

1
664.7
FG5

**NO SALE A
DOMICILIO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA
PERUANA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL ALMIDÓN DE
ALMENDRA DE MANGO (*Mangifera indica L.*) VARIEDAD
CHICO RICO, PARA LA OBTENCIÓN DE TALCO MEDICINAL**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO



319

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES

CÉSAR AUGUSTO FLORÍNDEZ CALDERÓN

GEORGE CHRISTIAN FLORÍNDEZ PANDURO

ASESOR

ING. Mg. JORGE ARMANDO VÁSQUEZ PINEDO

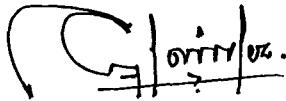
IQUITOS – PERÚ

2009

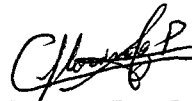
DONADO POR:
César A. Floríndez C. y Otro
Iquitos, 11 de 07 de 2012

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES



Bach. César Augusto Floríndez Calderón



Bach. George Christian Floríndez Panduro



**Ing. Mg. Jorge Armando Vásquez Pinedo
ASESOR**

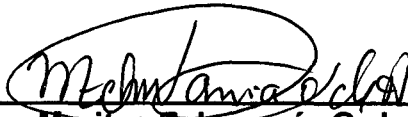
Tesis aprobada en sustentación pública el 28 de Setiembre de 2009 en el auditorio de la
Facultad de Ingeniería Química de La Universidad Nacional de La Amazonía Peruana,
Iquitos – Perú.



Dr. César Augusto Sáenz Sánchez.
Presidente Jurado



Dra. Maritza Grández Ruíz.
Miembro Jurado



Ing. Maritza Echevarría Ordoñez.
Miembro Jurado

DEDICATORIAS

A mis padres Rosa Luz y Augusto, por sus sabios consejos, paciencia y dedicación incansable en todo el transcurso de mi formación como persona y como el profesional que hoy en día soy.

George Christian.

A mi esposa Lorena e hijos Ingrid Nicole, Astrid Juliet y César Andreiy, por ser las personas que más amo.

A todos aquellos familiares y amigos que contribuyeron de alguna forma en mi formación profesional.

César Augusto.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	8
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1 EL MANGO	12
2.1.1 Origen	12
2.1.2 Descripción taxonómica.....	12
2.1.3 Clima	15
2.1.4 Recolección y conservación	15
2.1.5 Importancia del cultivo.....	16
2.1.6 Composición química	16
2.1.7 Producción.....	17
2.2 EL ALMIDÓN	17
2.2.1 Generalidades	17
2.2.2 Estructura molecular.....	19
2.2.3 Propiedades físicas y químicas de los almidones	23
2.2.4 Características de los almidones.....	27
2.2.5 Importancia y uso del almidón.....	28
2.2.6 Almidones modificadores.....	28
2.2.7 Proceso de obtención del almidón.....	30
2.3 EL TALCO	33
2.3.1 Proceso de obtención.....	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	35
3.2 MATERIA PRIMA	35
3.3 MATERIALES Y REACTIVOS	35
3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	36
3.4.1 Materia prima.....	36
3.4.2 Selección y/o clasificación.....	36
3.4.3 Separación de la semilla del fruto.....	36
3.4.4 Extracción de la almendra	37
3.4.5 Selección de la almendra	37

	Pág.
3.4.6	Maceración..... 37
3.4.7	Lavado..... 37
3.4.8	Pre-Desintegrado..... 37
3.4.9	Licuado..... 37
3.4.10	Tamizado..... 38
3.4.11	Sedimentación..... 38
3.4.12	Filtración..... 38
3.4.13	Purificación..... 38
3.4.14	Secado..... 38
3.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS..... 41
3.5.1	De la materia prima..... 41
3.5.2	Del almidón..... 42
3.5.3	Del talco..... 44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 49
4.5	CARACTERIZACIÓN DE LA ALMENDRA DE MANGO
	VARIEDAD CHICO RICO..... 49
4.1.1	Análisis físico..... 49
4.1.2	Análisis químico proximal..... 51
4.1.3	Determinación de tanino..... 52
4.2	PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE ALMENDRA
	DE MANGO VARIEDAD CHICO RICO..... 53
4.2.1	Maceración..... 53
4.2.2	Purificación del almidón..... 54
4.2.3	Secado..... 55
4.2.4	Flujograma óptimo y balance de materiales..... 57
4.3	DEL ALMIDÓN..... 58
4.3.1	Análisis físico-químico..... 58
4.3.2	Análisis microbiológico..... 68
4.4	DEL TALCO..... 69
V	CONCLUSIONES..... 70
VI	RECOMENDACIONES..... 71
VII	BIBLIOGRAFÍA..... 72
	ANEXOS..... 74

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1	Análisis de las características físicas del fruto..... 15
Cuadro N° 2	Composición química del mango por 100 g. de parte comestible.... 16
Cuadro N° 3	Producción histórica de mango en Loreto (2003-2007)..... 17
Cuadro N° 4	Composición de diversos productos vegetales ricos en almidón (g/100 gr. Materia prima) 18
Cuadro N° 5	Contenido de amilosa y amilo pectina de Almidones naturales..... 21
Cuadro N° 6	Propiedades físicas y químicas de la amilosa y amilo pectina..... 23
Cuadro N° 7	Márgenes de gelificación y tamaño de gránulo de diferentes <i>Almidones alimenticios</i> 25
Cuadro N° 8	Reacción catalítica de taninos 41
Cuadro N° 9	Peso y porcentaje de las partes del fruto de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) variedad Chico Rico..... 48
Cuadro N° 10	Biometría de las semillas frescas de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) variedad Chico Rico 49
Cuadro N°11	Biometría de las semillas secas de mango(<i>Mangifera indica L.</i>) Variedad Chici Rico..... 50
Cuadro N°12	Partes de la semilla de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) Variedad Chico Rico 50
Cuadro N°13	Análisis químico de almendra de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) variedad Chico Rico..... 51
Cuadro N°14	Efecto de la concentración de bisulfito de sodio sobre el color de las almendras, el % de tanino eliminado y el contenido residual de SO ₂ en el almidón de almendra de mango..... 52
Cuadro N°15	Resumen de los promedios del análisis sensorial por atributo 55
Cuadro N°16	ANVA de evaluación sensorial por atributo en la obtención de almidón de almendra 55
Cuadro N°17	Prueba de Duncan (5%) de la evaluación sensorial por características en la obtención de almidón de almendra de mango..... 56

	Pág.
Cuadro N°18	Composición química del almidón de la almendra de mango (<i>Mangifera Indica L.</i>) Variedad Chico Rico 58
Cuadro N°19	Otros análisis físico-químicos efectuados en el almidón de la Almendra de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) variedad Chico Rico.... 59
Cuadro N°20	Variación de la viscosidad del almidón de almendra de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) Variedad Chico Rico en función de la temperatura y la concentración..... 65
Cuadro N°21	Análisis de amilosa en el almidón de almendra de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) variedad Chico Rico..... 67
Cuadro N°22	Análisis microbiológico del almidón de almendra de mango (colonias/gramo de muestra) 68
Cuadro N°23	Sistema de evaluación para la irritación de la piel..... 69
Cuadro N°24	Clasificación de las respuestas..... 69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°1 Fruto de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedad Chico Rico.....	14
Figura N°2 <i>Árbol de mango (Mangifera indica L.) variedad Chico Rico</i>	14
Figura N°3 Fragmento de amilosa	21
Figura N°4 Fragmento de amilopectina	22
Figura N°5 Estructura química completa del almidón	22
Figura N°6 Flujograma de obtención de almidón de raíces de tubérculos por vía húmeda	32
Figura N°7 Flujograma preliminar para obtención de almidón de almendra de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedad Chico Rico	39
Figura N°8 Flujograma óptimo para la obtención de almidón de almendra de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedad Chico Rico y balance de materiales	57
Figura N°9 Gránulos de almidón de almendra de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedad Chico Rico (aumentado 400 x).....	61
Figura N°10 Gránulos de almidón de almendra de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedad Chico Rico (aumentado 400 x).....	61
Figura N°11 Gránulos de almidón de arroz (aumentado 1000 x).....	62
Figura N°12 Gránulos de almidón de maíz (aumentado 400 x)	62
Figura N°13 Gránulos de almidón de papa (aumentado 100 x).....	63
Figura N°14 Gránulos de almidón de yuca (aumentado 1000 x)	63
Figura N°15 Efecto de la temperatura sobre la viscosidad del almidón de almendra de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) variedad Chico Rico	66

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto N°1	Fruto de mango (Mangífera indica L.) variedad Chico Rico..... 85
Foto N°2	Separación de la semilla del fruto de mango (Mangífera indica L.) Variedad Chico Rico 86
Foto N°3	Semilla del fruto de mango (Mangífera indica L.) variedad Chico Rico..... 87
Foto N°4	Extracción de la almendra de mango (Mangífera indica L.) variedad Chico Rico..... 88
Foto N°5	Conejos Albinos (Material biológico)..... 89
Foto N°6	Preparación del material Biológico..... 89
Foto N°7	Rasurado del material biológico..... 90
Foto N°8	Marcado del área de experimentación..... 90
Foto N°9	Aplicación del talco en el área marcado 91
Foto N°10	Protección del área de experimentación..... 91
Foto N° 11	Material biológico en reposo 92
Foto N° 12	Restablecimiento del pelaje en la zona de experimentación 92

RESUMEN

El fruto del mango (*Mangifera indica L.*), es una fruta que se destina a la elaboración de diferentes productos. Aunque la pulpa es la parte esencial, se ha demostrado que la semilla puede ser utilizada, para extraer almidón de buena calidad, ya sea para consumo humano o uso industrial.

El fruto del mango, se consume en forma directa o procesada a través de los sectores agroindustriales e industriales afines, desenchándose la semilla que constituye el 17% del fruto.

El trabajo de investigación se realizó con la finalidad de establecer los parámetros adecuados para la obtención de almidón de almendras de mango (*Mangifera indica L.*) variedad Chico Rico, por vía húmeda, para otorgarle un valor agregado a este recurso de flora. Se utilizó el método descriptivo experimental obteniéndose datos preliminares que servirán de base para posteriores trabajos específicos que permitan recomendar sus posibles aplicaciones farmacéuticas del almidón como es el talco cosmético, realizaron evaluaciones físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales y toxicológicas, según el caso.

Esta variedad de almendra reportó en base seca, alto contenido de carbohidratos (78,85%), proteínas (5,20%), grasas (9,69 %) y (1,87 %) de tanino hidrolizable, que fue eliminado totalmente con bisulfito de sodio al 1% y lavados continuos con agua.

