

FITOGEOGRAFIA E INDUSTRIALIZACION DEL ALMIDÓN DE PITUCA
(*COLOCASIA ESCULENTA*)

*Aldo Francisco Morales Orccottoma**

RESUMEN

Empezamos explicando lo referente a las generalidades de sus características químicas agrícolas y alimenticias, así como su distribución geográfica y taxonomía. Se da una alternativa de uso farmacéutico al almidón de pituca (*Colocasia esculenta*) para una posible industrialización de sus granos de almidón por medio de dos vías, la húmeda en presencia de arrastre de los gránulos con agua por el método de la sedimentación y el otro método por el secado al sol en el cual perdió un gran porcentaje de agua de casi el 60% de contenido de peso bruto. Luego elaboramos una lista de posibles tecnologías en su utilización y posible competencia frente al uso de otros almidones tradicionales

Palabras clave: pituca, sedimentación, almidón, índice de absorción, trópico húmedo.

Phitogeography and industrialization of the taro's starch (*Colocasia esculenta*)

ABSTRACT

We begin by explaining the general terms of the *Colocasia esculenta's* chemical properties, agricultural practices and food value as well as its geographic and taxonomic distribution. The taro's starch provides an alternative for pharmaceutical use and even a possible industrialization of its grains by two ways: the moist by water flowing of the starch grains and allowing sedimentation, and by sun drying where the grains lose much of its water, near 60% of its raw weight. Next, we make a list of possible technologies for its use and possible competition with other traditional starches.

Keywords: pituca, sedimentation, starch, absorption index, humid tropics.

* Egresado de ingeniería química, Universidad Nacional del Callao, estudiante de geografía, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. epsilon215@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

Para la elaboración de la mayoría de los fármacos se toman en cuenta los principios activos que son los componentes que generan un efecto supresor o antibiótico en el organismo al usarlo; en cuanto al otro aspecto tenemos los excipientes, que en su mayoría son los gránulos de almidón de maíz (*Zea mays*) y de papa (*Solanum tuberosum*) pero que sufren a veces modificaciones en sus precios de producción y obtención por diversos motivos como la estacionalidad de sus producciones, clima y precios al nivel internacional; así como sus dinámicas internas. Al observar esa problemática, proponemos dar un uso alternativo del que se le da a la pituca, que en su mayoría es de índole alimenticio, pues también es conocido como árbol del pan y también se usa en elaboración de sopas caseras en nuestra ceja de selva, parte del trópico húmedo, del cual se dice que representa el pináculo de la vida en la tierra. Con una producción vegetal de 2 kg/m², la pituca representa más del doble de lo que se puede encontrar en los bosques temperados más productivos.

1. GENERALIDADES

La *Colocasia esculenta* es comúnmente llamada taro (del tahitiano), raramente llamada kalo (del hawaiano) o cará en Brasil y malanga en Puerto Rico, México, República Dominicana y Cuba. En las Islas Canarias y Costa Rica se le conoce por ñame aunque este término se refiere en otros lugares del planeta a una planta comestible del género *Dioscorea*. En Venezuela se le conoce como ocumo chino y en Sudáfrica como madumbe.

Es una planta perenne tropical que se usa principalmente como vegetal por su cormo comestible, y también como verdura. Las flores raramente se usan. Está emparentada con las especies de los géneros *Xanthosoma* y *Caladium*, usadas como plantas ornamentales y en ocasiones llamadas oreja de elefante. Tanto esta especie como las cultivadas de *Xanthosoma* comparten sustancialmente los mismos usos y algunos nombres, incluyendo mafafa, malanga, callaloo, pituca, chonque, bore, papa china, tetchcamote o cocoñame.

1.1. Historia

Fernández Lancho (1970) refiere que la pituca (*Colocasia esculenta*) está entre los primeros cultivos domesticados por el hombre y es posible trazar su historia hasta las culturas neolíticas más primitivas del sureste de Asia entre India y Indonesia. Es nativa de las áreas boscosas del centro-sur de Asia, probablemente de la India y de allí fue llevada a África. Hoy es el principal cultivo en África Occidental.

Montaldo (1977) también menciona que la *Colocasia esculenta* L. fue llevada junto con el *Artocarpus altilis* (árbol del pan) a través de la Polinesia a los habitantes repartidos en las miles de islas desde Hawai hasta la Isla de Pascua y Nueva Zelanda.

Núñez (1989) indica que en el Perú a esta raíz se le conoce como «pituca» variando en algunos departamentos como «aratríma» en Huánuco, «taro» en Moyobamba, «michutsi» en lugares de selva alta, «witina» en el bajo Amazonas.

1.2. Descripción de *Colocasia esculenta*

Es una hierba terrestre perenne de 1 a 2,5 metros de altura, de tallos cormosos o raramente rizomatosos subglobulares hasta oblongoides de 15 a 18 cm de diámetro con cicatrices laminares cercanas entre sí y con pequeños cormitos secundarios subglobulares en la parte inferior de los tallos, hojas con peciolo de hasta 2,1 metros de largo glaucos, envainadores hasta 1/3, vaina decurrente hasta el ápice, la parte libre subterete, obtusamente aplanada abaxialmente y ligeramente surcada medialmente, débilmente estriada abaxialmente; láminas conspicuamente peltadas, ovado-cordadas, ovado-sagitadas.

