

Universidad Nacional de San Martín
Facultad de Ingeniería Agroindustrial



« **OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL
ALMIDÓN DE JERGÓN SACHA**
(*Dracontium lorentense*) »

T E S I S

Para optar el Título Profesional de :
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por la Bachiller :

MARY DE JESÚS RAMÍREZ VELÁSQUEZ

Tarapoto - Perú
2 004

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE
JERGÓN SACHA (*Dracontium lorentense*)”**

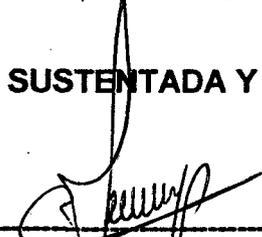
TESIS

**Para Optar el Título Profesional de :
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

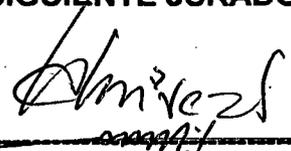
Presentado por la Bachiller

MARY DE JESÚS RAMÍREZ VELÁSQUEZ

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:



Ing. M.Sc. Enrique NAVARRO PINEDO
PRESIDENTE



Ing. Ángel CHÁVEZ SALAZAR
SECRETARIO.



Ing. Nelson GARCÍA GARAY
MIEMBRO



Ing. Epifanio MARTINES MENA
ASESOR

Tarapoto – Perú
2004

DEDICATORIA

A mis queridos padres: Alfonso y Marina,
con eterna gratitud y amor; por darme
la vida y ser unos padres ejemplares.
Por el invaluable sacrificio y esfuerzo
realizado a fin de verme formada como
profesional, cuyo espíritu de trabajo me
motivan para seguir superándome.

A mis hermanos: Alison Magno y Alvaro
Armando, con amor por su comprensión
y colaboración permanente e incondicional
durante mi formación profesional.

Mary

AGRADECIMIENTOS

- **Al Ing. Epifanio E, Martines Mena**, profesor de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, por el asesoramiento brindado en el presente trabajo de investigación.
- **A la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto**, en especial ala **Facultad de Ingeniería Agroindustrial**, por las facilidades brindadas durante la ejecución del presente trabajo de investigación.
- **A la señora DOLLY FLORES DAVILA** y al señor **GUIDO SAAVEDRA VELA** por su valiosa colaboración brindada durante los análisis del laboratorio.
- **Al Señor ARTEMIO PEZO PINEDO**, por su amistad y el apoyo brindado en la realización de esta investigación.
- Finalmente un agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron en forma directa e indirecta durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

INDICE

RESUMEN	16
ABSTRAC	18
I. INTRODUCCIÓN	20
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	22
2.1. MATERIA PRIMA (Jergón Sacha).....	22
2.1.1. Características Botánicas.....	22
2.1.1.1. Nombres comunes.....	22
2.1.1.2. Clasificación taxónomica.....	24
2.1.1.3. Centro de origen.....	24
2.1.1.4. Morfología.....	25
2.1.1.5. Características del cultivo.....	26
2.1.1.5.1. Epoca de siembra.....	26
2.1.1.5.2. Espaciamiento.....	26
2.1.1.5.3. Propagación.....	26
2.1.1.5.4. Cosecha.....	26
2.1.1.2. Usos.....	27
2.2. EL ALMIDÓN.....	27
2.2.1. Generalidades.....	27
2.2.2. Composición Química.....	28
2.2.2.1. Humedad.....	29
2.2.2.2. Lípidos.....	29

2.2.2.3. Proteínas.....	29
2.2.2.4. Sabor y sustancia de olor.....	31
2.2.3. Estructura molecular del almidón.....	31
2.2.3.1. Amilosa.....	31
2.2.3.2. Amilopectina	33
2.2.4. Propiedades físicas y químicas de los almidones.....	35
2.2.5. Aspecto microscópico y tamaño del gránulo.....	37
2.2.6. Afinidad al yodo.....	40
2.2.7. Gelatinización.....	40
2.2.8. Viscosidad.....	43
2.2.9. Importancia y uso del almidón.....	43
2.2.10. Proceso de obtención del almidón.....	44
2.2.10.1. Selección y/o clasificación.....	46
2.2.10.2. Lavado	46
2.2.10.3. Pelado.....	48
2.2.10.4. Rallado.....	48
2.2.10.5. Extracción.....	48
2.2.10.6. Tamizado.....	49
2.2.10.7. Sedimentación.....	49
2.2.10.8. Centrifugación.....	49
2.2.10.9. Secado	50
2.2.10.10. Velocidad de secado.....	51
2.2.10.11. Período de secado	51

III. MATERIALES Y MÉTODOS	54
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	54
3.2. MATERIA PRIMA	54
3.3. EQUIPOS Y MATERIALES	54
3.3.1. Equipos	54
3.3.2. Reactivos	55
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	56
3.4.1. Materia prima.....	56
3.4.2. Selección y/o clasificación.....	56
3.4.3. Pesado.....	56
3.4.4. Lavado.....	58
3.4.5. Pelado.....	58
3.4.6. Cortado.....	58
3.4.7. Molienda o triturado.....	58
3.4.8. Tamizado I	58
3.4.9. Sedimentación	59
3.4.10. Secado.....	59
3.4.11. Tamizado II	59
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	60
3.5.1. De la materia prima.....	60
3.5.1.1. Análisis físicos.....	60
3.5.1.1.1. Biometría.....	60

3.5.1.1.2. Densidad aparente.....	60
3.5.1.1.3. Análisis químico proximal.....	60
3.5.2. Producto terminado (Almidón).....	61
3.5.2.1. Análisis químico proximal.....	61
3.5.2.2. Determinación del pH y acidéz total.....	62
3.5.2.3. Aspecto microscópico y tamaño de partícula.....	63
3.5.2.4. Determinación de gelatinización.....	63
3.5.2.5. Viscosidad.....	64
3.5.2.6. Determinación del porcentaje de amilosa.....	64
3.5.2.7. Gelificación del almidón.....	65
3.6. ANÁLISIS SENSORIAL.....	65
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	66
4.1. DE LA MATERIA PRIMA	66
4.1.1. Análisis físicos.....	66
4.1.1.1. Biometría.....	66
4.1.1.2. Densidad aparente.....	67
4.1.2. Análisis químico proximal.....	67
4.2. PROCESO.....	68
4.2.1. Secado.....	68
4.2.2. Velocidad de secado.....	69
4.3. DEL PRODUCTO TERMINADO (ALMIDÓN).....	71
4.3.1. Análisis químico proximal.....	71
4.3.2. Determinación del pH.....	72

4.3.3. Acidéz titulable.....	72
4.3.4. Aspecto microscópico y tamaño de partícula del almidón.....	73
4.3.4.1. Aspecto Microscópico.....	73
4.3.4.2. Tamaño de partícula.....	75
4.3.5. Temperatura de gelatinización.....	75
4.3.6. Viscosidad.....	76
4.3.7. Determinación del porcentaje de amilosa	78
4.3.8. Gelificación del almidón.....	78
4.4. ANÁLISIS SENSORIAL.....	79
4.4.1. Atributo color.....	79
4.4.2. Atributo apariencia general.....	79
4.4.3. Atributo textura.....	80
4.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEFINITIVO PARA LA OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE JERGÓN SACHA.....	82
V. CONCLUSIONES.....	84
VI. RECOMENDACIONES	86
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	87
VIII. ANEXOS.....	92

INDICE DE CUADROS

01	Composición química promedio de gránulos de almidón.....	28
02	Composición química proximal de cultivos ricos en carbohidratos.....	30
03	Contenido de amilosa y amilopectina en almidones naturales.....	34
04	Propiedades físicas y químicas de los componentes lineales y ramificados	36
05	Propiedades de los gránulos de almidón.....	39
06	Márgenes de gelificación de diferentes almidones alimenticios.....	42
07	Análisis biométrico de los cormos de Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>).....	66
08	Análisis químico proximal del corno de Jergón Sacha contenido en 100 g de muestra fresca.....	67
09	Análisis químico proximal del almidón de Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>) contenido en 100 g de muestra.....	71
10	Análisis de amilasa del almidon de Jergon Sacha (<i>Dracontium loretense</i>).....	78
11	Resultados ordenados en forma decreciente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo color.....	79

12 Resultados ordenados en forma decreciente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo apariencia general..... 80

13 Resultados ordenados en forma decreciente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo textura..... 80

INDICE DE FIGURAS

01	Cormo de Jergón Sacha con tallo. (<i>Dracontium loretense</i>)	23
02	Cormo de Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>)	23
03	Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>).....	25
04	Fragmento de amilosa	32
05	Fragmento de la amilopectina.....	34
06	Fotografía al microscopio óptico de granos de almidón de papa aérea (<i>Dioscorea bulbifera</i>) con un aumento de 400x.....	37
07	Fotografía al microscopio óptico de granos de almidón de yuca con un aumento de 400x.....	38
08	Fotografía de granos de almidón de maíz (aumento de 1000x)	38
09	Diagrama de flujo del proceso de obtención de almidón por vía húmeda.....	47
10	Curva de humedad libre en función del tiempo.....	52
11	Curva de velocidad de secado en función de contenido de humedad libre.....	52
12	Flujograma preliminar para obtención de almidón de Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>).....	57
13	Cinética de secado de los cormos de Jergón Sacha hechas a temperaturas de 50°C, 55°C, 60°C con velocidad de aire de secado de 2 m/s.....	68

14	Velocidad de secado a temperaturas de 50°C, 55°C, 60°C, velocidad de aire de secado de 2 m/s.....	70
15	Fotografía al microscopio óptico del grano almidón de Jergón Sacha (aumento 400 x) al 0.5% de Concentración.....	73
16	Fotografía al microscopio óptico del grano almidón de Jergón Sacha (aumento 400 x) al 0.2% de concentración	74
17	Fotografía al microscopio óptico del grano almidón de Jergón Sacha (aumento 1000 x) al 0.5% de concentración.....	74
18	Fotografía al microscopio óptico del grano almidón de Jergón Sacha (aumento 1000 x) al 0.2% de concentración.....	75
19	Curva de viscosidad de Jergón Sacha (<i>Dracontium lorentense</i>) en función de la temperatura	76
20.	Diagrama de flujo definitivo para la obtención de almidón de Jergón Sacha	77

INDICE DE ANEXOS

01	Ficha Técnica.....	93
02	Resultados del análisis sensorial, desarrollo del ANVA del atributo color del almidón de Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>).....	94
03	Resultados del análisis sensorial, desarrollo del ANVA del atributo apariencia general del almidón de Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>).....	95
04	Resultados del análisis sensorial, desarrollo del ANVA del atributo textura del almidón de Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>).....	96
05	Especificaciones para almidón de maíz no modificado para uso industrial, alimenticio y farmacéutico.....	97
06	Especificaciones para almidón de maíz no modificado, para uso Industrial, Alimenticio y Farmacéutico.....	98
07	Especificaciones para el almidón (Ideados para una gran corporación).....	99
08	Determinación teórica de amilosa por curva patrón.....	100
09	Variación de la viscosidad del almidón de Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>) en función de la temperatura.....	101
10	Datos experimentales de secado del almidón de Jergón Sacha (<i>Dracontium loretense</i>) a 50, 55 y 60°C con velocidad de aire de 2m/s	102

11	Fotos del producto obtenido (almidón).....	105
12	Tabla de color	106
13	Balance de materia prima para la obtención de almidón de Jergón Sacha.	107

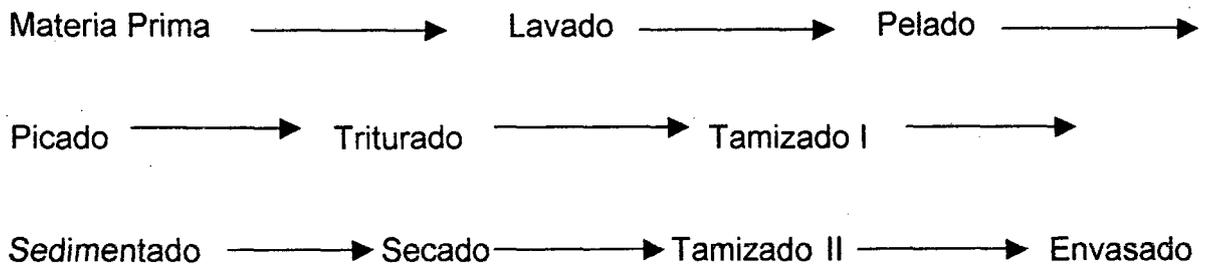
RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en los laboratorios de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales (ANACOMPA), Tecnología de Productos Agroindustriales no Alimentos (TEPANAL), Laboratorio de Ingeniería y Diseño de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín - Perú. La investigación busca incentivar la utilización de los cultivos silvestres aún no explotados, como es el caso del Jergón Sacha (*Dracontium loretense*), los cuales se encuentran distribuidos en toda la Amazonía, en forma cultivada o silvestre, siendo utilizados mayormente para la cura de diversas enfermedades. El estudio comprendió diversos análisis, tanto de la materia prima como del producto terminado, así como los análisis químicos y sensoriales necesarios.

Las muestras de cormo de Jergón Sacha (*Dracontium loretense*), fueron recolectadas en la localidad de Pamashto, ubicada a 10 Km de la provincia de Lamas – San Martín, zona con temperatura mínima de 17 °C y máxima de 20°C, ubicada a una altura de 800 m.s.n.m. Se cosecharon los cormos teniendo en cuenta el tamaño, que fue de 15- a 25 cm.

Los cormos presentaron color crema claro y forma aplanada circular, con diámetro promedio de 16.8 cm y espesor promedio de 7.13 cm, la densidad promedio de los cormos fue de 1.064 g/cm³, la determinación química de los cormos dió, una composición proximal con humedad de 75.20%, proteína 0.80%, carbohidratos 22.40%, grasa 0.20%, fibra 0.13% y cenizas de 1.10 %.

El flujo de proceso para la obtención de harina de cormo de Jergón Sacha (*Dracontium loretense*) fue el siguiente :



Para determinar las mejores condiciones de secado del producto final. Se efectuó una evaluación sensorial con escala hedónica de cinco puntos; a través del cual se evaluaron características de color, textura y apariencia general. Los resultados indicaron que el mejor tratamiento fue de 50°C con velocidades de aire constantes de 2 m/s.

La composición proximal del producto terminado (almidón) fue: humedad 10.9%, proteína 0.22 %, fibra 0.05 %, ceniza 0.45 %, grasa 0.13 %, carbohidratos 88.25%. El pH fue de 4.53 y la acidez del producto dio 0.048% expresado como ácido sulfúrico. Las partículas del almidón, pasaron a través de una malla de 200, con una abertura de malla de 75um. La temperatura de gelatinización se inicio a 70°C, siendo el punto más alto de 95°C. La viscosidad máxima se obtuvo a 95 °C, para las tres temperaturas experimentales siendo de 930 centipoise (cp), a 50°C, 1000 centipoise (cp) a 55°C y 1040 centipoise (cp) para 60°C respectivamente. El porcentaje de amilosa calculada del almidón fue de 26.30% a 625 nm. En la prueba de gelificación, se obtuvo una buena pasta de almidón consistente y transparente. El color del almidón fue comparado con las tablas de identificación de colores de **RIDGWAY (1912)**, el cual se identificó un color yellow Ocher que cuenta con 68% de color y 32 % de gris neutral. El color contiene 65% de naranja y 35% de amarillo. El rendimiento del almidón fue de 15.53%.

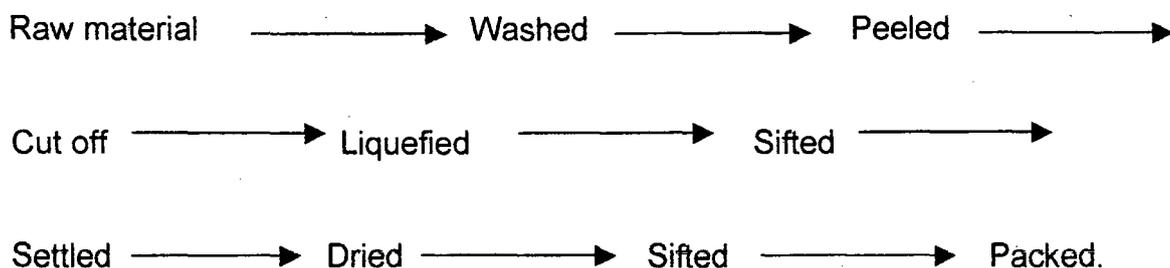
ABSTRACT

The present research work was carried out in laboratories of Análisis and composition of agroindustry products (**ANACOMPA**), nom – food agroindustry products technology (**TEPANAL**), and engineering and desing of agroindustrial engineering faculty at San Martin National University – Peru. Research seeks to incentive the use of wild cultivations not even utilized, as is case of Jergon Sacha (***Dracontium loretense***), which are dispersed in all amazonia, in form cultivated and wild, being used chiefly for the cure of various diseases. The study comprehended several analyses, both raw material and finished product as well as chemical and necessary sensory analyses.

Samples of Jergon Sacha (***Dracontium loretense***) snackie were collected in the town of pamashto, located 10 km from province Lamas – San Martin, zone at temperatures minimum 17°C and maximum 20°C, situated with an altitude 800meters on sea level (M.O.S.L). It reapped the snackies taking into account their size that was from 15 to 25 cm.

Snackie presented light cream color and circular flattened form, with average diameter 16.8 cm and average thickness 7.13 cm, average density of them was 1.064 g/cm³, chemical determination of them gave a proximate composition with moisture 75.20%, protein 0.80%, carbohydrate 22.40%, fat 0.20%, fibre 0.13% and ash 1.10%.

Processing flow for obtainment of Jergon Sacha (***Dracontium loretense***) snackied was the following:



To determine best dried conditions of final products, made a sensory evaluation with five – point hedonic scale; through which evaluated color, texture and general appearance characteristics. Results indicated that best treatment was 50°C with constant air velocity 2m/s.

Finished (starch) product proximate composition was: moisture 10.9%, protein 0.22%, fibre 0.05% , ash 0.45%, fat 0.13%, carbohydrate 88.25%.

The pH was 4.53 and acidity gave 0.048% expressed as sulphuric acid. Starch particles passed by mesh 200, with a hole of 75 um.

The gelatinization temperature initiated at 70°C, being higher point at 95°C. Maximum viscosity obtained at 95°C, for three experimental temperatures being 930 cp at 50°C, 1000 cp at 55°C and 1040 cp at 60°C, respectively. The amilose rate calculated of starch was 26.30 % at 625 mm.