El almidón ya purificado, contiene en base seca (99,35 %), de carbohidratos, (0,11 %) de proteína, (0,52 %) de grasa, (0,01 %) de fibra, (0,01 %) de cenizas. Porcentajes en su mayoría dentro de los límites establecidos (20). No posee taninos ni microorganismos tóxicos que pueden alterar la preparación de alimentos.

Los gránulos de almidón, presentaron elevados porcentajes de amilosa (39,67%), el cual determinó una alta temperatura de gelatinización (70-86 °C) y una curva de viscosidad típica de Almidones resistentes al tratamiento térmico y de tendencia retrogrativa.

Se obtuvo un rendimiento de almidón de 12,32 % con respecto a la semilla de mango. El almidón presentó características organolépticas muy aceptables y una reducida carga microbiana.

El talco obtenido no es irritable para la piel esto se demostró con las pruebas realizadas en conejos albinos. En el instituto de Medicina tradicional (IMET).

I. INTRODUCCIÓN

En el país, la producción de mango, se destina a los mercados nacionales e internacionales en su estado natural como fruta. Sin embargo, algunos productores tienen problemas de colocación de la fruta fresca a buenos precios, motivo por el cual gran cantidad de ésta fruta se pierde debido a la falta de centros de almacenamiento. Esta situación condujo a la industrialización de la fruta en jugos, conservas en almíbar y concentrados, como medida adecuada para una solución rápida tendiente a aprovechar al máximo la producción de éste recurso vegetal y favorecer al desarrollo económico de nuestras zonas rurales. Sin embargo, esto trajo consigo grandes volúmenes de desechos de esta producción, formado por la cáscara y la semilla de las cuales pueden obtenerse productos de uso alimenticio industrial (TELGE, 1961).

En la región Loreto, en los últimos años se viene observando gran interés por el cultivo de mango, prueba de ello, se tiene desde 2002 al 2007, como puede notarse en el Cuadro 03, el incremento de las áreas de cultivo de 168 a 540 hectáreas, la misma que presenta un 86,4%, destinándose parte de esta producción al mercado local para consumo directo, y un 20-30%, son aprovechados en forma artesanal en conservas de fruta.

El objetivo de esta investigación, es obtener un producto de desecho industrial, específicamente de la almendra de mango, que contiene un elevado porcentaje de almidón, la misma que amerita ser aprovechado. Por lo que se plantea la obtención y caracterización del almidón a partir de la almendra de mango variedad (Chico Rico), que servirá de base para trabajos posteriores en cuanto a su aprovechamiento industrial, como una alternativa viable de solución al problema de contaminación por grandes volúmenes de desechos de semillas y la revalorización de un producto desechado.

OBJETIVO GENERAL

- Realizar la caracterización fisicoquímica del almidón de almendra de mango (*Mangifera indica L.*) variedad Chico Rico, para la obtención de talco medicinal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la almendra de mango (*Mangifera indica L.*), variedad Chico Rico, como materia prima.
- Determinar parámetros tecnológicos adecuados de almidón a partir de la almendra del mango (*Mangifera indica L.*), variedad Chico Rico.
- Realizar los análisis físico-químico, organoléptico y microbiológico del almidón obtenido.
- Obtener talco medicinal.
- Realizar las pruebas de irritabilidad del talco obtenido.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. EL MANGO.

El mango (*Mangifera Indica L.*) Variedad Chico Rico, es una de las frutas tropicales apreciadas por su fino sabor y aroma, atractivo color y valor nutritivo (vitaminas A y C, carbohidratos y proteínas) (IBAR, 1979).

Actualmente es cultivado en la India, Indonesia, Filipinas, Australia, Egipto, Israel, Sudáfrica, Estados Unidos de América y en la mayoría de los países de América tropical (IICA, 1989).

2.1.1. ORIGEN.

El mango es oriundo del norte de Birmania y noroeste de Asia y el archipiélago Malayo, posteriormente llegó a América, por dos vías: los portugueses en Brasil y los Españoles en México (IICA, 1989).

2.1.2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

Reyno	:	Vegetal
División	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotelodonea
Orden	:	Sapindales
Suborden	:	Sapidinea
Familia	:	Anacardiácea
Género	:	Mangifera
Especie	:	Indica L.
Nombre común	:	Mango
Nombre científico	:	<i>Mangifera Indica L.</i>
Variedad	:	Chico Rico

Es un árbol de hojas siempre verde; mide entre 10 a 20 metros en estado adulto, incluso algunos pueden llegar a 40 ó 50 metros de altura. Su forma depende de varios factores, entre ellos el tipo de propagación usada, el árbol de semilla es erecto y alto (Figura N° 02), mientras que el injertado es más bajo, de ramificación escasa y abierta (IICA, 1989) Y (TELGE, 1961).

Los frutos son drupas, que según la variedad tienen diferencia de tamaño y peso, desde el tamaño de una ciruela hasta 89,58 gramos. Su forma es también variable: redondos, óvalos, arriñonados, acorazonados, etc. (Figura N° 01). La cáscara es lisa, fina y coriácea, algo más gruesa que la del melocotón; de color, que oscila entre el amarillo verdoso hasta el anaranjado, a veces punteada con lenticelas verdes o rojizas.

El mesocarpio es una pulpa anaranjada, jugosa y fibrosa en su interior, que envuelve a una semilla grande y aplastada, dura, compuesta de una envoltura leñosa cubierta de fibras que recubre una almendra blanca (IBAR, 1979) Y (TELGE, 1961).

Las condiciones fisiológicas y climáticas, temperatura, horas de sol, suelo, etc. contribuyen considerablemente en las características físicas y químicas del mango. El fruto del mango está constituida por 3 partes básicas: la cáscara, la pulpa y la semilla; el porcentaje en peso de éstas varían según las condiciones anteriormente mencionadas y según la variedad de mango aunque en promedio dichas partes vendrían a constituir un 45% a 82,9 % de pulpa, 9,1% a 26,8% en semilla y un 11,0% a 39,2% de cáscara (TELGE, 1961). El Cuadro N° 1, muestra las características físicas de las principales variedades de mango.



Figura N° 1: Frutos del Mango (*Mangifera Indica L.*) Variedad Chico Rico

Fuente : (TELGE, 1961)



Figura N° 2: Árbol del Mango (*Mangifera Indica L.*) Variedad Chico Rico

Fuente : (TELGE , 1961)

Cuadro N° 1: Análisis de las características físicas del fruto

Variedad	Color	Tamaño	Peso Promedio (g)	Sabor	Composición		
					Cáscara (%)	Pulpa (%)	Semilla (%)
Haden	Amarillo rojizo	Grande	362,00	Agradable	8,30	86,40	5,30
Corazal	Amarillo rojizo	Grande	345,00	Agradable	10,20	77,60	12,20
Cambodiana	Amarillo brillante	Mediano	215,00	Característico	9,30	75,80	14,90
Saygón	Verdoso amarillento	Pequeño	146,50	Agradable	17,90	65,60	26,50
Carne de Ica	Amarillo rosado	Mediano	215,60	Agradable	6,80	79,10	14,10
Criollo	Verdoso amarillento	Mediano	231,51	Agradable	21,80	61,02	17,18

Fuente: (SAAVEDRA, 2000)

2.1.3. CLIMA.

El cultivo del mango necesita precipitaciones pluviales mínimas entre 1000 a 1200 mm de agua; 4 a 6 meses de estación seca, con menos de 60 mm al mes, para favorecer la producción.

La floración tiene lugar después de una lluvia de corta duración, normalmente suficiente para desencadenar el brote de las yemas florales (lluvia de los mangos). La lluvia durante la floración provoca la caída de las flores.

La insolación en la madurez, mejora el color y perfume de las frutas y es necesariamente imprescindible para el cuaje de los frutos (IICA, 1989).

El mango, se desarrolla en regiones cuya temperatura media anual oscila entre 20 y 25 °C, pudiendo llegar en invierno a 15 °C (IBAR, 1979).

2.1.4. RECOLECCIÓN Y CONSERVACIÓN.

El mango, suele tener cosechas irregulares, por lo que los frutos deben cogerse cuando hayan adquirido el tamaño adecuado, un poco antes de su completa madurez.

En estado de madurez, el fruto cede un poco bajo la presión de los dedos lo cual puede ser un medio para orientarnos, para saber si está completamente maduro. Si el fruto se coge maduro, mantiene sus buenas condiciones durante 5 días a temperatura entre 20 – 25 °C, en las mismas circunstancias; soporta 10 días a 8 °C. Recogido verde, pero con el tamaño propio de cada variedad, se mantiene hasta 25 días a 8 °C (IBAR, 1979).

2.1.5. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

Como fruto tropical, su cultivo tiene gran importancia a causa de su facilidad, ya que se encuentra semi espontánea, y por su gran producción.

El mango maduro puede consumirse cómo fruta fresca, en ensalada combinado con zumo de limón, aún verde puede cortarse en rodajas y hervirse con azúcar y agua hasta que se forme una jalea (IBAR, 1979).

Dependiendo de la variedad, los mangos pueden ser procesados térmicamente en rebanadas, en almíbar, jugos, néctares, jaleas y mermeladas, compotas, encurtidos; pueden ser procesados como puré y congeladas en rebanadas.

Económicamente es tan importante industrializar la fruta, como utilizar los subproductos frutícolas. Se ha observado que las grandes cantidades de desperdicios frutícolas (cáscara, fibra de pulpa, huesos), ocasionan serios problemas para su eliminación ya que no existen procesos integrales (en la mayoría de las agroindustrias), que usen todos los subproductos durante el proceso (IICA, 1989), (INDECOPI, 1987).

2.1.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA

En el cuadro N° 2, se reporta la composición química del mango.

Cuadro N° 2: Composición química en 100 g. de fruta

Componente	Cantidad
Valor energético (kcal)	60,00
Humedad (g)	83,00
Proteína (g)	0,40
Grasa (g)	0,20
Carbohidratos (g)	15,90
Fibra (g)	1,00
Ceniza (g)	0,50
Calcio (mg)	17,00
Fósforo (mg)	15,00
Hierro (mg)	0,40
Retinol (mg)	159,00
Tiamina (mg)	0,03
Riboflavina (mg)	0,11
Niacina (mg)	0,39
Ac. Ascórbico reducido (mg)	24,80

Fuente: (CHEFTEL, 1980).

Estando en mayor proporción la presencia de carbohidratos, que servirá de base principal para la obtención de almidón objeto del presente trabajo.

2.1.7. PRODUCCIÓN.

El Ministerio de Agricultura (Cuadro N° 3), hace un estimado de la producción en base a las hectáreas cultivadas y el rendimiento del mismo.

