado en el fruto. La corola gamopétala, usualmente lobada; endroceo de 4-5 estambres, con la base de los filamentos adnada al tubo de la corola, anteras dehiscentes longitudinalmente o poricidas. Su nectario está presente en la base del ovario; gineco gamocarpelar, ovario súpero, carpelos 2 y raramente 5. Sus frutos son cápulas o bayas, mientras que las semillas son numerosas, prismáticas, en ocasiones aladas o aplanadas, reniformes, con embrión recto o curvo (Departamento de ecología y ciencias ambientales. Facultad de ciencias. UDELAR, 2017).

Se distribuye geográficamente por todo el mundo, aunque con mayor presencia en los trópicos y subtrópicos. No se presenta en las zonas árticas. El neotrópico, mayormente en Sudamérica, es un claro centro de diversidad, de ahí que un tercio de los géneros en esta región del planeta son endémicos.

Por otra parte, puede encontrarse en todos los hábitats, desde secos hasta húmedos. Pocos géneros y especies se pueden hallar en selvas de tierras bajas o suelos pobres, pero sí en selvas tropicales montanas y bosques secos estacionales de suelos ricos (Departamento de ecología y ciencias ambientales. Facultad de ciencias. UDELAR, 2017).

La papa (*Solanum tuberosum*), por su parte, originaria de los Andes, es una de las plantas comestibles más importantes del mundo. Otras solanáceas

importantes son el tomate, la berenjena y el chile, y otros de menor importancia como el tomate de árbol y la uchuva.

Tabla 8. Descripción diagnóstica Solanum Tuberosum

-	Arbusto, árboles, enredaderas, hierbas.
-	Hojas alternas, comúnmente simples.
-	Flores con base en los filamentos de los estambres, adnada al tubo de la corola.
-	Frutos, cápsulas o bayas

Solanum Tuberosum

Ecología

Es una hierba de hasta 1 m de alta, con hojas alternas, conformadas por folíolos de forma y tamaño desigual, que tienden a ser más pequeños hacia la base, hasta con 6 cm de largo. Es una planta herbácea, caducifolia (pierde sus hojas y tallos aéreos durante los periodos fríos), de tallo erecto (Hawkes, 1990).

Sus flores son moradas o blancas con anteras amarillas, que van naciendo en racimos cortos al final de las ramas. Sus raíces son engrosadas, tubérculos comestibles, los cuales constituyen una gran fuente alimenticia para las comunidades andinas (Bernal, Rodríguez, Sarmiento, & Gutiérrez, 2012).

Por otro lado, existen más de 4000 variedades comestibles de papa, de las cuales la mayoría están distribuidas por los Andes de Sudamérica (International potato center, 2017). Muchas de estas variedades quedan obsoletas, pues van apareciendo otras con un mayor rendimiento en el cultivo y en su adaptabilidad, razón por la cual solo se consumen algunas. Por otro lado, se pueden diferenciar por los colores de la epidermis y de la pulpa, el tiempo de duración del ciclo de cultivo, entre otros. Es en los países originarios de la especie donde pueden encontrarse variedades con colores como púrpura, azul, de carne azulada, amarilla, violeta, con formas alargadas o esféricas (Plaisted, 1982).

Tabla 9. LARQSGRC197

LARQSGRC197*Solanum tuberosum*

Variedad pastusa

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Subfamilia	<i>Solanoideae</i>
Tribu	Solaneae
Género	<i>Solanum</i>
Nombre científico	<i>Solanum tuberosum</i>
Nombre común	Papa pastusa
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Mercado norte, Tunja; V. La Meceta, Cerinza.
Código de recolección	ATAUR1
Código de laboratorio	LARQSGRC197



Ilustración 12. Solanum tuberosum variedad pastusa. Ejemplar y parte procesada. Fotos: César Meneses

Tabla 10. Descripción del almidón *Solanum Tuberosum*

MORFOTIPO	NÚMERO	PORCENTAJE
Ovalado	76	75.25%
Triangular	13	12.87%
Truncado, forma de campana	7	6.93%
Polígono	2	1.98%
Circular/esférico	2	1.98%
Semicircular	1	0.99%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 63,245 μm

D.E. 21,664 μm

Promedio ancho: 44,270 μm

D.E. 23,450 μm

Promedio diámetro: 16,867 μm

D.E. 1,592 μm

Almidones mayormente ovalados (75.25%), con apariciones de formas triangulares (12.87%) y acampanados (6.93%), y con una baja frecuencia de polígonos (1.98%), circulares (1.98%) y semicirculares (0.99%).

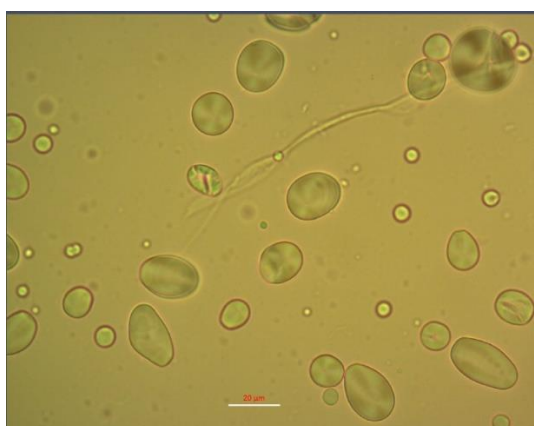
El hilum es generalmente evidente y se presenta de manera excéntrica (56.44%) y céntrica (3.96%), elongado (48.51%) aunque oscurecido en algunos casos (22.77%). Así mismo, una cantidad considerable de gránulos son sólidos (17.82%), mientras que la frecuencia de refractivos (7.92%), lenticulares (1.98%) e invisibles (0.99%) es muy baja.

Se trata de almidones que en su mayoría no presenta facetas de presión (64.36%), aunque algunos muestran facetas evidentes (25.74%) y aparentes (9.90%). Con respecto al lamelado son almidones diversos, pues pueden ser

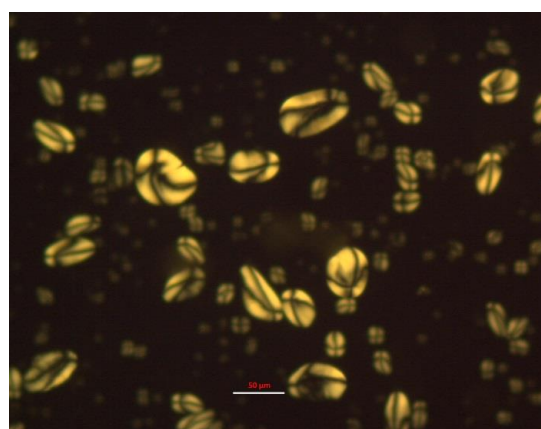
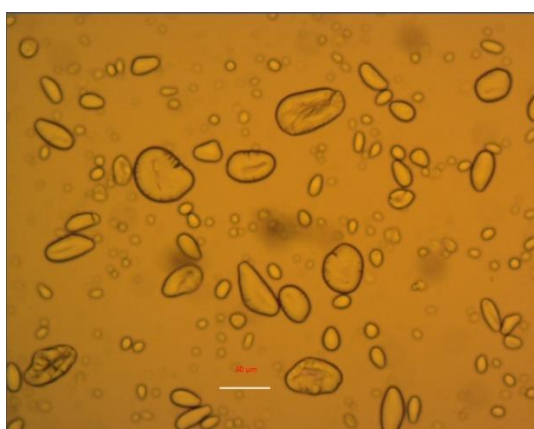
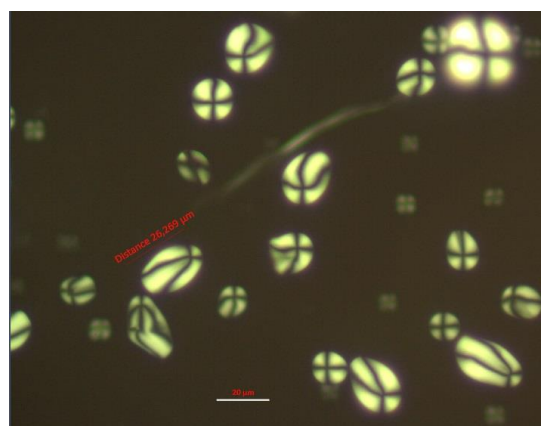
lamelas completas en círculos y anillos concéntricos ondulados (29.70%), incompletos en círculos y anillos concéntricos ondulados (17.82%), completos en círculos y anillos concéntricos regulares (16.83%), aunque los granos sin lamelas son un gran número (30.69%).

Son almidones con una superficie suave, en algunos casos Knobby, con estructuras simples, por lo general sin fisuras (38.61%), con presencias moderadas de fisuras radiales (16.83%), en ramificación (7.92%), transversales (10.89%), longitudinales (7.92%), oblicuas (5.94%) y en forma de estrella (3.95%). Su margen es ondulado y su borde externo claro, con una cruz de extinción excéntrica con brazos ondulados.

Luz transmitida



Luz polarizada



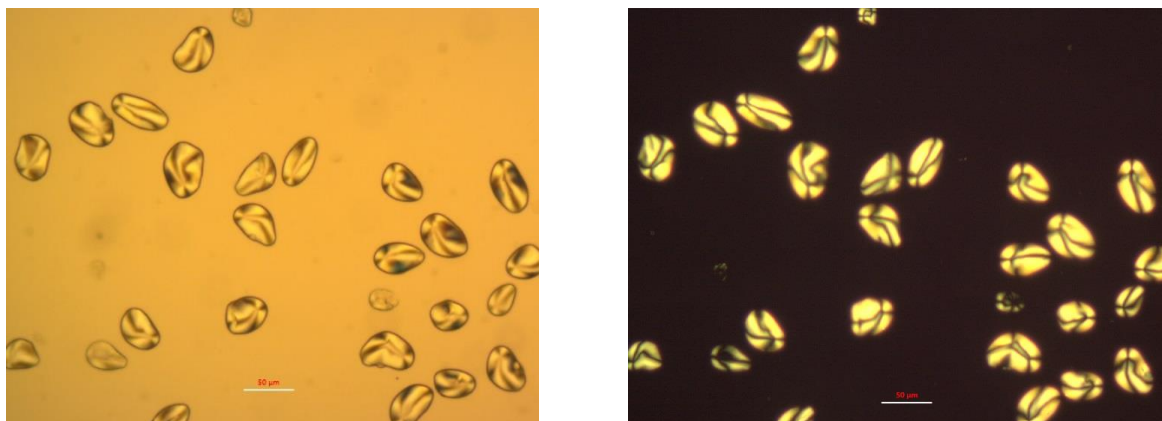


Ilustración 13. *Solanum Tuberosum*. Gránulos de almidón

Tabla 11. LARQSGRC198

LARQSGRC198

Solanum tuberosum

Variedad tocarreña

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Subfamilia	<i>Solanoideae</i>
Tribu	Solaneae
Género	<i>Solanum</i>
Nombre científico	<i>Solanum tuberosum</i>
Nombre común	Papa tocarreña
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Municipio de Boyacá, vereda Zaconzaque.
Código de recolección	de ATaur5
Código de laboratorio	de LARQSGRC198



Ilustración 14. Solanum tuberosum variedad tocarreña. Ejemplar y parte procesada. Fotos: César Meneses

Tabla 12. Descripción del almidón Solanum Tuberosum

MORFOTIPO	NÚMERO	PORCENTAJE
Ovalado	86	85,15%
Triangular	9	8,91%
Polígono	1	0,99%
Circular/esférico	5	4,95%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 60,850 μm

D.E. 27,022 μm

Promedio ancho: 42,792 μm

D.E. 16,832 μm

Promedio diámetro: 27,361 μm

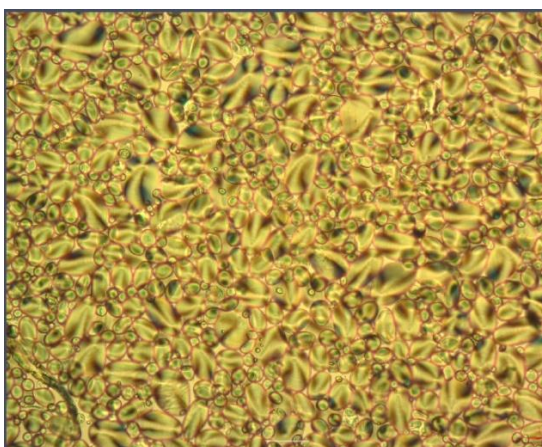
D.E. 1,992 μm

Almidones ovalados (85,1%) con presencias mínimas de formas triangulares (8,9%), circulares (5,0%) y polimorfos (0,99%). El hilum se manifiesta en la mayoría de los casos excéntrico (59,4%), aunque en muchos almidones no es posible apreciarlo (39,6%). Se muestra con un espesor mayormente elongado (55,45%), pero hay un gran número de granos sólidos (37,62%) y algunos oscurecidos (2,97%) o invisibles (0,99%).

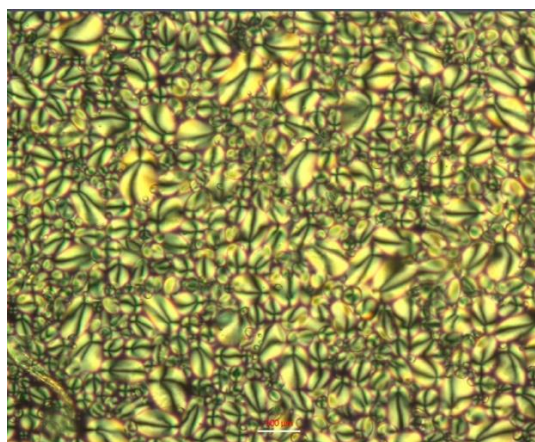
Se trata de almidones sin facetas de presión (84,16%), con algunas facetas aparentes (10,89%) y unas evidentes que son mínimas (4,95%). Son diversos en el lamelado; Círculos y anillos concéntricos regulares (14,85%), incompleto círculos y anillos concéntricos angulares (13,86%), completo círculos y anillos concéntricos angulares (10,89%), círculos y anillos concéntricos ondulados (9,90%), incompleto círculos y anillos concéntricos angulares (6,93%) e incompleto círculos y anillos concéntricos ondulados (5,94%), aunque es alta la evidencia de gránulos sin lamelas (37,62%).

Tienen superficie mayormente suave (54,46%) o knobby (38,61%), aunque aparecen gránulos con textura áspera (5,94%); su estructura es simple y sin fisuras, con un margen ondulado y borde externo oscuro, mientras su cruz de extinción es excéntrica con brazos ondulados.

Luz transmitida



Luz polarizada



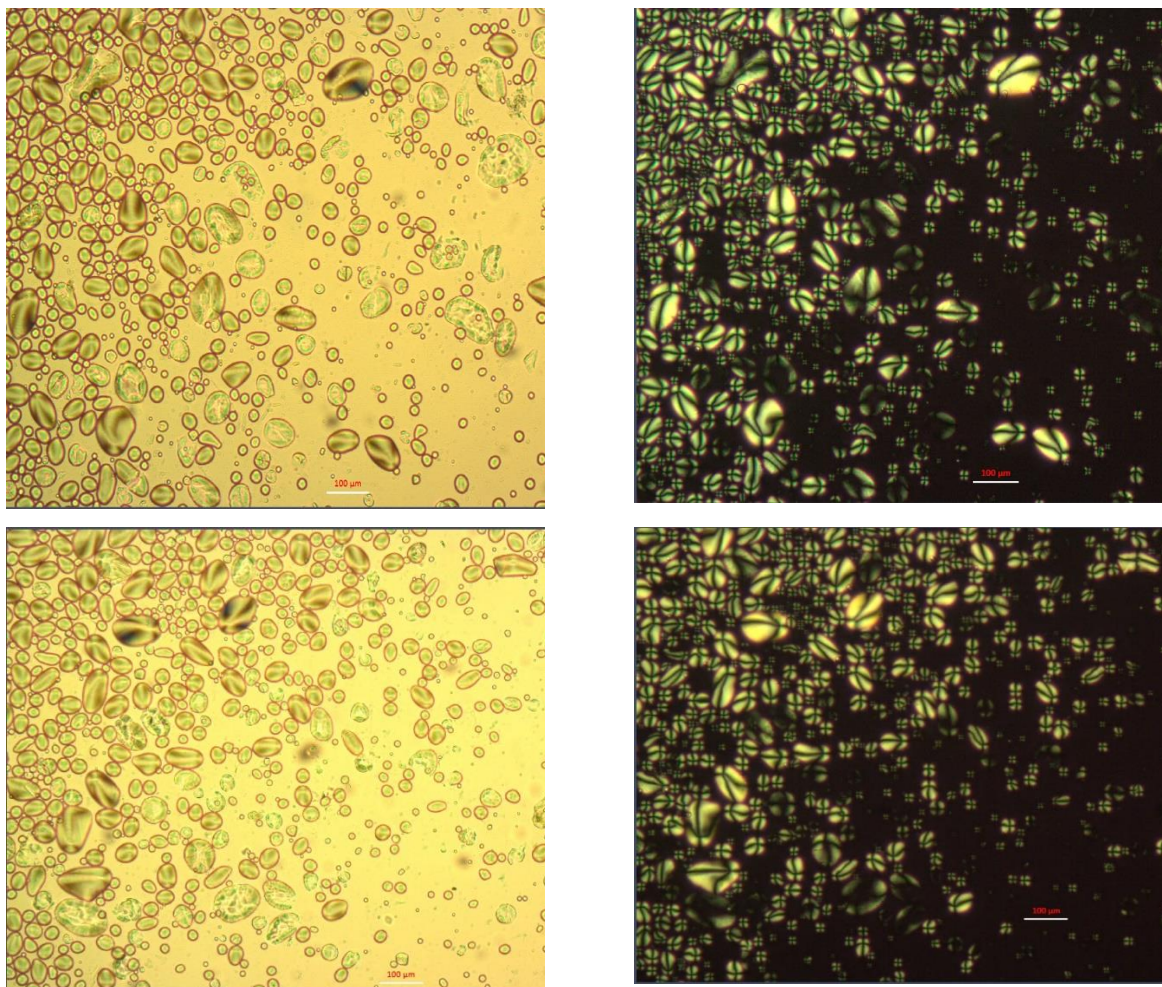


Ilustración 15. *Solanum tuberosum*, variedad tocarreña. Gránulos de almidón

Tabla 13. LARQSGRC199

LARQSGRC199

Solanum Tuberosum

Variedad criolla roja

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Subfamilia	<i>Solanoideae</i>
Tribu	Solaneae
Género	<i>Solanum</i>

Nombre científico	<i>Solanum tuberosum</i>
Nombre común	Papa criolla roja
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Mercado norte, Tunja
Código de recolección	de ATaur1
Código de laboratorio	de LARQSGRC199



Figura 14. *Solanum tuberosum* variedad criolla roja. Ejemplar y parte procesada

Tabla 14. Descripción del almidón Solanum Tuberosum

MORFOTIPO	NÚMERO	PORCENTAJE
Ovalado		%
Triangular		%
Polígono		%
Circular/esférico		%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 34,508 μm

D.E. 14,588 μm

Promedio ancho: 25,199 μm

D.E. 9,104 μm

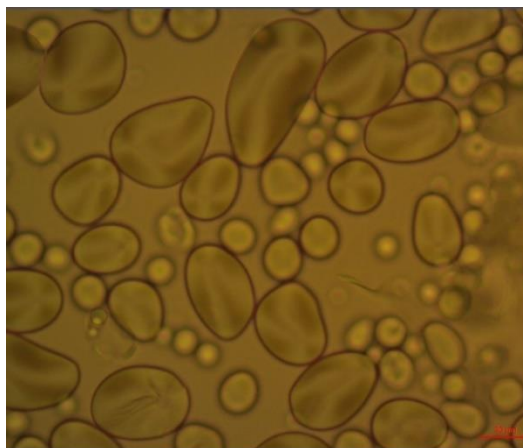
Promedio diámetro: 12,905 μm

D.E. 2,957 μm

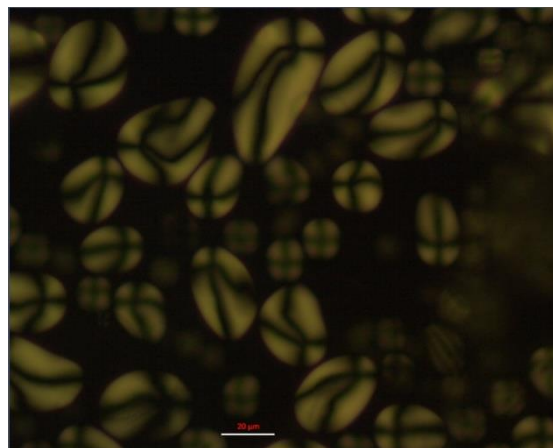
Almidones mayormente ovalados (72,28%), con porcentajes moderados de formas triangulares (12,87%), circulares (9,90%) y alargadas (4,95%). No presentan hilum evidente (95,05%), mas en un porcentaje muy bajo es excéntrico (4,95%). Así las cosas, son granos sólidos (95,05%), sin facetas de presión, generalmente sin lamelas (96,04%), aunque con presencias mínimas de incompletos con círculos concéntricos ondulados (2,97%). Son entonces almidones con textura suave (96,04%), con estructuras simples, mayormente sin fisuras (90,10%), con algunas radiales (2,97%), transversales (1,98%), en forma de estrella (1,98%) y oblicuas (1,98%).

Su margen es ondulado, con un borde externo oscuro y una cruz de extinción especialmente excéntrica con brazos ondulados (84,16%), con algunos gránulos con cruz céntrica con brazos rectos (9,90%) y porcentajes muy bajos de céntrica con brazos ondulados (3,96%) y céntrica con brazos rectos (1,98%).

