

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**RENDIMIENTO, CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA
DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (*Canna edulis* Ker.)
PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – CUSCO**

PRESENTADO POR:

BR. MABELIN NERY CCASA SUMALAVE

BR. CLARISSA CRUZ SALAS

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

ASESOR:

DRA. CATALINA JIMÉNEZ AGUILAR

CUSCO – PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro CU-383-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: RENDIMIENTO, CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL AMIDÓN DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYPA - Cusco

presentado por: Habelin Nery Cessa Sumalave con DNI Nro.: 78104646 presentado por: Clarissa Cruz Salas con DNI Nro.: 73899793 para optar el título profesional/grado académico de Ingeniera Agrónoma

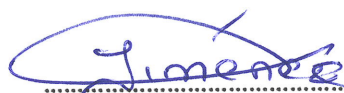
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaie	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato ieráruico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 15 de Julio de 2025



Firma

Post firma Catalina Jiménez Aguilar

Nro. de DNI 23936715

ORCID del Asesor 0000-0002-1813-7756

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:473836333

TESIS CCASA SUMALAVE M.N. Y CRUZ SALAS C_.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:473836333

Fecha de entrega

14 jul 2025, 4:34 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

14 jul 2025, 4:40 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS CCASA SUMALAVE M.N. Y CRUZ SALAS C_.pdf

Tamaño de archivo

10.8 MB

139 Páginas

26.103 Palabras

135.412 Caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- Fuentes de Internet

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

ÍNDICE

DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	2
1.2. Problema general	2
1.3. Problemas específicos	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
2.3. Justificación	3
III. HIPÓTESIS	4
3.1. Hipótesis general	4
3.2. Hipótesis específicas	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
4.1. Antecedentes	5
4.1.1 Internacionales	5
4.2. Bases teóricas	7
4.2.1. La achira	7
4.2.1.1. Origen de la achira	9
4.2.2. Taxonomía	11
4.2.3. Características botánicas	11
4.2.3.1. Raíz	12

4.2.3.2. Tallo	12
4.2.3.3. Hojas	12
4.2.3.4. Flor y fruto	13
4.2.3.5. Altura de planta	14
4.2.4. Características cualitativas de ocho (08) ecotipos de achira	14
4.2.4.1. Ecotipo Mestiza Achira	14
4.2.4.2 Ecotipo Pucañawi	14
4.2.4.3 Ecotipo Culli Achira	15
4.2.4.4 Ecotipo Tacllapakis	15
4.2.4.5 Ecotipo Yurac Achira	16
4.2.4.6 Ecotipo Vilcabamba	16
4.2.4.7 Ecotipo Pasña Achira	17
4.2.4.8 Ecotipo Añaspa Maquin	17
4.2.5. Usos de la achira	18
4.2.6. Producción de achira en el Perú	19
4.2.7. Funciones de los almidones en el organismo	20
4.2.8. Características del almidón de achira	20
4.2.9. Propiedades del almidón de achira	20
4.2.10. Usos del almidón de achira	22
4.2.11. Métodos de extracción.	24
4.2.11.1. Vía húmeda	24
4.2.11.2. Vía seca	25
4.2.11.3. Técnica artesanal	25
4.2.11.4. Técnica industrial	26
4.2.11.5. Técnica semi-industrial	26

4.2.12. Proceso de extracción por método húmedo	26
4.2.12.1. Lavado de Rizomas	26
4.2.12.2. Molienda de Rizomas	27
4.2.12.3. Características del molino	28
4.2.12.4. Tamizado de rizomas	29
4.2.12.5. Lavado del almidón de achira	31
4.2.12.6. Blanqueamiento químico con ácido cítrico.	31
4.2.12.7. Secado de almidón de achira	32
4.2.12.8. Almacenado de almidón de achira	33
4.2.13. Composición química e influencia en la salud	33
4.2.13.1. Proteínas	33
4.2.13.2. Carbohidratos	35
4.2.13.3. Grasa	36
4.2.13.4. Ceniza	37
4.2.13.5. Fibra cruda	38
4.3 Definición de términos	38
4.3.1. Ecotipo	38
4.3.2. Harina	38
4.3.3. Almidón	39
4.3.4. Almidón de achira	40
4.3.5. Molturado o molienda seca	41
4.3.6. Método húmedo	42
4.3.7. Tamizado	42
4.3.8. Cortado o picado	43
4.3.9. Blanqueado químico.	43

4.3.10. Lechada	43
4.3.11. Afrecho	44
4.3.12. Rendimiento de almidón	44
4.3.13. Caracterización morfológica	44
4.3.13.1. Granulometría mediante tamices	45
4.3.14. Caracterización química	45
4.3.14.1. Macronutrientes del almidón	46
4.3.14.2 Micronutrientes del almidón	46
V. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	47
5.1. Diseño de investigación	47
5.2. Tipo de investigación	47
5.3. Ubicación espacio temporal de la investigación	47
5.3.1. Ubicación espacial	47
5.3.2. Ubicación política	47
5.3.3. Ubicación geográfica	47
5.3.4. Ubicación hidrográfica	47
5.3.5. Ubicación temporal	48
5.3.6. Ubicación ecológica	48
5.3.7. Clima	48
5.4. Materiales y metodología	48
5.4.1. Material biológico	48
5.4.2. Equipo de campo	48
5.4.3. Equipos y materiales de escritorio y gabinete	49
5.4.4. Equipos de molturación y método húmedo	49
5.4.5. Equipos y materiales de laboratorio	49

5.5 Metodología	50
5.5.1. Rendimiento de almidón de achira	50
5.5.6.1 Primera fase: obtención de harina mediante molturación seca obtenida en la campaña 2023 – 2024.	50
5.5.6.2 Segunda fase: obtención de almidón mediante el método húmedo	56
5.5.2. Caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos	65
5.5.7.1. Caracterización morfológica	65
5.5.7.2. Caracterización química	65
5.6. Análisis e Interpretación de la Información	67
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
6.1. Rendimiento de almidón por ecotipos	68
6.2. Caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos	71
6.2.1. Caracterización morfológica	71
6.2.1.1. Forma de gránulo	71
6.2.1.2. Tamaño de gránulo	79
6.2.2. Caracterización química	82
6.2.2.1. Determinación de contenido de humedad	82
6.2.2.2. Determinación del contenido de proteínas	84
6.2.2.3. Determinación del contenido de grasas	86
6.2.2.4. Determinación del contenido de ceniza	88
6.2.2.5. Determinación del contenido de fibra cruda	89
6.2.2.6. Determinación del contenido de carbohidratos	91
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	93
7.1. Conclusiones	93
7.1. Sugerencias	94

VIII. BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	102

DEDICATORIA

A Dios por darme la salud, fuerza y capacidad de cumplir este sueño, a mi mami Nery Sumalave por su amor, apoyo incondicional y confianza, a mis abuelos en especial a mi papi Martin Sumalave por ser mi inspiración y fortaleza desde pequeña, a mi mamita Lidia Villa por ser mi consejera y motivación para seguir adelante. A Doky y Bianca por ser mi consuelo en mis días grises y la chispa de alegría que ilumina mi mundo. A mi familia por sus momentos de cariño, apoyo y calidez. Gracias por formar parte de este logro personal.

Mabelin Nery Ccasa S.

Dedicado a mi mami Norma Salas, por su amor incondicional, y a mi papá Cirilo Cruz, por su apoyo constante. A mis dos hermanitos, Nahuel y Aldo, por ser mi fuerza. A Toffee, por ser mi soporte emocional. A mis abuelas, por su sabiduría y cariño. A toda mi familia, por su aliento. A los Sietecitos, por su música en largas horas de trabajo. A mis amigos, en especial a Karen, por sus abrazos a la distancia. A todos aquellos que, de una u otra manera, han contribuido a que esta meta se haga realidad.

Clarissa Cruz

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco y al área de Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina (CRIBA) de la escuela profesional de agronomía, por permitirnos el uso de sus instalaciones en la obtención de la materia prima que hizo posible esta investigación.
- A nuestra asesora la Dra. Catalina Jiménez Aguilar, por su orientación y valiosos consejos durante el desarrollo de la investigación. Su paciencia ha sido esencial para el desarrollo y perfeccionamiento de este trabajo. También expresar nuestra gratitud, por proporcionarnos los recursos y el apoyo técnico necesario para llevar a cabo esta investigación.
- Al laboratorio de mecánica de suelos y materiales, de la escuela profesional de ingeniería civil por permitirnos realizar los ensayos y análisis granulométricos en sus instalaciones.
- A nuestros padres, por su amor incondicional y su apoyo constante. Su confianza en nuestras capacidades y su sacrificio para brindarnos una educación de calidad han sido el cimiento de nuestro éxito académico.
- A cada una de las personas que hicieron parte de esta investigación por su colaboración y tiempo.

RESUMEN

La presente tesis abordó el rendimiento, caracterización morfológica y química del almidón de ocho ecotipos de achira (*Canna edulis* Ker.) producidos en el Centro Agronómico K'ayra, ubicado en Cusco. La achira es un rizoma de gran importancia en la agricultura andina, conocido por su adaptabilidad a climas adversos y su valor nutricional. El objetivo del estudio fue evaluar las variaciones en las propiedades del almidón de diferentes ecotipos para identificar aquellos con características óptimas para diversas aplicaciones. Los ocho ecotipos utilizados fueron cosechados del área de investigación del CRIBA, de los cuales se extrajo su almidón individualmente para luego ser evaluado.

Los resultados indicaron que, el ecotipo con mayor rendimiento fue Pasña Achira, con 4,28 kg de almidón obtenido de 100 kg de rizoma, seguido por Mestiza Achira con 4,03 kg. Los ecotipos Pucañawi y Vilcabamba produjeron 3,73 kg y 3,66 kg de almidón, respectivamente. Culli Achira y Tacllapakis obtuvieron 2,8 kg y 2,41 kg, mientras que los de menor rendimiento fueron Yurac Achira y Añaspa Maquin, con 1,26 kg de almidón.

En cuanto a la forma y tamaño de los gránulos de almidón, se encontraron diferencias significativas entre los ecotipos. Mestiza Achira tiene gránulos redondeados de 75 μ m y 25 μ m, considerados almidón fino. Pucañawi y Añaspa Maquin tienen gránulos ovalados de 106 μ m a 75 μ m, considerados almidón grueso. Yurac Achira y Vilcabamba tienen gránulos ovalados de 75 μ m a 25 μ m, considerados almidón fino. Culli Achira, Pasña Achira tienen gránulos lanceolados de 75 μ m a 25 μ m, también considerados almidón fino. Y Tacllapakis tiene gránulos lanceolados de 106 μ m a 75 μ m de tamaño.

En cuanto a las características químicas, Vilcabamba tuvo el mayor contenido de humedad (16,80%) y Pucañawi el menor (14,39%). Todos los ecotipos superaron el límite máximo de humedad del 14% establecido por la norma NTP-205.037:1975. Pucañawi tuvo el mayor contenido de proteínas (0,18%) y Añaspa Maquin el menor (0,01%). Tacllapakis tuvo el mayor contenido de grasa (0,04 g/100 g) y Pasña Achira el menor (0,01 g/100 g). Tacllapakis, Yurac Achira, Vilcabamba y Pasña Achira tuvieron el mayor contenido de ceniza (0,30 g/100 g) y Añaspa Maquin el menor (0,19 g/100 g). Añaspa Maquin tuvo el mayor contenido de fibra cruda (0,0639 g/100 g)

y Pasña Achira el menor (0,001 g/100 g). Mestiza Achira tuvo el mayor contenido de carbohidratos (93,21%) y Vilcabamba el menor (82,80%).

En conclusión, este estudio proporciono información valiosa sobre la variabilidad en el rendimiento y las propiedades del almidón de achira. Las diferencias encontradas entre los ecotipos resaltan la importancia de la selección y caracterización de variedades para aplicaciones específicas, y ofrecen una base para futuras investigaciones en el campo de la agronomía y la tecnología de alimentos.

Palabras clave: rendimiento - caracterización – rizoma - ecotipo – almidón – granulo

INTRODUCCIÓN

La achira (*Canna edulis* Ker.), es una planta que produce una raíz tuberosa conocida como rizoma, ha sido un alimento tradicional en la región amazónica, con algunas variantes en las zonas interandinas del Perú. Durante siglos, ha sido un alimento de consumo familiar arraigado en la cultura local. Sin embargo, en la actualidad, muchas de sus variedades se han perdido y su cultivo ha caído en desuso, siendo su comercialización limitada a preparaciones, como la Huatia, durante festividades del Corpus Christi.

El propósito de esta investigación es revitalizar el cultivo de achira, incentivando a los agricultores a considerarlo como una opción viable para la producción y comercialización; impulsar su industrialización y la elaboración de almidón, para agregar valor social al cultivo, ofreciendo una alternativa de producción y comercialización que evite la pérdida del germoplasma existente debido al reemplazo de la achira por otros cultivos. Para ello, se evaluará el rendimiento del almidón de ocho ecotipos de achira, así como sus características morfológicas y químicas.

Para evaluar el rendimiento de almidón, se empleó la molturación seca para obtener harina de achira, seguido del método húmedo para la extracción de almidón en los 8 ecotipos. Se utilizó la microscopía óptica para estudiar la forma del almidón y granulometría por tamices para estudiar el tamaño, mientras que para la caracterización química se realizó análisis específicos de proteínas, grasas, carbohidratos, cenizas, fibra bruta y humedad.

Esta investigación no solo busca abrir puertas para futuros estudios sobre la optimización de equipos y procesos de extracción del almidón de achira, con el fin de determinar el rendimiento óptimo y las características más favorables del cultivo, y posible aplicación industrial. Al promover una forma más diversificada de comercialización, se espera contribuir al desarrollo económico y social de nuestra comunidad, preservando así el valor cultural y alimenticio de este importante recurso nativo.

Las autoras

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

A nivel nacional, la producción de achira se encuentra en una etapa inicial, a diferencia de Colombia, donde entidades como CORPOICA promueven tanto su producción como su transformación en almidón, facilitando incluso a los pequeños productores la generación de ingresos con este cultivo.

Sin embargo, el bajo rendimiento y la carencia de equipo especializada para obtención de almidón de achira en nuestra localidad impiden que nuestros pequeños productores puedan beneficiarse económicamente con el cultivo de achira, situación que se refleja a nivel nacional. Como resultado, este cultivo está siendo reemplazado por otros, lo que implica la pérdida de valioso germoplasma.

Por ello, es imperativo iniciar investigaciones que proporcionen a los productores alternativas viables, permitiéndoles continuar con el cultivo de achira. Este estudio se propone comparar el rendimiento de almidón de ocho ecotipos de achira, con el objetivo de identificar el mejor para los pequeños productores, asegurando que sus inversiones en el cultivo de achira generen ingresos significativos. Además, la caracterización morfológica y química añadirá valor al producto, preparándolo para su comercialización como almidón, dada su prometedora aplicación industrial.

1.2. Problema general

¿Cuál ecotipo tendrá mejor rendimiento de almidón y cuáles serán las características morfológicas y químicas del almidón extraído de 8 ecotipos de Achira (*Canna edulis* Ker.) producido en el Centro Agronómico K'ayra?

1.3. Problemas específicos

- a) ¿Cuál de los 8 ecotipos de achira (*Canna edulis* Ker.) producidos en el Centro Agronómico K'ayra tendrá mejor rendimiento de almidón?
- b) ¿Cuáles son las diferencias en las características morfológicas y químicas del almidón entre los 8 ecotipos de achira (*Canna edulis* Ker?) producidos en el Centro Agronómico K'ayra?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento de almidón y analizar las características morfológicas y químicas del almidón extraído de 8 ecotipos de Achira (*Canna edulis* Ker.) producido en el Centro Agronómico K'ayra.

2.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar el rendimiento de almidón, obtenido mediante el método húmedo, de 8 ecotipos de achira (*Canna edulis* Ker.) producidos en el Centro Agronómico K'ayra.
- b) Analizar las diferencias de las características morfológicas y químicas del almidón entre 8 ecotipos de achira (*Canna edulis* Ker.) en laboratorio de suelos y materiales; y de alimentos.

2.3. Justificación

Económico: La investigación sobre los ecotipos de Achira puede mejorar la competitividad agrícola en Cusco, ofreciendo una fuente alternativa de almidón para diversos sectores. Esto promovería nuevas oportunidades en la agroindustria local, diversificando la economía rural y reduciendo la dependencia de cultivos tradicionales.

Social: Este estudio promueve la conservación de la biodiversidad agrícola y el uso de variedades locales. Las comunidades rurales se beneficiarían de la comercialización de estos productos, empoderando a los pequeños agricultores.

Ambiental: El cultivo de Achira es resistente a la sequía, requiere menos agua y ayuda a conservar los recursos hídricos. Su investigación permite identificar variedades adaptadas a condiciones locales y promueve la rotación de cultivos. Esto mejora la salud del suelo y reduce la presión sobre otros cultivos intensivos.

De investigación: Es necesario para comprender y aprovechar su potencial de aplicación industrial. Este estudio tiene como objetivo proporcionar información valiosa que permita agregar valor social al almidón de achira, lo cual podría mejorar su comercialización y promover su uso en diversos sectores industriales.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El rendimiento de almidón y las características morfológicas y químicas del almidón extraído de 8 ecotipos de Achira (*Canna edulis* Ker.) producido en el Centro Agronómico K'ayra presentan diferencias.

3.2. Hipótesis específicas

- a) El rendimiento de almidón de los 8 ecotipos de achira (*Canna edulis* Ker.) producidos en el Centro Agronómico K'ayra presentan diferencias.
- b) Las diferencias en las características morfológicas y químicas del almidón de los 8 ecotipos de rizomas de achira (*Canna edulis* Ker.) producidos en el Centro Agronómico K'ayra, son significativas.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

4.1.1 Internacionales

Estrada Rivera (2020) en su tesis titulada "Producción y obtención de almidón de achira (*Canna edulis* Ker.) con fines comerciales en el municipio de Algeciras, Huila", procedente de **Colombia** describió el proceso de producción y obtención de almidón de achira en dicha localidad, con el propósito de contribuir al desarrollo económico y social de la región. Además, se detalla el proceso de transformación del rizoma hasta obtener la fécula de achira, conocida localmente como almidón, con el objetivo de evitar confusiones lingüísticas. La autora, en relación con el tema abordado en esta investigación, reporta una producción total de 1,170 kilogramos de almidón de achira en una superficie de 4,400 m². Esta cantidad alcanza las estadísticas de Agronet (2016), que registran 2.15 toneladas por hectárea. Para obtener esta cantidad de almidón, se procesaron 16,375 kilogramos de rizoma, lo que equivale a una proporción de 13.9 kg a 1 kg de almidón de achira, representando así una relación de 100 kg de rizoma de achira a 7 kg de almidón de achira.

Caicedo (2004), en **Colombia**, investigó alternativas de producción para el pequeño productor, evaluando materiales con períodos vegetativos cortos y alta producción de almidón. Se consideraron las ventajas comparativas y el potencial genético de esta especie como una opción viable de producción. En sus resultados, se observa que los índices de productividad son los siguientes: rendimiento promedio en rizomas de 33,900 kg/ha, relación promedio cormo-almidón del 12.9%, y rendimiento en almidón de 4,373 kg/ha. Por lo tanto, por cada 100 kilogramos de rizoma se obtuvo 12.9 kg de almidón de achira.

Bohórquez et al. (2017) llevaron a cabo un estudio titulado "Caracterización y potencial uso de la raíz achira (*Canna edulis* Ker)", en Huila y Tolima **Colombia**, cuyo objetivo principal fue revelar las características fisicoquímicas y establecer diferencias en la acumulación de almidón en los diversos estados de desarrollo, considerados como tratamientos. En cuanto a los resultados de las características químicas, se destaca que

este almidón presenta un contenido notablemente alto de amilosa, una proteína de importancia significativa.

Yaruro Cáceres (2018) en su tesis "Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, térmicas y microestructurales del almidón de achira (*Canna edulis* Ker.)", investigó las propiedades de cuatro ecotipos nativos de almidón de achira obtenidos de material vegetal de **Huila, Nariño y Cundinamarca**. Los resultados revelaron un alto contenido de amilosa (21.24%-31.71%) y un tamaño promedio de gránulos grande (34.69-58.90 μm) en todos los ecotipos evaluados. Estos hallazgos sugieren que el almidón de achira posee características equiparables a los almidones convencionales, con un potencial significativo para diversas aplicaciones industriales, lo que indica una buena calidad y una alta idoneidad tecnológica.

Chafla, A (2014), en su trabajo de investigación titulado "Utilización de tres niveles de harina de Achira (*Canna edulis* Ker.) en la alimentación de pollos Broiler", en **Ecuador, Puyo** se centró en la observación de los gránulos de almidón de achira utilizando un microscopio electrónico. La autora identificó dos formas principales de gránulos: óvalos y elipses.

Jaramillo, L. (2013) en su investigación de titulada "Obtención de almidones modificados de achira (*Canna edulis* ker.) y caracterización de sus propiedades de interés en la industria de alimentos" en **Colombia**, muestra como resultado que el almidón de achira contiene 0.18 a 0.71 gramos de proteína por cada 100 gramo de almidón, 0.048 a 0.09 gramos de grasa, 0.17 a 0.4 gramos de ceniza y 0.0023 a 0.0053 gramos de fibra cruda por cada 100 gramos de almidón.

4.1.2 Nacionales

Quicaña (2014), en su investigación titulada "Extracción y Caracterización del Almidón de Achira", realizada en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de **Perú, Ayacucho**, tuvo como objetivo principal la extracción y caracterización del almidón de achira. Según el estudio, los gránulos de almidón de achira observados bajo el microscopio presentaron formas ovaladas y tamaños que varían entre 25 y 1 micras.

Esta variabilidad en el tamaño es una característica distintiva del almidón de achira y puede influir en sus propiedades funcionales.

Las investigaciones previas proporcionan evidencia sustancial que aborda aspectos clave relacionados con nuestro tema de investigación, estableciendo un marco conceptual y metodológico. Estos estudios anteriores, al abordar temas similares, demuestran la factibilidad de nuestro enfoque y resaltan la importancia de continuar explorando las dimensiones planteadas sobre el cultivo, evaluación de su rendimiento, características morfológicas y químicas del almidón achira (*Canna edulis* Ker.).

4.2. Bases teóricas

4.2.1. La achira

Raimundo, C. (2012) anota que etimológicamente el nombre científico de la achira proviene del término *Canna* que por un lado podría provenir del griego, latín, acadio y hebrero para caña; o, derivado del celta can o cana, en referencia al medio acuático donde a menudo habitan estas plantas.

Chafra, A. (2022) señala que el término "achira" se deriva del vocablo quechua "achuy", que originalmente significa "estornudo". Esta palabra sugiere la noción de "transportar algo entre los dientes o con la boca", lo que a su vez evoca el concepto de la expresión espontánea del alma humana. En este contexto, "achira" representa la palabra, el cuento o la historia compartida, conectada con la enseñanza y la transmisión oral de conocimientos. Además, se puede encontrar este término en referencias como "Arachán", una familia nativa extinta en la región Este del Uruguay y Río Grande del Sur en Brasil, así como en el nombre de la ciudad fronteriza de "Chuy" entre ambos países.

Yopez (2011) menciona que la achira recibe diversos nombres en diferentes regiones. En Colombia, es conocida como sagú o chisgua; en Venezuela, como capacho o maraca; en la costa de Paria, como zulú o pericaguá; en México, como acaxochitl y Papantla; en Brasil, como biri; en Perú y Ecuador, como achera, atzera o atcera; y en También se le conoce con otros nombres como cucuyús, juquián, caña de India, raíz, cañacoro, chui o arawak imocoma.

Idrovo, W. (2010) muestra que el término "achira" engloba varias especies que se encuentran en climas cálidos y templados, tanto como plantas ornamentales como silvestres. Sin embargo, solo la especie *Canna edulis* Ker. ha sido objeto de explotación industrial y forrajera en varios países, a pesar de ser uno de los alimentos menos reconocidos en el continente americano.

Lobo, M. et al (2017) indican que *Canna edulis* Ker. tiene una larga historia en los Andes, por encontrarse íntimamente asociada con la agricultura de sociedades primitivas.

Trujillo, Y. (2014) menciona que, definida la serie de ascendientes de la achira, esta especie pertenece a las angiospermas o plantas con flores, posee veinticinco especies y define noventa nombres técnicos, distribuidas en el mundo como plantas silvestres, ornamentales y para el aprovechamiento de sus rizomas para el consumo o la extracción de almidón.

Yacovieff, E. & Herrera, F. (2013) consideran que la especie utilizada para la extracción de almidón a nivel nacional e internacional es la *Canna edulis* Ker. Además, las especies *Canna edulis* Ker, *Canna glauca* y *Canna liliflora* son los principales genotipos utilizados como plantas ornamentales, mientras que la achirilla, identificada como *Canna coccínea*, se encuentra como planta silvestre o maleza. Esta última produce semillas abundantes que, debido a su dureza, los indígenas las empleaban como munición en cerbatanas, lo que dio origen al nombre "Munición de Indio" en algunas regiones.

Jaramillo, L. (2013) explica que la achira es una planta herbácea perteneciente a la familia de las cannáceas, esta planta se adapta a una gran variedad de climas. El almidón que se extrae de esta planta se caracteriza por tener el gránulo de un tamaño más grande, por lo que se digiere de forma más rápida por el organismo.

Caicedo, Roza, & Rengijo (2003) expresan que las raíces andinas han ganado importancia en años recientes, ya que su uso en la alimentación humana está en aumento progresivo, y la Achira no es una excepción a esta tendencia.

4.2.1.1. Origen de la achira

Caicedo, G. (2014) señala que la achira tiene su origen en Sudamérica, y los hallazgos arqueológicos en Perú indican que su cultivo se remonta a 2 500 años a.C. (según Gade). Se sugiere que Colombia podría haber sido el centro de su dispersión. La achira está presente en toda la América tropical y se cultiva en países como Brasil, Perú, Bolivia, India, Asia, Polinesia y África. Sin embargo, en las últimas dos décadas, su cultivo ha disminuido gradualmente en las zonas productoras debido a varios factores, como las dificultades en su procesamiento rudimentario, las perspectivas económicas de otros cultivos, la falta de tecnificación en su cultivo y procesamiento, aunque aún se mantiene su uso tradicional en la alimentación de las familias de la región andina.

Lobo, M. et al (2017) afirman que la achira tiene su origen en Sudamérica, y estudios arqueológicos han revelado que se cultivaba en Perú hace aproximadamente 4 500 años. Además, los chibchas en Colombia la incorporaban en su dieta.

Yacovieff, E. & Herrera, F. (2013) mencionaron que en la costa árida del Perú se han descubierto pruebas arqueológicas de la achira, aunque las condiciones ecológicas de la región no la favorecen como planta silvestre. En Huaca Prieta de Chicama, Perú, se desenterraron materiales secos, incluyendo rizomas y escamas foliares, que datan del periodo precerámico temprano, aproximadamente en el año 2.500 a.C., durante excavaciones realizadas por Bird en 1948. Toulee, en 1961, identificó restos de achira del periodo cerámico posterior en varios sitios de la costa central y sur del Perú. En estos lugares se encontraron vasijas moldeadas con la forma de rizomas, pertenecientes a las culturas Chimú (en la costa norte) y Nazca (en la costa sur).

Latchman, R. (2019) manifiesta que el registro arqueológico es la evidencia de la antigüedad de la achira; representaciones fitomórficas en arcilla, así como restos actuales de la planta solamente se conocen en Perú. Además, menciona que los Incas, hace aproximadamente once siglos, cultivaron la achira en los bancos de las acequias de irrigación, aunque también es posible que haya crecido de forma silvestre en la misma área. El método de siembra utilizado para este cultivo intensivo resultó en el desarrollo de rizomas gruesos.

Ugent, D & Pozorski, T. (2008) señalan otras teorías de vestigios de la época 4 000 a. C. asegurándose que es del periodo Cerámico.

Vietmeyer, N. (2016) afirma que la especie *Canna indica* es originaria de Ecuador, y las pruebas indican claramente que esta planta se originó en la región andina entre Colombia y Perú. Los ecotipos silvestres se encuentran en los bosques secundarios del trópico y subtrópico americano. También indica que el centro de domesticación se ubica en el área tropical de Colombia, donde existe una larga tradición en el cultivo de raíces. Sin embargo, el centro de domesticación podría estar más cerca de los bordes del bosque tropical, desde donde se habría extendido a través de los Andes, alcanzando la costa occidental y el norte de Chile. Es posible que Colombia haya sido el centro de dispersión, dado que la achira se encuentra en toda la América tropical. Algunos autores mencionan especies nativas en Panamá, Ecuador, Brasil, Bolivia, Colombia y Perú.

Larrotta, C. (2000) indica que los indios Inganos y Cofanes en el Valle del Sibundoy entre el Ecuador y Colombia y los indígenas del Amazonas (Huitotos) la consumen asada y cocida, asimismo es la forma popularizada y extendida en el Perú.

4.2.2. Taxonomía

Según Arthur Cronquist (1993) la achira presenta la siguiente taxonomía:

Reino: Vegetal

Subreino: Fanerógamas

División: Angiospermae

Clase: Monocotiledónea

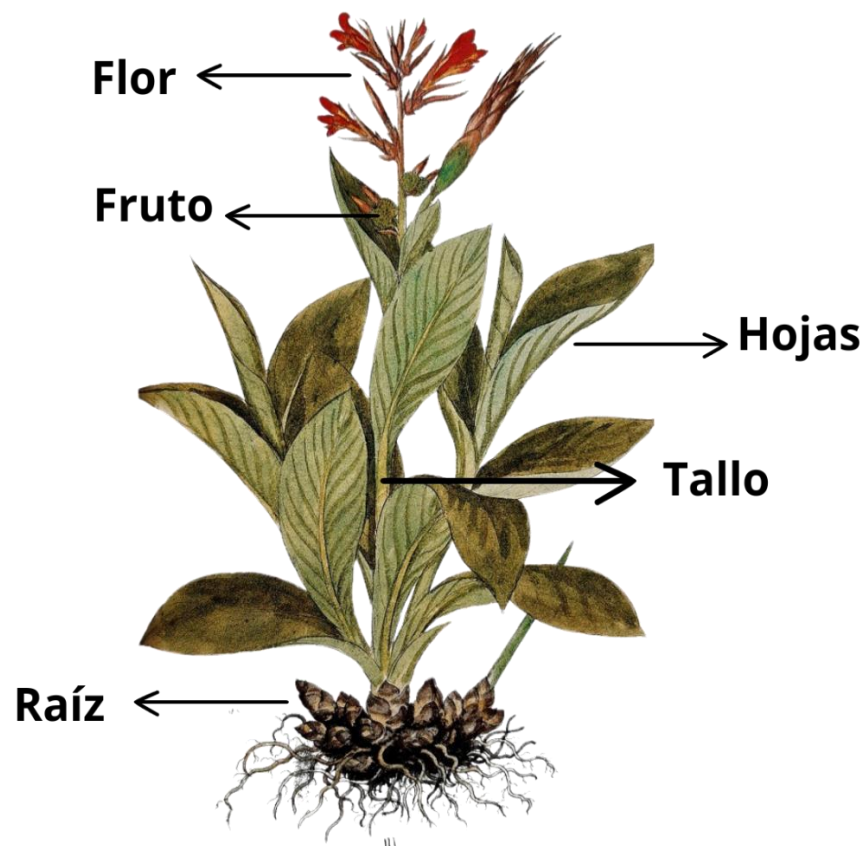
Orden: Zingiberales

Familia: Cannaceae

Género: *Canna*

Especie: *Canna edulis*, Ker.