**Cuadro N° 3: Producción histórica de mango en Loreto
(2002-2007)**

Años	Áreas Cultivadas (Ha)	Producción (TM)
2002	168,00	1 952,00
2003	200,00	2324,00
2004	280,00	3253,00
2005	331,00	3813,00
2006	495,00	5702,00
2007	540,00	6274,00

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2007)

2.2. EL ALMIDÓN

2.2.1. GENERALIDADES

Los almidones son polisacáridos vegetales. Fisiológicamente son sustancias de reserva, análogas al glucógeno animal y no a los contribuyentes de estructura de tipo de celulosa o pectinas. Los almidones se encuentran principalmente en los granos de cereales y en los tubérculos como la papa, mandioca (cuadro N° 4).

También, se encuentran en cantidades elevadas en frutas como el plátano y en varias legumbres donde las transformaciones reversibles entre almidón y glucosa que intervienen en la maduración y después de la cosecha tienen una influencia notable sobre la calidad (CHEFTEL, 1980), (ALEIXANDRE, 1996).

El almidón de importancia mayor entre polisacáridos, está ampliamente difundido en la naturaleza como materia de reserva en casi todas las partes de todos los vegetales. Proporciona más calorías a la dieta normal del hombre que ninguna otra sustancia simple almacenada en numerosas semillas en cantidades de hasta un 70%,

se le considera como un producto que la naturaleza ha puesto al alcance del embrión, para nutrirlo en su primera fase de crecimiento. Se produce también en muchos tubérculos carnosos y raíces que lo contienen hasta en un 30%, con la finalidad de proporcionar un alimento de reserva a los tejidos que habrán de desarrollarse al crecer el vegetal, después de un periodo de letargo. El almidón, se acumula así mismo, en las pequeñas ramas leñosas con el mismo objetivo, es decir, almacenar una fuente de energía para el futuro crecimiento de las yemas en la primavera. Finalmente, en relación con la fotosíntesis, se encuentran almidones en numerosos cloroplastos de los tejidos de las hojas. **(BRAVERMA, 1967).**

En las partes citadas del vegetal, se observa que el almidón va almacenándose en forma de pequeños gránulos que varían de forma y tamaño según las distintas especies vegetales **(RAFOLS, 1985).**

Cuadro N° 4: Composición de diversos productos vegetales ricos en almidón (g/100 g materia seca).

Producto	Almidón	Proteínas	Lípidos	Fibra	Cenizas	Agua
Papa	84,00	8,00	0,50	3,00	4,00	78,00
Yuca	95,00	1,00	0,50	2,00	1,50	12,00
Trigo	75,00	12,00	≈3,00	≈3,00	≈2,00	≈12,00
Arroz	75,00	12,00	≈3,00	≈3,00	≈2,00	≈12,00
Sorgo	75,00	12,00	≈3,00	≈3,00	≈2,00	≈12,00
Maíz	75,00	12,00	≈3,00	≈3,00	≈2,00	≈12,00
Guisantes	60-66	25-30	1,50	6-8	1,5-3,0	75,00
Plátano	90,00	5,00	1,50	2,00	3,50	74,00
Semilla de umarí	63,80	4,53	0,39	-	1,83	-

Fuente: (CHARLEY, 1991),

En la actualidad; su fabricación se ha convertido en una industria importantísima, sobre todo, por la gran demanda de almidones obtenidos de los órganos vegetales. Por eso, la industria se ha preocupado de la extracción de dichos productos a partir de los cereales, raíces y tubérculos que los contienen en mayor cantidad. Así, en Europa, la fuente más importante de almidón, es la papa; en Brasil, se extrae de la tapioca o yuca

(casava, especie de manihot); el almidón del sago (*Cyas cirscinalis*), que crece en las Indias Neerlandesas, en Malaya y en el sur de Asia, constituye el tronco de varias palmeras; en los Estados Unidos, el maíz es el que proporciona mayor cantidad, y en el Japón, se obtiene del camote y la papa. Pueden conseguirse cantidades menos importantes del sorgo, trigo y arroz (RAFOLS, 1985).

Aunque los almidones proceden principalmente de plantas superiores, recientes investigaciones han demostrado que pueden obtener varias clases de sustancias similares, a partir de los microorganismos siguientes: *Neisseria perflava*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Torula histolytica*, *Clostridium*, *Pitiricum*, *Politomella colca* (RAFOLS, 1985).

2.2.2. ESTRUCTURA MOLECULAR

El almidón se compone de dos tipos de moléculas polisacáridos, una lineal (Amilosa) y otra ramificada (Amilopectina), (Figura N°3 y Figura N°4). Ambas son homoglicanos D-Glucosa. En el almidón natural, estas moléculas están íntimamente asociadas en gránulos estructurados, microscópicos, con amilosa en un 15-30% del total. Algunos cereales (maíz, sorgo y arroz), poseen variedades "córneas", que sólo tienen amilopectina. Se han desarrollado otras variedades en que la amilosa supone un 85%, del contenido total del almidón (FENNEMA, 1982).

A. AMILOSA.

La amilosa es un polímero lineal de residuos de D-Glucosa, unidos por enlaces α -1,4, del cual un fragmento se encuentra en la Figura N° 3 (SAAVEDRA, 2000). En los gránulos de almidón, este polímero está presente bajo la forma cristalina, debido principalmente al gran número de enlaces Hidrógeno existentes entre los grupos Hidrófilos. Los enlaces de hidrógeno de la amilosa, también son responsables de la absorción de agua y de la formación de geles, en el curso de la retrogradación, después de la gelatinización (SAAVEDRA, 2000).

El peso molecular de la amilosa varía según su origen botánico, el cuidado puesto en su aislamiento y el método utilizado. Se considera que los valores válidos para la amilosa son de 1,1 a 1,9 millones de Daltons. En general, parece que las

amilosas de las raíces y tubérculos tienen pesos moleculares mayores que el de los cereales **(FENNEMA, 1982)**.

El yodo, interactúa con la amilosa produciendo un fuerte color azul característico, debido al complejo que se forma entre una molécula de este elemento con cada 7-8 moléculas de D-Glucosa. Se requiere un mínimo de 40 moléculas de D-Glucosa para desarrollar perfectamente el color azul, por lo que las cadenas de amilosa de bajo peso molecular producen un color rojo con el yodo **(BAUDUI, 1984)**.

En el cuadro N° 6 se indica algunas propiedades de la amilosa y amilopectina.

B. AMILOPECTINA.

La mayoría de los enlaces entre las unidades de D-Glucosa de la amilopectina son de tipo - α - (1→4), como en la amilosa. Además, un 4-5% de las unidades de glucosa están unidas a α -(1→6) y dan una estructura ramificada creciente. La iso maltosa es el disacárido que contiene el enlace de ramificación **(FENNEMA, 1982)**.

RAFOLS, 1985 puntualizó que es extremadamente heterogéneo el peso molecular y, probablemente, el grado de ramificación de la amilopectina aislada por las técnicas que hoy se dispone. Las mejores valoraciones del peso molecular de la amilopectina (rayos X), alcanzan valores que van de 10 a más de 200 millones de Daltons.

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 figura 4. **(CHARLEY, 1991)**.

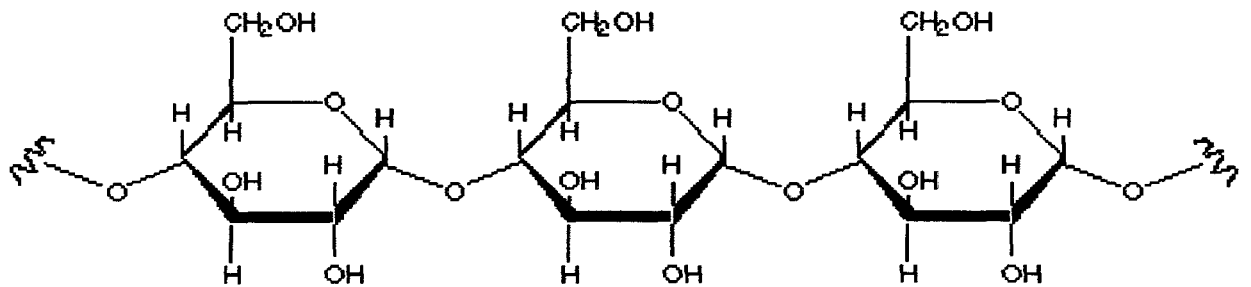
En el proceso de cocción, la amilopectina absorbe mucha agua y es, en gran parte responsable de la hinchazón de los gránulos de almidón. Así, los gránulos ricos en amilopectina son más fáciles de disolver en el agua a 95 °C, que los que contienen mucha amilosa. Debido al incremento estérico, las moléculas 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, 1980)**. El cuadro N° 5, indica los contenidos habituales de amilosa y amilopectina, en almidones naturales.

Cuadro N° 5: Contenido en amilosa y amilopectina de almidones naturales

Almidones	Amilosa (%)	Amilopectina (%)
Papa	23,00	77,00
Yuca	20,00	80,00
Trigo	20,00	80,00
Arroz	15-35	65-85
Sorgo	25,00	75,00
Maíz	25,00	75,00
Maíz céreo *	0,00	100,00
Amilomaíz *	77,00	23,00
Guisantes	40,00	60,00
Plátano	17,00	83,00
Semilla de umarí	12,50	87,50

* Obtenidos por modificaciones genéticas
 Fuentes: (CHARLEY, 1991) y (AGUIRRE, 1992)

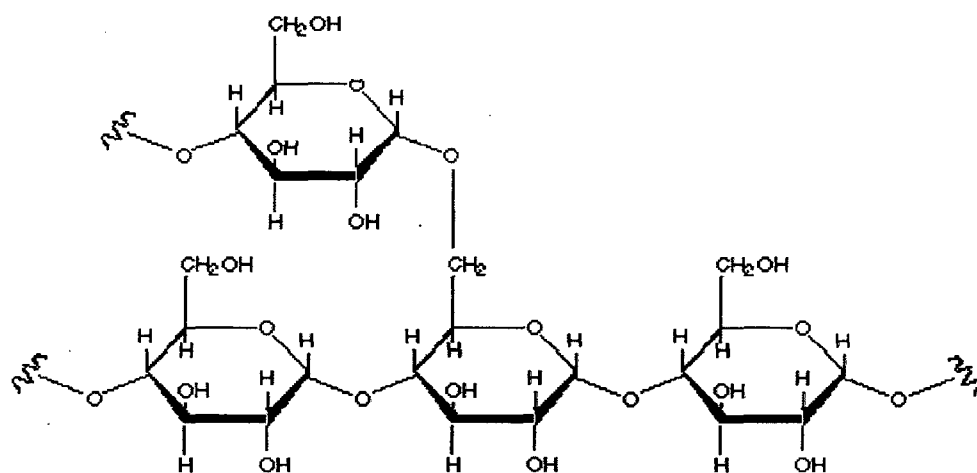
Figura N° 3. FRAGMENTO DE AMILOSA



Fuente: (BRAVERMA, 1967)

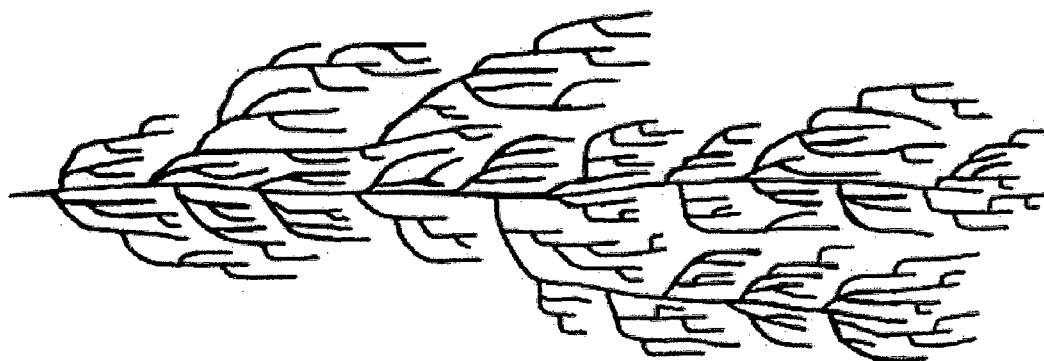


Figura N° 4. FRAGMENTO DE AMILOPECTINA



Fuente: (BRAVERMA, 1967).