In chelating test , obtained a good firm and transparent starch paste. Starch color was compared with a Ridgway colors identification table, which identified an ocher yellow color that pointed on 68% color and 32% neutral grey. This color of 68% contains 65% orange and 35% yellow. The yield of the tarch was of 15.53%,

I. INTRODUCCION

Los almidones han formado parte fundamental de la dieta del hombre, desde tiempos prehistóricos, sea como nutrimento o como adhesivo y en la elaboración de papel, sin embargo actualmente se usa mucho en la industria agroalimentaria y en la industria farmacéutica.

El almidón es probablemente el polisacárido más abundante e importante desde el punto de vista comercial. Este polisacárido de reserva en las plantas, se almacenan principalmente en las semillas de granos de cereales (arroz, maíz, sorgo), frutos (manzana, plátano, etc), tubérculos (papa), raíces (camote, yuca, jergón).

En el Perú se cultivan tubérculos como la papa, raíces como el camote y la yuca pero la producción es deficiente para el consumo en forma directa y también para la producción comercial de almidón; por lo tanto existen ciertas especies tropicales que actualmente se encuentran en forma silvestre o como cultivos experimentales que pueden utilizarse como fuentes productoras de almidones dentro de estas tenemos (*Dracontium loretense*) que se presenta en forma de cormos .

Por esta razón, el Jergón Sacha (*Dracontium Loretense*) puede ser considerado como un cultivo alternativo para propuestas de asociación de cultivos; además, tiene una gran importancia en la medicina natural, con la tendencia actual de buscar productos nuevos como rol importante de los profesionales agroindustriales es necesario pues, realizar estudios de Jergón Sacha, en el potencial alimentario, nutricional, de su manejo agronómico dentro del sistema de producción y como monocultivo. Para fomentar su uso como alimento complementario.

En tal virtud, se requiere realizar trabajos de investigación para buscar su posible agro industrialización en almidón y otros derivados.

Existe investigaciones desarrolladas sobre la obtención de harina de Jergón Sacha, por lo que el presente trabajo busca investigar la obtención del almidón de los cormos de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*). Por lo cual en el presente trabajo se plantea los siguientes objetivos:

- Identificar y caracterizar el cormo de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*).
- Obtener y determinar las características físico-químicas del almidón.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. MATERIA PRIMA (Jergón sachá)

El Jergón Sachá (*Dracontium lorentense*) es una planta oriunda de la selva amazónica, su nombre proviene de JERGÓN que es una serpiente de la selva amazónica y SACHA, que en quechua significa monte o silvestre. (BRACK, 1999) citado por (BERNALES, 2002).

El Jergón sachá (*Dracontium lorentense*) es una planta perteneciente a la familia Araceae, género *Dracontium*, la cosecha se realiza mediante la extracción de los cormos y cormelos; además, es una herbácea rizomatoza, cuya base es un cormo con muchos nudos y entrenudos bien definidos en su superficie y aplanada en la base. (PURA SELVA, 1996 y PINEDO et al., 1997)

2.1.1. Características Botánicas

2.1.1.1. Nombres comunes

Según PINEDO et al. (1997); DUKE y VÁSQUEZ (1994) respectivamente, la especie toma diferentes nombres vulgares, tales como: Jergón sachá, hierba de Jergón, fer de lance, huringpe (amarakaeri); caña X (Ecuador); ronon, rao y shanvi; yorá (shipiboconibo); see (ese eja), shando rao (amahuaca). Cuyas formas botánicas de los cormos se aprecia en las figuras 01 y figura 02

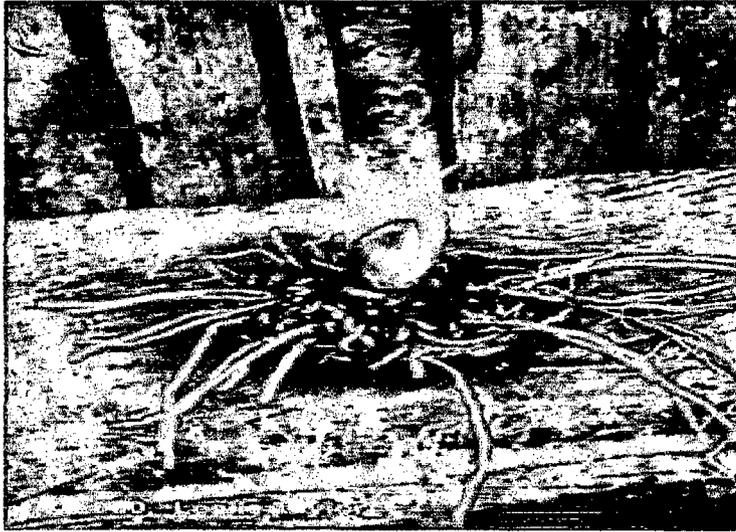


Figura 01: Cormo de Jergón Sacha con tallo. (*Dracontium lorentense*), Foto Leslie Taylor.

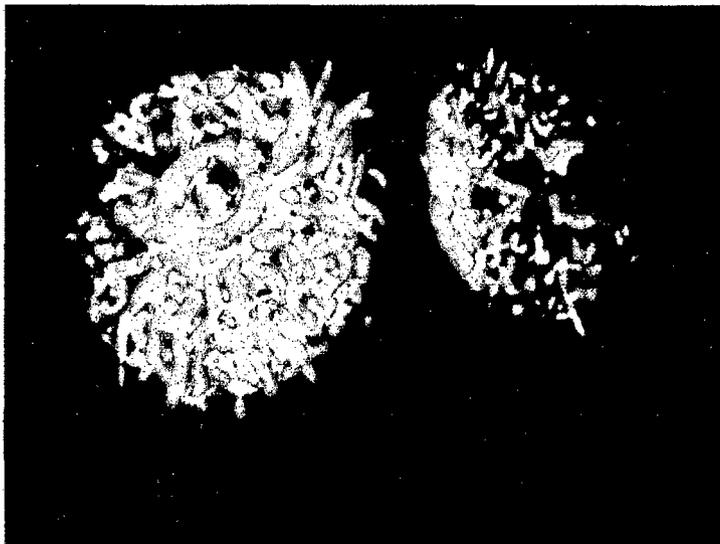


Figura 02: Cormo de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*), Foto BERNALES (2002).

2.1.1.2. Clasificación taxonómica

Según **MEJÍA et al** (1995), **BAYLEY** (1949), **ZHU** (1999) respectivamente, el Jergón Sacha tiene la clasificación:

Reino	:	Vegetal
División	:	Spermatophyta
Sub división	:	Angyosperma
Clase	:	Monocotyledoneae
Orden	:	Spadicifloreae
Familia	:	Araceae
Género	:	Dracontium
Especie	:	Loretense.
Nombre científico	:	<i>Dracontium loretense</i> .

2.1.1.3. Centro de origen

(**BURKILL, 1935**) menciona que el *Dracontium loretense* se encuentra distribuido en América Tropical. En el Perú, el Jergón Sacha, se halla distribuido en zonas de clima de bosque húmedo y tropical, con temperatura promedio anual de 18-24°C y precipitación pluvial de 12003300 mm/año, encontrándose en abundancia y en forma silvestre en la Región Loreto: Tamishiyacu y Valencia (distrito Fernando Lores); Panguana 1 ° y 2° zona; Ushpacaño (Río Itaya); padre cocha (Río Nanay), Corazón de Jesús (Río Mazán); Indiana (Río Amazonas); carretera Iquitos-Nauta (Km. 15 y 45); Yarina (Río Napo). También se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Madre de Dios y San Martín (**MEJÍA et al**, 1995; **PINEDO et al.**, 1997).

2.1.1.4. Morfología

El Jergón Sacha es una planta primordialmente amazónica, de un período vegetativo menor a un (1) año, herbácea, rizomatoza, cuya base es un cormo con muchos nudos y entrenudos bien definidos en su superficie y aplanados en la base. Los cormos pueden medir de 15 a 25 cm de diámetro. Según **BRACK (1999)**, citado por **BERNALES (2002)** en el ápice del cormo hay una yema vegetativa terminal, la cual se desarrolla para formar hojas y el ramoflorífero, que crece aproximadamente dos (2) metros de altura, el pecíolo es circular cuyo aspecto y coloración es semejante a la piel de la serpiente Jergón, la parte interna de la corteza es de carácter esponjoso (**PURA SELVA, 1996**).

Hojas de lámina multipartidas, con divisiones laterales oblongadas u obovados - oblongas de 10-15 cm., de largo y de 40-60 cm., de ancho, las terminales profundamente bilobadas. Inflorescencia en el espádice, 4 cm., de largo, 12 mm., de espesor; espata estrechamente lanceolada de 25 cm., de largo aproximadamente y pedúnculo floral de casi 1 cm., de largo. Figura 03 (**MEJÍA et al, 1995; PINEDO et al., 1997**).



Figura 03: Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*.) foto Lesly Taylor [www. Rain-tree.com/jergonprod.htm](http://www.Rain-tree.com/jergonprod.htm).

2.1.1.5 . Característica del cultivo

2.1.1.5.1. Época de siembra

Puede sembrarse en cualquier época del año, excepto durante los meses de menor precipitación pluvial (menos de 150 mm/mes), (PINEDO et al., 1997).

2.1.1.5.2. Espaciamiento

Si se desea establecer plantaciones comerciales, se considera adecuado un espaciamiento de 1 m. x 1 m., (PINEDO, 1999).

Para siembra en fajas de enriquecimiento del bosque primario o purmas, puede emplearse un distanciamiento de 1.5 m entre plantas y 4 m entre fajas. (PINEDO et al. 1997).

2.1.1.5.3. Propagación

La propagación del Jergón Sacha es asexual mediante cormos y cormelos. Una vez separados los cormelos de los cormos, se dejan secar a temperatura ambiente durante una semana, luego se humedecen por espacio de dos días y se almacigan en sustrato orgánico, por ejemplo en cajas con humus. La germinación ocurre luego de 1.5 a 6 meses después de la siembra. (PINEDO et al. 1997).

2.1.1.5.4. Cosecha

La cosecha se realiza mediante la extracción de los cormos y los cormelos con lampa o azadón (PINEDO et al. 1997).

2.1.2. Usos

El Jergón Sacha, es utilizado en forma medicinal para la cura de diversos males como las palpitations, mordedura de serpiente, úlceras gastrointestinales, hernias, gusanos en la piel, tumores benignos, malignos y como reforzador del sistema inmunológico, sus cormos se consumen en forma cocida. (BRACK ,1999) citado por BERNALES (2002).

2.2. EL ALMIDÓN

2.2.1. Generalidades

Los carbohidratos se encuentran almacenados como reserva en todas las plantas, pero los más abundantes y de mayor distribución en las reservas de carbohidratos son los almidones (DESROSIER, 1983).

La palabra "Almidón", se deriva del Anglo – Sajón "Starch" y tiene el significado de fuerza, tiesura o consistencia (SWINKELS, 1997) citado por DÁVILA (2000). Es bueno tener en cuenta que el término "almidón" se utiliza con dos significados diferentes. Ciertos tipos de moléculas son llamados almidón. En las células de las plantas, estas moléculas de almidón se organizan en paquetes o gránulos microscópicos. Estos gránulos se llaman almidones también. Cuando una receta especifica una cantidad de almidón, se refiere al almidón, en forma granular (CHARLEY, 1991). En la denominación del producto, generalmente se conoce como almidón al producto amiláceo que se extrae de los cereales y como fécula al producto amiláceo que se extrae de los cereales y como fécula al producto amiláceo que se extrae de los tubérculos, raíces y rizomas de los vegetales; (ITINTEC, 1974).

El almidón es el más importante de los polisacáridos y está ampliamente difundido en la naturaleza como materia de reserva y casi en todas las partes de todos los vegetales. Proporciona más calorías a la dieta normal que ninguna sustancia simple (BRAVERMAN, 1967). Además, los almidones y sus

derivados tienen gran significación en diferentes ramas de la industria, tales como: la Alimentaria, textil y papelera. (BELITZ, 1988).

Se depositan gránulos de almidón en las semillas, tubérculos, raíces y médulas del tallo de las plantas, como suministro de alimentos de reserva para los periodos de inactividad, germinación y crecimiento. (SWINKELS, 1997) citado por DÁVILA (2000).

La función nutricional de los almidones es muy importante porque constituyen después de la hidrólisis digestiva de la glucosa, la principal fuente de calorías de la alimentación humana, (CHEFTEL, 1992; ALEIXANDRE, 1996).

2.2.2. Composición Química

Según SWINKELS (1997) citado por DÁVILA (2000), los gránulos de almidón contienen normalmente de 10 a 20% de humedad y cantidades pequeñas de las proteínas, lípidos y rastros de materiales inorgánicos. El cuadro 01 muestra la composición química promedio de almidones comerciales.

CUADRO 01: Composición química promedio de gránulos de almidón.

Almidón	% Humedad al 65% de HR a 20°C	% Lípidos en base seca	% Proteína base seca (Nx6.25)
Papa	19	0.1	0.1
Maíz	13	0.8	0.35
Trigo	13	0.9	0.4
Yuca	13	0.1	0.1
Maíz céreo	13	0.2	0.25

Fuente : SWINKELS (1997), citado por DÁVILA (2000).

2.2.2.1. Humedad

El contenido de humedad de los productos de almidón depende de la humedad relativa (HR) de la atmósfera en la que ellos se han guardado. Si ésta humedad disminuye, los almidones perderán jugosidad; si la HR aumenta, ellos absorberán humedad. El volumen de humedad de equilibrio del almidón también es dependiente del tipo de producto de almidón. (SWINKELS, 1997) citado por DÁVILA (2000).

2.2.2.2. Lípidos

Los almidones del tubérculo (patata) y de la raíz (tapioca) contienen sólo un porcentaje muy pequeño de lípidos (aproximadamente 0.1%); comparado con los almidones de cereales comunes (maíz, trigo, arroz, sorgo), que contienen entre 0.8 a 1.0% de lípidos. Las sustancias grasas en los almidones del cereal son ácidos grasos predominantemente libres (en maíz y almidón de maíz) o fosfolípidos (en almidón de trigo). Los ácidos grasos libres consisten principalmente en palmítico, linoleico y ácido oleico, (SWINKELS, 1997) citado por DÁVILA (2000). Los lípidos asociados al almidón son, generalmente, lípidos polares, que necesitan disolventes polares tales como metanol- agua, para su extracción (HOSENEY, 1991).

2.2.2.3. Proteínas

La cantidad de proteínas como se muestra en el cuadro 01 (calculada como N x 6.25) incluye proteínas reales, pero también los péptidos, amidas, aminoácidos, ácidos nucleicos y enzimas que pueden estar presentes en los gránulos de almidón. Los almidones del tubérculo (patata) y la raíz (tapioca) contienen sólo una cantidad pequeña de proteínas (aproximadamente 0.1%), comparadas con los almidones del cereal (maíz, trigo, maíz ceroso), que contienen entre 0.2 – 0.4% de proteínas. Debido a la proteína residual, los

almidones del cereal pueden tener un olor y sabor harinoso y también una tendencia a espumar. Los gránulos pequeños del almidón de trigo contienen mucho más proteína (1.6% que los gránulos grandes 0.1%), (SWINKELS, 1997) citado por DÁVILA (2000).

Las raíces y tubérculos tropicales (papa, camote, yuca, etc), son una excelente fuente de energía debido a la materia seca que contiene en abundancia, de carbohidratos principalmente el almidón. La composición química proximal de algunos cultivos ricos en carbohidratos, se muestran en el cuadro 02.

CUADRO 02: Composición química proximal de algunos cultivos ricos en carbohidratos.

Alimento	Energía (kcal)	Componente (g)					
		Humedad	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Ceniza
Arroz							
Pulido	359	13.1	8.2	0.5	77.8	0.4	0.4
Camote							
Amarillo	116	69.9	1.2	0.2	27.6	1	1.1
Maíz							
Amarillo	312	17.2	8.4	1.1	69.4	3.8	1.2
Papa							
Blanca	97	74.5	2.1	0.1	22.3	0.6	1
Pituca	102	73.7	1.6	0.5	23.2	0.8	1
Plátano							
Verde	152	57	1	0.2	40.9	0.8	0.9
Trigo	330	14.5	8.6	1.5	73.7	3	1.7
Yuca							
blanca	162	58.9	0.8	0.2	39.3	1.1	0.8
* Jergon							
Sacha		71.72	1.97	0.11	25.2	0.16	0.83

Fuente: COLLAZOS (1996) y * BERNALES (2002).

2.2.2.4. Sabor y sustancias de olor

Los almidones comunes de cereal pregelatinizados (maíz, trigo) tienen un sabor a cereal relativamente crudo. Estos almidones imparten sabores de tipo cereal a las comidas en las que ellos son incorporados. Los almidones de papa y tapioca contienen sólo una cantidad baja de sustancias de sabor y esto puede ser debido a su bajo contenido de lípidos y proteínas, (SWINKELS, 1997) citado por DÁVILA (2000).

2.2.3. Estructura Molecular del Almidón

La mayor parte de los almidones que se encuentran en el mundo, son una mezcla de dos polisacáridos; es decir, el almidón es una mezcla de dos glucanos, amilosa y amilopectina. (DESROSIER, 1983).

En el almidón natural, éstas moléculas están íntimamente asociadas en los gránulos estructurados, microscópicos. Los gránulos pueden contener tipos de almidón, con amilosa en un 15 – 30 % del total. (FENNEMA, 1993). Se conoce sin embargo variedades de maíz (amilo - maíz) cuya proporción de amilosa llega a ser entre 50 y 80%. Los almidones normales contienen un 70 a 80% de amilopectina, aunque existen algunas variedades de maíz y milo conocidos como céreos, que llegan a contener hasta prácticamente el 100% (BELITZ, 1988).

2.2.3.1. Amilosa

La amilosa es un polímero lineal de residuos de D-glucosa (Figura 04), unidos por enlaces α -1,4. En los gránulos de almidón, este polímero está presente bajo forma cristalina, debido principalmente al gran número de enlaces hidrógeno de la amilosa también son responsables de la absorción de agua y de la formación de geles (originan redes tridimensionales), en el curso de la retrogradación, después de la gelatinización (CHEFTEL, 1992).

El peso molecular de la amilosa varía según su origen botánico, el cuidado puesto en su aislamiento y el método utilizado. En general, parece que las amilosas de la raíces y tubérculos tienen pesos moleculares mayores que los cereales (FENNEMA, 1993).

La naturaleza lineal y de gran longitud dan a la amilosa capacidad para formar complejos con el yodo, alcoholes o ácidos orgánicos. Estos complejos se llaman "Clatratos" o complejos de inclusión helicoidal. El conocido color azul producido por el yodo con el almidón, se achaca a iones poliyodados en el núcleo central de la hélice de la amilosa, (SWINKELS, 1997) citado por DÁVILA (2000).