La *Colocasia esculenta* es nativa de áreas desconocidas de Asia, pero en la actualidad es cultivada en los trópicos de ambos hemisferios y a menudo escapa o persiste en áreas abandonadas. Es el caso de las referencias que obtuvimos de pobladores de Tingo María, que cuando limpian sus áreas de cultivo la consideran como maleza pues siempre está sembrada y se nutre de forma natural con las lluvias propias del trópico húmedo.

Género introducido con ocho especies cultivadas y naturalizadas a lo largo de los trópicos y subtropicos húmedos, su área de distribución natural son las regiones tropicales de Asia, extendiéndose hacia el archipiélago malayo, Papúa, Nueva Guinea y Australia. Se registra solo una especie en el Perú.

1.3. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

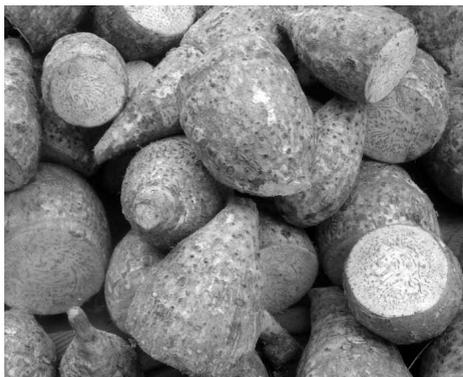
Orden: Alismatales Familia: Araceae Subfamilia: Aroideae

Género: *Colocasia*

Especie: *Colocasia esculenta*

Nombre binomial: *Colocasia esculenta* (L.) Schott

Foto 1. Frutos de pituca



Fuente: Wikipedia.

Foto 2. Planta de pituca



Fuente: Wikipedia.

Figura 1. Tallo y hoja de Pituca



Fuente: Wikipedia.

1.4. Nominaciones

- Mafafa, malanga (Brasil)
- Callalo, pituca, (Hawai)
- Chonque, bore (Venezuela)
- Papa china, tetechcamote o cocoñame
- Jergon sachá, huitina pituca (Perú)

1.5. Formas hortícolas

En nuestro país hay dos subespecies: la blanca que es la que tiene un tamaño superior y la morada que según los pobladores de nuestros trópicos húmedos no es de sabor muy agradable. La diferencia en el color radica en que en los cormos hay unas ramificaciones de color morado, en ambas las hay, pero si se dice que la otra subespecie es morada es porque posee mayor cantidad de ramificaciones.

1.6. Cultivo

Estas son las manifestaciones de los expertos en la materia:

Clima y suelo

Según Morín (1983) el cultivo óptimo de la pituca se encuentra ampliamente difundido desde los trópicos hasta los límites de las regiones templadas. Es una planta esencialmente tropical, requiere precipitaciones altas de 1800 a 2500 msnm (ceja de selva), bien distribuidas durante el año; temperaturas entre 25 y 35 °C y buena luminosidad. Algunas variedades de pituca crecen en suelos donde el agua es suministrada por irrigación (cultivos secos), mientras que otras crecen bajo agua.

Morín también menciona que este producto se cultiva en lugares de poca y bastante altitud, requiere aproximadamente siete meses para madurar, pudiéndose cultivar durante todo el año y en casi todos los terrenos con bastante agua. Pueden reproducirse sembrando secciones de $\frac{1}{4}$ de kilo de cormos que tengan buenas yemas de 1-1,5 m.

Manases (1970) menciona que la pituca es más productiva en suelos bien abonados, para el buen desarrollo de los cormos, los fosfatados estimulan el vigoroso desarrollo de la raíz. Núñez (1989) dice que la diferencia de los rendimientos se debe a la variedad que se cultive, la idoneidad del suelo, sostén de cultivo. El cultivo de la pituca suele hacerse en terrenos sin preparación; se usan intercalados con cultivos perennes como caucho, banano, cacao, coco, etcétera. Soporta un prolongado almacenamiento en ambientes de 6-7 °C de temperatura con una humedad relativa (HR) de 80% y una adecuada circulación de aire.

Aunque se adapta a una gran diversidad de suelos, los óptimos son los francos, franco limosos o arenosos con profundidades de 50 a 60 cm. Ricos en materia orgánica (2-3%) y PH de 4,5 a 7,5. En suelos quebrados se debe practicar la siembra en curvas a nivel para la protección del terreno y el uso de abonos orgánicos como estiércol ha mostrado considerable mejoría en los rendimientos en la producción de cormos.

Temperatura

La pituca es una planta que produce con buenos rendimientos en temperaturas desde 12 °C hasta 30 °C, lo cual nos indica que es un cultivo que se adapta a climas calientes.

Precipitación

Para que no se manifiesten retrasos en el crecimiento, la planta de pituca necesita suficiente agua. Sin embargo, crece bien en zonas con precipitaciones de 1000 a 1600 mm anuales bien distribuidas durante el año, es una planta bastante exigente en cuanto a humedad disponible en el suelo.

Luminosidad

La pituca es una planta heliófila con un promedio de 12 horas luz por día. Para esta exigencia nuestra zona no tiene ningún problema.

Altitud

La pituca se cultiva en alturas desde 200 hasta 2300 msnm, siendo las mejores de 200 a 1000 msnm.

2. USOS DE LA PITUCA

2.1. Usos tradicionales de la pituca

Núñez (1970) indica que las hojas de algunas variedades con bajo contenido de oxalato de calcio se consumen hervidas como hortalizas. También menciona que los cormos cocidos sustituyen a la papa y se utilizan cocidos, considerándolos como artículos muy nutritivos.