Figura N° 5. ESTRUCTURA QUÍMICA COMPLETA DEL ALMIDÓN



Cuadro N° 6: Propiedades físicas y químicas de la amilosa y amilopectina

Propiedades	Amilosa Componente Lineal	Amilopectina Componente Ramificado
Peso Molecular (Daltons)	10000-60000	30000-1000000
Proporción en almidón	10-20	80-90
Determinación del grupo final aldehído	Un grupo final por 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 (**POTTER, 1978**)

En el cuadro N°6 se puede apreciar las características de los dos tipos de moléculas que están compuestos los almidones (amilosa y amilopectina), que son responsables de la absorción de agua y la formación de geles cuyos pesos moleculares y reacción con yodo se encuentran dentro de los valores considerados por (FENNEMA, 1982 Y RAFOLS, 1985) para almidones obtenidos de raíces y semillas.

2.2.3. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS ALMIDONES

A. ASPECTO MICROSCÓPICO Y TAMAÑO DEL GRANO

Estos gránulos son esferocristales visibles al microscopio electrónico, que dan con rayos X redes de difracción, contiene muy poca agua y su tamaño varía entre 5 µm (arroz), 5 a 100 µm (papa), 5 a 25 µm, (maíz), (**CHEFTEL, 1980**).

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 (Cuadro N° 07), (**BAUDUI, 1984**).

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.

Se muestran características particulares: 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), (BAUDUI, 1984).

B. SOLUBILIDAD Y PODER DE HINCHAMIENTO

El almidón en el estado natural, es prácticamente insoluble en agua fría, absorbe cerca de 25 a 30 % y no se hincha apreciablemente. Con la elevación de la temperatura, las ligaduras de hidrógeno que tiene estructura miscelar unido junto a las moléculas solventes en agua, tienden a disociarse. Las pequeñas moléculas se disocian a un nivel de energía más alto y pueden saturar la estructura del almidón. Durante el hinchamiento, las moléculas libres de amilosa y algunas moléculas libres de amilopectina de bajo D.P. (Poder Disolvente), abandonan el gránulo por difusión.

El rompimiento de la estructura del gránulo del almidón, cuando se somete al calor en solución acuosa, tiene lugar en tres fases diferentes:

1. En la primera fase absorbe agua, lenta y reversiblemente; se aprecia un hinchamiento limitado y el grano retiene su apariencia característica y birrefringencia. Una vez enfriados y secos no se observa cambios.
2. En la segunda fase del hinchamiento del gránulo, se hincha repentinamente, aumenta su volumen muchas veces, absorbe agua en cantidad y pierde su birrefringencia; aquí se observa un incremento rápido de su viscosidad y una vez enfriados los gránulos se alteran en sus apariencias y muchos de ellos pierden su estructura y birrefringencia.
3. La tercera fase tiene lugar, cuando se aumenta la temperatura, los gránulos se vuelven como bolsas sin forma, la parte más soluble del almidón están llenos de gránulos hinchados, que cuando se enfría forman un gel rígido (RAFOLS, 1985)

C. GELATINIZACIÓN

De una manera lenta, a través de sus zonas amorfas, los gránulos de almidón absorben diferentes cantidades de agua, según la especie y las proporciones de las dos fracciones constitutivas. El gránulo, en presencia de agua fría, se hincha y aumenta ligeramente de tamaño, lo cual sólo se puede observar en el microscopio. Cuando las suspensiones de almidón se calientan a temperaturas de más de 50-55 °C, los puentes

de hidrógeno intermoleculares de las zonas amorfas, se rompen y continúan la absorción de una mayor cantidad de agua, en un fenómeno conocido como gelatinización. En estas condiciones se pueden apreciar visualmente un aumento considerable del tamaño de gránulo que va paralelo a la pérdida de la birrefringencia debido a una ruptura del arreglo radial de los polímeros **(BAUDUI, 1984)**.

La temperatura a la que el gránulo de almidón comienza a hincharse rápidamente y a perder birrefringencia se denomina "Temperatura de Gelatinización", llamada con mayor propiedad "Margen de Gelificación", por que, dentro de la muestra los gránulos individuales de almidón, difieren no sólo en tamaño y forma, sino, en la necesaria energía para que se produzca el hinchamiento. Debido a que los almidones de diferentes orígenes muestran distintos márgenes de gelificación (cuadro N° 7), esta propiedad es útil para identificarlos **(FENNEMA, 1982)**.

En general, los gránulos pequeños se gelatinizan de manera más lenta a temperaturas más altas que los gránulos mayores **(RAFOLS, 1985)**.

Cuadro N° 7: Márgenes de gelificación y tamaño de granulo de diferentes almidones alimenticios

Origen	Temperatura De Gelatinización	Tamaño De Granulo (Micras)
Papa	58-67	5-100
Yuca	51-65	5-35
Trigo	58-64	11-41
Arroz	62-78	2-5
Sorgo céreo	67-74	5-25
Maíz	62-72	5-25
Maíz rico en amilasa	67-80	5-25
Maíz céreo	63-72	5-25
* Semilla de umarí	60-70	7-30

Fuente: **(BAUDUI, 1984) Y (AGUIRRE, 1992)**.

D. RETROGRADACIÓN

El fenómeno de retrogradación, se define como la insolubilización y precipitación espontánea de las moléculas de amilosa, debido a que las cadenas lineales se orientan paralelamente e interaccionan con ellas por puentes de hidrógeno a través de sus múltiples hidroxilos **(BAUDUI, 1984)**.

Cabe considerar a la retrogradación, como una progresión normal hacia la solidificación de un gel de almidón. La temperatura, tamaño, grosor y concentración de

las moléculas del almidón y la presencia de otros componentes influyen en la velocidad y grado de retrogradación (**FENNEMA, 1982**).

La retrogradación se puede efectuar por rutas diferentes, que dependen de la concentración y de la manera de enfriamiento de la dispersión de almidón. Una solución concentrada caliente, forma un gel rígido, irreversible cuando se enfría rápidamente hasta alcanzar la temperatura ambiente, o bien las soluciones diluidas se vuelven opacas y forman precipitados cuando se dejan reposar y enfriar lentamente, cada almidón tiene una diferente tendencia a la retrogradación, lo cual está directamente relacionado con su contenido de la fracción de amilasa. La retrogradación de la amilopectina, es más difícil, debido a que sus ramificaciones impiden la formación de puentes de hidrógeno entre moléculas paralelas; sin embargo., su insolubilización se produce cuando las soluciones de amilopectina se congelan y descongelan continuamente (**BAUDUI, 1984**).

La amilosa tiende a retrogradarse más fácilmente que la amilopectina, formando agregados insolubles de soluciones diluidas y geles irreversibles de soluciones concentradas (**RAFOLS, 1985**).

E. VISCOSIDAD.

Para fines industriales, los almidones se caracterizan por la viscosidad o fluidez de las suspensiones, o por la firmeza de sus geles. Las viscosidades 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 la suspensión 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 coalición y ruptura 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 involucrados 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, 1982**).

Cuando los gránulos de almidón se exponen al mismo tiempo al calor y a la humedad, hay una "gelatinización"; por encima de 55-70 °C, los gránulos hinchan debido a una absorción de agua por los grupos polares hidroxilos, absorción que en el caso del almidón de maíz, puede alcanzar un 2500%, en relación al peso inicial del almidón. En ese momento la viscosidad de la suspensión de almidón aumenta considerablemente, por que los gránulos hinchados se adhieren unos a otros. Si se prolonga el tratamiento hidrotérmico, puede surgir una ruptura de los gránulos, hidrólisis parcial y disolución más o menos completa de las moléculas constituyentes, lo que se origina un descenso de la viscosidad (CHEFTEL, 1980), (ALEIXANDRE, 1996),

2.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ALMIDONES

POTTER, 1978 menciona que los almidones, poseen las siguientes características:

1. No son dulces, sino neutros.
2. No se disuelven fácilmente en agua fría, son prácticamente insolubles.
3. Forman pastas y geles en agua caliente.
4. Proporcionan una fuente energética de reserva en plantas y en la nutrición de los animales.
5. Están presentes en semillas y tubérculos en forma de gránulos, características de almidón.
6. Por su viscosidad se emplea para espesar alimentos.
7. Sus geles se emplean en postres.
8. Sus geles pueden ser modificados por azúcares y/o ácidos.
9. Sus pastas y geles pueden retrogradarse a su forma insoluble al envejecer o congelarse, lo cual causa defectos en los alimentos que los contienen.
10. El desdoblamiento parcial de los almidones, producen las dextrinas.

2.2.5. IMPORTANCIA Y USOS DEL ALMIDÓN

La función nutricional de los almidones, es muy importante, porque, se constituye después de la hidrólisis digestiva en glucosa, la principal fuente de calorías de la alimentación humana. Así mismo, los almidones juegan un papel importante en la tecnología alimenticia, debido a sus propiedades fisicoquímicas y funcionales. Se utilizan como agentes espesantes y también, para aumentar la viscosidad de las salsas y potajes, agentes estabilizantes de geles o emulsionantes; así como, alimentos ligantes y agentes de relleno, por ejemplo, en las salchichas, donde favorece la retención de agua. El efecto de los almidones sobre la reología, consistencia y textura de numerosos alimentos, se debe principalmente a sus propiedades hidrocoloidales (**CHEFTEL, 1980**).