Las moléculas de almidón y especialmente amilosa existen en el agua como cadena al azar. En presencia de ciertas sustancias grasas o moléculas de yodo, el almidón asume la forma de una hélice, con 6 o 7 residuos de glucosa abarcando cada espiral. El espacio dentro de cada espiral acomoda una molécula de yodo y este complejo hace posible la prueba de yodo para localizar el almidón. El color del complejo depende de la longitud de la hélice y por ello, del número de moléculas de yodo involucradas. Si la hélice es larga, el complejo almidón-yodo es azul; si es corta, el complejo es rojo. (CHEFTEL, 1992). Estos complejos de amilosa forman un rollo en la hélice alrededor del agente que forma los compuestos. El compuesto de amilosa con yodo da un color azul característico que se usa para establecer la presencia de contenido de amilosa en el almidón. (SWINKELS, 1997) citado por DÁVILA (2000).

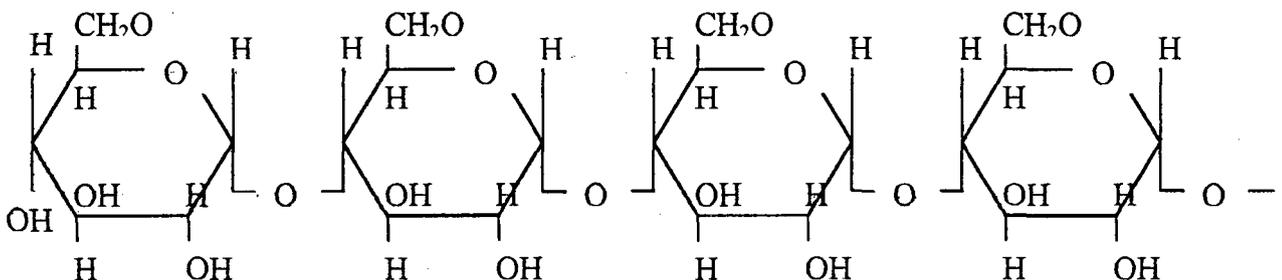


Figura 04: Fragmento de amilasa.

Fuente: CHARLEY (1991).

2.2.3.2. Amilopectina.

La mayoría de los enlaces entre las unidades de D-glucosa de la amilopectina son del tipo α -(1--4), como en la amilosa. Además, un 4-5% de las unidades de glucosa están unidas α -(1--6) y dan una estructura ramificada creciente. La isomaltosa es el disacárido que contiene el enlace de ramificación **(FENNEMA, 1993).**

La ramificación ocurre a intervalo de entre 15 y 30 residuos de glucosa. El enlace se establece entre el carbono 1 de la rama y el carbono 6 del residuo de glucosa al que se une la ramificación, como se observa en la Fig. 05 **(CHARLEY, 1991).**

Durante la cocción la amilopectina absorbe mucha agua y es, en gran parte responsable de la hinchazón de los gránulos de almidón. Así los gránulos ricos en amilopectina son más fáciles de disolver en el agua a 95°C, que los que contienen mucha amilosa. Debido al incremento estérico, las moléculas de amilopectina no tienen tendencia a la recristalización y por lo tanto poseen un elevado poder de retención de agua, contrariamente a las de amilosa. Las soluciones de amilopectina no retrogradan **(CHEFTEL, 1992).**

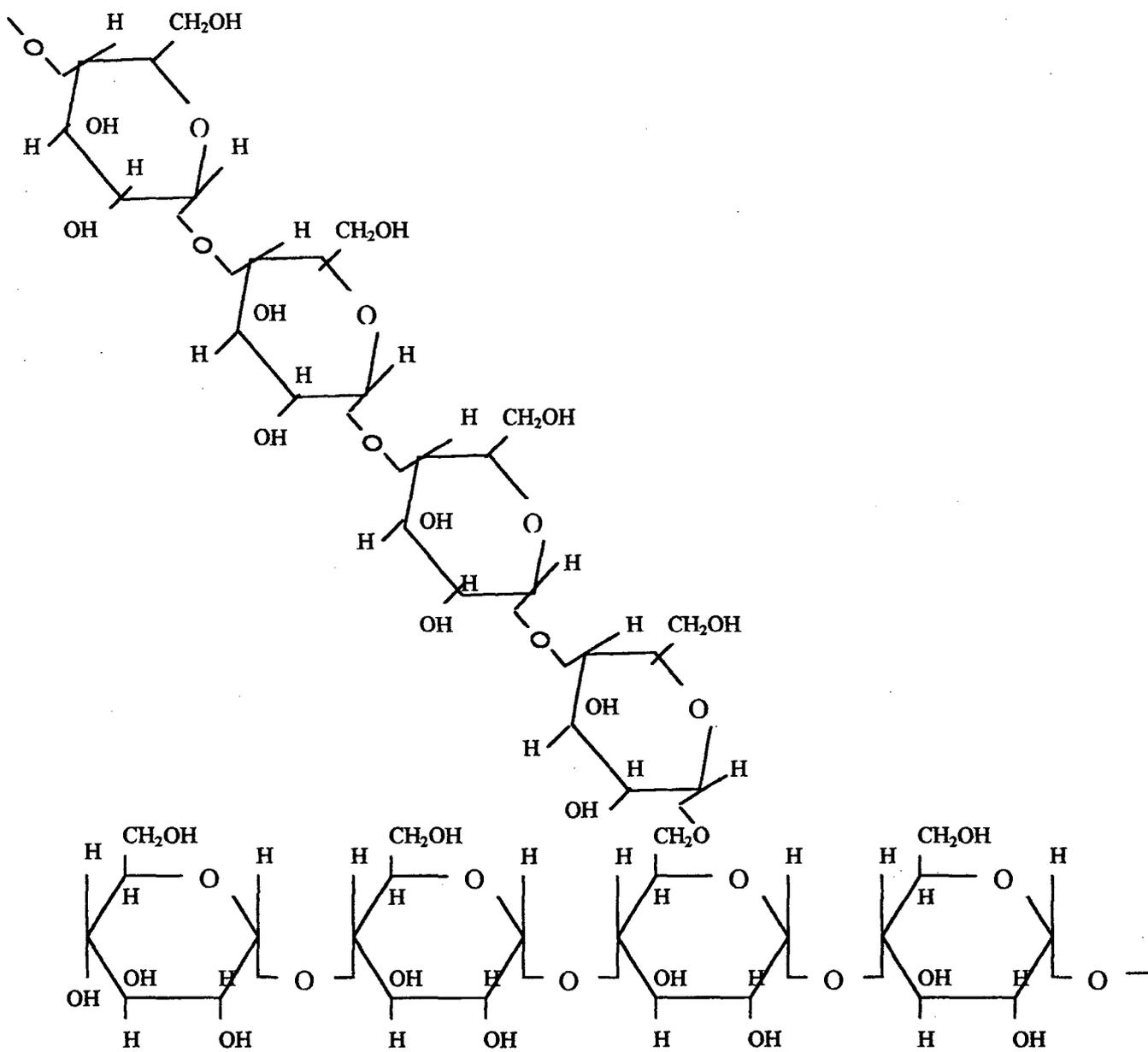


FIGURA 05: Fragmento de la amilopectina.

Fuente: CHARLEY (1991)

El contenido de amilosa y amilopectina de los almidones naturales citados por CHEFTEL (1992), BADUI (1984) y SWINKELS (1997) citado por DAVILA (2000); se muestra en el cuadro 03:

CUADRO 03: Contenido de amilosa y amilopectina en almidones naturales.

ALMIDONES	AMILOSA (%)			AMILOPECTINA (%)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
PAPA	23	22	21	77	78	79
YUCA	20	18	17	80	82	83
TRIGO	20	24	26	80	76	74
ARROZ	15-35	17	-	65-85	83	-
SORGO	25	-	-	75	-	-
MAIZ	25	27	28	75	73	72
MAIZ CEREO	0	0-1	0	100	99-100	100
AMILOMAIZ	77	55-80	-	23	20-45	-
GUISANTES	40	-	-	60	-	-
PLATANO	17	-	-	83	-	-

Fuente: (1) CHEFTEL, 1992; (2) BADUI, 1984; (3) SWINKELS, 1997, citado por DAVILA (2000).

2.2.4. Propiedades Físicas y Químicas de los Almidones

En el cuadro 04 se observa las propiedades físicas y químicas de los componentes lineales y ramificados:

CUADRO 04: Propiedades físicas y químicas de los componentes lineales y ramificados.

PROPIEDADES	AMILOSA	AMILOPECTINA
	Componente lineal	Componente ramificado
Peso molecular	10000-60000	30000-1000000
Proporción en almidón	10-20	80-90
Determinación del grupo final Aldehído	Un grupo final de molécula	Un grupo final por 20 a 30 unidades glucosa
Película derivado acetilado	Elástico sólido	Quebradizo
Acción de la amilasa	Hidrolizada por enzima 100%	Hidrolizado por enzima al 60%
Comportamiento en el agua	Fase sólida y líquida separada	Formas pastosas
Reacción yodo	Color azul	Color rojo violeta

Fuente: AGUIRRE (1992).

2.2.5. Aspecto microscópico y tamaño del gránulo.

Estos gránulos son esfero cristales visibles al microscopio electrónico que dan con los rayos X redes de difracción; contienen muy poca agua y su tamaño varía entre 5 μm en el caso del maíz; (CHEFTEL, 1992). El almidón de la raíz de la planta de yuca y el almidón de las células endospermicas del maíz, miden de 12 a 25 micrones. Las primeras son redondas y las últimas poligonales.

Los gránulos de almidón de trigo son de dos tipos. Los pequeños, esféricos de 10 micrones de diámetro, y los grandes, de forma lenticelar o discoide, de aproximadamente 35 micrones de diámetro. Los gránulos del almidón de la papa son grandes, y pueden identificarse por su forma de concha de ostra y por la aparición de diferentes anillos o estriaciones concéntricas. (CHARLEY, 1991).

El tamaño y la forma del gránulo son muy característicos de cada especie botánica, por lo que se han desarrollado diferentes métodos microscópicos para identificar el origen de los distintos almidones, (BADUI, 1984).



Figura 06: Fotografía al microscopio óptico de granos de almidón de papa aérea (*Dioscorea bulbifera*) con un aumento de 400X (Foto : A. Dávila, 1999).



Figura 07: Fotografía al microscopio óptico de granos de almidón de yuca con un aumento de 400X (Foto: A. Dávila, 1999).



Figura 08: Fotografía al microscopio óptico de granos de almidón de maíz (aumento de 1000X). J. Saavedra, 2000).

En muchos casos, la observación de la forma microscópica de los gránulos de almidón de las diferentes especies botánicas muestra que son tan particulares, que la identificación sólo es posible por este método. Características particulares son el tamaño, forma y uniformidad de los gránulos, la localización (céntrica o excéntrica) del hilo (punto sencillo o intersección de dos líneas cortas); la presencia o ausencia de capas que, total o parcialmente envuelven al hilo; el aspecto de los gránulos a la luz polarizada (birrefringencia), (FENNEMA, 1993). Según SWINKELS (1997) citado por DÁVILA (2000), las propiedades microscópicas de los principales gránulos microscópicos del almidón se muestra en el cuadro 05.

CUADRO 05: Propiedades de los gránulos de almidón.

Almidón	Tipo	Tamaño del diámetro rango (μm)	Tamaño del diámetro en número promedio (μm)	Tamaño del diámetro en peso promedio (μm)	Forma
Papa	Tubérculo	5-100	28	40	Oval, esférico
Maíz	Cereal	2-30	10	15	Redondo, poligonal
Trigo	Cereal	1-45	8	25	Redondo, lenticular
Yuca	Raíz	4-35	15	25	Oval, truncado
Maíz céreo	Cereal	3-26	10	15	Redondo, poligonal

FUENTE: SWINKELS (1997) citado por DAVILA (2000).

2.2.6. Afinidad al yodo

La amilosa forma compuestos con la inclusión de yodo y de varios compuestos orgánicos como butanol, ácidos grasos, varios surfactantes, fenoles e hidrocarburos. Estos complejos son esencialmente insolubles en agua. Se cree que los compuestos de amilosa forman un rollo en la hélice alrededor del agente que forma los compuestos (SWINKELS, 1997) citado por DÁVILA (2000). Desde el descubrimiento del yodo se sabe que el almidón es capaz de reaccionar con el yodo para dar un color azul turquesa. AGUIRRE (1992), manifiesta que una de las características mejor conocidas de la amilosa es su capacidad de captar yodo para dar un complejo azul intenso. La amilosa puede retener hasta 20% de yodo por peso. El yodo se absorbe sobre la molécula de amilosa y estabiliza la conformación helicoidal. Las cadenas cortas de amilosa obtenidos por hidrólisis parcial (dextrosas) absorben poco yodo y dan un complejo rojizo.

Las fracciones de amilopectina se colorean de azul pero no forma complejos con el yodo. En consecuencia, la cuantificación del contenido de amilosa en el almidón depende la titulación electrométrica de una dispersión de almidón con una solución de yodo, o bien, se determina la absorbancia del complejo de yodo a una determinada longitud de onda, en donde el complejo de yodo absorbe a 680 nm; (DESROSIER, 1983).

2.2.7. Gelatinización

Es el proceso por el cual el almidón al calentarse absorbe agua, teniendo lugar una reacción irreversible por la cual se forma un líquido viscoso claro, que si está suficientemente concentrado, formará al enfriarse un gel. Si se calienta una suspensión del almidón en agua, los enlaces de hidrógeno que mantienen unido al grano se rompen; el agua empapa el almidón y el grano se hincha y se puede estallar. (ALCAZAR, 2002).

La temperatura a la que el gránulo de almidón comienza a hincharse rápidamente y a perder birrefringencia se denomina "temperatura de gelatinización", llamado por mayor propiedad "margen de gelificación", porque dentro de la muestra los gránulos individuales de almidón difieren no solo en tamaño y forma, sino también en la necesaria energía para que se produzca el hinchamiento. **(FENNEMA, 1993)**.

La temperatura de la gelatinización es aquella en la que se produce la hinchazón de todos los granos del almidón (52-78°C) al alcanzarse éste punto, los granos pierden su birrefringencia. En ésta etapa hay un repetido incremento de viscosidad (consistencia) de la suspensión. **(ALCAZAR, 2002)**.

En general, los gránulos pequeños se gelatinizan de manera más lenta y a temperaturas más altas que los gránulos mayores **(RAFOLS, 1985)**. Los almidones dependiendo de su origen muestran distintos márgenes de gelificación **(FENNEMA, 1993)**, como se muestra en el cuadro 06.

CUADRO 06: Márgenes de gelificación de diferentes almidones alimenticios.

ORIGEN	TEMPERATURA A LA QUE PIERDE SU BIRREFRINGENCIA (°C)			
	INICIO		FINAL	
	(1)	(2)	(1)	(2)
Maíz	62	62	70	72
Maíz córneo	63	63	72	72
Maíz con alto contenido de amilosa (55%)	67	67	(a)	80
Grano de sorgo	68	-	78	-
Sorgo córneo	67.5	58	74	74
Cebada	51.5	-	59.5	-
Arroz	68	62	78	78
Centeno	57	-	70	-
Trigo	59.5	58	64	64
Guisantes (verdes)	57	-	70	-
Papa	58	58	66	67
Papa(tratada con vapor)	65	-	77	-
Yuca	52	51	64	65

(a) algunos granos son birrefringentes a 100°C

Fuente: (1) FENNEMA, 1993; (2) FELLOWS, 1994.

2.2.8. Viscosidad

Para fines industriales, los almidones se caracterizan por la viscosidad o fluidez de las suspensiones se miden con diversos instrumentos denominados viscosímetros; se obtiene una clasificación exacta de la naturaleza de la pasta de almidón comprobando las distintas viscosidades en las suspensiones de agua a medida que la temperatura aumenta y regulando la agitación en tiempos perfectamente definidos (RAFOLS, 1985).

Debido a que la viscosidad depende en principio de la colisión y rotura de los gránulos hinchados, la temperatura a la que aparece notable aumento, así como los posteriores cambios, está supeditada fundamentalmente a la concentración inicial de la suspensión del almidón. También quedan involucradas en los cambios de viscosidad el tamaño de los gránulos, las fuerzas internas que mantienen las moléculas juntas dentro del gránulo y el efecto de los demás constituyentes del sistema. (FENNEMA, 1993).

La habilidad de los gránulos de almidón de inflarse y seguidamente romperse es de gran importancia tecnológica. Cuando la temperatura de suspensión de almidón supera el margen de gelificación, los gránulos continúan hinchándose si hay suficiente agua. En algunos casos la fricción llega a ser tan grande que los gránulos, ahora tan frágiles se rompen en fragmentos que originan reducción de la viscosidad; (FENNEMA, 1993).

2.2.9. Importancia y usos del almidón

La función nutricional de los almidones es muy importante porque constituye, después de la hidrólisis digestiva en glucosa, la principal fuente de calorías de la alimentación humana. Asimismo, los almidones tienen un papel importante en la tecnología alimenticia, debido a sus propiedades físico-químico y funcional. Se utilizan como agentes espesantes y también para aumentar la viscosidad de las salsas y potajes, agentes estabilizantes de geles o

emulsionantes, así como elementos ligantes y agentes de relleno, por ejemplo en las salchichas, donde favorece la retención de agua, (CHEFTEL, 1992).

La amilosa es específicamente útil para recubrimientos de frutas (dátiles, higos) y frutas desecadas o glaseadas, pues evita la adhesividad que normalmente poseen. Un tratamiento similar de las patatas fritas hace disminuir el peligro de oxidación. La buena capacidad de formación de geles de la amilosa dispersable la hace indicada para su uso en postres y salsa instantáneos. Las películas de amilosa pueden ser útiles también para un mejor envasado de alimentos como café y té instantáneos. La amilopectina es utilizada como: espesante, estabilizante y adhesivo (BELITZ, 1988).

El almidón tiene infinidad de usos, los cuales pueden ser en alimentos y para fines industriales. En alimentos, como ingredientes de diversos productos en panificación y galletería. En productos auxiliares para la industria, Como apresto en la industria textil y de papel. En la industria farmacéutica, para dar formas y consistencias a las patillas y como vehículos de los medicamentos. En la fabricación de caramelos y confites para facilitar el moldeo y como absorbentes de aceites, grasas y agua. También como materia prima básica para otras sustancias como de almidones modificados, dextrinas, jarabes, pegamentos, acetona, alcohol etílico.