Luz transmitida



Luz polarizada



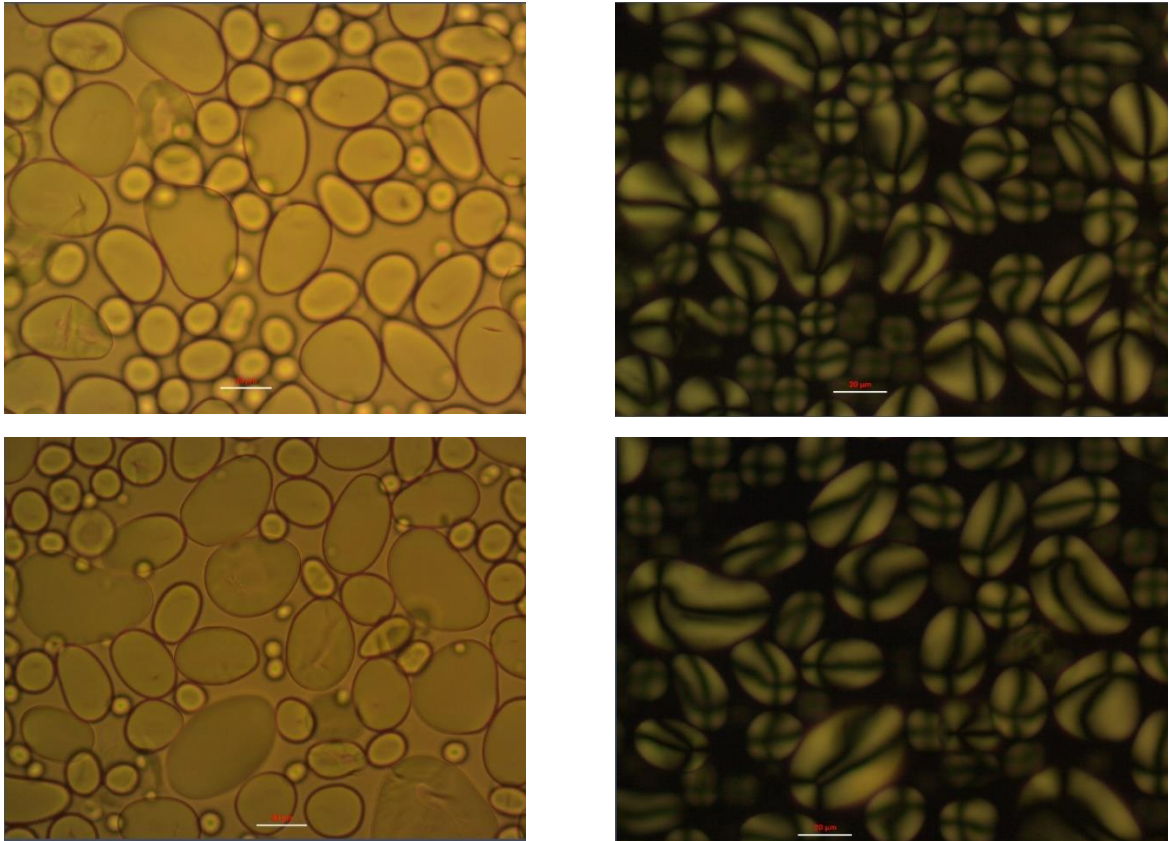


Ilustración 16. Solanum tuberosum, variedad criolla roja. Gránulos de almidón.

Apiaceas

Sistemática *Apiaceas*

Las apiáceas son predominantemente hierbas y arbustos, aunque estos últimos son menos frecuentes. Plantas rastreras, tuberosas, raramente árboles. En ocasiones presentan estípulas, con hojas alternas, simples o compuestas, con frecuencia grandes, con presencia de vaina basal. Presentan pecíolos, que raramente son modificados en filodios (Downie, Katz-Downie, & Watson, 2000). Su lámina puede ser pinnati o palmatisecta, mientras que su inflorescencia es axilar o terminal, comúnmente en umbelas o cabezuelas, conspicua, compuesta o simple. El involucro generalmente se presenta en la base de la umbela y las flores están densamente agrupadas; estas últimas son pequeñas, actinomorfas, es decir, tienen simetría radial, y bisexuales, en ocasiones unisexuales, sobre todo en el caso de las andromonoicas. Son laterales y de desarrollo tardío, con frecuencia unisexuales. Los sépalos son 5, generalmente reducidos, se evidencian con mayor frecuencia los dientes apicales de los sépalos. Los pétalos son cinco, en colores blanco, amarillo, azul o rojos, con una base unguiculada, cónica, apiñada; su androceo de cinco estambres, anteras basi-dorsifijas, dehiscentes longitudinalmente. El gineceo es sincárpico, ovario ínfero, dos carpelos, dos lóculos, con placentación axilar, un óvulo por cada lóculo (Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. Departamento de ecología y ciencias ambientales. Facultad de ciencias UDELAR., 2017).

Sus frutos son esquizocarpos, secos, mayormente comprimidos o aplanados, con menor frecuencia globosos y cilíndricos. Dos mericarpios, de costillas oscuras, filiformes, que se extienden como alas. Producen una semilla por mericarpio.

Apiaceae hacen parte del orden Apiales, es decir, son leñosas, hojas de nerviación pinnada, con inflorescencia terminal, paniculada. Son plantas dioicas, es decir, biparentales, pedicelos articulados, con flores pequeñas, de cáliz pequeño y corola libre. El androceo es libre de la corola, gineceo gemocarpelar, con tres carpelos, abaxial fértil. Es una especie hermana de la familia Myodocarpaceae, con la que comparte la inflorescencia en racimos.

Apiaceae es una buena productora de hierbas y de especias, así como verduras, entre las que se encuentran la zanahoria, los nabos y la arracacha. Son plantas que se adaptan a diferentes ambientes, pero predominantemente de zonas cálidas o de tierras altas.

Tabla 15. Características diagnósticas *Arracacia xanthorrhiza*

-	Hierbas, con menor frecuencia leñosas
-	Hojas pinnati o palmatidisectas
-	Inflorescencia en umbelas, con menor frecuencia en cabezuelas
-	Flores con cinco sépalos, cinco pétalos y cinco estambres, dos carpelos
-	Fruto esquizocarpo

Arracacia Xanthorrhiza

Ecología:

Es una planta perenne que en ausencia de malezas que compitan con ella, sobrevivirá durante muchos años. La raíz es de cónica a cilíndrica y puede alcanzar un peso de alrededor de 1 kg, aunque individualmente están entre 100 y 300 g. La raíz se contrae de manera proximal y se conecta al tallo a través de cuellos. No regenera sus brotes, como ocurre con el yacón (*Polymnia sonchifolia*) (Hermann, 1970:96). Es una planta con cuatro fracciones distintivas, es decir, raíces de almacenamiento, patrón central, tallos aéreos y hojas.

Con respecto a los tallos aéreos o ramas, son estructuras peculiares, propios de la arracacha (Hermann, 1992). Son cormelos, estructuras comprimidas que se derivan del tejido del tallo y se componen de entrenudos, nódulos y cicatrices que van dejando las hojas que los recubren, lo que hace que los cormelos tengan una estructura segmentada.

La parte comestible de la planta es la raíz tuberosa, que se parece a una zanahoria y que puede ser blanca o en ocasiones de colores como el morado. En términos económicos, es importante por sus aportes de la dieta de los habitantes

de los Andes, aunque son Colombia y Ecuador los mayores productores (Hermann, 1992). Es importante por su sabor y por su digestibilidad, ya que sus almidones son finos. Los tallos más jóvenes se consumen en ensaladas; las hojas son utilizadas en el altiplano cundiboyacense como alimento para ganado.

Tabla 16. LARQSGRC200

LARQSGRC200

Arracacia Xanthorrhiza

Variedad de grano

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Apiaceae</i>
Subfamilia	<i>Apioideae</i>
Tribu	Selineae
Género	<i>Arracacia</i>
Nombre científico	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>
Nombre común	Arracacha de grano
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Municipio de Boyacá, vereda Zaconzaque.
Código de recolección	de ATaur5
Código de laboratorio	de LARQSGRC200



Ilustración 17. Arracacia xanthorrhiza variedad de grano. Ejemplar y parte procesada

Tabla 17. Descripción del almidón Arracacia Xanthorrhiza

MORFOTIPO	NÚMERO	PORCENTAJE
Polígono	34	33,66%
Semicircular	23	22,77%
trapezoidal	12	11,88%
Truncado forma de campana	8	7,92%
Ovalado	7	6,93%
Circular esférico	5	4,95%
Triangular	4	3,96%
Rectangular	4	3,96%
Cuadrado	2	1,98%
Alargado	2	1,98%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 9,456 μm

D.E. 2,689 μm

Promedio ancho: 8,805 μm

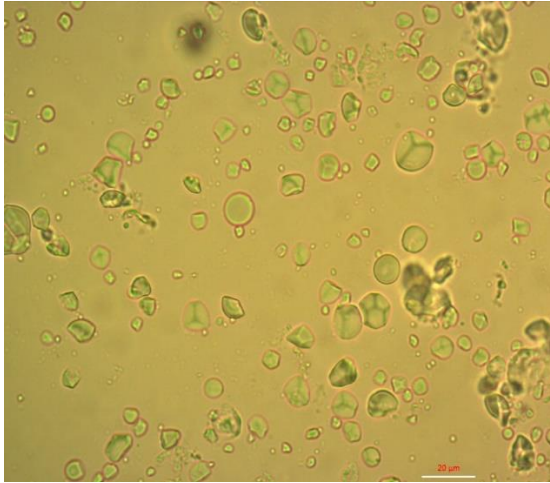
D.E. 2,317 μm

Promedio diámetro: 10,647 μm

D.E. 3,536 μm

Almidones mayormente poligonales (33,66%), con frecuencias semicirculares (22,77%) y apariciones esporádicas de formas acampanadas (7,92%), ovaladas (6,93%), circulares (4,95%) triangulares (3,93%), rectangulares (3,96%), cuadrados y alargados (1,98%). Si bien, en términos generales, no presentan hilum, algunos gránulos pueden mostrar uno céntrico (6,93%) o en menor medida excéntrico (2,97%), con un espesor mayormente invisible (58,42%), que les da apariencia de granos sólidos (24,75%), con frecuencias mínimas de espesor refractivo (6,93%), obscurecido (6,93%) y menormente elongados. Son almidones con unas facetas de presión evidentes, sin lamelas, aunque algunos gránulos muestran lamelas de diversos tipos. Tienen superficies generalmente ásperas, suaves o reticuladas, con una estructura simple, aunque en pocos casos varios dos gránulos se unen para formar un almidón. Se trata de almidones sin fisuras evidentes (89,11%), con márgenes ondulados y eventualmente rectos, bordes externos oscuros y cruz de extinción mayormente céntrica con brazos rectos (57,43%) o céntrica con brazos ondulados (36,63%).

Luz transmitida



Luz polarizada

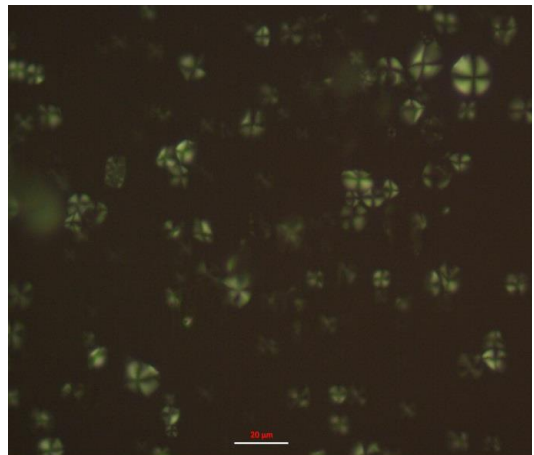
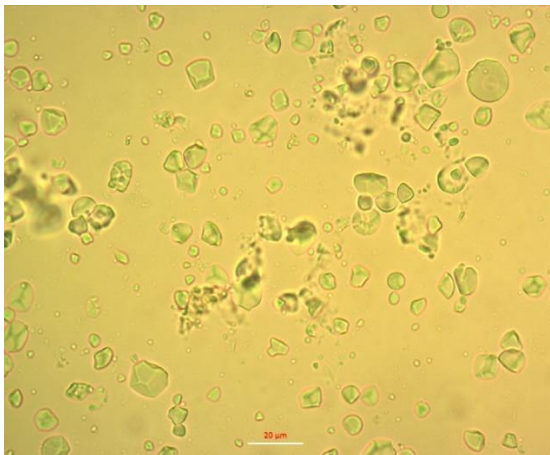
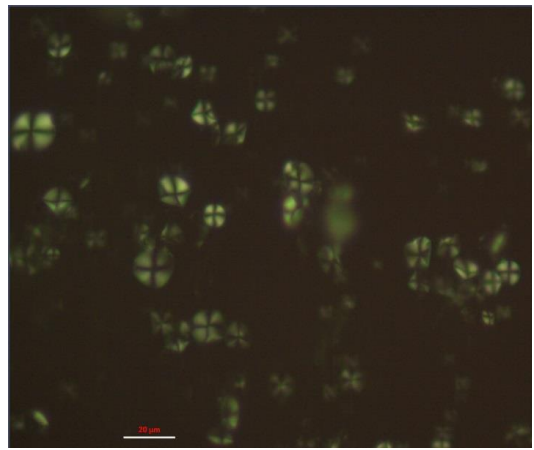
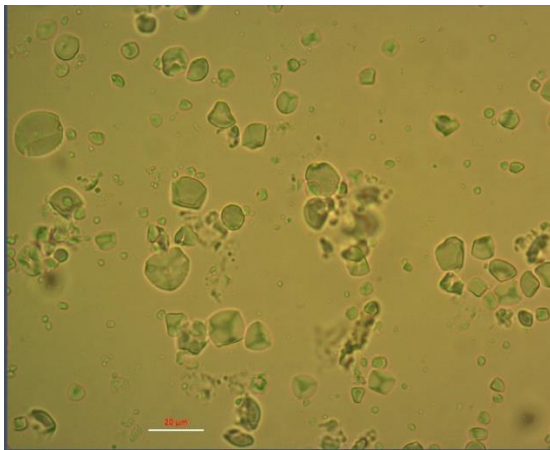
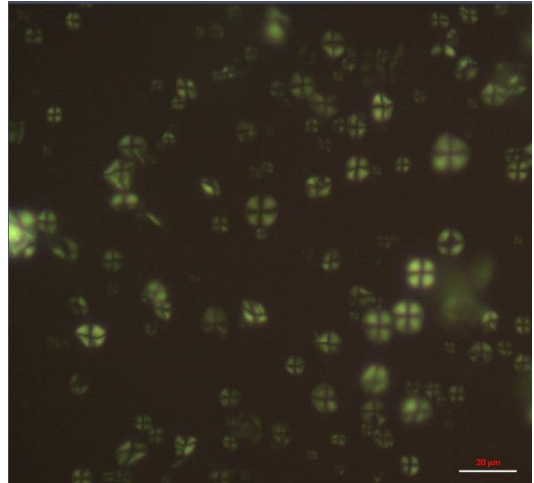


Ilustración 18. Arracacia xanthorrhiza, variedad de grano. Gránulos de almidón.

Tabla 18. LARQSGRC201

LARQSGRC201

Arracacia xanthorrhiza

Variedad morada

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Apiaceae</i>
Subfamilia	<i>Apioideae</i>
Tribu	Selineae
Género	<i>Arracacia</i>
Nombre científico	Arracacia xanthorrhiza
Nombre común	Arracacha morada
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Municipio de Boyacá, vereda Zaconzaque.
Código de recolección	de ATaur5
Código de laboratorio	de LARQSGRC201

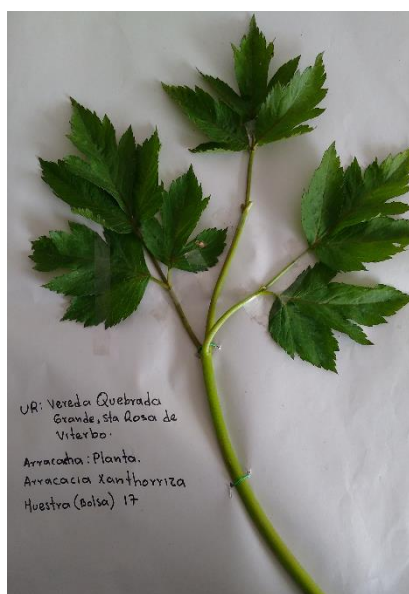


Ilustración 19. Arracacia xanthorrhiza variedad morada. Ejemplar y parte procesada

Tabla 19. Descripción del almidón Arracacia xanthorrhiza

MORFOTIPO	NÚMERO	PORCENTAJE
Semicircular	30	29,70%
Polimorfo	28	27,72%
Ovalado	20	19,80%
Triangular	7	6,93%
trapezoidal	7	6,93%
Truncado forma de campana	5	4,95%
Circular esférico	3	2,97%
Alargado	1	0,99%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 14,393 μm

D.E. 4,207 μm

Promedio ancho: 13,497 μm

D.E. 3,861 μm

Promedio diámetro: 13,043 μm

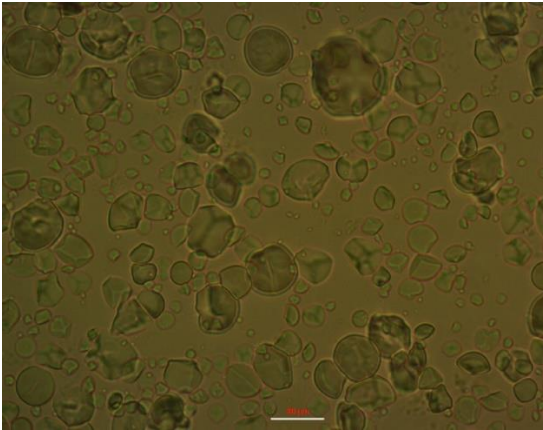
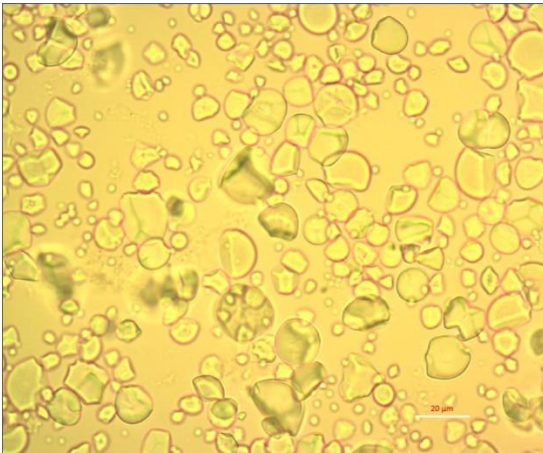
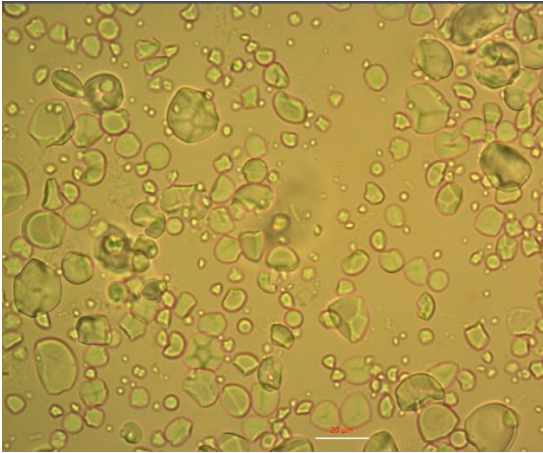
D.E. 3,453 μm

Se trata de almidones con formas diversas, pero mayormente semicirculares (29,70%). No obstante, pueden encontrarse almidones polimorfos (27,72%), ovalados (19,80%) y con menor frecuencia triangular (6,93%) y en forma de campana (4,95%).

El hilum no se manifiesta con frecuencia (76,24%), pero cuando puede apreciarse lo hace de manera céntrica o excéntrica, con un espesor mayormente invisible (51,49%), oscurecido (21,78%) o con una frecuencia menor, refractivo (11,88%) y elongado (10,89%). Son gránulos con facetas de presión evidentes, generalmente sin lamelas, aunque con frecuencias bajas de incompleto círculos y anillos concéntricos regulares y completo círculos y anillos concéntricos regulares. Tienen superficies diversas, es decir, ásperas (33,66%), suaves (32,67%), Knobby (16,83%) o reticuladas (12,87%).

Almidones simples, sin fisuras, con una apariencia sólida, con márgenes ondulados, un borde externo oscuro bien definido y una cruz de extinción céntrica con brazos ondulados (41,58%) o céntrica con brazos rectos (36,63%).

Luz transmitida



Luz polarizada

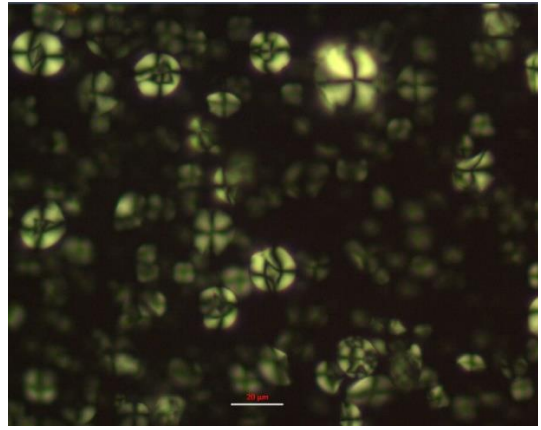
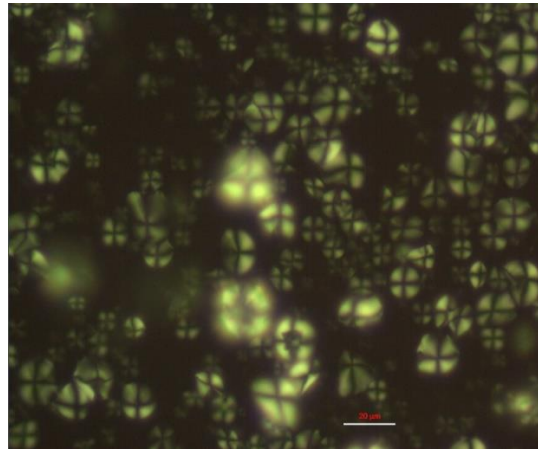
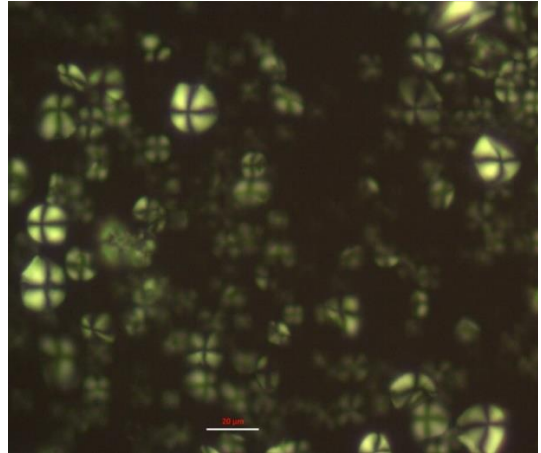


Ilustración 20. Arracacia xanthorrhiza, variedad morada. Gránulos de almidón.

Basellaceae

Sistemática Basellaceae

Son hierbas anuales o perennes, sin pelos, que pueden alcanzar medidas de entre 5 y 6 metros de altura. Sus raíces son tuberosas, gruesas; presentan tallos con tubérculos aéreos en las axilas floreales, con hojas simples, alternas, subcarnosas, pecioladas, ovalas a suborbiculares, anchas (Zapater, 1991). Con ápice obtuso o subagudo, base cordada y con borde externo.

Sus flores suelen ser actinomorfas o imperfectas, pediceladas; perfumadas, persistentes, con inflorescencia en racimos o espigas axilares o terminales. La envoltura de las flores o perianto se conforma por dos sépalos petaloides, tenues, más breves, apretados al perianto; con cinco pétalos libres, blancos, extendidos en la anthesis, elípticos (Sperling & Bittrich, 1993). Así mismo, presentan cinco estambres que se oponen a los pétalos, con filamentos que se ensanchan hacia la base. El gineceo tiene un ovario globoso, con un estilo dividido en tres ramas estigmáticas y estigmas clariformes. Por último, su fruto es globoso, carnosa, envuelto por el perianto acrescente, con semillas con testa membranácea y embrión anular.

Generalmente su polinización se da por entomofilia, es decir, por acción de los animales, pero en el género *Basella*, las flores suelen ser cleistógamas, pues permanecen cerradas, y tienen que autopolinizarse. En *Basella* la diseminación de las semillas es ornitócora, mientras que en *Anredera* es anemócora, pues en esta se presentan frutos alados. Las plantas suelen propagarse por efectos de la multiplicación vegetativa mediante sus tubérculos aéreos (Sperling & Bittrich, 1993).

Es una familia con cuatro géneros y veinte especies (Zapater, 1991) en las que predominan las americanas, de regiones cálidas o subcálidas, con pocos representantes en África y Asia.