4.2.3. Características botánicas



4.2.3.1. Raiz

Caicedo, G., Rozo, L. & Rengijo, G. (2003) precisan que la achira es una planta perenne de múltiples rizomas, grandes y subterráneos, tuberiformes, pseudotallo carnoso de 2 a 3 metros, inflorescencia terminal simple o ramificado en forma de racimo laxo, es hermafrodita, de hojas largas y completas con una vena central gruesa, provistas de una vaina envolvente. Los rizomas de color blanco pálido cubiertos por escamas. La achira *Canna edulis* Ker, tiene 2N - 18 cromosomas.

Larrotta, C. (2000) menciona que los rizomas cortos y tuberosos son aptos para el consumo humano y son ricos en almidón. Se distinguen dos variedades de achira: la achira verde, caracterizada por tener rizomas blancos y hojas verdes; y la achira morada, que presenta rizomas violetas y hojas de tonalidad morada.

Yacovieff, E. & Herrera, F. (2013) describen la achira como una planta de hoja perenne, con un rizoma carnoso y ramificado que puede medir hasta 20 x 15 cm. La superficie del rizoma presenta surcos transversales que delimitan las escamas que lo recubren; en la base del rizoma emergen raicillas blancas, mientras que, en el ápice, donde se encuentran numerosas yemas, se desarrollan las hojas, los tallos florales y los vástagos. Los tallos aéreos pueden llegar a alcanzar alturas de 1 a 3 metros y forman una macolla compacta, estando rodeados por las vainas de las hojas.

4.2.3.2. Tallo

Larrotta, C. (2000) describe que la planta presenta tallos aéreos con hojas grandes y cortos pecíolos; las flores, de color rojo, amarillo o anaranjado, se encuentran en la parte superior de los tallos. Los tallos aéreos surgen del extremo de los rizomas y pueden alcanzar alturas de entre 1 y 3 metros, y de ellos brotan hojas de tonalidades verdes o violáceas, de hojas anchas y pecíolos cortos. Rica en proteínas, calcio y fósforo, la mauka produce tallos suculentos y comestibles en abundancia.

4.2.3.3. Hojas

Anzaldúa, A. (2004) indica que las hojas son anchas, de tonos verdes o violáceos, con pecíolos cortos y láminas elípticas que pueden tener entre 30 y 60 cm de longitud y 10 a 25 cm de ancho, presentando una base obtusa o estrechamente cuneada y un ápice

cortamente acuminado o agudo. La vena central es notable y de ella se desprenden las venas laterales.

4.2.3.4. Flor y fruto

Hurtado, J. (2009) señala que la achira, al igual que el plátano, pertenece al grupo de las monocotiledóneas. Por tener sépalos de colores y un ovario adherente ínfero, se clasifica dentro del orden de las Escitamiáceas, que abarca seis familias. La mayoría de estas familias, excepto las musáceas y bromeliáceas, están asociadas con plantas ornamentales de interés económico y especial relevancia.

Anzaldúa, A. (2004) indica que la planta presenta una inflorescencia en racimo terminal con 6-20 grupos de 1-2 flores cada uno. Las flores están sostenidas por pedicelos de 0,2-1 cm de longitud, con tonalidades rojas o amarillo-anaranjadas, aunque en algunos cultivares pueden variar. Tienen una longitud de 4,5-7,5 cm, con sépalos estrechamente triangulares de 1-1,7 cm de largo y pétalos erectos que miden entre 4-6,5 cm. El tubo floral tiene una longitud de 1,5-2 cm. Los estaminodios son 3-4, de forma estrechamente obovada a espatulada, midiendo de 4,5 a 7,5 cm de largo y de 0,3-0,5 cm de ancho en la parte libre. Los frutos son cápsulas de forma elipsoide a globosa, rugosas, de 1,5 a 3 cm de longitud, de color marrón, y contienen numerosas semillas negras muy duras.

Tormo, R. (2021) describe la inflorescencia como racimos cortos, con dos flores, situadas en las axilas de las brácteas principales, las cuales están coloreadas. Las flores son hermafroditas, simétricas, con tres sépalos persistentes y libres, uno de los cuales es más pequeño y de color rojizo. La corola consta de tres pétalos de color púrpura, unidos en la base y unidos a la columna estaminal, con uno de menor tamaño que los otros. El androceo tiene dos series de estambres, con tres estaminodios en la serie externa, de color rojo-anaranjado, y tres estambres en la serie interna, dos de los cuales forman un labelo recurvado, mientras que el tercero es el único fértil. El gineceo presenta tres carpelos fusionados, con el ovario ubicado en la parte inferior. El fruto es una cápsula que se abre en tres valvas, y las semillas son globulosas.

4.2.3.5. Altura de planta

Anzaldúa, A. (2004) dice que la achira, es una monocotiledónea perenne de hasta 2,5 m de alto.

Larrotta, C. (2000) indica que es una planta herbácea que mide más de un metro.

4.2.4. Características cualitativas de ocho (08) ecotipos de achira

4.2.4.1. Ecotipo Mestiza Achira

Jiménez et al (2022) indican que el ciclo vegetativo es de 262 días, el rendimiento por planta 7 rizomas, se consume directo en huatía. La forma que presenta es oblonga, el color de la piel blanco marfil, color de pulpa crema, color de yema apical purpura.

Fotografía N°1. Ecotipo mestiza Achira



4.2.4.2 Ecotipo Pucañawi

Jiménez et al (2022) indican que el ciclo vegetativo es de 265 días, rendimiento por planta 11 rizomas, consumo directo en huatía. La forma del rizoma es oblonga, color de piel crema, color de la pulpa blanco marfil, color de la yema apical purpura a crema.

Fotografía N°2. Ecotipo Pucañawi



4.2.4.3 Ecotipo Culli Achira

Jiménez et al (2022) indican que el ciclo vegetativo es de 265 días, rendimiento por planta 8 rizomas, consumo en huatia. Forma del rizoma oblonga elíptico, color de la piel purpura, color de la pulpa blanco marfil, color de la yema apical purpura oscuro.

Fotografía N°3. Ecotipo Culli Achira



4.2.4.4 Ecotipo Tacllapakis

Jiménez et al (2022) indican que el ciclo vegetativo es de 262 días, rendimiento por planta 10 rizomas, consumo directo en huatia. Forma del rizoma oblonga alargado, color de la piel blanco cremoso, color de la pulpa amarillo oscuro y color de yema apical blanco purpura claro.

Fotografía N°4. Ecotipo Tacllapakis



4.2.4.5 Ecotipo Yurac Achira

Jiménez et al (2022) indican que el ciclo vegetativo es de 255 días, rendimiento por planta 6 rizomas, consumo directo en huatia. La forma que presenta el rizoma es oblonga, color de piel blanco, color de la pulpa blanco marfil y el color de la yema apical blanco.

Fotografía N°5. Ecotipo Yurac Achira



4.2.4.6 Ecotipo Vilcabamba

Jiménez et al (2022) indican que el ciclo vegetativo es de 270 días, rendimiento por planta 12 rizomas, consumo directo en huatia. La forma del rizoma oblonga grande, el color de piel que presenta blanco marfil, color de pulpa blanco marfil, el color de yema apical blanco purpura claro.

Fotografía N°6. Ecotipo Yurac Achira



4.2.4.7 Ecotipo Pasña Achira

Jiménez et al (2022) indican que el ciclo vegetativo es de 262 días, rendimiento por planta 8 rizomas, consumo directo en huatia. La forma que presenta el rizoma es oblonga, color de piel de color blanco, el color de la pulpa de color blanco marfil y el color de yema apical blanco purpura claro.

Fotografía N°7. Ecotipo Pasña Achira



4.2.4.8 Ecotipo Añaspa Maquin

Jiménez et al (2022) indican que el ciclo vegetativo es de 260 días, rendimiento por planta 12 rizomas, consumo directo en huatia. La forma que presenta el rizoma es oblonga, el color de la piel crema, color de la pulpa crema, el color de yema apical crema.

Fotografía N°8. Ecotipo Añaspa Maquin



4.2.5. Usos de la achira

Yanneth B. et al (2017) indican que la raíz de achira ha sido poco utilizada en la industria alimentaria, puesto que su mayor uso se ha dado en productos de panadería, que son un símbolo regional posicionado en el mercado de Colombia.

Caicedo, G., Rozo, L. & Rengijo, G. (2003) puntualizaron que en Colombia se cultiva principalmente por sus cormos o rizomas, que son de importancia para la alimentación humana y la agroindustria. Los cormos de la achira se comen también asados o cocidos.

Calapi, M. (2010) manifiesta que en decocción las raíces se usan como diurético y las hojas como cicatrizante; el jugo de estas como antiséptico. Las hojas recién cortadas se usaban, y probablemente todavía se usan sobre las quemaduras para refrescar y disipar el calor de la piel quemada. Las semillas se utilizan para confeccionar collares y sonajeros o maracas. Tallos y hojas sirven de forraje para el ganado. Las hojas también se utilizan como un tipo de empaque natural para envolver comidas típicas como los tamales.

Morales, R. (2009) indica que sus raíces constituyen unos de los alimentos nativos más agradables y alimenticios, son ligeramente dulces y se prestan para consumir cocidas, asadas, en puré o buñuelos, por lo que son muy apreciadas además de su reconocido valor alimentario. Se consumen hervidas o como ingrediente en sopas y

guisos, también en puré, asadas y fritas en rodajas. El follaje se utiliza en la preparación de ensaladas crudas o cocidas al estilo del apio, de ahí proviene el nombre de apio criollo en Venezuela.

Montaldo, A. (2007) comenta que después de un período de 2-3 meses de almacenamiento aumenta el contenido de azúcares en las raíces, por la transformación parcial de los almidones. La cepa o corona de las raíces, con cerca de 9% de proteína, es utilizada en la alimentación animal. Del follaje desecado se pueden elaborar harinas, igualmente para la alimentación animal. En Brasil, se industrializa como saborizante y como ingrediente de sopas instantáneas. Su sabor supera a la papa por lo que es muy apreciado.

4.2.6. Producción de achira en el Perú

Jaramillo, L. (2013) señala que la achira es una planta que ha sido domesticada por las comunidades indígenas, logrando una planta de gran resistencia a plagas y enfermedades, y que actualmente requiere escaso o nulo uso de agroquímicos. Actualmente no existen censos agropecuarios realizados por MINAGRO (Ministerio de Agronomía) sobre la producción de achira, los estudios se centran en observar su valor nutricional, por lo que no se conoce su producción a nivel nacional, observándose de algunos documentos que existe una estimación realizada por los investigadores que podría ser una producción de 1200 toneladas anuales.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Guayaquil. (1999) indica que en el período Incaico hace muchos siglos atrás manejaron este cultivo en un sistema de terrazas, aunque también se la encuentra como planta silvestre; este cultivo bajo un sistema intensivo favorece la formación de rizomas gruesos. En Ecuador existen evidencias de que la especie nativa fue la *Canna indica*, rastros de esta fueron encontrados en la zona andina entre Colombia y Perú, se reporta la existencia como plantas silvestres en los bosques secundarios del trópico y subtrópico americano.

Rivera, V. & Caguana, M. (2017) puntualizan que se está perdiendo su utilidad para la alimentación humana y la agroindustria, ya que sus rizomas han sido utilizados desde tiempos inmemoriales como alimento, por su contenido de almidón y azúcares, y

se les consumía cocidas o asadas a fuego directo. Hay muchas variaciones en la coloración del follaje, tamaño de tallo y rizoma, floración. La achira es muy importante ya que tiene un alto contenido de almidón de todas las especies conocidas, por esta razón los rizomas son digeridos fácilmente por el organismo y poseen un alto contenido de proteína; además de esto, son resistentes a tratamientos térmicos.

4.2.7. Funciones de los almidones en el organismo

Obregón (2014) dice que, en términos de la función de la dieta, el único propósito de almidón es cambiar en glucosa para ser utilizado como energía para su cuerpo, cuando se consume alimentos ricos en almidón, como las papas, granos, frijoles y papas, recibirás el mismo potencial energético para tus propias células. Esta energía es fundamental para mantener en funcionamiento los latidos cardíacos, el procesamiento cerebral y el movimiento muscular. Sin la presencia de almidones, el organismo necesitaría una cantidad excesiva de azúcares simples, como la fructosa y la sacarosa, los cuales se absorben rápidamente en la sangre en lugar de ser liberados de manera gradual para garantizar un suministro constante de energía.

4.2.8. Características del almidón de achira

Chafra, A (2014) expresa que, al microscopio electrónico, el almidón de achira presenta formas de óvalos y elipses. Tiene un alto contenido de lípidos, cenizas y proteínas, además de un elevado y significativo contenido de amilasa.

Días (2003) menciona que el almidón de achira debe presentar ciertas características físicas para ser considerado apto para su uso posterior, tales como un color blanco grisáceo, una textura polvosa y un olor y sabor neutros. Sin embargo, señala que el mejor método para determinar el valor comercial del almidón implica el análisis de propiedades más específicas, como el contenido de humedad, la acidez, el contenido de proteínas, la capacidad de absorción de agua, el grado de granulación y el color.

4.2.9. Propiedades del almidón de achira

Corrales y Erazo (2009) indican que la achira produce el gránulo de almidón más grande (30-100 micras de diámetro) de todas las especies vegetales conocidas (maíz,

trigo, yuca y papa entre 10-30 micras de diámetro). Por esta razón es digerido fácilmente por el organismo y posee un alto grado de proteína; además es resistente a esterilización.

Yacovieff y Herrera (2013) descubrieron que el almidón de achira posee propiedades fisicoquímicas superiores y una mayor resistencia a los procesos estresantes inherentes a la industria, en comparación con los almidones derivados de cereales como el maíz y el trigo. Debido a que no se utilizan insecticidas en el cultivo de la achira, se considera un producto orgánico. Su ciclo de vida es de aproximadamente un año en condiciones óptimas de almacenamiento. El porcentaje de amilosa está estrechamente relacionado con la capacidad de resistencia a la esterilización debido a la naturaleza cristalina de la amilosa, que solo experimenta hinchazón a altas temperaturas. Por lo tanto, tanto el almidón de achira como el de maíz, al tener un alto porcentaje de amilosa, muestran resistencia a la esterilización. La pérdida de viscosidad en porcentaje indica el comportamiento de la pasta de almidón a temperaturas elevadas. Un valor negativo indica una disminución en la viscosidad inicial de la pasta de almidón.

Vietmeyer (2016) señaló que un valor negativo alto indica que la pasta de almidón no es resistente a altas temperaturas. La composición del almidón, especialmente la proporción de amilosa/amilopectina, determina sus propiedades funcionales. Por ejemplo, la presencia de amilosa favorece la gelificación de las pastas de almidón durante el enfriamiento.

Latchman (2019) desarrolló que el almidón de achira presenta un alto contenido de amilosa, una proteína importante. Este almidón exhibe una viscosidad muy elevada a las temperaturas empleadas en la elaboración de pastas, lo que facilita la manipulación de los geles calientes en comparación con otros almidones. Además, es una excelente fuente de nutrientes, especialmente adecuada para niños, ancianos y personas con problemas digestivos. En cuanto a su demanda, se destina aproximadamente el 80% de la producción de almidón de achira a la panificación, el 15% a usos domésticos, el 1% a la industria, y el resto se utiliza en otros fines.

Jaramillo, L. (2013) señala que el almidón de Achira contiene niveles altos de amilosa y fósforo, 34,82 % y 0,0429 g de P/100 g de almidón. El contenido de humedad

de los almidones nativos está entre 11,15 - 14,49 % y el contenido de cenizas entre 0,19 y 0,45 %.

Aristizabal, Sanchez, & Mejía (2007) identificaron que los difractogramas de rayos-X de los almidones muestran que los almidones de Achira y Arracacha presentan una estructura cristalina del tipo-B, típico de las raíces y tubérculos (Los cereales presentan cristalinidad denominada Tipo A).

Caicedo, G. (2014) menciona que el proceso de gelatinización de los almidones inicia a temperaturas bajas, siendo la temperatura de empaste del almidón de Achira a 61,2 °C y la viscosidad máxima de 1113,0 mPa.s. El almidón de Achira muestra un mayor grado de retrogradación. Las curvas de flujo y viscosidad de solución almidón de Achira muestran un comportamiento Pseudoplástico a concentraciones altas.

4.2.10. Usos del almidón de achira

- 1. Industria alimentaria: Larrota, W. (2000)** dice que en general los almidones de achira tienen temperaturas de gelatinización relativamente altas, lo que es bueno para la aplicación en la industria alimentaria, ya que ciertos productos requieren procesos en los que no conviene que el almidón gelatinice tan rápido, además todos los almidones presentaron alta viscosidad. Esto los hace ideales en la industria alimentaria, en productos que requieran especialmente esta característica, como por ejemplo en sopas instantáneas.

Caicedo, Rozo y Rengijo (2003) señalan que los almidones de achira también exhiben una buena solubilidad, una característica deseable en los procesos de la industria alimentaria. Además, son bastante transparentes y su color tiende a ser casi completamente blanco, lo cual es una cualidad deseable para los productos finales como indicador de calidad. Estas particularidades se han observado en almidones convencionales con una amplia y diversa aplicación industrial, lo que sugiere que los almidones nativos evaluados poseen una buena calidad y una alta aptitud tecnológica.

- 2. Panadería: Jaramillo, L. (2013)** El pan de Achira es un producto que nuestros antepasados consumían por la cantidad de proteínas que contiene esta harina

además de ser un alimento de fácil digestión y es muy recomendable para personas que tienen el estómago débil.

3. **Para la alimentación de los animales: Aristizabal, Sanchez y Mejía (2007)** señalan que en la alimentación animal se aprovechan los tallos y las hojas de la achira, especialmente para vacas en período de ordeño y terneros lactantes. Este uso también se observa en Brasil, así como en algunos países de África y Asia.

Guevara (2004) por otro lado menciona que en las zonas interandinas, el follaje de la achira se suministra a los animales, sobre todo durante períodos de escasa producción forrajera y en épocas de sequía. Sin embargo, algunos animales muestran cierto rechazo hacia el consumo de esta planta, lo que indica una palatabilidad media.

4. **La hoja de achira: Jaramillo (2013)** según su investigación señala que las hojas de la achira son utilizadas para envolver diversas preparaciones culinarias tradicionales, como las arepas, quimbolitos, tamales, entre otras. Además, el colorido de su flor se emplea como adorno ornamental. Por otro lado, el tallo de la planta, una vez fragmentado, se utiliza como abono verde.
5. **El rizoma: Rodríguez et al. (2003)** mencionan que en países andinos de Sudamérica como Perú, Colombia y Ecuador, el rizoma de la planta de achira se utiliza como alimento debido a su elevado contenido de almidón, azúcar y nutrientes. Además, en Australia y las Antillas, estos rizomas se emplean para la producción comercial de almidón comestible.
6. **El almidón de achira: Idrovo (2010)** menciona que el almidón de achira tiene aplicaciones industriales no solo como sustituto de almidones convencionales, sino también en usos específicos que aprovechan sus características especiales. Estas incluyen su alta viscosidad de gel, temperatura de gelificación relativamente baja y tamaño de gránulo grande, lo que lo hace adecuado para diversas aplicaciones. Puede ser empleado en el acabado de papel, producción de derivados en la industria de alimentos, elaboración de pegamentos especiales, producción industrial de galletas criollas (bizcochos), como relleno o aglutinante en la elaboración de drogas en pastillas, así como aditivos en la industria de alimentos y productos dietéticos. Además, se utiliza en la elaboración de coladas,

arepas y pan casero, especialmente en panaderías artesanales para la producción del famoso "Bizcochuelo".

Chafila, A. (2014) por otro lado dice que la achira es una de las plantas que produce mayor rendimiento de almidón por unidad de superficie, el rendimiento varía con la edad de los rizomas. El almidón de achira se lo obtiene de las raíces de la planta las mismas que son largas tuberosas y fusiformes, que miden de 5 a 30 cm. de largo y 10 cm. de diámetro. Dentro de la diversidad de almidones, el de achira se identifica con mayor facilidad por su considerable rapidez de sedimentación, proporcionada principalmente, por el mayor diámetro de partícula.

7. **Otros usos: Carrera, J. (2009)** indica que la achira se utiliza como barrera rompevientos en ciertos cultivos, lo que facilita que los animales accedan directamente a su alimento y ayuda a preservar la microfauna del suelo. Además, se emplea como abono verde para ser incorporado al suelo de forma dispersa o como materia prima en la elaboración de abonos orgánicos como el compost y el humus de lombriz.

4.2.11. Métodos de extracción.

Nizama, W (2021) indica que de acuerdo a la investigación que realizó Guadrón (2013) sobre los métodos de extracción, el autor manifestó que puede realizarse a nivel artesanal y tecnificado, a escala mayor, como a menor escala, esto va depender de cada empresa; pero, el proceso productivo es el mismo, solo diferenciándose en el volumen de procesamiento. La extracción del almidón consiste en separar sustancias de los alimentos a partir de métodos que ayudan a obtener el almidón para la realización de otros procesos de uso industrial o alimentario importantes para la elaboración de nuevos productos.

4.2.11.1. Vía húmeda

Nizama, W (2021) menciona que el proceso de extracción del almidón mediante el método húmedo comienza con la trituration del producto en presencia de agua, para separar componentes de la pulpa como la fibra y las proteínas. Luego, el material se somete a un proceso de decantación y lavado, con el fin de eliminar impurezas y elementos diferentes al almidón, culminando con el secado del almidón.

Guadrón (2013) describe un procedimiento similar, iniciando con la reducción del tamaño del producto, seguido de su trituración. Con el uso de agua, se eliminan la fibra y las proteínas, después el agua se retira mediante decantación, y finalmente el material se seca para obtener el almidón.

4.2.11.2. Vía seca

Guadrón (2013) destacó que este método se fundamenta en la molienda de la materia prima, obteniendo como resultado una harina que posteriormente se tamiza para extraer el almidón. Este procedimiento es ideal para operaciones a pequeña escala, ya que facilita la producción de un producto final de alta calidad y con características optimizadas.

Astudillo y Sánchez (2019) explican que el método seco comienza con el secado de la materia prima, seguido de su molienda para producir harina, la cual se tamiza para finalmente obtener el almidón como producto final.

Hernández et al. (2017) indican que este método se caracteriza por proporcionar un elevado rendimiento, permitiendo extraer un alto porcentaje de almidón.

4.2.11.3. Técnica artesanal

Hernández et al. (2017), explica que la Técnica de extracción artesanal de almidón es un método manual o de baja tecnología que permite obtener este polisacárido a partir de materias primas vegetales como tubérculos, frutas o cereales. La Técnica se basa en procesos simples, como la trituración, el lavado y el secado, aprovechando herramientas locales y conocimientos tradicionales transmitidos generacionalmente. Además, la extracción artesanal se caracteriza por su adaptabilidad a contextos rurales, bajo impacto ambiental y uso sostenible de recursos locales, resultando en un producto final, libre de insumos químicos industriales. Este método no solo preserva prácticas culturales y fomenta economías comunitarias, sino que también contribuye a la autosuficiencia alimentaria y la sostenibilidad.

4.2.11.4. Técnica industrial

Guadrón (2013) menciona que la extracción industrial de almidón es un proceso a gran escala que utiliza tecnologías avanzadas para separar y purificar el almidón de materias primas como cereales, tubérculos y leguminosas. Este procedimiento incluye etapas como el lavado, molienda, separación, filtración y secado, con el objetivo de obtener un producto de alta calidad y uniformidad. El almidón extraído se emplea ampliamente en industrias como la alimentaria, farmacéutica y de adhesivos, gracias a sus propiedades espesantes, estabilizantes y ligantes.

4.2.11.5. Técnica semi-industrial

Astrudillo y Sánchez (2019) explican que la extracción semiindustrial de almidón es un proceso intermedio entre los métodos artesanales e industriales que combina tecnologías accesibles con prácticas eficientes para obtener almidón. Este método utiliza equipos básicos como ralladoras mecánicas, molinos eléctricos y centrifugadoras simples, permitiendo una mayor productividad y rendimiento en comparación con los métodos tradicionales, pero sin los altos costos y complejidad de la extracción completamente industrial. El enfoque semiindustrial es ideal para pequeñas y medianas empresas o cooperativas agrícolas, ya que ofrece una solución eficiente y sostenible que equilibra calidad, costo y accesibilidad. Las aplicaciones resultantes abarcan desde el uso local hasta la comercialización en mercados más amplios, fomentando el desarrollo comunitario y la autosuficiencia económica.

4.2.12. Proceso de extracción por método húmedo

4.2.12.1. Lavado de Rizomas

Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., & Arias, F. (2003) describen que la determinación del momento óptimo de la cosecha es un aspecto crítico en la producción de almidón de achira, ya que los rendimientos pueden verse significativamente afectados. Se observa que tanto la producción de rizomas como la de almidón muestran una tendencia creciente hasta los 10 meses de período vegetativo, que abarca desde la siembra hasta la cosecha. Inmediatamente después de la cosecha, se debe proceder con

el lavado de los rizomas para iniciar el proceso de obtención del almidón. Este lavado implica un agitado vigoroso para eliminar las impurezas que se adhieren a los rizomas, y puede realizarse en tanques o recipientes de diferentes tamaños, según la escala del proceso. El consumo de agua en esta tarea varía considerablemente y tiende a ser mayor durante la temporada de lluvias, cuando los rizomas llegan con más tierra adherida. Existen dos métodos principales para llevar a cabo el lavado de los rizomas. En el primero, se sumergen los rizomas en recipientes y se agitan enérgicamente con un azadón o una pala para eliminar la tierra adherida, cambiando el agua de lavado dos o tres veces hasta que los rizomas queden limpios. En el segundo método, los rizomas se colocan sobre una caja de madera dispuesta horizontalmente sobre el suelo, y se les añade agua constantemente mediante una manguera. Esta caja cuenta con una estructura de salida que facilita la descarga de los rizomas sobre la tolva del rayado. Como propuesta tecnológica, se presentan tres opciones para el lavado de los rizomas. La primera es el lavado manual por inmersión, adecuado para productores con capacidad de producción y capital limitados, que implica la construcción de tanques de ladrillo y cemento. La segunda opción es el prelavado mecánico, que, similar al anterior, incluye una recirculación de turbulencia dentro del tanque para desprender los residuos físicos. Finalmente, se mencionan las lavadoras mecánicas, tanto del tipo CIAT para yuca como específicamente diseñadas para achira, como propuestas adicionales ofrecidas por CORPOICA.

4.2.12.2. Molienda de Rizomas

Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., & Arias, F. (2003) explican que para liberar el almidón contenido en las células del rizoma, es necesario desintegrarlas mediante la acción de rallado o licuado. El rallado puede realizarse de forma manual o mediante equipos mecánicos. La opción manual, con ralladores metálicos, resulta tediosa, poco segura y de bajo rendimiento. En contraste, la alternativa mecánica consiste en un dispositivo cilíndrico accionado por manivela, equipado con un tambor recubierto de lámina metálica perforada. Una propuesta tecnológica desarrollada por estudiantes de ingeniería mecánica de la Universidad Nacional de Colombia, en colaboración con CORPOICA, dio lugar a dos tipos de ralladores. El primero tiene una capacidad de 400 kg por hora, mientras que el segundo puede rallar hasta 1000 kg por

hora. Estos dispositivos cuentan con una tolva y un pechero ajustable mediante tornillo tensor, lo que mejora la eficiencia del proceso de rallado. Además, están diseñados con un tambor recubierto de lámina troquelada de acero inoxidable, lo que reduce la formación de residuos de óxido de hierro en el almidón y prolonga la vida útil del equipo. La introducción del rallador mecánico representó una solución tecnológica crucial para los productores de Huila, ya que el proceso de rallado era el principal obstáculo para la obtención de almidón de achira. Además de ser fácil de construir y transportar entre fincas, este dispositivo permite una separación más efectiva de los gránulos de almidón, reduciendo así las pérdidas ocasionadas por un rallado deficiente.

Imagen N°1. Rallos mecánicos para achira diseñados por CORPOICA.



4.2.12.3. Características del molino

Deshidratadores Peru (2024) presenta como referencia el molino de discos dual harinas y pastas 20 - 40 kg/h, diseñado para diversas aplicaciones en la preparación de harinas y pulverizados. Este equipo es ideal para la molienda de una variedad de ingredientes, desde granos secos como maíz, cereales, cebada y hojas, hasta productos húmedos como choclo y oleaginosos como maní o cacao, ofreciendo versatilidad para emprendedores y pequeñas y medianas empresas. Este molino de tipo comercial está construido con una estructura resistente en fierro pintado y cuenta con un cabezal de molienda de aluminio para asegurar durabilidad y eficiencia. Incorpora un regulador de molienda que permite ajustar el espesor de la molienda según las necesidades, desde trozado granulado hasta obtener pasta o polvo, proporcionando flexibilidad en la

preparación de diferentes productos. El sistema de molienda trabaja con dos discos, macho y hembra, ofreciendo un rendimiento óptimo en la trituración de alimentos secos u oleaginosos. Además, incluye un juego de discos de metal para la molienda de ingredientes secos y otro juego de discos de piedra para la molienda de alimentos húmedos u oleaginosos, brindando opciones adaptadas a diversas necesidades. Con un diámetro de acción del disco de 160 mm y una velocidad de giro de 1400 RPM, este molino tiene una capacidad de producción de hasta 60 Kg/h, dependiendo del tipo de insumo y la granulometría deseada. Con una potencia nominal de 2 HP (1500 Watts) y voltaje de 220 V - 60 Hz, este equipo cuenta con dimensiones de 74 x 32 x 34 cm y un peso de 23 kg, lo que lo hace compacto y fácil de manejar en diferentes entornos de trabajo.

Fotografía N°9. Molino de granos dual.



Considerando la ausencia de antecedentes sobre la extracción de almidón en la región del Cusco y la falta de maquinaria especializada para su trituración, en el presente estudio se ha optado por emplear un molino de granos dual. Este dispositivo cuenta con discos de piedra, los cuales ofrecen la capacidad necesaria para moler la achira picada de manera efectiva, permitiendo así separar la mayor cantidad de almidón de la fibra vegetal.

