

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Fundada en 1551

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIDAD DE POST GRADO

Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*) para su aplicación tecnológica

TESIS para optar el Grado Académico de: **MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**

AUTOR

FELIPE ARTEMIO SURCO LAOS

ASESOR Dra. **AUGUSTA CÓRDOVA RIVERA**

LIMA – PERÚ 2004

| | |
|--|-----------|
| AGRADECIMIENTOS . | 1 |
| RESUMEN . | 3 |
| SUMMARY . . | 5 |
| I.- INTRODUCCIÓN . | 7 |
| II.- GENERALIDADES . . | 9 |
| 2.1. TUBÉRCULOS ANDINOS . . | 9 |
| 2.2. CARACTERÍSTICAS . . | 12 |
| 2.3. ALMIDÓN . | 16 |
| III.- PARTE EXPERIMENTAL . | 21 |
| 3.1. MATERIAL Y MÉTODO . | 21 |
| 3.2. PREPARACIÓN DE FÓRMULA ALIMENTICIA . | 26 |
| 3.2.1. Procedimiento: . . | 26 |
| 3.2.2 ANÁLISIS DEL PRODUCTO PREPARADO . . | 27 |
| IV. RESULTADOS . | 29 |
| DISCUSIÓN . | 37 |
| CONCLUSIONES . . | 41 |
| BIBLIOGRAFÍA . | 43 |
| ANEXOS . | 47 |

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Gracias por permitirme llegar a este momento, darme sabiduría y protegerme cada día, culminando uno de mis anhelos

A MI MADRE Y HERMANOS:

Por su apoyo, esfuerzo, paciencia y comprensión constante, a muchos días de abandono, para la ejecución y culminación del presente trabajo, ya que fueron mi inspiración. Para aquellos que hoy se encuentran lejos, pero siempre estarán presentes en mi corazón. Mi Eterna gratitud.

A los Profesores de la Unidad de Postgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional “Mayor de San Marcos” por brindar sus conocimientos y orientación en la formación de nuevos magísters que contribuyan a forjar una nueva sociedad y en especial a la Dra. Augusta Córdova R. por sus consejos y apoyo Incondicional que me sirvieron para alcanzar el objetivo. A la facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica. Mi Alma Mater.

Al Instituto La Molina Calidad Total Laboratorios, su personal porque de una u otra manera, me brindaron sus experiencias e hicieron valiosos comentarios. Las opiniones que se vierten en este trabajo, al igual que sus inevitables errores son míos y no de ellos. A todos ellos muchas gracias.

A los honorables miembros del Jurado Informante y el Jurado Evaluador de la presente tesis, integrado por:

- Dra. Elizabeth Gonzales Loayza
- Dra. Augusta Córdova Rivera
- Mg. Arilmi Gorriti Gutierrez
- Mg. Mario Bautista Castro
- Dr. Pablo Bonilla Rivera

Por sus útiles sugerencias encaminadas al mejoramiento del presente trabajo, efectuadas durante el proceso de revisión y evaluación en las previas.

A ellos expreso mi agradecimiento

RESUMEN

Se efectuaron análisis químico completo a tres tubérculos: Oca (*Oxalis tuberosa*), Olluco (*Ullucus tuberosus*) y Mashua (*tropaeolum tuberosum*) al estado fresco, mediante métodos de la AOAC y la FAO, encontrándose los siguientes valores: Proteína 0.97%, 1.00%, 1.20%; grasa 0.80%, 0.0%, 0.2%; cenizas 0.57%, 0.52%, 0.70%, fibra 0.76%, 0.58%, 0.79 %; carbohidratos 13.16%, 12.58%, 10.95%, respectivamente.

Se aisló el almidón de los tres tubérculos siendo el rendimiento de 12.85%, 5.05% y 2.20 % para la oca, olluco y mashua respectivamente; a los que se efectuó análisis químico proximal no encontrándose diferencias significativas entre ellos. En cuanto a las características morfológicas, mediante el empleo de un microscopio Carl Zeiss, se encontró que los gránulos de almidón tenían la forma elíptica, triangular y globular con un tamaño promedio de 30, 15 y 10 micras para la oca, olluco y mashua respectivamente. Con respecto al carácter iónico todos mostraron un comportamiento catiónico similar.

Se encontró que la solubilidad de los gránulos de los almidones a 60 °C fue de 6.97% para la oca, 2.75% para el olluco y 2.27% para la mashua; mientras que el poder de hinchamiento varió entre 11.85, 8.36% y 4.51% para cada uno de ellos.

La viscosidad determinada mediante un viscosímetro de Brookfield a 60 °C, fue de 504, 392 y 340 centipoise para la oca, olluco y mashua respectivamente.

De la aplicación tecnológica solo el almidón de oca proporcionó un excelente resultado, obteniéndose un producto alimenticio instantáneo (mazamorra) de buenas características organolépticas y un alto grado de aceptabilidad con un aporte calórico de 411.5 Kcal por cada 100g.

Palabras claves: Tubérculos andinos, oca, mashua, olluco, almidón, caracterización.

SUMMARY

A complete chemical analysis on three fresh tubercles: Oca (*Oxalis tuberosa*), Olluco (*Ullucus tuberosus*) and Mashua (*Tropaeolum tuberosum*), using AOAC and FAO Methods, were carried out. Values of protein: 0.97%, 1.00%, 1.20%; fat: 0.80%, 0.0%, 0.2%; ash: 0.57%, 0.52%, 0.70%; fiber: 0.76%, 0.58%, 0.79% and carbohydrates: 13.16%, 15.58% and 10.95%, were found for each one.

Performance of 12.85% for oca; 5.05% for olluco and 2.20% for mashua were found after the starch isolations were made.

A proximal chemical analysis was made on the starch isolated from each tubercle and no significant differences between them was found.

A morphological study of starch from each tubercle, using Carl Zeiss microscope was made.

An elliptic starch granules shape for oca, triangular for olluco and globular for mashua were found, and an average size of 30 microns for oca, 15 microns for olluco and 10 microns for mashua were found also. Regarding to ionic character, a similar cationic behavior were shown for all of them.

Solubility test for starch granules was made to 60 °C. Values of 6.97% for oca, 2.75% for olluco and 2.27% for mashua were found, a swells power of 11.85% for oca, 8.36% for olluco and 4.51% for mashua were found.

A viscosimetric study, using Brookfield viscosimeter to 60 °C was made. Values of 504 for oca, 392 for olluco and 340 centipoise for mashua was obtained.

Technological use study was made. As a result only oca starch gave excellent result. An instant food product (crumbs), with good organoleptic characteristics, high acceptability grade and caloric content of 411,5 Kcal for 100 grams of product was obtained.

Key Words: Tubercles anden, oca, mashua, olluco, starch, chacteristation.

I.- INTRODUCCIÓN

Las raíces y tubérculos andinos son fuentes importantes de energía, debido principalmente a su contenido de almidón (Alfaro, 1999), un polisacárido muy complejo que se almacena en forma de gránulos en las células de membrana delgada. Los diferentes tipos de almidones se diferencian entre sí por el tamaño de los gránulos, su apariencia microscópica, sus características físicas y su constitución química, pues existen almidones que están constituidos en su mayor cantidad de amilosa y otros de amilopectina, los primeros tienen importancia en el campo de las fibras y plásticos y los segundos en el campo alimenticio (Anderson et al. 1969).

El almidón es materia prima para la fabricación de numerosos productos como dextrosa, alcohol, sorbitol, glucósidos metílicos, etílicos y ácido láctico, por lo mismo puede proporcionar a nuestra economía una fuente de abastecimiento casi ilimitada en la elaboración de sustancias orgánicas, en la industria alimenticia, textil, en la del papel y en la de los polímeros.

Los ollucos, ocas, mashuas, son cultivados y consumidos como alimentos en los Andes, algunos en gran extensión, mientras que otros con un carácter muy restringido debido a múltiples factores como la introducción de nuevos cultivos, la aculturización de la población indígena, la falta de incentivos para su producción y la erosión genética de las especies.

Las ocas, ollucos y mashuas se cultivan en toda la sierra del Perú a partir de los 3300 msnm (Hermann, 1992). En la zona del Centro del Perú, estos cultivos han alcanzado un gran grado de desarrollo, especialmente el olluco (Chávez 1993), en menor

grado la oca, aunque la cosecha es estacional y generalmente los precios son muy bajos. La práctica de almacenar por más de cuatro meses para luego vender es poco frecuente por problemas de deshidratación, pudrición en los tres productos, y especialmente por la infestación de gorgojo en la oca (Tupac, 1999).

Desde 1980, el Departamento de Recursos Fitogenéticos de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Cuzco a través del Centro de Investigación de Cultivos Andinos de Kayra ha desplegado acciones de recolección, conservación, evaluación y documentación, dando como resultado el establecimiento de colecciones de germoplasma de raíces y tubérculos andinos que constituyen una diversidad genética muy representativa. La caracterización y evaluación físico-química de estas colecciones se está llevando a cabo en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Dentro este contexto el presente trabajo pretende contribuir a la valoración de los productos andinos, realizando la **caracterización del almidón** de cada uno de estos tubérculos, así como su **aplicación tecnológica** como una manera de aprovechar su utilización y evitar las pérdidas que se ocasiona a la producción, ya que al respecto no existen estudios.

II.- GENERALIDADES

2.1. TUBÉRCULOS ANDINOS

Por causa no establecida, los Andes han sido centro de origen de los cuatros únicos cultivos, en el mundo, que producen tubérculos: la papa, la oca, el olluco, el ñuño ó mashua; mientras que en casi todos los continentes se conocen plantas cultivadas por sus rizomas, bulbos y raíces tuberosas.

De las cuatro especies citadas, todas ellas muy semejantes en su modalidad de producción, a pesar de pertenecer a cuatro familias diferentes, solamente la papa ha adquirido ciudadanía mundial, hasta el punto de estar ahora entre los cuatro cultivos más importantes del mundo, y por consiguiente, sólo ella ha sido objeto de especial dedicación por parte del mundo científico agronómico. Las otras tres, en cambio, a pesar de sus cualidades nutritivas y de producción, han quedado relegadas al cultivo empírico.

Este tratamiento desigual, no se debe sin embargo a sus inferiores capacidades, sino a su adaptación a las condiciones de Europa, Norte América y otras regiones del globo, cuya ciencia está adelantada. Sin embargo, frente a la crisis de producción de alimentos y de su transporte, es imperioso volver la mirada a nuestros propios recursos.

SITUACIÓN Y PERSPECTIVA DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO

En ningún otro lugar del mundo se han domesticado tubérculos que se usan en la alimentación humana como en los Andes.