Su florecencia se da desde diciembre hasta abril (Sperling & Bittrich, 1993) y se distribuyen en zonas templadas y pemplocálidas de América, desde el sur de Estados Unidos hasta el norte y centro de Argentina (Zapater, 1991). Las

especies más destacada son *Anredera cordifolia*, *Anredera krapovickasii* y *Ullucus tuberosus*.

Tabla 20. Características diagnósticas *Ullucus tuberosus*

-
- Hierbas anuales o perennes sin pelos
 - Raíces tuberosas gruesas
 - Tallos con tubérculos aéreos en las axilas floreales.
 - Hojas simples, alternas, subcarnosas, pecioladas, ovalas a suborbiculares, anchas.
 - Flores actinomorfas o imperfectas, pediceladas.
 - Fruto globoso, carnoso, envuelto por el perianto acrescente, con semillas con testa membranácea y embrión anular.
 - Polinización se da por entomofilia
-

Ullucus tuberosus

Ecología

Es una hierba perenne que puede crecer hasta 50cm, rastrera en los estadios adultos y al final de su desarrollo. Las variedades cultivadas de esta planta son de tallos compactos y cortos, de hojas pecioladas, de colores variables y puntiagudas (Manrique, y otros, 2017). Sus flores tienen forma estrellada, muy pequeñas; sus semillas son semejantes a cápsulas triangulares con ángulos prominentes, de superficie corrugada, color verde y en ocasiones púrpura.

Al final de sus raíces desarrolla un tubérculo, el cual varía su forma entre esférico o cilíndrico, de colores blanco, amarillo, verde claro, naranja o violeta. Sus tallos son carnosos, anguloso y con tintes rojizos (Bernal, Galeano, Rodríguez, Sarmiento, & Gutiérrez., 2012).

Tabla 21. LARQSGRC202

LARQSGRC202*Ullucus tuberosus*

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Basellaceae</i>
Género	<i>Ullucus</i>
Nombre científico	<i>Ullucus tuberosus</i>
Nombre común	Ruba, oca
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Vereda La Meceta, municipio de Cerinza.
Código de recolección	de ATaur4
Código de laboratorio	de LARQSGRC202

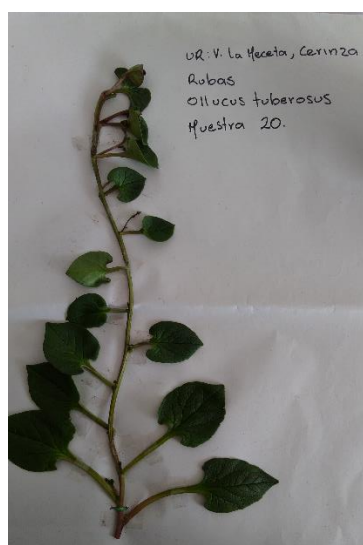
Tabla 22. *Ullucus tuberosus*. Ejemplar y parte procesada

Tabla 23. Descripción del almidón *Ullucus tuberosus*

MORFOTIPO	NÚMERO	PORCENTAJE
Ovalado	71	70,30%
Alargado	12	11,88%
Triangular	11	10,89%
Polimorfo	4	3,96%
Circular esférico	1	0,99%
Semicircular	1	0,99%
Rectangular	1	0,99%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 23,506 μm

D.E. 8,429 μm

Promedio ancho: 16,071 μm

D.E. 5,471 μm

Son almidones ovalados (70,30%), con frecuencia de aparición de formas alargadas (11,88%) y triangulares (10,89%). Cuando es posible observar el hilum, este se expresa de manera excéntrica (49,50%), aunque con mucha frecuencia no es posible observarlo (48,51%); tienen un espesor diverso, es decir, mayormente invisible (30,69%), refractivo (27,72%), obscurecido (21,78%) y elongado (19,80%). Presentan facetas de presión comúnmente evidentes, aunque un alto porcentaje de almidones no las presentan (45,54%). En términos generales no son lamelados (58,42%), con frecuencias considerables de lamelado completo con círculos ondulados (21,78%). Son suaves o con texturas tipo Knobby, pero eventualmente ásperos (26,73%) o arrugados. Son simples, sin fisuras (61,31%), aunque con frecuencias bajas de fisuras longitudinales, perpendiculares, radiales y transversales. Tienen márgenes ondulados, borde externo oscuro y cruz de extinción excéntrica con brazo ondulados (94,06%).

Luz transmitida



Luz polarizada

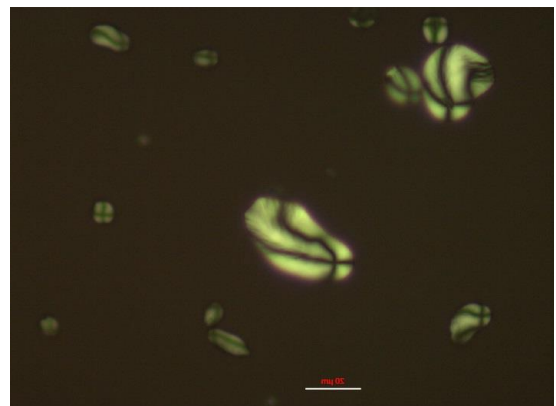
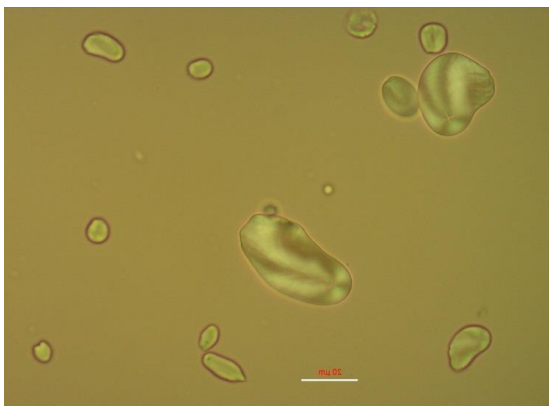
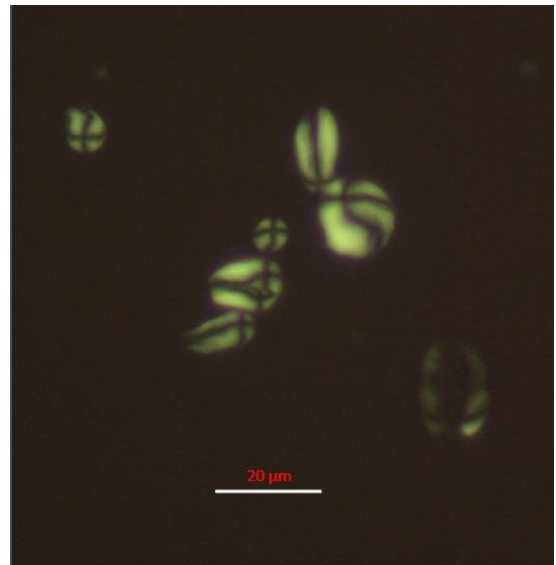
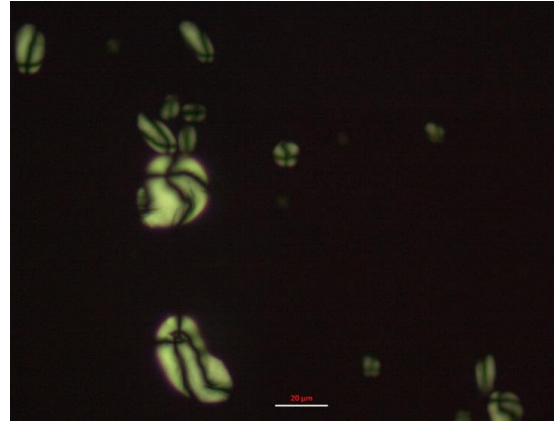


Ilustración 21. *Ullucus tuberosus*. Gránulos de almidón

Oxiladaceae

Sistemática Oxiladaceae

Las Oxiladaceae son hierbas o subarbutos, es decir, se trata de arbustos enanos, que se distinguen de un arbusto por la disposición de sus ramas, pues estas están a ras del suelo y su altura es menor. Sin embargo, con menor frecuencia son arbustos, árboles, enredaderas o lianas.

Generalmente las hierbas tienen tubérculos, rizomas o vulvos carnosos, y tienen pelos simples. En ocasiones presentan estípulas adnadas, con hojas alternas y en espiral que a veces forman una roseta basal. Presentan un pulvínulo o base foliar prominente, y responsable de los movimientos nocturnos de recogida, es decir, nictinastias o ticmonastias, de los folíolos.

Por otra parte, su margen es entero, generalmente emarginado, con una venación palmada, en ocasiones pinnada. Con respecto a su inflorescencia, esta es determinada, a menudeo en forma de umbelas, que en ocasiones se reduce a una flor simple, axilar. Así mismo, sus flores son bisexuales y radiales, presentando en ocasiones heterostilia, es decir, la presencia de dos o tres morfos en las poblaciones. Presenta cinco sépalos, imbricados generalmente, con cinco pétalos libres o fusionados. Los estambres comúnmente son diez, obdiplostémonos, es decir, con dos verticilos de estambres. Los antepétalos, por su parte, son más cortos, con anteras de dehiscencia longitudinal, con un gineceo, con placentación hiterostilica, con periodicidad bimórfico o trimórfico, gamocarpelar con cinco carpelos, un ovario súpero, con placentación axilar, entre uno y cinco óvulos por lóculo. Sus estilos son generalmente cinco y están libres, con estigmas capitados o en ocasiones puntiformes (Laboratorio de sistemática de plantas vasculares, departamento de ecología y ciencias ambientales, facultad de ciencias, UDELAR, 2017).

Con respecto a sus frutos, estos se presentan como cápsulas loculíidas o bayas, en ocasiones lobados o angulares. Produce entre una y quince semillas por carpelo; presenta una sarcotesta basal que se rompe de manera elástica para liberar la semilla.

Por otra parte, Oxiladaceae se distribuye ampliamente, pero abunda mayormente en los trópicos y en las zonas templadas del hemisferio sur. El género *Oxalis* muestra gran diversidad en las zonas de los Andes. Se presenta, entonces, en hábitats secos y húmedos, desde tierras bajas hasta alpinas (Laboratorio de sistemática de plantas vasculares, departamento de ecología y ciencias ambientales, facultad de ciencias, UDELAR, 2017).

Tabla 24. Características diagnósticas Oxiladaceae

-	Hierbas o subarbustos.
-	Presentan tubérculos, rizomas o vulvos carnosos.
-	Presentan un pulvínulo o base foliar prominente, y responsable de los movimientos nocturnos de recogida, es decir, nictinastias o ticmonastias, de los folíolos
-	inflorescencia, esta es determinada, a menudeo en forma de umbelas, que en ocasiones se reduce a una flor simple, axilar
-	Flores bisexuales y radiales, presentando en ocasiones heterostilia
-	Frutos como cápsulas loculícidas o bayas, en ocasiones lobados o angulares.
-	Produce entre una y quince semillas por carpelo

Oxalis tuberosa

Ecología

Es una hierba anual que crece entre 0.20 y 0.40 m, con tallos cilíndricos y succulentos. Sus tallos brotan de la base a la planta, dándole así una forma cónica o en ocasiones semiesférica (Brücher, 1989). Sus entrenudos se tornan más cortos y delgados hacia la parte inferior, y en las plantas adultas los tallos se doblan hacia afuera frecuentemente (Rosero Alpa, 2010).

El color del tallo, por su parte, puede variar entre granate oscuro y verde, mientras que sus hojas son alternas, con pecíolos acanalados, trifoliadas, de 2 a 9cm de longitud. Sus folíolos son obcordiformes, entre 1 y 4 cm de largo, con la

cara superior lisa color verde oscura, mientras la cara inferior es pubescente, verde o púrpura.

La inflorescencia de esta planta es axilar y se dispone en dos cimas de 4 a 5 flores, con pedúnculos de 10 a 15 cm de longitud y pedicelos de 1 a 3 cm. Su cáliz es de 1 cm de longitud en promedio, formado por cinco sépalos agudos generalmente verdes. La corola está formada por cinco pétalos flabeliformes, con borde trilobado, mientras que los estambres se disponen en dos verticilos pentámeros. Tiene filamentos pubescentes, un ovario súpero con cinco carpelos, con estigmas bífidos, laminares, peniciliados, color amarillo verdoso (Rosero Alpla, 2010).

Es una planta tuberosa, cuyos tubérculos pueden alcanzar longitudes de 5 a 15 cm y sus formas pueden ser cilíndricas u ovoides, de colores diversos, amarillo, blanco, morado, rosados, rojos (Rosero Alpla, 2010).

Tabla 25. LARQSGRC203

LARQSGRC203

Oxalis tuberosa

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Oxiladaceae</i>
Género	<i>Oxalis</i>
Nombre científico	<i>Oxalis tuberosa</i>
Nombre común	Ibias- Moronguayes
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Vereda La Meceta, municipio de Cerinza.
Código recolección	de ATaur4
Código laboratorio	de LARQSGRC203



Ilustración 22. *Oxalis tuberosa*. Ejemplar y parte procesada

Tabla 26. Descripción del almidón *Oxalis tuberosa*

MORFOTIPO	NÚMERO	PORCENTAJE
Alargado	78	77,23%
Ovalado	14	13,86%
Triangular	9	8,91%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 49,724 μm

D.E. 15,779 μm

Promedio ancho: 23,517 μm

D.E. 5,165 μm

Son gránulos alargados (77,23%), con algunas frecuencias de ovalados (13,86%), con hilum generalmente excéntrico (63,37%), aunque no visible en un gran porcentaje (36,63%). El espesor con mayor frecuencia de aparición es obscurecido (51,49%) o refractivo (29,70%). No tienen facetas de presión en

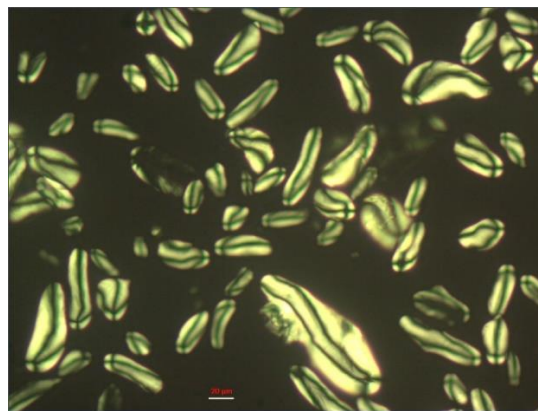
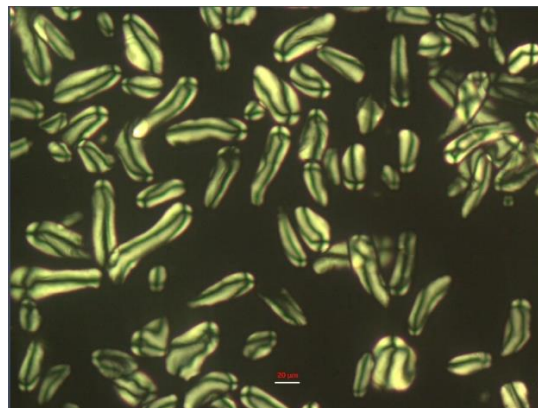
términos generales (79,21%), aunque en algunos granos pueden encontrarse algunas (17,82%).

Son almidones diversos en lamelas: incompletos con círculos concéntricos ondulados (23,76%), completos con círculos concéntricos regulares (16,83%), incompletos con círculos concéntricos regulares (14,85%), aunque la mayor frecuencia es de almidones sin lamelas (34,65%). Las superficies son mayormente de textura áspera (53,47%) y en muchos casos Knobby. Almidones con estructura simple, mayormente sin fisuras (31,68%), aunque se encuentran con frecuencia fisuras transversales (25,74%) o en forma de estrella (25,74%). Presentan márgenes ondulados, bordes diversos, aunque con mayor presencia de bordes dobles (70,30%). Su cruz de extinción es generalmente excéntrica con brazos rectos.

Luz transmitida



Luz polarizada



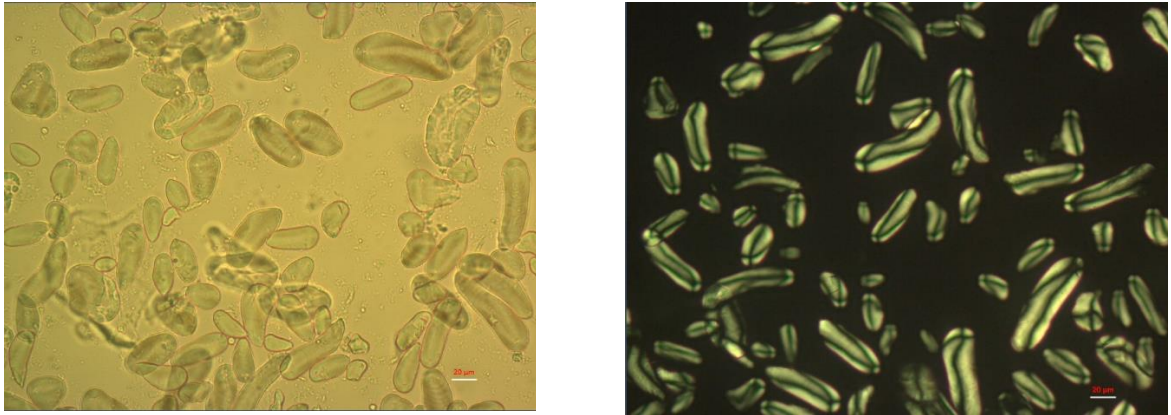


Ilustración 23. Oxalis tuberosa. Gránulos de almidón.

Cannaceae

Sistemática *Cannaceae*

Originarias de América, habitan los trópicos y subtrópicos del nuevo mundo (Ciciarelli, Passarelli, & Rolleri, 2010). Hierbas de hasta 5m de altura, con rizomas horizontales, ramificados, de entrenudos cortos, que tienen apariencia de tubérculo. La parte aérea de la planta es bien desarrollada, con entrenudos libres. Tiene hojas alternas, en espiral y simples, con una vaina basal abierta. Inflorescencia terminal, de tirso compuesto, bracteadas verdes, incospicuas, flores asimétricas y bisexuales, perianto en dos verticilos de tres, sépalos de tres, más cortos que los pétalos, verdosos a purpúreos.

Tiene tres pétalos, de los cuales uno es más corto que los otros, entre amarillos y blancos, más o menos fusionados desde la base. El endroceo está formado por un estambre, petaloideo, con el filamento fusionado con estaminodios y adnados a la corola, donde se presenta secundariamente el polen. Los estaminodios son usualmente 3-4, petaloideos, por lo general uno más grande y curvo llamado labelo; todos los estaminodios se fusionan basalmente y adnados a la corola, mientras su gineceo es gamocarpelar, su ovario ínfero, tuberculado, trilobular, estilo 1, y se expande en una estructura carnosa y petaloidea, con el estigma en el margen apical.; la placentación es axilar Los nectarios están presentes en los septos, de numerosos óvulos, en dos filas por lóculo. Con respecto a sus frutos, son cápsulas loculicidas, es decir, se abre cada carpelo de manera separada, con paredes tuberculadas y sépalos persistentes. Así mismo, las semillas son numerosas, duras, globosas y negras. El arilo es ausente, pero los funículos son densamente cubiertos por estructuras que se asemejan a pelos (Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. Departamento de ecología y ciencias ambientales, facultad de ciencias UDELAR, 2017).

Las *Cannaceae* pueden encontrarse en regiones tropicales y subtropicales de América hasta los 2.800m en los andes. Su centro de mayor diversidad está ubicado en la región este de Sudamérica. Habita de manera preferencial los suelos ricos en humus en las tierras bajas, húmedas, en bosques premontano

bajos a tropicales, donde pueden encontrarse a lo largo de los márgenes de los ríos. Algunas de las especies pueden crecer en terrenos pantanosos (Smith, Mori, Henderson, Stevenson, & Heald, 2004).

Estas plantas pueden situarse dentro del orden Zingiberales, en el grupo Monocotiledonea. En este orden, algunas sinapomorfias pueden ser: hojas pecioladas con nervio medio notorio, bracteas de inflorescencia grandes, persistegrandes, cáliz que envuelve la corola, anteras largas, polen inaperturado, ovario ínfero, fruto capsular, cotiledones no fotosintéticos, flores asimétricas, una antera, estaminodios libres sin un estigma notablemente expandido.

Tabla 27. Características diagnósticas Cannaceae

-
- Hierbas rizomatosas
 - Parte aérea bien desarrollada
 - Hojas alternas en forma de espiral.
 - Vaina basal abierta
 - Flores asimétricas
-

Canna edulis/indica

Ecología

Es una planta originaria de Centroamérica y norte de Suramérica, que se cultiva por toda la región como ornamental. Puede llegar a medir hasta 1.5 metros de altura (BrÜcher, 1989). Sus tallos no tienden a ramificarse, con hojas grandes, con la base enrollada en torno al tallo, lanceoladas, con hasta 80 cm de largo. Sus flores son asimétricas, rojas, naranjas o amarillas, que se disponen en ejes erguidos que van sobresaliendo de la planta. Sus frutos son secos, y contienen semillas en tres cavidades, estas negras y esféricas, duras, usadas comúnmente para la fabricación de artesanías. En su raíz hay un rizoma que es confundido comúnmente con un tubérculo, del cual se puede extraer harina o cocerse (Bernal, Galeano, Rodríguez, Sarmiento, & Gutiérrez., 2012).

Tabla 28. LARQSGRC205

LARQSGRC205*Canna edulis/indica*

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Cannaceae</i>
Género	<i>Canna</i>
Nombre científico	<i>Canna edulis/indica</i>
Nombre común	Sagú, achira
Estado	Cultivada
Parte procesada	Rizoma
Procedencia	Vereda Zaconzaque, municipio de Boyacá
Código de recolección	de ATaur5
Código de laboratorio	de LARQSGRC205

Ilustración 24. *Canna edulis/indica*. Ejemplar y parte procesada

Tabla 29. Descripción del almidón *Canna edulis/indica*

MORFOTIPO	NÚMERO	PORCENTAJE
Ovalado	61	60,40%
Poligonal	19	18,81%
Semicircular	17	16,83%
Alargado	3	2,97%
Triangular	1	0,99%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 45,653 μm

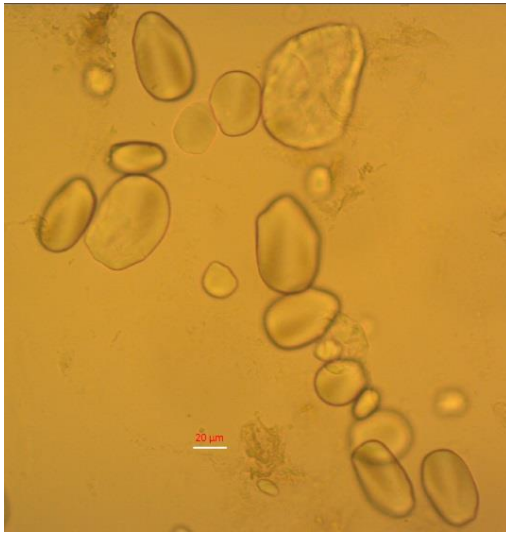
D.E. 12,367 μm

Promedio ancho: 33,766 μm

D.E. 8,279 μm

Almidones con formas ovaladas (60,40%), con apariciones frecuentes de formas poligonales (18,81%) y semicirculares (16,83%); con hilum excéntrico cuando puede observarse (56,44%), aunque en un gran número de gránulos no es evidente (42,57%). Son gránulos elongados (54,46%), invisibles (25,74%) u oscurecidos (18,81%), con facetas de presión evidentes (62,38%), aunque un porcentaje considerable de almidones no las presenta (28,72%). Generalmente no muestran láminas (44,55%), aunque con una frecuencia de aparición de lamelas completas de círculos concéntricos regulares (37,62%). Su superficie, si bien es diversa, es mayormente Knobby (42,57%) o suave (36,63%), con algunos granos con textura áspera (9,90%) y arrugados (8,91%). Son granos con estructura simple, sin fisuras, margen ondulado, borde externo oscuro (87,13%) y cruz de extinción excéntrica con brazos ondulados.