En la industria de levaduras, en la industria cervecera para reemplazar hasta 1/3 de la malta y para la fabricación de fideos y pastas alimenticias, (LOAYZA, 1981).

2.2.10. Proceso de obtención del almidón

Entre los procedimientos industriales de fabricación del almidón de raíces y tubérculos por vía húmeda, se tiene los siguientes métodos:

- a). Por acción bioquímica.
- b). Por desintegración mecánica.



El método por acción bioquímica consiste en que los tubérculos son sometidos a un proceso de fermentación o putrefacción durante cierto período. Luego son machacados para ser transformados en una pulpa. Se separa después el almidón de la pulpa por medio de lavados sucesivos con agua limpia. Este método de elaboración de almidón de raíces y tubérculos fue empleado principalmente en China y los Estados Malayos a principio del **siglo XIX**. En éste método bioquímico se obtiene un almidón de inferior calidad. Donde se hace necesario depósitos de fermentación y se usa para la producción en pequeña escala

El método por desintegración mecánica consiste en someter a los tubérculos, previo lavado, a máquinas ralladoras o molinos desintegradores especiales. Así se forma una pulpa que es lavada sobre tamices para separar la fibra gruesa. La lechada luego es sometida a un proceso de purificación en extractores, centrífugas o canales de sedimentación.

Ambos métodos persigue esencialmente lograr la ruptura de las células para poner en libertad los gránulos del almidón que lo contienen. Es casi imposible evitar que gran cantidad de estas células escapen a esta ruptura y por lo tanto, llevan consigo cierta cantidad de almidón al residuo fibroso, con la consiguiente baja en el rendimiento de almidón. En el método por desintegración, el almidón es de calidad superior. Al emplear mecanismos técnicos que facilitan un continuo control del proceso para mejorar el producto y producir en gran escala

Las fases de la elaboración del almidón de raíces y tubérculos se presentan en forma esquemática en la figura 09 (**CUEVA, 1961**; citado por **LOAYZA, 1981**). Siendo las operaciones más importantes las siguientes:

- A. Trituración de las células y separación de los gránulos de las demás sustancias insolubles, es decir de la impureza adherida y del material que forma las paredes de la célula. Esta fase comprende las operaciones de lavado, rallado y tamizado.

- B. Sustitución por agua pura, de la solución acuosa que rodea los gránulos de fécula, de tal forma, que se obtiene en la fase (A). Comprende: La sedimentación y lavado de las féculas en piletas y canales de sedimentación o centrífugas.
- C. Eliminación del agua por desecación.
- D. Operaciones de acabado: Molienda, cernido y empaclado del almidón.

Sin embargo las operaciones y procesos unitarios más importantes para la tecnología en la fabricación de almidón son:

2.2.10.1. Selección y/o clasificación.

La selección es una operación que consiste en la separación de la materia prima en grupos con características físicas diferentes tales como peso, tamaño, forma y color ; mientras que la clasificación consiste en la operación en grupos con diferentes características de calidad (**BRENNAN et al , 1998**)

2.2.10.2. Lavado

El lavado es una operación en la que el alimento se libera de sustancias que lo contamina, dejando su superficie en condiciones adecuadas para su elaboración posterior (**FELLOWS, 1994**). Además elimina eficazmente las partículas de tierra firmemente adheridas a la materia prima y otras sustancias extrañas (**BRENNAN et al., 1998**).

Toda raíz y tubérculo contiene impurezas en sus superficies externas al ser extraídos en la cosecha, de la tierra, tales como arenas, piedras, tierra fuertemente adherida en las hendiduras de las raíces y tubérculos.

Las condiciones para un eficaz lavado de raíces y tubérculos es:

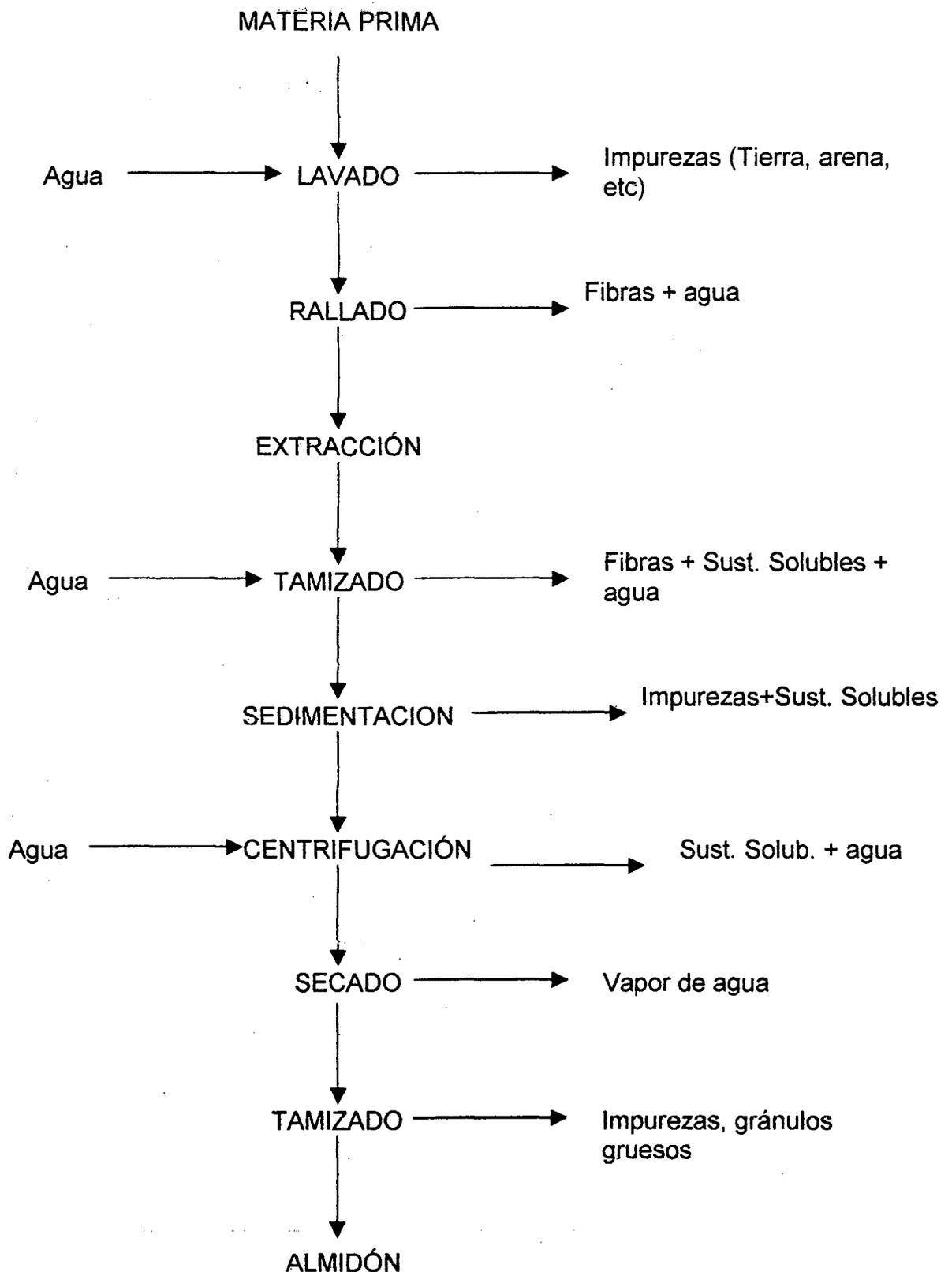


FIGURA 09. Diagrama de flujo del proceso de obtención de almidón por vía húmeda.

Fuente: LOAYZA (1981).

- Separación cuidadosa de las piedras y otras materias extrañas.
- Contacto prolongado de los tubérculos con el agua para reblandecer las partículas de tierras adheridas.
- Movimiento y frotación continúa de las raíces y tubérculos entre sí, para que se desprendan de la tierra.
- Flujo suficiente de agua para arrastrar las impurezas desprendidas (LOAYZA, 1981).

2.2.10.3. Pelado

Operación imprescindible en la elaboración de muchas frutas y verduras, consiste en eliminar el material no comestible, existiendo varios métodos: pelado a cuchillo, pelado por abrasión, pelado cáustico y pelado a la llama (FELLOWS, 1994).

2.2.10.4. Rallado

Se realiza con el objeto de convertir las raíces y tubérculos en una pulpa lo más fina posible de la cual se puede extraer el almidón por simple lavado y tamizado (LOAYZA, 1981).

2.2.10.5. Extracción

Separación en forma de una lechada, de la fibra y de los trozos de pulpa que aún hubieran quedado sin ser desintegrado por haber escapado a la acción del rayador.

2.2.10.6. Tamizado

La lechada impura proveniente de los extractores está constituida por partículas de almidón, restos de partículas fibrosas, sustancias solubles y agua. El objeto es de separar las fibras de constitución de los tubérculos. Los restos de fibra son de mayor longitud que los de gránulos de almidón. Esta diferencia de tamaño sirve para separar las fibras por tamizado, en cedazos de tala metálica. Para separar la pulpa de la fécula libre, es preciso añadir agua en abundancia a la pasta que se obtiene en el rallador, y remover vigorosamente la lechada resultante antes de proceder a tamizarla. La mezcla con agua puede hacerse más o menos independiente del tamizado, pero la corriente es que las dos operaciones se combinen un "tamizado húmedo", es decir, que la masa se aclare con abundante agua en un tamiz que este en movimiento continuo, (GRACE, 1977).

2.2.10.7. Sedimentación

El termino sedimentación incluye todas las operaciones que tienen por objeto separar la fécula pura de los materiales solubles que la acompañan. La influencia de la gravedad originan que las partículas se sedimente cayendo al fondo, cerca de la entrada se encuentran las partículas de mayor velocidad de sedimentación. (GRACE, 1977).

2.2.10.8. Centrifugación

La operación de centrifugación tiene por objeto eliminar totalmente los restos de jugos solubles y reducir en lo máximo posible el agua que contiene el almidón para someterlo al secado. (LOAYZA, 1981).

2.2.10.9. Secado

Se refiere a la eliminación de agua de los materiales de proceso y de otras sustancias. (GEANKOPLIS, 1998), sobre todo en materiales biológicos (en especial los alimentos, se usa como técnica de preservación).

(VIAN- OCON, 1964), menciona que el secado de un sólido es la separación parcial o total del líquido que lo acompaña, por medios térmicos. El líquido es arrastrado por el aire en forma de vapor, a temperatura generalmente inferior a la de ebullición. La razón por la que se aplica es:

- Facilita el manejo posterior del producto.
- Preservar los productos durante el almacenamiento y transporte
- Permite el empleo satisfactorio del mismo.

Los métodos empleados en el secado de los alimentos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Secado por aire caliente: El alimento se pone en contacto con una corriente de aire caliente. El calor se aporta al producto principalmente por convección.
- Secado por contacto directo con una superficie caliente: el calor se aporta al producto principalmente por conducción.
- Secado mediante el aporte de energía por una fuente radiante, de microondas o dieléctrica.
- Liofilización: El agua de los alimentos se congela y se sublima, generalmente adoptando calor a una presión muy baja (BRENNAN et al., 1998).

Según (POTTER, 1978), cualquiera sea el método de secado empleado, la deshidratación de un alimento consta de dos etapas: la introducción del calor al producto y la extracción de humedad del producto.

La deshidratación con aire caliente cumple las siguientes funciones:

- Cede al material húmedo el calor necesario para la difusión y evaporación de la humedad.
- Absorbe el vapor de agua formado y lo aporta de la superficie húmeda.
- Barre la superficie del material la película de aire húmedo, disminuyendo su espesor (NIETO, 1977).

2.2.10.10. Velocidad de secado

La velocidad del secado se define como la pérdida de humedad del sólido en la unidad de tiempo, y más exactamente por el cociente diferencial $(- dx / dt)$ operando en condiciones constantes de secado, es decir, con aire a temperatura, presión, humedad y velocidad constante. El modelo matemático de la velocidad de secado es:

$$R = \frac{S}{A} \left(- \frac{dx}{dt} \right)$$

Donde: R = velocidad de secado, en kg H₂O / hr – m²

S = peso del sólido seco, en kg

A = área de la superficie expuesta, en m² (OCON, 1980)

2.2.10.11. Periodo de secado

Según GEANKOPLIS (1998), el ciclo de secado de un sólido, a condiciones constantes y con aporte de calor por convección, puede dividirse en varios periodos o etapas, tal como se ilustra en la figura 10. En ellas se muestran las curvas típicas de secado en un sólido a condiciones constantes.

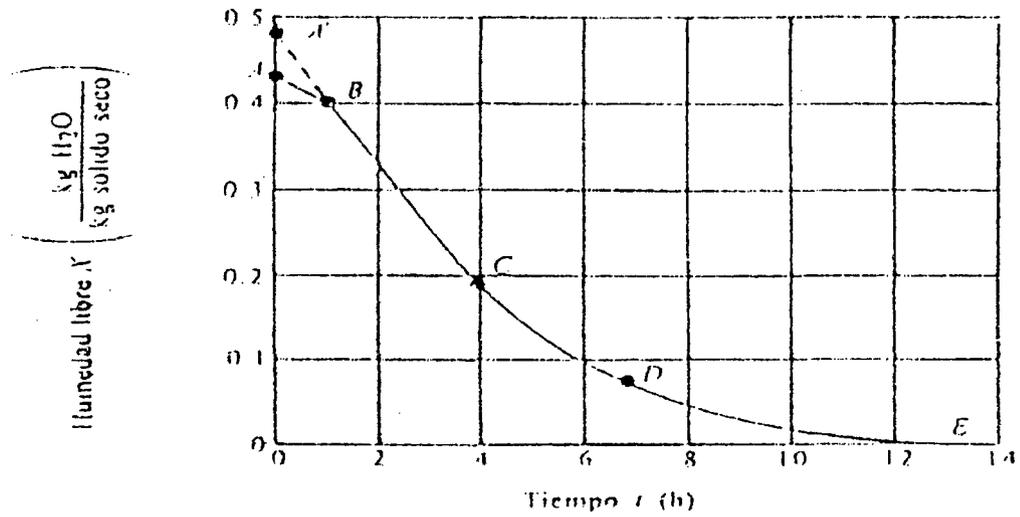


FIGURA 10: Curva de humedad libre en función del tiempo.

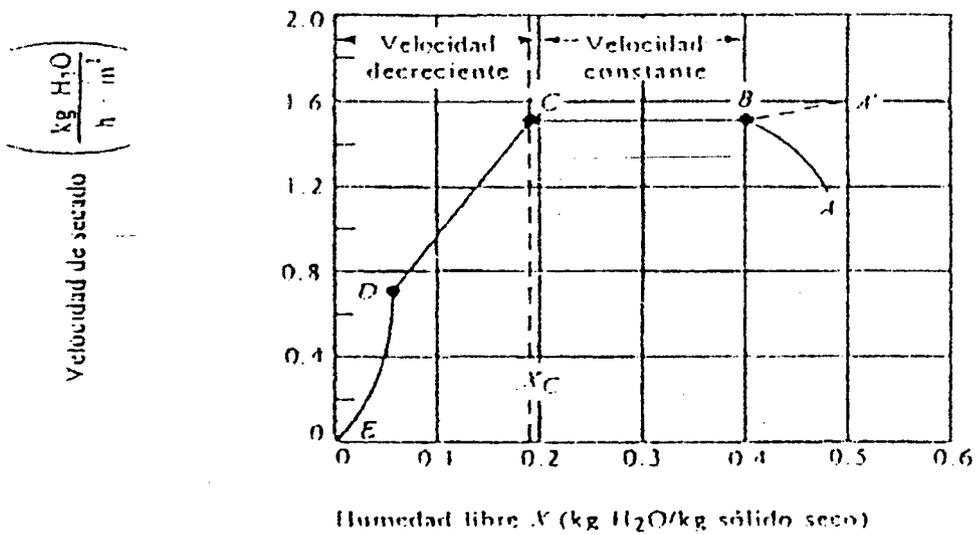


FIGURA 11: Curva de velocidad de secado en función de contenido de humedad libre.

En la figura 11 se muestra la curva de velocidad de secado para condiciones de secado constante. Empezando en el tiempo cero, el contenido inicial de humedad libre corresponde al punto A. Al principio, el sólido suele estar a una temperatura inferior de la que tendrá al final, y la velocidad de evaporación va en aumento. Al llegar al punto B, la temperatura de la superficie alcanza su valor de equilibrio. Por otra parte, si el sólido está bastante caliente al principio de la operación, la velocidad de secado puede iniciarse en el punto A. Este periodo inicial de ajuste en estado no estacionario suele ser bastante corto y por lo general se pasa por alto en el análisis de los tiempos de secado.

La curva de la figura 10 es recta entre los puntos B y C, por lo que la pendiente y la velocidad son constante durante este periodo, lo mismo sucede en la figura 11 donde éste periodo de velocidad constante de secado corresponde B y C.

En el punto C de ambas figuras, la velocidad de secado comienza a disminuir en el periodo de velocidad decreciente, hasta llegar al punto D. En este primer periodo de velocidad decreciente (Figura 11), corresponde a la línea CD, y esto por lo general es lineal.

En el punto D la velocidad de secado disminuye con más rapidez aun, hasta llegar al punto E, donde el contenido de humedad es X^* , y $X = X^* - X^* = 0$. En el secado de algunos materiales, la región C D no existe, o bien, constituye la totalidad del periodo de velocidad de creciente. (GEANKOPLIS, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales (ANACOMPA), Control de Calidad, Ingeniería y Diseño, Tecnología de Productos no Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto - Perú; durante los meses de marzo a julio del 2002.

3.2. MATERIA PRIMA

Como materia prima se utilizó cormos de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*); teniendo en cuenta su diámetro promedio de 15 a 30 cm y un periodo vegetativo de 6 a 8 meses, a los cuales se les realizó los análisis biométricos correspondientes.

Esta materia prima se obtuvo del caserío de Pamashto que está ubicado a 10 Km de la provincia de Ica, con una temperatura de 17° a 20° C, que se encuentra a una altura de 800 m . s . n . m.

3.3. EQUIPOS Y MATERIALES

3.3.1. Equipos

- Balanza de triple barra Ohaus , capacidad 2610 kg, exactitud 0.1 , g U.S A
- Licuadora marca Oster
- Tamizado modelo CI – 305 A , MARCA SOI / TEST, 500RPM.
- Tamices ASTM – E 11, No, 40, No 80, No 100 y 200
- Destilador, marca Buchi para proteínas tipo, B-A 25 Suecia.
- Microscopio tetraocular, marca CARL ZEISS JENA; modelo LABOVAL con dispositivo microfotográfico, Aleman .