Los autores proponen una serie de alternativas para conjurar el espectro del hambre, que se está viviendo en algunas zonas del mundo, esta contingencia podría ser atenuada, en buena medida, teniendo en cuenta el potencial que desde nuestros ancestros han venido siendo usado con fines alimenticios, considerando el aprovechamiento de: TARWI, KIWICHA, QUINUA, KAÑIWA, YACÓN, ACHIRA, OCA, OLLUCO, MASHUA y otras especies, cuyo rescate y reivindicación se hace perentorio si queremos llegar a tiempo para contribuir a la solución del problema alimenticio de nuestra región (Alfaro, 1995).

En este contexto nos referimos a los tres tubérculos tratados en el presente trabajo, los cuales Hodge llama el trío andino de tubérculos alimenticios. Es curioso observar como los tubérculos de diferentes especies correspondientes a tres familias botánicas distintas pueden asemejarse tanto en algunos casos que una persona no entrenada, no distinga un tubérculo de oca de otro de isaño o un tubérculo cilíndrico y de color entero de ulluco. Por otra parte, los tres tubérculos en cuestión son cultivados en las mismas zonas y a veces en el mismo campo (Cárdenas 1985).

Los tubérculos Andinos: "Oca"(*Oxalis tuberosa* Mol.), "Olluco" (*Ullucus tuberosus* Loz) y "Mashua" o "Isaño" (*Tropaeolum tuberosum*) como patrimonio del agro alto andino juegan un papel importante en el campo alimentario del poblador rural principalmente.

Sobre el consumo de estos tres tubérculos de tierra fría, tenemos: En los mercados de Colombia estos tres tubérculos son abundantes y su consumo parece ser importante. En los mercados de Perú y Bolivia son abundantes los ollucos y las ocas, mientras que los isaños o mashuas son raros. Tanto en el Perú como en Bolivia, el consumo del olluco está más generalizado que el de los otros dos tubérculos. La oca asoleada es muy dulce y agradable; se le consume cocida en lugar de la papa y en especial en un plato de "puchero". El uso alimenticio del olluco y la oca, sería más generalizado si su conservación no fuera tan precaria. Debido a su succulencia y cutícula no suberizada, se secan o pudren fácilmente. No hay en los mercados oca ni olluco sino por unos dos o tres meses. El isaño crudo es amargo, y cocido es desabrido.

Hace algunos años se vendían en las calles de la Paz (Bolivia) isaño cocido y helado sobre los techos de las casas en invierno, con el nombre de "tcayacha". Se comía la "tcayacha" con miel de caña. En la actualidad se está perdiendo el uso del isaño por el pueblo en Bolivia.

IMPORTANCIA DE LOS CULTIVOS DENTRO DE LA ECONOMÍA

Los cultivos que producen los campesinos en la sierra se pueden dividir entre cultivos preferenciales y cultivos de producción marginal. El campesino destina su producción en parte para el autoconsumo y en parte para el mercado, y es a partir de su integración con este último que puede diferenciar y priorizar cultivos. Entre aquellos que hemos denominado preferenciales encontramos los que le representan simultáneamente seguridad alimentaría, vía el autoconsumo, y posibilidades de monetización a través de las ventas en el mercado. Son cultivos como papa, cebada, y maíz.

Entre los cultivos que se pueden denominar de producción marginal están los que presentan seguridad alimentaria vía el autoconsumo. Son cultivos que se consumen e intercambian básicamente sólo a nivel de las familias campesinas. En este grupo se encuentran los cultivos andinos tales como oca, mashua, tarwi, cañihua y quinua.

Entre estos productos, la quinua es un cultivo que se encuentra en una etapa intermedia entre una y otro grupo, lo mismo sucede con el olluco ó lisa y la maca.

Se puede inferir que los tres cultivos en estudio no son cultivos principales en la agricultura campesina. Son cultivos que sustentan el autoconsumo campesino, constituyen su defensa y seguridad frente a las fluctuaciones del mercado (Repo-Carrasco 1997).

Tabla N° 01. DATOS DE PRODUCCIÓN Superficie Sembrada por Campaña 1993 – 2001 (Hectáreas)

| Año | Oca | Olluco | Mashua |
|------------|------------|---------------|---------------|
| 93-94 | 9373 | 8371 | 2935 |
| 94-95 | 7597 | 792 | 2536 |
| 95-96 | 9360 | 689 | 2362 |
| 96-97 | 10691 | 11095 | 3432 |
| 97-98 | 2541 | 1970 | 3350 |
| 98-99 | 1998 | 3119 | 2775 |
| 99-00 | 5039 | 4813 | 4037 |
| 00-01 | 4344 | 5892 | 4151 |

* Datos obtenidos hasta octubre del 2001

Informe Económico Mensual Octubre 2001 Diciembre 2001 INEI Lima –Perú

Tabla N° 02. Producción años 1992 – 2000 (Miles de toneladas métricas)

| Año | Oca | Olluco | Mashua |
|------------|------------|---------------|---------------|
| 92 | 35,4 | 44,8 | 9,8 |
| 93 | 51,4 | 77,0 | 17,3 |
| 94 | 59,9 | 63,2 | 20,5 |
| 95 | 63,5 | 87,0 | 24,1 |
| 96 | 73,6 | 94,3 | 25,4 |
| 97 | 81,6 | 98,5 | 29,9 |
| 98 | 101,6 | 15,9 | 32,4 |
| 99 | 104,5 | 31,5 | 36,8 |
| 00 | 122,4 | 42,0 | 34,6 |

Perú: Compendio Estadístico 2001 INEI junio 2001 Lima – Perú

Tabla N° 03. Producción según Departamento 2000 (Toneladas métricas)

| Departamento | Mashua | Oca | Olluco |
|--------------|--------|-------|--------|
| Piura | - | 1236 | 1032 |
| Lambayeque | - | 177 | 193 |
| La Libertad | 136 | 17133 | 13184 |
| Amazonas | - | 323 | 2623 |
| Cajamarca | - | 17646 | 20146 |
| Huanuco | 2263 | 7700 | 23776 |
| Ancash | - | 5836 | 8158 |
| Junín | 9578 | 8890 | 21111 |
| Lima | - | 1102 | 949 |
| Huancavelica | 4112 | 3339 | 3846 |
| Ica | - | 58 | 44 |
| Arequipa | 30 | 381 | 461 |
| Pasco | - | 1604 | 1551 |
| Ayacucho | 5078 | 5894 | 7233 |
| Apurímac | 3760 | 4381 | 9979 |
| Moquegua | - | 192 | 72 |
| Cuzco | 4846 | 13297 | 17370 |
| Puno | 4803 | 33086 | 6301 |

Perú: Compendio Estadístico 2001 INEI junio 2001 Lima - Perú

2.2. CARACTERÍSTICAS

OLLUCO (*Ullucus tuberosus*)

Nombre botánico: *Ullucus tuberosus* Loz.

Familia: Basellaceas.

Nombres comunes: quechua: Ulluku, ullus; aymara: ulluma, illako; castellano: michurui, michuri, miguri, micuche, ruba, rubia, timbo, tiquiño (Venezuela), chigua, chugua, rubas, hubas, camarones de tierra (Colombia), melloco (Ecuador), olluco, ulluco, lisa, papalisa (Perú), Lisa, papalisa (Bolivia), olloco, ulluca, ulluma (Argentina).

El olluco es una planta endémica en los Andes. De origen muy antiguo, es probable que su cultivo se extendiera desde los Andes de Venezuela (10° lat. N) hasta el noroeste argentino y noreste chileno (25° lat. S) en épocas prehispánicas. El vestigio más antiguo es la presencia de almidón entre los restos vegetales de Ancón y Chilca, en la costa del Perú, de 4000 años de antigüedad.

El género *Ollucus* contiene sólo una especie, que se conoce en cultivos desde Venezuela hasta el norte de Argentina; tipos silvestres se hallan en el departamento de Cuzco (Perú), donde reciben el nombre de "kitalisas" y "atoc-lisas" y de "kipa-ullucus"; son tubérculos pequeños, amargos, no comestibles. Otros creen, por otra parte, que los tipos

colombianos son los más primitivos (Castillo, 1990).

La planta es herbácea, compacta, baja (20 – 30 cms.) o larga y rastrera, según la variedad. Los tallos son aristados, carnosos, verdes o con manchas moradas. Las flores amarillas, en formas de estrellas, nacen en racimos dentro del follaje. El olluco rara vez produce semillas.

Los tubérculos comestibles varían de esféricos a cilíndricos del tamaño de una nuez, de cáscara delgada, pulpa amarilla, feculenta y mucilaginosa, con ojos o yemas poco profundas, de donde se deriva el nombre español de “papalisas”. La coloración de los tubérculos es muy variada y atrayente. Hay clones con tubérculos de color verde claro; otros amarillos, de superficie brillante, con manchas púrpuras, que son los más apreciados en Bolivia y Perú. En Colombia, en cambio, los clones más corrientes tienen tubérculos alargados, de color púrpura, llamados “rojas”. Hay clones en Perú de tubérculos blancos, uniformes o con puntos o manchas rojas, o de coloración púrpura intensa casi negra (Holle, 1993).

ENFERMEDADES, PLAGAS Y ALMACENAJE

Aunque el olluco es una planta rústica, adaptada a las difíciles condiciones de los Andes, las enfermedades virales parecen constituir uno de los problemas más serios. La infección de virus en los bancos de germoplasma llega hasta 80 por ciento de las muestras. Esto es un problema particularmente grave, no sólo para los bancos, sino también para el manejo del cultivo.

Entre las enfermedades para el Perú se mencionan: *Aecidium cantensis*, *Rhizoctania solani* y *Peronospora* y mildew; entre las plagas: *Premnotrypes solani* (Montaldo, 1972). El olluco como es de producción estacional en la sierra del Perú y Bolivia, se almacena en las zonas de producción y en refrigeración en las partes bajas a 4-6 °C bajo cero, pero hay pérdidas por la brotación normal (Castillo, 1990).

En Huancayo, según Hermann encontró que a los cinco meses de almacenamiento no todos los clones pierden agua uniformemente, sino que hay diferencias marcadas habiéndose encontrado clones con toda su turgencia y otros tubérculos flácidos.

OCA (*Oxalis tuberosa*)

Nombre botánico: *Oxalis tuberosa* Molina

Familia: Oxalidáceas

Nombres comunes: quechua: oqa, ok'a; aymara: apilla; castellano: oca (Perú, Ecuador), oca, ibia (Colombia), ruba, timbo, quiba (Venezuela), papa roja, papa colorada, papa extranjera (México).