Luz transmitida



Luz polarizada

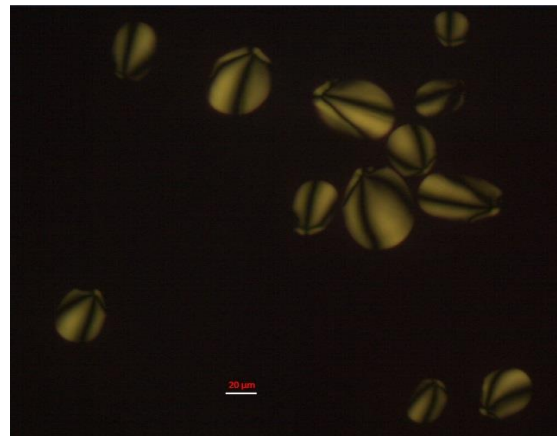
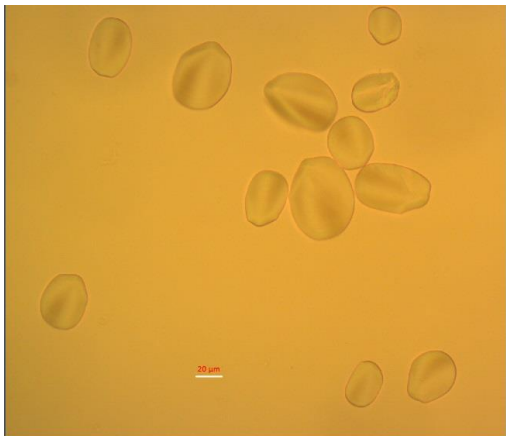
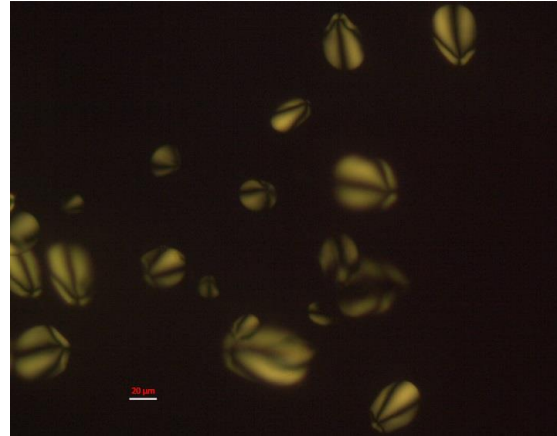
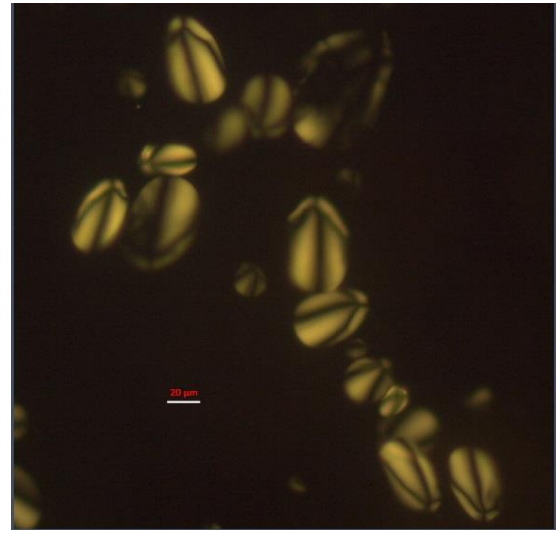


Ilustración 25. Figura 25. Canna edulis/indica. Gránulos de almidón

Convolvulaceae

Sistemática *Convolvulaceae*

Las plantas de la familia *Convolvulaceae* son hierbas, arbustos, enredaderas y en ocasiones árboles. Sus tallos suelen ser trepadores o postrados, que en ocasiones no miden más de 10 cm de longitud, aunque pueden llegar a ser erectos. No presentan estípulas, sus hojas son alternas y la mayoría simples. Su pubescencia es regularmente ramificada, en ocasiones glandular o estrellada (Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. Departamento de ecología y ciencias ambientales, Facultad de ciencias, UDELAR, 2017). Sus láminas son frecuentemente cordadas, con menor frecuencia hastadas, oblongas o lineares; tiene márgenes enteros o divididos, palmados o pinnados. Su inflorescencia es terminal, axilar, a veces de las dos formas, con flores solitarias o en grupos complejos; presenta bractéolas pareadas, en algunas agrandadas, formando así el involucre. Sus flores tienden a ser actinomorfas, bisexuales, con un cáliz con cinco sépalos libres, superpuestos, una corola gamopétala, en roseta, campanuladas, similares a un embudo. Su androceo es de cinco estambres, estos últimos que se alternan con los pétalos, con filamentos fusionados a la corola; sus anteras dehiscentes longitudinalmente, a veces torneadas en espiral, con un disco que se presenta con frecuencia. Su gineceo es gamocarpelar, con ovario súpero y dos carpelos, salvo en *Ipomoea*, en la cual presenta entre tres y cinco. Exhibe dos lóculos, con estilo terminal, amplio o en ocasiones dividido apicalmente en toda la longitud, produciendo así dos ramas estilares libres.

Su placentación es basal o basal axilar, con cuatro óvulos, dos por cada carpelo. Por otro lado, sus frutos son capsulares, aunque en algunas oportunidades utriculares o bayas, o frutos indehiscentes, de apertura irregular, los capsulares dehiscentes longitudinalmente en cuatro segmentos. Suelen presentar entre una y cuatro semillas, y su endospermo es homogéneo y cartilaginoso.

Estas especies se distribuyen geográficamente en los trópicos, aunque algunas de las especies pueden habitar zonas templadas. Son mayormente diversas en África y América, mayormente en selvas tropicales y sabanos.

Algunas de las especies de esta familia pueden crecer en alturas de cerca de 3000 msnm (Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. Departamento de ecología y ciencias ambientales, Facultad de ciencias, UDELAR, 2017).

Tabla 30. Características diagnósticas Convolvulaceae

-
- Hierbas, arbustos, enredaderas y en ocasiones árboles.
 - Tallos trepadores o postrados, en ocasiones no miden más de 10 cm de longitud.
 - Hojas alternas, la mayoría simples.
 - Inflorescencia terminal, axilar, a veces de las dos formas, con flores solitarias o en grupos complejos.
 - Flores actinomorfas, bisexuales, con un cáliz con cinco sépalos libres, superpuestos, corola gamopétala, en roseta, campanuladas.
 - Placentación es basal o basal axilar, con cuatro óvulos, dos por cada carpelo.
-

Ipomoea batata

Ecología

Estas son plantas trepadoras, perennes, que tienen largos tallos que se arrastran, de entre 80 y 300 cm de longitud, suculentos, delgados y herbáceos, con raíces en nudos. Sus hojas son variables enteras o dentadas, cordadas u ovadas, con medidas entre los 5 y los 10 cm de largo y ancho, pubescentes. Presentan una inflorescencia cimosa o cimosa umbelada, con pocas flores, en ocasiones flores ausentes. Los sépalos son oblongos, los dos exteriores más cortos y acuminados. Su corola es infundiforme, con glabra por fuera, con la garganta más oscura en algunas variedades. Comúnmente no presenta frutos, aunque suelen ser ovoides, de 4 a 5 cm de largo, con semillas redondeadas, de color café.

Las raíces son engrosadas, globulares o fusiformes y pueden alcanzar un tamaño y peso sorprendentes. Suelen tener un peridermo de color brillante, a

menudo rojo, morado, marrón, amarillo o blanco, y la pulpa también puede tener diferentes colores, aunque la blanca y la naranja son las que más se aprecian (BrÜcher, 1989).

Tabla 31. LARQSGRC206

LARQSGRC206

Ipomoea batata

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Convolvaceae</i>
Género	<i>Ipomoea</i>
Nombre científico	<i>Ipomoea batata</i>
Nombre común	Batata, papa dulce
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Vereda quebrada grande, municipio de Santa Rosa de Viterbo.
Código de recolección	de ATaur2
Código de laboratorio	de LARQSGRC206

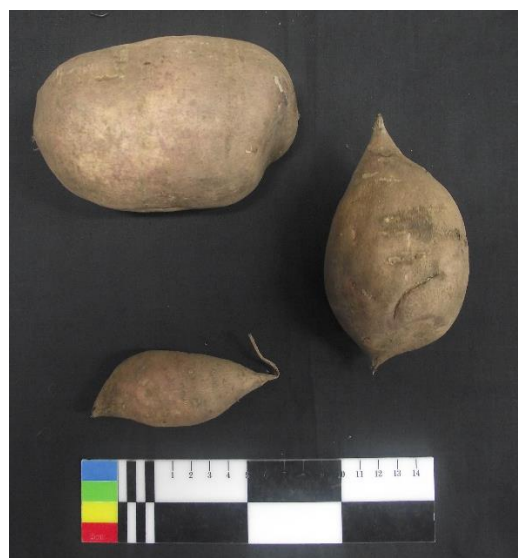


Ilustración 26. Ipomoea batata. Ejemplar y parte procesada. Fotos: César Meneses

Tabla 32. Descripción del almidón Ipomoea batata

Morfotipo	Número	Porcentaje
Truncada forma de campana	27	26,73%
Ovalado	19	18,81%
Polimorfo	16	15,84%
Semicircular	15	14,85%
trapezoidal	15	14,85%
Circular esférico	5	4,95%
Rectangular	4	3,96%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 20,675 μm

D.E. 4,646 μm

Promedio ancho: 20,670 μm

D.E. 5,817 μm

Promedio diámetro: 16,904 μ m

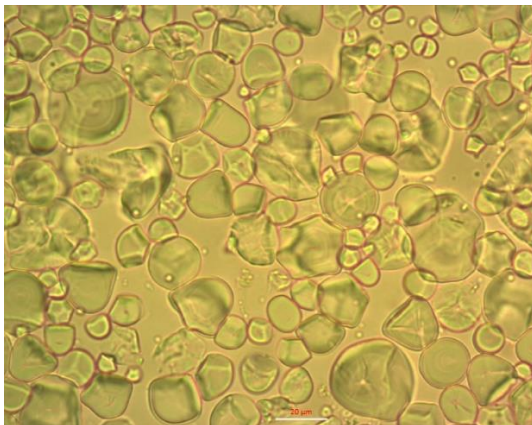
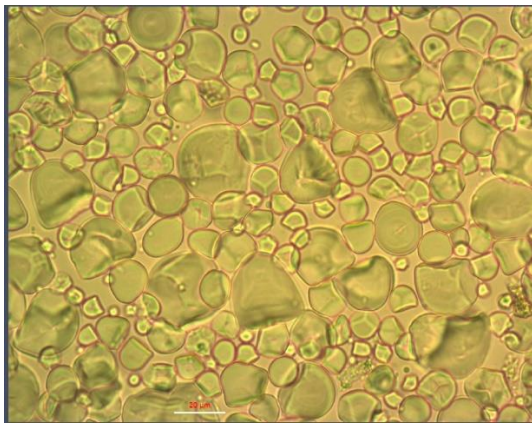
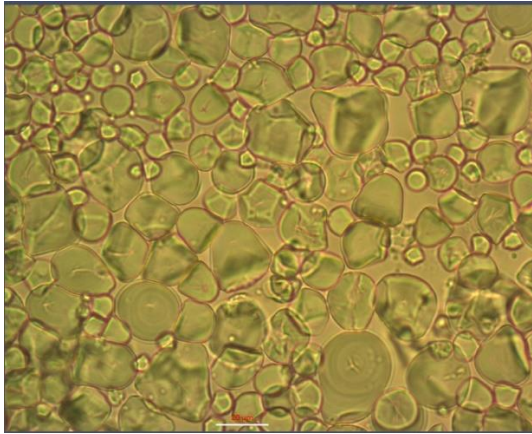
D.E. 4,338 μ m

Son almidones de formas diversas. Si bien es de almidones truncados o en forma de campana (26,73%), pueden aparecer ovalados (18,81%), semicirculares (14,85%), poligonales (15,84%), trapezoidales (14,85%) y con menor frecuencia circulares (4,95%) y rectangulares (3,96%). El hilum puede manifestarse de manera excéntrica (39,60%) o céntrico (22,77%), aunque en muchos casos no se manifiesta (37,62%). Se trata de almidones también diversos en espesor, con mayor frecuencia de gránulos refractivos (36,63%), elongados (27,76%), oscurecidos en algunos casos (27,77%) o invisibles 816,83%).

Las facetas de presión son con mayor frecuencia evidentes (53,43%), con algunas aparentes (5,94%), aunque un gran número de granos no las tienen (40,59%). Con respecto a las lamelas, pueden ser lamelados en círculos concéntricos angulares (25,74%), círculos concéntricos regulares (10,89%) o círculos concéntricos incompletos angulares (17,82%); no obstante, un número mayor de almidones no presenta lamelas (31,68%).

Por su parte, la textura es áspera en un 42,57%, Knobby en 35,64%, o en algunos casos suave con un 9,90%. Su estructura es simple, generalmente sin fisuras (72,28%), aunque pueden llegar a aparecer algunas fisuras radiales (9,90%), en forma de estrella (3,96%) o regulares (2,97%). Su margen es ondulada o recta, y su borde es externo oscuro, mientras su cruz de extinción es mayormente céntrica con brazos ondulados.

Luz transmitida



Luz polarizada

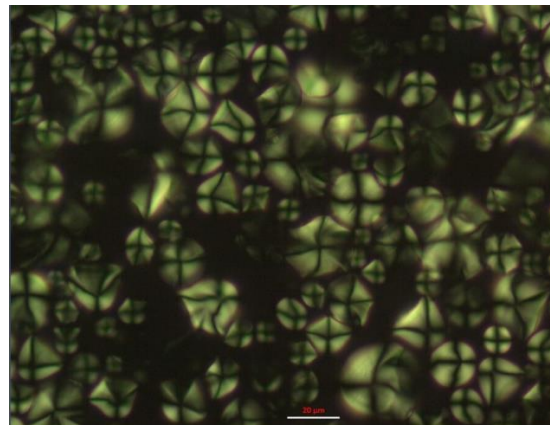
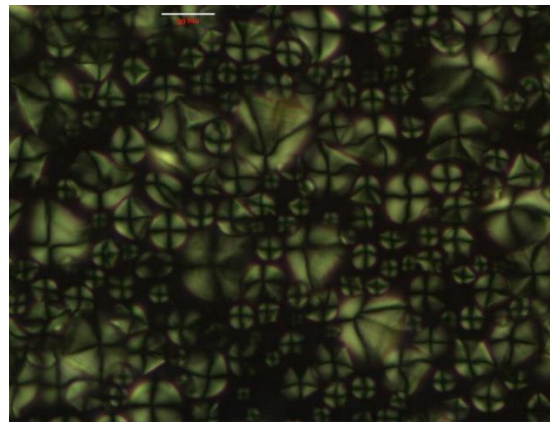
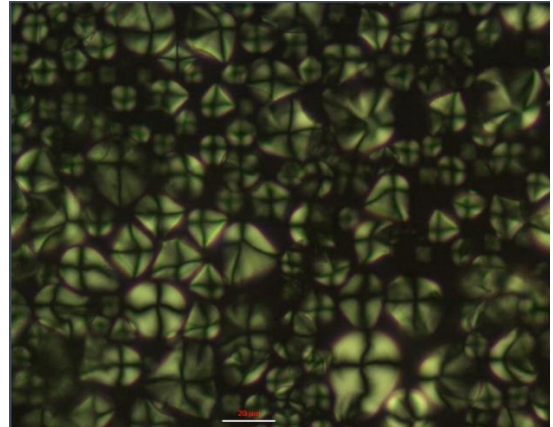


Ilustración 27. Ipomoea batata. Gránulos de almidón

Iridaceae

Sistemática Iridaceae

Son hierbas con rizomas, cormos o bulbos. No presentan estípulas, sus hojas suelen ser alternas, dísticas, equitantes, es decir, hojas conduplicadas que envuelven a la superior. Usualmente son basales y simples. Sus láminas son típicamente ensiformes, unifaciales en su parte distal y se tornan bifaciales hacia la base.

Su inflorescencia, por su parte, se da generalmente de manera terminal, en ripidios o espigas. Sus flores son actinomorfas, bisexuales, con seis tépalos en dos verticilos, petaloides, con andróceo de tres estambres, estos a su vez opuestos a los tépalos externos, con filamentos libres o fusionados, anteras generalmente extrorsas, gineceo gamocarpelar, con ovario ínfero, tres carpelos, tres lóculos, con ramas estilares en ocasiones petaloides. Su placentación es axilar de óvulos numerosos; sus frutos se dan en cápsulas y sus semillas generalmente son negras.

Con respecto a su distribución, si bien son plantas cosmopolitas, la mayoría de sus géneros se distribuyen en el hemisferio sur, en regiones secas, estacionales, aunque el rango de ambientes que ocupan es amplio, incluyendo bosques tropicales montano bajos y bosques montanos (Laboratorio de sistemática de plantas vasculares, Departamento de Ecología y Ciencias ambientales, Facultad de Ciencias, UDELAR, 2017).

Tabla 33. Características diagnósticas Iridaceae

-	Hierbas con rizomas, cormos o bulbos.
-	Sin estípulas
-	Hojas suelen ser alternas, dísticas, equitantes
-	Flores actinomorfas, bisexuales
-	Placentación es axilar de óvulos numerosos
-	Frutos en cápsulas y sus semillas generalmente son negras

Tigridia Pavonia

Ecología

Originaria de Centroamérica, es una planta sembrada como ornamental en las tierras cálidas y templadas de los Andes. Puede crecer hasta 1,5 m de alto, con tallos reducidos y hojas engrosadas en la base, formando un bulbo, angostas, acintadas, agudas en la punta, y pueden llegar a medir hasta 50 cm de largo, con unas más cortas a lo largo del tallo. Tiene ejes cilíndricos, erguidos, que pueden medir hasta 70 cm, con flores con cáliz de tres pétalos de colores rosado, amarillo, rojo o blanco, formando en el centro una especie de copa con manchas. Tiene tépalos internos pequeños, manchados, con estigmas rojos. Sus frutos son secos, en forma de cilindros, con medidas hasta de 5 cm de largo y 1,5 cm de diámetro, que se van abriendo desde la punta en tres casquetes, cada uno con dos filas de semillas aplanadas y lisas (Bernal, Galeano, Sarmiento, & Gutiérrez, 2012).

Tabla 34. LARQSGRC207

LARQSGRC207

Tigridia pavonia

Reino	<i>Plantae</i>
Familia	<i>Iridaceae</i>
Género	<i>Tigridia</i>
Nombre científico	<i>Tigridia pavonia</i>
Nombre común	Maravilla
Estado	Cultivada
Parte procesada	Tubérculo
Procedencia	Vereda quebrada grande, municipio de Santa Rosa de Viterbo.
Código recolección	de ATaur2
Código laboratorio	de LARQSGRC207



Ilustración 28. *Tigridia pavonia* Ejemplar y parte procesada. Fotos: César Meneses

Tabla 35. Descripción del almidón *Tigridia Pavonia*

Morfotipo	Número	Porcentaje
Ovalado	77	76,24%
Ovalado	12	11,88%
Alargado	9	8,91%
Semicircular	2	1,98%
Polimorfo	1	0,99%
Total:	101	

Promedio largo (μm): 23,659 μm

D.E. 5,274 μm

Promedio ancho: 17,813 μm

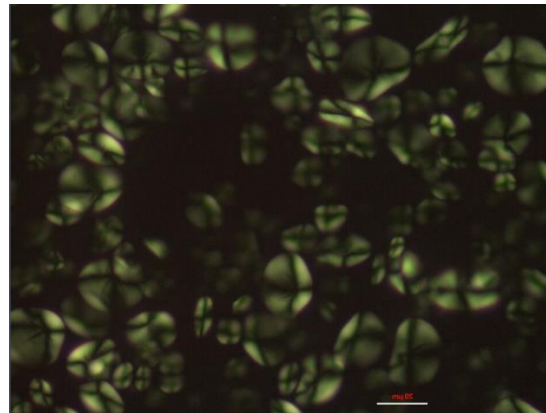
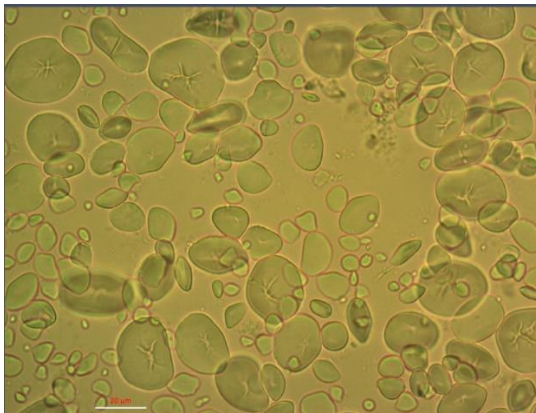
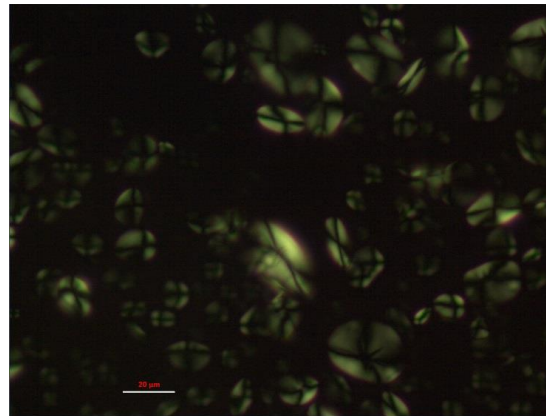
D.E. 5,066 μm

Almidones ovalados (76,24%), con frecuencias de aparición de 11,88% de formas triangulares, alargados (8,91%). Sin hilum, generalmente obscurecido por una fisura de gran tamaño (71,29%) o invisibles; sin facetas de presión (84,16%), sin lamelas, con una superficie fisurada (42,57%), suave (39,60%) o áspera (17,82%). Son almidones simples, con fisuras radiales (64,36%), margen ondulado, borde externo oscuro y cruz de extinción con características diversas: excéntrica con brazos ondulados (31,68%), céntrica con brazos ondulados (35,64%), céntrica con brazos rectos (24,75%) y excéntrica con brazos rectos (7,92%).