- Mufla thermolyne 1500 FD 1520 M -1 , T° maxima 1200° C, USA
- Estufa Memmert , tipo U80 , T° máxima 254° C , Germany
- Baño Maria memmert , tipo W – 350, T° máxima 100°C , Germany
- SPECTRONYC 20-D, MILTON ROY 220V
- Balanza digital denver instrument company, AA – 200, capacidad 210 g, exactitud 0,1 mg USA.
- Agitador magnético nouva II , modelo N° 518520 – 26 . USA
- Cocina eléctrica Fisher, modelo 200M, T° máxima 600° C
- Bomba para vacío Gast – Mfg Corp ; modelo N° 0211 – U 4SM – 6218 C , USA.
- Extractor soxhlet
- Termómetro (-10 – 110° C)
- Viscosímetro rotacional, VISCOSTAR R; marca FUNGILAB.
- Equipo de titulación o valoración
- Estufa de incubación, marca Memmert, modelo 450 W. Alemania.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Baldes plásticos
- Tela fina
- Pipetas de 1,2,5 y 10 ml
- Tubos de ensayo de 8 a 10 mL
- Vaguetas
- Vaso de precipitación.
- Placas patri.
- Crisoles
- Papel filtro wathman numero 40
- Picetas

3.3.2. Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido clorhídrico concentrado
- Hidroxido de sodio
- Fenolftaleina
- Eter dietílico
- Sulfato de potasio

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Para la obtención del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*), se siguió el flujograma preliminar que se muestra en la figura 12; con la finalidad de obtener un almidón de buenas características sensoriales y físico químico, según lo recomendado por **LOAYZA (1981)**. Para lo cual se utilizó un diseño completamente aleatorizado (**DCA**), donde se evaluaron los efectos de temperatura secado que fueron: 50°C, 55°C y 60°C. La unidad experimental fue de 200 gramos

3.4.1. Materia Prima

La materia prima estuvo constituida por cormos de jergón Sacha (*Dracontium lorentense*), los mismos que fueron cosechados en forma manual con la ayuda de lampa o azadón, y éstos procedieron del caserío de Pamashto, los mismos que fueron trasladados en cajas de cartón al laboratorio; almacenándose una vez lavados en refrigeración.

3.4.2. Selección y/ o Clasificación

Esta operación se realizó en forma manual, donde se seleccionaron cormos sanos, libres de magulladuras obteniéndose cormos de tamaños y pesos similares

3.4.3. Pesado

Los cormos fueron pesados antes de realizar la prueba de lavado en una balanza Ohaus de una capacidad de 2,610 kg, operación que permitió determinar el porcentaje de rendimiento y las mermas o desperdicios respectivos.

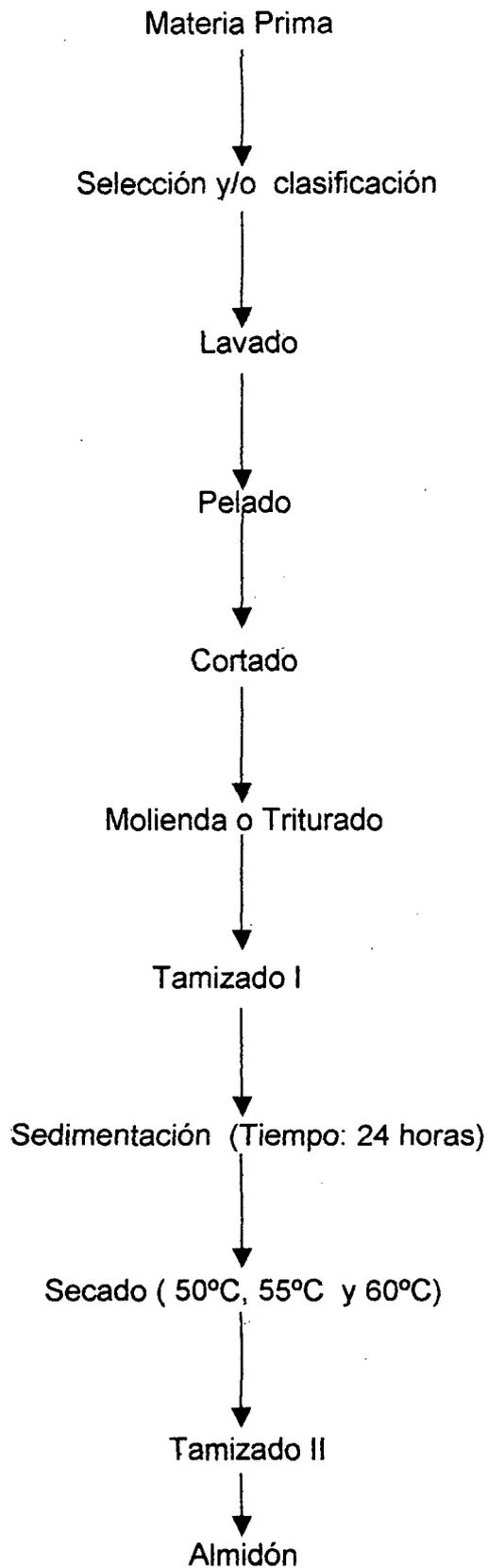


FIGURA 12: Flujograma preliminar para obtención del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*).

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.4. Lavado

Los cormos se lavaron manualmente corno por corno con agua potable, con la finalidad de eliminar las materias extrañas adheridas a los cormos. Ya que estos dificultarían la pureza del producto a obtener. dificultarían la pureza del producto a obtener.

3.4.5. Pelado

Operación que se realizó en forma manual, utilizando cuchillo de acero inoxidable. Donde se eliminaron la cáscara de los cormos tratando de no arrastrar partes carnosas que podrían influir en el rendimiento de la obtención del almidón.

3.4.6. Cortado

Los cormos pelados fueron cortados en cubitos pequeños de 1.0 x 1.0 cm aproximadamente, con la finalidad de facilitar la operación de trituración o licuado, ya que pedazos grandes dificultan la velocidad del licuado.

3.4.7. Molienda o Triturado

Para tal fin se utilizó una licuadora comercial marca OSTER de cuatro velocidades que permitió la reducción de los cubitos de 1.0 x 1.0 cm a partículas aproximadamente de 10um; debido a la utilización de abundante agua en la licuadora. Para los cubitos que no fueron totalmente desintegrados se repitió la operación de licuado, hasta que se desintegre por completo y al final se lavó la licuadora con agua para que no queden restos de almidón.

3.4.8. Tamizado I

La lechada obtenida de la operación de licuado pasaron por medio de una tela fina (tocuyo), agregándose en cada momento abundante agua y se

removió constantemente para que pase la totalidad de la lechada. Los restos que quedaron en la tela se eliminaron por que corresponden a otras sustancias impuras tales como: gomas, pectinas, hemicelulosas, etc.

3.4.9. Sedimentación

Una vez que se tamizó el líquido que contiene partículas de almidón se sedimentó en baldes plásticos transparentes donde se depositaron por gravedad, por un tiempo de 24 horas formándose en este tiempo dos etapas coloidales, por una constituida por sólidos de almidón y la otra agua con infinitas cantidades de partículas de almidón. Luego se descartó la parte sobrenadante que contenía agua quedando sólo el almidón húmedo

3.4.10. Secado

El almidón húmedo procedente de la sedimentación se secó en una estufa eléctrica Memmert a temperatura de 50, 55 y 60°C, hasta obtener un almidón con humedad requerida de 10.5 – 12.5% de humedad. Para definir la temperatura óptima de secado se sometió a una evaluación sensorial mediante el diseño completamente aleatorizado (DCA).

3.4.11. Tamizado II

Para uniformizar la partícula del almidón, el producto secado se tamizó en mallas N° 20, 40, 80, 100 y 200 ASTM descartándose las partículas groseras. Con este resultado se obtuvo el rendimiento en almidón de los cormos de Jergón Sacha.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

Para evaluar el diagrama las operaciones del flujo se emplearon los siguientes métodos de análisis.

3.5.1. De la Materia Prima

3.5.1.1. Análisis físicos

3.5.1.1.1. Biometría

Utilizando Micrómetros (Bernue) se midió el diámetro y espesor de los cormos. También se obtuvieron los pesos promedios de los cormos de un total de 40, así mismo se observaron la forma de estos.

3.5.1.1.2. Densidad aparente

Se realizó mediante el principio de Arquímedes, para ello primero se pesaron los cormos y luego se midió el volumen desplazado del agua en una probeta, al someter los cormos pesados, luego se aplicó la relación masa / volumen, PEARSON (1986) método citado por MARTÍNEZ, (1988).

3.5.1.1.3. Análisis químico proximal

Humedad

Se realizó por el método de secado en estufa a presión atmosférica a 110° C, hasta peso constante (AOAC, 1990).

Proteína total

Se utilizó como equipo al destilador (AOAC; 1990). El porcentaje de nitrógeno se multiplicó por el factor 6.25.

Grasa total

Se determinó por extracción, mediante el método Soxhlet, (AOAC; 1990). Utilizando como solvente el hexano.

Cenizas totales

Se determinó mediante el método (AOAC; 1990), por incineración de la muestra en una mufla a 550° C. Pero antes se colocó la muestra a 300°C elevando gradualmente hasta llegar a 550°C, recién a partir de esta temperatura se controló el tiempo de 4 horas.

Fibra total

Se determinó por hidrólisis ácida y alcalina (AOAC; 1990).

Carbohidratos totales

Se obtuvo por diferencia, restándose de 100 los porcentajes de humedad, proteínas, grasa, cenizas y fibra total.

3.5.2. Producto Terminado (almidón)

3.5.2.1. Análisis químico proximal

Humedad

Se realizó por el método de secado en estufa a presión atmosférica a 110° C, hasta peso constante (AOAC, 1990).

Proteína total

Se utilizó como equipo al destilador (AOAC; 1990). El porcentaje de nitrógeno se multiplicó por el factor 6.25.

Grasa total

Se determinó por extracción, mediante el método Soxhlet, (AOAC; 1990). Utilizando como solvente el hexano.

Cenizas totales.

Se determinó mediante el método (AOAC; 1990), por incineración de la muestra en una mufla a 550°C. Pero antes se colocó la muestra a 300°C elevando gradualmente hasta llegar a 550°C, recién a partir de esta temperatura se controló el tiempo de 4 horas.

Fibra total

Se determinó por hidrólisis ácida y alcalina (AOAC; 1990).

Carbohidratos totales

Se obtuvo por diferencia, restándose de 100 los porcentajes de humedad, proteínas, grasa, cenizas y fibra total.

3.5.2.2. Determinación del pH y acidez total

Determinación del pH

Se determinó por el método electrométrico, mediante el pH – metro digital a 20°C la medición se hizo en una solución diluida de 10 gramos de almidón en 100 ml, de agua destilada.

Acidez titulable

Se pesó 100 g del almidón, tomándose 10 gramos de muestra, disolviéndose en 90 ml de agua destilada; después de agitar se completó a 100 ml con la ayuda de una pipeta y luego se filtró la solución. De esto se tomó una fracción de 15 a 20 ml y se tituló con NaOH al 0.1 N, usándose fenolftaleína como indicador. El resultado es expresado como porcentaje de ácido sulfúrico correspondiente a cada ml de NaOH (0.1 N) 0.0049 g. de ácido sulfúrico (A.O.A.C, 1990).

3.5.2.3. Aspecto microscópico y tamaño de partícula

Aspecto microscópico

Se observaron los gránulos de almidón en el microscopio marca Carl Zeiss Jena, LABO VAL 4 – Alemania Occidental, con aumentos totales de: 400 y 1000 X. El almidón se diluyó en agua a concentraciones de 0.2 y 0.5 % determinándose la forma de los gránulos. Se procedió a tomar fotografías de los gránulos observados (Fotografía 12, 13, 14 y 15).

Tamaño de partícula

El tamaño del gránulo, se obtuvo de acuerdo a las especificaciones descritas para el almidón según **GRACE (1977)**, los mismos que se muestran en el anexo 05.

3.5.2.4 Determinación de gelatinización

SALFIELD (1977), recomienda el siguiente procedimiento: Calentar la suspensión del almidón en un tubo de ensayo hasta alcanzar los 50°C. Mantenerlo así unos pocos minutos y retirar el tubo de ensayo, enfriar y poner una gota de la suspensión en un porta objetos. Observar en el microscopio. Volver a

poner el tubo con la suspensión de almidón, en el baño de agua, ahora a 55°C. Proceder como anteriormente.

Repetir la prueba a 60°C; 65°C; 70°C; 75°C; 80°C; 85°C; 90°C; 95°C. Anotar la temperatura después de la cual no se produce más hinchazón de los gránulos del almidón, es decir, la temperatura de gelatinización,

3.5.2.5. Viscosidad

Para la obtención de las curvas de características biológicas se utilizó el viscosímetro rotacional Visco - R, Fungilab S.A. El procedimiento general se describe a continuación: Se colocaron 200 ml. de las suspensiones de almidón al 5 y 6%, en vasos de precipitación de 250 ml., luego fueron llevados a baño maría con temperatura controlada y se fueron efectuando las lecturas a diferentes temperaturas de 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95. Se anotaron los datos de viscosidad dinámica en centipoise y se graficaron versus la temperatura.

3.5.2.6. Determinación de porcentaje de amilosa

Según método propuesto por **WILLIAMS et al (1970)**, y modificado por **PLATA - OVIEDO (1998)** citado por **SAAVEDRA (2000)**. Se pesó exactamente 20.0 ± 0.02 mg. (b.s.) de almidón (desengrasado con metanol 90% por 4 horas y luego extraído por medio del equipo soxhlet) luego se colocó en un vaso de 50 ml y se disolvió con 10 ml de KOH 0.5 N con agitación magnética por 30 minutos.

La dispersión fue cuidadosamente transferida a un balón volumétrico de 100 ml, completándose el volumen con agua destilada. Una alícuota de 10 ml de esta solución fue transferida a un balón volumétrico de 50 ml y en secuencia fueron adicionados 5 ml de HCL 0.1 N, 20 ml de solución de tartarato de sodio y potasio a 0.4%, 0.5ml de solución de I_2 / KI (0.2 gr./2.0 gr. en 100 ml.) y agua destilada hasta completar el volumen. El balón fue agitado y después de 30 minutos de descanso fue puesto a lectura de absorbancia a 625 nm. También se

determinó una solución en blanco con la finalidad de restar al determinado en la muestra de almidón

3.5.2.7. Gelificación del almidón

Esta operación se hizo mediante la prueba de Schreib, citado por **AGUIRRE (1981)**, que consistió en tomar 4 gr. de almidón, mezclar con 50 ml de agua fría en una cápsula de porcelana y calentar hasta ebullición, con agitación constante a llama de un mechero Bunsen. La ebullición no excedió de un minuto. Cuando la pasta se vuelve transparente y comenzó a burbujear, se retiró la cápsula de la llama y la agitación continua. Al alcanzar la temperatura ambiente, la pasta formada quedó consistente y opuso resistencia para caer de la cápsula al ponerla boca abajo.

3.6. ANÁLISIS SENSORIAL

Para la selección de la mejor muestra en la obtención del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*), lo realizaron panelistas conformados en número de 12, quienes utilizaron el método afectivo de la escala hedónica de 5 puntos, en el cual cada juez evaluó los atributos de color, textura y apariencia general. Estos resultados fueron analizados mediante un cuadro de análisis de varianza (**ANVA**), a un nivel de significancia de 5% y las diferencias significativas entre tratamientos mediante la prueba de medias de **Tuckey**, a un nivel de significancia de 5%. La prueba de evaluación sensorial se realizó solo en el producto terminado.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. Análisis Físicos

4.1.1.1. Biometría

Los análisis biométricos practicados en la materia prima Jergón Sacha, arrojaron los siguientes resultados como se aprecia en el cuadro 07.

CUADRO 07: Análisis biométrico de los cormos de Jergón Sacha (*Dracontium loretense*).

Parámetro	Valores		
	Mínimo	Máximo	Promedio
Peso (g) promedio de 40 cormos	510	2218.6	876.5
Tamaño (cm)	12.3	23.5	14.3
* Diámetro	15.9	24.8	16.8
* Espesor	6.3	9.56	7.13
* Forma	Irregular, aplanada y semi circular		

Fuente: Elaboración propia.

Los cormos estudiados registraron un peso promedio de 876.5 g, el cual se ubica en el rango 490 – 2215.2, determinado por (BERNALES, 2002). En cuanto al tamaño, midieron un promedio de 14.6 cm y un diámetro promedio 16.8 cm, valores que están determinados por (BRACK, 1999), citado por (BERNALES, 2002); además el espesor promedio fue de 7.13 cm.

Por lo general la forma de los cormos fue irregular, aplanada y semi circular, característicos de todos los tubérculos subterráneos como: pituca, yuca, etc. coincidiendo con lo descrito por (PINEDO et al, 1997).

4.1.1.2 . Densidad aparente

La densidad se determinó en cormos frescos, expresándose como densidad aparente, teniendo un valor promedio de 1.064 g/cm³, este valor tiene una aproximación obtenido por (BERNALES, 2002) que fueron de 1.066g/cm³.

4.1.2. Análisis Químico Proximal

Los resultados del análisis químico proximal de los cormos de Jergón Sacha determinados por duplicados se presentan en el cuadro 08.

CUADRO 08: Análisis Químico Proximal del Cormo de Jergón Sacha contenido en 100 g de muestra fresca.

Componentes	% Base Húmeda *	% Base seca
Humedad	75.20	-
Proteína	0.80	3.23
Grasa	0.20	0.81
Cenizas	1.10	4.44
Fibra	0.3	1.21
Carbohidratos	22.40	90.32

* Promedio de dos determinaciones.

El contenido de carbohidratos de 22.40 % resulta inferior al valor de 25.2 reportado por (BERNALES, 2002), esto probablemente se deba a que se utilizó materias primas frescas o procedentes de otros lugares, donde afecta las variaciones porcentuales, sin embargo se encuentran dentro del rango de la papa blanca (22.30%), pituca (23.20%) citado por (COLLAZOS, 1996). Los cormos de

blanca (22.30%), pituca (23.20%) citado por (COLLAZOS, 1996). Los cormos de Jergón Sacha no son una buena fuente de proteínas, grasas ni fibras; sin embargo presenta un contenido de ceniza de 1.10% de base húmeda y 4.44 % en base seca los cuales el cuerpo humano aprovecha para las diferentes actividades metabólicas de las células. El alto contenido de carbohidratos de 22.40% en base húmeda o 90.32% en base seca, serán los precursores de la determinación del almidón en estudio.