Es un cultivo importante en las tierras frías altas sobre los 3000 m de los Andes de Sudamérica, después de la papa es la especie tuberosa más cultivada, se estima que en la región andina del Perú, Ecuador y Bolivia se cultivan 32,000 ha. con rendimientos entre 6 a 12 T.M./Ha. (Tapia, 1990)

La oca es un cultivo endémico de los Andes. Su domesticación y la de otros tubérculos andinos en la región central del Perú (10° lat. S) y el norte de Bolivia (20° lat. S) donde se encuentra la mayor diversidad, tanto de formas cultivadas como silvestres,

habría dado origen -junto con la papa- a la actividad agrícola en las zonas agro ecológicas más altas de los Andes. Su cultivo fue introducido en México hace unos 200 ó 300 años, y hoy en día es relativamente importante en la zona del Eje Neovolcánico Transversal. La introducción de la oca en Europa se hizo en el siglo pasado. La existencia de oca en Nueva Zelanda es conocida desde 1860, y su cultivo parece haber ganado popularidad durante los últimos 20 años (Arbizu y Robles 1986).

Según Hernández (1992), la oca tiene más importancia que la papa en ciertas áreas como Nariño (Colombia) y Puno (Perú).

Hierba anual de tallos erguidos de 20-30 cm y hojas carnosas. Produce tubérculos comestibles que son generalmente ovoides, blancos, amarillos o rojos, de tamaño pequeño (King, 1988). De acuerdo Orbegoso (1985), la parte subterránea de la oca es un rizoma - tallo engrosado corto - con hojas escamiformes, la mayoría de las veces prominente y en cuyas axilas u ojos se encuentra una sola yema. Son de forma y coloración variados.

Según Bukasov en un trabajo citado por Cárdenas (1985) manifiesta “no puede establecerse variedades en el sentido taxonómico, porque los caracteres morfológicos de las plantas que se han visto no lo permiten. Las diferencias más marcadas entre las numerosas colecciones pueden establecerse basadas en el color de los tubérculos y siguiendo este carácter, propondríamos la agrupación de las ocas en tres formas: alba, flava y roseo-violácea”.

La forma de los tubérculos varía menos que su pigmentación y tal vez podríamos reducir todas las formas a tres tipos: ovoide, claviforme y cilíndricos. En los tubérculos de tipo ovoide y cilíndrico el extremo del estolón es curvado.

Los tratamientos que se dan al cultivo son bastantes similares que los que se dan a la papa; se siembra asociada con ulluco, mashwa y papa nativas en parcelas de hasta aproximadamente 1000m².

MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*)

Nombre botánico: *Tropaeolum tuberosum* R. y P.

Familia: Tropeoláceas.

Nombres comunes: mashua, mashwa (Perú, Ecuador), isaño, añu (Perú, Bolivia), maswallo, mazuko, mascho (Perú), cubio, navo, navíos (Colombia).

La mashua es al parecer originaria de los Andes centrales (10 – 20° lat. S); su cultivo se habría extendido por migraciones del hombre precolombino hasta Colombia (8° lat. N) y el norte de Argentina y Chile (25° lat. S). A pesar de su rusticidad no existen referencias de su introducción en otros países, posiblemente porque el sabor del tubérculo resulta poco agradable para quien lo prueba por primera vez (Castillo, 1990).

La mashua es una planta herbácea, semierecta de 20 a 80 cm. de alto. Sus tallos aéreos son cilíndricos, delgados, ramificados, de color púrpura o violado púrpura oscuro. Los tubérculos del isaño, son menos variables en su forma y color que los de la oca y los ulluco (Castillo, 1990). En la descripción original se dice que son cónicos. Su color por el contrario, es bastante variado. La mayoría de las colecciones tienen tubérculos amarillos

claros de azufre, con ojos negruzco o anaranjados. Las formas colombianas son inconfundibles no solo por su color blanco con el extremo distal pigmentado difusamente de lila o violado, sino también por ser delgados y estar provistos en los ojos de raicillas filamentosas. Estos caracteres, no aparecen en el material de ninguna otra región de los Andes. En Colombia, Perú y Bolivia hay otro color de tubérculos, muy llamativo y hermoso, en el que sobre un fondo verdoso o amarillo aparecen líneas de un color rojo muy oscuro, unas veces cortas y gruesas, cerca de los ojos y otras veces muy finas y profusas, dando la impresión de una superficie marmórea. En el sur de Perú y en Bolivia hay también isaños de tubérculos violado oscuro (Tapia,1990).

Desde el punto de vista agronómico la mashua es muy rústica porque se cultiva en suelos pobres, sin uso de fertilizantes y pesticidas; aún en estas condiciones, su rendimiento puede duplicar el de la papa. La asociación con olluco, oca y papa nativas se explicaría por los principios de control nematocida e insectocida que posee la planta.

Tabla N° 04. VALOR NUTRITIVO DE LOS TUBÉRCULO

| COMPOSICIÓN En porcentaje | OLLUCO | OCA | MASHUA |
|---------------------------|---|--|----------------------|
| Proteína | 1.0 | 1.0 | 1.6 |
| Grasa | 0.0 | 0.6 | 0.6 |
| Cenizas | 0.6 | 0.8 | 0.8 |
| Humedad | 85.9 | 83.8 | 86.0 |
| Fibra | 0.6 | 0.8 | 0.8 |
| Carbohidratos | 12.5 | 13.8 | 11.0 |
| Observaciones | Algunos presenta gran cantidad de mucílago que requiere un tratamiento previo | Recién cosechados contienen cristales de oxalato de calcio | Sabor un poco amargo |

Valores promedios de diferentes literaturas consultadas: 5, 10, 12, 28, 54

Tabla N° 05. ASPECTOS ECOLÓGICOS Y FITOGEOGRAFICOS

| ASPECTOS | OLLUCO | OCA | MASHUA |
|--------------------|-------------------------------|---|---|
| Altitud | 1500 – 4000 m | 2000 - -4000 m | 3000 – 4000 m |
| Clima | Frío y húmedo | Semi-húmedo | Semi-húmedo hasta temperaturas extremas |
| Suelo | Diverso | Laderas andinas | Pobres |
| Conservación | Lingli o shilgui | Khaya o okhaya y chuño | thayacha |
| Plagas importantes | Premnotrypes solani (gorgojo) | Crisomélidos y nematodos(Heterodera rotochiensis) | Ninguna predominante |

Datos de diferentes bibliografías recopiladas: 2, 10, 12, 26, 35, 58

2.3. ALMIDÓN

Polisacárido propio de tejidos vegetales que tiene como unidad estructural moléculas de glucosa, se presenta en forma de gránulos, que habitualmente ofrecen una forma redondeada, irregular, con tamaños que oscilan entre 2 y 100 micras, tanto la forma como el tamaño de los gránulos son característicos de la especie vegetal y pueden utilizarse para identificar el origen de un almidón o harina. Contribuye a la dieta normal de los seres humanos con más calorías que cualquier otra sustancia

FUENTES Y COMPOSICIÓN

Como hidrato de carbono de reserva, el almidón se encuentra en especial abundancia en determinados tejidos vegetales, como los tubérculos y en el endospermo de las semillas. Sus propiedades funcionales son de importancia en muchos alimentos. El almidón se encuentra en las células vegetales bajo la forma de partículas insolubles, o gránulos.

El almidón consta de dos tipos de polímeros de la glucosa, químicamente el almidón es un glucano, o mejor dicho una mezcla de glucanos, pues el gránulo de almidón es un sistema heterogéneo que consiste principalmente en dos compuestos distintos:

La amilosa, que es esencialmente un polímero lineal;

La amilopectina, que es un polímero muy ramificado.

Se presentan juntos en los gránulos, pero la amilosa puede separarse de las diluciones de almidón, porque es mucho menos soluble en los disolventes orgánicos, como el butanol (Coulter, 1998). La proporción relativa de amilosa y amilopectina varía de un almidón a otro. En general, los almidones contienen más amilopectina que amilosa, la mayor parte de los almidones contienen entre 20 y 25% de amilosa, para los tubérculos estudiados está entre 26 y 29%. La relación entre amilosa y amilopectina está gobernada por factores genéticos, y puede ser influida por técnicas de reproducción de vegetales. Así, mientras que en el almidón del maíz ordinario esta relación es de aproximadamente 1:3, las variedades de maíz ceroso producen un almidón casi libre de amilosa (Coulter, 1998).

La amilosa está formada por largas cadenas de restos de alfa-D- glucopiranosilo unidos, como la maltosa, por enlaces 1- 4. No se sabe con seguridad la longitud de las cadenas, pero se cree que contienen muchos miles de unidades de glucosa, de manera que su peso molecular promedio típico es de alrededor de 2×10^6 , Cada vez parece más claro que las cadenas de amilosa contienen algunas ramificaciones del tipo característico de la amilopectina.

La amilopectina es una molécula mucho más grande, que consta de alrededor de 106 unidades de glucosa por molécula. Como en la amilosa, las uniones entre las

moléculas de glucosa son enlaces glicosídicos alfa 1- 4, pero alrededor del 4-5% de las unidades de glucosa están implicadas también en enlaces alfa 1-6, generando puntos de ramificación. Las ramificaciones tienen una longitud de cadena promedio de 20-25 unidades. A lo largo del tiempo, se han formulado muchas hipótesis para describir la disposición de las ramificaciones de las cadenas de amilopectina y durante mucho tiempo se aceptó la estructura arbórea propuesta originalmente por Meyer y Bernfeld. Sin embargo, en 1940 la enzima pululanasa, que hidroliza específicamente los enlaces alfa 1-6 y los métodos de filtración de gel, que permiten determinar las longitudes de las cadenas de las fracciones resultantes, han proporcionado nuevos puntos de vista. En esencia se trata de un esqueleto de cadenas monoramificadas de aproximadamente 40 unidades de glucosa que llevan consigo familias de cadenas, en su mayor parte no ramificadas (Coultate, 1998).

ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DEL GRÁNULO DE ALMIDÓN.

El gránulo de almidón consiste generalmente en varias capas, colocadas alrededor de una región central llamada núcleo. No se conoce el origen de estas capas. Se ha tratado de explicar por el ritmo diario de las síntesis del almidón, pero este punto de vista parecería ser incorrecto.

Sorprendentemente, se sabe poco de la disposición de las moléculas de amilosa y amilopectina dentro del gránulo de almidón. Al microscopio de polarización se observa el clásico esquema de la "Cruz de Malta", característico de los materiales birrefringentes (Coultate, 1998). Algún grado de orden en la disposición de las moléculas de almidón en el gránulo resulta evidente a través de la difracción de rayos X. Se cree que estas estructuras se deben a la presencia de microcristalitos, formados principalmente por cadenas laterales cortas del componente de amilopectina. Un aspecto inesperado de la cristalinidad es que se debe más a la amilopectina ramificada que a la amilosa lineal, como parece indicar la observación de los almidones céreos, que carecen de amilosa, dan un esquema de difracción de rayos X muy similar al de un almidón normal.