La pituca tiene un gran significado en la alimentación humana; se reporta su uso en panificación en 30% de harina fina de pituca, comparada con harina gruesa mezclada al 50% con harina de trigo. De la pituca se podría obtener productos y subproductos similares a los de la papa, para diversos usos.

Morín (1983) menciona que la pituca es un alimento escaso en proteína y grasa. Su mayor valor alimenticio está en su contenido de carbohidratos y frente a la yuca, papa y cereales la pituca resulta de mayor valor alimenticio. Además, los gránulos de almidón con un tamaño de 4-11 micras son fáciles de digerir en alimentos cuando es consumido en cantidad, es una buena fuente de calcio altamente asimilable. El cuadro 1 muestra la composición química de la pituca, siendo muy notable su contenido de carbohidratos, los que, según Onwueme (1978), están conformados casi en su totalidad por almidón, como se indica en el cuadro 2.

Cuadro 1. Composición química de la pituca, para 100 gramos de producto, en base húmeda

Composición*	Pituca blanca	Pituca morada	Balanza de medición
Calorías (cal)	98	92	
Humedad (%)	66	68	
Proteínas (g)	0,91	0,95	
Grasas (g)	0,15	0,13	
Carbohidratos (g)	29	31	
Fibra (g)	0,3	0,35	
Calcio (mg)	27	28,6	
Fósforo (mg)	1,6	1,56	
Hierro (mg)	Trazas	Trazas	
Cenizas (mg)	1,2	1,3	
Riboflavina (mg)	0,03	0,04	
Niacina (mg)	5,2	5,6	
Ácido ascórbico (mg)	18	16	

Obtención propia, Laboratorio de Química Analítica Cuantitativa FIQ – UNAC 2012

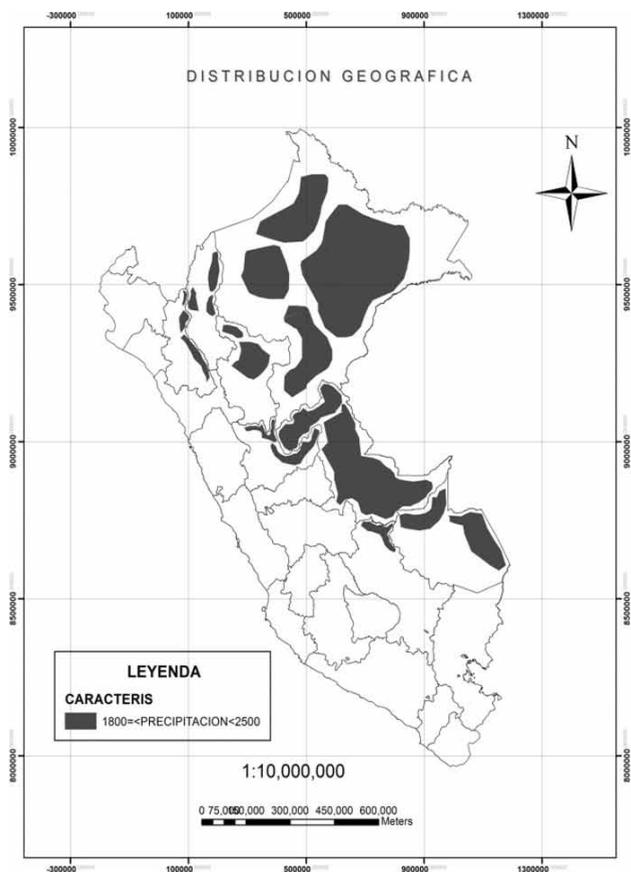
Cuadro 2. Composiciones de los dos componente del almidón: la amilopectina y la amilosa, por lo cual hacemos comparación con otros almidones dando los siguientes resultados de las composiciones de la pituca con 75% de amilpectina y 25% de amilosa

Características de algunos almidones comunes			
Tipo	Amilopectina(%)	Amilosa (%)	Tamaño (micras)
Maíz	73	23	5-25
Maíz amiláceo	20-45	55-80	5-25
Papa	78	22	5-100
Arroz	83	17	2-55
Yuca	82	18	5-35
Maíz céreo	99-100	0-1	5-25
Sorgo	99-100	0-1	5-45
Trigo	76	24	11-41
Oca	71	29	20-29
Mashua	73	27	5-10
Pituca	75	25	4-11

Datos de pituca (elaboración propia)

En la figura siguiente observamos que debido a las precipitaciones entre los 1800-2500 mm las potenciales plantaciones de pituca ocupan gran parte del territorio que, de planificarse a gran escala, aliviaría en parte la pobreza rural de los departamentos de Loreto, Ucayali, Madre de Dios, Amazonas, Cajamarca, San Martín y Huánuco.

**Figura 2. Distribución geográfica de la pituca
(Precipitaciones óptimas)**



Elaboración: Vanesa Caballero Rueda. (UNMSM, 2012).