El almidón, tiene variedad de usos 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 pastillas y como vehículos de los medicamentos.
- En la fabricación de caramelos y confites para facilitar el moldeo
- Como adsorbentes de aceites, grasas y agua.
- 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 malta.
- Para la fabricación de fideos y pastas alimenticias (**ECHECOPER, 1968**).

2.2.6. ALMIDONES MODIFICADORES

Los almidones, se usan ampliamente en la industria alimentaria como agentes gelificantes, estabilizadores, emulsificantes, humectantes y espesantes; sin embargo, no siempre se pueden emplear en su forma natural, sin que en muchos casos se requiera de una modificación física o química para obtener de ellos las propiedades funcionales deseadas. Existen diferentes tipos de almidones modificados, entre los cuales los

hidrolizados pregelatinizados, oxidados, acetilados di-entrecruzados. En la obtención de cada uno de ellos, el almidón sufre algunas alteraciones en su estructura química que cambian las propiedades físicas y químicas que originalmente tienen en forma nativa. La industria utiliza los diferentes almidones modificados, de acuerdo con las condiciones de temperatura, pH, sales, presencia de otros compuestos, etc; de cada alimento; de tal forma, que muchos han sido desarrollados para propósitos muy específicos, por ejemplo, soportar varios ciclos de congelamiento-descongelamiento, para impartir distintos grados de viscosidad, ser resistentes a condiciones muy ácidas, etc. **(BAUDUI, 1984)**.

Los almidones hidrolizados, se pueden obtener a través de la acción de ácidos diluidos y de enzimas amilolíticas, ya sea en forma individual o conjuntamente **(BAUDUI, 1984)**. Con este método, se hidroliza bastantes moléculas en los gránulos, de manera que un calentamiento sucesivo en agua causa rápida fragmentación, con lo que se detiene el gran aumento de viscosidad que se conseguiría con un almidón no tratado. El grado de esta hidrólisis es controlable para dar un producto con grado deseado de fluidez. Los almidones modificados por los ácidos, se emplea en la fabricación de caramelos de goma de almidón (por ejemplo, perlas de goma), ya que permiten verter fácilmente en los moldes concentrados, calientes y de pequeña viscosidad, aunque con el tiempo y al enfriarse forman geles firmes. Los almidones pregelatinizados, son aquellos que simplemente se han precocidos y secados sobre rodillos para dar productos que se dispersan rápidamente en agua fría y conseguir suspensiones moderadamente estables **(FENNEMA, 1982)**.

Se utilizan en las salchichas y para alimentos infantiles deshidratados, de rehidratación "instantánea" **(CHEFTEL, 1980)**.

Por otra parte, los almidones oxidados se obtienen por una reacción de oxidación efectuada con hipoclorito de sodio en la cual los grupos hidroxilo son clorados, por lo que a este proceso también se le conoce con el nombre de cloración. La oxidación de los almidones, es un proceso al azar a través del cual los hidroxilos de las unidades de D-glucosa se transforman en grupos aldehídos, cetonas y carboxilos **(BAUDUI, 1984)**.

Los almidones oxidados, se utilizan sobretodo como materiales para aprestos y otras aplicaciones industriales. La oxidación puede realizarse mediante cualquier agente oxidante. Los más empleados son los iones peróxidos hipoclorito. Cuando se usan

hipocloritos, se añaden sales sódicas o cálcicas a la pasta de almidón ligeramente alcalinizada, produciéndose la reacción entre 30 y 50 °C, hasta alcanzar el grado de oxidación deseado. Luego, se agrega bisulfito sódico, para neutralizar el exceso de agentes oxidantes. Los productos comerciales conservan sus estructuras granulares y se colorean con el yodo. Aún cuando la cantidad de oxidación sea pequeña, sus propiedades como pasta se han alterado considerablemente, estos almidones tienen un tiempo de cocción más breve, menos viscosidad, mayor adhesividad, menor grado congelación y dan suspensiones de mayor claridad que el punto de partida. **(RAFOLS, 1985).**

Cualquier compuesto bifuncional, capaz de reaccionar simultáneamente con dos o más grupos hidroxilos, establece estos enlaces cruzados, pero en comparación se utilizan pocos reactivos para preparar almidones de este tipo. Estos reactivos, son epiclorhidrina, oxidloruro de fósforo, acroleína, trimetafosfato de sodio, anhídrido succínico y anhídrido adípico. Cuanto mayor es la cantidad de agente en la sal, mayor es la inhibición al hinchamiento. El sólo enlace cruzado no previene la retrogradación, especialmente durante la refrigeración y deshielo; por eso, muchas veces se incorpora durante estos procesos unos cuantos grupos acetilo, hidroxipropilo u ortofosfato monoesterificado. De esta manera, se consigue un amplio margen de propiedades modificadas según el almidón de origen, el reactivo empleado para el proceso, el grado de enlace y la introducción de otros distintos sustituyentes **(FENNEMA, 1982).**

2.2.7. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN.

Los procesos de obtención, aunque en esencia siguen líneas generales análogas tal como se muestra en la figura N° 5, presentan pequeñas diferencias según la materia prima que se utilice **(RAFOLS, 1985).**

Entre los procesos industriales de fabricación de almidón de raíces y tubérculos se tiene:

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

Por acción bioquímica, consiste en que los tubérculos son sometidos a un proceso de fermentación o pudrimiento durante cierto periodo. 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 en los Estados Malayos a principios del siglo XIX.

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, es sometida a un proceso de purificación en extractores centrífugos o canales de sedimentación.

Ambos procesos persiguen esencialmente lograr la ruptura de las células, para poner en libertad los gránulos de 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 proceso bioquímico, se obtiene un almidón de inferior calidad. Se hace necesario depósitos de fermentación y se usa para la producción en pequeña escala.

En el proceso por desintegración, el almidón es de calidad superior. Al emplear mecanismos técnicos facilita un continuo control del proceso para mejorar el producto y producir en gran escala **(CUEVA, 1961)**.

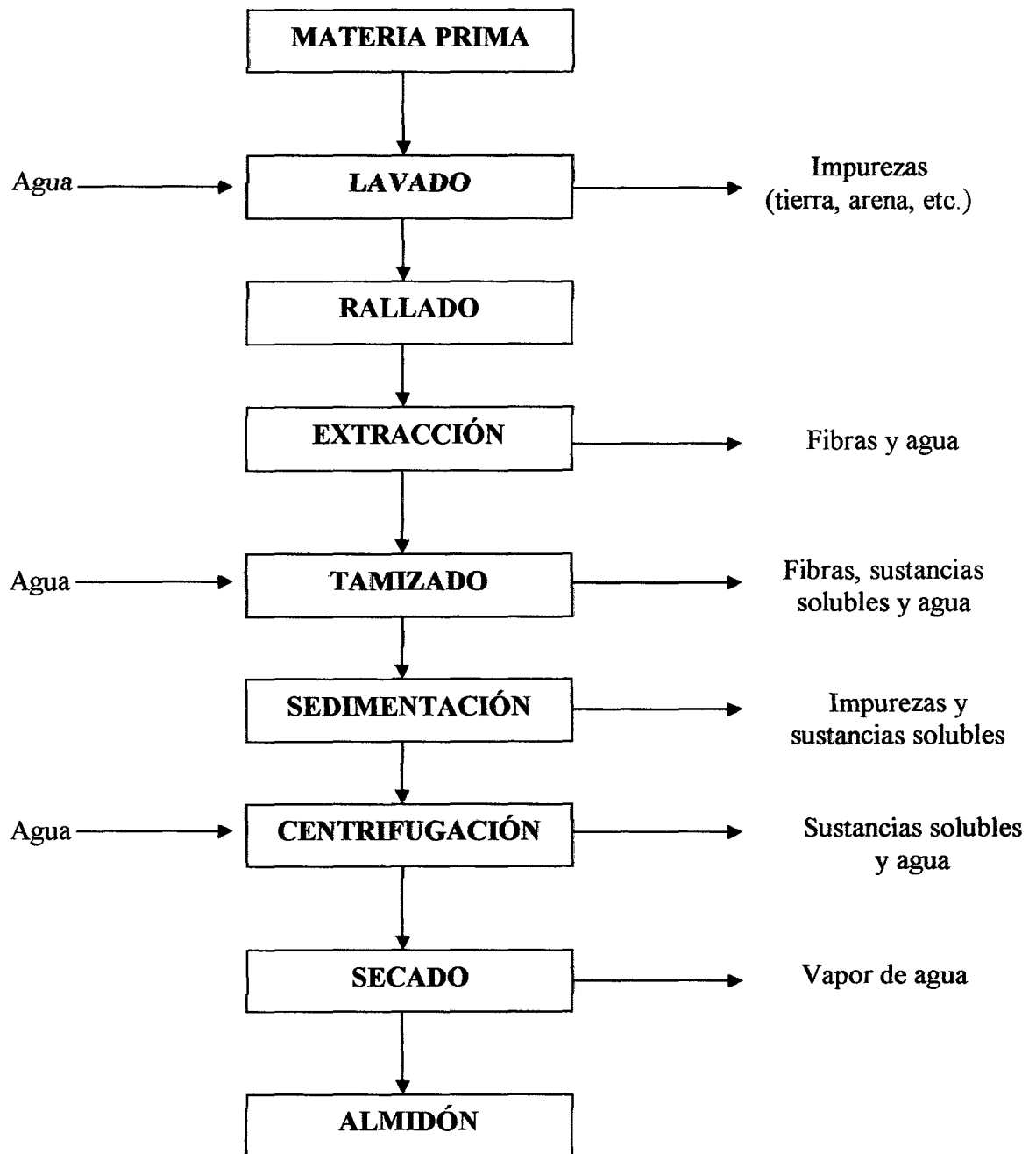


Figura N° 6. FLUJOGRAMA DE OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE RAÍCES TUBÉRCULOS Y SEMILLAS POR VÍA HÚMEDA.

Fuente: (LOAYSA, 1981)

2.3 DEL TALCO.

2.3.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL TALCO.

MATERIA PRIMA:

- Almidón de almendra de mango Chico Rico
- Almidón de maíz
- Alcanfor
- Triclosán
- Fragancia

PROCEDIMIENTO:

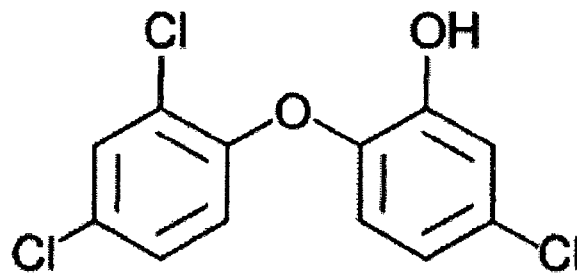
Para una base de 100 g. de talco, en un mortero de 0,5 litros de capacidad colocamos los 54,0 g de almidón de almendra de mango Chico Rico, lo pulverizamos bien, luego agregamos 41 g de almidón de maíz y procedemos a su homogenización. A continuación agregamos 2g de alcanfor previamente pesado y pulverizado en el mortero, agregamos 1g de triclosán, revolvemos muy bien, por ultimo agregamos 2mL de la fragancia, se continúa revolviendo hasta obtener un polvo homogéneo, se usa mascarilla todo el tiempo.