La orientación de los cristalitos en el gránulo de almidón parece ser paralela al radio del gránulo. Se cree que esta estructura es la responsable de la birrefringencia del grano de almidón cuando se observa bajo la luz polarizada. El almidón, en su forma granular natural, posee una alta densidad, y muestra un alto grado de empaquetamiento dentro del gránulo; es así que el gránulo de almidón puede soportar cierto esfuerzo mecánico y es prácticamente insoluble en agua fría. Los gránulos de almidón no dañados son insolubles en agua fría, debido a la fuerza colectiva de los puentes de hidrógeno, que mantienen unidas las cadenas pero, a medida que la temperatura se eleva hasta lo que se conoce como temperatura inicial de gelatinización, comienzan a absorber agua (Whistler, 1984). Si se aumenta la temperatura, sin embargo, el gránulo absorbe agua y aumenta de volumen.

La fase inicial de hinchamiento es reversible, y el gránulo puede secarse y retorna a su tamaño original. Las temperaturas iniciales de gelatinización son características de cada tipo concreto de almidón, pero generalmente se hallan en el intervalo 55 – 70 °C. A medida que se sigue aumentando la temperatura, continúa el hinchamiento, la birrefringencia se torna menos nítida y finalmente desaparece. Los cristalitos se han "fundido". En este punto, se dice que el almidón ha alcanzado la etapa de "gelatinización".

Finalmente, el gránulo se desintegra y el almidón pasa a la solución. Estas etapas finales son irreversibles. Si se deshidrata una pasta de almidón recién preparada, se obtiene un polvo amorfo, fácilmente dispersable en agua fría. Estas es base de la fabricación del "almidón soluble" y los productos de cereal precocido "instantáneos".

Las disoluciones del almidón tienen numerosas propiedades típicas; la más conocida es la reacción con el yodo. Las soluciones de yodo- yoduro potásico tiñe la superficie de los gránulos de almidón de azul, pero la reacción es más evidente cuando se trata de la amilosa, el componente característico del almidón soluble. En presencia de yodo, las cadenas de amilosa se estabilizan en una configuración helicoidal, con seis restos de glucosa por vuelta de la hélice, y las moléculas de yodo forman un complejo situándose en el axis. El color azul del complejo depende de la longitud de la cadena implicada: si tiene 100 restos de glucosa la longitud de onda máxima es de 700 nm, pero si se trata de cadenas más cortas la longitud de onda disminuye, de modo que cuando sólo consta de 25 restos es de 550 nm. No es, por tanto sorprendente, que la amilopectina y el glucógeno den con el yodo un color rojo pardo.

Cuando se dejan en reposo durante unas horas, las disoluciones de almidón o las pastas de este material, comienzan a mostrar cambios en sus propiedades reológicas; las disoluciones diluidas pierden viscosidad, pero las pastas concentradas y los geles se tornan gomosos y exudan agua. Los dos tipos de cambios señalados se deben a un fenómeno denominado retrogradación, que afectan a las moléculas de amilosa. En el transcurso del tiempo, se asocian y cristalizan. Si se recuerda que el papel de la amilosa en las disoluciones de almidón es cementar la estructura que le proporcionan a los gránulos expandidos las moléculas de amilopectina, resultará fácil comprender la inevitabilidad de estos efectos de la retrogradación sobre las propiedades reológicas de almidón.

Tabla N° 06. 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 |

FUENTE: Badui 1982

* Villacrés y Espino 1992. Datos citados por Gonzáles Posito, G. 2002

Tabla N° 07. HINCHAMIENTO Y SOLUBILIDAD DE ALGUNOS ALMIDONES A 60 Y 90 °C

| TIPO | % HINCHAMIENTO | | % SOLUBILIDAD | |
|----------|----------------|-------|---------------|-------|
| | 60°C | 90°C | 60°C | 90°C |
| Maíz | 2.46 | 9.23 | 0.31 | 1.65 |
| Trigo | 2.03 | 8.36 | 2.27 | 3.41 |
| Haba | 3.41 | 7.90 | 2.94 | 4.18 |
| Camote* | 2.30 | 26.10 | 0.38 | 3.20 |
| Papa* | 8.18 | 58.09 | 2.37 | 25.61 |
| Banana** | 2.51 | 31.60 | 0.77 | 18.77 |

FUENTE: Lorentz (1979) citado por Gonzáles (2002)

*Tarazona (1995)

**Cheng et al (1982) Valores reportados para 65 °C y 95 °C

Tabla N° 08. ESPECIFICACIONES ANALÍTICAS DEL ALMIDON DE MAIZ NO MODIFICADO

| DETERMINACIONES | USO INDUSTRIAL NO ALIMENTARIO (1) | USO ALIMENTICIO Y FARMACÉUTICO (2) |
|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Humedad | 10.5 – 13.0 | 10.5 – 12.5 |
| SO ₂ máximo ppm | 60 | 50 |
| Material no Amiláceo | C o mayor | B o mayor |
| pH | 4.5 – 7.0 | 4.5 – 6.5 |
| Viscosidad | 60 | 70 |
| Proteínas máximo % | 0.5 | 0.45 |
| Color | C ó mejor | C ó mejor |
| Solubles máximo % | 0.25 | 0.25 |
| Cenizas máximo % | 0.50 | 0.50 |
| Grasa máximo % | 0.1 | 0.1 |

FUENTE:

(1) ITINTEC N° 209.064 1971

(2) ITINTEC N° 209.065 1974

III.- PARTE EXPERIMENTAL

Este trabajo fue realizado en los laboratorios del Instituto de Certificación, Inspección y Ensayo La Molina Calidad Total Laboratorios, de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.1. MATERIAL Y MÉTODO

A) MATERIALES

- MATERIA PRIMA

Se ha recolectado muestras para realizar los estudios a nivel de laboratorio

Ullucus tuberosus (olluco).- color amarillo verdoso, cilíndricos con yemas poco profundas y superficie brillante, procedente del departamento de Ayacucho

Oxalis tuberosa (oca).- color rosa violáceo con ojos claros y cortos de forma claviformes, procedente del departamento de Ayacucho

Tropaeolum tuberosum (mashua).- color amarillo naranja intenso, de forma cónica encorvada con abundantes ojos y profundos, procedente del departamento de Junín.

Posterior a la identificación 0,5 kg de cada una de las muestras de las raíces y tubérculos se lavaron con agua de caño para eliminar impurezas del campo, se secaron

utilizando un paño y se procedió a picarlas finamente, para la realización del análisis proximal completo.

- MATERIALES DE LABORATORIO

Entre los equipos empleados tenemos:

- 1.- Espectrofotómetro UV-visible Shimadzu 160A
- 2.- Microscopio Carl Zeiss jena
- 3.- Potenciómetro Hanna 1020
- 4.- Viscosímetro de Brookfield RV

Entre otros y material de laboratorio

B) MÉTODOS

- 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 Acido-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 ICMSF edición 1985 reimpresión 2000

EXTRACCIÓN DE ALMIDONES

La extracción mecánica de los almidones de los tubérculos en estudio se realizó según la metodología desarrollada en el Centro Internacional de la Papa (CIP), mencionada por Tarazona 1995. El proceso se presenta en la figura N° 1 y se describe a continuación.

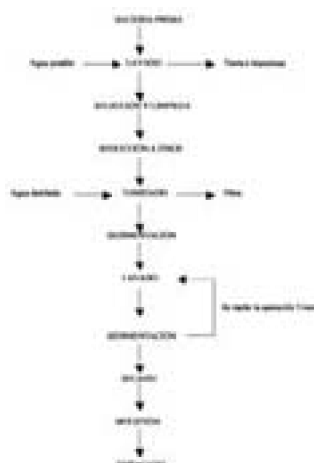


Figura N° 1: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN EN EL LABORATORIO

En el proceso de extracción en primer lugar, con la finalidad de eliminar tierra, piedras y otras impurezas de los tubérculos, se efectuó en forma manual un lavado con abundante agua potable, enseguida se realizó una selección mediante una inspección visual, luego con cuchillo se quitaron las partes dañadas de los tubérculos así como las raicillas.

En una licuadora se colocó la muestra y se redujo a finos con la finalidad de liberar los gránulos de almidón, la cual se tamizó mediante una malla de tela de un metro cuadrado con abertura de 75 micras, se añadió abundante agua destilada exprimiendo lo máximo posible la tela pasando el almidón, y se descarta la pulpa.

Se efectuó la sedimentación de la suspensión obtenida por espacio de tres horas al cabo de las cuales se eliminó el sobrenadante, seguidamente se lavó con agua destilada para remover y diluir el almidón y se dejó sedimentar nuevamente. Estas dos últimas operaciones se repiten dos veces más, después de lo cual se deja en reposo toda la noche.

Luego, el almidón lavado se tamiza por segunda vez para eliminar los últimos restos de fibra (tamiz N° 100). Se deja sedimentar por tres horas para eliminar el sobrenadante y luego se lleva a estufa con corriente de aire a 30 °C por dos días. Posteriormente se muele y tamiza a través de una malla 60 mesh con el objetivo de homogeneizar el tamaño de los granos para luego empacarlo en bolsa de polietileno con la finalidad de guardarlos y usarlos posteriormente en las diversas determinaciones analíticas.

Al igual que las materias primas, los almidones obtenidos fueron sometidos al análisis químico proximal que incluye las siguientes determinaciones: nitrógeno, cenizas, humedad, fibra cruda, grasa o extracto etéreo.

MORFOLOGÍA Y TAMAÑO DE LOS GRÁNULOS

Para determinar la forma de los almidones en estudio se utilizó el microscopio de investigación óptico Carl Zeiss Jena. con máquina fotográfica incorporada con el que se tomó microfotografías de cada muestra con un aumento de 20x, 40x, y 100x.

Se coloca una gota de agua destilada en el centro de una placa de vidrio

porta-objeto, se introdujo la punta de una aguja dentro de la muestra de almidón se transfirió a la gota de agua, se cubrió la gota con un cubre objeto y se procedió a observar la forma de los gránulos.

La determinación del tamaño de los gránulos de almidón se efectuó siguiendo el método de Schoch et al. (1956), midiendo el diámetro de los mismos haciendo uso de un micrómetro montado en el lente ocular X10, en combinación con el objetivo X40. La calibración de la medida se hizo por medio de una lámina estándar con divisiones de 100 micras y subdivisiones de 10. Cada intervalo del micrómetro ocular usado equivale a 3 micras. Se utilizaron diluciones acuosas de 0.2 % que dieron una distribución adecuada de los gránulos. La solución se montó en una cámara de Newbawer y se tomó la medida del diámetro de todos los gránulos encontrados en 1 mm² (cuadrícula central de la cámara).