2.2. Del mapa de zonas de vida de la figura 3

En este mapa elaborado por el Sistema de Información Geográfica del Ministerio del Ambiente (SIGMINAM) observamos que las potenciales zonas de vida para el crecimiento de la pituca son las siguientes:

- Bmh:** bosque muy húmedo
- Bh:** bosque húmedo
- Bp:** bosque pluvial
- Bs:** bosque seco
- Pp:** paramo pluvial
- Bps:** bosque pluvial semisaturado

2.3. Pruebas químicas efectuadas¹

- En un tubo de ensayo, seco y tarado se pesa 0,3 g de almidón (base seca), se adiciona agua destilada para dar un volumen equivalente a 18ml (18ml = humedad + agua destilada).
- Se coloca en un baño de agua por 30 minutos a 60 y 90 °C removiendo constantemente. Se retira el tubo del baño de agua, se agrega agua para dar 20 ml y se mezcla bien para luego centrifugar por 15 minutos a 2200 rpm.
- Se retira el sobrenadante, de los cuales se mide 5 ml, se coloca en un vaso previamente tarado y se seca en una estufa a 45 °C durante 16 horas. Se enfría en un desecador y luego se pesa. El peso del almidón soluble se considera la diferencia entre el peso final del vaso y el inicial, se lleva a porcentaje aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de absorción de agua (IAA)} = \frac{\text{peso del gel (gr)}}{\text{peso muestra (g) bs}}$$

$$(\text{IAA}) = \frac{3.7854}{1.2501} = 3.0280$$

$$\text{Índice de solubilidad en agua (ISA)} = \frac{\text{peso solubles (g)} * V * 10}{\text{peso muestra (g) bs}}$$

$$(\text{ISA}) = \frac{0.24573 * 10 * 10}{1.2501} = 19.6568$$

$$\text{Poder de hinchamiento (PH)} = \frac{\text{peso del gel (g)}}{\text{peso muestra(g)bs} - \text{peso solubles(g)}}$$

$$(\text{PH}) = \frac{3.7854}{1.2501 - 0.24573} = 3.7689$$

2.4. Composición química de los carbohidratos

Cuadro 3. Tipos de carbohidratos y su concentración en base seca

Carbohidratos	% Base seca (%)	% Base seca (\$)
Almidón	77,0	76,0
Fitosanas	2,6	2,6
Fibra cruda	1,4	1,2
Dextrina	0,5	0,7
Azúcar reductores	0,1	0,0

(%) Morin (1983) (\$) (Obtención propia)

¹ En función a la norma chilena Nch 176/1 of 84.

Al referirnos a base seca se hace alusión a que las mediciones de esos componentes se realizaron exentas de agua, pues en mi medición comparada con los datos de Morin observo apenas cifras cortas de diferencia.

Cuadro 4. Análisis comparativo de los aminoácidos esenciales de las harinas de trigo y pituca (G/100)

Aminoácidos	Harina de trigo (#)	Harina de pituca (@)	Ración diaria
Isoleucina	0,204	0,310	1,4
Leucina	0,417	0,910	2,2
Lisina	0,174	0,390	1,6
Metionina	0,094	0,110	2,2
Cistina	0,159	—	—
Fenilalanina	0,289	0,470	2,2
Tirosina	0,187	0,310	—
Treonina	0,183	0,460	1,0
Triptofano	0,068	—	0,5
Valina	0,276	0,580	

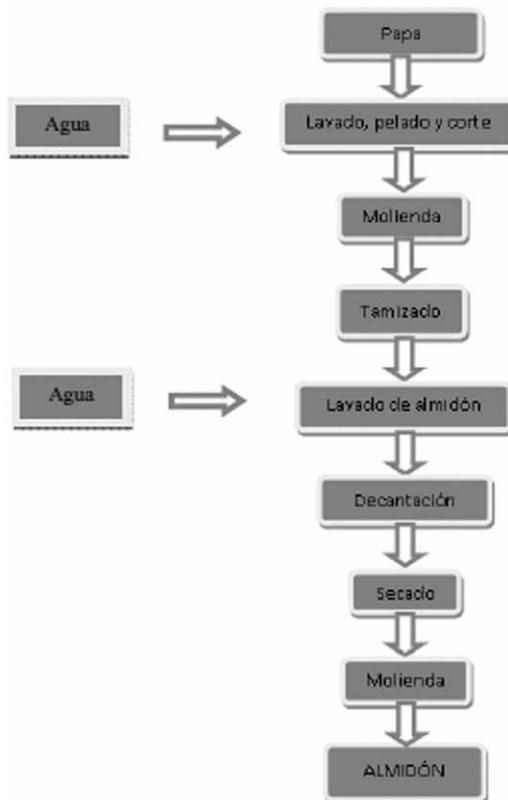
(#) Amos 1969,(@) (obtención propia)

3. EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE PITUCA

3.1. Vía húmeda

Se pesó un kilogramo de papa, previamente lavadas, y peladas. Estas papas se cortaron en cubos de alrededor de 8 cm³ para facilitar el trabajo de molienda. Los cubos se molieron en una licuadora (marca Skymesen, modelo LAR-06) con agua destilada en relación de 1:1 en peso, durante 5 minutos. La pulpa resultante se pasó a través de un tamiz de abertura 150 µm, para separar el almidón del agua de la pulpa. Esta pulpa remanente se molió nuevamente en la licuadora con agua destilada en relación de 1:1 en peso, durante 5 minutos y se tamizó (150 µm de abertura). Seguidamente, la pulpa que queda sobre el tamiz se lavó con agua destilada hasta que el agua del filtrado salió transparente. El filtrado se dejó decantar por 24 horas, y luego se sifoneó para retirar el agua sobrenadante. El almidón, que quedó en el fondo, se lavó con agua destilada hasta que el agua de lavado salió transparente. El almidón se secó en una estufa de tiro forzado marca WTB Binder modelo FED-115 por 24 horas a 40 °C. Finalmente, el almidón seco se disgregó utilizando un molino (marca Ika Werke, modelo MF10 basic). La figura 4 muestra el diagrama de flujo seguido en la extracción de almidón de pituca.