4.2.12.4. Tamizado de rizomas

Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., & Arias, F. (2003) explican que, tras el proceso de rallado de los rizomas, la masa resultante se recoge en un recipiente para someterla al tamizado. Esta masa está compuesta principalmente por material vegetal

macerado, fibras y raicillas, además de almidón disperso. La calidad del lavado de los rizomas influye en la presencia de impurezas como arcillas, lodos y arena de diferentes tamaños. Con el tiempo, la masa tiende a oscurecerse progresivamente, adquiriendo un tono café o incluso negro, lo que puede causar manchas persistentes al entrar en contacto con diversas superficies. En el caso del almidón comercial, esta pigmentación puede llevar a su rechazo o a una disminución significativa en su precio. El tamizado se realiza tradicionalmente utilizando un marco de madera con una malla de tela fina y resistente, apoyada sobre una malla metálica plana. Este marco se coloca sobre artesas o bateas de madera, donde se vierte agua con almidón en suspensión. La masa del rallado se coloca sobre la malla y se presiona contra el tamiz, estrujándola manualmente mientras se añade agua, aproximadamente 4 litros por kilogramo de rizoma rallado. De esta manera, se retiene el afrecho en la parte superior mientras que el almidón, junto con impurezas de tamaño igual o menor, atraviesa el tamiz.

La propuesta tecnológica de CORPOICA para esta etapa se centra en alternativas de mecanización en la operación de tamizado. En este sentido, se deben considerar varios aspectos: garantizar la separación eficiente del almidón y el afrecho en presencia de agua, asegurando que los elementos de la máquina en contacto con la masa no sufran degradación ni liberen partículas extrañas que puedan contaminar el producto. Además, se debe minimizar el consumo de agua, garantizar la facilidad de manejo y funcionamiento de la máquina para evitar riesgos de accidentes, y mantener un costo accesible. Es importante que los repuestos sean fáciles de conseguir y que el mantenimiento y las reparaciones sean simples de realizar. Entre las opciones de tamizado mecánico se encuentran el tamiz continuo por tornillo, el tamiz giratorio cónico continuo, el tamiz giratorio cuadrado continuo, el tamiz giratorio hexagonal, los tamices cilíndricos continuos y los tamices vibratorios, incluyendo aquellos con recolección. Estas propuestas tecnológicas tienen el potencial de agilizar el proceso de tamizado y sedimentación para avanzar al proceso de lavado del almidón de manera más eficiente.

No obstante, como se observó en la propuesta del molino en la región del Cusco, no se dispone de maquinaria similar a la mencionada por Rodríguez. Por lo tanto, se recurre a materiales más rudimentarios para el tamizado, empleando dos tipos de

tamices: uno con perforaciones menores a un milímetro y una tela muy fina. Aunque esto no garantiza la eficiencia deseada en el proceso, se trabaja con los recursos disponibles.

4.2.12.5. Lavado del almidón de achira

Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., & Arias, F. (2003) indican que el lavado del almidón tiene como objetivo principal obtener un producto de alta calidad, libre de residuos, impurezas y decoloración. Consiste en una serie de pasos que incluyen la adición de agua, la decantación del almidón y la evacuación del agua sucia. En Cundinamarca, este proceso se lleva a cabo en bateas de madera móviles o tanques de cemento con desagüe, mientras que en Huila, donde la producción es menor, se emplean recipientes domésticos como baldes u ollas. Durante el lavado, se elimina un residuo marrón conocido como "mogollón", que puede afectar la calidad y el precio del almidón en el mercado. Después del tamizado, se vierte el agua de los recipientes y se retira el mogollón antes de comenzar el primer lavado con agua limpia. Este proceso se repite varias veces hasta obtener un producto limpio y transparente, utilizando alrededor de 30 litros de agua por kilogramo de almidón. Sin embargo, este consumo puede variar según la eficiencia del proceso y la disponibilidad de agua. Como alternativas tecnológicas para el lavado del almidón, se sugiere el uso de bateas de acero inoxidable, ya que las de madera son menos eficientes y menos higiénicas. Además, se pueden utilizar tanques revestidos de baldosas en plantas de procesamiento fijas, con esquinas curvadas para facilitar la limpieza y evitar la acumulación de residuos.

En este estudio, se optó por emplear herramientas y recipientes domésticos, como baldes y tachos, al igual que en Huila. Esto se debe a los elevados costos de los recipientes comerciales en el mercado. Esta decisión permitió reducir los gastos y mantener lo más posible eficiencia e higiene, especialmente al momento de desechar el agua. Se aplicó la siguiente propuesta tecnológica para optimizar el proceso.

4.2.12.6. Blanqueamiento químico con ácido cítrico.

Dentro de la propuesta tecnológica de CORPOICA, se sugiere el uso de ácido cítrico como método de blanqueamiento para el almidón de achira durante las fases de rayado de rizomas, tamizado y lavado. Estas etapas son propensas a la oxidación del

almidón debido a la acción de la enzima polifeniloxidasas, lo que provoca el oscurecimiento. Para contrarrestar esto, se prepara una solución de ácido cítrico con una concentración de 30 g por cada 100 litros de agua, que puede ser agregada durante el proceso de rayado en la tolva o en el recipiente donde se recibe la masa rayada previo al tamizado. Además, se recomienda una solución más concentrada de 100 g de ácido cítrico por cada 100 litros de agua para los lavados del almidón. El uso del ácido cítrico ofrece diversas ventajas, como su estabilidad química, baja toxicidad, disponibilidad y bajo costo en el mercado. Esto permite reducir hasta un 70% del consumo de agua en el lavado del almidón, así como la necesidad de mano de obra. Además, el almidón blanqueado conserva su sabor y características de panificación, ya que el ácido cítrico actúa exclusivamente sobre el tejido vegetal sin afectar al almidón.

En este estudio, se implementó el ácido cítrico siguiendo las recomendaciones de CORPOICA, aplicándolo durante el proceso de decantación. El objetivo era reducir el uso de agua en el lavado del almidón y lograr su blanqueamiento.

4.2.12.7. Secado de almidón de achira

Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., & Arias, F. (2003) dicen que después del lavado del almidón, se procede con la operación de secado para eliminar parte de la humedad presente en el producto. Tradicionalmente, el secado del almidón de achira se realiza al aire libre, exponiéndolo a la luz solar en patios traseros o sobre plásticos. Sin embargo, esta práctica conlleva riesgos de contaminación debido al contacto con animales, polvo ambiental y suciedad, lo que puede afectar la calidad y seguridad microbiológica del almidón y del producto final. El proceso de secado puede durar entre 3 y 4 días, dependiendo de la temperatura y la humedad del aire. Normalmente, el almidón se comercializa con un contenido de humedad del 15 al 17%, pero debido a deficiencias en los sistemas de secado, a menudo se encuentra con un contenido mayor. Como alternativa tecnológica, se propone el secado en terrazas específicas, como los secaderos de yuca, que cuentan con pisos de concreto o albañilería. También se sugiere el uso de paseras en fincas cafeteras o la colocación del almidón sobre láminas de plástico negro, que absorben más energía solar y reducen la humedad. Otra opción son los secaderos tipo invernadero, contruidos con armazones de madera y cubiertos con

plástico transparente. Además, se menciona la posibilidad de utilizar métodos de secado artificial, como quemadores de gas o ventiladores que generen aire caliente, al emplear estos métodos artificiales, se debe evitar que la temperatura supere los 65 grados para prevenir la gelatinización del almidón. Aunque es importante destacar que estos sistemas son más costosos y no son viables para pequeños productores debido a su inversión y operación.

4.2.12.8. Almacenado de almidón de achira

Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., & Arias, F. (2003) afirman que después del proceso de secado, el almidón se recoge, se libera de terrones y se empaqueta en sacos de lona de 50 o 62 kg, o en bolsas plásticas por libra en caso de producciones más pequeñas, para su comercialización en el mercado. El almacenamiento suele realizarse en bodegas pequeñas o cuartos que también albergan otros productos de la finca. Es importante destacar que el almidón de achira es un producto inerte que, bajo condiciones adecuadas de producción y almacenamiento, no permite el desarrollo de microorganismos y puede resistir el almacenamiento prolongado. Como propuesta tecnológica, se sugiere el uso de bolsas nuevas y resistentes de polipropileno, etiquetadas con información relevante como el nombre de la empresa, el peso, el lugar y la fecha de producción. Para conservar el almidón durante períodos prolongados, debe almacenarse en lugares aislados, secos, protegidos de la luz solar y la lluvia, y bien ventilados. Si se guarda en un lugar seco y el empaque es hermético al aire, el almidón puede conservarse hasta por 3 años, siempre y cuando la humedad se mantenga por debajo del 17%.

4.2.13. Composición química e influencia en la salud

4.2.13.1. Proteínas

NIH (2024) explica que las proteínas son macromoléculas complejas y voluminosas con diversas funciones vitales en el organismo. Son esenciales para el funcionamiento celular y mantienen la estructura, función y regulación de los tejidos y órganos. Las proteínas están compuestas por cadenas largas y plegadas de aminoácidos, conocidas como polipéptidos, cuyas secuencias son determinadas por el

ADN del gen correspondiente. Muchos genes en el genoma humano codifican para la producción de proteínas, las cuales pueden desempeñar roles variados, como enzimas, componentes celulares o moléculas señalizadoras. En el cuerpo humano, se producen miles de proteínas diariamente, con aproximadamente 20.000 genes en el genoma humano dedicados a su codificación.

Torres (2021) indica que las proteínas son moléculas fundamentales presentes en todas las células vivas. Están compuestas por cadenas de aminoácidos, cuya secuencia está determinada por el ADN del gen correspondiente. Las proteínas tienen diversas funciones celulares, como estructurales (citoesqueleto), mecánicas (músculos), bioquímicas (enzimas) y de señalización celular (hormonas). Además, son componentes esenciales de la dieta.

La FAO (2011) destaca la importancia crucial de definir con precisión la cantidad y calidad de las proteínas necesarias en la dieta humana, especialmente en un contexto de crecimiento poblacional y limitaciones de recursos alimentarios. Garantizar una adecuada ingesta de proteínas es esencial para mantener la salud y el bienestar de las poblaciones. Esta consulta realizada por la FAO le proporciona herramientas para abordar cuestiones prácticas relacionadas con la alimentación y nutrición, así como para establecer estándares de calidad en el etiquetado y regulación de las proteínas en diversos tipos de alimentos. Además, se explora el potencial impacto de las proteínas en la salud y bienestar a lo largo de diferentes etapas de la vida.

Quesada, D., & Gómez, G. (2019) resaltan la importancia vital de una ingesta adecuada de proteínas para el funcionamiento óptimo del cuerpo humano. Destacan que las proteínas pueden provenir tanto de fuentes animales como vegetales, siendo las primeras ricas en nutrientes como zinc, hierro y vitaminas del complejo B, además de proporcionar todos los aminoácidos esenciales. Sin embargo, un exceso de proteínas de origen animal puede aumentar el riesgo de problemas de salud cardiovascular y mortalidad. Por otro lado, aunque las proteínas vegetales a menudo se consideran incompletas debido a su menor contenido de ciertos aminoácidos, es posible obtener proteínas de alta calidad combinando diversas fuentes vegetales. Tanto las proteínas animales como vegetales contienen péptidos funcionales con diversos beneficios para la

salud, como propiedades inmunomoduladores y antitrombóticas. Además, la producción de proteínas vegetales tiene un impacto ambiental significativamente menor en comparación con las de origen animal, lo que subraya la necesidad de promover alternativas alimentarias basadas en proteínas vegetales para satisfacer las necesidades nutricionales y reducir el impacto ambiental asociado con la producción y consumo de proteínas animales.

4.2.13.2. Carbohidratos

SMNE (2021) destaca la importancia de los carbohidratos, junto con las proteínas y los lípidos, como nutrientes esenciales presentes en una amplia variedad de alimentos comunes como cereales, tubérculos, frutas, verduras, entre otros. Su función principal es proporcionar energía a todas las células del cuerpo humano, siendo un combustible rápido y fácilmente accesible. Además, los carbohidratos contribuyen a la formación de material genético y diversos tejidos corporales. Se distinguen dos tipos principales de carbohidratos: los complejos, que se absorben lentamente y contienen fibra, y los simples, que se absorben rápidamente y se encuentran en alimentos procesados como comida chatarra, pan blanco y azúcares refinados. Es importante consumir los carbohidratos con moderación, especialmente los simples, para mantener una dieta equilibrada y saludable.

Álvarez Calatayud, G., Guarner, F., Requena, T., & Marcos, A. (2018) subrayan la influencia significativa de la dieta en la composición y estructura de la microbiota intestinal. Destacan que las diferencias en la alimentación entre distintas poblaciones humanas pueden tener un impacto crucial en la diversidad y riqueza microbiana del intestino. Investigaciones en grupos étnicos como los hazda en Tanzania, cuya dieta alta en fibra y baja en grasas incluye frutas, raíces y tubérculos, muestran una microbiota intestinal más diversa, con una predominancia del género *Prevotella*, adaptado a procesar nutrientes de alimentos ricos en fibra vegetal. Estudios similares en etnias amazónicas de Brasil y Perú respaldan esta observación. La comparación entre la microbiota de niños africanos (Burkina Faso) y europeos (Italia) sugiere que la dieta agraria de Burkina Faso, con carbohidratos complejos, fibra y proteína no animal, en contraste con la occidental rica en grasas animales, azúcares y baja en fibra, influye

significativamente en las diferencias observadas en la microbiota intestinal y, por ende, en la salud.

De Alba García & Rocha (2012) señalan un aumento alarmante del consumo de carbohidratos en el mundo, con un crecimiento del 300% en las últimas cinco décadas. Los autores explican que el consumo de carbohidratos ha evolucionado a lo largo del tiempo: inicialmente, estaba limitado a épocas de cosecha de frutas y vegetales, y ocasionalmente miel, durante la era de la recolección. Sin embargo, a partir del siglo XVIII, con la introducción del cultivo de caña de azúcar y, en menor medida, de remolacha, la disponibilidad de carbohidratos en el mercado global aumentó. En el siglo XXI, la sobreproducción de alimentos procesados con aditivos de origen hidrocarbonado ha llevado a un consumo excesivo de carbohidratos, clasificados en este contexto como sustancias exitotóxicas debido a su potencial para generar radicales libres en el organismo, lo que puede conducir a una serie de problemas de salud, incluyendo cáncer, daño celular y deterioro cognitivo.

4.2.13.3. Grasa

Serrano, López y Saíenz (2006) destacan la importancia nutricional y farmacológica de los lípidos vegetales, especialmente los isoprenoides y los ácidos grasos esenciales. Los isoprenoides, que comprenden terpenos, esteroides e isoprenoides mixtos, están compuestos por unidades repetitivas de isopreno. Por otro lado, los ácidos grasos esenciales, como los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), consisten en una cadena hidrocarbonada de 16 a 20 carbonos con uno o más dobles enlaces y un grupo polar carboxilo. Se les atribuye actividad antiinflamatoria y efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades coronarias al modificar la síntesis de prostaglandinas y lípidos. Además, los PUFAs n-6, como el ácido araquidónico, y los PUFAs n-3, como el EPA y el DHA, se ha observado que aumentan la actividad de drogas anticancerígenas y poseen propiedades farmacológicas como la inhibición de la angiogénesis, la actividad citotóxica sobre células tumorales y la reducción de los niveles de colesterol en sangre.

Valenzuela & Ronco, (2004) dicen que los fitoesteroles y fitoestanoles, formas reducidas de los fitoesteroles, son esteroides derivados de plantas con una estructura

química similar al colesterol. Aunque difieren del colesterol en la cadena lateral de la molécula debido a la presencia de sustituyentes de metilo o etilo. Se encuentran abundantemente en el reino vegetal, presentes en frutas, semillas, hojas y tallos de la mayoría de las plantas, y por ende, forman parte de nuestra dieta habitual. La ingesta diaria de fitoesteroles varía ampliamente, oscilando entre 160 mg/día y 500 mg/día, dependiendo de los hábitos alimentarios. Aunque se han identificado más de 25 estructuras diferentes de fitoesteroles, el α -sitosterol, el campesterol y el estigmasterol son los más comunes, representando el 95%-98% de los fitoesteroles en extractos vegetales. A nivel estructural, los fitoesteroles comparten el núcleo central de la molécula con el colesterol, conservando la estructura cíclica insaturada D-5 y el grupo -OH en el carbono 3. La diferencia radica en la cadena lateral hidrocarbonada, que en los fitoesteroles puede tener entre 9 y 10 carbonos, y algunos presentan un doble enlace, como el estigmasterol.

4.2.13.4. Ceniza

Pena (2022) explica que el contenido de cenizas en las harinas proporciona una medida de los minerales presentes en ellas, lo que a su vez ofrece información sobre el grado de contaminación de salvado y otros componentes. La cantidad de cenizas en una muestra ofrece una idea sobre el proceso de molienda, la pureza de la harina y el grado de extracción. Este factor incide en la calidad y comportamiento de la harina.

Marquez (2014) explica que las cenizas en los alimentos son indicativas de su contenido mineral, usualmente constituyendo menos del 5% de su materia seca. A diferencia de los componentes orgánicos, como proteínas, carbohidratos y lípidos, que pueden oxidarse para producir energía, los minerales y el agua no participan en este proceso metabólico. La cantidad de materia orgánica se calcula restando el contenido de cenizas del total de materia seca del alimento. Para determinar las cenizas, se someten los componentes orgánicos a una temperatura de 550 °C en un horno o mufla durante 5 horas, dejando un residuo mineral. En ciertos casos, se analizan las cenizas insolubles en ácido clorhídrico, las cuales representan los minerales del alimento que no son digeribles por el organismo.

4.2.13.5. Fibra cruda

Guerrero, G. (2011) dice que el concepto de fibra cruda incluye aquellos componentes de los alimentos que son resistentes a la hidrólisis de enzimas digestivos, por lo que no son digeridos ni absorbidos. Además, la fibra cruda en harinas es un componente importante que se refiere a la parte de la planta que no se digiere en el intestino humano. Por otro lado, la fibra cruda ayuda a regular el tránsito intestinal, previniendo el estreñimiento y promoviendo una digestión saludable. Asimismo, consumir fibra cruda puede ayudar a reducir los niveles de colesterol LDL, lo que disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Finalmente, la fibra cruda actúa como un prebiótico, alimentando a las bacterias beneficiosas del intestino y mejorando la salud del microbioma intestinal.

4.3 Definición de términos

4.3.1. Ecotipo

Turesson (1931) dio la primera definición de ecotipo que describe este término como la "respuesta genotípica de una especie a un hábitat particular".

Zamudio et al. (2002) definen ecotipo como un "grupo de plantas de genotipo similar que ocupan un nicho ecológico específico".

4.3.2. Harina

Rodríguez Borray, et al (2000) indica que la harina se produce mediante la molienda de diversas especies vegetales, que se llevan a niveles de humedad óptimos para su preservación y almacenamiento adecuado. Estas harinas tienen una variedad de aplicaciones, incluyendo la alimentación humana y animal, así como en productos congelados, envasados al vacío y sus derivados.

FAO, (1995). dice que la definición de harina se refiere al producto obtenido mediante la trituración o molienda de granos comunes, granos ramificados o una combinación de ambos. Este proceso implica la separación parcial del salvado y del germen, seguido de la molienda del resto hasta alcanzar la finura deseada.

Imagen N°2. Harina.

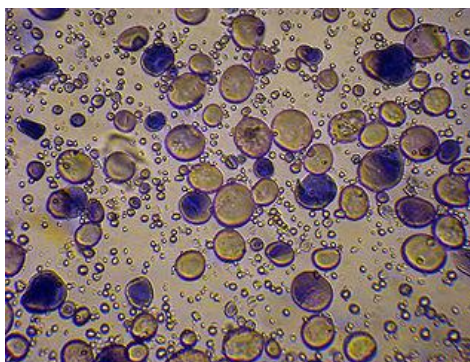


4.3.3. Almidón

Miranda, Plascencia Jorquera, & D Mendoza, (2017) explican que el almidón constituye un polímero formado por la condensación de glucosa en una proporción de átomos de C, H y O de 6:10:5. Se presenta en forma granular en las semillas, tubérculos y raíces, con variaciones en la forma y tamaño de los gránulos según el grano. Es importante destacar que el almidón no es un producto homogéneo, ya que la mayoría de los almidones contienen dos polímeros distintos, la amilosa y la amilopectina, presentes en proporciones variables en los granos.

Arisizábal & Sánchez, (2007) destacan que el almidón es considerado uno de los polímeros naturales más relevantes y constituye una importante fuente de energía obtenida de diversas plantas. Se encuentra presente en una amplia variedad de fuentes vegetales, incluyendo semillas de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas, frutas, troncos y hojas. Esta macromolécula está compuesta por unidades de glucosa organizadas en dos componentes principales: la amilosa y la amilopectina, cuyas proporciones varían dependiendo de la fuente de origen. Estas macromoléculas se distinguen por su grado de polimerización y ramificación, lo que influye en su comportamiento frente a los procesos de degradación. Tanto el contenido de amilosa como el grado de polimerización son factores determinantes en las propiedades físicas, químicas y funcionales del almidón.

Imagen N°3. Almidón visto a microscopio.



4.3.4. Almidón de achira

Lobo et. Al. (2017) en Colombia señalan que, a través de procesos de agroindustria rural, se extrae el almidón de achira, que se emplea para confeccionar bizcochos de achira y otros productos artesanales como bizcochuelos, pan de sagú, colaciones y coladas. En los departamentos del Tolima, Huila y Cundinamarca, ha surgido un gran número de pequeñas rallanderías especializadas en la extracción del almidón, así como varias empresas artesanales e industriales dedicadas a la producción de bizcochos de achira. Estos productos están ganando una mayor aceptación en los mercados urbanos.

Caicedo, G., Rozo, L. & Rengijo, G. (2003) puntualizaron que el almidón es de fácil digestión y la harina se usa para fabricar panes, bizcochos, galletas, tortas tallarines y fideos.

Morales (2009) en su estudio investigó la calidad del almidón de achira, aunque no especificó los ecotipos estudiados. Resaltó que la achira es una de las plantas con mayor rendimiento de almidón por unidad de superficie, y este rendimiento varía según la edad de los rizomas. Describió el almidón de achira como de forma ovalada, de gran tamaño, con apariencia transparente y sin coloración propia. En comparación con otros almidones, el de achira se distingue fácilmente por su rápida sedimentación, atribuida principalmente a su mayor diámetro de partícula.

Hurtado (2009) afirma que la calidad del almidón de achira se determina mediante sus características generales, como el tamaño del grano, el grosor y la ausencia de

manchas e impurezas, que pueden ser detectadas mediante inspección visual. Sin embargo, el método más preciso para evaluar el valor comercial del almidón implica el estudio de propiedades más específicas, tales como el contenido de humedad, la acidez, el contenido de proteínas, la capacidad de absorción de agua, el grado de granulación (tamaño de granulo) y el color.

Tabla 1: Características físicas y composición del almidón de achira

Características físicas y composición del almidón de achira	
Color	Blanco grisáceo
Olor y sabor	Neutro
Textura	Polvosa
Humedad	13.6-23.4
Proteína	0.18-0.71
Grasa	0.048-0.09
Cenizas	0.17-0.4
Fibra	0.0023-0.0053

Fuente: Jaramillo, L. (2013)

4.3.5. Molturado o molienda seca

Navas (2017) indica que la molturación o molienda seca es un proceso de trituración en el cual las partículas se reducen de tamaño mediante una combinación de impacto y abrasión, ya sea en condiciones secas o en suspensión en agua. Este proceso se lleva a cabo mediante la rotación de recipientes cilíndricos de acero que contienen una carga de cuerpos de trituración sueltos. El medio de molienda puede consistir en barras de acero, bolas o incluso la propia roca. El objetivo es obtener una harina libre de salvado, lo que mejora la palatabilidad, digestibilidad y conservación del alimento. Además, se busca asegurar que el deterioro causado a los gránulos de almidón no exceda de lo óptimo.

Velázquez (2015) observa que la operación de molturación o molienda tiene como objetivo principal producir unidades de masa más pequeñas a partir de trozos más grandes del material que se desea moler. Molturar es el proceso de reducir un sólido a

un estado de división avanzada. Esta operación es necesaria para obtener polvos de una cierta finura, homogeneizar productos de diferentes orígenes o acelerar reacciones químicas al exponer una o varias sustancias minerales o químicas. Debido a la naturaleza del material y a los tratamientos físicos y químicos que puedan aplicarse, la molienda o pulverización es una operación compleja que puede parecer simple superficialmente. En la operación de molienda, el tamaño del material a moler es un factor importante. Cuando la materia prima es de gran tamaño (por ejemplo, bloques de cantera de 300 mm o más), se requiere una operación previa de machaqueo para reducir la granulometría de los trozos a un tamaño medio de unos 15 mm. Posteriormente, la molienda propiamente dicha se encarga de reducir estos trozos a un polvo fino que pueda pasar a través de aberturas muy pequeñas, como mallas de tamiz con una sección de paso de solo algunas decenas de micras.

4.3.6. Método húmedo

Carrasco (2018), citado por Urquiza, (2020) señala que, al extraer el almidón de guineo a través del método húmedo, el proceso consistió en primer lugar la tritución del guineo y en presencia de agua, retirar los componentes de la pulpa como fibra y proteína; seguidamente se decanta y lava el material con el propósito de eliminar fracciones que son diferentes al almidón y, por último, se seca el almidón.

Guadrón (2013) a través de sus aportaciones da a conocer que el método se inicia, eliminar fibra y proteína, que posteriormente se elimina el agua por decantación y al final, secar la materia, para obtener el almidón.

4.3.7. Tamizado

Cabrera, S. Irigaray, R; Miguez, D. (2010) indican que en el método de tamizado se mide la habilidad del diámetro menor de una partícula para pasar a través de un orificio de perfil determinado. Sus ventajas son que emplea un equipo de costos relativamente bajo y la medida se hace en forma directa sin preparación en un rango de medidas amplio, pero la cantidad de muestra debe ser grande para que el resultado sea representativo. Las interferencias posibles son de tipo físico ya que los orificios se pueden cerrar o deformar las mallas. Además de separar por tamaño se para por forma ya que la esfericidad de la partícula influye en determinar el pasaje a través de la malla.

4.3.8. Cortado o picado

Tesfaye, et al. (2017) indican que el procedimiento de cortado consiste en la división de la materia prima, en fragmentos más pequeños o cubos uniformes, con el objetivo de optimizar su manejo en etapas posteriores del proceso de transformación. Este corte facilita el paso del material por equipos mecánicos, como molinos, asegurando una trituración más eficiente y homogénea. Además, el cortado permite una distribución más uniforme de la materia prima, mejorando la extracción de compuestos deseados y reduciendo la carga mecánica sobre los equipos.

Caicedo, G. (2004) describe que el picado es una técnica que puede ser manual o mecanizada, utilizada en el procesamiento de rizomas, que permite dividir en fragmentos más pequeños y manejables para facilitar su manejo y procesamiento posterior. Este procedimiento se realiza con cuchillos o cortadores. El corte favorece la liberación del agua contenida en los rizomas, optimizando etapas posteriores como la extracción, y contribuye a la correcta identificación y organización del material al ser colocado en recipientes.

4.3.9. Blanqueado químico.

Caicedo, G. (2004) define que el blanqueamiento químico con ácido cítrico es un proceso aplicado al almidón de achira para prevenir su oxidación y oscurecimiento durante etapas como el rayado, tamizado y lavado. Este método utiliza soluciones de ácido cítrico en diferentes concentraciones, reduciendo significativamente el consumo de agua y la mano de obra, a la vez que conserva las propiedades del almidón. Destaca por su estabilidad química, baja toxicidad, accesibilidad y bajo costo, siendo una alternativa eficiente y sostenible en el tratamiento del almidón.

4.3.10. Lechada

Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., y Arias, F. (2003) indican que el término “lechada” en el contexto de la achira (*Canna edulis* Ker.) se refiere a una suspensión acuosa de almidón. La lechada de almidón de achira se obtiene triturando los rizomas de la planta y mezclándolos con agua. Luego, esta mezcla se filtra para separar las fibras y otras impurezas, dejando una suspensión de almidón en agua. Tradicionalmente, la lechada de almidón de achira se utiliza en la preparación de alimentos. Por ejemplo, se

puede dejar sedimentar para obtener almidón puro, que posteriormente se seca y se usa en diversas recetas.

4.3.11. Afrecho

Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., y Arias, F. (2003) indican que el término “afrecho” generalmente se refiere a los residuos o subproductos que quedan después de procesar granos o semillas, como el salvado en el caso del trigo. Sin embargo, en el contexto de este trabajo de investigación, se utilizará este término para referirse a los residuos del proceso de extracción de almidón de achira.

4.3.12. Rendimiento de almidón

Obando & Miele (2017) señalan que, etimológicamente, el término rendimiento tiene dos acepciones: la primera, derivada del latín, hace referencia a "producto o utilidad que proporciona algo en relación con lo que consume, cuesta o se invierte"; mientras que la segunda alude a la proporción entre el producto o resultado obtenido y los recursos utilizados.

Idrovo, W. (2010) dice que el rendimiento del almidón de achira se define como la cantidad de almidón de achira obtenida por unidad de rizoma de achira, típicamente expresada por cada 100 kg de rizoma.

Hurtado (1997), existe una correlación directa entre los rendimientos y tasas de extracción con los niveles de contenido de materia seca y almidón.

4.3.13. Caracterización morfológica

Medina (2006) define la caracterización morfológica como el análisis del tamaño y la forma del gránulo de almidón utilizando microscopía electrónica de barrido. Además, el tamaño y la naturaleza de los gránulos de almidón nativo afectan su procesabilidad como termoplástico, y estas características varían según las prácticas agrícolas y las condiciones climáticas. Se llevó a cabo la caracterización morfológica de los gránulos de almidón mediante microscopía óptica.

4.3.13.1. Granulometría mediante tamices

INCOTEC (1991) indica que para determinar la granulometría de las harinas se pesan 150 gramos de cada harina e individualmente se colocan en el tamizador Ro- tap-SDILTEST-model CL-313-8 de Engineering Test Equipment y un juego de tamices Tyler (Tamiz standard) y mantenidas bajo agitación durante 60 segundos, finalmente se pesó las fracciones de harinas retenidas en cada tamiz y calculado el porcentaje de retención. El valor del tamaño medio final de cada harina fue obtenido de seis repeticiones.

La normativa ISO 2591 explica que la prueba de tamizado se realiza utilizando tamices de prueba de tela metálica tejida y placas metálicas perforadas.

4.3.14. Caracterización química

FAO (2013) indica que estos también son conocidos como análisis proximales, con el objetivo de poder controlar y verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. De esta manera nos indican el contenido de humedad, proteína cruda, fibra, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en una determinada muestra: a) Determinando la composición química con fines de investigación. b) Estableciendo las características físicas y químicas para control de calidad. C) Investigando y determinando posibles adulteraciones y el grado de las mismas.

Lucero (2013) menciona que este es un análisis que también es llamado el de Weende se realiza en la materia prima y en el producto final como requisito para cuantificar los porcentajes de Humedad, proteína, ceniza, fibra grasa y carbohidratos sirve para la determinar el valor nutricional que posee cada alimento para de esta forma poderlo usar para la manufactura de acuerdo a las especificaciones de debe cumplir los alimentos procesados.