4.2. PROCESO

4.2.1. Secado

Con la finalidad de optimizar la obtención de almidón de los cormos de Jergón Sacha y ver la variabilidad de las temperaturas, se sometieron a un proceso de secado a 3 niveles de temperaturas de 50, 55 y 60°C, obteniéndose la curva de cinética de secado, graficando el tiempo (minutos) vs la humedad en base seca (g de agua/g ms).

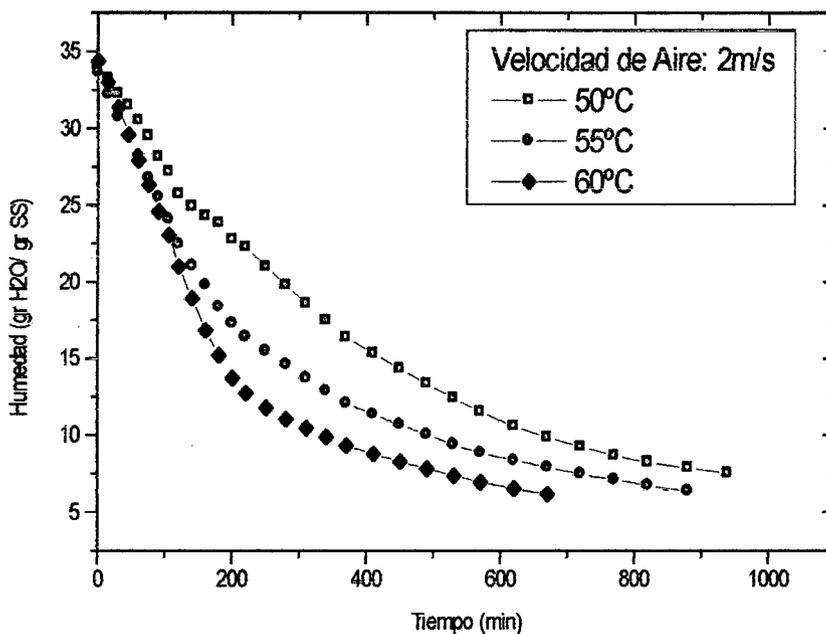


FIGURA 13: Cinética de Secado de los cormos de Jergón Sacha hechas a Temperaturas de 50°C, 55°C, 60°C, con velocidad de aire de secado de 2 m/s.

En la figura 13, se aprecia que a mayor nivel de temperatura de 60 °C, a un tiempo menor (200 minutos) alcanza una humedad de 12.5 gr H₂O /g. de materia seca , no así para niveles de 55 y 50°C al mismo tiempo tuvieron un alto contenido de humedad aproximadamente entre 17 y 23% de humedad y a tiempo de 400 y 600 minutos el nivel de contenido de humedad descendieron casi al 10% de humedad, indicando que estos parámetros utilizados son adecuados en obtención de almidones, tal como lo recomienda **BRENNAN et al, 1997** y **GEANKOPLIS , 1998**.

4.2.2. Velocidad de Secado

En la figura 14, se muestran las curvas de velocidad de secado, para diferentes temperaturas y velocidad de aire de secado constante. El ajuste de las curvas fue realizado mediante la regresión no lineal utilizando el modelo de Boltzman.

$$\text{Boltzman} = (A1-A2) / \{ 1+ \exp ((x-x0) / dx) \} + A2$$

Donde:

- x0** : Valor central
- dx** : Incremento
- A1** : Valor inicial, Variable dependiente
- A2** : Valor final, variable dependiente

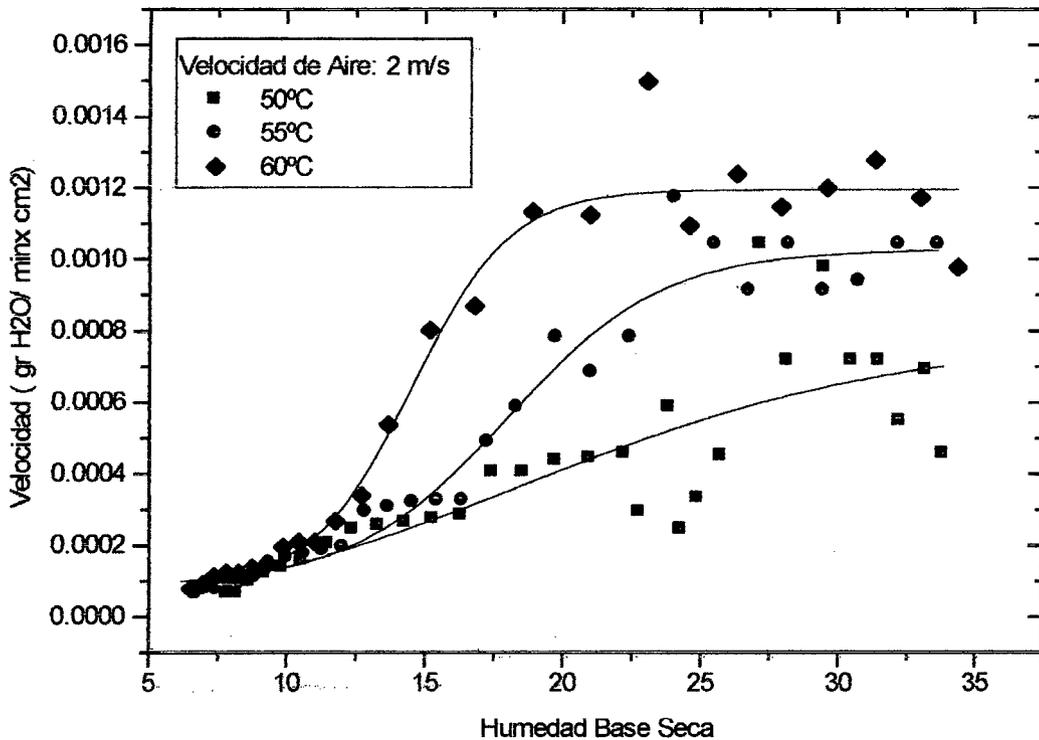


FIGURA 14: Velocidad de Secado a temperaturas de 50°C, 55°C, 60°C, con velocidad de aire de secado de 2 m/s.

Se puede notar en la figura 14, que a temperatura de 50°C no presenta el período de velocidad constante, si no solamente el período de velocidad decreciente, lo que indica que la velocidad de secado para estas condiciones esta influenciada por la difusividad, la temperatura y la velocidad de aire de secado. En las curvas de 55 °C y 60°C, se puede notar que existe un período de velocidad constante, seguido del período de velocidad decreciente, esto nos indica que en un inicio la velocidad de secado está limitada por la tasa de transferencia de calor desde el aire a la superficie líquida, seguidamente en el período de velocidad decreciente estando influenciada por la difusividad, así como las condiciones de temperatura y velocidad de aire de secado.

4.3. DEL PRODUCTO TERMINADO (ALMIDÓN)

4.3.1. Análisis Químico Proximal

El análisis químico proximal del almidón obtenido de los cormos de Jergón Sacha promedió de tres determinaciones, se muestra en el cuadro 09.

CUADRO 09: Análisis químico proximal del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*) contenido en 100 g de muestra.

Componentes	% Base Húmeda	% Base seca
Humedad	10.90	-
Proteína	0.22	0.24
Grasa	0.13	0.14
Cenizas	0.45	0.50
Fibra	0.05	0.056
Carbohidratos	88.25	99.04

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos mostrados en el cuadro 09, en relación al contenido de humedad se aprecia que se obtuvo un almidón con 10.90% de humedad en base húmeda, valor que se encuentra dentro de lo especificado (ITINTEC; 1974), de 10.5 – 12.5% para el almidón de maíz y algunos almidones utilizados en la industria alimentaria, lo mismo corrobora SWINKELS (1997), citado por DAVILA (2000) que la mayor parte de los alimentos procedentes de cereales y tubérculos, tienen una humedad que van de 10 a 19% (cuadro 01)

La cantidad de proteína presente en el almidón de Jergón Sacha es de 0.22%, en base húmeda, este valor encontrado está dentro del límite permitido por (ITINTEC; 1974), que permite un máximo de 0.45% para almidón de maíz, comparando con otros almidones comerciales descritos por SWINKELS

(1997) citado por **DÁVILA (2000)**, está dentro del rango que va de 0.1% para almidón de tubérculo (patata) y tapioca; 0.2 – 0.4% para almidones de cereales (trigo, maíz ceroso), llegando hasta un valor máximo de 1.6% para gránulos pequeños del almidón de trigo.

En relación con el contenido graso, el almidón en estudio alcanzó un 0.13% de grasa, cuyo valor es ligeramente superior al de 0.10% descrito por **ITINTEC (1974)**, para el almidón de maíz y otros almidones comerciales, pero se encuentra dentro de los rangos establecidos para tubérculos (papa, yuca) y cereales como maíz, trigo que van de 0.1% al 0.9% tal como menciona **SWINKELS (1997)** citado por **DAVILA (2000)**.

El contenido de cenizas fue de 0.45%, cercano al valor de 0.50%, citado por (**ITINTEC; 1974**).

4.3.2. Determinación del pH

El valor del pH, obtenido del almidón de Jergón Sacha es de 4.53 y cuyo valor se encuentra dentro de las especificaciones de 4.5 - 6.5 de pH de almidones establecidos por (**ITINTEC; 1974**).

4.3.3. Acidez Titulable

El contenido de acidez encontrado en el almidón de Jergón Sacha fue de 0.048%, esta expresado en % de acidez predominante en harinas como ácido sulfúrico, valor que se encuentra dentro del rango, de acidez permitido por los harineros y almidoneros, que es de 0.1 a 1%, según **DAVILA (2000)**, por lo que este valor está por debajo del límite permisible.

4.3.4. Aspecto Microscópico y Tamaño de Partícula del Almidón

4.3.4.1. Aspecto microscópico

Los gránulos del almidón, vistas en el microscopio CARL – ZEISS JENA VAL 4 con cámara incorporada con luz normal y aumentándose 400X y 1000X, presentaron forma redondeada, poligonal en su gran mayoría y en algunos casos una forma oval o esférico; apreciándose cierta similitud con los granos de almidón de papa y de maíz, según **SWINKELS (1997)**, citado por **DAVILA (2000)**, tal como se muestra en las figura 06, 07 y 08.

La posición del hilo en el almidón de Jergón Sacha es céntrico y en forma longitudinal, algunas veces en forma de estrella, mientras que el almidón de maíz también tiene la posición del hilo central en forma estrellada como se observó en algunas figuras al realizar esta prueba. En la figura 15, 16, 17 y 18 se puede observar el granulo de almidón vista en el microscopio, a aumento de 400X y 1000X, en concentraciones de 0.2 a 0.5%. Donde en estos aumentos no se aprecia la posición del hilo central del almidón y las formas que presentan estos granos. Mientras que en los aumentos de 1000 X también se notó con claridad el hilo central, longitudinal en forma estrellada. El tamaño varia entre 12.7 micras a 100 micras considerando un tamaño mediano, el tamaño es similar al almidón de maíz y papa según **SWINKELS (1997)** citado por **DAVILA (2000)**.



FIGURA 15: Fotografía al microscopio óptico del grano almidón de Jergón Sacha (Aumento 400 X) al 0.5% de concentración obsérvese la forma de los Granos, (Foto: M de J Ramírez 2003).



Figura 16: Fotografía al microscopio óptico del grano almidón de Jergón Sacha (Aumento 400 X) al 0.2% de concentración .Obsérvese la forma de los Granos, (Foto: M de J Ramírez 2003).



FIGURA 17: Fotografía al microscopio óptico del grano almidón de JergónSacha (Aumento 1000 X) al 0.5% de concentración: Obsérvese la forma de los granos (Foto: M de J Ramírez 2003).



Figura 18 : Fotografía al microscopio óptico del grano almidón de Jergón Sacha (Aumento 1000 X) al 0.2% de concentración obsérvese la forma de los Granos, (Foto: M de J Ramírez 2003).

4.3.4.2. Tamaño de partícula

Se realizó, el análisis granulométrico del producto terminado, determinándose que el 99% de las partículas pasan a través de una malla de 200 con una abertura de tamiz de 75 μm , que concuerda con las especificaciones dadas por ITINTEC (1974) y GRACE (1977). Tal como se muestra en los anexos 5,6 y 7.

4.3.5. Temperatura de Gelatinización

La temperatura de gelatinización del almidón de Jergón Sacha, está comprendido entre 70°C y 95°C, correspondiendo la temperatura de 70°C el inicio de la gelatinización y un punto final a los 95°C, estos valores son parecidos a los descritos por DAVILA (2000) y otros como FENNEMA (1993) encontró un rango

de 51.5 a 78°C; **BADUI (1984)** un rango de 51 A 80°C para almidones de yuca, maíz y papa respectivamente.

La temperatura de gelatinización se expresa como intervalo, debido a que existen gránulos pequeños y grandes dentro del almidón. No todos los gránulos se hinchan al mismo tiempo y temperatura, debido a que unos son mas resistentes que otros y por lo tanto pueden requerir hasta mas de 10°C más que otros. (**BADUI, 1984**), donde el intervalo de la temperatura de gelatinización varía con los diferentes almidones.

4.3.6 Viscosidad

En la figura 19, se presentan los datos de la viscosidad vs la temperaturas, cuyos valores se encuentra expresados en el anexo 09.

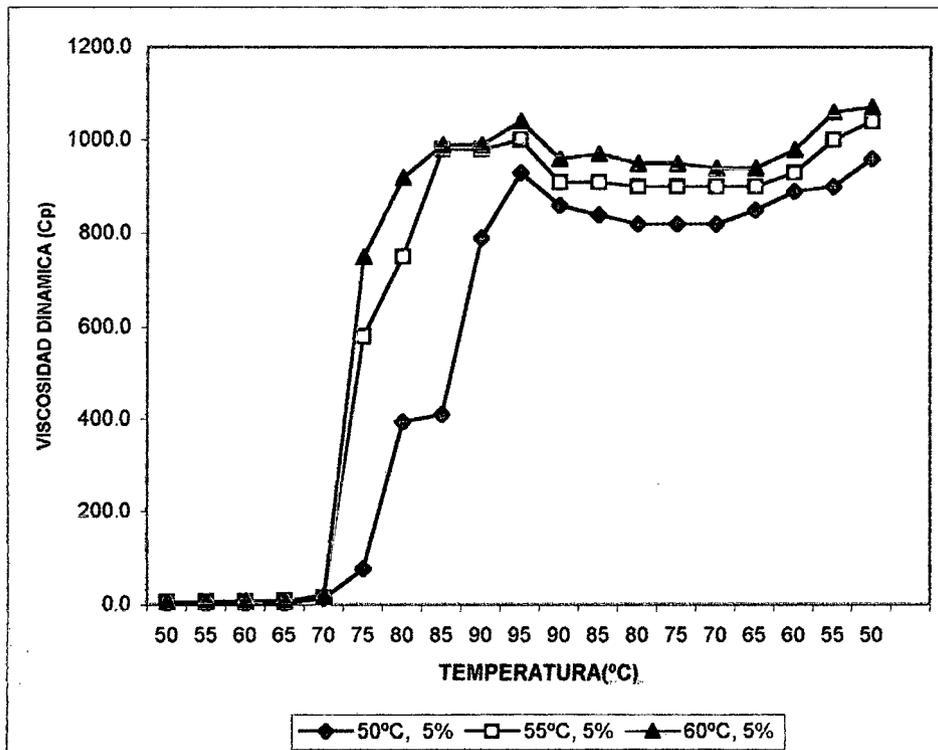


FIGURA 19: Curva de viscosidad de Jergon Sacha (*Dracontium lorentense*) en funcion de la temperatura.

El comportamiento de la curva de la viscosidad del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*), se muestra en la figura 19, se trabajó con una solución de almidón de Jergón Sacha al 5% de concentración y a sus temperaturas respectivas de secado, utilizando el viscosímetro rotacional a una velocidad de 100 rpm, observándose que durante el calentamiento hasta 95°C, el aumento de la viscosidad es gradual y constante, además se observa que el almidón empieza a incrementar su viscosidad a partir de los 70°C, con las tres temperaturas con las que se usó en el secado del almidón, y que se puede considerar como temperatura inicial de gelatinización, además como se produce un considerable aumento del volumen del granulo antes de empezar a gelatinizarse, por lo tanto la temperatura de la solución del almidón se va incrementando, es decir va en aumento la viscosidad de la pasta del almidón. Este proceso continúa hasta alcanzar el pico de viscosidad a la temperatura de 95°C de 930 centipoise (cp) para el almidón de 50°C; una viscosidad de 1000 centipoise (cp) para el almidón de 55°C y una viscosidad de 1040 centipoise (cp) para la temperatura de 60°C, en los que fueron secados respectivamente. Ya que el pico de viscosidad es el valor de viscosidad más alto que se encuentra durante la preparación de la pasta de almidón.

A la temperatura de gelatinización, existe un alto grado de absorción de agua, que hace que las dispersiones del almidón, alcancen grandes viscosidades, sin embargo el espesamiento es incompleto y la viscosidad máxima se consigue en un calentamiento adicional, cuando se produce la liberación del exudado y el plegamiento (deformación) de los gránulos hinchados tal como menciona **CHARLEY (1991)**.

Durante el enfriamiento hasta 50°C la viscosidad aumenta gradualmente y la pasta va adquiriendo dureza y mayor opacidad, según **SAAVEDRA (2000)**, nos indica que el incremento de la viscosidad durante el enfriamiento refleja la tendencia del almidón a la retrogradación.

4.3.7. Determinación de Porcentaje de Amilosa

Esta determinación se hizo en un espectrofotómetro marca SPECTRONYC 20 – D MILTON ROY 220 V, donde se observó la absorbancia captadas por los granos del almidón al paso de la fuente de luz, cuyos datos se muestran en el cuadro 10.

CUADRO 10: Análisis de amilosa del almidon de Jergon Sacha (*Dracontium loretense*).

MUESTRA	ABS	CONCENTRACION	
		(mg)	%
		AMILOSA	AMILOPEPTINA
1	0.175	4.7	23.65
2	0.182	4.9	24.50
3	0.193	6.15	30.75
PROMEDIO		26.30	73.70

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro 10, el almidón de Jergón Sacha, contiene 26.30% de amilosa que están dentro de los rangos de los almidones de tubérculos y cereales que contiene un promedio de 20 a 35 %, tal como menciona CHEFTEL (1992), BADUI (1981) y SWINKELS (1997) citado por DAVILA (2000), este porcentaje de amilosa que en promedio de 26.30%, el ajuste de los datos por la ecuación lineal tiene un coeficiente de regresión R de 0.9797, que da un grado de ajuste razonable.