Figura 4. Flujo de extracción del almidón de pituca

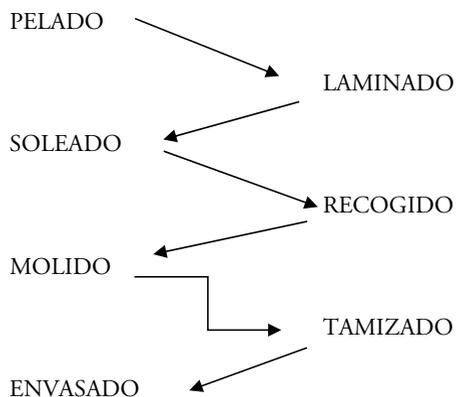


3.2. Vía seca

Esta forma contrapone la clásica forma de extracción pues por los datos teóricos sabemos que el almidón es insoluble en agua, observamos esto cuando se realiza la extracción por vía húmeda que las partículas decantan en el fondo del recipiente. Se parte en ambos casos por la desinfección de los cormos durante 15 minutos en agua con lejía y luego de un abundante enjuague. Luego se troza los cormos en láminas delgadas de forma circular o también largas, esto con la finalidad de asegurar un rápido secado a temperaturas superiores a los 25 °C. Se coloca en una base plana encima de unas bolsas de costales amplificando el área de transferencia de calor para evitar los bultos de los cormos laminares y asegurar su completo secado. Dejamos secar las láminas durante un tiempo aproximado de 24 horas pero guardando la muestra al caer la noche para evitar alguna posible llovizna o contaminación de sedimentos del ambiente. Pasado esto recogemos la muestra que previamente hemos pesado, para ponerla al sol, para luego disgregarla utilizando un molino artesanal en finos granos de harina de pituca.

Luego pasamos a un doble tamizado en el cual el refinado de mallas 150 um de abertura es el almidón finísimo de pituca. En la figura 5 se muestra el diagrama de flujo en la extracción de almidón de pituca en seco.

Figura 5. Flujo del secado y extracción de almidón de pituca en seco



4. OFERTA Y DEMANDA DE ALMIDÓN

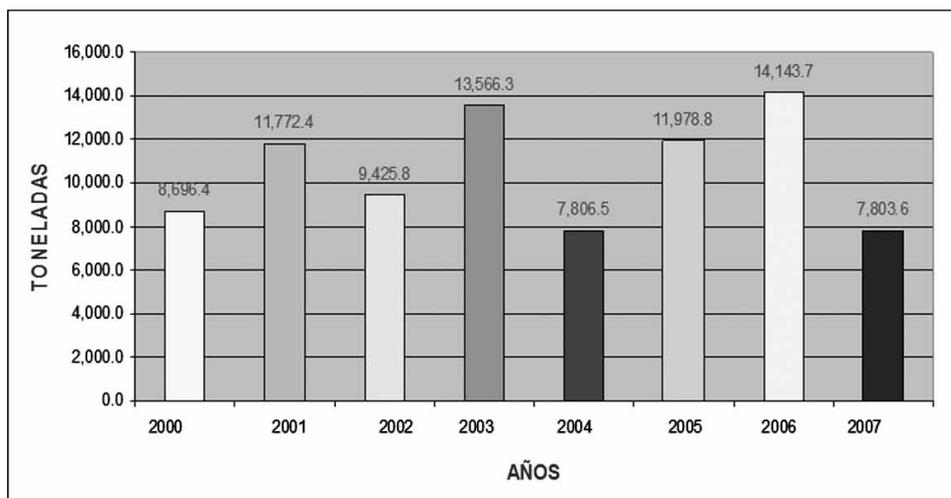
En el cuadro siguiente se muestra que el Perú importa el 100% de almidón pero solo de la papa, por lo cual frente al mercado internacional hay un déficit en la venta de este producto.

Cuadro 5. Oferta y demanda del almidón frente al mercado internacional

Año	Oferta	Demanda(tm)
2008	0	11 051
2009	0	11 141
2010	0	11 230
2011	0	11 051
2012	0	11 319
2013	0	11 398
2014	0	11 477
2015	0	11 557
2016	0	11 636
2017	0	11 715

Elaboración propia generando ecuaciones discontinuas por intervalos.

Figura 6. Prospectivas de consumo de almidón a futuro



Elaborado en función a los boletines del Ministerio de Agricultura (2008).

Proyectándolo al 2017, en función al boletín del MINAG 2008

Como vemos del cuadro 5 y la figura 6 la exportación de este almidón que solo proviene de la papa es de forma alternada, y está en función de las condiciones climáticas propias de nuestro país: precipitaciones, temperatura, heladas; incluso el mismo cambio climático viene afectando la siembra de papas al perder el óptimo de temperatura para sus distintas variedades. También interviene el índice general de los precios y factores antrópicos como el caso de las huelgas y tomas de carreteras que crean un desastre en la economía de las pequeñas localidades que venden sus productos. Sin embargo, si comenzáramos a generar un uso alternativo de obtención de almidón de pituca frente a los almidones tradicionales podríamos satisfacer la demanda nacional y con creces la demanda extranjera.