Tabla 2. Composición por cada 100 gramos de materia seca del rizoma de achira

ELEMENTOS	CONTENIDO
Agua	70.00 g
Carbohidratos	70.00 g
Proteínas	2.70 g
Lípidos	0.10 g
Cenizas	4.18 g
Fibra	0.80 g
Almidón	16.00 g
Calorías	126.00 g
Vitaminas	
Vitamina A	8.00 mg
Minerales	
Calcio	35.00 mg
Hierro	9.30 mg
Fósforo	33.00 mg

Fuente: Torres Alberca, M. (2015).

4.3.14.1. Macronutrientes del almidón

Gallego Pico (2012) dice que son aquellos que se encuentran y se necesitan en mayor cantidad en la nutrición humana, esos suministran la mayor parte de la energía metabólica al organismo, los principales son los carbohidratos, grasas y las proteínas.

4.3.14.2 Micronutrientes del almidón

Molina Espin (2020) indica que son aquellos nutrientes que se consumen en pequeñas dosis pero que son vitales para el correcto funcionamiento del organismo, dentro de este grupo se encuentran los minerales y vitaminas.

V. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

5.1. Diseño de investigación

Descriptivo: debido a que se ha descrito las características de cada ecotipo en relación a su cantidad de almidón y composición química.

5.2. Tipo de investigación

Cuantitativa

5.3. Ubicación espacio temporal de la investigación

5.3.1. Ubicación espacial

El germoplasma de Achira mantiene el centro de investigación en Biodiversidad Andina – CRIBA en K'ayra.

5.3.2. Ubicación política

Región	:	Cusco
Provincia	:	Cusco
Distrito	:	San Jerónimo
Localidad	:	Centro agronómico de K'ayra

5.3.3. Ubicación geográfica

Altitud	:	3219 m
Longitud	:	71°58' oeste
Latitud	:	13°50' sur

5.3.4. Ubicación hidrográfica

Cuenca	:	Vilcanota
Sub cuenca	:	Huatanay
Microcuenca	:	Huanacauri

5.3.5. Ubicación temporal

Campaña 2023 - 2024

5.3.6. Ubicación ecológica

Holdrige A., indica que la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación, basado en el promedio de temperatura de 10 años y precipitación anual de 640 mm, está considerada como bosque húmedo montano sub tropical (bh-MS).

5.3.7. Clima

Según SENAEMI (2017) el clima del Centro Agronómico de K´ayra es templado frío con temperaturas máxima promedio anual de 16°C y temperatura mínima promedio anual de 8.5°C, una precipitación pluvial anual promedio de 640mm.

5.4. Materiales y metodología

5.4.1. Material biológico

Ocho (08) ecotipos de rizoma de Achira (*Canna edulis* Ker.)

- Ecotipo Mestiza Achira
- Ecotipo Pucañawi
- Ecotipo Culli Achira
- Ecotipo Tacllapakis
- Ecotipo Yurac Achira
- Ecotipo Vilcabamba
- Ecotipo Pasña Achira
- Ecotipo Añaspa Maquin

5.4.2. Equipo de campo

- Tinajas de sedimentación
- Molino
- Agua
- Escobillas
- Baldes

- Libreta de campo
- Cernidor
- Balanza

5.4.3. Equipos y materiales de escritorio y gabinete

- Cámara fotográfica
- Laptop
- Impresora
- Calculadoras
- Lapiceros

5.4.4. Equipos de molturación y método húmedo

- Molino
- Tinajas de sedimentación
- Malla
- Filtro de tela
- Ácido cítrico
- Agua
- Manguera
- Jarras

5.4.5. Equipos y materiales de laboratorio

- **Determinación forma de gránulo de almidón:** Cubreobjetos, porta-objetos, aplicadores, tips para dosificar, micropipeta, Microscopio, Azul de metileno, Lugol.
- **Determinación de Tamaño de gránulo:** Tamices (#40, #60, #80, #100, #140, #200), tapa base, brochas, balanza, recipiente para las muestras.
- **Determinación de contenido de humedad:** Horno mufla, balanza de precisión, recipientes para las muestras.
- **Determinación del contenido de proteínas:** Sistema de digestión Kjeldahl, sistema de destilación, balanza de precisión, material de vidrio para la titulación, ácido sulfúrico concentrado, catalizador para convertir el nitrógeno en amoníaco.
- **Determinación de contenido de grasas:** Sistema de hidrólisis, sistema de extracción con éter de petróleo, balanza de precisión.

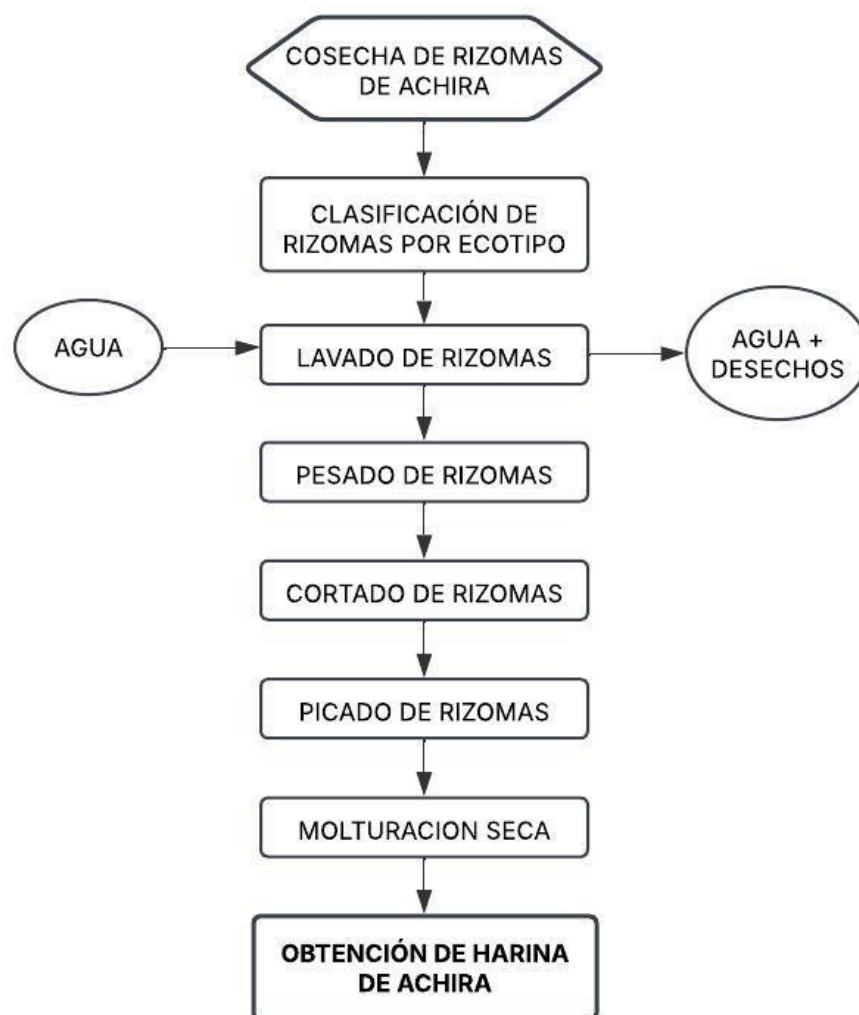
- **Determinación de contenido de ceniza:** Sistema de hidrólisis, sistema de extracción con éter de petróleo, balanza de precisión.
- **Determinación de fibra cruda:** Sistema de digestión con ácidos y álcalis, filtros y equipo de lavado, horno de secado, balanza de precisión.

5.5 Metodología

5.5.1. Rendimiento de almidón de achira

5.5.6.1 Primera fase: obtención de harina mediante molturación seca obtenida en la campaña 2023 – 2024.

Figura 1. Diagrama de flujo de primera fase para la obtención de Harina de Achira.



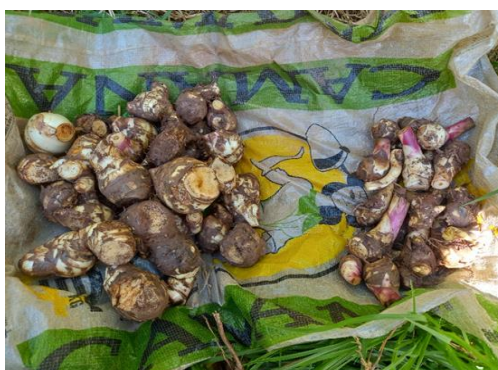
Detallando cada uno de los procesos:

- 1. Cosecha:** En los campos experimentales de CRIBA, ubicados en el Centro Agronómico de K'ayra, la cosecha de los rizomas de achira se realizó el 19 de agosto del 2023. Inicialmente, se realizó la selección de aquellos rizomas destinados a la resiembra como semilla, diferenciándolos de los que serían utilizados como materia prima para la extracción de harina y almidón.

Fotografía N°10: Reconocimiento de surcos



Fotografía N°11: Selección de rizomas tipo semilla para reposición.



- 2. Clasificación de rizomas por ecotipo:** Posteriormente, se procedió a la clasificación por ecotipos, diferenciándolos por tamaño y forma, según las características propias de cada ecotipo, obtenidas de un manual de caracterización de los ocho ecotipos trabajados: Mestiza Achira, Pucañawi, Culli Achira, Tacllapakis, Yurac Achira, Vilcabamba, Pasña Achira y Añaspa Maquin.

Durante la cosecha, se seleccionaron rizomas de achira en una cantidad de 30 kg por ecotipo.

Fotografía N° 12: Clasificación de rizomas por ecotipo



3. **Lavado de rizomas:** Seguidamente se realizó el lavado de los rizomas de achira con el objetivo de eliminar todas las impurezas presentes en la materia prima. Para ello, se procedió a retirar residuos como tierra, piedras, restos de cultivo y cualquier otro material no deseado que pudiera afectar la calidad del producto final. Este proceso fue llevado a cabo con agua limpia en un sistema de lavado manual, asegurando la eliminación completa de contaminantes superficiales. La limpieza adecuada de los rizomas fue fundamental para garantizar la pureza y uniformidad en la posterior extracción de harina y almidón.

Fotografía N°13: Lavado de rizomas.



4. **Pesado de rizomas:** El 20 de agosto se realizó el pesado de los rizomas utilizando una balanza de mano, con el propósito de determinar la cantidad de materia prima correspondiente a cada ecotipo. Este procedimiento permitió identificar las diferencias en el peso de los rizomas entre los ocho ecotipos analizados. Los resultados indicaron una variabilidad significativa, destacando que el ecotipo con menor peso fue el "Tacllapakis", con un total de 32 kilogramos de rizomas, mientras que el ecotipo con mayor peso fue el "Pasña Achira", alcanzando los 65 kilogramos.

Fotografía N°14: Pesado de rizomas.



5. **Cortado y picado de rizomas:** Después del pesado se realizó el **corte manual de los rizomas** utilizando cuchillo de cocina para reducir cada ecotipo en fragmentos más pequeños y manejables (cubos). Cada ecotipo fue colocado en baldes o bateas separadas, permitiendo su correcta identificación y manteniendo la organización del proceso. Este procedimiento favoreció la liberación de agua contenida en los rizomas, optimizando las etapas posteriores de extracción. Es importante destacar que esta actividad se llevó a cabo sin pelar previamente los rizomas, preservando su integridad exterior durante el proceso.

Fotografía N°15: Picado de rizomas.



6. Molturación seca: Después del cortado se realizó la molienda, ya que, transcurridos dos días, la presencia de almidón en los rizomas de achira disminuye, dando paso a la conversión de este en azúcar. Dada la cantidad de ecotipos de achira que se manejan, los distintos ecotipos serán sometidos a la molturación seca de manera individual. La operación de molturación seca se llevó a cabo empleando un molino adaptado específicamente para granos. Esta herramienta debe garantizar una reducción óptima del tamaño de las partículas.

Una vez concluido el proceso de obtención de harina de achira mediante la Técnica de molturación seca, se procedió de manera inmediata a la fase subsiguiente mediante el método húmedo. Dicha transición instantánea entre la molturación seca y el método húmedo busca preservar la integridad del almidón extraído, minimizando cualquier potencial desperdicio y asegurando así una continuidad en el proceso con el fin de obtener un almidón de alta y funcionalidad.

Fotografía N°16: Molturación de rizomas picados por cada ecotipo.

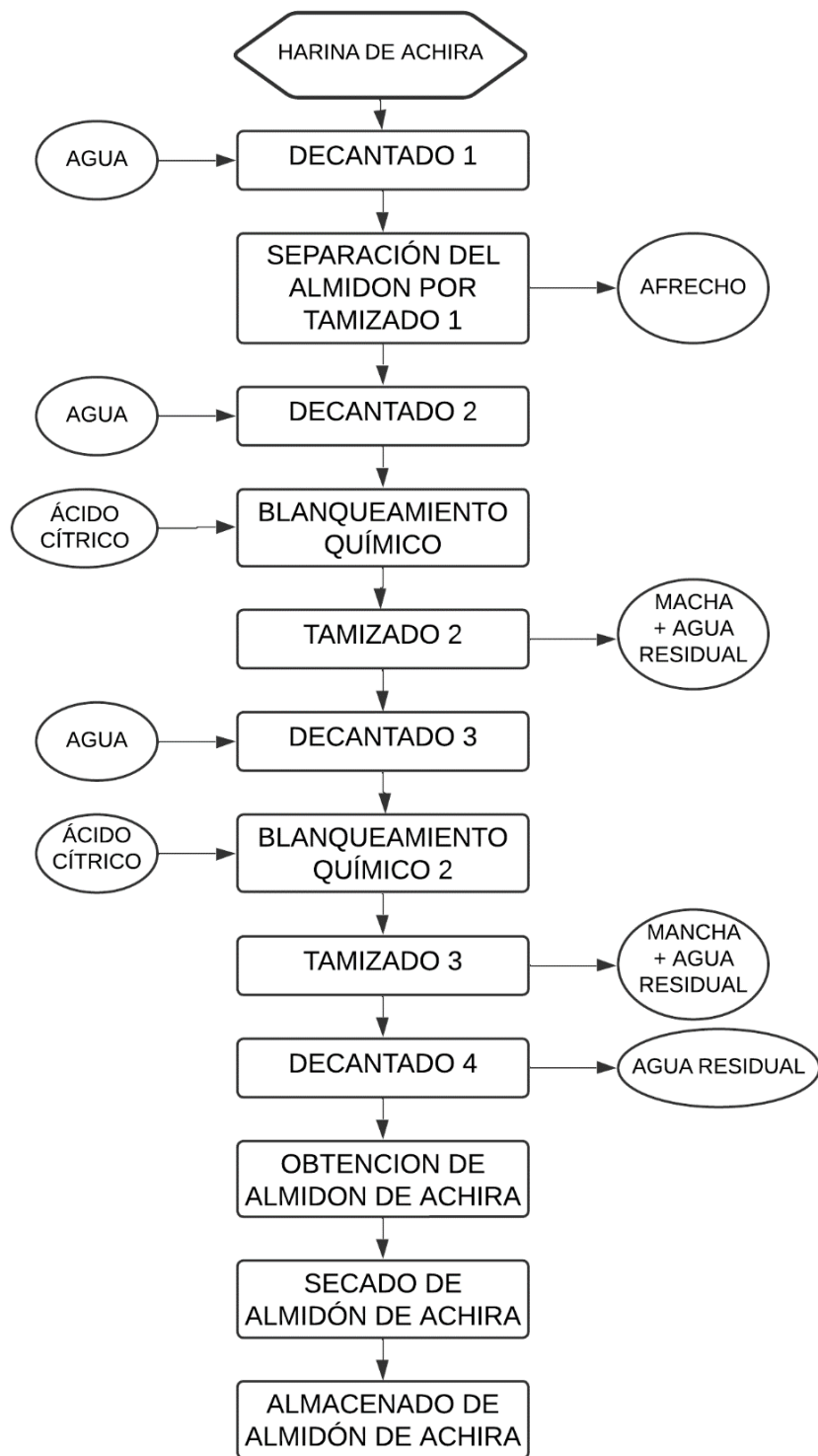


Fotografía N°17: Rizomas después de la molienda.



5.5.6.2 Segunda fase: obtención de almidón mediante el método húmedo

Figura 2. Diagrama de flujo de la segunda fase para la obtención de almidón de achira.



Detallando cada uno de los procesos:

- 1. Decantado 1:** En fecha 21 de agosto del 2023, se llevó a cabo la manipulación del producto obtenido tras doce horas de reposo. Durante este período, se observó que la harina de achira, previamente introducida en agua, alcanzó un estado de suspensión. Este fenómeno implica que las partículas de harina se encuentran dispersas y suspendidas en el medio acuoso. Posteriormente, se implementó un procedimiento de separación mediante el uso de una talega fina.

Fotografía N°18: Primer decantado



- 2. Tamizado 1:** Como siguiente actividad se realizó la separación utilizando una talega. El tamizado tuvo como objetivo primordial separar el agua de la harina, dando lugar a una distribución diferenciada de los componentes. En la base de los lavadores, se llevó a cabo el fenómeno de decantación del almidón de achira, caracterizado por la formación de una lechada. Esta lechada, albergando el almidón extraído, contuvo también impurezas inherentes al rizoma. Una vez separado el almidón de la harina, se desechó estos residuos como afrecho a la compostera del área experimental del CRIBA K'ayra.

Fotografía N°19: Primer tamizado



Fotografía N°20: Residuo (Afrecho) de primer tamizado.



- 3. Decantado 2:** tras la obtención inicial de la primera lechada de almidón de achira, se continuó con el proceso de separación. El objetivo primordial de este aumento de agua es favorecer la dilución y dispersión homogénea de los componentes presentes en la lechada inicial de almidón y lograr una uniformidad deseada en la mezcla.

Fotografía N°21: Segundo decantado.



- 4. Blanqueado químico 1:** Seguidamente se procedió al primer blanqueado químico, este proceso se utilizó para evitar la pérdida del almidón y el uso excesivo de agua que es un recurso importante y que puede elevar el coste, se ejecutó el lavado del almidón con ácido cítrico reduciendo la cantidad de lavados sin afectar la calidad de almidón. Se realizó la dosificación de ácido cítrico de 500 gramos para cada ecotipo.

Fotografía N°22: Dosificación de ácido cítrico.



Fotografía N°23: Primer blanqueamiento químico.



- 5. Tamizado 2:** esta separación se ejecutó utilizando una talega. Este tamizado tiene como objetivo primordial separar la lechada de las impurezas inherentes al rizoma (afrecho del almidón), adicionando agua para facilitar la separación, eliminar las fracciones residuales y componentes acuosos, contribuyendo así a la purificación final del almidón de achira.

Fotografía N°24: Segundo tamizado.



- 6. Decantado 3:** luego de haber obtenido la segunda lechada, se llevó a cabo la purificación y separación de almidón y afrecho. Este paso implica una adición controlada de agua, cuyo propósito fundamental radica en fomentar la dilución y dispersión homogénea de la segunda lechada de almidón.

Fotografía N°25: Tercer decantado.



Fotografía N°26: Almidón de achira más impurezas.



- 7. Blanqueado químico 2:** durante esta fase, se realizó la adición calculada y controlada de una última dosis de ácido cítrico. El propósito fundamental de la adición es propiciar un proceso de blanqueado adicional que contribuyó a obtener un almidón con una tonalidad más clara y estéticamente agradable.

Fotografía N°27: Segundo blanqueado químico.



- 8. Decantado 4:** la regulación de esta dilución es esencial para lograr la uniformidad deseada en la mezcla, facilitando así las etapas finales de tratamiento y extracción. Además, se realizó un último enjuague del almidón con agua, asegurando la eliminación de residuos y componentes indeseados.

Fotografía N°28: Cuarto decantado.



- 9. Obtención de almidón de achira:** Tras la etapa de decantación 4 se observó que el almidón, al poseer una densidad específica mayor, experimentó un asentamiento gradual hacia el fondo de los lavadores y baldes. Este proceso de

asentamiento resulto crítico, ya que facilito la separación física entre el almidón y los residuos, permitiendo una posterior extracción selectiva del almidón asentado.

Fotografía N°29: Obtención de almidón de achira limpio.



10. Secado del almidón de achira: tras haber obtenido la última lechada como resultado del proceso de extracción del almidón de achira, se procedió a una fase destinada a garantizar la estabilidad y durabilidad del producto final. En este punto, el almidón extraído se sometió a un proceso de secado al sol en bandejas de metal durante 3 días. Esta operación tiene como objetivo eliminar la humedad residual, asegurando la preservación de la calidad y evitando posibles problemas de degradación o contaminación, con un buen almacenado.

Fotografía N°30: Secado de almidón de achira al sol.



11. Almacenado de almidón de achira: Una vez que el almidón fue sometido con éxito al proceso de secado, se procedió a su envasado. Para garantizar la preservación de sus propiedades físicas y químicas.

12. Cálculo de rendimiento de almidón: Idrovo, W. (2010) dice que el rendimiento del almidón de achira se define como la cantidad de almidón de achira obtenida por unidad de rizoma de achira, típicamente expresada por cada 100 kg de rizoma.

Según Hurtado (1997), existe una correlación directa entre los rendimientos y tasas de extracción con los niveles de contenido de materia seca y almidón.

1. Ecotipo Mestiza Achira:

30 kg de rizoma de achira → 1,210 kg de almidón de achira

100 kg de rizoma de achira → X kg de almidón de achira

$$X = \frac{1,210 \text{ kg de almidón de achira} * 100 \text{ kg de rizoma}}{30 \text{ kg de rizoma}}$$

$$X = 4,030 \text{ kg de almidón} / 100 \text{ kg de rizoma}$$

2. Ecotipo Pucañawi

30 kg de rizoma de achira → 1,120 kg de almidón de achira

100 kg de rizoma de achira → X kg de almidón de achira

$$X = \frac{1,120 \text{ kg de almidón de achira} * 100 \text{ kg de rizoma}}{30 \text{ kg de rizoma}}$$

$$X = 3,730 \text{ kg de almidón} / 100 \text{ kg de rizoma}$$

3. Ecotipo Culli Achira

30 kg de rizoma de achira → 0,840 kg de almidón de achira

100 kg de rizoma de achira → X kg de almidón de achira

$$X = \frac{0,840 \text{ kg de almidón de achira} * 100 \text{ kg de rizoma}}{30 \text{ kg de rizoma}}$$

$$X = 2,800 \text{ kg de almidón} / 100 \text{ kg de rizoma}$$

4. Ecotipo Tacllapakis

30 kg de rizoma de achira → 0,720 kg de almidón de achira

100 kg de rizoma de achira → X kg de almidón de achira

$$X = \frac{0,720 \text{ kg de almidón de achira} * 100 \text{ kg de rizoma}}{30 \text{ kg de rizoma}}$$

$$X = 2,410 \text{ kg de almidón} / 100 \text{ kg de rizoma}$$

5. Ecotipo Yurac Achira

30 kg de rizoma de achira → 0,380 kg de almidón de achira

100 kg de rizoma de achira → X kg de almidón de achira

$$X = \frac{0,380 \text{ kg de almidón de achira} * 100 \text{ kg de rizoma}}{30 \text{ kg de rizoma}}$$

$$X = 1,260 \text{ kg de almidón} / 100 \text{ kg de rizoma}$$

6. Ecotipo Vilcabamba

30 kg de rizoma de achira → 1,100 kg de almidón de achira

100 kg de rizoma de achira → X kg de almidón de achira

$$X = \frac{1,100 \text{ kg de almidón de achira} * 100 \text{ kg de rizoma}}{30 \text{ kg de rizoma}}$$

$$X = 3,660 \text{ kg de almidón} / 100 \text{ kg de rizoma}$$

7. Ecotipo Pasña Achira

30 kg de rizoma de achira → 1,280 kg de almidón de achira

100 kg de rizoma de achira → X kg de almidón de achira

$$X = \frac{1,280 \text{ kg de almidón de achira} * 100 \text{ kg de rizoma}}{30 \text{ kg de rizoma}}$$

$$X = 4,280 \text{ kg de almidón} / 100 \text{ kg de rizoma}$$

8. Ecotipo Añaspa Maquin

30 kg de rizoma de achira → 0,380 kg de almidón de achira

100 kg de rizoma de achira → X kg de almidón de achira

$$X = \frac{0,380 \text{ kg de almidón de achira} * 100 \text{ kg de rizoma}}{30 \text{ kg de rizoma}}$$

$$X = 1,260 \text{ kg de almidón} / 100 \text{ kg de rizoma}$$

5.5.2. Caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos

5.5.7.1. Caracterización morfológica

Se preparó una suspensión de almidón y se aplicó una delgada capa de la suspensión sobre un portaobjetos que posteriormente fue cubierto con un cubre objetos. El portaobjetos fue transferido a un microscopio y los gránulos de almidón fueron examinados a un aumento de 10x.

Cuadro N° 01: Caracterización morfológica

Análisis	Método	Equipos	Referencia
Forma de gránulo	Microscopía	Microscopio	Food and drug technical bulletin N°1 U.S.
Diámetro de granulo	Tamizado	Tamices	Normativa ISO 2591-1

5.5.7.2. Caracterización química

a) Determinación de contenido de humedad

INACAL PERU indica que la norma NTP-205.037 1975 (Revisada en 2011) establece el método para determinar el contenido de humedad en harinas de cereales, leguminosas, tubérculos y raíces alimenticias. El procedimiento consiste en tomar una muestra representativa de la harina, secarla en un horno a aproximadamente 105°C hasta alcanzar un peso constante, y calcular la pérdida de peso para determinar el contenido de humedad. Este método requiere un horno de secado, una balanza de

precisión y recipientes adecuados para las muestras, y es esencial para asegurar la calidad y conservación de las harinas durante su almacenamiento y transporte.

b) Determinación del contenido de proteínas

INACAL PERU señala que la norma NTP-209.262 (2018) establece el método Kjeldahl para determinar el contenido de proteína en harinas de cereales, leguminosas, tubérculos y raíces alimenticias. El procedimiento incluye la digestión de la muestra con ácido sulfúrico y un catalizador para convertir el nitrógeno en amoníaco, seguido de la destilación del amoníaco y su recolección en una solución ácida, y finalmente la titulación para determinar la cantidad de amoníaco, lo que permite calcular el contenido de nitrógeno y, por ende, el contenido de proteína. Este método requiere un sistema de digestión Kjeldahl, un sistema de destilación, una balanza de precisión y materiales de vidrio para la titulación, y es esencial para asegurar la calidad nutricional de las harinas.

c) Determinación del contenido de grasas

INACAL PERU dice que la norma NTP-209.263 (2018) establece el método gravimétrico para determinar el contenido de grasa en harinas de cereales, leguminosas, tubérculos y raíces alimenticias. El procedimiento incluye la hidrólisis alcalina de la muestra para liberar las grasas, seguida de la extracción de las grasas utilizando éter de petróleo, y finalmente el pesado de la grasa extraída para determinar su cantidad. Este método requiere un sistema de hidrólisis, un sistema de extracción con éter de petróleo y una balanza de precisión, y es esencial para asegurar la calidad nutricional de las harinas.

d) Determinación del contenido de ceniza

INACAL PERU indica que la norma NTP-209.265 (2018) establece el método para determinar el contenido de cenizas en harinas de cereales, leguminosas, tubérculos y raíces alimenticias mediante incineración. El procedimiento consiste en incinerar la muestra de harina en un horno a aproximadamente 550°C hasta que todo el material orgánico se queme, dejando solo las cenizas, las cuales se pesan para determinar su cantidad. Este método requiere un horno de incineración, una balanza de precisión y

crisoles resistentes al calor, y es esencial para evaluar la calidad y el contenido mineral de las harinas.

e) Determinación del contenido de fibra cruda

INACAL PERU señala que la norma NTP-205.003 1980 (Revisada en 2011) establece el método para determinar la fibra cruda en harinas de cereales, leguminosas, tubérculos y raíces alimenticias mediante digestión ácida y alcalina. El procedimiento consiste en someter la muestra de harina a una digestión con ácidos y álcalis para eliminar componentes solubles, seguidos de filtración y lavados para aislar la fibra cruda, que luego se seca y se pesa para determinar su cantidad. Este método requiere un sistema de digestión, filtros y equipo de lavado, un horno de secado y una balanza de precisión, y es esencial para evaluar el contenido de fibra en las harinas, lo cual es importante para su valor nutricional.

f) Determinación del contenido de carbohidratos

La determinación del contenido de carbohidratos en harinas se realiza mediante el cálculo basado en los resultados de los análisis de humedad, proteína, grasa y cenizas. El procedimiento técnico consiste en restar la suma de los porcentajes de humedad, proteína, grasa y cenizas del 100%, obteniendo así el porcentaje de carbohidratos presentes en la muestra de harina. Este método es esencial para evaluar el valor

5.6. Análisis e Interpretación de la Información

Con los resultados, se realizó el análisis e interpretación de la información. Los datos se interpretarán mediante el procedimiento del análisis y síntesis a efecto de formular explicaciones interpretativas, a la luz del marco teórico referencial, formulando una propuesta y justificando las razones por la cual el almidón de achira se debe tomar en cuenta para la alimentación humana, contrastando entre los distintos ecotipos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento de almidón por ecotipos

Después de la cosecha, se obtuvo una cantidad considerable de rizomas, dependiendo del ecotipo, con los siguientes resultados: Mestiza Chira, 52 kg; Pucañawi, 64 kg; Culli Achira, 45 kg; Tacllapakis, 32 kg; Yurac Achira, 54 kg; Vilcabamba, 60 kg; Pasña Achira, 65 kg; Añaspa Maquin, 48 kg. Todos los pesos fueron uniformizados a 30 kg por ecotipo.

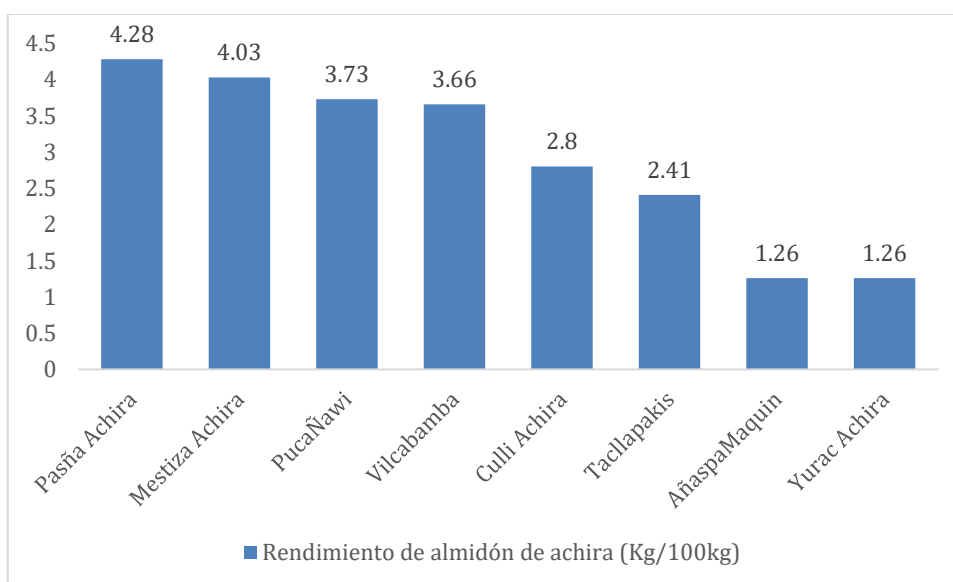
El proceso continuó con la molturación seca utilizando un molino de granos dual con disco de piedra, que permitió moler a un tamaño menor que el picado y liberar el almidón de las fibras del rizoma. Una vez obtenida la harina de rizomas molidos, se procedió a la extracción del almidón mediante el método húmedo. Se incorporó agua en el decantador y se dejó reposar durante 12 horas, con ligeras mezclas para ayudar a liberar el almidón. Luego, se tamizó con una malla de aproximadamente un milímetro para obtener el afrecho, que se llevó a la compostera del CRIBA. Posteriormente, se realizó un segundo decantado, introduciendo ácido cítrico como parte del proceso de blanqueamiento químico. Este paso se repitió con una talega para reducir aún más las impurezas. Finalmente, se realizó un último enjuague en el cuarto decantador para obtener un almidón limpio. El almidón resultante se expuso al sol para su secado, almacenándose en bolsas de plástico herméticamente cerradas.