4.3.8. Gelificación del Almidón

Se realizó el calentamiento de la solución del almidón por un minuto en un mechero de bunsen, se observó que se formó una buena pasta, consistente y transparente, cuando se procedió a girar la cápsula de porcelana, se mantuvo adherida al recipiente y no se dejó caer lo que indica que existe una buena gelificación del almidón.

4.4. ANÁLISIS SENSORIAL

Las características que se evaluaron del almidón de Jergón Sacha, mediante jueces semi entrenados fueron los siguientes:

4.4.1. Atributo Color

Las calificaciones dadas por los panelistas de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos se muestran en los cuadros del anexo 01 cuyos resultados promedios se aprecian en el cuadro 11.

CUADRO 11: Resultados ordenados en forma decreciente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo color.

Características	Temperatura (°C)	Tratamiento	Promedio Ordenado	Nivel de Significancia
COLOR	50	A	1.33	A
	55	B	1.17	A
	60	C	1.08	A

Donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos A, B y C para el atributo color, tomándose como mejor tratamiento el que obtuvo el mayor puntaje en la evaluación sensorial, que corresponde al tratamiento A (1.33) de 50°C, ya que los jueces eran semi entrenados y tiene un conocimiento de las características sensoriales que tienen un alimento y este mismo fue corroborado por la tabla de colores (anexo 12).

4.4.2. Atributo Apariencia General

Las calificaciones dadas por los panelistas de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos se muestran en los cuadros del anexo 02 cuyos resultados promedios se aprecian en el cuadro 12.

CUADRO 12 : Resultados ordenados en forma decreciente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo apariencia general.

Características	Temperatura (°C)	Tratamiento	Promedio Ordenado	Nivel de Significancia
Apariencia	55	B	1.58	A
	50	A	1.58	A
	60	C	1.25	A

Donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, B, A y C para el atributo apariencia general, tomándose como mejor tratamiento el que obtuvo el mayor puntaje en la evaluación sensorial, que corresponde al tratamiento A (1.58) de 50°C.

4.4.3. Atributo Textura

Las calificaciones dadas por los panelistas de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos se muestran en los cuadros del anexo 03 cuyos resultados promedios se aprecian en el cuadro 13.

CUADRO 13: Resultados ordenados en forma decreciente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo textura.

Características	Temperatura (°C)	Tratamiento	Promedio Ordenado	Nivel de Significancia
TEXTURA	50	A	1.25	A
	60	C	1.25	A
	55	B	0.917	A

Donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos A, B y C para el atributo textura, tomándose como mejor tratamiento el que obtuvo el mayor puntaje en la evaluación sensorial que corresponde al tratamiento A (1.25) de 50°C.

Del análisis de los tres cuadros se puede concluir que el mejor tratamiento fue el secado a temperatura de 50°C .

4.5.

DIAGRAMA DE FLUJO DEFINITIVO PARA LA OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE JERGÓN SACHA.

En la Figura 20, se observa el flujo definitivo para la obtención de almidón de Jergón Sacha.

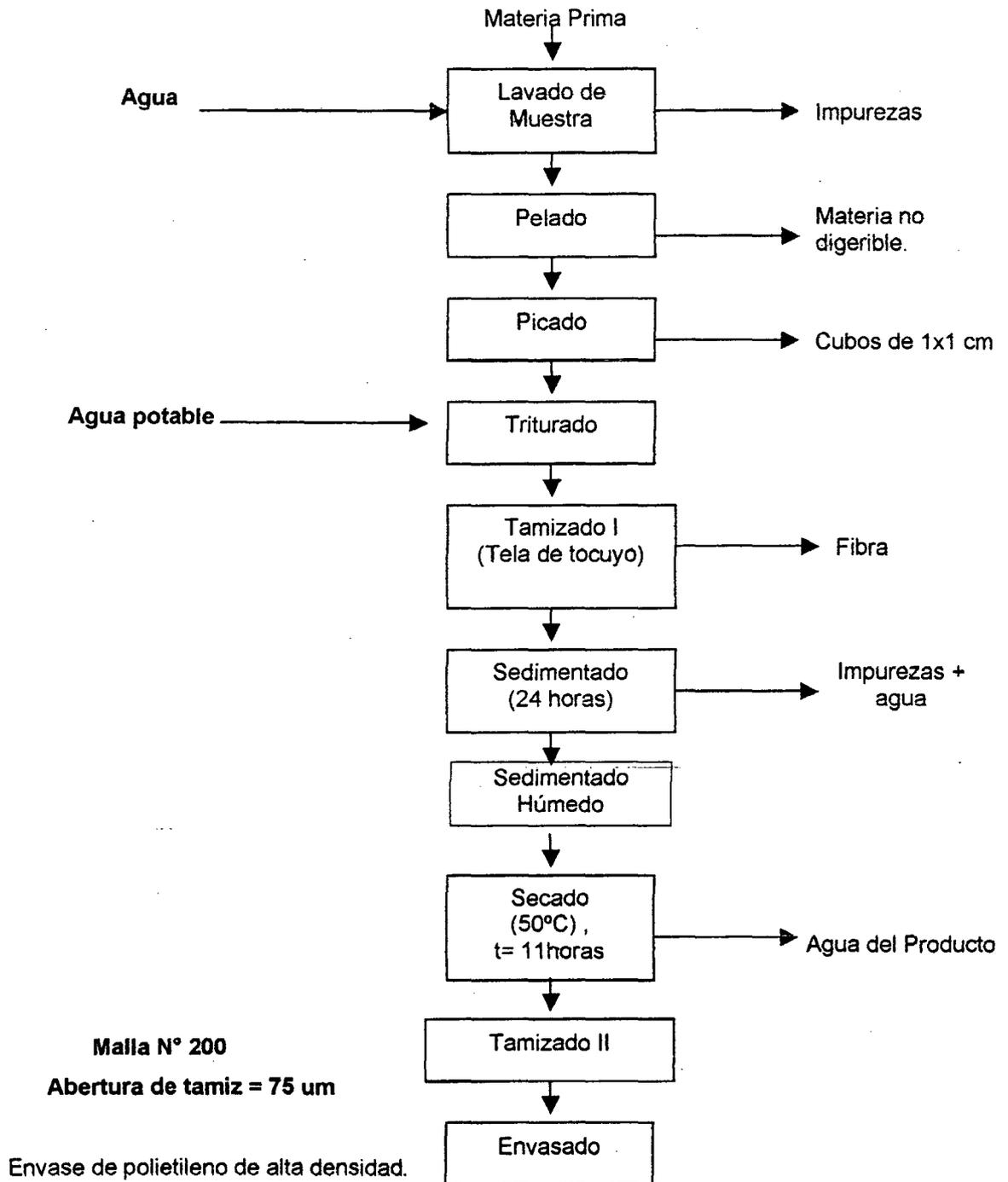


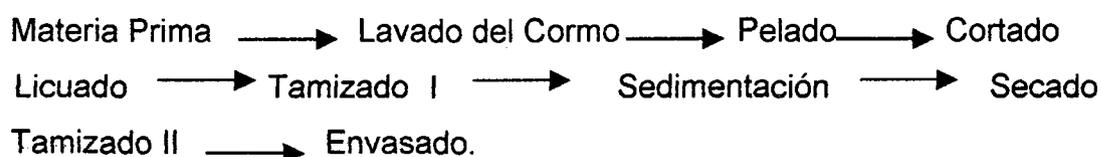
FIGURA 20: Diagrama de flujo definitivo para la obtención de almidón de Jergón Sacha.

En la figura 20, se aprecia el flujo grama definitivo para la obtención del almidón de Jergón Sacha, donde la materia prima a utilizarse fueron cormos con un diámetro promedio de 16.8 cm y de 7.13cm de espesor cuya forma fue irregular aplanada y semi circular, realizándose un lavado para eliminar impurezas o materias extrañas adheridas a los cormos. Luego se realizó un pelado manual para eliminar las cáscaras que contienen materias no digeribles, y no almidón que es el objetivo del trabajo de investigación, posteriormente se realizó un picado al cormo en cubos de 1cm x 1cm para facilitar la operación siguiente de triturado al cual se le adicionó agua, luego se realizó un tamizado en tela de tocuyo para eliminar fibras. La siguiente operación fue el sedimentado que tuvo una duración de 24 horas en la cual la suspensión coloidal se separó en dos fases, sedimentándose la parte grosera que es el almidón y la otra fase fue el sobrenadante agua, los mismos que fueron eliminados por no contener partículas de almidón. Al sedimentado húmedo (almidón) se le realizó un secado en estufa a una temperatura de 50°C por un tiempo de 16 horas donde se obtuvo un almidón con las características sensoriales de color yellow Ocher cuenta con 65% de color naranja y 35% de color amarillo y una textura granular. Seguidamente se realizó un tamizado en mallas de Nº 200 con una abertura de tamiz de 75 um para uniformizar el tamaño de partículas del almidón. Finalmente se realizó un envasado al producto en bolsas de polietileno de alta densidad. Adicionalmente se realizó los diversos análisis físico-químicos y sensoriales del producto terminado obteniéndose un almidón con las características mencionadas en el anexo 05, anexos 06 y 07.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se arribó a las siguientes conclusiones:

1. Es factible a la obtención del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*) de acuerdo al siguiente flujo de procesamiento:



2. Se identificó y caracterizó la materia prima (como de Jergón Sacha), determinándose la composición proximal en base húmeda, que fue: Humedad 75.20%, proteína 0.80%, grasa 0.20%, ceniza 1.10%, fibra 0.3%, carbohidratos 22.40 %. La forma del cormo es irregular, aplanado y semi circular. El peso mínimo del cormo fue de 510 g y peso máximo de 2218.5 g siendo el peso promedio de 876.5 g. La densidad de la materia prima fue de 1.064 g/cm³
3. Para el secado del almidón se determinó que las mejores condiciones de secado está dado a la temperatura de 50 °C con velocidad de aire constante de 2 m/s.
4. En el tamizado se determinó que el 99 % pasan por una malla de N° 200 con una abertura de tamiz de 75 um, lo cual indica que se cumplen con los estándares de tamaño de partículas para almidón.
5. La acidez del almidón fue de 0.048% y el pH fue de 4.53, lo cual cumple con las normas técnicas para almidones dispuestas por ITINTEC.

6. El análisis proximal del almidón de Cormo de Jergón Sacha fue: humedad 10.90%, proteína 0.22%, grasa 0.13%, fibra 0.05 %, ceniza 0.45 %, carbohidratos 88.25 %. Siendo ésta en promedio similar a los almidones obtenidos de tubérculos y raíces.
7. La temperatura de gelatinización inicial en la viscosidad fue de 70°C, siendo la temperatura de gelatinización más elevada de 95°C, además el almidón contiene un porcentaje de amilosa de 26.30% y de amilopectina de 73.7%.
8. El rendimiento del almidón fue de 15.53%
9. El color del almidón fue comparado con las tablas de identificación de colores de **RIDGWAY**, el cual se identificó un color yellow Ocher que cuenta con 68% de color y 32 % de gris neutral. El color contiene 65% de naranja y 35% de amarillo.
10. El análisis sensorial hecho por jueces semi entrenado determinó que el producto obtenido es de buena calidad organoléptica.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar mayor investigación de tipo agronómico sobre el cultivo del Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*), con el fin de tener una información más exacta sobre el manejo de las plantaciones y orientar la producción para la obtención de productos como el almidón y otros derivados.
2. Realizar una mayor promoción de este cultivo, para dar a conocer las diferentes bondades que posee, tanto a nivel industrial como medicinal.
3. Realizar estudios, con respecto a la aplicación más apropiada que se le puede dar al almidón de corno de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*) en la preparación de alimentos y otros productos que se puedan obtener de él.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **AGUIRRE, E. B.; 1992.** Obtención de Jarabe de Glucosa por vía Enzimático a partir de almidón de Umari (*Poraqueiba serviceae* Tulasne). Tesis para optar el grado de Magíster Scientia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
2. **ALCÁZAR, DEL C. J.; 2002.** Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias. Editorial CIBERCOPY. Cuzco – Perú.
3. **ALEIXANDRE, B. J. L.; 1996.** Proceso de Elaboración de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia – España.
4. **A.O.A.C.; 1990.** Official Methods of Analysis. Association of Official Agriculture Chemists. 11 ava. Edition. USA.
5. **BADUI, D.S.; 1984.** Química de los Alimentos. Editorial Alambra S. A. México.
6. **BAYLEY, L. IT.; 1949.** Manual of Cultivated Plants Most Commonly Grow in The Continental United Stated and Canada.
7. **BELITZ, H.D. GROSH, W.; 1988.** Química de los Alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
8. **BERNALES, R. C.; 2002.** Estudio Tecnológico para la Obtención de Harina a partir de Cormo de Jergón Sacha (*Dracontium sp.*) para Consumo Humano. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú.

9. **BRAVERMAN, J.B.J.; 1967.-** Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Editorial Omega S.A. Barcelona – España.
10. **BRENNAN, J.G.; BULTERS, J. R.; COWELL, N.D.; LILLEY, A.E.V.; 1998.** Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Tercera Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
11. **BURKILL, I.M.; 1935.** A Dictionary of the Economic Products of the Peninsula. Vol I(A –M). 4 Millbank, Londo, SWI.
12. **CHARLEY, H.; 1991.** Tecnología de Alimentos: Procesos Químicos y Físicos en la Producción de Alimentos. Editorial UMUSA. México.
13. **CHEFTEL, J.C.; 1992.** Introducción de la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol. I. Editorial Acribia. Zaragoza- España.
14. **COLLAZOS; 1996.** Tablas Peruanas de Composición de los Alimentos. 7ma. Edición. Ministerio de Salud. Lima – Perú. 86 Págs.
15. **DÁVILA, A. 2000.** Obtención de Almidón de Papa Aérea (*Dioscorea bulbifera*). Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú.
16. **DESROSIER, N.W.; 1983.** Elementos de Tecnología de Alimentos. Editorial Continental S.A. México.
17. **DUKE, J. A; VASQUEZ, R.; 1994.** Amazonian Ethnobotanical Dictionary. United States of America.
18. **FELLOWS, P.; 1994.** Tecnología del Procesado de Alimentos: Principios y Prácticas. Editorial Acribia. Zaragoza – España. 549 Págs.

19. **FENNEMA, O.R.; 1993.** Química de los Alimentos. Editorial Acribia S.A. Primera edición. Zaragoza – España.
20. **GEANKOPLIS, C. J. 1998.** Proceso de Transporte y Operaciones Unitarias. Tercera Edición. Editorial Continental S.A. de C.V. México. 1007 Págs.
21. **GRACE, M.R.; 1977.** Elaboración de la Yuca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y la Alimentación. Roma – Italia.
22. **HOSENEY, R.C.; 1991.** Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Editorial Acribia S.A. España. 321 Págs.
23. **ITINTEC, 1974.** Normas Técnicas Nacionales. Lima – Perú
24. **LOAYZA, C.; 1981.** Factibilidad Técnica de la Obtención del Almidón de Pituca (*Colocasia esculenta*). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria la Molina . Lima – Perú. 144 Págs.
25. **MARTINEZ, E.; 1988.** Manual de 'Prácticas de Análisis de los Alimentos. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú.
26. **MEJIA, K.; RENGIFO, E.; 1995.** Plantas Medicinales del Uso Popular en la Amazonía Peruana. A.E.C.I – GRL. IIAP. Lima Perú.
27. **NIETO, H. M.; 1977.** Estudio Técnico de la Deshidratación de dos Variedades de Pituca (*Colocacius esculenta*), para flujo de aire caliente y caracterización de la harinas. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima – Perú. 152 Págs.

28. **OCON, J.; 1980.** Problemas de Ingeniería Química. Tomo II. Editorial Aguilar. Madrid – España. 416 Págs.

29. **PINEDO, P.M; RENGIFO, S. E; CERRUTI, S.T; 1977.** Plantas Medicinales de la Amazonía Peruana. Estudio de su Uso y Cultivo. IIAP- PNUD/ CAC – FIDA – TCA. Iquitos – Perú.

30. **PINEDO, P.M; 1999.** Sistemas de producción de plantas con principios activos en la selva baja del Perú. Y en promoción y comercio de las plantas primarias con principios activos especiales de la selva del Perú. Lima – Perú.

31. **POTTER, N.; 1978.** La Ciencia de los Alimentos. Editorial Edutex S.A. México. 749 págs.

32. **PURA SELVA, 1996.** Jergón Sacha, planta selvática de singulares propiedades curativas hasta hacer poco desapercibidas. Edición publicitaria Tingo Maria.

33. **RAFOLS, W.; 1985.** Aprovechamiento Industrial de los Productos Agrícolas. Editorial SALVAT. Barcelona- Madrid- España.

34. **RIDGWAY, R.; 1912.** "Color Standards and Color Nomenclature". Published by the autor Washington. D.C.

35. **SAAVEDRA, J.K.; 2000.** Obtención y caracterización de la almendra de mango (*Manguifera indica l.*) variedad criollo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú.

36. **SALFIELD, J.R; 1977.** Prácticas de la ciencias de los alimentos. Editorial Zaragoza - España. 154 Pags.

37. **TAYLOR, L. 1999.** Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*), data base, Tarapoto – Perú; [http// www. Rain - tree.com/jergonprod.htm](http://www.Rain-tree.com/jergonprod.htm).
38. **VIAN, O.A; OCON, G. J.; 1964.** Elementos de Ingeniería Química (Operaciones Básicas). Editorial Aguilar S.A. Madrid – España.
39. **ZHU, G.; 1999.** International Aroid Society.
www.Aroid.org/general/dracontium.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01

FICHA TECNICA

NOMBRE : PRODUCTO: Almidón de Jergón Sacha

FECHA : HORA :

Frente a Ud. hay 3 muestras de almidón debidamente codificadas, por favor evalúe los atributos sensoriales de color, textura y apariencia general de cada uno de ellos, marcando con una X, de acuerdo a la siguiente escala:

ATRIBUTO ESCALA	COLOR			TEXTURA			APARIENCIA GENERAL		
	347	518	215				347	518	215
				347	518	215			
Me gusta mucho									
Me gusta poco									
Ni me gusta ni me disgusta									
Me disgusta poco									
Me disgusta mucho									

Observaciones:

.....

ANEXO 02

Resultados del análisis sensorial, desarrollo del ANVA del atributo color del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*).