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE AMILOSA Y AMILOPECTINA EL ALMIDÓN

Se utilizó el método del punto azul consistente en medir la intensidad del color azul del complejo formado con una solución de yodo método CIAT Colombia, mencionado por Cenzano 1996.

Procedimiento:

- Se pesó 100 mg de muestra (polvo), se colocó en una fiola de 100 ml, se agrega 1 ml de etanol al 95% y 9 ml de NaOH 1N, evitando que la muestra se pegue a las paredes de la fiola.
- Se dejó en reposo durante 24 horas (para permitir la gelatinización) al termino de este tiempo se aforó a 100 ml con agua destilada
- En otra fiola de 100 ml que contenía 50 ml de agua destilada se añadió 5 ml de una alícuota de la muestra gelatinizada, se añadió 1 ml de ácido acético y 2 ml de yodo al 2 % se mezcla y se afora luego a 100 ml.
- Se deja en la oscuridad a temperatura ambiente durante 20 minutos, para luego leer la absorbancia a 620 nm.

Blanco:

- En una fiola de 100 ml que contiene 50 ml de agua destilada se agrega 5 ml de NaOH 0.09N y luego se continuo como con las muestras añadiendo 1ml de ácido acético y 2 ml de solución de yodo al 2 % y se afora a 100 ml.
- Se pesa 100 mg de amilosa y amilopectina en forma separada en fiolas de 100 ml, se agrega 1 ml de etanol al 95 % y 9 ml de NaOH 1N a cada fiola, se deja a temperatura ambiente durante 24 horas y se afora luego a 100 ml.

Valores para la Curva Estándar

| % AMILOSA | COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA (ml) | | |
|-----------|-------------------------------|--------------|------------|
| | Amilosa | amilopectina | NaOH 0.09N |
| 0 | 0 | 18 | 2 |
| 10 | 2 | 16 | 2 |
| 20 | 4 | 14 | 2 |
| 25 | 5 | 13 | 2 |
| 30 | 6 | 12 | 2 |
| 40 | 8 | 10 | 2 |
| 50 | 10 | 8 | 2 |

Se toma 5 ml de cada concentración en fioas que contienen 50ml de agua destilada y se continua igual que con las muestras

El contenido de amilosa en las muestras se determina directamente de la interpolación en el gráfico de porcentaje de amilosa versus absorbancia obtenido de los estándares.

DETERMINACIÓN DEL PODER DE HINCHAMIENTO Y SOLUBILIDAD

Procedimiento

- 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 20ml 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 la siguiente formula.

$$\% \text{ Sol. Solb.(B.S.)} = \frac{\text{Peso Almidón soluble} \times 20 \text{ ml agua total}}{\text{Peso almidón base seca} \times 5 \text{ ml alicota}} \times 100$$

- Se pesa el tubo con los gránulos hinchados o dilatados para determinar el peso de la pasta luego se calculó el poder de absorción expresado en porcentaje

$$\% \text{ Poder de Absorción} = \frac{\text{Peso de pasta sedimentada}}{\text{Peso almidón b.s.} \times (100 - \text{Sol. Solub. b.s.})} \times 100$$

DETERMINACIÓN DEL CARÁCTER IÓNICO (Técnica descrita por Schoch y Maywald mencionada)

Principio.- se basa en la tinción de los gránulos de almidón por colorantes aniónicos o catiónicos de acuerdo a la carga eléctrica predominante en las superficies de los

gránulos de la muestra de almidón.

Procedimiento:

Se preparan las soluciones de los colorantes al 0.1% en alcohol de 96°

Colorantes Básicos

- Azul de metileno

- Fuscina

- Cristal Violeta

Colorantes Ácidos

- Safranina

- Eosina

Se prepara una solución al 0.2% del almidón, agita y se coloca una gota con un asa de siembra en el centro de una lámina portaobjeto limpia, se extiende formando una capa fina sobre el portaobjeto. Se seca al aire o pasando sobre una llama de un mechero de Bunsen y luego se adiciona una gota del colorante a probar (básico o ácido) y se deja en reposo por 5 minutos; luego se lava con agua corriente para eliminar el exceso de colorante.

Secar al calor suave y observar al microscopio con objetivo de inmersión

3.2. PREPARACIÓN DE FÓRMULA ALIMENTICIA

Para la elaboración de la fórmula alimenticia se descartó el almidón de mashua porque presentó un bajo rendimiento, y se logró su total purificación, ya que siempre quedan rastros del colorante natural que presenta dicho tubérculo.

Se efectuaron pruebas preliminares con los almidones de Olluco y Oca, tres formulaciones diferentes con cada uno de ellos, llegando a establecer la siguiente fórmula y procedimiento como el más adecuado.

La materia prima estuvo constituida por: Almidón de oca, harina de lúcuma, leche en polvo y azúcar.

3.2.1. Procedimiento:

- Se disperso la materia prima almidón de oca en un recipiente de acero inoxidable, en una porción de agua a temperatura ambiente con la finalidad de formar una dispersión lo más homogénea posible
- Se realizó el precocimiento en una baño María con termóstato incorporado como medio de calentamiento a 60 °C por espacio de cinco minutos.
- Centrifugado, esta operación tuvo por finalidad separar el agua adsorbida durante la

etapa de cocimiento y facilitar de esta manera el proceso de secado, se efectuó a 4000 RPM por espacio de 10 minutos.

- Secado: esta operación se realizó en un secador de túnel a 50 °C con una velocidad de aire de 4m/s por espacio de 3.5 horas (eventualmente también se probó con una estufa con circulación de aire durante toda la noche).
- Se efectuó una molienda que tuvo por finalidad la reducción del tamaño de partícula para su posterior reconstitución en agua fría, esta operación se realizó en un molino, adicionando, luego otros ingredientes como harina de lúcuma, leche en polvo y azúcar.
- Luego se tamizó a través de un tamiz 50 con la finalidad de obtener un tamaño de partícula uniforme que facilite su reconstitución

3.2.2 ANÁLISIS DEL PRODUCTO PREPARADO

Se efectuó un análisis químico proximal en el cual se empleó los métodos antes citados para el análisis de la materia prima, así como la determinación de micronutrientes por los métodos antes mencionados.

PRUEBA SENSORIAL (ISO 4121)

Antes de proceder al análisis sensorial, se realizó un análisis microbiológico para determinar si el producto está apto para ser consumido de acuerdo a los requisitos establecidos para alimentos instantáneos de régimen infantil.

ENSAYO ORGANOLÉPTICO.

De acuerdo a la norma ISO 4121 se utilizó la descripción de propiedades organolépticas mediante el siguiente formato

a)Escala:

2. Característico

1. No Característico

| Propiedades organolépticas | Puntuación |
|----------------------------|------------|
| Color | |
| Aspecto * | |
| Olor | |
| Textura** | |
| Sabor | |

Observaciones Complementarias:

b) Definición de las propiedades organolépticas:

* Libre de materias extrañas

** Homogéneo, exento de grumos

ACEPTABILIDAD

Se empleó la Norma ISO 4121 en su sección dos: Pruebas usando intervalos o escala de porcentajes y la UNE 87-020 1993

Se utilizó una escala hedónica facial de cinco puntos, en la cual a cada uno se le asignó una puntuación que permita luego la valoración estadística de los resultados:

- 1.- Me gusta mucho.....5
- 2.- Me gusta.....4
- 3.- Ni me gusta, ni me disgusta.....3
- 4.- No me gusta.....2
- 5.- Me desagrada mucho.....1

De igual manera se indicó las condiciones de reconstitución de la muestra para la realización de la prueba.

Un sobre de la muestra se debe reconstituir en 100 ml de agua tibia con agitación constante, luego calentar por espacio de uno a dos minutos y servirla tibia.

ESTABILIDAD: TIEMPO DE VIDA

Una vez obtenido el producto ideal, este es colocado sin empaque en las placas petri, para empezar a realizar la prueba de Estabilidad, contando para ello con la ayuda de la metodología de Subramaniam.

Siguiendo dicha metodología se observó que el producto tiene un tiempo de vida de 6 meses a condiciones especiales de 18 - 25 °C y 50 – 65 % de HR

IV. RESULTADOS

Tabla N° 09. Análisis microscópicos de los gránulos de almidón de los Tubérculos andinos en estudio

| TUBÉRCULO | TAMAÑO(micras) | FORMA | OBSERVACIONES |
|-----------|----------------|----------------------|------------------------------------|
| OCA | 30 | Elíptica | Tamaño promedio Forma mas común |
| OLLUCO | 15 | Triangular trunca | Tamaño promedio |
| MASHUA | 10 | Globular | Tamaño predominante |

Fuente: datos del autor

ESTUDIO MICROSCÓPICO DE LOS ALMIDONES

Se ha hecho un estudio microscópico del aspecto de los granos de almidón de los tres tubérculos en estudio, que permita proveer importantes caracteres para la identificación de los vegetales; esperando sea una contribución a la investigación bromatológica de especies autóctonas, ya que no se encuentran en la literatura clásica.

La diversidad de tamaño, forma y contorno en cada muestra, podría deberse a que dentro de cada muestra habría varias especies o varias variedades.

OCA

La forma de los granos es más o menos elíptica, en algunos casos triangulares asimétricos con bordes irregulares y vértice redondeado.

Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*) para su aplicación tecnológica

Predominan los granos de 10 a 50 micras. Los triangulares son los de menor tamaño.

OLLUCO

Granos de contornos sinuosos con simetría axial de forma triangulares, rectangulares, y elipsoidales. En todas las formas los bordes son aplanados.

Los granos son de 10 a 30 micras. El hilo es bien visible, salvo en los elementos muy pequeños.

MASHUA

Granos generalmente constituidos por granos simples, comúnmente simétricos de forma globular o truncado y compuestos por 2 –3 granos generalmente no iguales. El tamaño de los granos varía de 10 a 20 micras

Tabla N° 10. Análisis químico proximal de tubérculos andinos en estudio

| DETERMINACION | E S P E C I E S | | |
|------------------------|-----------------|--------|--------|
| | Oca | Olluco | Mashua |
| Humedad (g/100g) | 84.50 | 85.90 | 86.95 |
| Proteína (g/100g) | 0.97 | 1.00 | 1.20 |
| Grasa (g/100g) | 0.80 | 0.0 | 0.20 |
| Cenizas (g/100g) | 0.57 | 0.52 | 0.70 |
| Fibra (g/100g) | 0.76 | 0.58 | 0.79 |
| Fósforo (mg/100g) | 36 | 38 | 48 |
| Carbohidratos (g/100g) | 13.16 | 12.58 | 10.95 |

Fuente: Datos obtenidos por el autor, los valores son resultados del promedio de tres determinaciones

Las determinaciones fueron realizadas por los métodos antes indicados luego de ser lavadas, secadas, picadas y licuadas para homogenizar y conseguir un valor lo más representativo posible.