El almidón obtenido de cada ecotipo fue el siguiente: Mestiza Chira, 1,21 kg; Pucañawi, 1,12 kg; Culli Achira, 0,84 kg; Tacllapakis, 0,72 kg; Yurac Achira, 0,38 kg; Vilcabamba, 1,10 kg; Pasña Achira, 1,28 kg; y Añaspa Maquin, 0,38 kg. Haciendo el cálculo correspondiente, se determinó que el rendimiento de almidón fue: Mestiza Chira, 4,03 kg/100 kg; Pucañawi, 3,73 kg/100 kg; Culli Achira, 2,80 kg/100 kg; Tacllapakis, 2,41 kg/100 kg; Yurac Achira, 1,26 kg/100 kg; Vilcabamba, 3,66 kg/100 kg; Pasña Achira, 4,28 kg/100 kg; y Añaspa Maquin, 1,26 kg/100 kg. Teniendo así los rendimientos que se exponen en el siguiente cuadro:

Cuadro N°02. Rendimiento de almidón de rizomas de achira por ecotipos.

N°	Ecotipo	Peso de rizomas cosechados (kg)	Peso rizomas utilizados en el proceso de extracción (kg)	Peso almidón de achira obtenido (kg)	Rendimiento de almidón de achira por 100kg de rizoma
1	Mestiza achira	52	30	1,21	4,03
2	Pucañawi	64	30	1,12	3,73
3	Culli achira	45	30	0,84	2,80
4	Tacllapakis	32	30	0,72	2,41
5	Yurac achira	54	30	0,38	1,26
6	Vilcabamba	60	30	1,10	3,66
7	Pasña achira	65	30	1,28	4,28
8	Añaspa maquin	48	30	0,38	1,26

Gráfico N° 01. Rendimiento de almidón por ecotipos



Agregar interpretación de las tablas y resultados.

Con los datos proporcionados sobre las diferentes variedades de achira, se observa una notable variabilidad en los pesos de las muestras. La variedad Pasña achira se destaca como la más pesada, con un promedio de 4.28 kg, seguida por Mestiza achira con 4.03 kg, lo que sugiere que estas variedades tienen una mayor capacidad de crecimiento y podrían ser más productivas en condiciones favorables. Por otro lado, la

variedad Pucañawi presenta un peso más moderado de 3.73 kg, mientras que Vilcabamba se acerca con 3.66 kg.

En el extremo inferior, encontramos variedades como culli achira con 2.8 kg, Tacllapakis con 2.41 kg, y Añaspa maquin con 1.26 kg, que representan un rendimiento menor en comparación con las más pesadas. La variedad Yurac achira también alcanza los 1.26 kg, situándose en un rango similar al de Añaspa maquin.

Estas diferencias de peso reflejan no solo las características genéticas y el ambiente de cultivo de cada variedad, sino también la potencialidad de cada una para la producción en función de su rendimiento. El análisis sugiere que las variedades más pesadas podrían ser preferibles para fines comerciales, mientras que las más ligeras podrían tener aplicaciones específicas en otros contextos agrícolas.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio revelan una variabilidad en el rendimiento del almidón extraído de los rizomas de achira, con valores que oscilan entre 1,26 kg y 4,28 kg de almidón por cada 100 kg de rizoma. En contraste, la tesis de Estrada Rivera (2020) reporta un rendimiento de 7 kg, mientras que Caicedo (2004) en Colombia encontró un promedio de 12,9 kg por cada 100 kg de rizoma. Estas diferencias significativas pueden deberse a varios factores. En primer lugar, la localización de la investigación: tanto Estrada como Caicedo realizaron sus estudios en Colombia, donde la producción de achira está más desarrollada y se dispone de equipos especializados para la extracción de almidón de achira. En cambio, nuestro estudio se llevó a cabo en Cusco, una región donde el cultivo de achira es poco conocido, por lo cual se utilizó un molino de granos adaptado que no optimiza la Técnica de extracción. Además, las condiciones de producción en Colombia y Cusco son diferentes, lo que influye en la calidad y cantidad del almidón extraído. Finalmente, las características específicas de los ecotipos empleados también desempeñan un papel crucial en las diferencias observadas. Estos hallazgos resaltan la importancia de estandarizar los métodos de extracción y de tener en cuenta las particularidades de cada ecotipo y región para optimizar la producción de almidón de achira.

6.2. Caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos

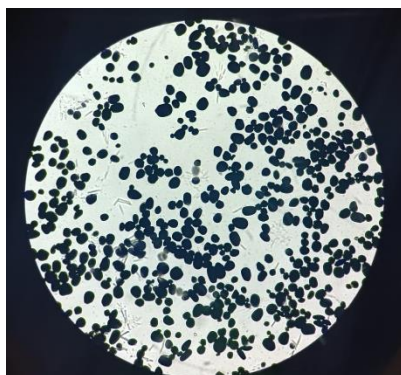
6.2.1. Caracterización morfológica

6.2.1.1. Forma de gránulo

A) Ecotipo Mestiza Achira

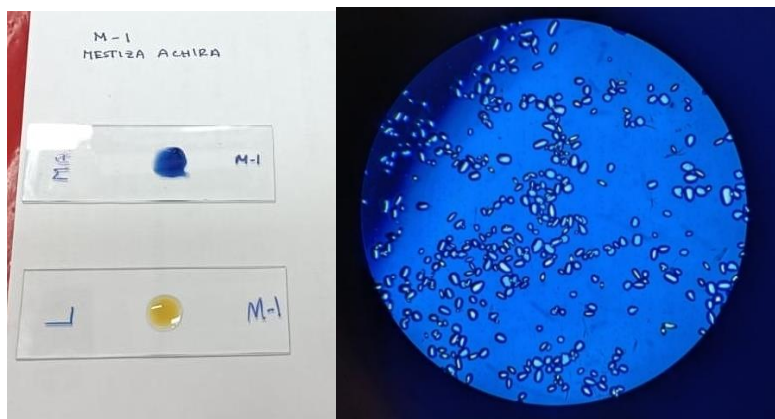
Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructura redondeada regular. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón.

Fotografía N° 30. Forma del almidón del ecotipo Mestiza Achira



Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las paredes celulares que evidencian fisuras probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales mostrando diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca.

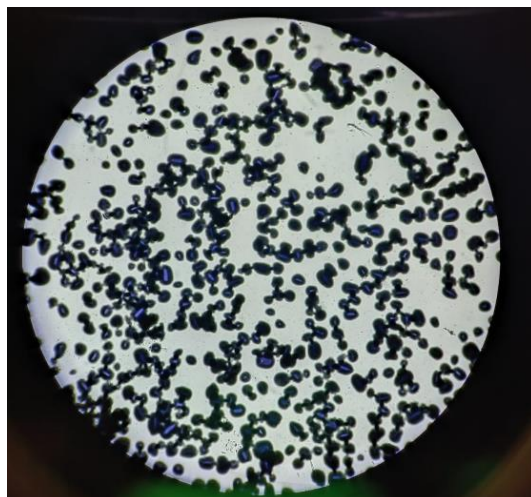
Fotografía N° 31. Estructura del almidón del ecotipo Mestiza Achira



B) Ecotipo Pucañawi

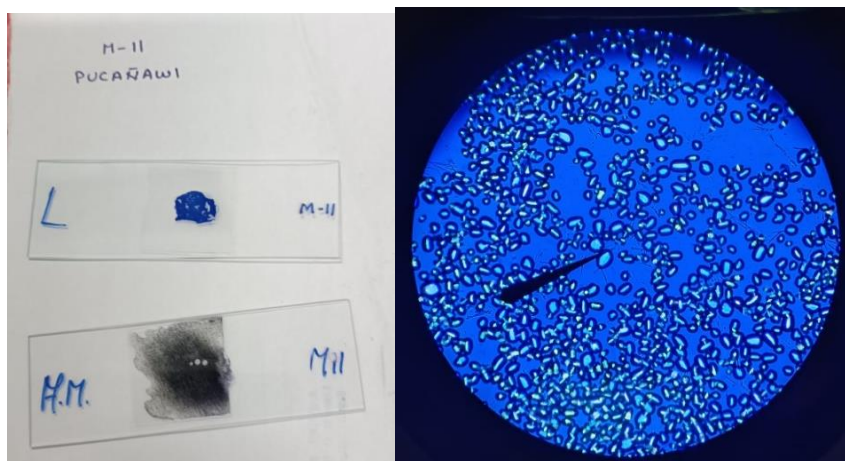
Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron cómo estructura ovalada regular. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón.

Fotografía N° 32. Foma del almidón del ecotipo Pucañawi



Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las gruesas paredes celulares color verde fosforescente que además evidencian fisuras probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales donde se muestra un tono más uniforme de azul indicando la absorción de luz blanca.

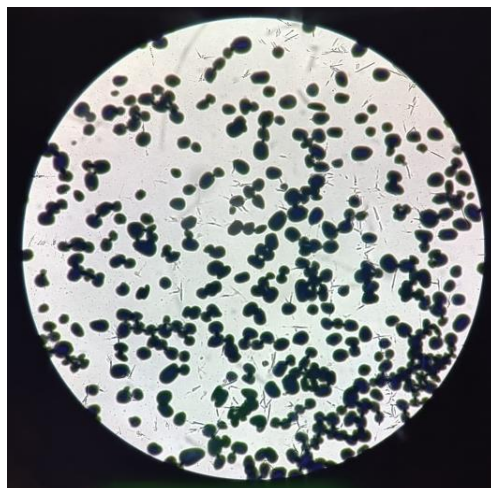
Fotografía N° 33. Estructura del almidón del ecotipo Pucañawi



C) Ecotipo Culli Achira

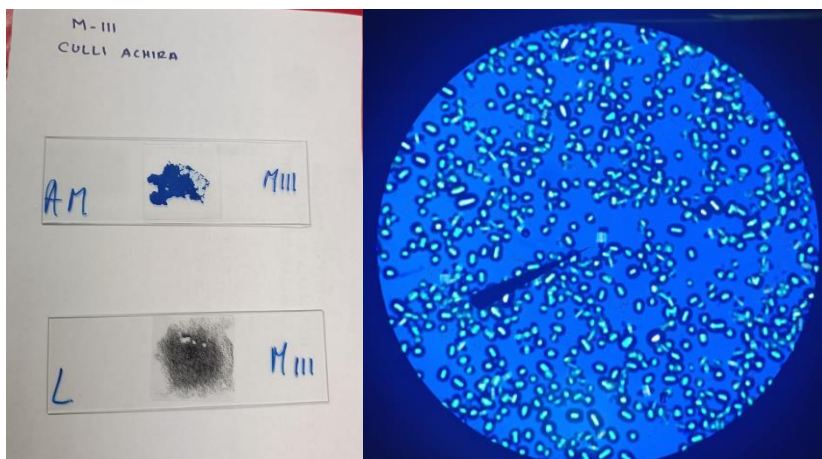
Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron cómo estructura lanceolada regular. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón.

Fotografía N° 34. Foma del almidón del ecotipo Culli Achira



Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar mucho mejor la forma lanceolada de su pared celular que no evidencian fisuras debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales donde se muestra un tono más uniforme de azul indicando la absorción de luz azul.

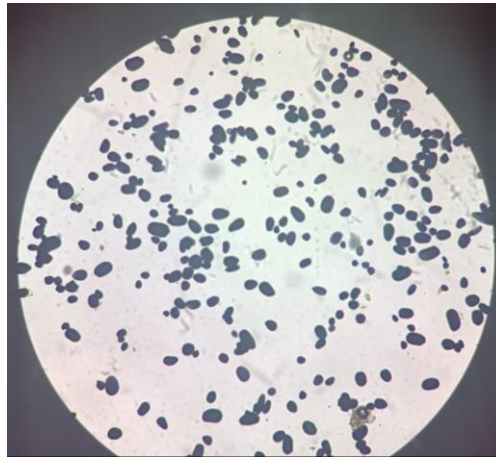
Fotografía N° 35. Estructura del almidón del ecotipo Culli Achira



D) Ecotipo Tacllapakis

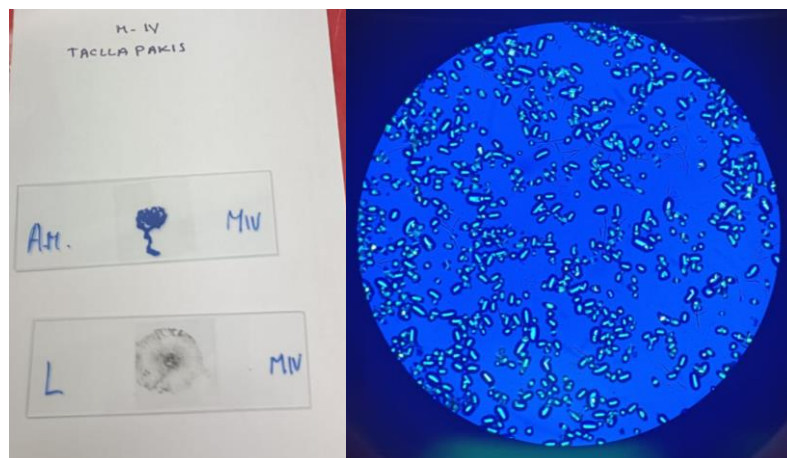
Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron cómo estructura lanceolada regular. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón.

Fotografía N° 36. Foma del almidón del ecotipo Tacllapakis



Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar mucho mejor la forma lanceolada de su pared celular que no evidencian fisuras debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales donde se muestra un tono más uniforme de azul indicando la absorción de luz azul.

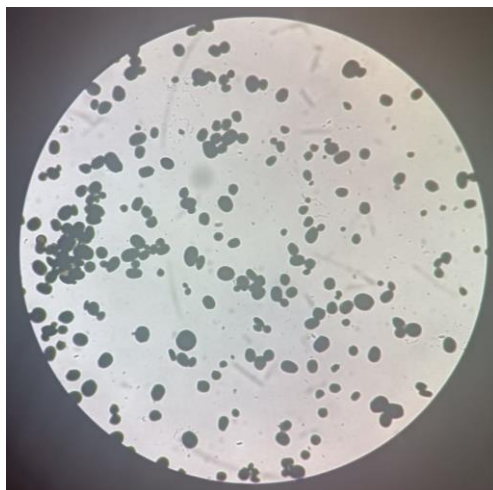
Fotografía N° 37. Estructura del almidón del ecotipo Tacllapakis



E) Ecotipo Yurac Achira

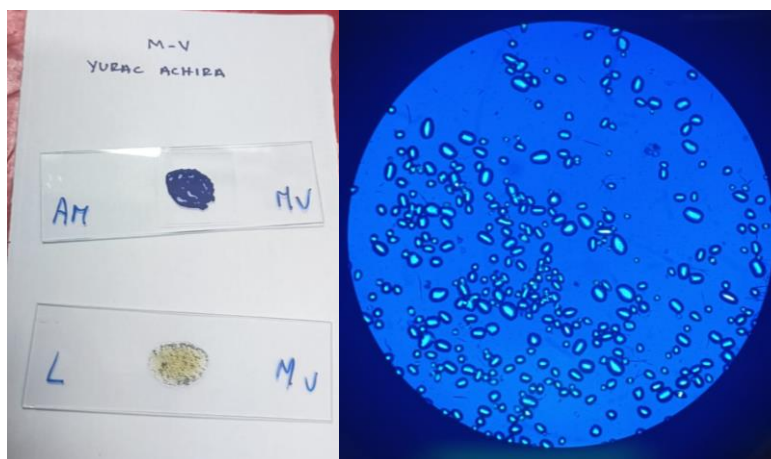
Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructura ovalada regular. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón.

Fotografía N° 38. Forma del almidón del ecotipo Yurac Achira



Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las paredes celulares que evidencian fisuras probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales donde se muestra diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca.

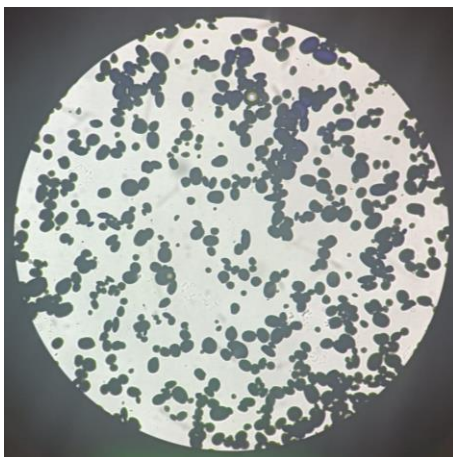
Fotografía N° 39. Estructura del almidón del ecotipo Yurac Achira.



F) Ecotipo Vilcabamba

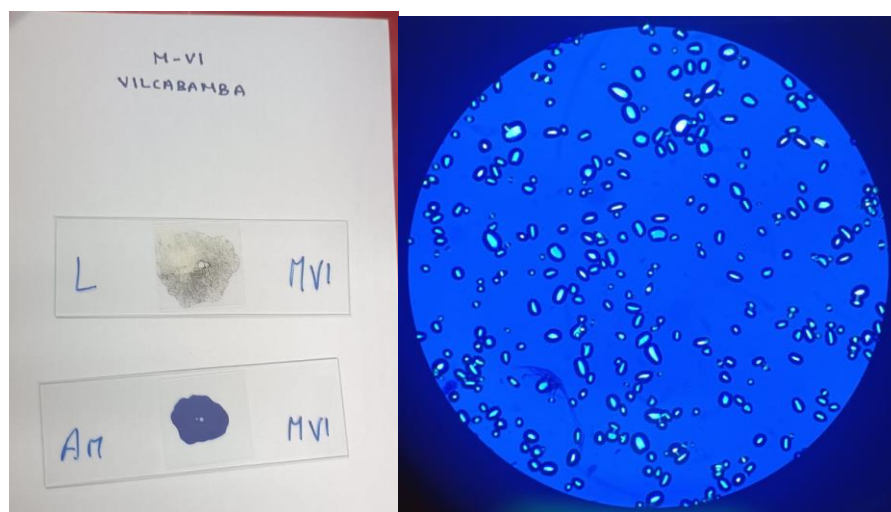
Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron cómo estructura ovalada regular. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón.

Fotografía N° 38. Foma del almidón del ecotipo Vilcabamba.



Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las paredes celulares que evidencian fisuras probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales donde se muestra diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca.

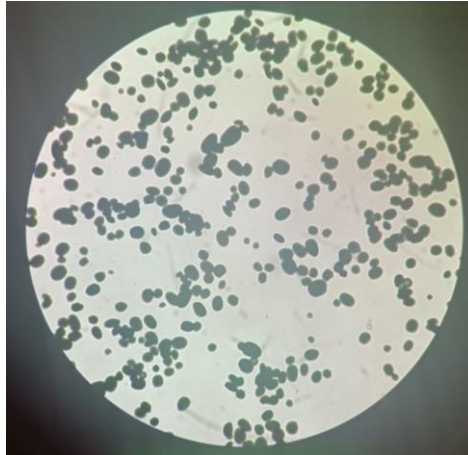
Fotografía N° 39. Estructura del almidón del ecotipo Vilcabamba.



G) Ecotipo Pasña Achira

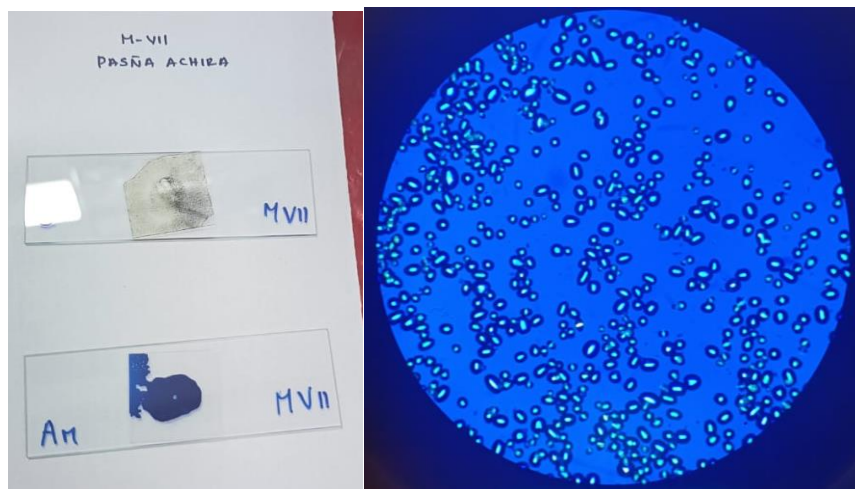
Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructura ovalada regular. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón.

Fotografía N° 38. Forma del almidón del ecotipo Pasña Achira.



Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las paredes celulares que evidencian fisuras probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales donde se muestra diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca.

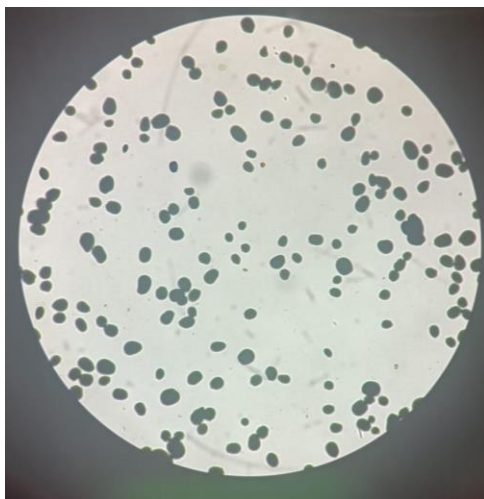
Fotografía N° 39. Estructura del almidón del ecotipo Pasña Achira.



H) Ecotipo Añaspa Maquin

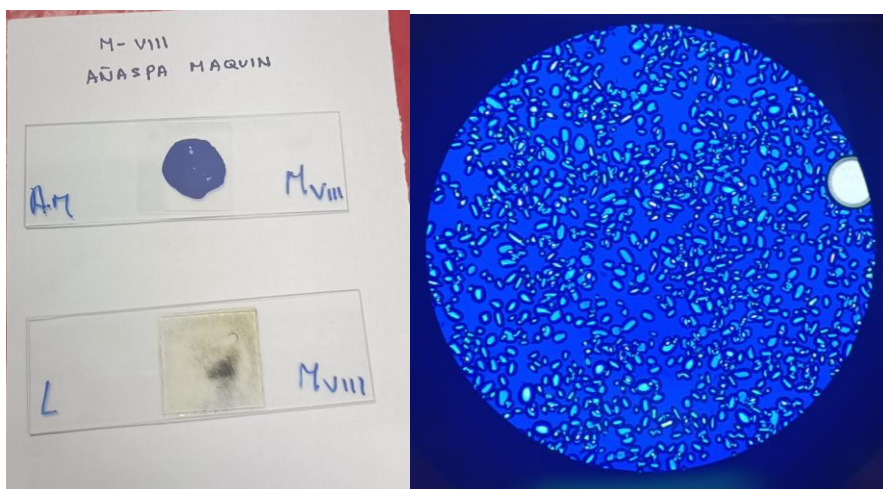
Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron cómo estructura ovalada regular. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón.

Fotografía N° 40. Foma del almidón del ecotipo Añaspa Maquin.



Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las paredes celulares que evidencian fisuras probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales donde se muestra diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca.

Fotografía N° 41. Estructura del almidón del ecotipo Añaspa Maquin.



La forma y tamaño de granulo por ecotipo se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 03. Forma de gránulos de almidón de Achira por Ecotipos.

N°	Ecotipo	Forma de gránulo
1	Mestiza achira	Redondeada regular
2	Pucañawi	Ovalada regular
3	Culli achira	Lanceolada regular
4	Tacllapakis	Lanceolada regular
5	Yurac achira	Ovalada regular
6	Vilcabamba	Ovalada regular
7	Pasña achira	Lanceolada regular
8	Añaspa maquin	Ovalada regular

Chafla, A (2014) en su trabajo de investigación titulado “Utilización de tres niveles de harina de Achira (*Canna edulis* Ker.) en la alimentación de pollos Broiler”, se centró en la observación de los gránulos de almidón de achira utilizando un microscopio electrónico. Chafla identificó dos formas principales de gránulos: óvalos y elipses. En contraste, nuestra investigación ha revelado la presencia de tres formas distintas de gránulos de almidón: redondeada, ovalada y lanceolada. Esta diferencia en la morfología de los gránulos puede deberse a variaciones en las condiciones de cultivo, el procesamiento del almidón o las Técnicas de observación utilizadas. La identificación de estas formas adicionales podría tener implicaciones significativas para las aplicaciones industriales del almidón de achira, ya que la forma de los gránulos puede influir en sus propiedades funcionales y, por ende, en su rendimiento en diferentes procesos.

6.2.1.2. Tamaño de gránulo

Para determinar la granulometría del almidón de los 8 ecotipos de achira se utilizó tamices de prueba de tela metálica tejida, los cuales arrojaron los siguientes resultados.

Cuadro N° 04. Porcentaje retenido corregido de almidón de achira por ecotipos.

Mo= 200gr		% Retenido corregido por ecotipo							
Tamaño de Tamiz		Mestiza achira	Pucaña wi	Culli achira	Tacllap akis	Yurac achira	Vilcaba mba	Pasña achira	Añaspa maquin
#	µm								
40	425	26,99%	29,25%	13,94%	25,96%	13,13%	29,78%	29,02%	25,08%
60	250	4,13%	4,55%	0,86%	6,28%	3,11%	5,28%	2,43%	2,39%
80	180	1,52%	1,93%	0,08%	2,94%	0,94%	2,15%	2,37%	0,02%
100	150	1,41%	3,40%	0,16%	2,92%	2,02%	1,57%	1,07%	1,95%
140	106	3,96%	38,55%	35,92%	31,86%	1,62%	1,49%	4,33%	40,12%
200	75	12,17%	16,57%	12,69%	15,59%	10,47%	22,12%	27,38%	20,52%
Base	Base	49,82%	5,75%	36,35%	14,44%	68,71%	37,60%	33,39%	9,92%

Analizando el cuadro N°4 se interpretó que el tamaño de gránulo es muy variable en cada ecotipo, por lo cual se optó por un rango que sea igual o mayor que 40% para determinar el tamaño de cada ecotipo de achira.

Por lo tanto, los resultados indican que el ecotipo Mestiza achira presenta una rango mayor a 40% de almidón retenido corregido en el tamiz #200 y la base por lo cual indica que tiene un tamaño de gránulo entre 75µm y 25 µm. Para el ecotipo Pucañawi se observa que el rango mayor al 40% se ubica entre el tamiz #140 y #200 lo que significa que el tamaño de granulo oscila entre 106µm y 75µm. En el ecotipo Culli achira se tiene que el rango mayor a 40% está entre el tamiz #200 y la base lo que señala que su tamaño de granulo esta entre 75µm y 25µm. Para el cuarto ecotipo Tacllapakis se indica que el rango mayor a 40% de almidón retenido corregido esta entre los tamices #140 y #200 lo que denota el tamaño de granulo entre 106µm y 75µm. Los ecotipos Yurac achira Vilcabamba y Pasña achira presentan un rango superior al 40% de almidón retenido corregido entre el tamiz #200 y la base, evidenciando un tamaño de gránulo entre 75 µm y 25 µm. Finalmente, en el ecotipo Añaspa Maquin, se observa que el rango superior al 40% se encuentra entre los tamices #140 y #200, lo que indica un tamaño de gránulo entre 106 µm y 75 µm.

Para facilitar la clasificación, se denominaron almidones gruesos a los ecotipos con tamaños de gránulos entre 106 y 75 micras, y almidones finos a aquellos con

tamaños de gránulos entre 75 y 25 micras. Datos que se observan mejor en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 05. Tamaño de gránulos de almidón de achira por ecotipos.

N°	Ecotipo	Tamaño de gránulo (µm)	Denominación
1	Mestiza achira	75-25	Almidón fino
2	Pucañawi	106-75	Almidón grueso
3	Culli achira	75-25	Almidón fino
4	Tacllapakis	106-75	Almidón grueso
5	Yurac achira	75-25	Almidón fino
6	Vilcabamba	75-25	Almidón fino
7	Pasña achira	75-25	Almidón fino
8	Añaspa maquin	106-75	Almidón grueso

Quicaña (2014), en su investigación titulada “Extracción y Caracterización del Almidón de Achira”, realizada en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, tuvo como objetivo principal la extracción y caracterización del almidón de achira. Según el estudio, los gránulos de almidón de achira observados bajo el microscopio presentaron formas ovaladas y tamaños que varían entre 25 y 1 micras. Esta variabilidad en el tamaño es una característica distintiva del almidón de achira y puede influir en sus propiedades funcionales. En contraste, nuestra investigación ha identificado variaciones adicionales en la forma de los gránulos de almidón, incluyendo formas redondeadas, ovaladas y lanceoladas.

Yaruro Cáceres (2018) en su tesis, dice que el tamaño promedio de los gránulos de almidón de achira es grande, variando entre 34.69 y 58.90 micras. Por otro lado, **Quiroga (2009)**, el tamaño de los gránulos de almidón de achira varía entre 25 y 100 micras. En esta investigación, se encontraron variaciones en el tamaño de los gránulos de almidón entre los diferentes ecotipos de achira. Los resultados obtenidos muestran que los ecotipos Pucañawi, Añaspa Maquin y Tacllapakis presentan tamaños de gránulos que oscilan entre 106 y 25 micras, lo cual es ligeramente superior al rango reportado por Quiroga. Por otro lado, los ecotipos Mestiza Achira, Culli Achira, Yurac Achira, Vilcabamba y Pasña Achira tienen tamaños de gránulos que varían entre 75 y 25 micras, alineándose con el rango inferior mencionado por Quiroga.