Luz transmitida



Luz polarizada



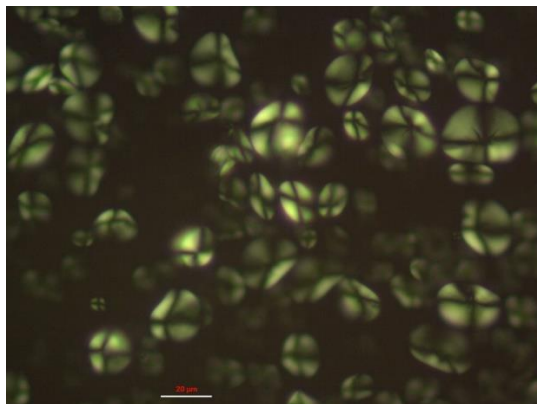
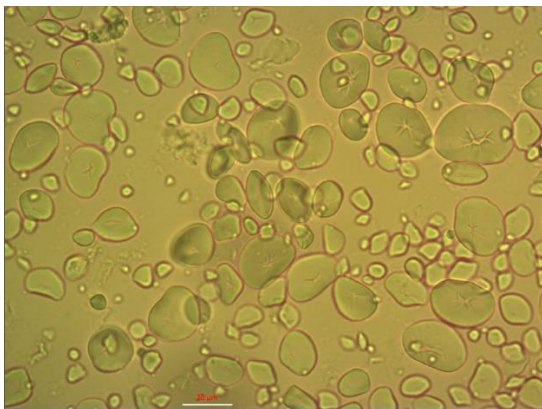


Ilustración 29. Tigridia pavonia. Gránulos de almidón

Resultados

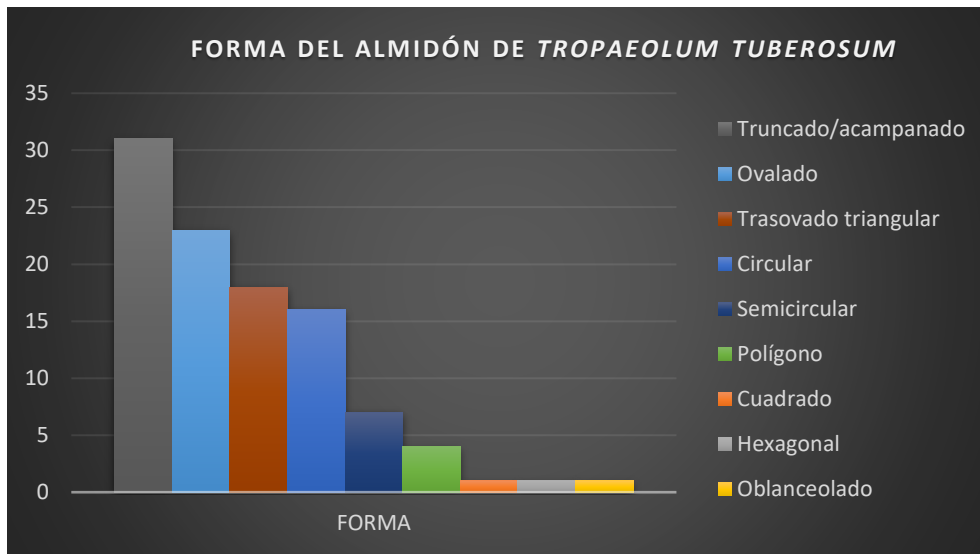
Después del proceso de recogida de muestras y análisis y recolección de datos en el laboratorio, se caracterizaron 101 almidones de once especies, pertenecientes a ocho familias botánicas: *Tropaeolaceae*, *Solanaceae*, *Apiaceae*, *Convolvulaceae*, *Basellaceae*, *Oxalidaceae*, *Cannaceae* e *Iridaceae*, para un total de 1111 gránulos de almidón, los cuales evidencian la frecuencia de aparición de once tipos morfológicos, tales como truncado o en forma de campana, circular esférico, semicircular, ovalado, poligonal, alargado, rectangular, cuadrado, trapezoidal y triangular, descritos de acuerdo a *The International Code for Starch Nomenclature (ICSN)*. Todos los gránulos fueron obtenidos de tubérculos, bulbos y rizomas subterráneos de plantas tuberosas, lugares en los que se almacenan los almidones de reserva de dichas plantas.

Tabla 36. Total, tipo de morfotipos por familia y género

FAMILIA	GÉNERO	Variedad	MORFOTIPO										Total por género
			Acampanado	Circular	Semicircular	Ovalado	Poligonal	Alargado	Rectangular	Cuadrado	Trapezoidal	Triangular	
<i>Tropaeolaceae</i>	<i>Tropaeolum</i>		31	16	7	23	5			1		18	101
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	Pastusa	7	2	1	76	2					13	101
	<i>Solanum</i>	Tocarreja		5		86	1					9	101
	<i>Solanum</i>	Criolla roja		10		73		5				13	101
<i>Apiaceae</i>	<i>Arracacia</i>	De grano	8	5	23	7	34	2	4	2	12	4	101
	<i>Arracacia</i>	Morada	5	3	30	20	28	1			7	7	101
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea</i>		27	5	15	19	16		4		15		101
<i>Basellaceae</i>	<i>Ullucus</i>			1	1	71	4	12	1			11	101
<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis</i>					14		78				9	101
<i>Cannaceae</i>	<i>Canna</i>				17	61	19	3				1	101
<i>Iridaceae</i>	<i>Tigridia</i>				2	77	1	9				12	101

Así las cosas, para el género *Tropaeolum*, el morfotipo dominante es truncado en forma de campana con 31 gránulos de la muestra, seguido por ovalado con 23, triangular con 18 y circular con 16, además de frecuencias de otros morfotipos que no son de importancia estadística. Las formas

acampanadas y ovaladas, por su parte, podrían considerarse de importancia a la hora de determinar el morfotipo de los almidones de esta especie.



Gráfica 1. Morfotipos género *Tropaeolum*

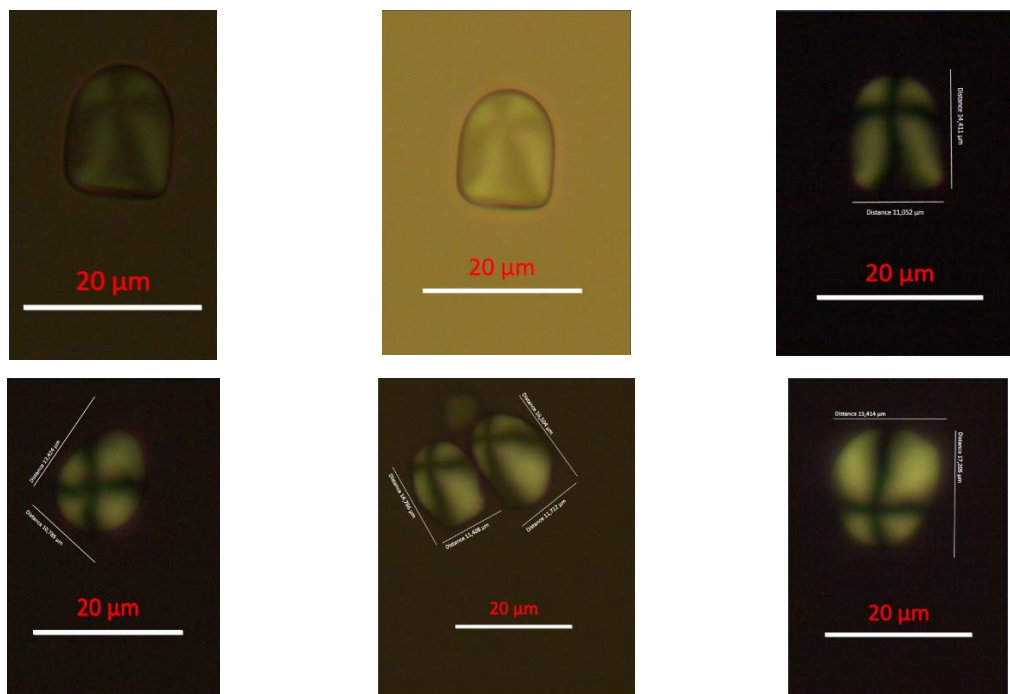
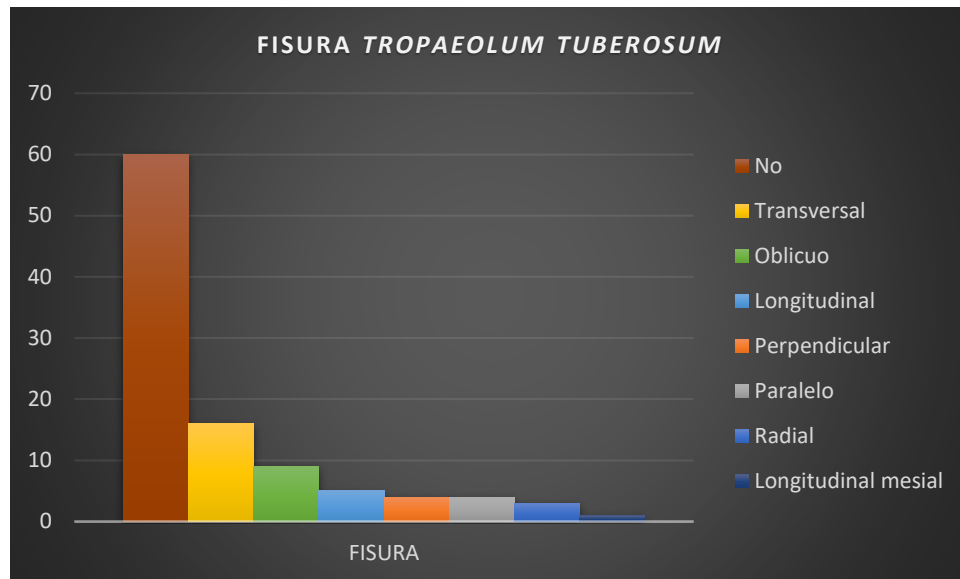


Ilustración 30. Gránulos de *Tropaeolum tuberosum*.

La frecuencia de aparición dominante para el hilum de *Tropaeolum tuberosum* es *excéntrica*, con un porcentaje de 52,0%, seguido de *indistincta*, con 37,3%. Almidones mayormente sin fisuras, con un porcentaje de 58,8%, factor

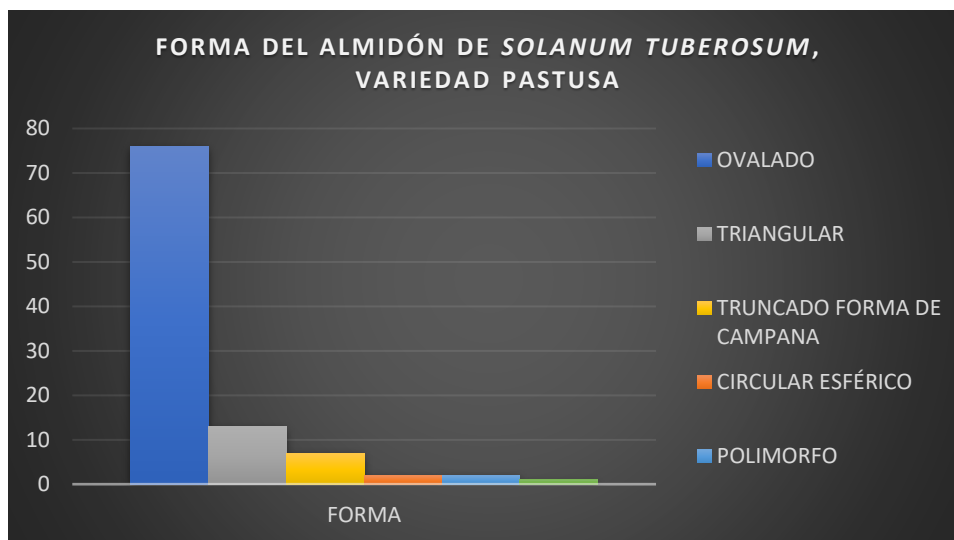
diagnóstico de esta variedad, pues si bien hay frecuencia de aparición de fisuras transversales, este porcentaje es muy bajo (15,7%).



Gráfica 2. Fisura *Tropaeolum tuberosum*

Para el caso de este género, el margen ondulado, con una frecuencia de aparición del 72,5% es diagnóstico, al igual que el borde externo oscuro, el cual se manifiesta con un 88,2%, lo que equivale a 90 granos analizados en la muestra. La cruz de extinción excéntrica con brazos ondulados también debe considerarse diagnóstica, pues está presente en 75 de los 101 granos analizados, siendo un 73,5%.

Con respecto a la familia *Solanaceae*, se analizaron tres variedades de la especie *Solanum tuberosum*: Papa pastusa, papa tocarreña y papa criolla roja, de las cuales podemos decir: Para *Solanum tuberosum* variedad pastusa, el morfotipo dominante es ovalado con 76 ejemplares de la muestra, seguido por triangular con 13, además de algunas apariciones sin frecuencia estadística importante, lo que nos lleva a suponer que son los morfotipos ovalado y triangular los que podemos considerar diagnósticos a la hora de tipificar esta variedad de *Solanum tuberosum*.



Gráfica 3. Morfotipos género *Solanum* (*Solanum tuberosum*, papa pastusa)

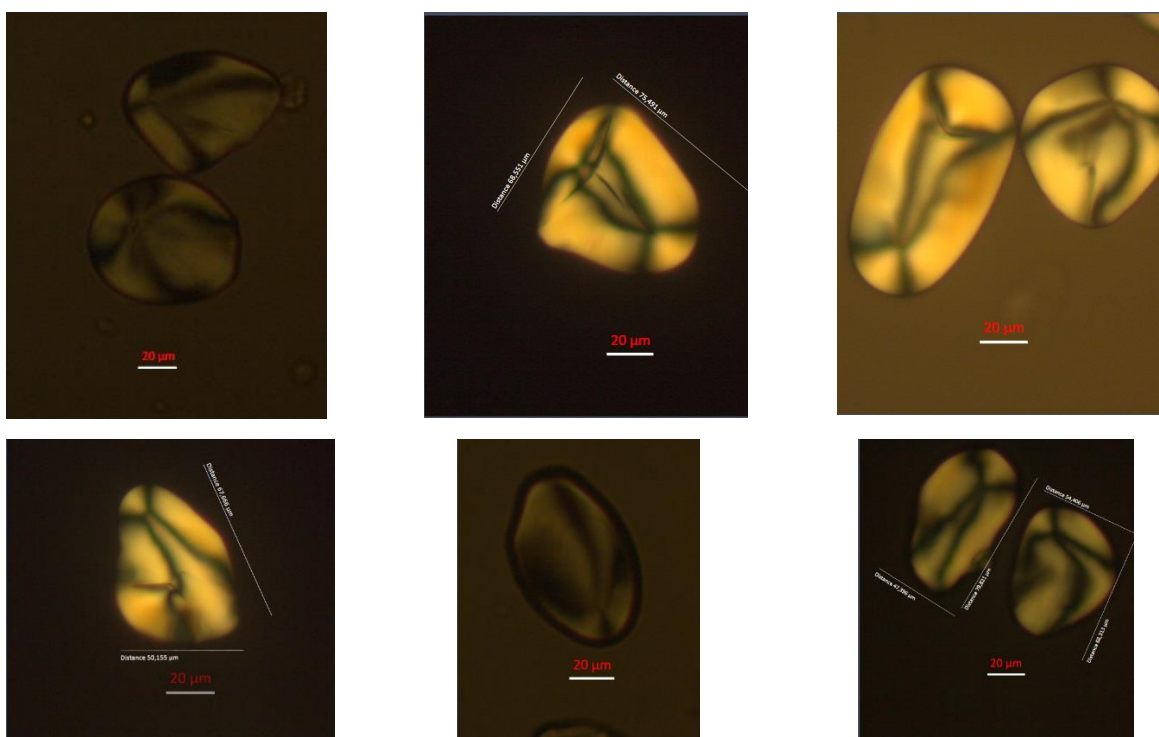
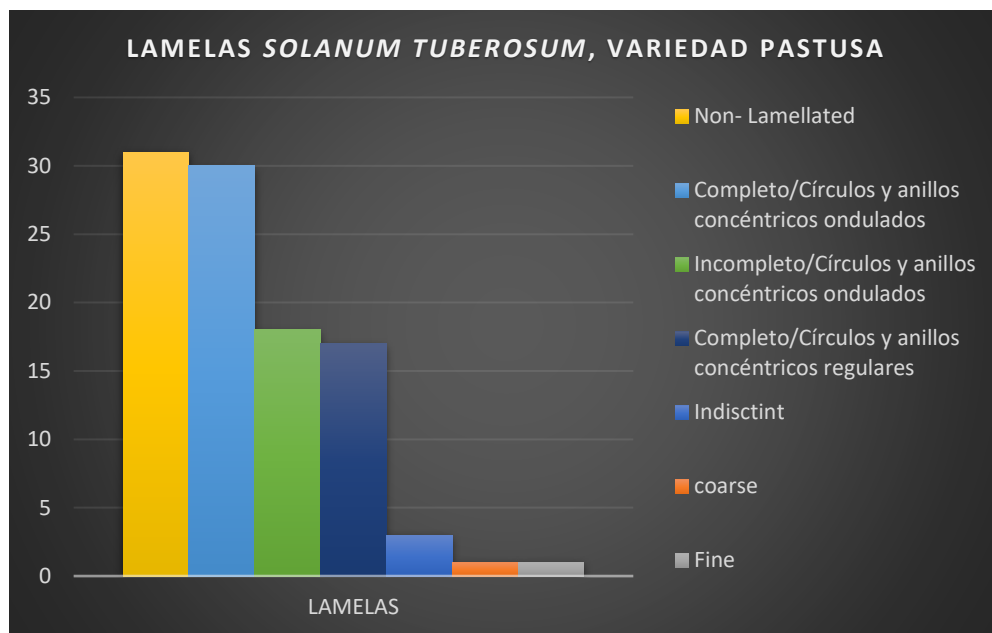


Ilustración 31. Gránulos de *Solanum tuberosum*, variedad pastusa

Son gránulos con un hilum excéntrico en un porcentaje de 56,44% e *indistinct* en un 39,60%, con un espesor elongado en 48,51%, en ocasiones oscurecido con 22,77% o granos sólidos con 17,82%, con frecuencias de aparición sin importancia para otros tipos de espesor. Así mismo, con respecto a

las facetas de presión, podría considerarse diagnóstico para esta variedad de *Solanum tuberosum*, que no se manifiestan plenamente, es decir, un alto porcentaje de gránulos no presentan facetas de presión (64,36%).

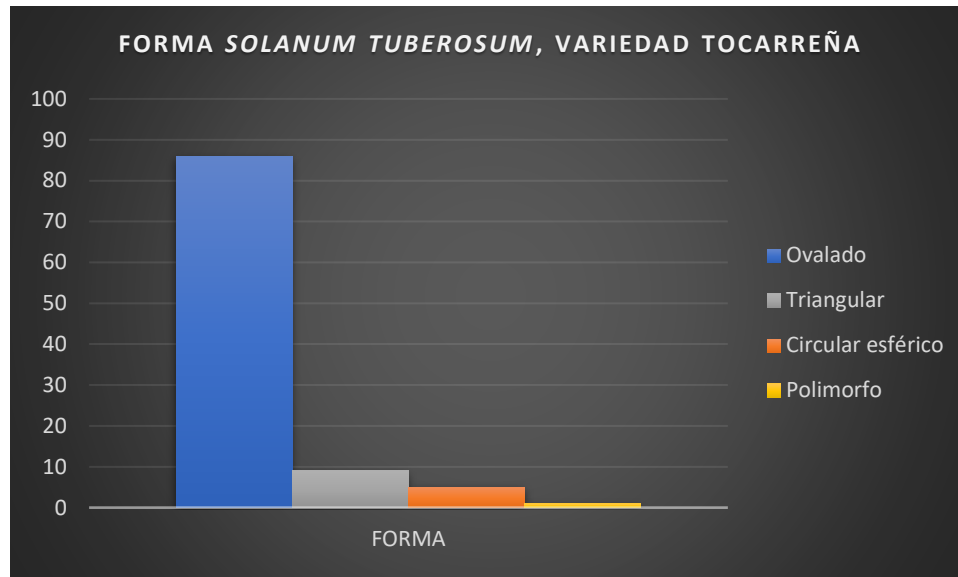
Por otro lado, el porcentaje de mayor frecuencia en el lamelado es *Non-Lamellated*, con 30,69%, seguido de Completo/Círculos y anillos concéntricos ondulados con 29,70%, Incompleto/Círculos y anillos concéntricos ondulados con 17,82% y Completo/Círculos y anillos concéntricos regulares con 16,83%.



Gráfica 4. Lamelas *Solanum tuberosum*, variedad *pastusa*

Con respecto a la superficie, los gránulos de *Solanum tuberosum*, variedad *pastusa*, son suaves en un 52,48%, Knobby en 21,78% y ásperos en 13,86%, con frecuencias de otros tipos de textura que no podrían considerarse diagnósticas para esta especie. Así mismo, no presentan fisuras en un 38,61%, o las presentan radiales en un 16,83%, lo que indica que esta variable no puede considerarse diagnóstica a la hora de tipificar estos gránulos. No obstante, el margen sí puede considerarse diagnóstico, en tanto a que la forma ondulada se manifiesta en un 99,01%, al igual que la cruz de extinción, la cual se presenta excéntrica con brazos ondulados en un 98,02%.

Seguidamente, para *Solanum tuberosum*, variedad tocarreña, el morfotipo dominante es el ovalado con 86 gránulos de la muestra, el cual debe considerarse diagnóstico, pues la frecuencia de aparición de otros morfotipos no representa importancia estadística.



Gráfica 5. Forma *Solanum tuberosum*, variedad tocarreña

El hilum se presenta predominantemente excéntrico con un porcentaje de 59,4%, aunque con una frecuencia muy alta de almidones que no expresan hilum (38,6%). En esta variedad la dominancia en la variable Espesor se da en los granos elongados, con porcentajes de 55,45%, seguido por los granos sólidos, 37,62%, sin apariciones importantes de otras formas. Son almidones sin facetas de presión, lo cual puede considerarse de importancia diagnóstica, con un porcentaje de 84,16%. No obstante, las lamelas son muy diversas, lo que no nos permite suponer que esta variable sea determinante a la hora de identificar los almidones de la variedad tocarreña de *Solanum tuberosum*.