Para el caso de la determinación de la materia grasa, la muestra fue previamente secada antes de proceder a su determinación y de este residuo desengrasado se procedió a determinar el contenido de fibra bruta de cada una de las muestras.

Tabla N° 11. Rendimiento en la obtención del almidón de los Tubérculos Andinos

| TUBÉRCULO | RENDIMIENTO g % | RESIDUO g % |
|-----------|-----------------|-------------|
| OCA | 12.85 | 3.07 |
| OLUUCO | 5.05 | 2.10 |
| MASHUA | 2.20 | 3.44 |

Fuente. Datos obtenidos por el autor.

Observaciones: los valores están expresados en estado normal,

Tabla N° 12. Análisis químico proximal de los almidones de los tubérculos andinos

| DETERMINACION | E S P E C I E S | | |
|-----------------------|-----------------|--------|--------|
| | Oca | Olluco | Mashua |
| Humedad (%) | 11.08 | 10.13 | 11.80 |
| Proteína (g/100g) | 0.3 | 0.2 | 0.5 |
| Grasa (g/100g) | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Cenizas (g/100g) | 0.55 | 0.49 | 0.60 |
| Fibra (g/100g) | - | - | - |
| Carbohidratos(g/100g) | 88.67 | 89.22 | 87.1 |
| Fósforo (ppm) | 36 | 47.5 | 138.5 |

Fuente: Datos obtenidos por de autor, los valores son resultados del promedio de tres determinaciones

Tabla N° 13. Contenido de amilosa y amilopectina en el almidón de los tubérculos

| TUBÉRCULO | AMILOSA% | AMILOPECTINA % | OBSERVACIONES |
|-----------|----------|----------------|--|
| OCA | 29 | 71 | Ninguna |
| OLLUCO | 26 | 74 | Ninguna |
| MASHUA | 27 | 73 | Sólo 2 de las 3 determinaciones se obtuvo 27% de amilosa |

Fuente: Datos de autor.

De las tres determinaciones efectuadas para el caso de la Mashua una de ellas arrojó un valor de 28 %, mientras las otras dos 27%, por lo que se optó por considerar este último valor como promedio.

Tabla N° 14. Carácter iónico de los almidones de los tubérculos en Estudio

| ALMIDON | C O L O R A N T E S | |
|---------|---------------------|--------|
| | BÁSICOS | ÁCIDOS |
| OCA | + + + | - - |
| OLLUCO | + + + | - - |
| MASHUA | + + + | + - |

Fuente: Datos de Autor

Observaciones: Se utilizaron tres colorantes básicos y dos ácidos y las coloraciones se efectuaron individualmente con cada colorante en cada especie de almidón, en el caso de mashua se pudo observar que con el colorante safranina algunos gránulos presentes en la observación microscópica fueron coloreados, esto es debido a las

impurezas del propio colorante del tubérculo que quedó en el almidón.

Tabla N° 15. Determinación de la solubilidad y poder de hinchamiento de los almidones de los tres tubérculos andinos

| ALMIDÓN DE TUBÉRCULO | SOLUBILIDAD % | | PODER DE HINCHAMIENTO % | |
|----------------------|---------------|-------|-------------------------|-------|
| | 60 °C | 90 °C | 60 °C | 90 °C |
| OCA | 6.94 | 5.95 | 11.85 | 14.26 |
| ULLUCO | 2.75 | 2.56 | 8.36 | 9.39 |
| MASHUA | 2.27 | 2.17 | 4.51 | 5.72 |

Fuente: Datos de autor

Observaciones: Se puede apreciar que cuando se incrementó la temperatura de 60 á 90 grados Celsius la solubilidad en los tres tubérculos disminuyó; sin embargo, el poder de hinchamiento tuvo un ligero incremento con el aumento de la temperatura

Tabla N° 16. Otros parámetros determinados en los almidones de los tres Tubérculos andinos

| PARÁMETROS | OCA | ULLUCO | MASHUA |
|--------------------|------|--------|--------|
| VISCOSIDAD Cp 60°C | 504 | 392 | 340 |
| PH | 4.38 | 5.60 | 5.90 |
| SOLUBLES A 25°C % | 0.14 | 0.26 | 0.03 |
| COLOR | B | B | C |

Fuente: Datos de autor

Observación: En cuanto a la determinación de color, sólo se realizó por comparación visual frente a otros compuestos cuya valoración de color están clasificados de acuerdo al grado de blancura frente a una escala de letras.

En cuanto a la viscosidad se determinó a 60 °C, que es la temperatura promedio en la cual comienza la gelatinización de los gránulos de almidón, según E Villacrés 1999.

Tabla N° 17. Formulación final mazamorra instantánea

| INGREDIENTES | PORCENTAJE |
|-----------------------|------------|
| ALMIDÓN DE OCA | 35.4 |
| HARINA DE LUCUMA | 10.4 |
| LECHE ENTERA EN POLVO | 27.1 |
| AZÚCAR | 27.1 |
| TOTAL | 100.0 |

Fuente: Datos de autor

Observaciones: El producto se preparó con ingredientes naturales, sin adición de preservante alguno y a la fecha, transcurrido 6 meses de su preparación, se encuentra en

óptimas condiciones.

Tabla N° 18. Análisis microbiológico del producto preparado

| ENSAYO | METODO | RESULTADO | UNOPS 97 |
|--------------------|------------------|-----------|----------------------|
| Mesófilos | ICMSF Reimp 2000 | 10 x 10 | 10 x 10 ⁴ |
| Coliformes totales | ICMSF Reimp 2000 | 20 | 10 x 10 |
| E. coli | ICMSF Reimp 2000 | < 3 | 3 |
| Mohos y levaduras | ICMSF Reimp 2000 | < 10 | 10 x 10 |

Fuente: Datos de autor

Observación: se realizó la determinación de los ensayos microbiológicos ya que el producto se sometería a la prueba organoléptica y de aceptabilidad, por lo tanto era necesario para poder cumplir con los requisitos analíticos establecidos vigentes.

Tabla N° 19. Determinación químico proximal de la mezcla alimenticia instantánea

| ENSAYO | CONCENTRACIÓN% | APORTE CALÓRICO Kcal |
|---------------|----------------|----------------------|
| HUMEDAD | 6.1 | ----- |
| CENIZAS | 1.9 | ----- |
| GRASA | 8.7 | 78.3 |
| PROTEINA | 5.1 | 20.4 |
| CARBOHIDRATOS | 78.2 | 313.4 |
| ENERGIA | ---- | 411.9 |

Datos de autor

Observaciones: Las determinaciones fueron realizadas por duplicado y el valor reportado es el promedio de ambas repeticiones.

El valor de carbohidratos se obtiene por diferencia y las calorías totales por cálculo tomando como referencia a Collazos 1996.

Tabla N° 20. Determinación de micronutrientes minerales en la fórmula alimenticia instantánea

| MINERAL | CONCENTRACIÓN mg/100 g |
|----------|------------------------|
| HIERRO | 4.5 |
| CALCIO | 321.6 |
| MAGNESIO | 26.4 |
| ZINC | 0.9 |
| POTASIO | 499.4 |
| FÓSFORO | 167 |

Fuente: Datos de autor

Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*) para su aplicación tecnológica

Observación: Se determinó sólo estos micronutrientes por considerarse como principales en la nutrición de los niños.

Tabla N° 21. Resultado del ensayo organoléptico

| PROPIEDAD ORGANOLÉPTICA | CALIFICACIÓN TOTAL | PROMEDIO | DESVIACIÓN ESTANDAR |
|-------------------------|--------------------|----------|---------------------|
| COLOR | 12 | 2 | 0.0 |
| ASPECTO | 12 | 2 | 0.0 |
| OLOR | 12 | 2 | 0.0 |
| TEXTURA | 10 | 1.6 | 0.4 |
| SABOR | 11 | 1.8 | 0.5 |

Fuente: Datos de autor

Observación: El panel de degustación estuvo integrado por 6 personas de ambos sexos. En cuanto a la textura 2 manifestaron la presencia de grumos; mientras en cuanto al sabor 1 panelista manifiesta que le falta dulce.

Tabla N° 22. Resultados de la prueba de aceptabilidad

| ESCALA | PUNTUACIÓN | PUNTUACIÓN TOTAL | CALIFICACIÓN TOTAL |
|----------------------------|------------|------------------|--------------------|
| Me gusta mucho | 5 | 19 | 95 |
| Me gusta | 4 | 6 | 16 |
| Ni me gusta ni me disgusta | 3 | 4 | 12 |
| No me gusta | 2 | 1 | 2 |
| Me desagrada mucho | 1 | | |

| | |
|--------------|------------|
| TOTAL | 125 |
| X | 4.4 |
| S | 0.82 |
| N | 30 |

Donde:

N = número de jueces

X = promedio

S = desviación estándar

La prueba se efectuó en el wawa wasi Los Ángeles de Jesús Cerro Alto La Molina con niños de 2 a 5 años de edad y la evaluación estadística mediante la norma ISO 6658 pág 11 ítem 6.3.5

DISCUSIÓN

En la Tabla N° 09 se puede ver las características principales de la observación microscópica de los gránulos de almidón de cada uno de los tres tubérculos; así como la Oca presenta además de los indicados, gránulos de formas triangulares, el Ulluco gránulos de forma triangular-truncadas y rectangulares; y la Mashua esféricos truncados y de tamaño predominantemente menores: los tamaños de los gránulos de almidón difieren de los reportados por Villacrés en Quito (1999) y Cortela en Argentina (1995), pero presenta mucha semejanza con lo reportado por Pastora (1935) en Argentina.

Coinciden todos los reportes en que los gránulos de mayor tamaño son los de Oca, luego Olluco y por último de la Mashua, lo que guarda una relación con su rendimiento.

En la tabla N° 10 se presentan los resultados del análisis químico proximal y de fósforo de los tres tubérculos andinos en estudio; se observa que en la mayoría de los parámetros analizados no existen grandes diferencias entre ellos. Estos valores están dentro de los reportados por Brito (1999), Villacrés (1999) en Ecuador; sin embargo, se puede apreciar diferencia en lo que respecta al contenido de ceniza con tenores más bajos, pudiendo esto deberse a la manera de lavado del tubérculo antes del análisis para eliminar trazas de arena, tierra y la estructuras irregulares de los mismos; mientras el contenido de grasa son valores menores pero de igual variación.

La proteína y fósforo en la Mashua son considerablemente mayores en comparación con los otros dos tubérculos.