Estos resultados indican que, aunque todos los ecotipos presentan una variabilidad en el tamaño de los gránulos, hay una clara distinción entre los almidones gruesos y finos. Esta clasificación puede ser útil para futuras aplicaciones industriales y de investigación, ya que el tamaño del gránulo puede influir en las propiedades funcionales del almidón. Además, la comparación con los datos de **Quiroga (2009)** sugiere que algunos ecotipos pueden tener gránulos de almidón más grandes de lo previamente reportado, lo que podría tener implicaciones en su uso y procesamiento.

6.2.2. Caracterización química

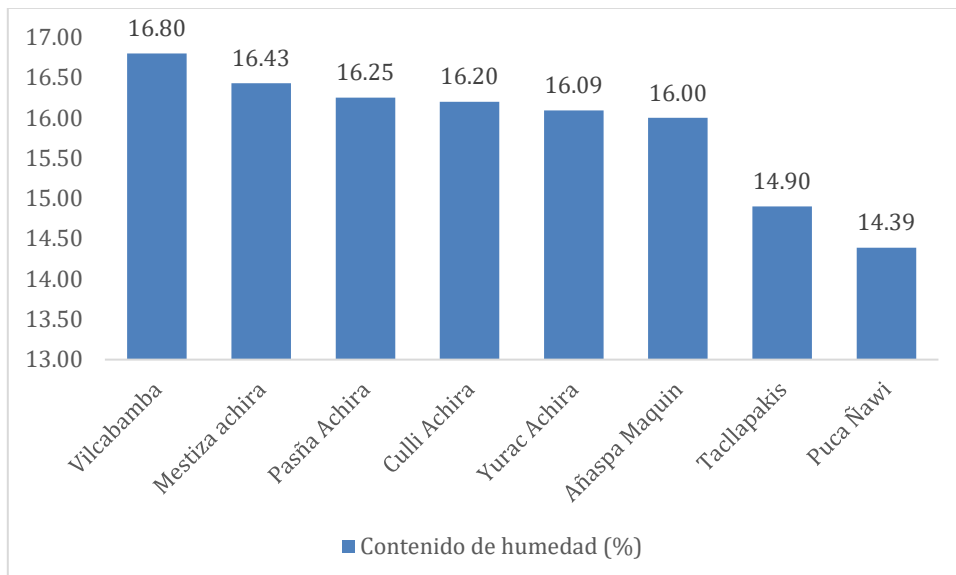
6.2.2.1. Determinación de contenido de humedad

El contenido de humedad de los ocho ecotipos fue el siguiente: Mestiza Chira, 16,43%; Pucañawi, 14,39%; Culli Achira, 16,20%; Tacllapakis, 14,90%; Yurac Achira, 16,09%; Vilcabamba, 16,80%; Pasña Achira, 16,25%; y Añaspa Maquin, 16,00%. Los datos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 06. Resultados de determinación de contenido de humedad de almidón de Achira por Ecotipos.

N°	Ecotipo	Humedad (%)
1	Mestiza achira	16,43
2	Pucañawi	14,39
3	Culli Achira	16,20
4	Tacllapakis	14,90
5	Yurac Achira	16,09
6	Vilcabamba	16,80
7	Pasña Achira	16,25
8	Añaspa Maquin	16,00

Gráfico N° 02. Contenido de humedad por ecotipos.



Los datos de humedad de las variedades de achira mostraron que todas superaron el límite máximo permitido por la norma, que era 14%, lo que sugirió que el secado de las muestras no fue adecuado, probablemente debido a métodos rudimentarios. La variedad Vilcabamba tuvo el porcentaje de humedad más alto con 16.80%, seguida por la Mestiza achira (16.43%) y la Pasña achira (16.25%). Estas cifras indicaron que el secado de estas variedades no fue lo suficientemente efectivo, ya que los métodos tradicionales de secado no lograron eliminar toda la humedad residual.

Las variedades Culli achira (16.20%) y Yurac achira (16.09%) también superaron el límite, mientras que Añaspa maquin (16.00%) y Tacllapakis (14.90%) presentaron porcentajes cercanos al límite, pero aún por encima del estándar. Solo Pucañawi, con un 14.39%, se acercó al límite máximo, pero también lo excedió ligeramente.

En conclusión, todas las variedades presentaron niveles de humedad superiores a los permitidos, superando el límite máximo de 14% establecido por la norma NTP-205.037:1975 (Revisada en 2011). Esta discrepancia puede atribuirse a varios factores relacionados con el método de secado utilizado y las características higroscópicas del almidón de achira.

En primer lugar, el secado del almidón se realizó de manera rudimentaria, utilizando la exposición al sol en lugar de hornos de secado controlados. Este método, aunque tradicional, no permite un control preciso de las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad relativa, lo que puede resultar en una variabilidad en el contenido de humedad final del producto. La exposición al sol puede ser insuficiente para eliminar completamente la humedad, especialmente en condiciones de alta humedad ambiental.

Además, el almidón de achira es conocido por su capacidad para absorber humedad del ambiente debido a su naturaleza higroscópica. Esta propiedad puede haber contribuido a los niveles elevados de humedad observados en las muestras, ya que el almidón puede haber absorbido humedad adicional durante el proceso de secado o almacenamiento.

Es importante considerar que el uso de métodos de secado más avanzados, como hornos de secado con control de temperatura y humedad, podría ayudar a alcanzar niveles de humedad más consistentes y dentro de los límites establecidos por la norma. Sin embargo, la implementación de estos métodos puede no ser siempre factible en contextos donde se utilizan Técnicas tradicionales de procesamiento.

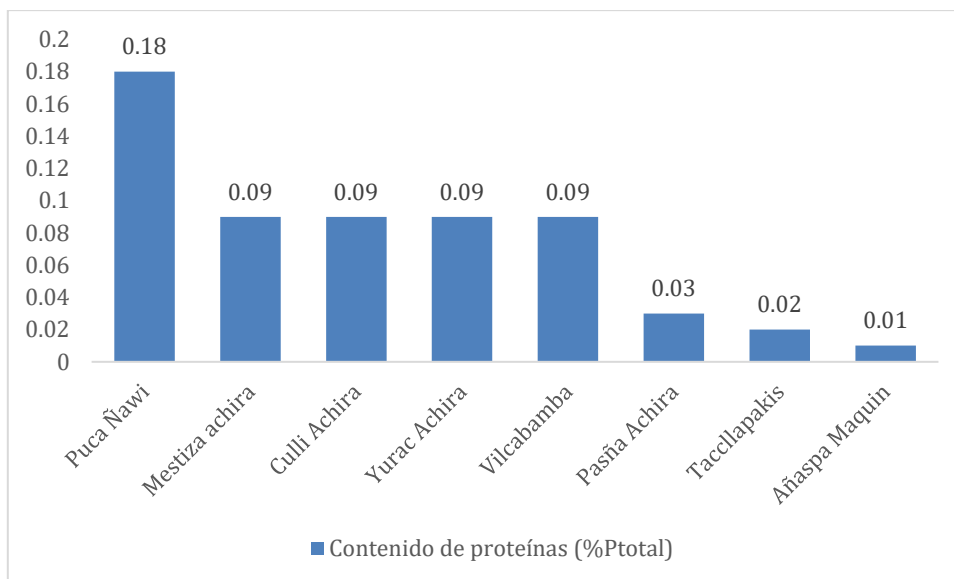
6.2.2.2. Determinación del contenido de proteínas

Los resultados del contenido de proteínas del almidón de achira son los siguientes: Mestiza Chira, 0.09%; Pucañawi, 0,18%; Culli Achira, 0,09%; Tacllapakis, 0,02%; Yurac Achira, 0,09; Vilcabamba, 0,09%; Pasña Achira, 0,03%; y Añaspa Maquin, 0,01%. Los datos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 07. Resultados de determinación de contenido de proteínas de almidón de achira por ecotipos.

N°	Ecotipo	Proteínas (%Ptotal)	gr de Proteínas por cada 100gr de almidón
1	Mestiza achira	0,09	0,09
2	Pucañawi	0,18	0,18
3	Culli Achira	0,09	0,09
4	Tacllapakis	0,02	0,02
5	Yurac Achira	0,09	0,09
6	Vilcabamba	0,09	0,09
7	Pasña Achira	0,03	0,03
8	Añaspa Maquin	0,01	0,01

Gráfico N° 03. Contenido de proteína por ecotipos



Los datos proporcionados sobre el contenido proteico de las diferentes variedades de achira muestran una variabilidad significativa, que puede reflejar diferencias genéticas y de manejo en el cultivo. En términos de contenido de proteínas, la variedad Pucañawi presentó el porcentaje más alto con 0.18%, seguida de cerca por la Pasña achira con 0.03%, y las variedades Mestiza achira, Vilcabamba, Culli achira, y Yurac achira, todas con 0.09%. Por debajo de estas, las variedades Tacllapakis (0.02%) y Añaspa maquin (0.01%) mostraron los contenidos proteicos más bajos.

Comparando estos resultados con los obtenidos en la investigación de Jaramillo, que reportó un rango de 0.18 a 0.71 gramos de proteínas por 100 gramos de achira, las variedades estudiadas presentan un contenido proteico relativamente bajo, especialmente en aquellas con valores cercanos a 0.01% y 0.02%, lo que indica que podrían no cumplir con el potencial máximo reportado en estudios previos.

Este bajo contenido proteico puede ser atribuible a prácticas de manejo agrícola, condiciones de cultivo o características genéticas de las variedades analizadas. En resumen, la mayoría de las muestras presentaron valores de proteína más bajos que los reportados por Jaramillo, en la investigación de **Jaramillo, L. (2013)** titulada “Obtención de almidones modificados de achira (*Canna edulis* ker.) y caracterización de sus propiedades de interés en la industria de alimentos” muestra como resultado que el almidón de achira contiene 0.18 a 0.71 gramos por cada 100 gramo de almidón.

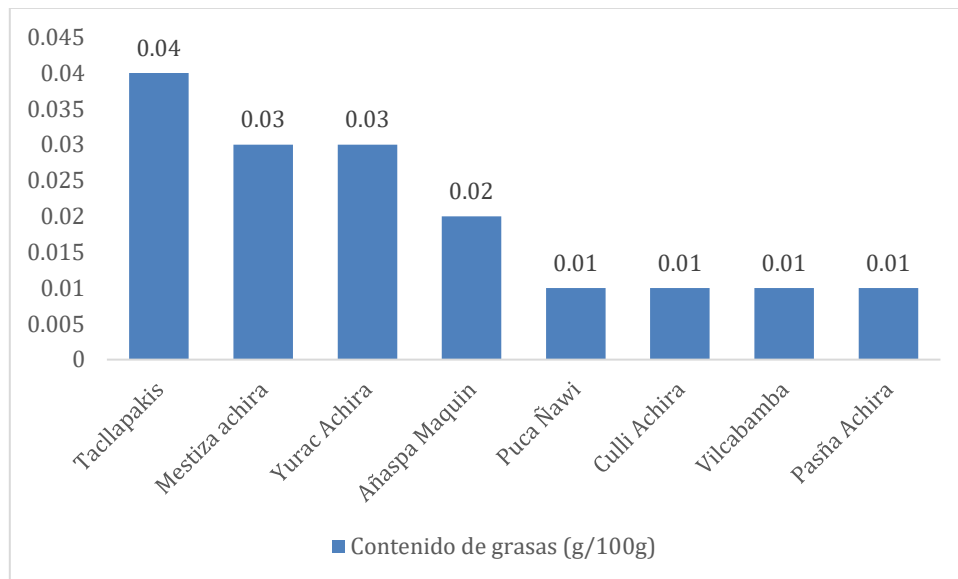
6.2.2.3. Determinación del contenido de grasas

Los resultados del contenido de grasa del almidón de achira son los siguientes: Mestiza Chira, 0.03 g/100g; Pucañawi, 0,01 g/100g; Culli Achira, 0,01 g/100g; Tacllapakis, 0,04 g/100g; Yurac Achira, 0,03 g/100g; Vilcabamba, 0,01 g/100g; Pasña Achira, 0,01 g/100g; y Añaspa Maquin, 0,02 g/100g. Los datos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 08. Resultados de determinación de contenido de grasas de almidón de Achira por Ecotipos.

N°	Ecotipo	Grasas (g/100g)
1	Mestiza achira	0,03
2	Pucañawi	0,01
3	Culli Achira	0,01
4	Tacllapakis	0,04
5	Yurac Achira	0,03
6	Vilcabamba	0,01
7	Pasña Achira	0,01
8	Añaspa Maquin	0,02

Gráfico N° 04. Contenido de grasas por ecotipos



Los datos sobre el contenido de grasa de las diversas variedades de achira revelan una variabilidad significativa en sus composiciones. La variedad Tacllapakis presentó el mayor contenido graso, con 0.04 gramos por 100 gramos de producto. A continuación, las variedades Mestiza achira y Yurac achira registraron 0.03 gramos de grasa, mientras que Añaspa maquin mostró 0.02 gramos. Las variedades Pasña achira, Pucañawi, Vilcabamba y Culli achira fueron las que reportaron los valores más bajos, con 0.01 gramos cada una.

Las variedades con 0.01 gramos de grasa se encuentran por debajo del mínimo reportado por Jaramillo, lo que sugiere que el contenido graso en este análisis es significativamente menor en comparación con los resultados previos.

Esta diferencia podría explicarse por diversos factores, como las condiciones climáticas, las prácticas de manejo agrícola, o las características genéticas propias de cada variedad de achira.. Estos resultados son ligeramente inferiores a los reportados por Jaramillo, L (2013) en Colombia, quien encontró un rango de 0,048 g/100g a 0,09 g/100g de grasa en el almidón de achira. La diferencia en los valores podría atribuirse a variaciones en las condiciones de cultivo, métodos de extracción y análisis, o diferencias en las muestras utilizadas.

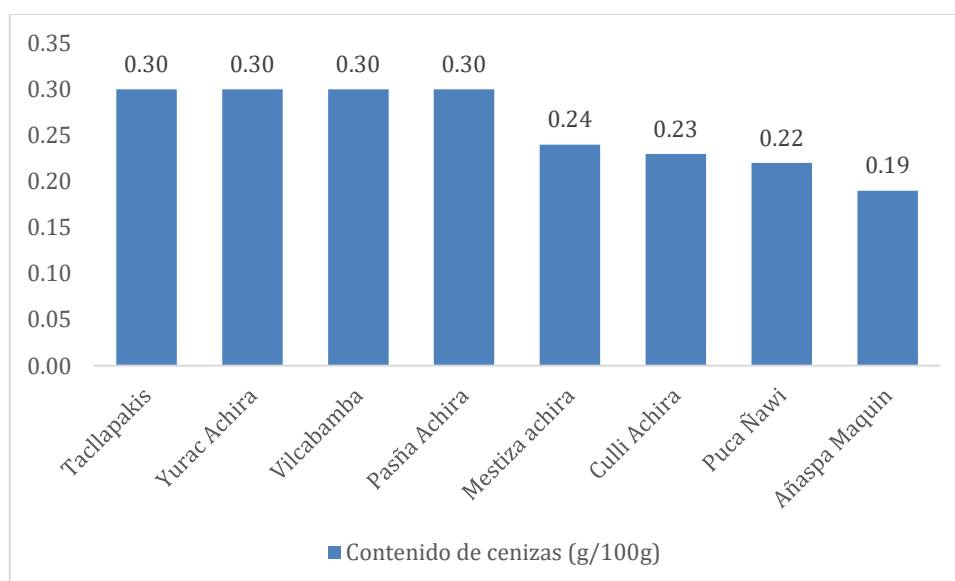
6.2.2.4. Determinación del contenido de ceniza

Los resultados del contenido de Cenizas del almidón de achira son los siguientes: Mestiza Chira, 0.24 g/100g; Pucañawi, 0,22 g/100g; Culli Achira, 0,23 g/100g; Tacllapakis, 0,30 g/100g; Yurac Achira, 0,30 g/100g; Vilcabamba, 0,30 g/100g; Pasña Achira, 0,30 g/100g; y Añaspa Maquin, 0,19g/100g. Los datos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 09. Resultados de determinación de contenido de cenizas de almidón de achira por ecotipos.

N°	Ecotipo	Cenizas (g/100g)
1	Mestiza achira	0,24
2	Pucañawi	0,22
3	Culli Achira	0,23
4	Tacllapakis	0,30
5	Yurac Achira	0,30
6	Vilcabamba	0,30
7	Pasña Achira	0,30
8	Añaspa Maquin	0,19

Gráfico N° 05. Contenido de ceniza por ecotipos



Los datos proporcionados sobre el contenido de ceniza de las diferentes variedades de achira muestran variabilidad en sus composiciones. Las variedades con el mayor contenido de ceniza fueron Pasña achira, Vilcabamba, Tacllapakis, y Yurac achira,

todas con 0.30 gramos por 100 gramos de producto. A continuación, se encuentran las variedades Mestiza achira con 0.24 gramos, Culli achira con 0.23 gramos, y Pucañawi con 0.22 gramos. Finalmente, la variedad Añaspa maquin presentó el contenido de ceniza más bajo con 0.19 gramos.

Estos resultados son consistentes con los reportados por Jaramillo, L (2013) en su investigación en Colombia, donde se encontró un rango de 0,17 g/100g a 0,4 g/100g de cenizas en el almidón de achira., se observa que los valores obtenidos en este estudio se sitúan dentro del rango reportado. Las variedades con 0.30 gramos de ceniza se acercan al límite superior del rango, mientras que las variedades con 0.19 gramos se encuentran cerca del límite inferior. Esto indica que, en general, el contenido de ceniza de las muestras estudiadas se mantuvo dentro de los estándares observados en investigaciones previas, lo que sugiere una composición mineral similar a la reportada en estudios anteriores.

La ligera variación en los valores podría deberse a diferencias en las condiciones de cultivo, métodos de extracción y análisis, o diferencias en las muestras utilizadas.

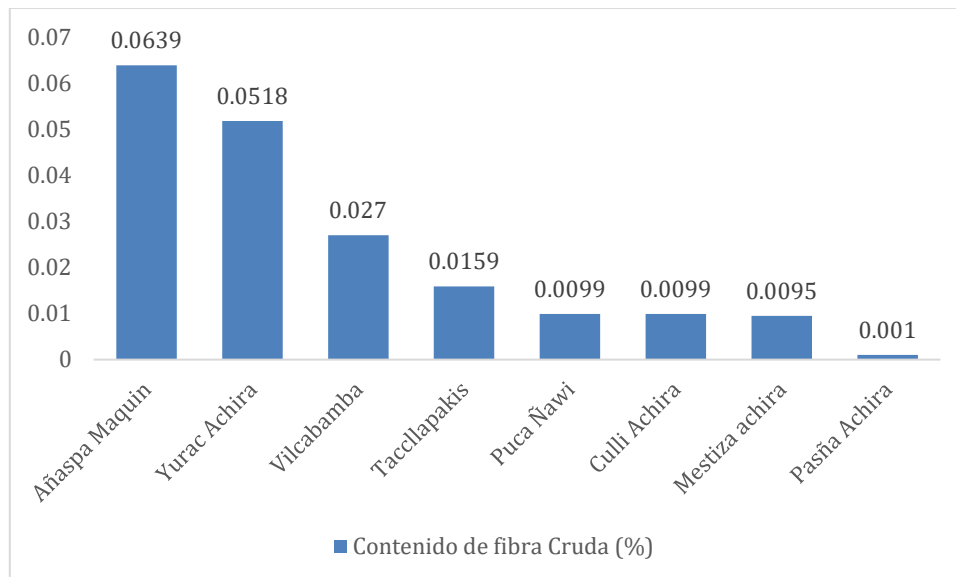
6.2.2.5. Determinación del contenido de fibra cruda

Los resultados del contenido de Fibra cruda del almidón de achira son los siguientes: Mestiza Chira, 0.0095%; Pucañawi, 0,0099%; Culli Achira, 0,0099%; Tacllapakis, 0,0159%; Yurac Achira, 0,0518%; Vilcabamba, 0,027%; Pasña Achira, 0,001%; y Añaspa Maquin, 0,0639%. Los datos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 10. Resultados de determinación de contenido de Fibra cruda de almidón de Achira por Ecotipos.

N°	Ecotipo	Fibra Cruda (%)
1	Mestiza achira	0,0095
2	Pucañawi	0,0099
3	Culli Achira	0,0099
4	Tacllapakis	0,0159
5	Yurac Achira	0,0518
6	Vilcabamba	0,027
7	Pasña Achira	0,001
8	Añaspa Maquin	0,0639

Gráfico N° 06. Contenido de fibra cruda por ecotipos



Los datos de fibra cruda en las diferentes variedades de achira mostraron una variabilidad considerable en sus contenidos. La variedad Añaspa maquin presentó el mayor contenido de fibra cruda con 0.0639%, seguida de Yurac achira con 0.0518%. Luego, Vilcabamba mostró 0.027%, y Tacclapakis registró 0.0159%. Las variedades Pucañawi y Culli achira tuvieron un contenido similar de 0.0099%, mientras que Mestiza achira presentó 0.0095%. Finalmente, Pasña achira fue la que mostró el menor contenido de fibra cruda, con solo 0.001%.

Estos resultados son superiores a los reportados por Jaramillo, L (2013) en su investigación en Colombia, donde se encontró un rango de 0,0023% a 0,0053% de fibra cruda en el almidón de achira, se observa que la mayoría de las variedades en este estudio presentaron niveles de fibra cruda mucho más altos que los valores reportados por Jaramillo, especialmente las variedades Añaspa maquin y Yurac achira, que excedieron ampliamente el rango máximo. Este incremento podría ser resultado de factores como las condiciones de cultivo, el tipo de manejo agrícola o las características genéticas específicas de estas variedades, lo que sugiere diferencias notables en su composición respecto a estudios previos.

. La diferencia en los valores podría deberse a variaciones en las condiciones de cultivo, métodos de extracción y análisis, o diferencias en las muestras utilizadas.

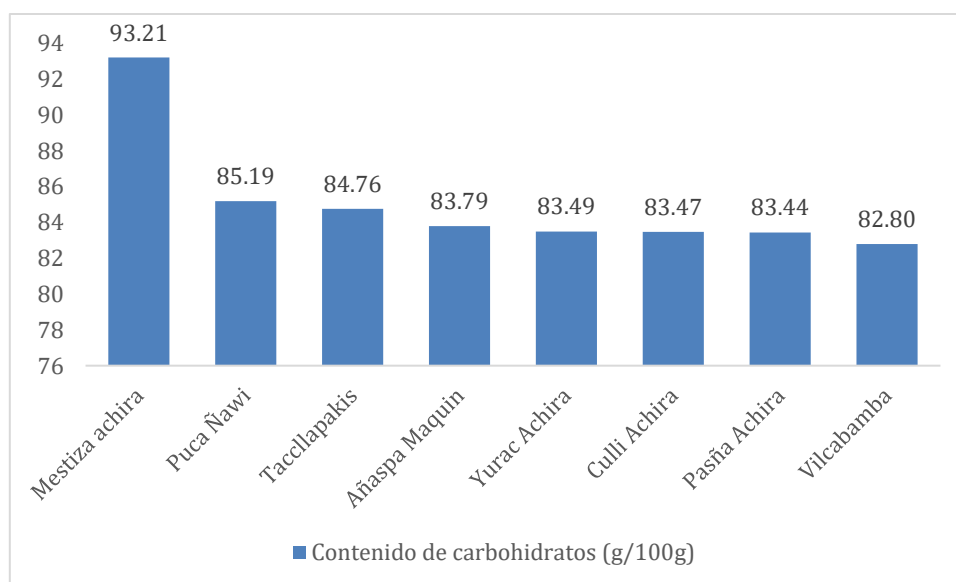
6.2.2.6. Determinación del contenido de carbohidratos

Los resultados del contenido de Fibra cruda del almidón de achira son los siguientes: Mestiza Chira, 93,21 g/100g; Pucañawi, 85,19 g/100g; Culli Achira, 83,47 g/100g Tacllapakis, 84,76 g/100g; Yurac Achira, 83,49 g/100g; Vilcabamba, 82,80 g/100g; Pasña Achira, 83,44 g/100g; y Añaspa Maquin, 83,79 g/100g. Los datos se muestran en el siguiente cuadro

Cuadro N° 11. Resultados de determinación de contenido de carbohidratos de almidón de achira por ecotipos.

N°	Ecotipo	Carbohidratos (g/100g)
1	Mestiza achira	93,21
2	Pucañawi	85,19
3	Culli Achira	83,47
4	Tacllapakis	84,76
5	Yurac Achira	83,49
6	Vilcabamba	82,80
7	Pasña Achira	83,44
8	Añaspa Maquin	83,79

Gráfico N° 07. Contenido de carbohidratos por ecotipos



Los datos de carbohidratos en las diferentes variedades de achira muestran una distribución relativamente homogénea, con valores que varían entre 82.80 gramos y 93.21 gramos por 100 gramos de producto. La variedad Mestiza achira presentó el mayor contenido de carbohidratos con 93.21 gramos, seguida de cerca por Pucañawi con 85.19 gramos, Tacllapakis con 84.76 gramos, y Añaspa maquin con 83.79 gramos. Las variedades Culli achira con 83.47 gramos, Yurac achira con 83.49 gramos, y Pasña achira con 83.44 gramos también mostraron valores cercanos, mientras que Vilcabamba presentó el contenido más bajo con 82.80 gramos.

Al comparar estos resultados con la investigación de Jaramillo, que reportó un contenido de carbohidratos de 94%, se observa que las muestras estudiadas tienen un contenido de carbohidratos considerablemente inferior. Ninguna de las variedades alcanzó el valor de 94% reportado por Jaramillo, lo que sugiere que, aunque el contenido de carbohidratos de estas variedades es alto, existen diferencias debido a factores como las condiciones de cultivo, las prácticas agrícolas y las características genéticas de las variedades. Esto refleja variabilidad en la composición de carbohidratos entre las muestras y las investigaciones previas.. La ligera variación en los valores podría deberse a las diferentes características agroclimáticas del centro agronómico K'ayra, características genéticas del cultivo, métodos de extracción y análisis, o diferencias en las muestras utilizadas.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

El ecotipo de achira con mayor rendimiento de almidón fue Pasña Achira, obteniendo 4,28 kg de almidón por cada 100 kg de rizoma, seguido por Mestiza Achira con 4,03 kg. Los ecotipos Pucañawi y Vilcabamba produjeron 3,73 kg y 3,66 kg, respectivamente, al igual que Culli Achira y Tacllapakis obtuvieron 2,8 kg y 2,41 kg. Los ecotipos con menor rendimiento fueron Yurac Achira y Añaspa Maquin, con 1,26 kg de almidón.

En cuanto a la forma y tamaño de los gránulos de almidón, se encontraron diferencias significativas entre los ecotipos. Mestiza Achira tiene gránulos redondeados de 75 μ m y 25 μ m, considerados almidón fino. Pucañawi y Añaspa Maquin tienen gránulos ovalados de 106 μ m a 75 μ m, considerados almidón grueso. Yurac Achira y Vilcabamba tienen gránulos ovalados de 75 μ m a 25 μ m, considerados almidón fino. Culli Achira, Pasña Achira tienen gránulos lanceolados de 75 μ m a 25 μ m, también considerados almidón fino. Y Tacllapakis tiene gránulos gruesos lanceolados de 106 μ m a 75 μ m de tamaño.

Las características cualitativas de los rizomas no son directamente proporcionales al rendimiento y características morfológicas del almidón, sino que dependen de las características intrínsecas de cada ecotipo.

En cuanto a las características químicas, Vilcabamba tuvo el mayor contenido de humedad (16,80%) y Pucañawi el menor (14,39%). Todos los ecotipos superaron el límite máximo de humedad del 14% establecido por la norma NTP-205.037:1975. Pucañawi tuvo el mayor contenido de proteínas (0,18%) y Añaspa Maquin el menor (0,01%). Tacllapakis tuvo el mayor contenido de grasa (0,04 g/100 g) y Pasña Achira el menor (0,01 g/100 g). Tacllapakis, Yurac Achira, Vilcabamba y Pasña Achira tuvieron el mayor contenido de ceniza (0,30 g/100 g) y Añaspa Maquin el menor (0,19 g/100 g). Añaspa Maquin tuvo el mayor contenido de fibra cruda (0,0639 g/100 g) y Pasña Achira el menor (0,001 g/100 g). Mestiza Achira tuvo el mayor contenido de carbohidratos (93,21%) y Vilcabamba el menor (82,80%).

7.1. Sugerencias

- Mediante trabajo de investigación se sugiere utilizar otras herramientas para extracción de almidón de achira.
- Mediante trabajo de tesis se recomienda explorar métodos de secado más controlados y evaluar el impacto de condiciones ambientales en el contenido de humedad del almidón de achira.
- Mediante trabajo de investigación se recomienda realizar investigaciones para determinar propiedades de empaste, propiedades viscoelásticas y palatabilidad del almidón de achira.
- Mediante tesis determinar plagas y enfermedades en el cultivo de achira.
- Mediante trabajos de investigación realizar análisis bromatológicos del rizoma de achira

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aldaz, F. (2011). *Elaboracion de pan a partir de la mezcla de cinco niveles de harina de trigo (*Triticum vulgare*) y harina de papa china (*Colocasia esculenta*) para mejorar su valor nutricional, en la Universidad Estatal de Bolivar*. Universidad Estatal de Bolivar. Guaranda. Ecuador.
- Álvarez-Calatayud, G., Guarnier, F., Requena, T., & Marcos, A. (2018). Dieta y microbiota. Impacto en la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 35(6 Extra), 11–15.
- Anzaldúa, A. (2004). *Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia S.A.C. Zaragoza. España.
- Aristizábal, J., Sánchez, T. & Mejía (2007). *Guía Técnica para producción y análisis del almidón de yuca*. FAO. Roma. Italia.
- Bohórquez Pérez, Y., Bonilla Garzón, M. A., Pérez Leal, I. C., Quintero Vásquez, S. T., & Vargas Vargas, J. (2017). *Caracterización y potencial uso de la raíz achira (*Canna Edulis Ker*)*. Revista Vía Innova. Colombia.
- Cabrera, S. Irigaray, R; Miguez, D. (2010). *Estudio comparativo de la determinación del tamaño de partícula por dos métodos: tamizado en seco y difracción laser*. INNOTECH. Montevideo. Uruguay.
- Caicedo, G. (2004). *El cultivo de achira: Alternativa de producción para el pequeño productor*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. Colombia.
- Caicedo, G., Rozo, L., & Rengijo, G. (2003). *La Achira: Alternativa agroindustrial para áreas de economía campesina*. Produmedios. Colombia.
- Calapi, M. (2010). *Estudio de la factibilidad para la creación de una microempresa productora y comercializadora de harina de achira para la ciudad de Quito*. Universidad Politécnica Salesiana. Quito. Ecuador.