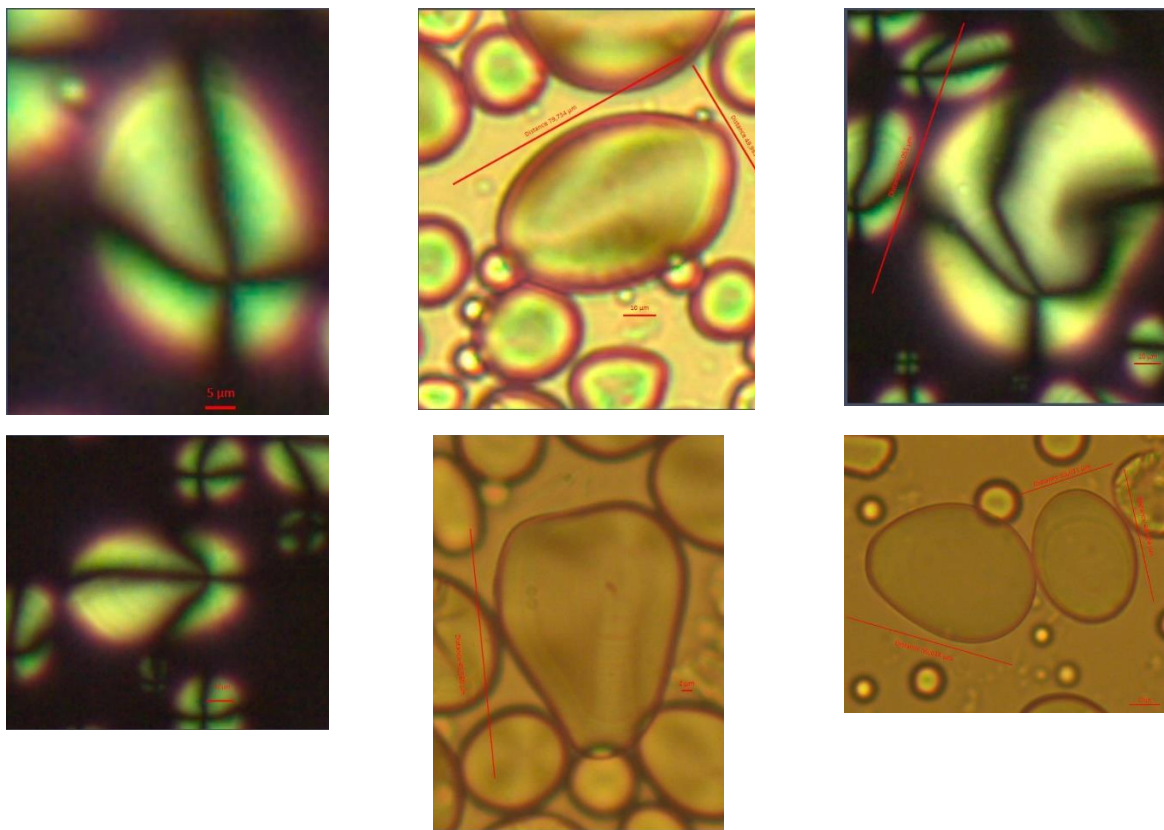
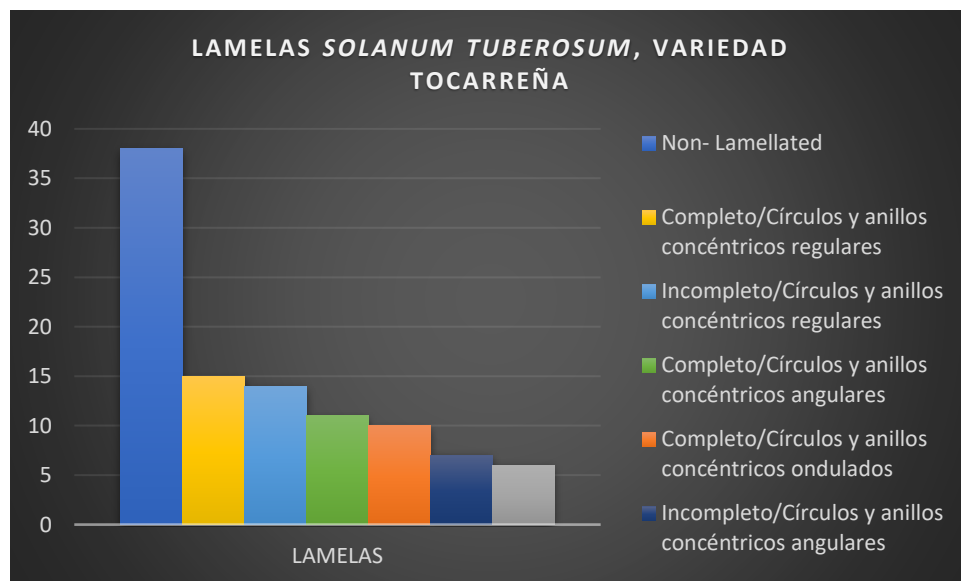


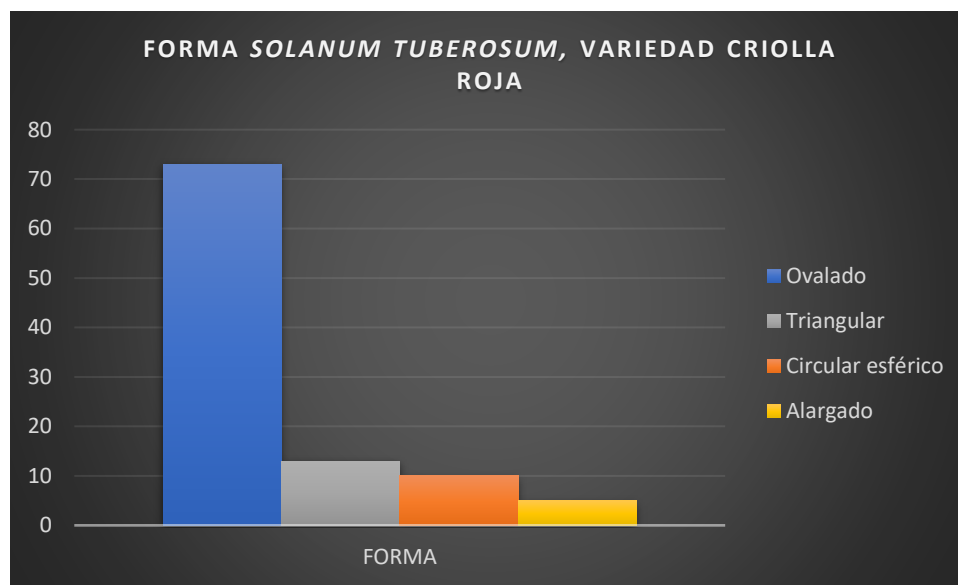
Ilustración 32 *Solanum tuberosum*, variedad *tocarreña*



Gráfica 6. *Lamelas Solanum tuberosum*, variedad *tocarreña*

Con respecto a la superficie, se presentan con mayor frecuencia los almidones suaves con 54,46% y Knobby con 38,61%. La estructura dominante es simple, con 99,01% y no presentan fisuras en un 97,03%, factor este que debe considerarse de gran importancia en la identificación del almidón, de la misma manera que el margen, el cual se manifiesta ondulado en un 97,03%. Por su parte, el borde es externo oscuro en 99,01% y la cruz de extinción es excéntrica con brazos ondulados en un 90,10%.

De la misma forma, para la variedad criolla roja de *Solanum tuberosum*, el morfotipo dominante es ovalado con una frecuencia de 73 individuos de la muestra, seguido por triangular con 13 almidones y circular con 10, pero estos últimos no representan mayor importancia diagnóstica.



Gráfica 7. Forma *Solanum tuberosum*, variedad criolla roja

Para esta variedad podría considerarse diagnóstico el hilum indistinct, pues se presentan con una frecuencia de 95,05%, lo que le da una apariencia de grano sólido a los almidones en un 95,05%, factor, de igual manera, diagnóstico. De la misma forma, también debe considerarse importante para la identificación de los almidones de esta variedad de *Solanum tuberosum* que no presenta facetas de presión (99,01%), y en un 96,04% no exhibe lamelas. La superficie es suave en un 96,04%, con frecuencias de otras superficies que no tienen importancia

estadística. Son almidones simples en un 100%, sin fisuras en 90,10%, margen ondulado con porcentajes de 100% al igual que el borde externo oscuro y cruz de extinción excéntrica con brazos ondulados en un 84,16%, factor este de importancia en la identificación de este almidón.

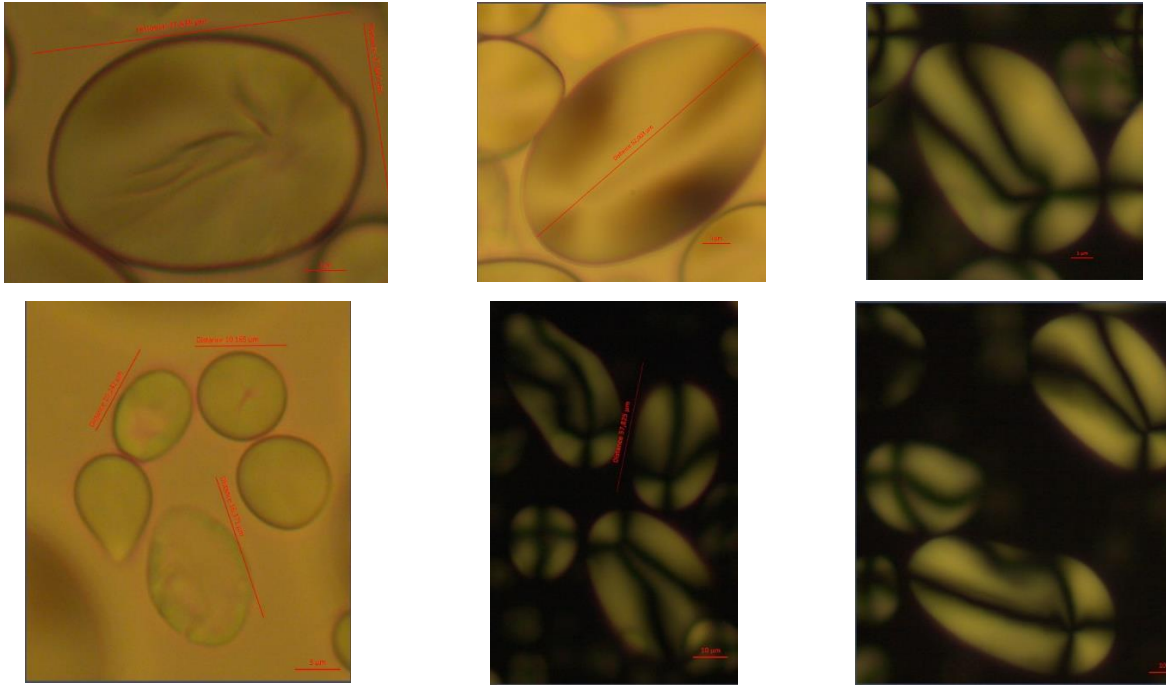
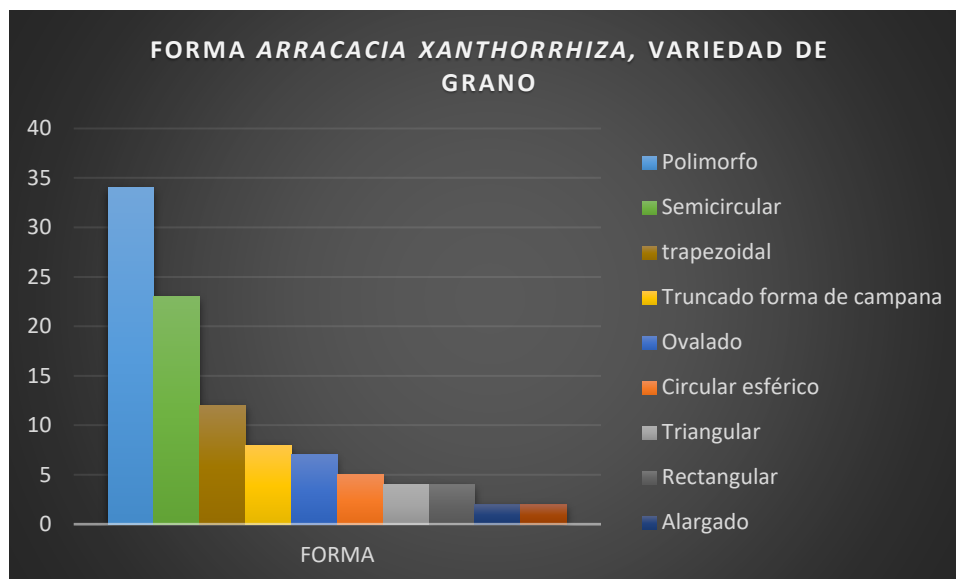


Ilustración 33. Gránulos de Solanum tuberosum, criolla roja

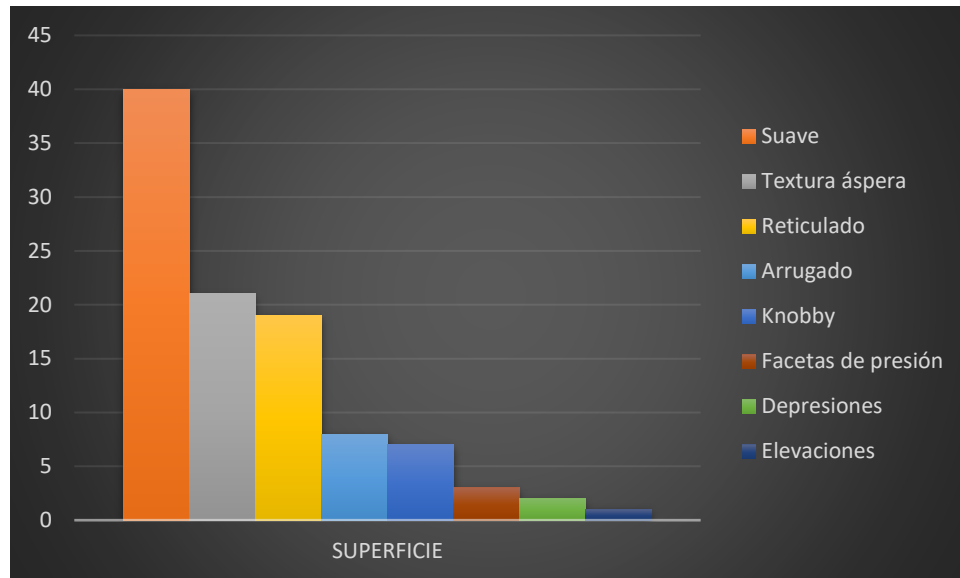
Con respecto a la familia *Apiaceae*, se observaron almidones del género *Arracacia* en dos variedades: *Arracacia xanthorrhiza* morada y de grano. Así las cosas, la variedad de grano presenta como morfotipo dominante el polimorfo con 34 individuos, seguido de semicircular con 23 y trapezoidal con 12, además de frecuencias mínimas de otras formas que no consideraremos para estos resultados.



Gráfica 8. Forma *Arracacia xanthorrhiza*, variedad de grano

Con respecto al hilum en la variedad de grano, podemos considerar diagnóstico a la hora del reconocimiento de los granos que no se manifiesta en un 90,10%, con espesor invisible en un 58,42% o sólido en 24,75%, siendo estas dos características las más dominantes en esta variedad de arracacha. No obstante, las facetas de presión son evidentes en un 81,19%, lo que es determinante en los almidones del género *Arracacia*. Por su parte, otro factor importante en el reconocimiento del almidón es que no presentan lamelas en un 81,19%, y las frecuencias de otros tipos de lamelas no son de importancia para este análisis.

Seguidamente, se hallaron almidones con superficies suaves en un 39,60%, con textura áspera en un 20,79% y reticulados en 18,81%. La estructura dominante es simple, con 97 de los almidones analizados en la muestra, sin fisuras en un 89,11%, componente este de gran valor en la tipificación de estos gránulos.



Gráfica 9. Superficie *Arracacia xanthorrhiza*, variedad de grano

En este género las márgenes no son determinantes, pues se hallan en proporciones de 59,41% ondulado y 40,59% rectos. El borde externo oscuro es dominante con un 97,03% y la cruz de extinción característica es céntrica con brazos rectos con un 57,43%.

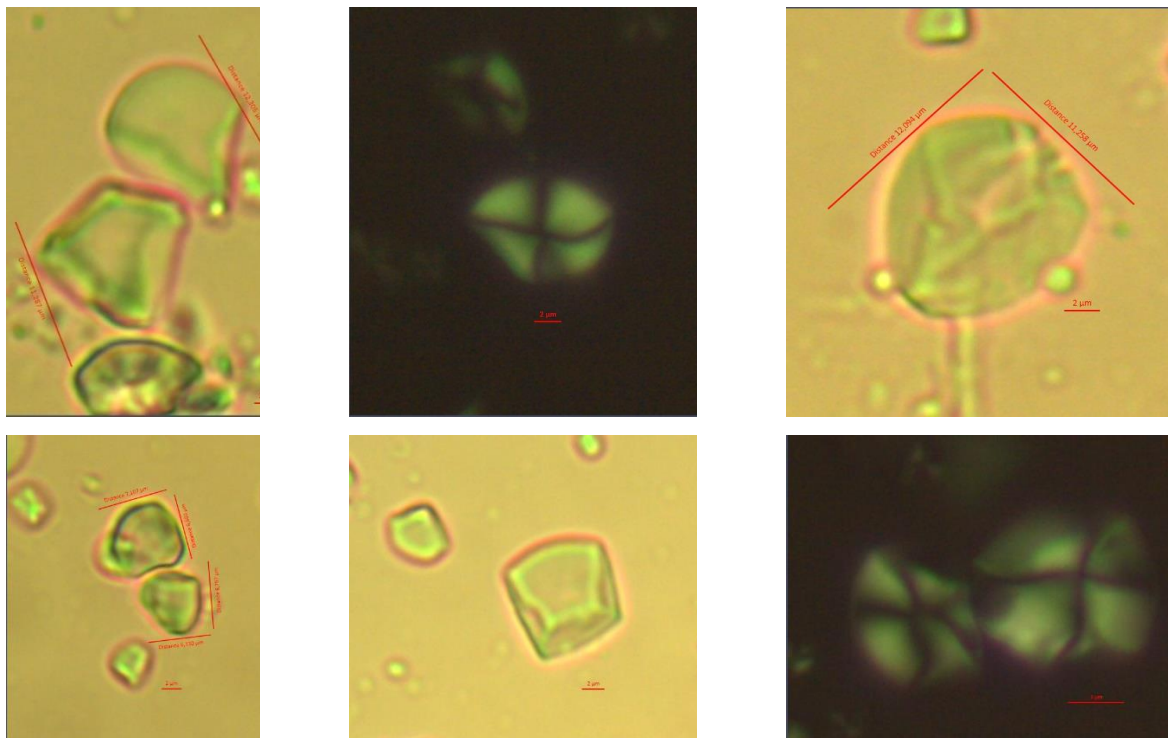
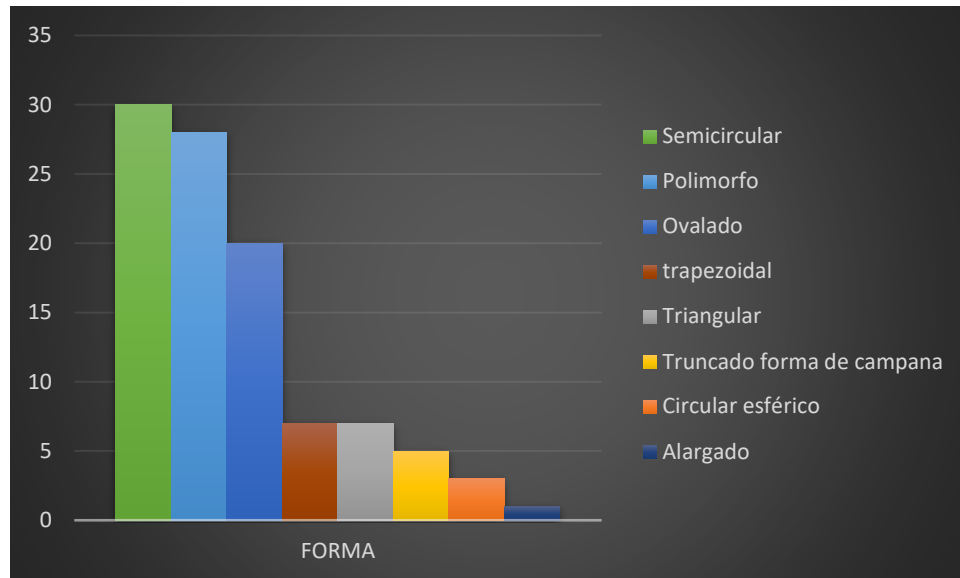


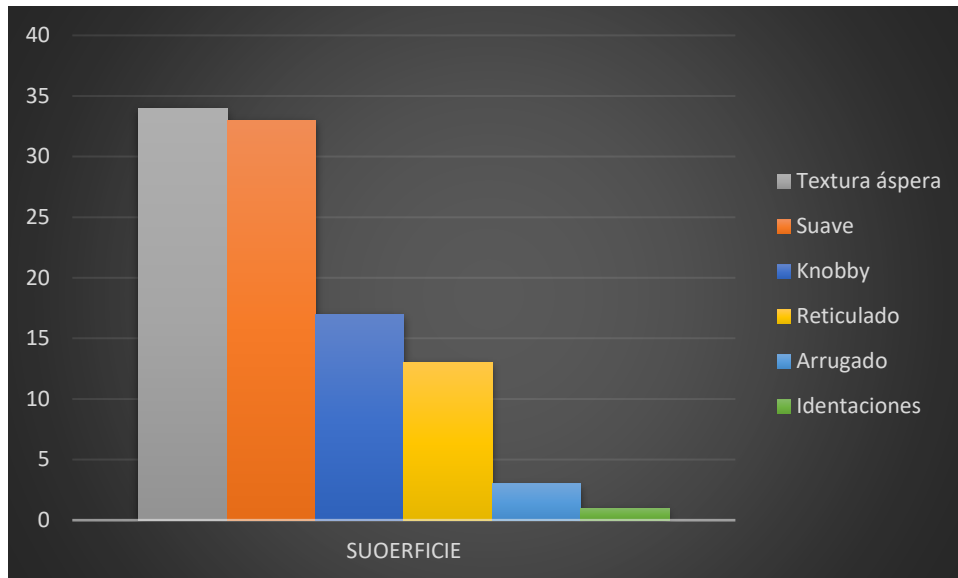
Ilustración 34. Gránulos de *Arracacia xanthorrhiza*, variedad de grano

Con respecto a *Arracacia xanthorrhiza*, variedad morada, los morfotipos con mayor frecuencia son semicircular con 30 ejemplares, polimorfo con 28 y ovalado con 20. Las frecuencias de aparición de otras formas son muy pequeñas.



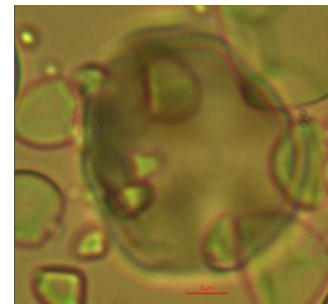
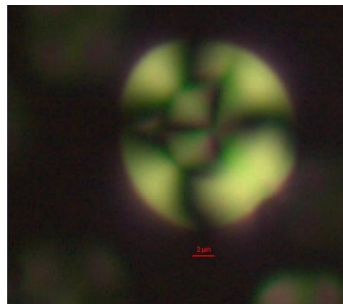
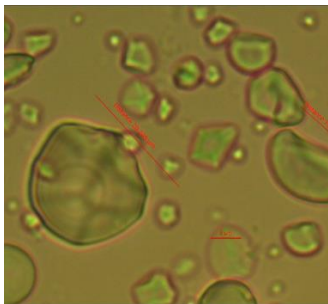
Gráfica 10. Forma *Arracacia xanthorrhiza*, variedad morada

Con respecto al hilum, para esta variedad del género *Arracacia*, se manifiesta excéntrico en un porcentaje mayor (76,24%), lo que podría considerarse fundamental en la tipificación del grano. El espesor de los granos es invisible en un porcentaje de 51,48% y obscurecido en 21,78%. No obstante, es diagnóstico para esta variedad la aparición de facetas de presión evidentes en un 64,36%. El porcentaje de almidones no lamelados también es muy alto, significativo para la identificación de estos almidones, pues se presentan en un porcentaje de 72,28%, con frecuencias muy bajas para otro tipo de lamelas. Así mismo, las superficies son diversas: textura áspera 33,66%, suave 32,67%, knobby 16,83%, reticulado 12,87%, lo que dificulta la determinación de la superficie como diagnóstica.