En la tabla N° 11 se aprecia el rendimiento promedio en almidón para los tres

tubérculos, considerándose el rendimiento para la Oca como satisfactorio; para el Olluco y la Mashua como bajos, a pesar que según referencias de Brito (1999) estos últimos poseen un mayor contenido de almidón en base seca (67 y 48 % respectivamente, frente a un 39% de la oca). Estas diferencias parecen estar determinadas por el tamaño del tubérculo y de los gránulos de almidón entre otras características. Las tasas de extracción obtenidas se aproximan a las obtenidas por Villacrés (Oca 14.18%, Melloco 5.17% y Mashua 2.26%) en 1999.

Tabla N° 12 se observan las características de los almidones aislados, apreciándose los de Oca, de Olluco cumplen con casi la totalidad de las especificaciones exigidas por las normas para un almidón de uso farmacéutico o alimenticio, más no el almidón de la Mashua, que posee un color oscuro debido a un colorante amarillo intenso de naturaleza no polar que se adhiere al almidón y sedimenta conjuntamente, dificultando su separación. El colorante es soluble en alcohol y muy soluble en éter.

En la tabla N° 13 se puede apreciar que, en lo que respecta al contenido de amilosa y amilopectina en los almidones de los tres tubérculos no difieren de los valores reportados por E. Villacrés y S Espín en 1999; pero estos valores son superiores a los encontrados para la papa por Budi en 1982 mencionado por G. Gonzáles en 2002.

Como se puede observar en la tabla N° 14, en la determinación del carácter iónico del almidón, en las tres muestras se observa que se tiñen con colorantes básicos, más no así con los colorantes ácidos (salvo en el caso del almidón de mashua, en donde a la observación al microscopio se pudo apreciar algunos gránulos tenidos con safranina que corresponde al colorante natural de esta muestra que no se logró aislar completamente), lo que indica que los gránulos de almidón de los tres tubérculos no se encuentran eléctricamente balanceados; ya que estos colorantes llevan en su parte cromófora carga electropositiva. La que tendría una fuerte afinidad por los grupos electronegativos que estarían normalmente presentes en la estructura del granulo de almidón. Esta relación puede atribuirse al porcentaje de fósforo que contienen.

Esto no ocurre normalmente en los gránulos de almidón de los cereales; puesto que no dan esta reacción con los colorantes básicos ni con los colorantes ácidos según Scarpati 1979.

Presenta cierta similitud con los resultados encontrados por Schoch y Maywald en 1956 mencionado por Scarpati en 1979 para el almidón de papa.

En la tabla N° 15 en donde se puede apreciar la solubilidad a diferentes temperaturas observándose que a 60 °C se encuentra a 2.27, 2.75, 6.95 para la mashua, olluco y la oca respectivamente, que se considera relativamente alta frente a los valores de diferentes productos; sin embargo, los valores para los almidones de los tres tubérculos andinos encontrados a 90° C son bajos frente a estos mismos productos.

En lo que respecta al poder de hinchamiento a 60 °C los valores están dentro de los rangos reportados para otros tubérculos mas a 90 °C los valores son bastantes bajos.

La baja solubilidad a temperaturas más elevadas encontrada en los gránulos de almidón sugiere que estos tienen fuerzas o enlaces de unión muy fuertes y que su presencia estabiliza el hinchamiento de la masa de almidón o que los gránulos poseen en

su estructura algún componente que impida la penetración del agua.

De la observación entre la solubilidad, poder de hinchamiento y la viscosidad se puede ver una relación entre éstos, es así como que los gránulos al tener una mayor solubilidad participarán más de ellos en la constitución de la pasta que se forma y por ende se espera una mayor viscosidad.

En la tabla N° 16 en el cual se puede observar que los almidones de las tres especies analizadas están cumpliendo con la mayoría de los valores que se especifican para su uso en la industria alimentaria y/o farmacéutica; sin embargo, hay que resaltar que el almidón de mashua posee un comportamiento no deseable en cuanto a la viscosidad de la suspensión formada cuando se enfría, libera agua.

En la tabla N° 17 está indicada la formulación porcentual de la preparación alimenticia instantánea que se logró formular con el almidón aislado y precocido de oca, como se puede apreciar no se ha hecho uso de ningún aditivo artificial.

En la tabla N° 18 se aprecia los resultados microbiológicos de la formulación encontrando un excelente nivel, lo que permite proceder a los análisis sensoriales.

En las tablas N° 19 y 20 se puede apreciar la composición química proximal el aporte calórico o de energía, así como el aporte de los micronutrientes minerales del producto alimenticio elaborado, observándose que es muy bajo en cuanto al contenido de grasa y proteína, las cuales son aportados básicamente por la constitución de la leche en la formulación; también se puede apreciar que el aporte de calcio y potasio es bastante considerable con respecto a la dosis diaria recomendada de estos elementos (Ca: 800 – 900 mg/día, pero sólo se absorbe del 20 al 30%, y K 180mg/día).

Las tablas N° 21 y 22 que corresponden a los análisis sensoriales. El ensayo organoléptico se efectuó con un panel de adultos para detectar posibles desviaciones en las características organolépticas del producto ocasionado por algún deterioro prematuro y pueda ser rechazado por los usuarios. Se rechaza el producto si más del 25 % del panel detecta desviaciones como impurezas visibles, olor, sabor raro y extraños.

El panel de menores estuvo formado con un mínimo de 30 niños sobre los que se evaluó el consumo. Los resultados muestran que el alimento preparado con productos oriundos del Perú como son la oca y la lúcuma tiene una buena aceptabilidad y dicha formulación está de acuerdo con el estándar del sabor del país; por lo tanto, se pueden comercializar estos productos con un valor agregado.

CONCLUSIONES

1.- Las características morfológicas de los tres almidones de oca (*Oxalis tuberosa*), *olluco* (*Ullucus tuberosus*) y mashua (*Tropaelum tuberosm*) estudiados son muy diferentes, se debe utilizar como criterio objetivo para su identificación.

2.- Los almidones sólo coinciden en el carácter iónico por su naturaleza catiónica, su capacidad para reaccionar con los colorantes básicos.

3.- El almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) es el mejor de los tres estudiados. En cuanto a su comportamiento y rendimiento.

4.- Se ha obtenido una fórmula alimenticia con el almidón de Oca (*Oxalis tuberosa*) y la harina de lúcuma como materia prima y se logró un producto instantáneo con un alto nivel de aceptabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. Official Methods of Analysis 17 Edition Virginia, USA 2000
- Alban, E., Len, J y Rea, J. Brotacin de Tubrculos menores: oca, olluco, mashua. San Jos, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrcolas Informe tcnico 1966: 189
- Alfaro,G. El mundo andino y sus alimentos. En Memorias del Ciclo de Conferencias sobre Alimentos Andinos (Cochabamba, 8 al 11 de abril de 1996), G. Alfaro y S. Salas editores, págs 1-8. Lima, 1996
- Alfaro,G; Illanes, W. Obtención de Harinas de Raíces y Tubérculos Andinos en Raíces y Tubérculos Andinos. Avances de Investigación I, Págs 223-241. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, 1999
- Arbizu, C. y Robles, E La Colección de los cultivos de raíces y tubérculos andinos de la universidad de Huamanga. En anales del V congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Puno- Perú, 1986
- Bollinger, A. Así se alimentaban los Inkas. Editorial Los Amigos del Libro. La Paz, 1993
- Briceño y col. Propiedades Físico Químicas del Almidón de papa Departamento de Tecnología de Alimentos UNALM. Lima, 1993
- Brito, B. Evaluación del contenido de materia seca, almidón, azúcares, proteína y energía en 19 morfotipos de melloco (*Ullucus tuberosus*) y 9 de achira (*Canna edulis*). En: Informe Técnico Subproyecto RTA N° 5 R7-040 Quito, Departamento de

- Nutrición y Calidad, Estación Experimental Santa Catalina. Quito, 1997
- Brito, G, B. Variabilidad en la Composición Química de Raíces y Tubérculos Andinos del Ecuador en Raíces y Tubérculos Andinos. Avances de Investigación I Págs 13-23, Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, 1999
- Castillo, R.O. Andean Crops in Ecuador: Collecting, Conservation and Characterization FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter 1990; 77:35-36
- Cárdenas, M. Informe sobre Trabajos hechos en Bolivia sobre Oca, Ulluco, y Mashua en avances en las Investigaciones sobre Tubérculos Alimenticios de los Andes pág 5 - 21. Editor: Mario Tapia. Proyecto INIAA CIID ACIDI. Bolivia, 1985
- Carpio, C; Ruales, J. Caracterización Físico-Química del Almidón de zanahoria blanca. Instituto de Investigación Tecnológica de Quito Ecuador 1993: 108
- Cenzano, M. Extracción y Caracterización de tres Clones de Almidón de Achira (*Canna indica* L) Tesis para optar el título de Ingeniero en Industria Alimentaria UNALM, Lima 1996: 32 - 76
- Collazos, C. Composición de Alimentos de Mayor Consumo en el Perú 7ma Edición MINSA, Instituto Nacional de Nutrición. Lima, 1996
- Cortés, B, H. Alcances de la Investigación en Tres Tubérculos Andinos: Oca (*Oxalis tuberosa*), Olluco (*Ullucus tuberosus*), Maswa, Isano o Añu (*Tropaeolum tuberosum*) en Avances en las Investigaciones sobre Tubérculos Alimenticios de los Andes págs 62-63. Editor: Mario Tapia. Proyecto INIAA CIID ACIDI. Lima, 1985
- Cortella, A. Pochetino, M. Comparative Morphology of starch of tree Andean tubers. Starch: 1995: 47 12. S: 455-461
- Coultate, T.P. Manual de Química y Bioquímica de los Alimentos 2ª Ed. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España, 1998
- Chávez, A. Potencial comercial de algunos cultivos andinos representativos y conclusiones aplicables a los Cultivos Andinos en general CIP. Lima, 1993
- Charley, H. Tecnología de Alimentos. Editorial LIMUSA. México, 1997
- Charlottey Byang, H. Physico-chemical properties of hydroxyl potato starch. Thesis. Department of Food Technology, University of Lund, Sweden, 1992
- Cheftal, J. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España, 1997
- Cheng-Yi, L; Shun, M. Investigation of the Physical and Chemical Properties of banana Starches Journal of Science 1987 (47): 1493 – 1497
- Del Río, A y Hermann, M. Polimorfismo isoenzimático en Oca (*Oxalis tuberosa* Molina). En Avances de los trabajos colaborativos del CIP en raíces y tuberosas andinas. Presentado al VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz, 1991
- Gonzáles, P.G. Extracción y caracterización del Almidón de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* bancroft) y su Resistencia a Tratamientos Tecnológicos UNALM. Tesis Magíster Scientiae. Lima, 2002
- Hermann, M., Arbizu, C. y Castillo, R. Perspectivas de un banco de germoplasma internacional de tuberosas y raíces andinas en el Centro Internacional de la Papa (CIP). En VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz, 1991