5. USOS DEL ALMIDÓN

Entre los principales usos tenemos

- **Farmacéutico:** empleado como excipiente para la formación de tabletas, espesante de jarabes.
- **Pegamento:** empleado como base para la fabricación de pegamentos vegetales, alta adhesividad.
- **Cosmético:** empleado para la producción de talcos, polvos de rostro, maquillaje.

- Minero: estabilizante como floculante de la bauxita hierro, aglomerante en ladrillos refractarios.
- Textil: empleado como encolante de los hilos de urdimbre para proporcionar resistencia a los hilos en el telar.
- Cartón: empleado como adhesivo en el proceso de manufactura del cartón corrugado.
- Papel: mejora la resistencia superficial e interna, la retención de finos y cargas minerales, la formación de la hoja y apariencia superficial.
- Alimento: estabilizante, espesante, desmoldante, encapsulante, texturizante, consistencia, sopas, postres, relleno, embutidos, etcétera.

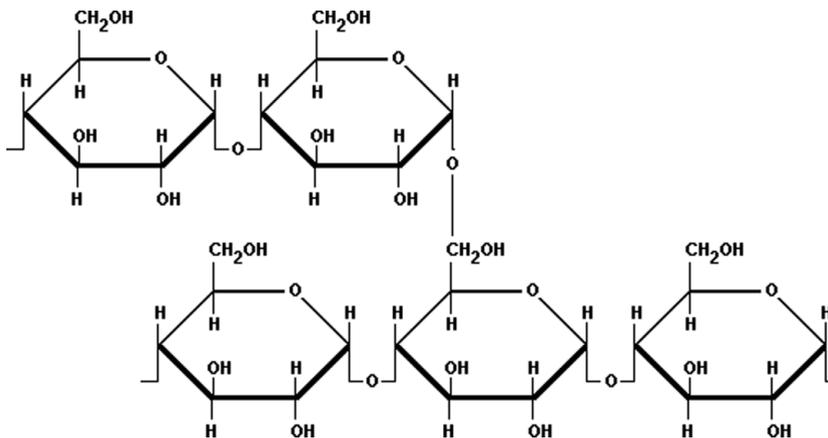
6. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL ALMIDÓN

6.1. Fórmula química del almidón

Parte superior: amilasa

Parte inferior: amilopectina

Figura 7. Fórmula química del almidón



Fuente: Wade (2006).

6.2. Propiedades físicas del almidón

- Polvo fino, blanco inodoro, insípido, produce ligera crepitación cuando es comprimido entre los dedos, insoluble en agua y en alcohol.
- Está formado por pequeños gránulos que constan de una porción más externa y ramificada: la amilopectina, y otra más interna y lineal: la amilasa.

7. RESULTADOS

Por medio de la vía húmeda obtuvimos los siguientes cálculos:

Peso bruto de cormos	=	875 gramos
Peso seco de almidón	=	180 gramos
% de rendimiento	=	21,8% de almidón

Sin embargo, se presentaron varios inconvenientes en su obtención pues la temperatura del medio de trabajo era elevada, y al estar este almidón sobrenadante en la solución tenía tendencia a malograrse por bacterias aerófilas o, peor aún, empezar sus procesos de alcoholilación por presentar carbohidratos:



Por medio de la vía seca obtuvimos los siguientes cálculos:

Peso de pituca sin secar	=	4000 gramos
Peso de pituca secado al sol	=	1700 gramos
Peso seco de almidón	=	1000 gramos
% de rendimiento	=	25% de almidón

8. CONCLUSIONES

- Tenemos un clima propicio con las condiciones de temperatura y precipitación adecuadas para el crecimiento de la pituca, además de contar con grandes extensiones de tierras que podrían utilizarse, como vimos en el cuadro de zonas de alturas de crecimiento que van desde los 1500 a 2500 metros de altitud en el flanco oriental de la cadena de los Andes. Pero también es posible realizar su sembrío en el flanco occidental, pues con un adecuado riego su sostenibilidad y producción son las adecuadas.
- Las potenciales plantaciones de pituca ocupan gran parte del territorio que, de planificarse a gran escala, aliviaría en parte la pobreza rural de los siguientes departamentos del Perú: Loreto, Ucayali, Madre de Dios, Amazonas, Cajamarca, San Martín, Huánuco.
- Además, se cuenta con seis zonas de vida donde se podría sembrar a gran escala este producto:

Bmh: bosque muy húmedo

Bh: bosque húmedo

Bp: bosque pluvial

Bs: bosque seco

Pp: paramo pluvial

Bps: bosque pluvial semisaturado

- De las pruebas químicas realizadas vemos que no hay mucha diferencia entre sus componentes químicos mayores —como los carbohidratos, proteínas y grasas— y los menores —minerales de calcio y fósforo—; más que nada, se deduce que la distinción de color entre pituca blanca o morada se debe a las ramificaciones que presenta en su cormo interior.
- Los porcentajes de amilasa y amilopeptina fueron muy cercanos a la literatura existente pues con los valores de 75 y 25%, respectivamente, se dice que es un buen producto para los fines de industrialización que persiguen.
- En cuanto a la comparación de la harina de pituca, con sus diez aminoácidos principales, observamos que supera largamente al de la harina de trigo en todos sus pesos en gramos. Por ello, deducimos que su concentración de proteínas es muy superior frente a la de los productos tradicionales como la harina de trigo.
- La producción de almidón de los años 2000 a 2008 sigue una línea sinusoidal curva que no nos permite hacer una proyección de su crecimiento a futuro para ver cuál debe de ser la producción interna para satisfacer esa demanda internacional pues, como vemos en la proyección, se necesita como mínimo 11 051 toneladas métricas de almidón por año y en el Perú solo al año 2008 llegamos a 7852 toneladas métricas.
- El almidón ofrece múltiples usos en la industria farmacéutica, alimenticia, textil, cosmética, polimérica, cartones, papeles y otros usos no convencionales como los análisis de laboratorio.
- Al comparar las distintas formas de extracción de almidón de pituca por la vía húmeda o la vía seca, observamos que se consigue un mayor porcentaje de extracción por medio de la vía seca que es del 25% de rendimiento que supone un mayor alcance en lo que se desea de producción.
- La primera extracción la realicé en vía húmeda utilizando el formato enviado de la Pontificia Universidad Católica de Chile, tomando en cuenta la relación 1/1 de cubos de pituca y agua, licuando 5 minutos para luego decantarlo en recipientes de vidrio *pyrex*; pero observé que la velocidad de decantación era lentísima en comparación con la del almidón de papa.
- Proponemos, como teoría, que los granos de almidón de la pituca son mucho más pequeños que los de la papa pues en el caso que realicé la extracción del almidón de papa (que nos sirvió como modelo) solo demoró 20 minutos en decantar, pero en el caso de la pituca no fue así. Luego de ponerlo a secar al sol —y tomando en cuenta que la temperatura media fue de casi 27 °C—, corría el riesgo de malograrse pues en una primera experiencia se descompuso por completo dando un olor típico de fermentación alcohólica, esto debido a su naturaleza de carbohidrato.

- Para evitar estos inconvenientes decidimos usar ambos métodos en partes iguales por la vía seca, que consistía en hacer rodajas de la pituca y secarlas al sol. Luego del molido en un molino nuevo casero, el porcentaje de pérdida fue poco pues los granos de pituca eran tan finos que con una ligera brisa se echaban al viento pero lo realicé en un ambiente cerrado. Sin embargo, este valor puede variar pues hubo pérdidas por acción eólica y también por la finura de los granos.
- Los porcentajes de extracción de almidón por ambas vías son muy prometedores pues sobrepasan valores superiores a los del maíz y de la papa.
- La interdisciplinariedad de la fitogeografía, que explica la distribución de los vegetales en el mundo y de la industrialización que compete a cualquier rama de las ingenierías, da como resultado una visión mucho más amplia que trabajar por separado pues el conocimiento de los recursos naturales más la transformación de la materia prima reducen la pobreza donde más se necesita.

9. RECOMENDACIONES

- Como posible hipótesis de trabajo tenemos tres parámetros a trabajar: la velocidad de las cuchillas de la licuadora, el tiempo de licuado y la temperatura de trabajo. La unión de estos tres factores en optimización numérica podría darnos mejores resultados.
- En cuanto al método seco, se recomienda usar un ambiente hermético y cerrado pues el viento arranca los granos de almidón de tamaño inferior a las 150 μm , que es como consta en las fotografías electrónicas de barrido tomadas durante la estancia en la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Es recomendable realizar estudios de fenología de la pituca para poder maximizar su producción en un menor tiempo si es que la demanda internacional lo exige.
- Asimismo, se podría calcular la población rural que podría trabajar en la producción de esta tuberosa dada la gran extensión de zonas de vida y de los departamentos en los cuales se ve un crecimiento óptimo de producción.

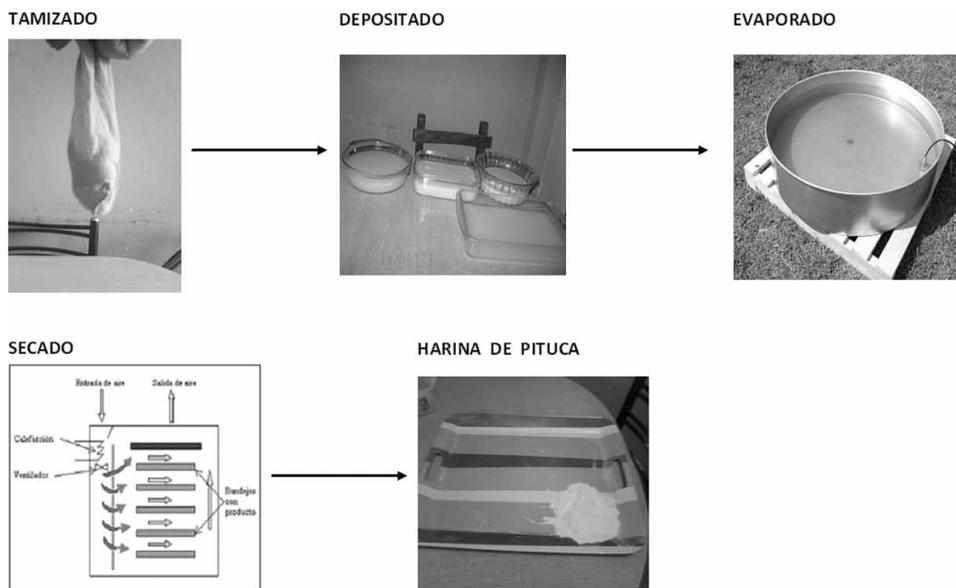
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernández Lancho, Manassés, F. (1970). *Importancia de la pituca para la alimentación humana*. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal.
- Montaldo, A. (1977). «Diseño de una mezcla alimenticia a partir de harina de pituca, cáscara de huevo y leche en polvo». Tingo María, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Proyecto de tesis. Disponible en http://dc437.4shared.com/doc/_-2VoG-0/preview.html (Consulta: 31/12/12).