Gráfica 11. Superficie *Arracacia xanthorrhiza*, variedad morada

Se halló, por su parte, que los almidones simples aparecen con una frecuencia superior de 87,13%, mientras que los compuestos son solo el 12,87%. Son no fisurados en un 94,06%, lo que supone un factor determinante en la identificación de este gránulo. El borde es externo oscuro en un 97,03% y la cruz de extinción es 36,63% céntrica con brazos rectos, 41,58% céntrica con brazos ondulados y 13,86% excéntrica con brazos ondulados.



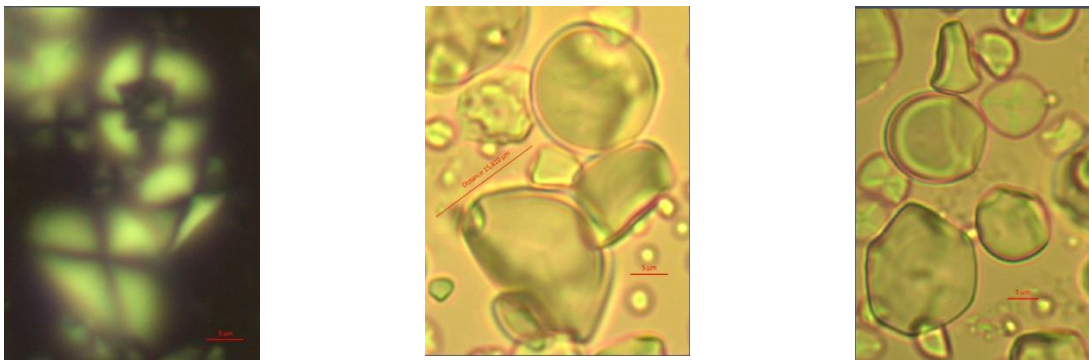
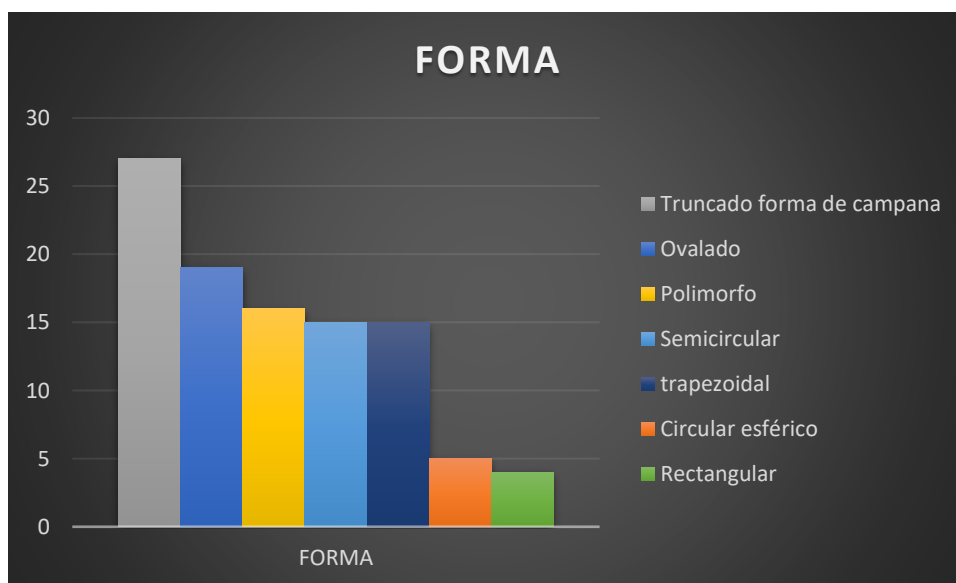


Ilustración 35. Gránulos de *Arracacia xanthorrhiza*, variedad morada

Ahora bien, de la familia *Convolvulaceae* solo se analizó el género *Ipomoea* (*Ipomoea batata*), en el cual pudimos hallar una frecuencia de aparición de formas truncadas o acampanadas con 27 ejemplares, 19 ovalados, 16 polígonos y 15 semicirculares, con frecuencias pequeñas de otras formas. El hilum es excéntrico en 39,60%, indistinct en 37,62% y céntrico en 22,77%. El espesor más recurrente es refractivo con 36,63%, seguido de elongado con 23,76%, obscurecido con 22,77% e invisible con 16,83%. Las facetas de presión, por su parte, son evidentes en un 53,47% y no se hacen presente en el 40,59% de la muestra.



Gráfica 12. Forma *Ipomoea batata*

Las lamelas son diversas, es decir, Non Lamellated 31,68%, Completo/Círculos y anillos concéntricos angulares 25,74%, Incompleto/Círculos y anillos concéntricos angulares 17,82% y Completo/Círculos y anillos concéntricos regulares 10,89% con frecuencias no significativas de otras lamelas, lo que hace que esta variable no sea indicadora en el reconocimiento del almidón.

Se halló, por otro lado, que el porcentaje de mayor aparición en términos de superficie es la textura áspera, con un porcentaje de 42,57% y Knobby, con 35,64%. La estructura de estos gránulos es simple en un 100% y no son fisurados (72,28%). El borde es externo oscuro (99,01%) y la cruz de extinción céntrica con brazos ondulados se presenta en un 58,42%, excéntrica con brazos ondulados en un 23,76% y céntrica con brazos rectos en 13,86%.

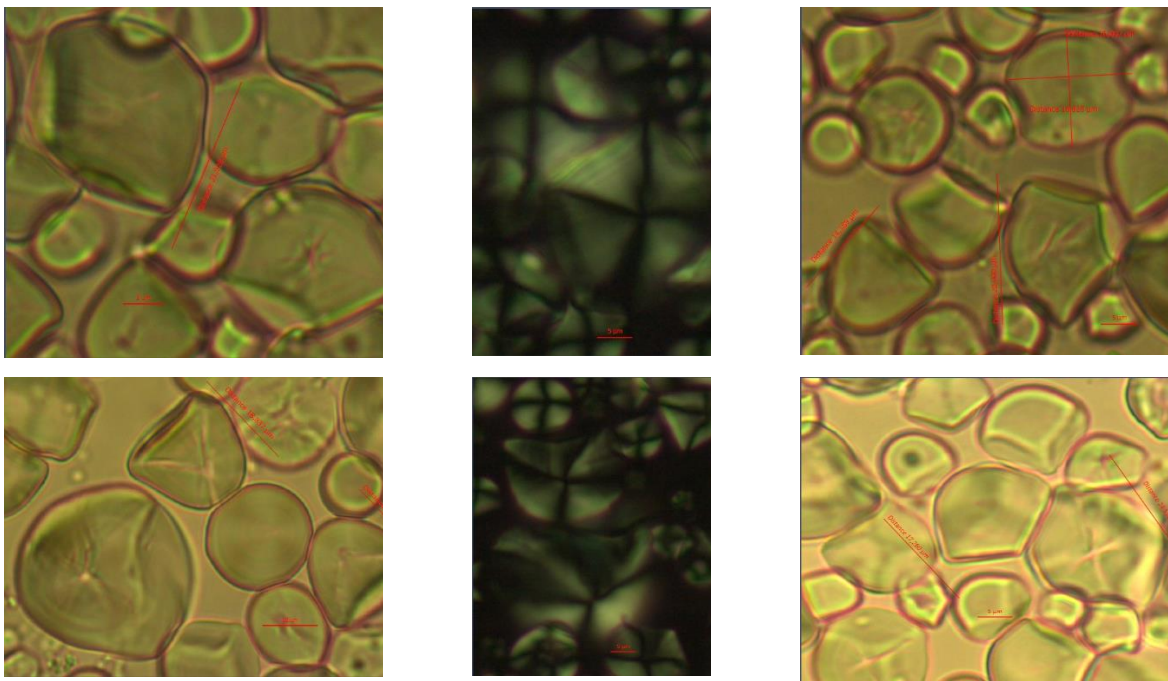
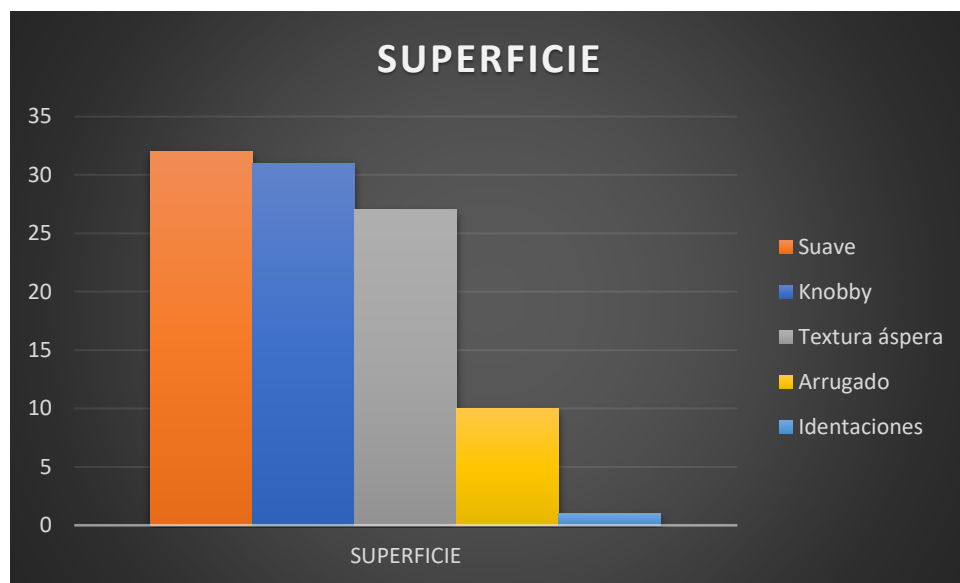


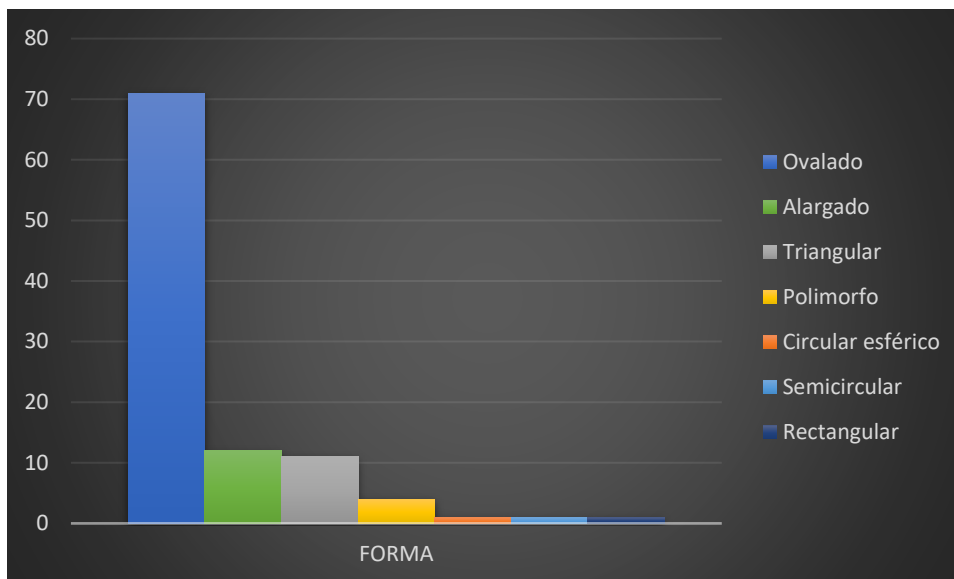
Ilustración 36. Gránulos de Ipomoea batata

De la familia *Basellaceae* se analizaron 101 almidones del género *Ullucus* (*Ullucus tuberosus*), de los cuales se pudo determinar un grupo de morfotipos, en el cual el dominante es el ovalado con 71 individuos, triangular con 11 y alargado con 12, siendo el ovalado determinante en la identificación de los gránulos de esta especie.

El hilum se halló excéntrico con un 49,50%, mas un alto porcentaje de almidones no lo presentaban (48,51%). El espesor para esta especie es de gran diversidad, por lo que no podría considerarse diagnóstico; invisible 30,69%, refractivo 27,72%, obscurecido 21,78% y elongado 19,80%. Las facetas de presión se presentan en un 48,51% evidentes, mas en un 45,54% no se manifiestan. Son almidones sin lamelas en un 58,42%, con una frecuencia de 21,78% completos en círculos concéntricos ondulados. La superficie es muy diversa: suave 31,68%, Knobby 30,69%, textura áspera 26,73%.



Gráfica 13. Superficie *Ullucus tuberosus*



Gráfica 14. Forma *Ullucus tuberosus*

Los almidones de *Ullucus tuberosus* son simples en 94,06% de la muestra, sin fisuras en 69,31%, con frecuencias muy bajas en otras formas de las fisuras. Son ondulados en un 98,02%, con borde oscuro externo en 97,03% y cruz de extinción excéntrica con brazos ondulados en 95 de los 101 almidones analizados, es decir, 94,06%, siendo esta variable determinante en el reconocimiento de los gránulos de *Ullucus tuberosus*.

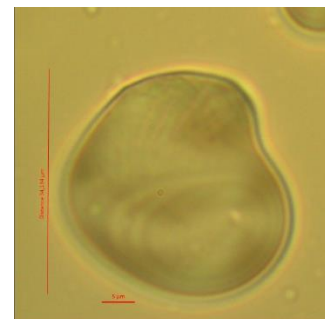
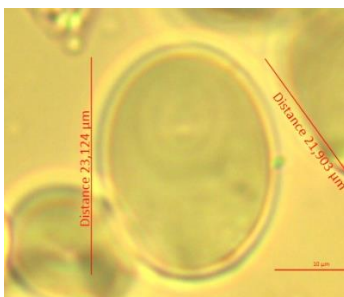
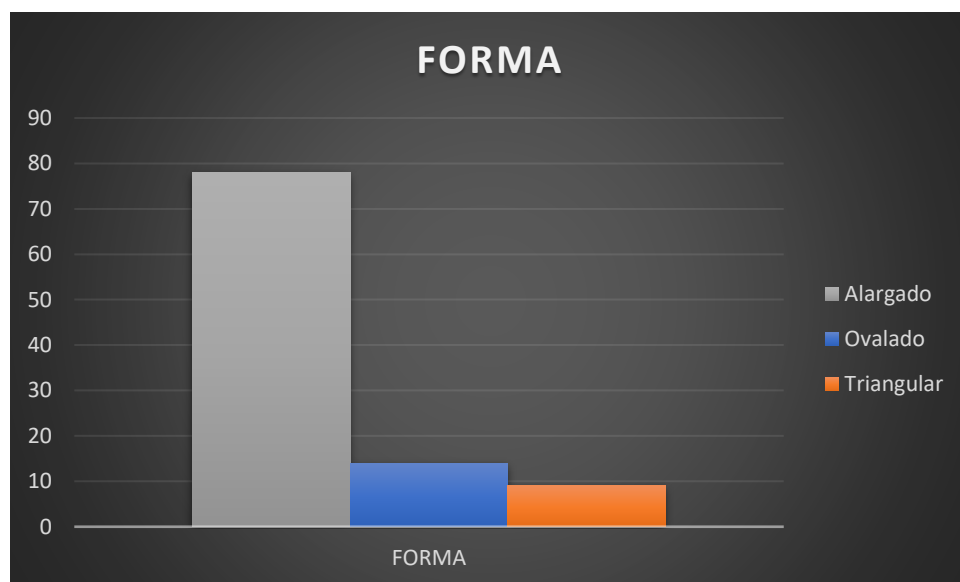




Ilustración 37. Gránulos de *Ullucus tuberosus*

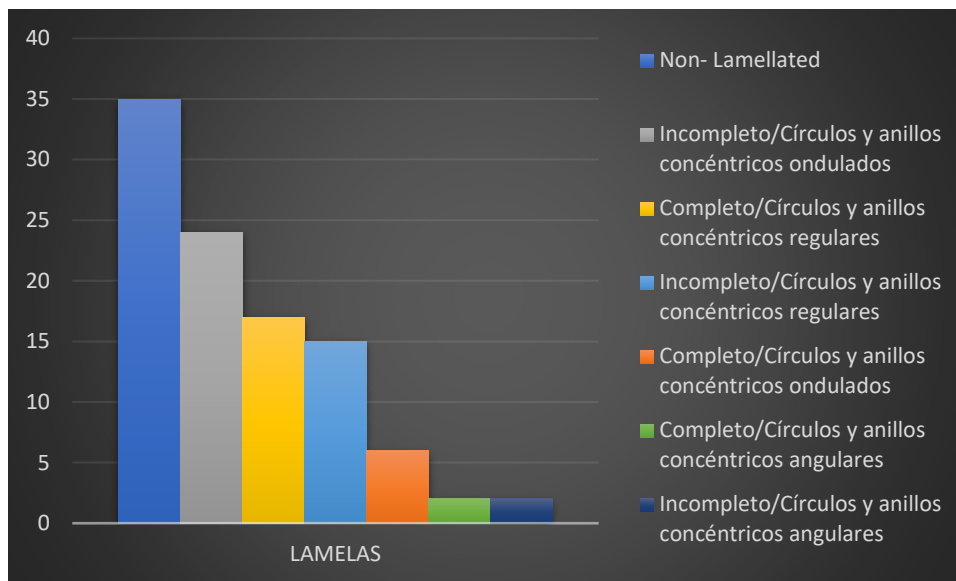
Para la familia *Oxalidaceae* se analizó el género *Oxalis* (*Oxalis tuberosa*), del cual se encontró como morfotipo diagnóstico el alargado, con 78 ejemplares de los 101 analizados, con una frecuencia baja de ovalado con 14 almidones.



Gráfica 15. Forma *Oxalis tuberosa*.

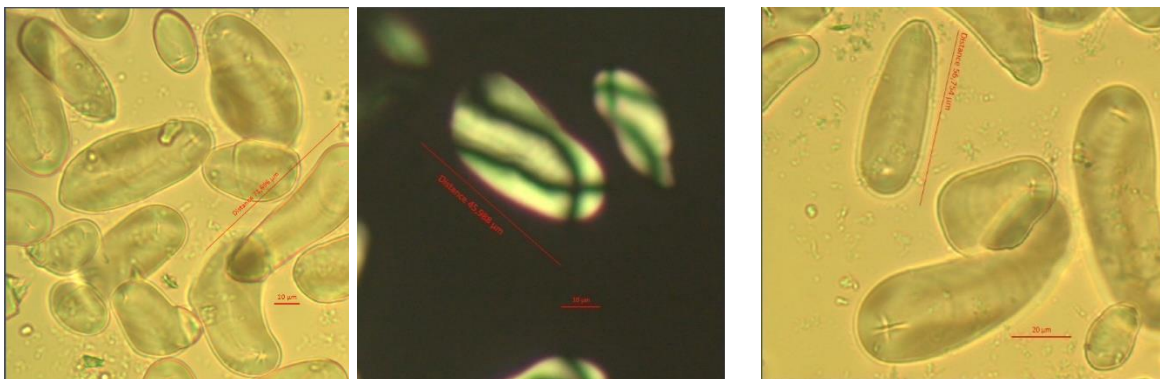
El porcentaje de aparición del hilum en esta especie es de 63,37% en la forma excéntrica, mientras que 37 almidones de la muestra no tienen hilum evidente. El espesor es entonces obscurecido en 51,49%, refractivo en 29,70%, con frecuencias muy bajas en otros tipos de espesor. En un 79,21% no presenta facetas de presión y es diverso en el lamelado, siendo mayor el número de almidones sin lamelas 34,65%, incompleto con círculos concéntricos ondulados 23,76%, completo con círculos y anillos concéntricos regulares 16,83% e

incompleto con círculos concéntricos regulares 14,85%, con frecuencias mínimas en otros tipos de lamelas.



Gráfica 16. Lamelas *Oxalis tuberosus*

Con respecto a la superficie, en *Ullucus tuberosus* es dominante la textura áspera con 53,47% y Knobby con 30,69%. La estructura es simple en 99,01%, sin fisuras en 31,68%, aunque con frecuencias de fisuras transversales de 25,74%, y en forma de estrella con 25,74%. El margen es ondulado en 92,08% y cruz de extinción excéntrica con brazos rectos en un 96,04%, factor este último importante en la identificación de los almidones de esta especie.



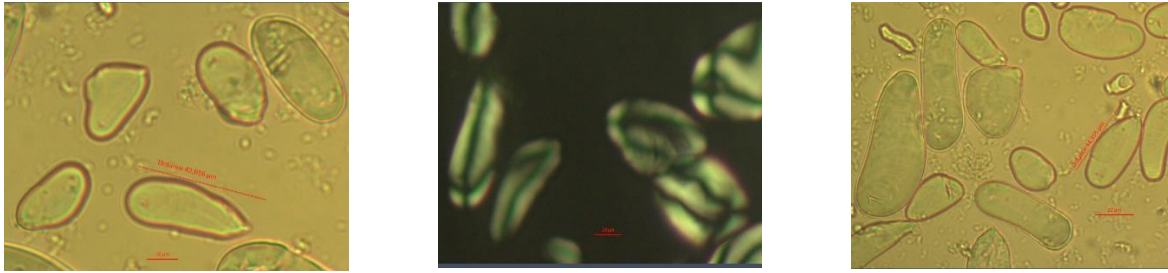


Ilustración 38. Gránulos de *Oxalis tuberosus*

Para la familia *Cannaceae*, por su parte, se analizó el género *Canna* (*Canna edulis/indica*), en el cual se encuentra como morfotipo dominante el ovalado con un porcentaje de 60,40%, aunque con frecuencias importantes en poligonales 18,81% y semicirculares 16,83%. El hilum de mayor repetición es excéntrico con 56,445, pero con un 42,57% de hilum ausente. Los gránulos son entonces elongados en un 54,46%, invisibles en 25,74% y con menor frecuencia obscurecidos con 18,81%.

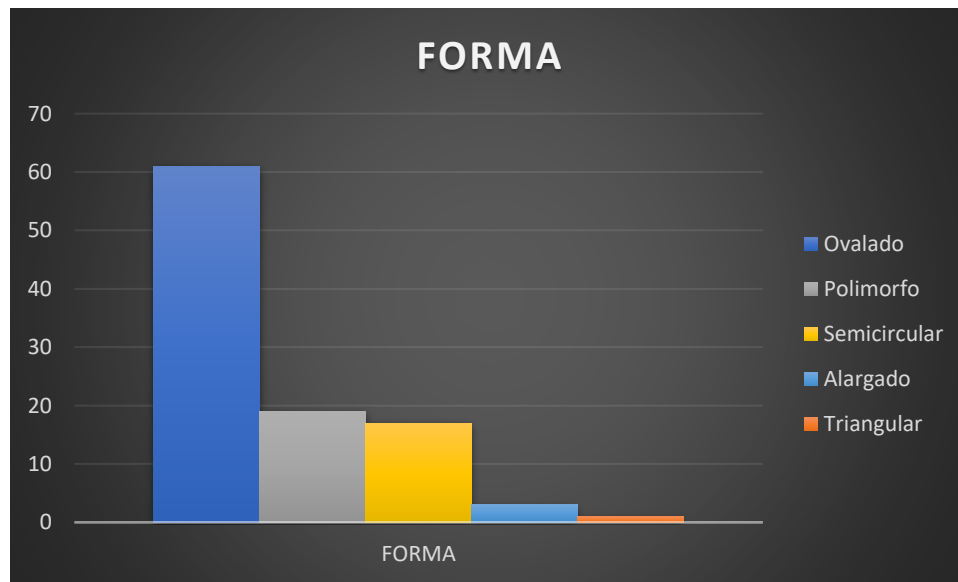


Ilustración 39. Forma *Canna edulis/indica*

Por otro lado, la frecuencia de aparición de facetas de presión es más alta en facetas evidentes, con un porcentaje de 62,38% o sin facetas de presión en un 28,71%. Así las cosas, son almidones sin presencia de lamelas en un 44,55%, pero un 37,62% presenta lamelado completo con círculos concéntricos regulares

en un 37,62%. La superficie con mayor frecuencia es Knobby (42,57%), seguido de suave con 36,63%, con frecuencias mínimas de otras superficies, sin importancia estadística.