- Hermann, M. Raíces y Tubérculos Andinos, sus mitos, limitaciones y perspectivas para una mejor utilización en Resúmenes de Trabajos presentados al VIII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Agrosur 1994: 22-12 (número especial) Valdivia. Universidad Austral de Chile.
- Hernández, B. J. y León, J. Cultivos marginados; otra perspectiva de 1492. FAO. Roma, 1992
- Holle, M. y Risi, J. Diverse crops for regional diets and cultural survival: A program for Andean Crops. En: International Crop Science I. International Crop Science Congress (Ames, Iowa, 14-22 julio 1992), D.R. Buxton, R. Shibles R.A. Forberg, editores, págs.453-458. Madison, Wisconsin, 1993
- IPC. Program report International potato center 1993-1994 Lima, 1996
- INEI. 2001 Perú: Compendio Estadístico INEI junio. Lima, Perú 2001
- King, S.R. y Bastien, H.C. Oxalis tuberosa en México. En Anales del VI Congreso Internacional sobre cultivos Andinos. Quito, 1988
- Kirk, R. et al Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson. Compañía Editorial Continental. México D.F, México, 1996
- Matisseis, R et al Análisis de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza España, 1992
- Orbegoso, A, G La Estructura y Variabilidad de los Ocas Peruanas en Avances en las Investigaciones sobre Tubérculos Alimenticios de los Andes pág 22. Editor: Mario Tapia. Proyecto INIAA CIID ACIDI. Lima, 1985
- Peralta, E. Y Nieto, C. Diagnóstico agroecioeconómico a productores de melloco (Ullucus tuberosus, L) wn Ecuador. Actas del II Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos (La paz, Bolivia, 4-8 febrero 1991), D. Morales y J.J. Vacher, editores, págs. 2477-254. La paz, 1992
- Pietila, L. Valor nutritivo. En Investigaciones sobre el Ulluku, L. Pietila y M. Tapia, editores. Abo Academia Kopierngscentral, Turku,1991
- Repo-Carrasco, R. Cultivo Andino y La alimentación Infantil Comisión de coordinación de Tecnología Andina Serie: Investigaciones N° 1 Lima, 1997
- Rivadeneira, T. Y Espín, S. Estudio de la composición químico nutricional de 12 clones de melloco (Ullucus tuberosus) y su variación por efecto de la cocción y almacenaje. En: Informe Anual, págs. 10-12 Quito, Departamento Nutrición y Calidad, Estación Experimental Santa Catalina –INIAP, 1994
- Santacruz, S. Estudio de las características del almidón de oca Escuela Politécnica Nacional de Quito. Quito,1997
- Schoch, T. Maywald, J. Microscopic examination of modified starches. Analytical Chem. 1965 Vol. 28:382-387
- Seminario, J Granados, C. Recursos Genéticos de Raíces Andinas Exploración para Chago, Yacón, Achira y Arracacha en el Norte del Perú, en Raíces y Tubérculos Andinos. Avances de Investigación I, Págs 37-39 Centro Internacional de la Papa(CIP). Lima, 1999
- Tapia, Mario. Los Tubérculos Andinos(Una revisión de la investigación actualizada) en Avances en las Investigaciones sobre Tubérculos Alimenticios de los Andes pg 45-61. Editor: Mario Tapia. Proyecto INIAA CIID ACIDI Bolivia, 1985

- Tarazona, G. Caracterización de seis Clones de Camotes. Tesis maestría UNALM Lima, 1995
- Tineo, C, J. Cultivo de la Mashua. Instituto Nacional de Investigación Agraria Proyecto TTA. Serie: Folleto N° 6-93 Lima, 1993
- Tineo, C, J. Cultivo de la Oca. Instituto Nacional de Investigación Agraria Proyecto TTA. Serie: Folleto N° 5-93 Lima, 1993
- Tupac Y, A. Reducción de Pérdidas por almacenamiento para Consumo de Oca (*Oxalis tuberosa*), Ulluco (*Ullucus tuberosus*) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en Raíces y Tubérculos Andinos. Avances de Investigaciones I, pg 213-222. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, 1999
- Shetty, R. at el. 1974 Determining the degree of starch gelatinization Cereal Chem. 1974
- UNIVERSIDAD DEL SUR DE MISSISSIPPI Departamento de Ciencia de Polímeros: Starch (Almidon) <http://www.psrc.usm.edu/spanish/almidon.htm> 1995, 1996.
- Vega, M. Y Bontoux, L. 1995 Aplicaciones alimentarias de las nuevas tecnologías en polisacáridos <http://www.jrc.es/iptsreport/vol20/spanish/FOO1S206.HTM>
- Villacrés, S; Espín, S. Evaluación del Rendimiento, Características y Propiedades del Almidón de Algunas Raíces y Tubérculos Andinos en Raíces y Tubérculos Andinos. Avances de Investigación I Pg 25-36 Lima Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, 1999
- Whistler, R.L. " Starch: Chemistry and Technology" 2ª Ed., Academic Press, London, 1984
- Zeigler, E. & L.J. Filer. "Conocimientos actuales sobre Nutrición". 7ma Edición. OPS. International Life Sciences Institute. 1997

ANEXOS

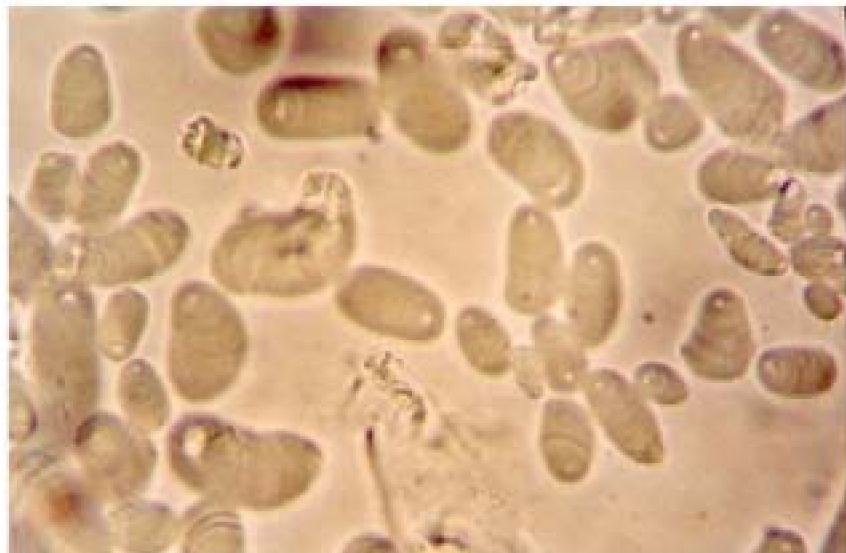
Tubérculos andinos. Mashua, Olluco y Oca



Tamizado de la pasta de los tubérculos



Almidón de Oca a 40X



Almidón de Oca a 100X



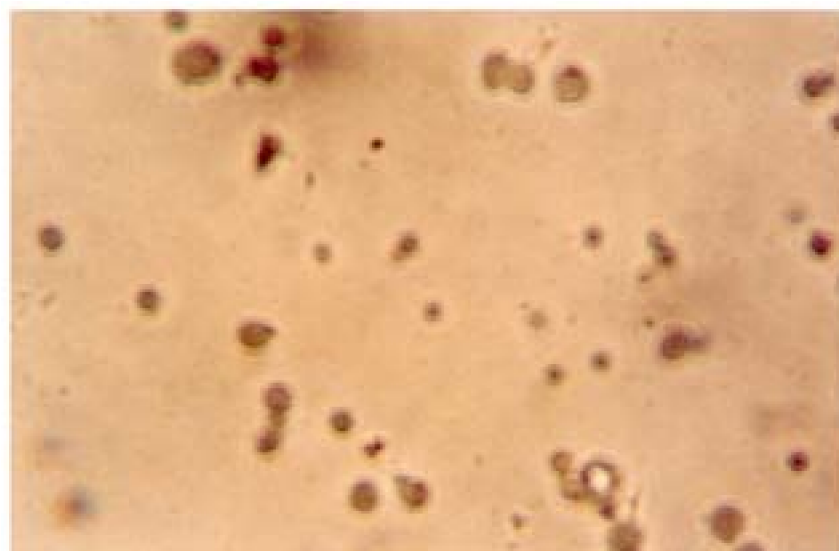
Almidón de Olluco a 40X



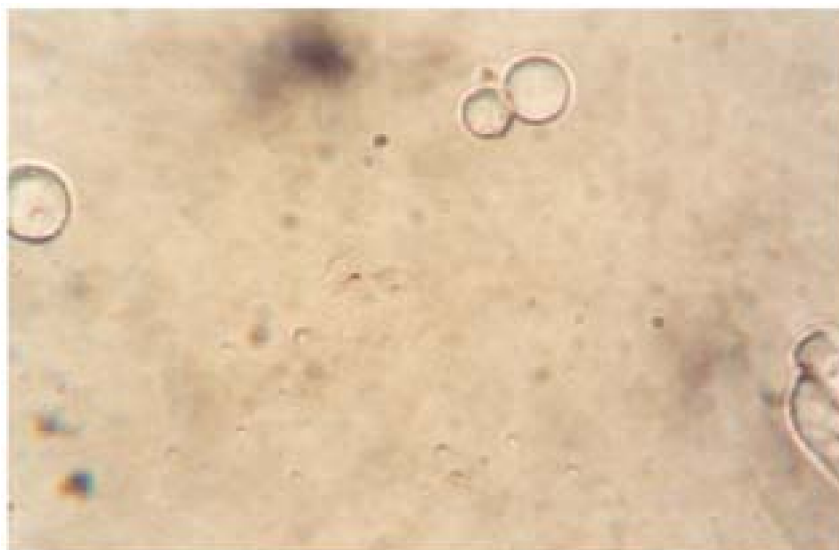
Almidón de Olluco a 100X



Almidón de Mashua a 40X



Almidón de Mashua a 100X



EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA

PRODUCTO: Mazamorra Instantnea

FECHA DE PRODUCCIÓN: 09 de mayo 2003

INICIO DE ESTABILIDAD: 12 de mayo 2003

CONDICIONES AMBIENTALES:

- TEMPERATURA: Cambiable cada 12 horas de 18 °C a 25 °C

- HUMEDAD RELATIVA: 50 a 65 %

TIPO DE EMPAQUE: Ninguno, colocado en placa petri cubierta.

| CARACTERÍSTICAS | TIEMPO (SEMANAS) | | | | | | |
|-------------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1.- Migración de grasa | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| 2.- Migración de azúcar | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| 3.- Enranciamiento | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| 4.- Aroma | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| 5.- Sabores extraños | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| 6.- Color | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

OBSERVACIONES:

La mazamorra instantánea a base de almidón de Oca y Lúcuma no mostró cambio apreciable hasta la sexta semana