- Carrasco, M. A. (2018). *Extracción de almidón de guineo (Musa sp.) por vía húmeda* [Tesis de licenciatura, Universidad XYZ]. En Urquiza, P. (2020). *Procesos de obtención de almidón vegetal* (p. 45–46). Editorial ABC.
- Chafla, A (2014). *Utilización de tres niveles de harina de Achira (Canna edulis Ker.) en la alimentación de pollos Broiler*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Puyo. Ecuador.
- Chafla A. (2022). *Nombres comunes, etimología y concepto*. Imprenta de Gabriel Alhambra. Madrid. España.
- De Alba García, J., & Rocha Salcedo, A. (2012). *Evolución del consumo de carbohidratos y sus efectos sobre la salud pública*. Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
- FAO. (1995). *Codex Standard 152-1985: Norma del codex para la harina de trigo*. FAO. Reino Unido.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO expert consultation* (FAO Food and Nutrition Paper No. 92). Roma, Italia: FAO.
- Federacion de Asociaciones de Celiacos de España. (2024). *9 cereales que podemos consumir las personas celiacas*. FACE. España.
- Estrada Rivera, K. D. (2020). *Producción y obtención de almidón de achira Canna edulis con fines comerciales en el municipio de Algeciras Huila fines comerciales en el municipio de Algeciras Huila*. Universidad de La Salle. Bogotá. Colombia.
- Garcia, H. (1998). *Producción y extracción del almidon de achira en Colombia*. Programa nacional de maquinaria y poscosecha. Colombia.
- Guerrero, G. (2011). *Productos enriquecidos en fibra como ingrediente funcional*. San Juan. Puerto Rico.
- Hurtado, J. (2009). *Animales y Plantas del Perú PLAAAN*. Blogspot. Lima. Perú.

- Idrovo, W. (2010). *Estudio de la factibilidad para la producción y comercialización de harina de achira (Canna edulis) en el cantón de Loja*. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1991). *Norma Técnica Colombiana (NTC 32), Tejido de alambre y tamices para propósitos de ensayo*. Bogotá. Colombia.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Guayaquil. (1999). *Informe anual 1999*. INIAP. Ecuador.
- Instituto Nacional de Calidad Peru (INACAL). (2011). *NTP 205.037:1975 (Revisada el 2011) Harinas. Determinación del contenido de humedad*. INACAL. Peru.
- Instituto Nacional de Calidad Peru (INACAL). (2018). *NTP 209.262 (2018) Alimentos cocidos de reconstitución instantánea punto determinación de proteína. Método Kjeldahl*. INACAL. Peru.
- Instituto Nacional de Calidad Peru (INACAL). (2018). *NTP 209.263 (2018) Alimentos cocidos de reconstitución instantánea punto determinación de grasa. Método gravimétrico*. INACAL. Peru.
- Instituto Nacional de Calidad Peru (INACAL). (2018). *NTP 209.265 (2018) Alimentos cocidos de reconstitución instantánea punto determinación de cenizas. Método gravimétrico*. INACAL. Peru.
- Instituto Nacional de Calidad Peru (INACAL). (2011). *NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011) Cereales y menestras determinación de la fibra cruda*. INACAL. Peru.
- ISO, Organización Internacional de Normalización. (1988). *Test sieving-Part 1: Methods using test sieves of woven wire cloth and perforated metal plate*.
- Jaramillo Montenegro, L. (2013). *Obtención de almidones modificados de achira (Canna edulis ker) y caracterización de sus propiedades de interés en la industria de alimentos*. Universidad del Valle. Cali. Colombia.

- Jiménez Aguilar, C., Lizárraga Valencia, L., Pacheco Farfán, D., Lizárraga Farfán, A., & Mamani Saire, J. (2022). *Colección y conservación de germoplasma de Achira (Cana edulis Ker.) en el centro agronomico Kayra*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Cusco. Perú.
- Larrotta, C. (2000). *Observaciones etnobotánicas sobre algunas especies utilizadas en la comunidad indígena de Andoque*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Latchman, R. (2019). *La agricultura precolombina en Chile y los países vecinos*. Universidad de Chile. Chile.
- Lobo, M., Medina, C., Grisales, J., Yepes, A., & Alvarez, J. (2017). *Caracterización y evaluación morfológicas de la colección colombiana de achira*. CORPOICA. Mosquera. Colombia.
- Márquez, B. M. (2014). *Cenizas y grasas* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
- Medina, J. A. (2006) *Caracterización morfológica del granulo de almidón nativo: Apariencia, forma, tamaño y su distribución*. Universidad de Los Andes. Bogotá. Colombia.
- Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales. (2016). *Norma de calidad para las harinas, las sémolas y otros productos de la molienda de los cereales*. BOE. España.
- Miranda, A., Plascencia Jorquera, A., & D Mendoza, G. (2017). *Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Montaldo, A. (2007). *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales*. Universidad de Venezuela. Maracaibo. Venezuela.
- Morales, R. (1969). *El almidón de achira*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

- Morales, R. (2009). *Características físicas, químicas y organolépticas del almidón de Achira*. Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. Bogotá. Colombia.
- National Institutes of Health. (2024). *Understanding proteins: The workhorses of the cell*. NIH Common Fund – Illuminating the Druggable Genome (IDG) Program. Estados Unidos: U.S. Department of Health and Human Services.
- Navas, B. (2017). *Tecnología de cereales y oleaginosas: molienda de vía seca* [Material de curso]. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería.
- Nizama Nole, Wilson Raul. (2021). *Técnicas de extracción de almidón de frutas y residuos vegetales*. Universidad Nacional De Frontera. Sullana. Perú.
- Obando, C. J. A., & Mielles, C. J. L. C. (2017). *El rendimiento académico: aproximación necesaria a un problema pedagógico actual*. Revista Conrado. Cuba.
- Pena, K. (2022, noviembre 16). *La importancia del control de calidad en harinas*. Rincón Molinero. Granotec Argentina. Recuperado de Granotec Argentina
- Quesada, D., & Gómez, G. (2019). *¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente*. Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo, 2(1), 79–86. San José, Costa Rica: Asociación Colombiana de Nutrición Clínica.
- Quicaña Avilés, Z. L. (2014). *Extracción y Caracterización del Almidón de Achira*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú.
- Raimundo, C. (2012). *Herbario Virtual de Banyeres de Mariola y Alicante*. Blogspot. España.
- Rivera, V., & Caguana Laguna, M. (2017). *Efecto de la achira (Canna edulis) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de nutrientes en cuyes (Cavia*

- porcellus*) en la etapa de engorde. Universidad Técnica de Ambato. Ambato. Ecuador.
- Rivera Pilatasig, J. H. (2006). *Extracción de almidón de achira (Canna Edulis.) y modificación por acetilación y doble derivatización*. Ambato, Ecuador.
- Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., & Arias, F. (2003). *El almidón de achira o sagú(Canna Edulis Ker)*. Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia. Boyaca. Colombia.
- Rodríguez Borray, G. A., García Bernal, H. R., Camacho Tamayo, J. H., Arias Guerrero, F. L., Rivera Varón, J., & de la Torre Duque, F. (2000). *Manual Técnico para su elaboración. La harina de Arracacha (Arracacia xanthorrhiza)*. CORPOICA. Colombia.
- Serrano, X., López, Y., & Saíenz, Z. (2006). *Importancia nutricional y farmacológica de los lípidos vegetales: isoprenoides y ácidos grasos esenciales*. En *Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal* (Vol. 37, N.º 4, pp. 47–62). Editorial Universitaria.
- Sociedad Médica Nacional del Ecuador. (2021). *Importancia de los carbohidratos en la alimentación humana*. Quito, Ecuador: SMNE.
- SENAHMI. (2017). *Tipos de climas*. SENAHMI. Perú.
- Torres Alberca, M. (2015). *Elaboración Y Evaluación Nutricional De Un Cupcake A Base De Harina De Achira (Canna_Edulis) Fortificado Con Harina De Garbanzo (Cicer Arietinum L) Y Papaya (Carica Papaya)*. Riobamba – Ecuador.
- Torres, A. (2021). *Las proteínas: moléculas fundamentales en la célula*. Riobamba, Ecuador: Editorial Científica.
- Tormo Molina, R. (2021). *Plantas y Hongos. Cannaceae (Zingiberales)*. Universidad de Extremadura. España.
- Turesson, G. (1931). *The geographical distribution of the alpine ecotype of some Eurasiatic plants*. Hereditas, 15(3), 329–346.

- Trujillo, Y. (2014). *Propuesta de asociación de un sistema productivo de aguacate (Persea americana) previamente establecido con un nuevo cultivar de achira (Canna edulis) en la inspección de San Adolfo Municipio de Acevedo departamento de Huila*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá. Colombia.
- Ugent, D., & Pozorski, T. (2008). *New evidence for ancient cultivation of canna edulis in Perú*. Economy botanical. New York. Estados Unidos.
- Valenzuela, B. A., & Ronco, M. A. M. (2004, noviembre). *Fitoesteroles y fitoestanoles: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular*. *Revista Chilena de Nutrición*, 31(supl. 1), 161–169.
- Velázquez, J. (2015). *Operaciones unitarias: molienda y tamizado*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente.
- Vietmeyer, N. (2016). *Los cultivos olvidados de los incas*. Blogspot. Bogotá. Colombia.
- Yacovieff, E., & Herrera, F. (2013). *El mundo vegetal de los antiguos peruanos*. Ministerio de Cultura Perú: Revista museo nacional. Lima. Perú.
- Yaruro Caceres, N. C. (2018). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, térmicas y microestructurales del almidón de Achira (Canna edulis)*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Yepez, L. (2011). *Influencia del almidón de achira (Canna edulis ker.) para elaboración de muffins adicionando leche (vaca, soya) y edulcorantes (azúcar, panela)*. Universidad Técnica del Norte. Imbabura. Ecuador.
- Zamudio, R., Pérez, M., & Gómez, L. (2002). *El papel de los ecotipos en la adaptación vegetal local*. *Revista de Ecología y Evolución*, 15(2), 123–135.

ANEXOS

ANALISIS DE LABORATORIO

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA: ANALISIS DE FORMA Y ESTRUCTURA



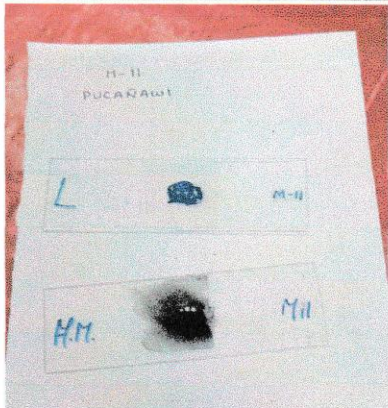
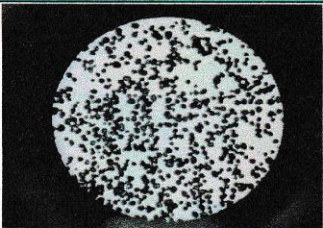
CL CUSCO MULTISERVICIOS S. R. L.

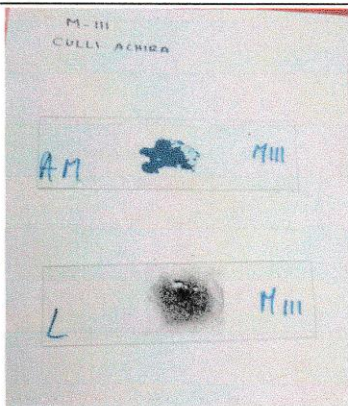
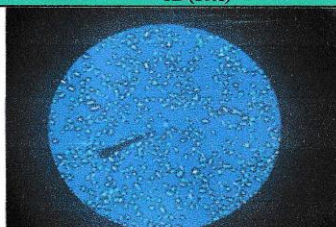
Área de estudios y proyectos

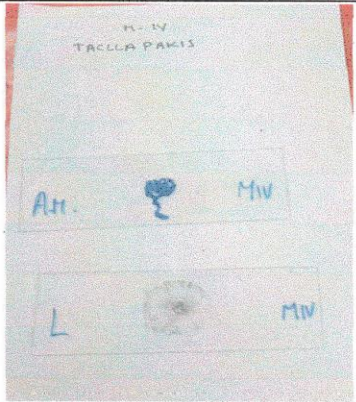
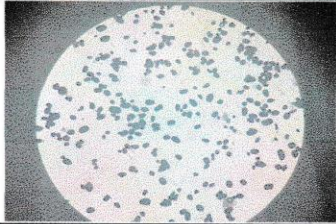
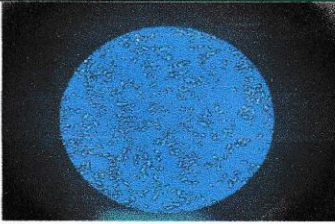
RUC: 20608984721

INFORME DE LABORATORIO		
TIPO DE ANÁLISIS: FORMA Y ESTRUCTURA		
DATOS DEL SOLICITANTE		
NOMBRE	CLARISSA CRUZ SALAS	
DNI	73899793	
FECHA	10/07/2024	
NOMBRE DEL PROYECTO	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K' AYRA - CUSCO.	
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA		COD M1-10-07-24
Se recepcionó una muestra de 20 gramos de almidón de color blanco obtenida de rizomas de Achira, por una proceso de extracción de molienda y método húmedo.		
EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO		
1. Cubre-objetos	4. Tips para dosificar	7. Lugol (1A)
2. Porta-objetos	5. Micropipeta	8. Azul de metileno (1B)
3. Aplicadores	6. Microscopio	
MÉTODO		
- Observación directa al microscopio con colorante lugol y azul de metileno con un aumento de 10X		
RESULTADOS DE LABORATORIO		
		Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructuras REDONDEADA REGULAR. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón. Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las PAREDES CELULARES EVIDENCIAS FISURAS probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales mostrando diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca. Conclusión: La muestra contiene una cantidad significativa de almidón, identificado por la reacción con Lugol y la observación de gránulos regulares redondeados bajo el microscopio. La tinción con azul de metileno ayudó a visualizar las estructuras celulares fragmentadas. La distribución de tamaños es heterogénea y puede influir en otras características de los almidones como: poder de hinchamiento, solubilidad y digestibilidad.
1A (10X)		1B (10X)
ANALISTA	Kercy Ferdinand Lopez Lenes	
HABILITACIÓN	CQFP: 17562	
OBSERVACIONES		FIRMA Y SELLO DEL ANALISTA
NINGUNA		

Prolongación Av. Antonio Lorena, Cusco, Cusco. Carretera Cusco - Abancay Km. 2.00
Santa Lucia B-5 (Paradero San Isidro) Of. 304 3er Piso - Cusco [Cel. 9356897389]

INFORME DE LABORATORIO		
TIPO DE ANÁLISIS: FORMA Y ESTRUCTURA		
DATOS DEL SOLICITANTE		
NOMBRE	CLARISSA CRUZ SALAS	
DNI	73899793	
FECHA	10/07/2024	
NOMBRE DEL PROYECTO	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDÓN DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K' AYRA – CUSCO.	
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA		COD M2-10-07-24
Se recepcionó una muestra de 20 gramos de almidón de color blanco obtenida de rizomas de Achira, por una proceso de extracción de molienda y método húmedo.		
EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO		
1. Cubre-objetos	4. Tips para dosificar	7. Lugol (1A)
2. Porta-objetos	5. Micropipeta	8. Azul de metileno (1B)
3. Aplicadores	6. Microscopio	
MÉTODO		
- Observación directa al microscopio con colorante lugol y azul de metileno con un aumento de 10X		
RESULTADOS DE LABORATORIO		
		Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructuras OVALADA REGULAR. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón. Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las gruesas paredes celulares color verde fosforescente que EVIDENCIAS FISURAS probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales mostrando diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca. Conclusión: La muestra contiene una cantidad significativa de almidón, identificado por la reacción con Lugol y la observación de gránulos regulares redondeados bajo el microscopio. La tinción con azul de metileno ayudó a visualizar las estructuras celulares fragmentadas. La distribución de tamaños es heterogénea y puede influir en otras características de los almidones como: poder de hinchamiento, solubilidad y digestibilidad.
1A (10X)		1B (10X)
		
ANALISTA	Kercy Ferdinand Lopez Lenes	
HABILITACIÓN	CQFP: 17562	
OBSERVACIONES		FIRMA Y SELLO DEL ANALISTA
NINGUNA		

INFORME DE LABORATORIO		
TIPO DE ANÁLISIS: FORMA Y ESTRUCTURA		
DATOS DEL SOLICITANTE		
NOMBRE	CLARISSA CRUZ SALAS	
DNI	73899793	
FECHA	10/07/2024	
NOMBRE DEL PROYECTO	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDÓN DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO.	
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA		COD M3-10-07-24
Se recepcionó una muestra de 20 gramos de almidón de color blanco obtenida de rizomas de Achira, por una proceso de extracción de molienda y método húmedo.		
EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO		
1. Cubre-objetos	4. Tips para dosificar	7. Lugol (1A)
2. Porta-objetos	5. Micropipeta	8. Azul de metileno (1B)
3. Aplicadores	6. Microscopio	
MÉTODO		
- Observación directa al microscopio con colorante lugol y azul de metileno con un aumento de 10X		
RESULTADOS DE LABORATORIO		
		Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructuras LANCEOLADA REGULAR. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón. Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las PAREDES CELULARES QUE NO PRESENTAN FISURAS; los núcleos de las células vegetales mostrando diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca. Conclusión: La muestra contiene una cantidad significativa de almidón, identificado por la reacción con Lugol y la observación de gránulos regulares redondeados bajo el microscopio. La tinción con azul de metileno ayudó a visualizar las estructuras celulares fragmentadas. La distribución de tamaños es heterogénea y puede influir en otras características de los almidones como: poder de hinchamiento, solubilidad y digestibilidad.
1A (10X)		1B (10X)
		
ANALISTA	Kercy Ferdinand Lopez Lenes	
HABILITACIÓN	CQFP: 17562	
OBSERVACIONES		FIRMA Y SELLO DEL ANALISTA
NINGUNA		 

INFORME DE LABORATORIO		
TIPO DE ANÁLISIS: FORMA Y ESTRUCTURA		
DATOS DEL SOLICITANTE		
NOMBRE	CLARISSA CRUZ SALAS	
DNI	73899793	
FECHA	10/07/2024	
NOMBRE DEL PROYECTO	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDÓN DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO.	
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA		COD M4-10-07-24
Se recepcionó una muestra de 20 gramos de almidón de color blanco obtenida de rizomas de Achira, por un proceso de extracción de molienda y método húmedo.		
EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO		
1. Cubre-objetos 2. Porta-objetos 3. Aplicadores 4. Tips para dosificar 5. Micropipeta 6. Microscopio 7. Lugol (1A) 8. Azul de metileno (1B)		
MÉTODO		
- Observación directa al microscopio con colorante lugol y azul de metileno con un aumento de 10X		
RESULTADOS DE LABORATORIO		
		Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructuras LANCEOLADA REGULAR. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón. Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las PAREDES CELULARES QUE NO PRESENTAN FISURAS; los núcleos de las células vegetales mostrando diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca. Conclusión: La muestra contiene una cantidad significativa de almidón, identificado por la reacción con Lugol y la observación de gránulos regulares redondeados bajo el microscopio. La tinción con azul de metileno ayudó a visualizar las estructuras celulares fragmentadas. La distribución de tamaños es heterogénea y puede influir en otras características de los almidones como: poder de hinchamiento, solubilidad y digestibilidad.
1A (10X)		1B (10X)
		
ANALISTA	Kercy Ferdinand Lopez Lenés	
HABILITACIÓN	CQFP: 17562	
OBSERVACIONES		FIRMA Y SELLO DEL ANALISTA
NINGUNA		

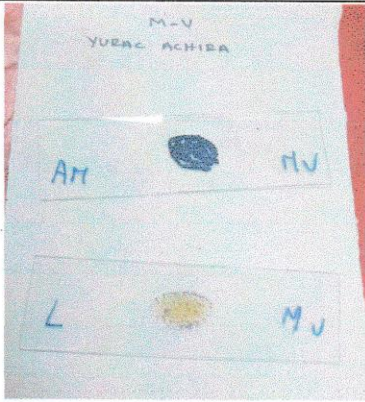
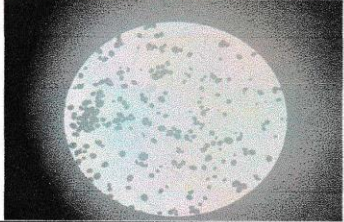
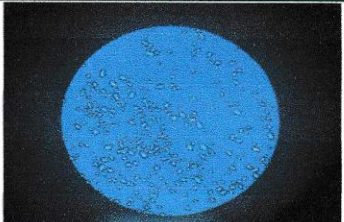


Análisis, Laboratorios y proyectos

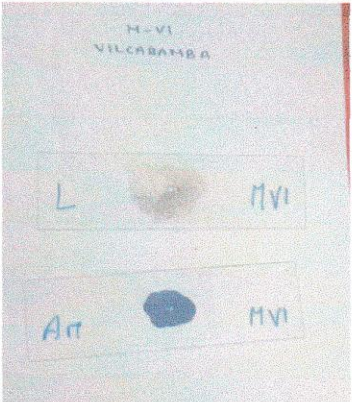
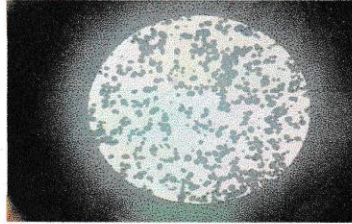
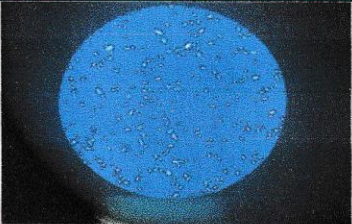
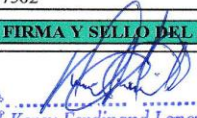
CL CUSCO MULTISERVICIOS S. R. L.

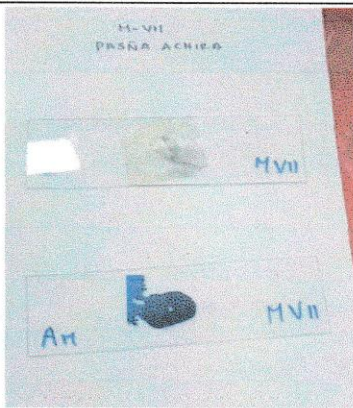
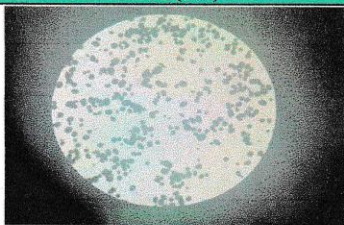
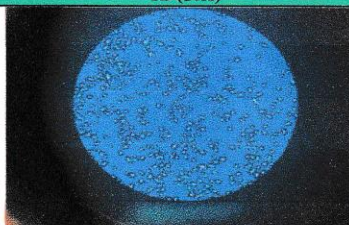
Área de estudios y proyectos

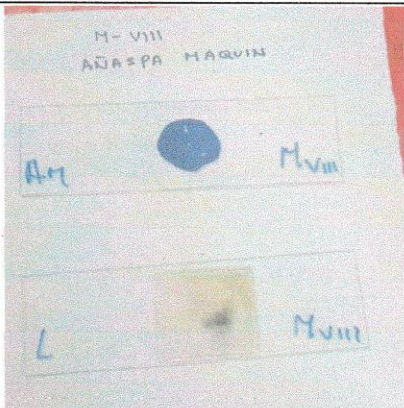
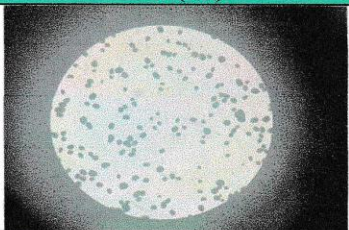
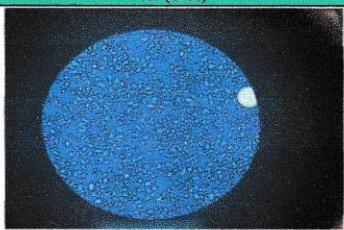
RUC: 20608984721

INFORME DE LABORATORIO		
TIPO DE ANÁLISIS: FORMA Y ESTRUCTURA		
DATOS DEL SOLICITANTE		
NOMBRE	CLARISSA CRUZ SALAS	
DNI	73899793	
FECHA	10/07/2024	
NOMBRE DEL PROYECTO	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDÓN DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO.	
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA		COD MS-10-07-24
Se recibió una muestra de 20 gramos de almidón de color blanco obtenida de rizomas de Achira, por un proceso de extracción de molienda y método húmedo.		
EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO		
1. Cubre-objetos	4. Tips para dosificar	7. Lugol (1A)
2. Porta-objetos	5. Micropipeta	8. Azul de metileno (1B)
3. Aplicadores	6. Microscopio	
MÉTODO		
- Observación directa al microscopio con colorante lugol y azul de metileno con un aumento de 10X		
RESULTADOS DE LABORATORIO		
		Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructuras OVALADA REGULAR. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón. Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las PAREDES CELULARES QUE EVIDENCIAN FISURAS probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales mostrando diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca. Conclusión: La muestra contiene una cantidad significativa de almidón, identificado por la reacción con Lugol y la observación de gránulos regulares redondeados bajo el microscopio. La tinción con azul de metileno ayudó a visualizar las estructuras celulares fragmentadas. La distribución de tamaños es heterogénea y puede influir en otras características de los almidones como: poder de hinchamiento, solubilidad y digestibilidad.
1A (10X)		1B (10X)
		
ANALISTA	Kercy Ferdinand Lopez Lenes	
HABILITACIÓN	CQFP: 17562	
OBSERVACIONES		FIRMA Y SELLO DEL ANALISTA
NINGUNA		 Kercy Ferdinand Lopez Lenes QUÍMICO FARMACÉUTICO C.Q.F.P. 17562

Prolongación Av. Antonio Lorena, Cusco, Cusco. Carretera Cusco - Abancay Km. 2.00
Santa Lucia B-5 (Paradero San Isidro) Of. 304 3er Piso - Cusco [Cel. 9356897389]

INFORME DE LABORATORIO		
TIPO DE ANALISIS: FORMA Y ESTRUCTURA		
DATOS DEL SOLICITANTE		
NOMBRE	CLARISSA CRUZ SALAS	
DNI	73899793	
FECHA	10/07/2024	
NOMBRE DEL PROYECTO	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO.	
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA		COD M6-10-07-24
Se recepcionó una muestra de 20 gramos de almidón de color blanco obtenida de rizomas de Achira, por una proceso de extracción de molienda y método húmedo.		
EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO		
1. Cubre-objetos	4. Tips para dosificar	7. Lugol (1A)
2. Porta-objetos	5. Micropipeta	8. Azul de metileno (1B)
3. Aplicadores	6. Microscopio	
MÉTODO		
- Observación directa al microscopio con colorante lugol y azul de metileno con un aumento de 10X		
RESULTADOS DE LABORATORIO		
		Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructuras OVALADA REGULAR. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón. Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las PAREDES CELULARES QUE EVIDENCIAN FISURAS probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales mostrando diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca. Conclusión: La muestra contiene una cantidad significativa de almidón, identificado por la reacción con Lugol y la observación de gránulos regulares redondeados bajo el microscopio. La tinción con azul de metileno ayudó a visualizar las estructuras celulares fragmentadas. La distribución de tamaños es heterogénea y puede influir en otras características de los almidones como: poder de hinchamiento, solubilidad y digestibilidad.
1A (10X)		1B (10X)
		
ANALISTA	Kercy Ferdinand Lopez Lenex	
HABILITACIÓN	CQFP: 17562	
OBSERVACIONES		FIRMA Y SELLO DEL ANALISTA
NINGUNA		  Kercy Ferdinand Lopez Lenex QUÍMICO FARMACÉUTICO C.Q.F.P. 17562

INFORME DE LABORATORIO		
TIPO DE ANÁLISIS: FORMA Y ESTRUCTURA		
DATOS DEL SOLICITANTE		
NOMBRE	CLARISSA CRUZ SALAS	
DNI	73899793	
FECHA	10/07/2024	
NOMBRE DEL PROYECTO	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K' AYRA – CUSCO.	
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA		COD M7-10-07-24
Se recepcionó una muestra de 20 gramos de almidón de color blanco obtenida de rizomas de Achira, por una proceso de extracción de molienda y método húmedo.		
EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO		
1. Cubre-objetos	4. Tips para dosificar	7. Lugol (1A)
2. Porta-objetos	5. Micropipeta	8. Azul de metileno (1B)
3. Aplicadores	6. Microscopio	
MÉTODO		
- Observación directa al microscopio con colorante lugol y azul de metileno con un aumento de 10X		
RESULTADOS DE LABORATORIO		
		Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructuras LANCEOLADA REGULAR. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón. Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las PAREDES CELULARES QUE EVIDENCIAN FISURAS probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales mostrando diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca. Conclusión: La muestra contiene una cantidad significativa de almidón, identificado por la reacción con Lugol y la observación de gránulos regulares redondeados bajo el microscopio. La tinción con azul de metileno ayudó a visualizar las estructuras celulares fragmentadas. La distribución de tamaños es heterogénea y puede influir en otras características de los almidones como: poder de hinchamiento, solubilidad y digestibilidad.
1A (10X)		1B (10X)
		
ANALISTA	Keray Ferdinand Lopez Lenes	
HABILITACIÓN	CQFP: 17562	
OBSERVACIONES		FIRMA Y SELLO DEL ANALISTA
NINGUNA		  Keray Ferdinand Lopez Lenes QUÍMICO FARMACÉUTICO C.Q.F.P. 17562

INFORME DE LABORATORIO		
TIPO DE ANÁLISIS: FORMA Y ESTRUCTURA		
DATOS DEL SOLICITANTE		
NOMBRE	CLARISSA CRUZ SALAS	
DNI	73899793	
FECHA	10/07/2024	
NOMBRE DEL PROYECTO	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K' AYRA - CUSCO.	
CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA		COD M8-10-07-24
Se recepcionó una muestra de 20 gramos de almidón de color blanco obtenida de rizomas de Achira, por una proceso de extracción de molienda y método húmedo.		
EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO		
1. Cubre-objetos	4. Tips para dosificar	7. Lugol (1A)
2. Porta-objetos	5. Micropipeta	8. Azul de metileno (1B)
3. Aplicadores	6. Microscopio	
MÉTODO		
- Observación directa al microscopio con colorante lugol y azul de metileno con un aumento de 10X		
RESULTADOS DE LABORATORIO		
		Forma del Almidón: Bajo el microscopio, los gránulos de almidón se observaron como estructuras OVALADA REGULAR. La tinción con Lugol reveló un color azul oscuro, confirmando la presencia de almidón. Estructura del Almidón: La tinción con azul de metileno permitió observar las PAREDES CELULARES QUE PRESENTAN FISURAS probablemente debido al proceso de extracción y; los núcleos de las células vegetales mostrando diferentes tonos de azul indicando la absorción de luz blanca. Conclusión: La muestra contiene una cantidad significativa de almidón, identificado por la reacción con Lugol y la observación de gránulos regulares redondeados bajo el microscopio. La tinción con azul de metileno ayudó a visualizar las estructuras celulares fragmentadas. La distribución de tamaños es heterogénea y puede influir en otras características de los almidones como: poder de hinchamiento, solubilidad y digestibilidad.
1A (10X)		1B (10X)
		
ANALISTA	Kercy Ferdinand Lopez Lenes	
HABILITACIÓN	CQFP: 17562	
OBSERVACIONES		FIRMA Y SELLO DEL ANALISTA
NINGUNA		

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA: TAMAÑO DE PARTICULA-

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
• RECTORADO	• CIUDAD UNIVERSITARIA	• LABORATORIO
Calle Tigre N° 127 Teléfono: 222271 224891Teléfono 232398	DECANATO -Av. De la cultura N° 733	Av. Universitaria s/n Laboratorio_ingcivil@hotmail.com

CONSTANCIA

NOSOTROS LOS TÉCNICOS DEL LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO.