TRICLOSÁN: Es un potente agente antibacteriano y fungicida. En condiciones normales se trata de un sólido incoloro con un leve olor a fenol, es poco soluble en agua, *pero es soluble en etanol, cloroformo y muchos disolventes orgánicos.*

El Triclosán está presente en muchos productos cosméticos como agente desinfectante. Se ha demostrado que le triclosán es desintegrado en los procesos habituales de tratamiento de aguas residuales.

Triclosán (2,4,4' -triclora-2'-hidroxifenil éter) es un antiséptico utilizado en productos hospitalarios (soluciones para lavado de manos quirúrgico, jabones para lavado de pacientes) y productos de consumos (desodorantes, dentífricos).

Clásicamente se define su mecanismo de acción conocido como de difusión a través de la membrana citoplasmática e inhibición de la síntesis de RNA, lipídica y proteica, en las dosis de uso normales, Triclosán actúa como un biocida, con múltiples membranas y citoplasmas como objetivo, en dosis menores, tiene efecto bacteriostático.



5-Cloro-2-(2,4-diclorofenoxi) fenol

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR Y EJECUCIÓN

La fase experimental del trabajo, se realizó en los laboratorios de Análisis Químicos de la facultad de Ingeniería Química, los laboratorios de Análisis microbiológico de la facultad de Biología de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana y el laboratorio de toxicología del Instituto de Medicina Tradicional (IMET), durante los meses de Junio -Octubre del 2008.

3.2 MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCIÓN DE ALMIDÓN

La materia prima lo constituyeron los frutos del mango (*Mangifera indica L.*), variedad *Chico Rico*, los cuales fueron adquiridos en los principales mercados de abastos de la ciudad de Iquitos (mercado de Belén, mercado de Productores), puerto Masusa y de huertos en la periferia de la ciudad. (Foto N° 01 - Anexo)

3.3 MATERIALES Y REACTIVOS

3.3.1 MATERIALES

- Vasos de precipitado.....100 ml, 200 ml y 500 ml
- Matraces100 ml, 250 ml y 500 ml
- Tubos de ensayo..... 20 mm y 150 mm de diámetro
- Crisoles..... 20 ml
- Extractor soxhleth..... 250 ml de capacidad
- Estufa a corriente
- Balanza analítica..... escala de 0 hasta 200 g.
- Vernier..... escala de 0 a 10 cm.
- Cocina eléctrica..... De una hornilla
- Molino.....de serpentín
- Tamiz..... de malla 1mm
- Equipo de kejeldahl marca Buchi
- Cápsulas de porcelanas....20 ml de capacidad
- Microscopio
- Viscosímetro..... De Oswald

3.3.2 REACTIVOS. Se utilizaron reactivos químicamente puros , a partir de los cuales se prepararon las soluciones requeridas en cada etapa del experimento.

- Bisulfito de sodio
- Hexano
- Buffer
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido clorhídrico concentrado
- Hidróxido de sodio
- Cloruro ferrico
- Acetato de plomo
- Yodo

3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Para la obtención de almidón a partir de la almendra de mango (*Mangifera indica L.*), variedad *Chico Rico*, se usó el método de extracción por vía húmeda mediante las etapas que se muestra en la figura N° 6:

3.4.1 Materia prima

Para la obtención de almidón se utilizó frutos pintones de mango variedad Chico Rico.

3.4.2 Selección y/o Clasificación

Esta operación se realizó en forma manual y consistió en separar los frutos en grupos con diferentes características de calidad, basado en el tamaño, forma y carencia de defectos; forma arriñonada, libres de podredumbres, magulladuras y manchas.

3.4.3 Separación de la semilla del fruto

Con la ayuda de un cuchillo se separó la semilla del fruto. Luego, estas se lavaron con agua potable hasta eliminar la mayor parte de los azúcares presentes en su superficie.

Seguidamente, se secaron en estufa por dos horas para lograr un secado que facilite la separación de la almendra del endocarpio fibroso y del escutelo. (Foto N° 02 y foto N° 03 – Anexo)

3.4.4 Extracción de la almendra

Se realizó manualmente, con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable. (Foto N°04 – Anexo).

3.4.5 Selección de las almendras

Con la finalidad de asegurar que las almendras extraídas se encuentren frescas y sin ningún deterioro aparente, se realizó la selección de las mismas, descartándose las almendras con presencia de manchas, puntos negros y aquellas que se observaron oscuras. Todo ello con la finalidad de asegurar la óptima calidad del producto final

3.4.6 Maceración

Las almendras seleccionadas se colocaron en una fuente plástica que contenía una solución de bisulfito de sodio NaHSO_3 al 0,0; 0,5; 1,0 y 1,5%, respectivamente en volumen suficiente que cubra las almendras, por un tiempo de 48 horas.

El bisulfito de sodio se utilizó como un agente antioxidante, para prevenir la actividad microbiológica y ayudar al blanqueo del almidón con la eliminación de taninos. Para establecer el efecto de la concentración de bisulfito de sodio, las almendras sulfatadas fueron comparadas con el color de la almendra fresca y analizadas en cuanto a sulfito residual (expresado como SO_2) y porcentaje de tanino eliminado, luego de ser deshidratados a 60 °C y molidas.

3.4.7 Lavado

Se efectuaron varios lavados con agua destilada, con la finalidad de eliminar los residuos de bisulfito de sodio y algunas impurezas adheridas a las almendras.

3.4.8 Pre-desintegrado

Las almendras fueron cortadas en pedazos en forma manual con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable, operación que es de suma importancia porque permite reducir la almendra a tamaños más pequeños, para facilitar el licuado.

3.4.9 Licuado

Las almendras cortadas fueron transformadas en partículas pequeñas adicionando agua destilada, con el fin de facilitar la extracción del almidón. Esta operación se realizó con la ayuda de una licuadora.

3.4.10 Tamizado

La pasta proveniente del licuado, se hizo pasar a través de una tela fina. Se utilizó agua con bisulfito de sodio al 1%, para evitar el pardiamiento del almidón y optimizar su extracción.

3.4.11 Sedimentación

Se efectuó por gravedad. El líquido sobrenadante se drenó con mucho cuidado, después de unas horas de reposo, el residuo se lavó con agua destilada y se procedió a una resedimentación.

3.4.12 Filtración.

Una vez sedimentada el residuo se filtró al vacío usando embudo de trampa de agua

3.4.13 Purificación

Se ensayaron en el laboratorio, diversos tratamientos para la purificación del almidón, con la finalidad de obtener un almidón que cumpla con las Normas Técnicas Peruanas exigidas por INDECOPI, logrando así mejor textura, color y disminución en el contenido de grasa y proteínas (Anexo 5).

En cuanto al desgrasado, se efectuaron tres lavados con etanol al 95% y extracción con hexano en tres etapas, en frío.

El desproteínizado se realizó con solución Buffer (pH 10,1). También con NaOH 1 N, (SAAVEDRA, 2000). Luego, se lavó con NaOH 0,2 N y HCl 0,2 N.

3.4.14 Secado

Se procedió a secar, para obtener un almidón con la humedad requerida. Se ensayaron tres temperaturas: 55, 60 y 65 °C. Para definir la temperatura óptima de secado, las tres muestras se llevaron a una Evaluación Sensorial a Escala Hedónica y los resultados fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANVA) para un Diseño en Bloques, completamente al azar (DBCA) y las diferencias existentes mediante prueba de DUNCAN al 5%.

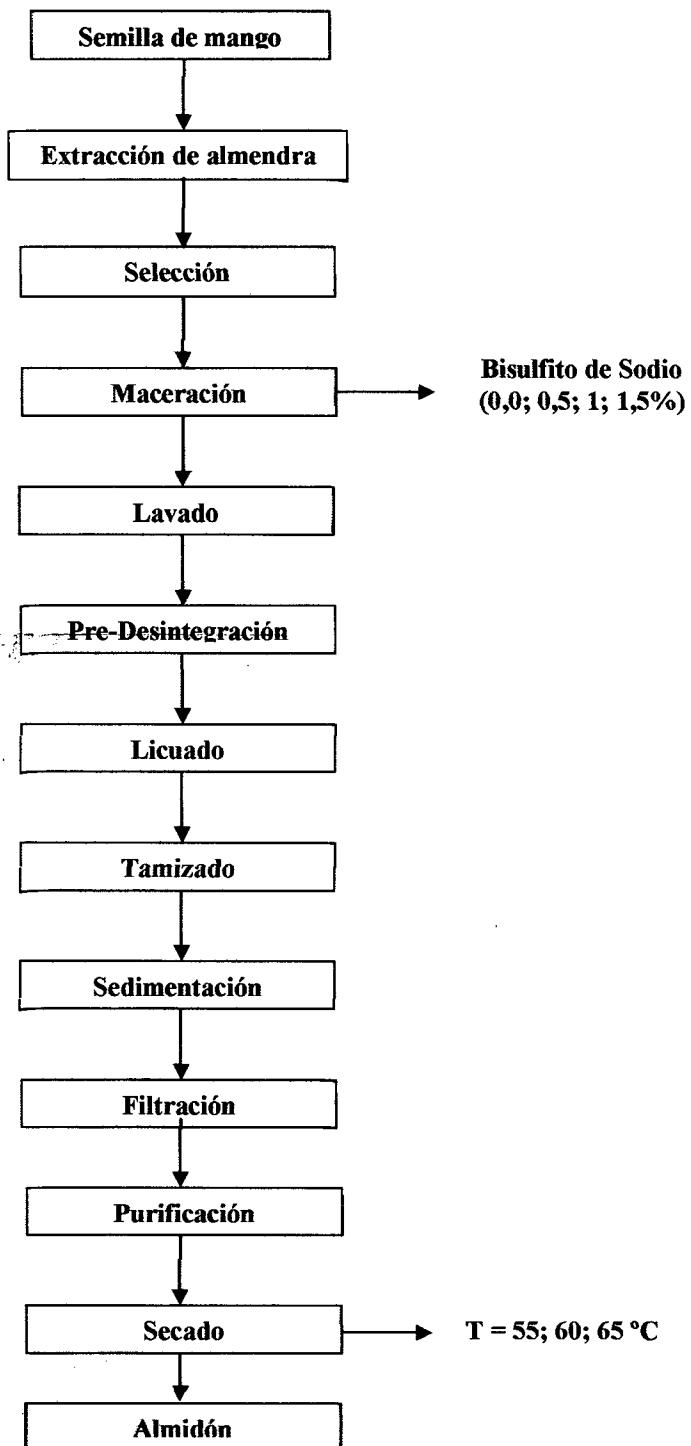


Figura N° 7. FLUJO GRAMA PRELIMINAR PARA OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE ALMENDRA DE MANGO (*Mangifera indica L.*) VARIEDAD CHICO RICO.