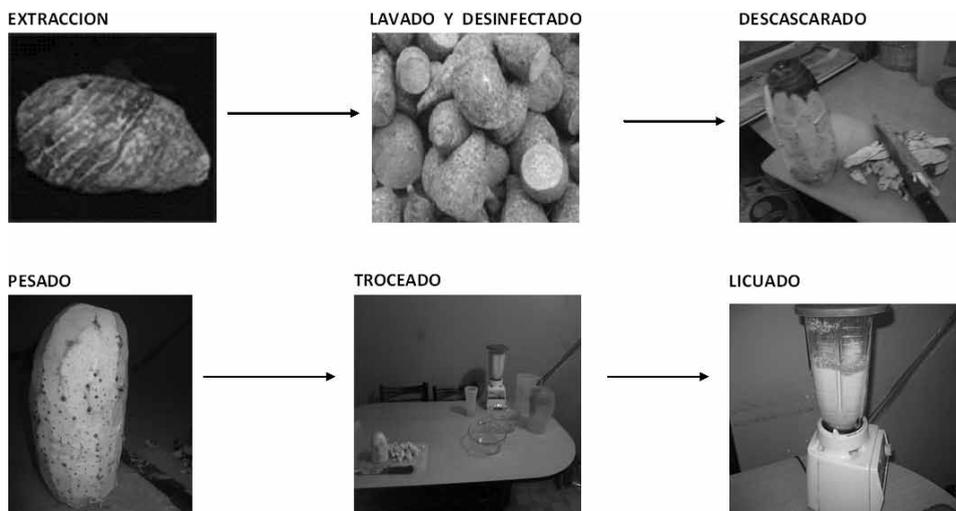
- Morín L., Charles (1983). *La pituca o taro: información acerca de su cultivo*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Núñez, R. (1989). *Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de pituca en la elaboración de panes enriquecidos con hidrolizado de pescado*. Tesis. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima.
- Onwueme, I.C. (1978). *The tropical tuber crops: yams, cassava, sweet potato, and cocoyam*. Nueva York: Wiley, pp. 234-236.
- Wade, L. G. (2006). *Química orgánica*. 5ta. edición. Madrid: Pearson-Prentice Hall.

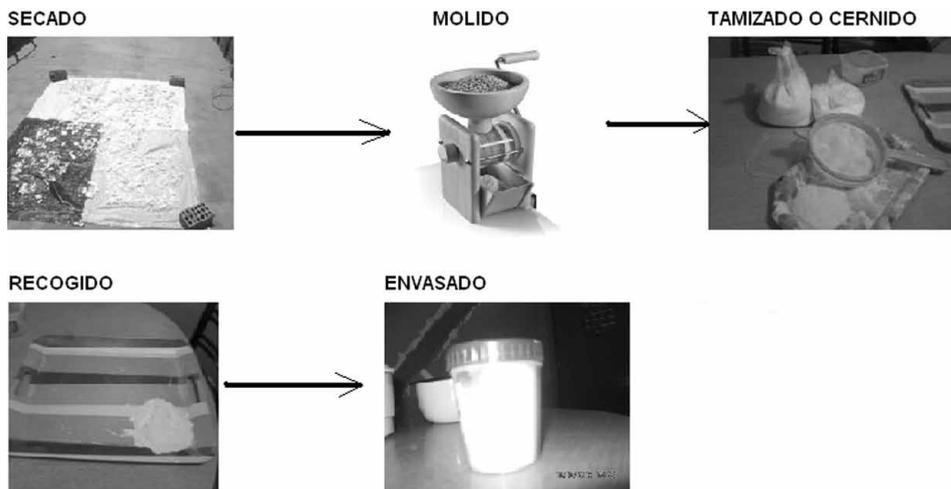
ANEXOS

Flujograma de obtención de almidón de la pituca



Flujograma de extracción de almidón de pituca por el método seco

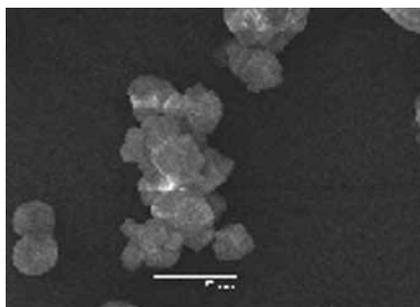




Métodos utilizados

- Proteína.- El método empleado es el Kjeldahl utilizando un factor de conversión de 6.25 según 999.23 AOAC 2000
- Cenizas.- Método de calcinación por mufla según 923.03 AOAC 2000
- Grasa.- Método de Soxhlet según 920.85 AOAC 2000
- Humedad.- Estufa a 130 según 925.10 AOAC 2000
- Fibra.- Digestión ácido-alcalina de acuerdo a FAO 1986
- Fósforo.- Fotométrico del fosfomolibdovanadato 965.17 AOAC 2000
- PH.- Método electrométrico según 945.42 AOAC 2000
- Viscosidad.- Según UNOPS 1997
- Metales.- Método de absorción atómica 975.03 AOAC 2000
- Determinaciones microbiológicas.- Métodos de la ICMSE, edición 1985 (reimpresión 2000)

Microfotografías realizadas en Chile



Fuente: Química. Saddys Rodríguez Llamazares.