HACEN CONSTAR: Que los bachilleres de la facultad de agronomía y zootecnia, **CLARISSA CRUZ SALAS**, con código de matrícula 151458 y **MABELIN NERY CCASA SUMALAVE**, con código de matrícula 150458, realizaron en este laboratorio los ensayos y análisis de GRANULOMETRIA, es decir el valor de retención en cada tamiz, lo mencionado corresponden a la tesis " **RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – CUSCO.**", utilizando los equipos de laboratorio de manera correcta según las normas y disposiciones sanitarias vigentes, los mismos que durante su permanencia en laboratorio demostraron responsabilidad y puntualidad en sus labores.

Se expide el documento a solicitud de los interesados para fines que vean conveniente.

Cusco, septiembre de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

[Firma]
Sr. Ing. Gregorio Flores Naivarés
RECIBE DE LOS SEÑORES TESISISTAS
DOCUMENTO CONFORME

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	
	INGENIERIA CIVIL Y AGRONOMIA	
	TESIS:	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO.
	HORA Y FECHA:	09:00 - 11:00 / 10 de Julio 2024
	DOCENTE:	CARLOS LOPEZ LENES

FORMATO DE LABORATORIO	
TEMA DE LABORATORIO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ALMIDÓN DE ACHIRA
NÚMERO DE MUESTRA	

ALUMNOS	ENTRADA	SALIDA	OBSERVACIONES
MABELIN NERY CCASA SUMALAVE	09:00	11:00	
CLARISSA CRUZ SALAS	09:00	11:00	

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

1. Tapa base	4. Balanza
2. Tamices (#40, #60, #80, #100, #140, #200)	5. Bowl para pesar
3. Brochas	

RESULTADOS DE LABORATORIO

TAMAÑO DE TAMIZ		M-I	PESO RETENIDO	%RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
#	µm	Mo						
		200.00						
40	425	53.62	53.62	26.81%	53.982	26.99%	26.99%	73.01%
60	250	61.83	8.21	4.11%	8.265	4.13%	31.12%	68.88%
80	180	64.84	3.01	1.51%	3.030	1.52%	32.64%	67.36%
100	150	67.64	2.80	1.40%	2.819	1.41%	34.05%	65.95%
140	106	75.50	7.86	3.93%	7.913	3.96%	38.00%	62.00%
200	75	99.68	24.18	12.09%	24.343	12.17%	50.18%	49.82%
Base	Base	198.65	98.97	49.49%	99.638	49.82%	100.00%	0.00%
			198.65	99.33%				
		PERDIDA	1.35	0.67%				

OBSERVACIONES	FIRMA DEL DOCENTE
	 Ing. Carlos Vidal López Lenes INGENIERO CIVIL CIP 290902

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA

10 JUL. 2024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

RECIBIDO: 

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	
	INGENIERIA CIVIL Y AGRONOMIA	
	TESIS:	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO.
	HORA Y FECHA:	09:00 - 11:00 / 10 de Julio 2024
	DOCENTE:	CARLOS LOPEZ LENES

FORMATO DE LABORATORIO	
TEMA DE LABORATORIO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ALMIDÓN DE ACHIRA
NÚMERO DE MUESTRA	

ALUMNOS	ENTRADA	SALIDA	OBSERVACIONES
MABELIN NERY CCASA SUMALAVE	09:00	11:00	
CLARISSA CRUZ SALAS	09:00	11:00	

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Tapa base | 4. Balanza |
| 2. Tamices (#40, #60, #80, #100, #140, #200) | 5. Bowl para pesar |
| 3. Brochas | |

RESULTADOS DE LABORATORIO

TAMAÑO DE TAMIZ		M-II	PESO RETENIDO	%RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
#	µm	Mo						
		200.00						
40	425	58.11	58.11	29.06%	58.502	29.25%	29.25%	70.75%
60	250	64.14	9.03	4.52%	9.091	4.55%	33.80%	66.20%
80	180	70.98	3.84	1.92%	3.866	1.93%	35.73%	64.27%
100	150	77.74	6.76	3.38%	6.806	3.40%	39.13%	60.87%
140	106	154.32	76.58	38.29%	77.097	38.55%	77.68%	22.32%
200	75	187.23	32.91	16.46%	33.132	16.57%	94.25%	5.75%
Base	Base	198.65	11.42	5.71%	11.497	5.75%	100.00%	0.00%
			198.65	99.33%				
		PERDIDA	1.35	0.67%				

OBSERVACIONES	FIRMA DEL DOCENTE
---------------	-------------------

	 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
--	---

Ing. Carlos Vidal López Lenes
 INGENIERO CIVIL
 CIP 290902

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
 ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

10 JUL. 2024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y MATERIALES

RECIBIDOR: 

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	
	INGENIERIA CIVIL Y AGRONOMIA	
	TESIS:	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y QUIMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONOMICO K'AYRA - CUSCO.
	HORA Y FECHA:	09:00 - 11:00 / 10 de Julio 2024
DOCENTE:		CARLOS LOPEZ LENES

FORMATO DE LABORATORIO	
TEMA DE LABORATORIO	ANALISIS GRANULOMETRICO DE ALMIDON DE ACHIRA
NÚMERO DE MUESTRA	

ALUMNOS	ENTRADA	SALIDA	OBSERVACIONES
MABELIN NERY CCASA SUMALAVE			
CLARISSA CRUZ SALAS			

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Tapa base | 4. Balanza |
| 2. Tamices (#40, #60, #80, #100, #140, #200) | 5. Bowl para pesar |
| 3. Brochas | |

RESULTADOS DE LABORATORIO

TAMAÑO DE TAMIZ		M. III	PESO RETENIDO	%RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
#	µm	Mo						
		200.00						
40	425	27.7	27.7	13.85%	27.877	13.94%	13.94%	86.06%
60	250	29.4	1.7	0.85%	1.711	0.86%	14.79%	85.21%
80	180	29.56	0.16	0.08%	0.161	0.08%	14.87%	85.13%
100	150	29.87	0.31	0.16%	0.312	0.16%	15.03%	84.97%
140	106	101.26	71.39	35.70%	71.847	35.92%	50.95%	49.05%
200	75	126.48	25.22	12.61%	25.381	12.69%	63.64%	36.36%
Base	Base	198.72	72.24	36.12%	72.702	36.35%	100.00%	0.00%
			198.72	99.36%				
		PERDIDA	1.28	0.64%				

OBSERVACIONES	FIRMA DEL DOCENTE
	 Ing. Carlos Vidal López Lenes INGENIERO CIVIL CIP 290902

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

10 JUL. 2024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RECIBIDO: 

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	
	INGENIERIA CIVIL Y AGRONOMÍA	
	TESIS:	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO.
	HORA Y FECHA:	09:00 - 11:00 / 10 de Julio 2024
DOCENTE:		CARLOS LOPEZ LENES

FORMATO DE LABORATORIO	
TEMA DE LABORATORIO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ALMIDÓN DE ACHIRA
NÚMERO DE MUESTRA	

ALUMNOS	ENTRADA	SALIDA	OBSERVACIONES
MABELIN NERY CCASA SUMALAVE	09:00	11:00	
CLARISSA CRUZ SALAS	09:00	11:00	

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Tapa base | 4. Balanza |
| 2. Tamices (#40, #60, #80, #100, #140, #200) | 5. Bowl para pesar |
| 3. Brochas | |

RESULTADOS DE LABORATORIO

TAMAÑO DE TAMIZ		M-IV	PESO RETENIDO	%RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
#	µm	Mo						
		200.00						
40	425	51.58	51.58	25.79%	51.928	25.96%	25.96%	74.04%
60	250	64.06	12.84	6.24%	12.564	6.28%	32.25%	67.75%
80	180	69.90	5.84	2.92%	5.879	2.94%	35.19%	64.81%
100	150	75.70	5.80	2.90%	5.839	2.92%	38.11%	61.89%
140	106	138.99	63.29	31.65%	63.717	31.86%	69.96%	30.04%
200	75	169.96	30.97	15.49%	31.179	15.59%	85.55%	14.45%
Base	Base	198.65	28.69	14.65%	28.884	14.44%	100.00%	0.00%
			198.65	99.33%				
		PERDIDA	1.35	0.67%				

OBSERVACIONES	FIRMA DEL DOCENTE
	 Ing. Carlos Vidal López Lenes INGENIERO CIVIL CIP 290902

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

10 JUL. 2024

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y MATERIALES

RECIBIDOR: 

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO	
	INGENIERIA CIVIL Y AGRONOMIA	
	TESIS:	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO.
	HORA Y FECHA:	09:00 - 11:00 / 10 de Julio de 2024
DOCENTE:		CARLOS LOPEZ LENES

FORMATO DE LABORATORIO	
TEMA DE LABORATORIO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ALMIDÓN DE ACHIRA
NÚMERO DE MUESTRA	

ALUMNOS	ENTRADA	SALIDA	OBSERVACIONES
MABELIN NERY CCASA SUMALAVE	09:00	11:00	
CLARISSA CRUZ SALAS	09:00	11:00	

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Tapa base | 4. Balanza |
| 2. Tarnices (#40, #60, #80, #100, #140, #200) | 5. Bowl para pesar |
| 3. Brochas | |

RESULTADOS DE LABORATORIO

TAMAÑO DE TAMIZ		M-V	PESO RETENIDO	%RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
#	µm	Mo						
		200.00						
40	425	26.1	26.1	13.05%	26.268	13.13%	13.13%	86.87%
60	250	32.28	6.18	3.09%	6.220	3.11%	16.24%	83.76%
80	180	34.14	1.86	0.93%	1.872	0.94%	17.28%	82.82%
100	150	38.15	4.01	2.01%	4.036	2.02%	19.20%	80.80%
140	106	41.37	3.22	1.61%	3.241	1.63%	20.82%	79.18%
200	75	62.17	20.8	10.40%	20.934	10.47%	31.29%	68.71%
Base	Base	198.71	136.54	68.27%	137.421	68.21%	100.00%	0.00%
			198.71	99.36%				
		PERDIDA	1.29	0.64%				

OBSERVACIONES	FIRMA DEL DOCENTE
	 Ing. Carlos Vidal López Lenes INGENIERO CIVIL CIP 290902

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

10 JUL. 2024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RFCIBIDOR: _____

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO	
	INGENIERIA CIVIL Y AGRONOMIA	
	TESIS:	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y QUIMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONOMICO K'AYRA - CUSCO.
	HORA Y FECHA:	09:00 - 11:00 / 10 de Julio 2024
DOCENTE:		CARLOS LOPEZ LENES

FORMATO DE LABORATORIO	
TEMA DE LABORATORIO	ANALISIS GRANULOMETRICO DE ALMIDON DE ACHIRA
NÚMERO DE MUESTRA	

ALUMNOS	ENTRADA	SALIDA	OBSERVACIONES
MABELIN NERY CCASA SUMALAVE	09:00	11:00	
CLARISSA CRUZ SALAS	09:00	11:00	

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Tapa base | 4. Balanza |
| 2. Tamices (#40, #60, #80, #100, #140, #200) | 5. Bowl para pesar |
| 3. Brochas | |

RESULTADOS DE LABORATORIO

TAMAÑO DE TAMIZ		M-VI	PESO RETENIDO	%RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
#	µm	Mo						
		200.00						
40	425	59.19	59.19	29.60%	59.566	29.78%	29.78%	70.22%
60	250	69.69	10.5	5.25%	10.564	5.28%	35.07%	64.93%
80	180	73.96	4.27	2.14%	4.297	2.15%	37.21%	62.79%
100	150	77.08	3.12	1.56%	3.140	1.57%	38.78%	61.22%
140	106	80.04	2.96	1.48%	2.979	1.49%	40.27%	59.73%
200	75	124.00	43.96	21.98%	44.239	22.12%	62.39%	37.61%
Base	Base	198.73	74.73	37.37%	75.205	37.60%	100.00%	0.00%
			198.73	99.37%				
		PERDIDA	1.27	0.64%				

OBSERVACIONES FIRMA DEL DOCENTE

	 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
--	---

Ing. Carlos Vidal López Lenes
INGENIERO CIVIL
CIP 290902

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

10 JUL. 2024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y MATERIALES

RFCIBIDOR:

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	
	INGENIERIA CIVIL Y AGRONOMIA	
	TESIS:	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y QUIMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONOMICO K'AYRA - CUSCO.
	HORA Y FECHA:	09:00 - 11:00 / 10 de Julio 2024
DOCENTE:		CARLOS LOPEZ LENES

FORMATO DE LABORATORIO	
TEMA DE LABORATORIO	ANALISIS GRANULOMETRICO DE ALMIDON DE ACHIRA
NÚMERO DE MUESTRA	

ALUMNOS	ENTRADA	SALIDA	OBSERVACIONES
MABELIN NERY CCASA SUMALAVE	09:00	11:00	
CLARISSA CRUZ SALAS	09:00	11:00	

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

1. Tapa base	4. Balanza
2. Tamices (#40, #60, #80, #100, #140, #200)	5. Bowl para pesar
3. Brochas	

RESULTADOS DE LABORATORIO

TAMAÑO DE TAMIZ		M-VII	PESO RETENIDO	%RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
#	µm	Mo						
		200.00						
40	425	57.68	57.68	28.84%	58.043	29.02%	29.02%	70.98%
60	250	62.51	4.83	2.42%	4.860	2.43%	31.45%	68.55%
80	180	67.23	4.72	2.36%	4.750	2.37%	33.83%	66.17%
100	150	69.35	2.12	1.06%	2.133	1.07%	34.89%	65.11%
140	106	77.96	8.61	4.31%	8.664	4.33%	39.23%	60.77%
200	75	132.38	54.42	27.21%	54.763	27.38%	66.61%	33.39%
Base	Base	198.74	66.36	33.38%	66.778	33.39%	100.00%	0.00%
			198.74	99.37%				
		PERDIDA	1.26	0.63%				

OBSERVACIONES	FIRMA DEL DOCENTE
	 Ing. Carlos Vidal Lopez Lenes INGENIERO CIVIL CIP 290902

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL 10 JUL. 2024 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES RECIBIDOR: 
--

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	
	INGENIERIA CIVIL Y AGRONOMÍA	
	TESIS:	RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ALMIDON DE 8 ECOTIPOS DE ACHIRA (Canna edulis Ker.) PRODUCIDO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO.
	HORA Y FECHA:	09:00 - 11:00 / 10 de Julio 2024
DOCENTE:		CARLOS LOPEZ LENES

FORMATO DE LABORATORIO	
TEMA DE LABORATORIO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ALMIDÓN DE ACHIRA
NÚMERO DE MUESTRA	

ALUMNOS	ENTRADA	SALIDA	OBSERVACIONES
MABELIN NERY CCASA SUMALAVE	09:00	11:00	
CLARISSA CRUZ SALAS	09:00	11:00	

EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Tapa base | 4. Balanza |
| 2. Tamices (#40, #60, #80, #100, #140, #200) | 5. Bowl para pesar |
| 3. Brochas | |

RESULTADOS DE LABORATORIO

TAMAÑO DE TAMIZ		M-VIII	PESO RETENIDO	%RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO CORREGIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA
#	µm	Mo						
		200.00						
40	425	49.96	49.96	24.98%	50.152	25.08%	25.08%	74.92%
60	250	54.73	4.77	2.39%	4.788	2.39%	27.47%	72.53%
80	180	54.77	0.04	0.02%	0.040	0.02%	27.49%	72.51%
100	150	58.65	3.88	1.94%	3.895	1.95%	29.44%	70.56%
140	106	138.58	79.93	39.97%	80.238	40.12%	69.56%	30.44%
200	75	179.46	40.88	20.44%	41.037	20.52%	90.08%	9.92%
Base	Base	199.23	19.77	9.88%	19.846	9.92%	100.00%	0.00%
			199.23	99.62%				
		PERDIDA	0.77	0.39%				

OBSERVACIONES	FIRMA DEL DOCENTE
	


 C. V. L. L. L.
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Carlos Vidal López Lenes
 INGENIERO CIVIL
 CIP 290902

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
 ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 10 JUL. 2024
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y MATERIALES
 RECIBIDOR: 

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B

Wanchaq - Cusco - Perú

Telefono: 084-771906

Celular: 975 713500 - 974787151

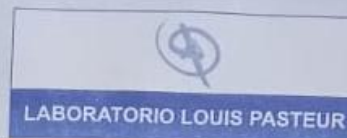
laboratoriolouispasteur@yahoo.es

www.lablouispasteur.pe

INFORME DE ENSAYO

LLP-2642-2024

SO-0668-2024



Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas

Dirección Legal: Urb. Balconcillo F-5

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Almidón de achira (M-I) Ecotipo Mestiza Achira

Fecha de Ingreso de Muestra: 2024/07/04

Fecha de Ensayo: 2024/07/04

Nro. Cotización: 124-06-2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas

Fecha de Muestreo: 2024/07/02

Procedencia de la Muestra: Centro Agronómico K'ayra.

Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de 100g.

Proyecto: Rendimiento y caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos de achira (*Canna edulis ker*) en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2024/07/09

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	16,43
Proteínas	%P _{total}	0,09
Grasa	g/100g	0,03
Carbohidratos	g/100g	93,21
Cenizas	g/100g	0,24
Fibra cruda	%	0,0095

Métodos de Referencia:

Ceniza

Grasa

Humedad

Proteínas

Carbohidratos

Fibra cruda

NTP 209.205 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE CENIZAS. METODO GRAVIMETRICO
NTP 209.203 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE GRASA. METODO GRAVIMETRICO
NTP 205.037 1975 (revisada el 2011) HARINAS. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 209.282 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE PROTEINA. METODO KJELDAHL
NTP 205.003 1990 CEREALES Y MENESTRAS. DETERMINACION DE LA FIBRA CRUDA


Blga. Mercedes Martínez López Flórez
C.B.P. 4917
DIRECTOR DE CALIDAD
LABORATORIO LOUIS PASTEUR

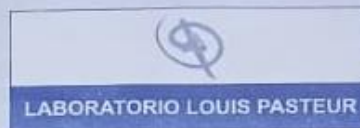


Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada. El Laboratorio Louis Pasteur S. R. Ltda. no se responsabiliza por la información de la muestra declarada por el cliente.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefono: 084-771906
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe

INFORME DE ENSAYO LLP-2643-2024 SO-0668-2024



Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Mabelin Nery Ccasa Sumalave - Clarissa Cruz Salas
Dirección Legal: Urb. Balconcillo F-5

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Almidón de achira (M-II) Ecotipo Mestiza Achira
Fecha de Ingreso de Muestra: 2024/07/04
Fecha de Ensayo: 2024/07/04
Nro. Cotización: 124-06-2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Mabelin Nery Ccasa Sumalave - Clarissa Cruz Salas
Fecha de Muestreo: 2024/07/02
Procedencia de la Muestra: Centro Agronómico K'ayra.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de 100g.
Proyecto: Rendimiento y caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos de achira (*Canna edulis ker*) en el Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2024/07/09

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	14,39
Proteínas	% _{total}	0,18
Grasa	g/100g	0,01
Carbohidratos	g/100g	85,19
Cenizas	g/100g	0,22
Fibra cruda	%	0,0099

Métodos de Referencia:

Ceniza	NTP 209.205 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE CENIZAS. METODO GRAVIMETRICO
Grasa	NTP 209.205 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE GRASA. METODO GRAVIMETRICO
Humedad	NTP 205.037 1975 (revisada el 2011) HARNAS. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
Proteínas	NTP 209.262 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE PROTEINA. METODO KJELDAHL
Carbohidratos	CÁLCULO
Fibra cruda	NTP 205. 003 1980 CEREALES Y MENESTRAS. DETERMINACION DE LA FIBRA CRUDA


Mercedes Muñoz Gaspé Flórez
C.B.P. 4911
DIRECTOR DE CALIDAD
LABORATORIO LOUIS PASTEUR

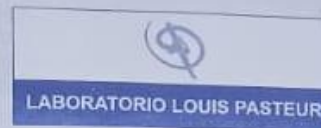


Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada. El Laboratorio Louis Pasteur S. R. Ltda. no se responsabiliza por la información de la muestra declarada por el cliente.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefono: 084-771906
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe

INFORME DE ENSAYO LLP-2653-2024 SO-0672-2024



Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Dirección Legal: Urb. Baiconcillo F-5

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Almidón de achira (M-III) Ecotipo Culli
Fecha de Ingreso de Muestra: 2024/07/05
Fecha de Ensayo: 2024/07/05
Nro. Cotización: 124-06-2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Fecha de Muestreo: 2024/07/05
Procedencia de la Muestra: Centro Agronómico K'ayra.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de 100g.
Proyecto: Rendimiento y caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos de achira (*Canna edulis ker*) en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2024/07/10

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS QUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	16,20
Proteínas	% _{total}	0,09
Grasa	g/100g	0,01
Carbohidratos	g/100g	83,47
Cenizas	g/100g	0,23
Fibra cruda	%	0,0099

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencia:

Ceniza	NTP 209.285 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE CENIZAS. METODO GRAVIMETRICO
Grasa	NTP 209.263 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE GRASA. METODO GRAVIMETRICO
Humedad	NTP 205.037 1975 (revisada el 2011) HARINAS. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
Proteínas	NTP 200.262 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE PROTEINA. METODO KJELDAHL
Carbohidratos	CÁLCULO
Fibra cruda	NTP 205. 003 1980 CEREALES Y MENESTRAS. DETERMINACION DE LA FIBRA CRUDA

Dra. Mariana Susana Flores
C.E.P. 4947
DIRECTOR DE CALIDAD
LABORATORIO LOUIS PASTEUR

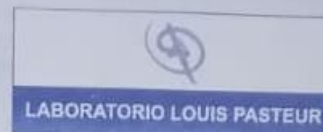


Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada. El Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. no se responsabiliza por la información de la muestra declarada por el cliente.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefono: 084-771906
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe

INFORME DE ENSAYO LLP-2654-2024 SO-0672-2024



Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Dirección Legal: Urb. Balconcillo F-5

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Almidón de achira (M-IV) Ecotipo Taclapakis
Fecha de Ingreso de Muestra: 2024/07/05
Fecha de Ensayo: 2024/07/05
Nro. Cotización: 124-06-2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Fecha de Muestreo: 2024/07/05
Procedencia de la Muestra: Centro Agronómico K'ayra.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de 100g.
Proyecto: Rendimiento y caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos de achira (*Canna edulis ker*) en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2024/07/10

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS QUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	14,90
Proteínas	% P_{total}	0,02
Grasa	g/100g	0,04
Carbohidratos	g/100g	84,76
Cenizas	g/100g	0,30
Fibra cruda	%	0,0159

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencia:

Ceniza	NTP 209.265 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE CENIZAS. METODO GRAVIMETRICO
Grasa	NTP 209.263 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE GRASA. METODO GRAVIMETRICO
Humedad	NTP 205.037 1975 (revisada el 2011) HARINAS. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.
Proteínas	NTP 209.262 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE PROTEINA. METODO KJELDAHL.
Carbohidratos	CÁLCULO
Fibra cruda	NTP 205. 003 1980 CEREALES Y MENESTRAS. DETERMINACION DE LA FIBRA CRUDA


Blas Mercedes Martínez-Quispe Hóniz
C.E.P. 4917
DIRECTOR DE CUSCO
LABORATORIO LOUIS PASTEUR

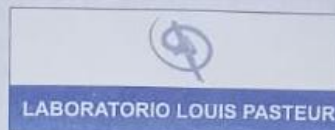


Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada. El Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. no se responsabiliza por la información de la muestra declarada por el cliente.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefono: 084-771906
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe

INFORME DE ENSAYO LLP-2656-2024 SO-0672-2024



Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Dirección Legal: Urb. Balconcillo F-5

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Almidón de achira (M-VI) Ecotipo Vilcabamba
Fecha de Ingreso de Muestra: 2024/07/05
Fecha de Ensayo: 2024/07/05
Nro. Cotización: 124-06-2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Fecha de Muestreo: 2024/07/05
Procedencia de la Muestra: Centro Agronómico K'ayra.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de 100g.
Proyecto: Rendimiento y caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos de achira (*Canna edulis ker*) en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2024/07/10

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	16,80
Proteínas	%Ptotal	0,09
Grasa	g/100g	0,01
Carbohidratos	g/100g	82,80
Cenizas	g/100g	0,30
Fibra cruda	%	0,027

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencia:

Ceniza	NTP 209.265 (2016) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE CENIZAS. METODO GRAVIMETRICO
Grasa	NTP 209.263 (2016) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE GRASA. METODO GRAVIMETRICO
Humedad	NTP 205.037 1975 (revocada el 2011) HARINAS. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
Proteínas	NTP 209.262 (2016) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE PROTEINA. METODO KJELDAHL
Carbohidratos	CALCULO
Fibra cruda	NTP 205. 003 1980 CEREALES Y MENESTRAS. DETERMINACION DE LA FIBRA CRUDA


Berta Mercedes Marín Quispe Flórez
C.B.P. 4247
DIRECTOR DE CALIDAD
LABORATORIO LOUIS PASTEUR

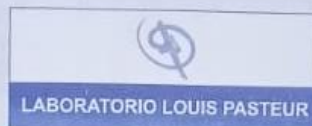


Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada. **El Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. no se responsabiliza por la información de la muestra declarada por el cliente.**

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Teléfono: 084-771906
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe

INFORME DE ENSAYO LLP-2669-2024 SO-0676-2024



Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Mabelin Nery Coasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Dirección Legal: Urb. Balconcillo F-5

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Almidón de achira (M-VII) Ecotipo Pasña Achira
Fecha de Ingreso de Muestra: 2024/07/06
Fecha de Ensayo: 2024/07/08
Nro. Cotización: 124-06-2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Mabelin Nery Coasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas

Fecha de Muestreo: 2024/07/05

Procedencia de la Muestra: Centro Agronómico K'ayra.

Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de 100g.

Proyecto: Rendimiento y caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos de achira (*Canna edulis ker*) en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2024/07/11

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS QUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	16,25
Proteínas	% _{total}	0,03
Grasa	g/100g	0,01
Carbohidratos	g/100g	83,44
Cenizas	g/100g	0,30
Fibra cruda	%	0,0010

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencia:

Ceniza

NTP 209.205 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE CENIZAS. METODO GRAVIMETRICO

Grasa

NTP 209.205 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE GRASA. METODO GRAVIMETRICO

Humedad

NTP 205.037 1975 (revisada el 2011) HARINAS. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Proteínas

NTP 209.202 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE PROTEINA. METODO KJELDAHL

Carbohidratos

CÁLCULO

Fibra cruda.

NTP 205. 003 1980 CEREALES Y MENESTRAS. DETERMINACION DE LA FIBRA CRUDA


Bga. Mercedes Manizá Cusié Flórez
C.B.P. 4977
DIRECTOR DE CALIDAD
LABORATORIO LOUIS PASTEUR

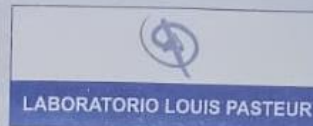


Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada. El Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. no se responsabiliza por la información de la muestra declarada por el cliente.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Teléfono: 084-771906
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe

INFORME DE ENSAYO LLP-2670-2024 SO-0676-2024



Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Dirección Legal: Urb. Balconcillo F-5

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Almidón de achira (M-VIII) Ecotipo Añaspa Maki
Fecha de Ingreso de Muestra: 2024/07/06
Fecha de Ensayo: 2024/07/06
Nro. Cotización: 124-06-2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Fecha de Muestreo: 2024/07/05
Procedencia de la Muestra: Centro Agronómico K'ayra.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de 100g.
Proyecto: Rendimiento y caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos de achira (*Canna edulis ker*) en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2024/07/11

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS QUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	16,00
Proteínas	%P _{total}	0,01
Grasa	g/100g	0,02
Carbohidratos	g/100g	83,79
Cenizas	g/100g	0,19
Fibra cruda	%	0,0639

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencia:

Ceniza	NTP 209.285 (2016) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE CENIZAS. METODO GRAVIMETRICO
Grasa	NTP 209.283 (2016) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE GRASA. METODO GRAVIMETRICO
Humedad	NTP 205.037.1975 (revisada el 2011) HARINAS. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
Proteínas	NTP 209.282 (2016) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE PROTEINA. METODO KJELDAHL
Carbohidratos	CÁLCULO
Fibra cruda	NTP 205. 003 1980 CEREALES Y MENESTRAS. DETERMINACION DE LA FIBRA CRUDA


Dgo. Mercedes Montiel Guispe Plórez
C.B.P. 417
DIRECTOR DE CALIDAD
LABORATORIO LOUIS PASTEUR

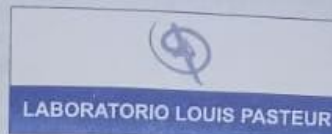


Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada. **El Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. no se responsabiliza por la información de la muestra declarada por el cliente.**

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefono: 084-771906
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe

INFORME DE ENSAYO LLP-2655-2024 SO-0672-2024



Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Dirección Legal: Urb. Balconcillo F-5

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Almidón de achira (M-V) Ecotipo Yuraq
Fecha de Ingreso de Muestra: 2024/07/05
Fecha de Ensayo: 2024/07/05
Nro. Cotización: 124-06-2024

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Mabelin Nery Ccasa Sumalave – Clarissa Cruz Salas
Fecha de Muestreo: 2024/07/05
Procedencia de la Muestra: Centro Agronómico K'ayra.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de 100g.
Proyecto: Rendimiento y caracterización morfológica y química del almidón de 8 ecotipos de achira (*Canna edulis ker*) en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2024/07/10

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS QUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	g/100g	16,09
Proteínas	%P _{total}	0,09
Grasa	g/100g	0,03
Carbohidratos	g/100g	83,49
Cenizas	g/100g	0,30
Fibra cruda	%	0,0518

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencia:

Ceniza	NTP 209.265 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE CENIZAS. METODO GRAVIMETRICO
Grasa	NTP 209.263 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE GRASA. METODO GRAVIMETRICO
Humedad	NTP 205.037 1975 (revisada el 2011) HARINAS. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
Proteínas	NTP 209.262 (2018) ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA. DETERMINACION DE PROTEINA. METODO KJELDAHL
Carbohidratos	CALCULO
Fibra cruda	NTP 205.003 1980 CEREALES Y MENESTRAS. DETERMINACION DE LA FIBRA CRUDA


Blga. Mercedes Maritza Quispe Flórez
C.B.P. 4897
DIRECTOR DE CALIDAD
LABORATORIO LOUIS PASTEUR



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada. El Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. no se responsabiliza por la información de la muestra declarada por el cliente.