Son almidones 100% simples, sin fisuras en un 91,01%, variable importante en la caracterización de los almidones de *Canna*. Su margen es ondulado en 97,03%, el borde externo oscuro con una frecuencia de cruz de extinción excéntrica con brazos ondulados del 100%.

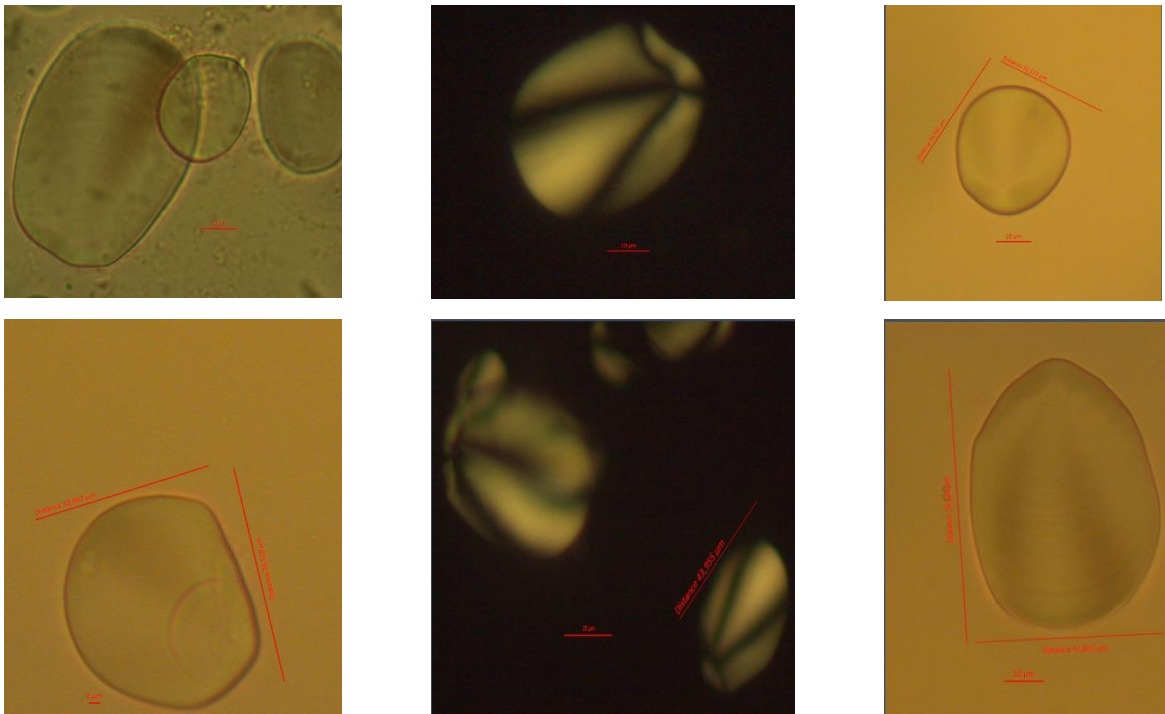
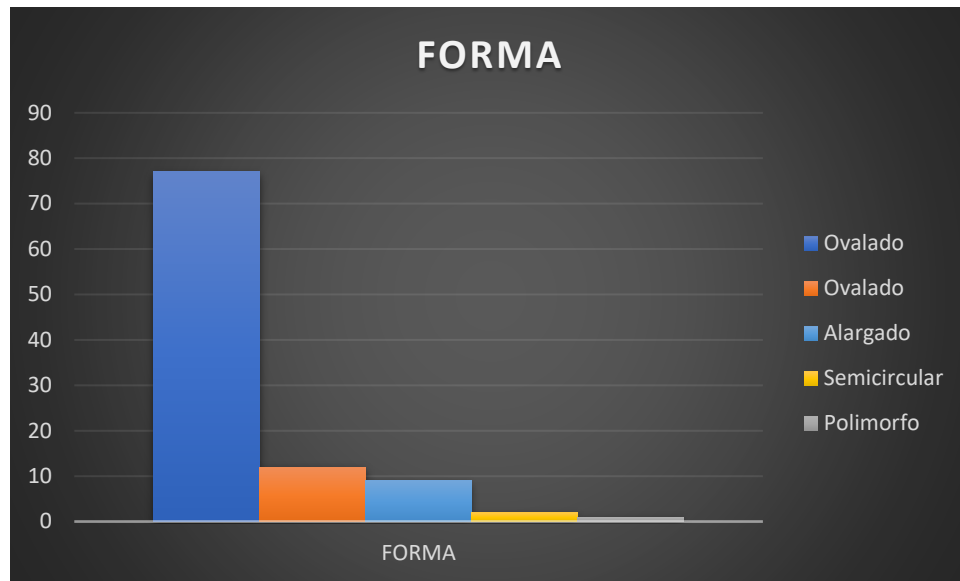


Ilustración 40. Gránulos de *Canna edulis/indica*

Por último, de la familia *Iridaceae* se analizaron 101 gránulos de almidón del género *Tigridia* (*Tigridia pavonia*), hallando como morfotipo característico el ovalado con 77 ejemplares y triangular con 12, además de otras frecuencias mínimas de otras formas, las cuales no fueron tenidas en cuenta para estos resultados. El hilum es indistinct en un 100%, característica de la especie, oscurecido en espesor 71,29%, con un porcentaje de 84,165 de ausencia de facetas de presión, sin lamelas en un 100%, superficie fisurada en 43 de los 101 almidones analizados, pero suave en un 39,605 de la muestra.



Gráfica 17. Forma *Tigridia pavonia*

Su estructura es simple (100%), con fisuras radiales características de este tipo de almidón (64,36%), márgenes ondulados en 100% de la muestra, borde externo oscuro y cruz de extinción diversa, es decir, céntrica con brazos ondulados 35,64%, excéntrica con brazos ondulados 31,68% y céntrica con brazos rectos 24,75%.

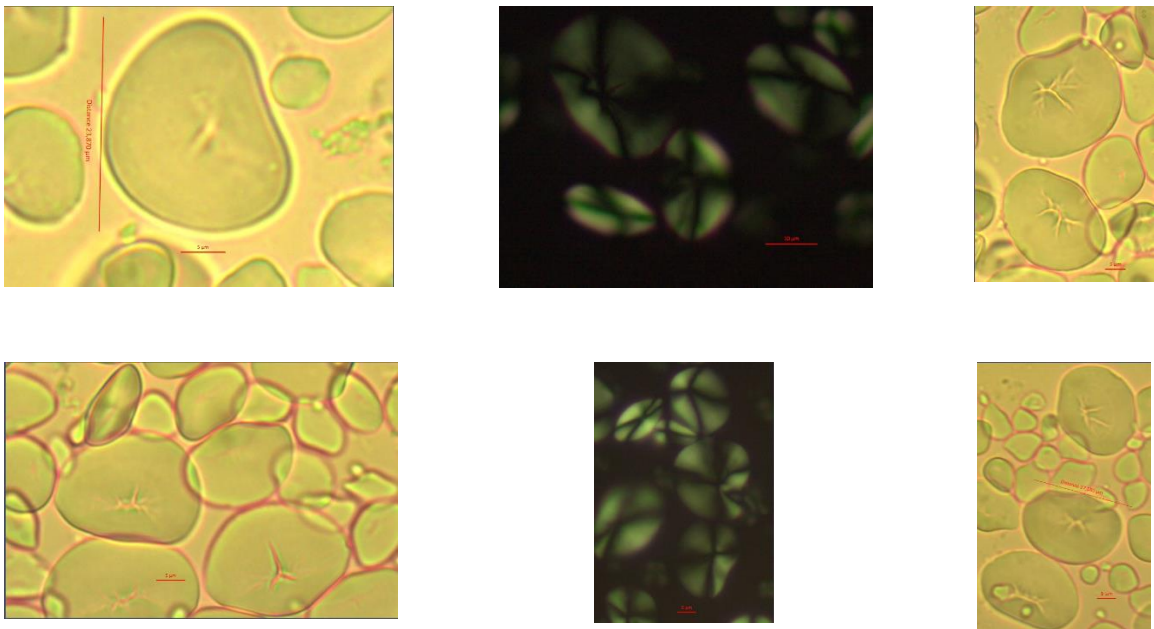


Ilustración 41. Gránulos de *Tigridia Pavonia*

Conclusiones

La colección de referencia de almidones de tubérculos de tierras altas del altiplano cundiboyacense se realizó después de un trabajo de campo en el que se recolectaron una serie de muestras botánicas en cultivos y mercados de Tunja y municipios cercanos como Cerinza, Santa Rosa de Viterbo, Boyacá y Turmequé, en el departamento de Boyacá, con la ayuda invaluable de un grupo de personas comprometidas con la protección de semillas nativas de tubérculos de altura. Los análisis se realizaron en el laboratorio de arqueología del departamento de antropología de la Universidad de Antioquia, con la colaboración del profesor Sneider Rojas Mora, quien asesoró esta tesis, y del profesor Nicolás Loaiza Díaz. Esta investigación se ubica en el marco de los requisitos para acceder al título de antropólogo en la facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la universidad.

El objetivo de este trabajo redundó en la elaboración de una colección de referencia de almidones de tubérculos de las tierras altas del altiplano cundiboyacense, para el reconocimiento en el registro arqueológico. Para esto fue necesario caracterizar 101 almidones de once especies, pertenecientes a ocho familias botánicas: *Tropaeolaceae*, *Solanaceae*, *Apiaceae*, *Convulvulaceae*, *Basellaceae*, *Oxalidaceae*, *Cannaceae* e *Iridaceae*, para un total de 1111 gránulos de almidón, todos de ejemplares cultivados, de uso comercial en la actualidad y en periodos anteriores a la invasión española.

Se logró entonces una caracterización morfológica de cada una de las especies con las variables descritas en la metodología, definiendo así los rasgos de tamaño, forma, características del hilum, espesor, cruz de extinción, fisuras, lamelado, entre otras, para los gránulos de almidones de tubérculos de tierras altas. De esta manera se construyen las tipologías de los almidones de cada especie, que posteriormente podrán ser utilizadas en su identificación en contextos arqueológicos. Se preservan, además, las placas de referencia en las instalaciones del laboratorio de arqueología de la Universidad de Antioquia.

Ahora bien, el trabajo que aquí se enuncia es importante porque también ha buscado aportar a la construcción de análisis de almidones, que sumados a otros estudios paleobotánicos fortalecen los saberes en los contextos

arqueológicos de nuestro país. Sin embargo, esta colección no debe considerarse solo un requisito para la obtención de un título, sino que debe ser usada en la investigación de almidones de contextos arqueológicos, o de estudios paleobotánicos diversos, esto con el fin de que los métodos experimentales en arqueología sean utilizados con mayor frecuencia en la investigación.

Se hace fundamental, para comprensión de los acontecimientos ocurridos en el pasado, realizar ejercicios en los que podamos replicar lo mejor posible las condiciones en las que estos ocurrieron, y para lograrlo, es fundamental la actividad investigativa experimental en el laboratorio. De esta manera se pueden controlar y manipular los escenarios, tales como la maceración, el cocido o incluso fermentado de alimentos, y así comprenderlos con mayor facilidad.

Bibliografía

- Aceituno Bocanegra, F. J., & Loaiza Díaz, N. (2008). Rastreado los orígenes de la agricultura en la vertiente oriental del Cauca Medio. *Universidad Tecnológica de Pereira-Sociedad Colombiana de Arqueología-Universidad del Cauca*, 107-121.
- Aceituno, F. J., Treserras, J. j., Jaramillo, A., Vélez, L., & Loaiza, N. (2001). Identificación de planats alimenticias en el Cauca Medio durante el Holoceno temprano y medio. *Boletín de Antropología, Universidad de Antioquia*, Vol 15, N° 32, 51-72.
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., . . . Villarreal, H. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Andersson, L. &. (2000). A molecular phylogeny of Tropaeolaceae and its systematic implications. *TAXON* N° 49, 721-736.
- Barthes, R. (1970). Elementos de Semiología. En R. Barthes, *La semiología*. Buenos Aires: Tiempo contemporáneo.
- Bernal, R. G., Rodríguez, A., Sarmiento, H., & Gutiérrez, M. (2012). *Nombres comunes de las plantas de Colombia*. Obtenido de Nombres comunes de las plantas de Colombia:
<http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/es/nombrescomunes/detalle/ncientifico/32687/>
- Bernal, R., Galeano, A. R., Sarmiento, H., & Gutiérrez, M. (19 de Noviembre de 2012). *Nombres Comunes de las Plantas de Colombia*. . Obtenido de Nombres Comunes de las Plantas de Colombia. :
<http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/en/nombrescomunes/detalle/ncientifico/18857/>
- Bernal, R., Galeano, A., Rodríguez, H., Sarmiento, & Gutiérrez., M. (19 de Noviembre de 2012). *Nombres Comunes de las Plantas de Colombia*. Obtenido de Nombres Comunes de las Plantas de Colombia.:

<http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/es/nombrescomunes/detalle/ncientifico/7797/>

- Bernal, R., Galeano, G., Rodríguez, A., Sarmiento, H., & Gutiérrez., M. (2012). *ulluco. (Ullucus tuberosus)*. Bogotá: Nombres Comunes de las Plantas de Colombia.
- Botiva Contreras, Á. (19 de Noviembre de 2000). *Biblioteca virtul. Biblioteca Luis Ángel arango*. Obtenido de Biblioteca virtul. Biblioteca Luis Ángel arango: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/arqueologia/prehisp/cp08.htm#Descripción Geográfica>
- BrÜcher, H. (1989). *useful plants of Neotropical origin*. Mendoza, Argentina: Springer-Verlag.
- Bulacio, E., & Ayarde, H. (2012). Aspectos ecológicos y distribución de *Tropaeolum tuberosum* ssp. silvestre (Tropaeolaceae) en Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* N° 47, 97-101.
- Cárdenas-Arroyo, F. (2002). *Datos sobre la alimentación prehispánica en la sabana de Bogotá, Colombia. Informes arqueológicos del Instituto Colombiano de Antropología e historia. N° 3*. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Casas, A., & Parra, F. (2007). Agrodiversidad, parientes silvestres y cultura. *Leisa, Revista de arqueología. N° 23*, 1-8.
- centro Internacional de la Papa. (2008). *centro Internacional de la Papa*. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de centro Internacional de la Papa: <http://cipotato.org/potato-2/>.
- Ciciarelli, M. d., Passarelli, L. M., & Rolleri, C. H. (2010). Morfología del polen en especies de *Canna* (Cannaceae) y su implicancia sistemática. *Revissta de biología tropical. Volumen 58 N° 1. Laboratorio de Estudios de Anatomía Vegetal Evolutiva y Sistemática (LEAVES)*, 63-79.
- Clavijo Ponce, N., & Pérez Martinez, M. (2014). Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia. *Cuadernos de desarrollo rural II (74)*, 149-166.

- Correal Urrego, G., Van der Hammen, T., & Hurt, W. (1976). Ecología y tecnología de los abrigos rocosos en El Abra, Sabana de Bogotá, Colombia. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia Nª109, Vol 30, 77-99.*
- De Saussure, F. (2008). *Curso de lingüística general*. Barcelona: Losada.
- Departamento de ecología y ciencias ambientales, facultad de ciencias.
- UDELAR. (2011). *Laboratorio de sistemática de plantas basculares*.
Obtenido de Laboratorio de sistemática de plantas basculares:
http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/tropaeolaceae.html
- Departamento de ecología y ciencias ambientales. Facultad de ciencias.
- UDELAR. (2017). *Laboratorio de sistemática de plantas basculares*.
Obtenido de Laboratorio de sistemática de plantas basculares:
http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/solanaceae.html
- Downie, S., Katz-Downie, D. S., & Watson, M. F. (2000). A phylogeny of the flowering plant family Apiaceae based on chloroplast DNA rpl16 and rpoC1 intron sequences: towards a suprageneric classification of subfamily Apioideae. *American journal of botany Vol 87 N° 2, 273-292.*
- Font Quer, P. (2001). *Diccionario de botánica 2ª edición*. Barcelona: Ed. Península.
- Giraldo Gallego, D. A. (2016). Alteración consonántica ch-rr y sufijos clasificadores -ca, -que, -cha, -che. Criterios para la identificación de préstamos Muiscas. *lingüística y literatura, Departamento de lingüística y literatura, Facultad de comunicacionesa Universidad de Antioquia N° 69, 70-97.*
- Gott, B., Barton, H., Samuel, D., & Torrence, R. (2006). Biology of starch. En H. Barton, & R. Torrence, *Ancient starch research* (págs. 35-46). United states of America: Left coast press.
- Hawkes, J. (1990). The potato: evolution, biodiversity and genetic resources. *Belhaven Press, 259.*

Hermann, M. (1992). *Raíces y tubérculos andinos: Prioridades de investigación para un recurso alimentario pospuesto*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa.

ICSN. (12 de Octubre de 2011). *The International Code for Starch Nomenclature*. Obtenido de The International Code for Starch Nomenclature: (<http://fossilfarm.org/ICSN/Code.html>)

International potato center. (8 de julio de 2016). *International potato center*. Recuperado el 11 de agosto de 2016, de International potato center: <http://cipotato.org/es/andean-root-and-tuber-crops/>

International potato center. (2017). *International potato center*. Obtenido de International potato center: <https://cipotato.org/es/potato/>

Jofré, M. (2016). *FUNCIÓN DE LA DENOTACIÓN Y CONNOTACIÓN EN EL DISCURSO*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Koztura Núñez, M. (2015). *Colección de referencia de fitolitos de la familia Cucurbitacea y del género Guadua para la identificación en contextos arqueológicos*. Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de ciencias sociales y humanas, departamento de antropología.

Laboratorio de sistemática de plantas vasculares, departamento de ecología y ciencias ambientales, facultad de ciencias, UDELAR. (19 de Noviembre de 2017). *Laboratorio de sistemática de plantas vasculares*. Obtenido de Laboratorio de sistemática de plantas vasculares: http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/oxalidaceae.html

Laboratorio de sistemática de plantas vasculares, Departamento de Ecología y Ciencias ambientales, Facultad de Ciencias, UDELAR. (19 de Noviembre de 2017). *Laboratorio de sistemática de plantas vasculares*. Obtenido de Laboratorio de sistemática de plantas vasculares: http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/iridaceae.html

Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. Departamento de ecología y ciencias ambientales, facultad de ciencias UDELAR. (19 de Noviembre de

2017). *Laboratorio de sistemática de plantas vasculares*. . Obtenido de Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. : http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/cannaceae.html

Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. Departamento de ecología y ciencias ambientales. Facultad de ciencias UDELAR. (16 de noviembre de 2017). *Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. Departamento de ecología y ciencias ambientales. Facultad de ciencias UDELAR*. Obtenido de Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. Departamento de ecología y ciencias ambientales. Facultad de ciencias UDELAR.: http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/apiaceae.html

Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. Departamento de ecología y ciencias ambientales, Facultad de ciencias, UDELAR. (14 de Noviembre de 2017). *Laboratorio de sistemática de plantas vasculares*. . Obtenido de Laboratorio de sistemática de plantas vasculares. : http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/convolvulaceae.html

Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzales, R., Ramírez, C., Chávez, O., . . . Ellis, D. (2017). *Ullucus tuberosus Caldas: colección de germoplasma de ulluco conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP).

Mazo Castro, C. A. (2016). *Aplicación del análisis de almidones modernos para la investigación arqueobotánica: confección de una colección de referencia*. Medellín: Departamento de Antropología, Universidad de Antioquia.

O'Connell, J. (2006). Tubers and human evolution. En R. Torrence, & H. Barton, *Ancient starch research* (págs. 20-23). United states of America: Left coast press.

Pagán Jiménez, J. R. (2015). *Almidones: guía de material comparativo moderno del Ecuador para los estudios paleobotánicos en el neotrópico*. Buenos Aires: Aspha.

- Pearshall, D. (2000). *Paleoethnobotany: A handbook of procedures*. San Diego: Academic press.
- Pérez Arbelaez, E. (1978). *Plantas útiles de Colombia*. Bogotá: Fundación Alejandro Ángel Escobar.
- Piperno, D. (1998). Paleoethnobotany in the neotropics from microfossils: New insights into ancient plant use and agricultural origins in the tropical forest. *Journal of world prehistory*, 12, 393-449.
- Piperno, D. R., & Holst, I. (1998). The Presence of Starch Grains on Prehistoric Stone Tools from the Humid Neotropics: Indications of Early Tuber Use and Agriculture in Panama. *Journal of Archaeological Science*, 25, 765-776.
- Plaisted, R. (1982). Potato. En W. F. Hadley, *Hybridization of Crop Plants* (págs. 483-494). Nueva York: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America.
- Rojas Gaitán, J. (1994). *La yuca amarga y la cultura Sikuani*. Bogotá: Etnollano.
- Rosero Alpa, M. (2010). *COLECCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE VARIABILIDAD GENÉTICA DE OCA (Oxalis tuberosa Mol) EN AGROECOSISTEMAS PARAMUNOS DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO-COLOMBIA*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Ruiz, B., Andrade, A., Dorado, M., Gi, M., Franco, F., López, P., . . . Uzquiano, P. (1997). Paleobotánica: concepto y métodos. *Atrqueología, paleontología y etnografía* N° 5, 61-94.
- Seminario, J. (2004). Sobre este libro. En J. Seminario, *Raíces Andinas: Contribución al conocimiento y a la capacitación*. (págs. 1-38). Lima, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Centro internacional de la papa, agencia suiza para el desarrollo y la cooperación.
- Smith, N., Mori, S., Henderson, A., Stevenson, D., & Heald, S. (2004). *Flowering Plants of the Neotropics*. New Jersey: The New York Botanical Garden, Princeton university press,.
- Sperling, G., & Bittrich, V. (1993). Basellaceae. En K. K. al., *The Families and Genera of Vascular Plants Vol 2* (págs. 143-146). Berlín: G. Nato.

Vallés, J. (1996). Los nombres populares de las plantas: método y objetivo en la etnobotánica. *Monografías Jardín botánico de Córdoba*. N° 3, 7-14.

Zapater, M. A. (1991). B A S E L L A C E A E Moq. *APORTES BOTÁNICOS DE SALTA Vol 1 N°1*, 1-6.