PANELISTAS	50	55	60	TOTAL
1	2	2	2	6
2	2	1	1	4
3	2	1	1	4
4	0	1	1	2
5	0	1	0	1
6	2	0	1	3
7	1	2	2	5
8	1	2	2	5
9	0	1	1	2
10	2	1	1	4
11	2	1	0	3
12	2	1	1	4
TOTAL	16	14	13	43
PROMEDIO	1.33	1.17	1.08	3.58

Cuadro de ANVA para almidón secado a 50, 55 y 60 °C

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	FC	FT	Significancia
Jueces	11	7.64	6.69	1.68	2.24	n.s
Tratamientos	2	0.39	0.195	0.47	3.42	n.s
Error	23	9.61	0.41			
36						

ANEXO 03

**Resultados del análisis sensorial, desarrollo del ANVA del atributo
apariencia general del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium loretense*).**

PANELISTAS	50	55	60	TOTAL
1	2	2	2	6
2	1	2	0	3
3	-1	0	0	-1
4	0	1	1	2
5	0	1	1	2
6	2	1	0	3
7	1	2	1	4
8	2	1	1	4
9	0	1	1	2
10	2	1	1	4
11	2	1	2	5
12	2	1	2	5
TOTAL	13	14	12	39
PROMEDIO	1.0833	1.17	1.00	3.25

Cuadro de ANVA para almidón secado a 50, 55 y 60 °C

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	FC	FT	Significancia
Jueces	11	12.75	1.15	2.73	2.24	**
Tratamientos	2	0.16	0.08	0.19	3.42	n.s
Error	23	9.84	0.42			
36						

ANEXO 04

Resultados del análisis sensorial, desarrollo del ANVA del atributo textura del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*).

PANELISTAS	40	50	60	TOTAL
1	2.00	1.00	2.00	5.00
2	0.00	-1.00	2.00	1.00
3	1.00	0.00	-1.00	0.00
4	0.00	1.00	1.00	2.00
5	1.00	0.00	0.00	1.00
6	2.00	2.00	2.00	6.00
7	1.00	1.00	2.00	4.00
8	2.00	1.00	2.00	5.00
9	1.00	1.00	1.00	3.00
10	1.00	1.00	1.00	3.00
11	2.00	2.00	2.00	6.00
12	2.00	2.00	1.00	5.00
TOTAL	15.00	11.00	15.00	41.00
PROMEDIO	1.25	0.917	1.25	3.417

Cuadro de ANVA para almidón secado a 50, 55 y 60 °C

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	FC	FT	Significancia
Jueces	11	15.64	1.42	3.38	2.24	**
Tratamientos	2	0.89	0.44	1.04	3.42	n.s
Error	23	9.78	0.42			
36						

ANEXO 05

ESPECIFICACIONES PARA ALMIDON DE MAIZ NO MODIFICADO PARA USO INDUSTRIAL, ALIMENTICIO Y FARMACEUTICO

	LIMITE
1. Humedad	10.5 – 12.5%
2. Anhídrido Sulfuroso (SO ₂) máximo	50 ppm
3. pH	4.5 – 6.5
4. Proteína máximo	0.45%
5. Color	C ó mejor

Color "A" : Es cuando el almidón de maíz no modificado, tiene un color blanco con un ligero tinte amarillo.

Color "B": Es cuando el almidón de maíz modificado tiene un color blanco con un tinte a amarillento más pronunciado que "A".

Color "C": Es cuando el almidón de maíz modificado tiene un color blanco con un tinte a amarillento más pronunciado que "B".

6. Solubles máximos	25%
7. Cenizas máximo	50%
8. Grasa máximo	10%
9. Tamaño de partículas	
Pasa a travez de malla N° 80, minimo	99.9%
Pasa a travez de malla N° 100, minimo	97.0%

Fuente: ITINTEC (1974).

ANEXO 06

ESPECIFICACIONES PARA ALMIDON DE MAIZ NO MODIFICADO, PARA USO INDUSTRIAL, ALIMENTICIO Y FARMACEUTICO

1.- Humedad	10.5 – 12.5%
2.- Anhídrido Sulfuroso (SO ₂) máximo	50 ppm
3.- pH	4.5 – 6.5
4.- Proteína Máximo	0.45%
5.- Color	C ó mejor
6.- Solubles Máximos	0.25%
7.- Cenizas Máximo	0.50%
8.- Grasa Máximo	0.10%
9.- Tamaño de partículas	
Pasa a través de malla numero 80, como mínimo	99.9%
Pasa a través de malla numero 100, como mínimo	97.0%

Fuente: ITINTEC (1974).

ANEXO 07

ESPECIFICACIONES PARA EL ALMIDON

(Ideadas para una gran corporación)

1.- Aspecto y Uniformidad

Examinan muestras de alrededor de una cucharada de té, tomadas de cada saco, bajo una placa de vidrio y se compara el color y las manchas. El color debe ser uniforme, blanco y exento de pigmentos. Se considera que un lote no es uniforme cuando por encima del 10% de las muestras son más oscuras o tiene mas manchas que el resto.

2.- Tamaño de malla

Deberá pasar en 99% de los gránulos del almidón a través de un tamiz de 100 mallas, o el 95% a través de un tamiz de 140 mallas.

3.- Olor

La harina cocida deberá tener un olor fresco, exento de todo olor a rancio o mohoso.

4.- Contenido de Humedad

No mayor de 10 – 13%. El contenido de humedad por debajo del 10% indica condiciones graves de desecación y un posible riesgo de explosión durante el almacenamiento. Más del 13% indica peligro de contaminación por mohos.

5.- Contenido de Ceniza

No mayor de 0.25%

6.- Contenido de Proteína

No mayor de 0.4%

7.-Valor del pH

4.5 al 5.5

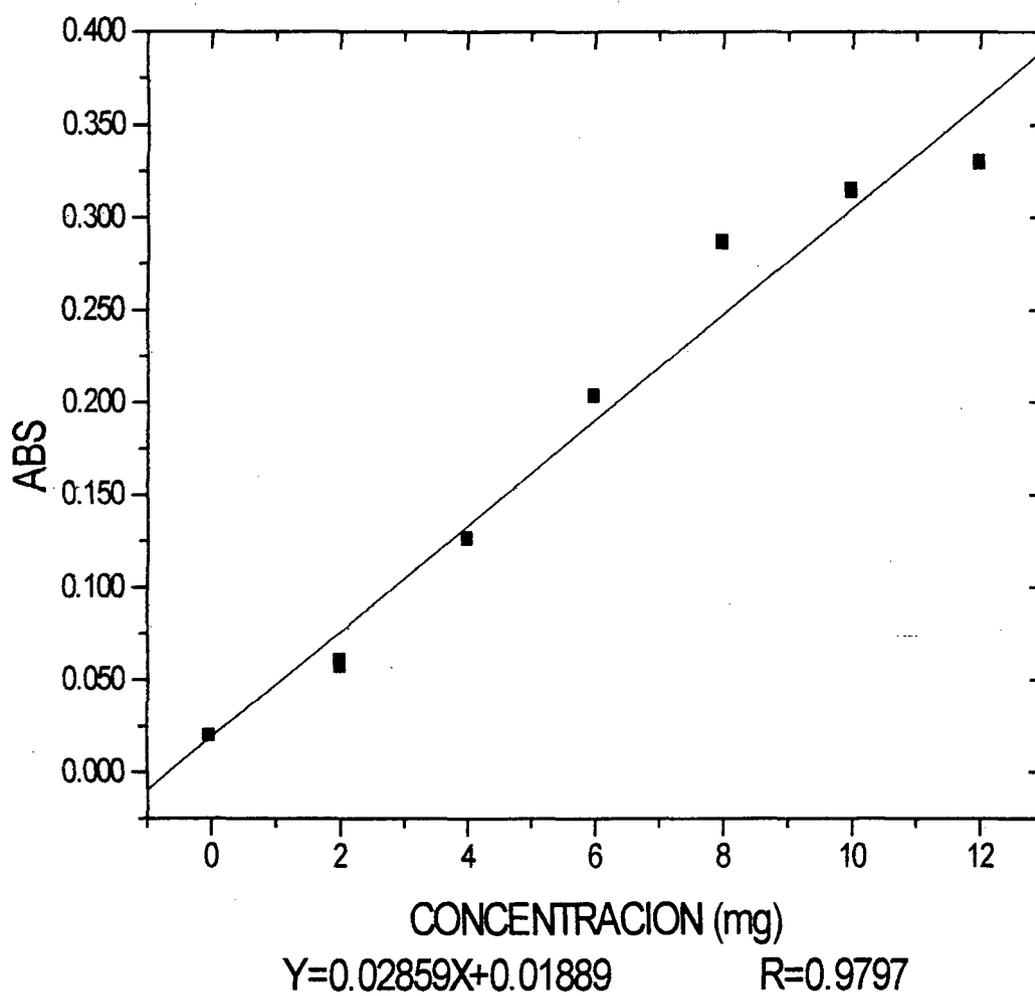
8.- Viscosidad

Deberá ser apropiada para preparar una papilla de harina fría y un engrudo de almidón cocido.

Fuente: GRACE 1977.

ANEXO 08

DETERMINACION TEÓRICA DE AMILOSA POR CURVA PATRON



ANEXO 09

Variación de la viscosidad del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium loretense*) en función de la temperatura.

TEMPERATURA 50°C CONCENTRACION AL 5%

CALENTAMIENTO		ENFRIAMIENTO	
TEMPERATURA (°C)	VISCOCIDAD (cp)	TEMPERATURA (°C)	VISCOCIDAD (cp)
50	0.5	90	860
55	0.5	85	840
60	0.5	80	820
65	0.6	75	820
70	14.0	70	820
75	77.0	65	850
80	394.0	60	890
85	410.0	55	900
90	790.0	50	960
95	930.0		

TEMPERATURA 50°C CONCENTRACION AL 5%

CALENTAMIENTO		ENFRIAMIENTO	
TEMPERATURA (°C)	VISCOCIDAD (cp)	TEMPERATURA (°C)	VISCOCIDAD (cp)
50	0.5	90	860
55	0.5	85	840
60	0.5	80	820
65	0.6	75	820
70	14.0	70	820
75	77.0	65	850
80	394.0	60	890
85	410.0	55	900
90	790.0	50	960
95	930.0		

TEMPERATURA 60°C CONCENTRACION AL 5%

CALENTAMIENTO		ENFRIAMIENTO	
TEMPERATURA (°C)	VISCOCIDAD (cp)	TEMPERATURA (°C)	VISCOCIDAD (cp)
50	6.0	90	690
55	7.0	85	660
60	8.0	80	650
65	8.0	75	710
70	20.0	70	730
75	750.0	65	780
80	920.0	60	830
85	960.0	55	880
90	970.0	50	870
95	760.0		

ANEXO 10

Datos experimentales de secado del almidón de Jergón Sacha (*Dracontium loretense*) a 50, 55 y 60°C con velocidad de aire de 2m/s

TEMPERATURA : 50-C

VELOCIDAD DE AIRE : 2 m/s

tiempo (min)	Humedad total (g)	Humedad (kg h ₂ O/kg s.s)	Velocidad (g/min*cm ²)
0	188.43	33.83	0.00045573
15	184.93	33.20	0.00069010
30	179.63	32.25	0.00054688
45	175.43	31.50,	0.00071615
60	169.93	30.51	0.00071615
75	164.43	29.52	0.00097656
90	156.93	28.17	0.00071615
105	151.43	27.19	0.00104167
120	143.43	25.75	0.00044922
140	138.83	24.92	0.00033203
160	135.43	24.31	0.00024414
180	132.93	23.87	0.00058594
200	126.93	22.79	0.00029297
220	123.93	22.25	0.00045573
250	116.93	20.99	0.00044271
280	110.13	19.77	0.00043620
310	103.43	18.57	0.00040365
340	97.23	17.46	0.00040365
370	91.03	16.34	0.00028320
410	85.23	15.30	0.00027344
450	79.63	14.30	0.00026367
490	74.23	13.33	0.00025391
530	69.03	12.39	0.00024414
570	64.03	11.50	0.00020313
620	58.83	10.56	0.00015625
670	54.83	9.84	0.00013672
720	51.33	9.22	0.00012109
770	48.23	8.66	0.00009766
820	45.73	8.21	0.00006510
880	43.73	7.85	0.00006510
940	41.73	7.49	

TEMPERATURA : 55 °C

VELOCIDAD DE AIRE : 2m/s

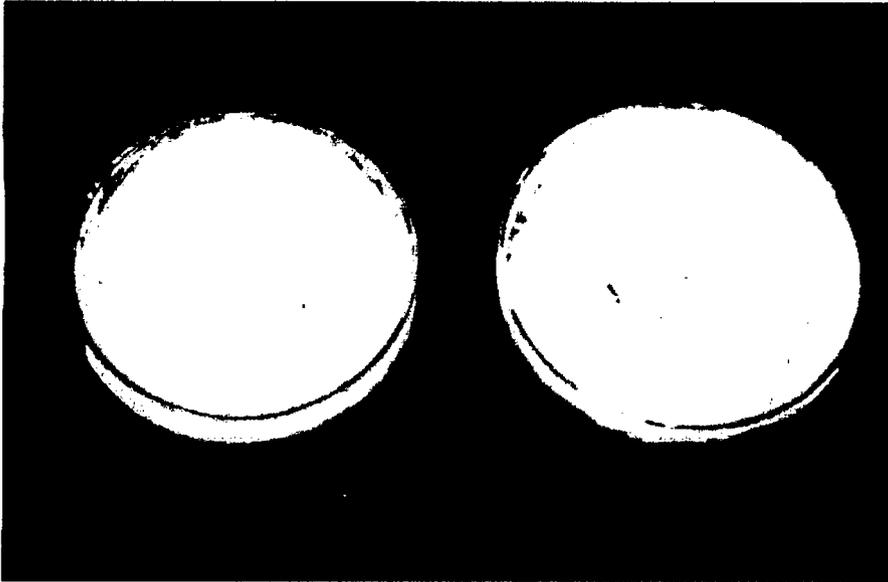
Tiempo (min)	Humedad total (g)	Humedad (kg h ₂ O/kg s.s)	Velocidad (g/min*cm ²)
0	187.43	33.65	0.00104167
15	179.43	32.21	0.00104167
30	171.43	30.78	0.00093750
45	164.23	29.48	0.00091146
60	157.23	28.23	0.00104167
75	149.23	26.79	0.00091146
90	142.23	25.54	0.00104167
105	134.23	24.10	0.00117188
120	125.23	22.48	0.00078125
140	117.23	21.05	0.00068359
160	110.23	19.79	0.00078125
180	102.23	18.35	0.00058594
200	96.23	17.28	0.00048828
220	91.23	16.38	0.00032552
250	86.23	15.48	0.00032552
280	81.23	14.58	0.00031901
310	76.33	13.70	0.00030599
340	71.63	12.86	0.00029297
370	67.13	12.05	0.00019531
410	63.13	11.33	0.00018555
450	59.33	10.65	0.00017578
490	55.73	10.01	0.00016602
530	52.33	9.39	0.00015137
570	49.23	8.84	0.00010938
620	46.43	8.34	0.00009570
670	43.98	7.90	0.00009766
720	41.48	7.45	0.00007812
770	39.48	7.09	0.00007813
820	37.48	6.73	0.00006510
880	35.48	6.37	

TEMPERATURA : 60-C
 VELOCIDAD DE AIRE : 2m/s

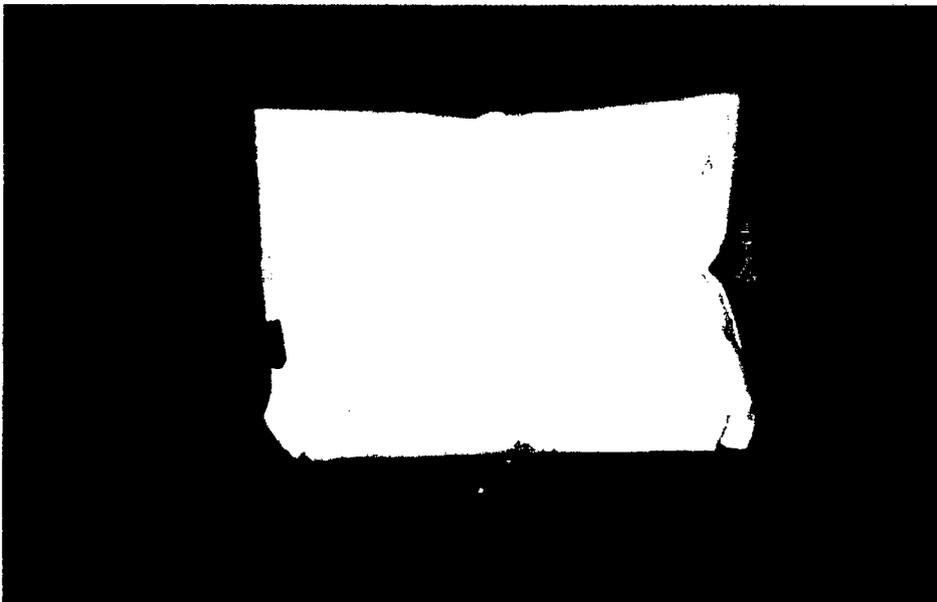
Tiempo (min)	Humedad total (g)	Humedad (kg h ₂ O/kg s.s)	Velocidad (gr/min*cm ²)
0	195.00	34.38	0.00097656
15	187.50	33.02	0.00117188
30	178.50	31.38	0.00127604
45	168.70	29.61	0.00119792
60	159.50	27.94	0.00114583
75	150.70	26.34	0.00123698
90	141.20	24.62	0.00109375
105	132.80	23.09	0.00149740
120	121.30	21.01	0.00112305
140	109.80	18.92	0.00113281
160	98.20	16.82	0.00086914
180	89.30	15.20	0.00080078
200	81.10	13.71	0.00053711
220	75.60	12.72	0.00033854
250	70.40	11.77	0.00026693
280	66.30	11.03	0.00020833
310	63.10	10.45	0.00020833
340	59.90	9.87	0.00019531
370	56.90	9.32	0.00014648
410	53.90	8.78	0.00013672
450	51.10	8.27	0.00012207
490	48.60	7.82	0.00012207
530	46.10	7.36	0.00011230
570	43.80	6.95	0.00008984
620	41.50	6.53	0.00007812
670	39.50	6.17	

ANEXO 11

FOTOS DEL PRODUCTO OBTENIDO (Almidón)



Fotografía de muestras de almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*) obsérvese el color del almidón obtenido. (Foto: Mary de J. Ramírez 2003).



Fotografía de muestras de almidón de Jergón Sacha (*Dracontium lorentense*) embolsado. (Foto: Mary de J Ramírez 2003).

ANEXO 12

TABLA DE COLOR