3.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1 De La Materia Prima

A). Análisis físico

- a. Composición física del fruto; se tomó el peso del fruto y se expresó en porcentaje.
- b. Biometría; se tomó medidas de peso y tamaño (longitud, ancho y altura), de un grupo de 100 semillas, elegidos al azar; la forma se determinó por similitud de éstas, con objetos de forma conocida.
- c. Composición física de la semilla; se tomó peso de las partes de la semilla, expresadas en porcentajes.

B). Análisis químico proximal

- a. Humedad; mediante el secado en estufa a 110 °C y a presión atmosférica, hasta peso constante (*Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemists. Fourteenth Edition, 1979*)
- b. Proteína total; por método semimicro-kjeldahl ($\%N \times 6,25$) (*Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemists. Fourteenth Edition, 1979*)
- c. Grasa total; con Soxhlet, empleando hexano como solvente (*Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemists. Fourteenth Edition, 1979*)
- d. Cenizas totales; por incineración de la muestra en mufla a 550 °C durante 24 horas (*Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemists. Fourteenth Edition, 1979*)
- e. Fibra bruta; indicado por el método Henneberg (o gravimétrico) mediante hidrólisis ácido-alcalino (*Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemists. Fourteenth Edition, 1979*)
- f. Carbohidratos; por diferencia de peso.

C). Determinación de taninos

Se efectuaron dos extracciones: la primera con una mezcla de Etanol- hexano (2:1) y la segunda con agua destilada. El extracto fue sometido a un análisis cualitativo, para determinar el tipo de tanino presente en la muestra mediante reacciones colorimétricas y formación de precipitados (Cuadro N° 8). Posteriormente se realizó el análisis cuantitativo por el método de STIASNY y se determinó el porcentaje de tanino en la muestra inicial. **(ASTM, 1990)**.

Cuadro N° 8: Reacción cualitativa de taninos

Reactivo	Tipo de Tanino	
	HIDROLIZABLE	CONDENSABLE
Cloruro Férrico	Violeta-azul	Verde
Acetato de Plomo	Precipitado	No hay precipitado
Formalina	No hay precipitado	Precipitado

3.5.2. Del almidón

A. Análisis físico-químico

- a. Análisis químico proximal; mediante los métodos empleados en el Análisis Químico Proximal de la materia prima.
- b. pH; método potenciométrico.
- c. Acidez titulable; mediante valoración **(NTP, 1974)**.
- d. Sulfito residual; según la técnica descrita por **(PEARSON, 1986)**.
- e. Densidad aparente; determinando el peso y el volumen del almidón, este último en un picnómetro.
- f. Determinación de color; este análisis se realizó tomando como base la Norma NTP 209.073:1974, que se basa en la comparación visual del almidón o analizar con un almidón patrón, en este caso almidón de maíz.
- g. Aspecto microscópico y tamaño del gránulo; para determinar la forma, se observaron los gránulos del almidón en un microscopio tetraocular, marca CARL ZEISS JENA, modelo laboral 4, con cámara fotográfica incorporada (01).

En cuanto al tamaño del gránulo, se determinó comparativamente mezclando una gota de solución de almidón al 0,5% con otra sangre, observando en el microscopio y determinando las veces que un glóbulo rojo de 7,5 μm en promedio, hace el tamaño de un gránulo de almidón.

- h. Temperatura de gelatinización; se siguió con el método propuesto por **(SAAVEDRA, 2000)**.
- i. Viscosidad; mediante viscosímetro rotacional, modelo VISCOSTAR-R.
- j. Determinación de porcentaje de amilasa; según método propuesto por **(SAAVEDRA, 2000)**. Exactamente $20,0 \pm 0,02$ mg (b.s) de almidón desengrasado (extracción Soxhlet con metanol 90% por 24 horas) fueron colocados en un vaso de 50 mL y disueltos con 10 mL de KOH 0,5 N, con agitación magnética por 30 minutos.

La dispersión fue cuantitativamente trasferida 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 tartrato de sodio y potasio a 0,4%; 0,5 mL de solución de I_2/KI (0,2 gr. /2,0 g. 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. Como blanco fue usada una solución de 50 mL (balón volumétrico) conteniendo 0,5 mL de solución I_2/KI (0,2 g. /2,0 g. en 100 mL) y 20 mL de solución de tartrato de sodio y potasio a 0,4%.

Con este valor de absorbancia, interceptamos la curva patrón y encontramos la concentración (mg) de amilosa, para luego calcular el % de la misma en la muestra.

B. Análisis microbiológico

- a. Numeración de mohos y levaduras, por el recuento en placas, utilizado como medio de cultivo OGA **(MOSEL, 1967)**.

- b. Número total de gérmenes aerobios viables, por el recuento de placas, utilizando como medio de cultivo Aghar Recuento (PEARSON, 1986).

C. Análisis sensorial

Se realizó mediante prueba sensorial, usando la Escala Hedónica de 5 puntos. El panel estuvo conformado por 10 personas, entrenadas (Estudiantes del X Ciclo y egresados de la Facultad de Ingeniería Química), a quienes se indicó en que consistía la prueba y los objetivos de la misma. Las muestras de almidón fueron representados en placas Petri, a razón de 20 g. por muestra. Los panelistas evaluaron las características de color, olor, textura (grado de finura al tacto) y aspecto general del almidón. El formato del anexo 2 se usó para evaluar las temperaturas de secado T1 = 55° C, T2 = 60° C y T3 = 65° C). Con los datos obtenidos de las evaluaciones se efectuó el análisis de varianza, haciendo uso de la Prueba de F y con la finalidad de encontrar las diferencias significativas entre una y otra combinación se hizo uso de la prueba de Duncan al 5%.

3.5.3. Del Talco

Determinación de la Irritabilidad Dérmica del Talco.

OBJETIVO:

Determinar el potencial irritante.

SUSTANCIA DE ENSAYO:

Nombre de la Sustancia : Talco para pies.

SISTEMA EXPERIMENTAL:

Especie	:	Conejo albino (deben ser sanos).
Línea	:	Nueva Zelanda.
Número de Animales	:	3 individuos por ensayo.
Sexo	:	Machos o hembras.
Peso Corporal	:	No menor de 2 Kg.
Hospedaje	:	Jaulas metálicas individuales.
Dieta	:	- Conejina. - Pellets elaborado en IMET-ESSALUD.

Condiciones Ambientales.

Temperatura	:	23°C + 3°C
Humedad	:	30% al 70%
Ciclo de luz	:	12 H x 12 H. oscuridad.

Cuarentena: Periodo de 7 días en el cual los animales son sometidos a un proceso de adaptación, para el manipuleo y controles.

- Parasitológico.
- Bioquímico.
- Hematológico: hemoglobina, hematocrito, recuento y fórmula leucocitaria.

METODO EMPLEADO:

Equipos, Materiales y Drogas.

- Jaulas para conejos.
- Comederos.
- Bebederos.
- Laurel sulfato.
- Cloruro de sodio.
- Rasuradotes.
- Gasa estéril.
- Esparadrappo hipoalérgico.
- Tijeras y pinzas de disección.
- Plumón marcador.
- Algodón hidrófilo.
- Espátula de acero inoxidable.
- Balanza analítica digital.
- Balanza triple brazo/animal.
- Pipetas volumétricas de 1 mL y 5 mL.
- Tips.
- Micro pipetas.

Ruta de Administración.

- Vía tópica.

Procedimiento Experimental.

- **Depilado de los Animales:**

24 horas antes del ensayo se seleccionó el material biológico adecuado (conejos albinos), (foto N° 05 – Anexo) y luego fueron depilados, por la zona dorsal, a una distancia suficiente de la columna vertebral que permita proceder a la aplicación y observación de los sitios de ensayo.

Área de depilado: 13 cm * 14 cm (10% de la superficie corporal de la piel de conejo). (Fotos N° 06 y 07 – Anexo).

Seleccionar los animales con la piel intacta.

- **Tiempo y Aplicación de la Sustancia.**

La aplicación de la sustancia se realiza dependiendo del estado físico del mismo (0,5g sólido y 0,5 mL líquido), si es polvo se le humidificará con agua u otro solvente no irritante.

El área de aplicación debe ser de aproximadamente de 6 cm² (2 cm * 3 cm).

Se hace necesario la aplicación de parches de gasa y sujetarles con el esparadrapo hipoalérgico no irritante.

Se usaron de 3 a 4 sitios de aplicación, en todo momento se debe evitar que los animales tomen contacto con el parche por lo menos durante el tiempo de exposición se les mantiene en cajas individuales (fotos N° 08 , 09 y 10. – Anexo).

- **Periodo de Evaluación y Observación.**

Mínimo: 4 horas.

Máximo: 72 horas.

De observarse signos de irritación y de persistir los mismos hasta las 72 horas de evaluación, en algunos casos se recomienda una observación adicional para establecer la reversibilidad hasta un máximo de 14 días.

Al final del periodo de evaluación normado (4 horas), se remueve el parche o parches y se marca la posición de los sitios de aplicación; ahora la solución muestra se lo remueve con la ayuda de un solvente no irritante embebido en un algodón y en todo momento evitar lesionar la epidermis (Foto N° 11 – Anexo).

Irritación:

Un solo parche/ 4 horas.

Si no hay efecto corrosivo, ni irritante severo después de las 4 horas, se utilizan 2 animales más y cada uno con un parche por 4 horas.

Registro:

Se registran las lecturas siguientes:

Para eritema y edema:

- 1 hora.
- 24 horas.
- 48 horas.
- 72 horas.

Después de la remoción del parche.

Al final del experimento los animales serán sacrificados por el método de dislocación cervical o atmósfera de saturada con éter o inyección letal, teniendo en cuenta los principios éticos en la experimentación animal en lo que respecta a disminuir el dolor y el sufrimiento en cuanto al sacrificio **(SMYTH, 1992) Y (BETANCOURT, 1999)**

Evaluación:

- Tabular la irritación con respuestas individuales, en cada periodo de evaluación.
- Describir el grado y naturaleza de la irritación observada.
- Estudios histopatológicos.
- Describir cualquier otro efecto tóxico.
- Índice de irritación primaria.

Fórmula para determinar el índice de irritación primaria.

$$IIP = \frac{\sum \text{valor de eritema y edema por 24, 48 y 72 horas}}{\text{N}^\circ \text{ de animales y las observaciones}}$$

Las lesiones se gradúan de acuerdo a la tabla de DRAIZE para eritema y edema. **(LITTER, 1986) Y (SMYTH, 1992)**

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ALMENDRA DEL MANGO

4.1.1 Análisis Físico

El fruto está compuesto por tres partes: cáscara, pulpa y semilla. En el Cuadro N° 9, se muestra el peso y el porcentaje que representa cada uno de ellas.

Cuadro N° 9: Peso y porcentaje de las partes del fruto del mango (*Mangifera Indica* L.) variedad Chico Rico.

Partes	Peso (g) *	Porcentaje (%)
Fruto	89,58	100
Cáscara	17,09	19
Pulpa	57,41	64
Semilla	15,08	17

* Valores promedio de 100 frutos (semilla fresca)

En el Cuadro N° 9; se observa que el mango, variedad Chico Rico, tiene un peso promedio de 89,58 g. muy por debajo de las variedades Criollo (231,51 g); Cambodiana (215,00 g.); Carne de Ica (215,60 g.); Haden (362,00 g.) y Corazal (345,00 g.), considerando por este motivo de "tamaño pequeño", tal como se puede apreciar en el Cuadro N° 1, (SAAVEDRA, 2000).

Con respecto al porcentaje de pulpa, tal como se puede observar, representa el 64%, que es un porcentaje inferior a los valores reportados en el Cuadro N° 1, con respecto a las otras variedades, siendo el de mayor rendimiento en pulpa la variedad Haden (86.4%). En cuanto a la cáscara, que representa el 19 %, es un valor superior a los mencionados por (SAAVEDRA, 2000) conteniendo el menor porcentaje la variedad Carne de Ica (6.8%). La semilla, que es la parte que interesa, en la variedad Chico Rico representa el 17 %, que representa un valor mayor a los porcentajes de las demás variedades, a excepción de la variedad Saygon que tiene 26.5% de semilla, resultando la de menor porcentaje en semilla la variedad Haden (5.3%).

A. Biometría de la semilla

El análisis biométrico de las semillas, estuvo referido a la determinación de peso, tamaño y forma, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 10.

Como se observa, la semilla fresca del mango variedad Chico Rico, tiene un peso promedio de 15,07g., el cual es secado a 110°C por 4 horas obteniéndose un peso promedio de 11.72g. (Semillas secas), para facilitar la extracción de la almendra.

El tamaño de la semilla se considera mediano y la forma irregular o por lo general arriñonado.

Cuadro N° 10: Biometría de las semillas de mango (*Mangifera indica L.*) variedad Chico Rico.

Parámetro	Valores *
Peso (g)	15,07
Tamaño (cm)	
- Longitud	5,87
- Ancho	4,78
- Altura	4,01
Forma	Irregular, por lo general arriñonado

- Valores promedio de 100 frutos (semillas frescas)

Cuadro N° 11: Biometría de las semillas de mango (*Mangifera Indica L.*) variedad Chico Rico.

Parámetro	Valores *
Peso (g)	11,72
Tamaño (cm)	
- Longitud	4,94
- Ancho	3,05
- Altura	1,77
Forma	Irregular, por lo general arriñonado

- Valores promedio de 100 frutos (semillas secas a 110 °C por 4 horas).

Como se puede observar en el cuadro N° 11 la semilla seca de mango Variedad Chico Rico tiene un peso de 11,72 g reducido en un 21,8% respecto al de la semilla fresca, lo mismo ocurre con las dimensiones (longitud, ancho y altura) que se reducen en 15,84%, 36,2% y 55,8% respectivamente.

B. Composición física de la semilla

La semilla está compuesta por tres partes principales: carozo (endocarpio fibroso), almendra (cotiledón), y la cutícula (testa). En el Cuadro N° 12 se reporta el peso y porcentaje de cada una de ellas.

Cuadro N° 12: Partes de la semilla de mango (*Mangifera Indica L.*) variedad Chico Rico.

Partes	Peso (g) *	Porcentaje (%)
Semilla	11,712	100,00
Carozo	3,13	26,73
Almendra	7,73	65,59
Cutícula	0,89	7,68

- * Valores promedio de 100 frutos (semillas secas en estufa a 110°C por 4 horas).

Como se puede observar en el Cuadro N° 12, la almendra, parte más importante de la semilla y materia prima para nuestro trabajo de investigación, representa el 65.59%, considerándose un valor aceptable.

4.1.2. Análisis químico proximal

Los resultados del análisis químico de la almendra de mango (*Mangifera indica L.*) variedad *Chico Rico*, se presentan en el Cuadro N° 13, donde se observa que la almendra presentó un alto contenido de Carbohidratos (almidón), que merece ser aprovechado industrialmente. Estos resultados difieren porcentualmente, sobre todo en lo referente a grasa total y fibra, de las determinaciones realizadas (SAAVEDRA, 2000), el cual reporta 12.99% de grasa y el porcentaje de fibra considera despreciable. Pero no especifica la variedad de mango.

Cuadro N° 13: Análisis químico de la almendra de mango (*Mangifera Indica L.*) variedad *Chico Rico* (%).

Componente	Base Húmeda	Base Seca
Humedad	40,77	-----
Proteína	3,08	5,20
Grasa	5,74	9,69
Carbohidratos	46,70	78,85
Ceniza	1,27	2,14
Fibra	2,44	4,12

* Valores promedio de tres repeticiones

Como podemos observar en el cuadro, los porcentajes de Proteína y Grasa, son relativamente altos, comparados con otras materias primas, como, los cereales y tubérculos; así como con la semilla de umarí, que contienen valores bajos que facilitan la extracción del almidón sin purificarlo, pero en este caso el trabajo se profundizó en la etapa de purificación, es decir en la eliminación de la grasa de la proteína, que influyen en la pureza del almidón y de esta manera estar dentro de los límites permisibles (NTP, 1974).

4.1.3. Determinación de tanino

Mediante el análisis cualitativo indicado en el Cuadro N° 8, se obtuvo un tanino tipo hidrolizable; la reacción con cloruro férrico dio una coloración violeta azul, la reacción con acetato de plomo acético, formó un pequeño precipitado de color pardo y la reacción con solución de formalina, no dio ningún precipitado.

El análisis cuantitativo a través del STIASNY, reportó un porcentaje de tanino en la muestra de 1,65%, similar a lo determinado por (CRUZ, 1993) que es de 1,6%, como se puede observar en el Cuadro 14.

4.2. DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE ALMENDRA DE MANGO VARIEDAD CHICO RICO

4.2.1. Maceración

Los resultados de las pruebas experimentales, a las condiciones indicadas en el proceso experimental, se muestran en el Cuadro N° 14.

Cuadro N° 14: Efecto de la concentración de bisulfito de sodio sobre el color de las almendras, el % de tanino y el contenido residual de SO₂ en el almidón de almendra de mango.

Concentración de Bisulfito de sodio (%)	Color de la almendra fresca	Color de las almendras después del tratamiento	Contenido de tanino (%)	Tanino eliminado (%)	Contenido de SO ₂ residual (ppm)
0,0	Blanco	Pardo (café)	1,65	15,36	0
0,5	cremoso	Ligeramente pardo	0,98	49,35	6
1,0	Blanco	pardo	0,00	100,00	13
1,5	cremoso	Blanco	0,00	100,00	31
	Blanco	cremoso			
	cremoso	Blanco			
	Blanco	cremoso			
	cremoso				

En el Cuadro N° 14 se observa que la maceración en agua y en bisulfito de sodio 0.5%, no son suficientes para evitar el oscurecimiento de la almendra y la eliminación total del tanino; en cambio a concentraciones de 1.0 y 1.5% las almendras sulfitadas y luego expuestas al ambiente no experimentan ningún cambio de color, demostrando la

inactivación completa de las enzimas y la eliminación total del tanino. Por lo tanto la concentración óptima de bisulfito de sodio es de 1.0%, obteniéndose posteriormente almidón de color muy aceptable y libre del sabor astringente que brinda el tanino y con 13 ppm de SO₂ residual. Este nivel de sulfito residual está por debajo de límite máximo permisible por **(NTP, 1974)** (50 ppm), para almidón no modificado de maíz de uso industrial alimenticio y farmacéutico. Ver Anexos N° 4 y N° 6

4.2.2. Purificación del almidón

A. Desgrasado

Este proceso se realizó, dado el alto contenido de grasa (9,69% en base seca, Cuadro N° 13), del almidón no purificado. Al desgrasarlo queda con una concentración de almidón más elevada y con un color más claro. En principio, la grasa se intentó eliminar con etanol al 95%, efectuando 3 lavados al almidón con agitación de 10 minutos cada uno, pero no se logró resultados satisfactorios.

Posteriormente se hizo una extracción con hexano. La muestra de almidón fue colocada en un vaso de precipitado y se agregó hexano en una porción de 2:1 (v/w). Se agitó durante 15 minutos; luego, se filtró al vacío. Esta operación se hizo en tres etapas, obteniéndose resultados positivos, disminuyendo el contenido de grasa del almidón en un 86,93%, Ver anexo N° 07.

B. Desproteínizado

Las proteínas se intentaron eliminar con una solución buffer (pH =10.1). También se intentó eliminarlas con NaOH 1 N **(SAAVEDRA, 2000)**; pues, no se logró resultados positivos, dado que siempre se quemaba la muestra. Se ensayó en el laboratorio un lavado sucesivo con NaOH 0.2 N y HCL 0.2 N, dando un resultado muy satisfactorio y consistió en tomar una muestra de 10 g. de almidón y se agregó 50 mL de NaOH 0.2N, se agitó por 15 minutos y se dejó reposar por 10 minutos, observando que la solución tomaba una coloración verdosa y formación de una pequeña película de aceite, se filtró al vacío lavando con agua destilada, para luego agregar 50 mL de HCL 0.2N, se observó la decoloración del almidón, se procedió igual con la soda y luego se secó. Obteniéndose finalmente un almidón más blanco que antes del desproteínizado y con un

contenido de proteína de 0.11%, eliminándose en un 96.28% de la proteína presente en el almidón no purificado, Cuadro N°19.

4.2.3. Secado

La muestra purificada fue deshidratada a temperaturas de 55, 60 y 65° C, hasta una humedad que esté dentro del límite máximo permisible (**NTP,1974**) 10.5-12.5% en B.H.). En este, caso se logró una humedad de 9.75% en un tiempo de 8 horas. Para determinar la temperatura óptima de secado, las muestras fueron sometidas a una evaluación mediante una prueba sensorial de Escala Hedónica, por 10 panelistas no entrenados, cuyos resultados y promedios de los atributos evaluados se observan en el Cuadro N° 15, colocando al tratamiento 2 (60° C), con un calificativo de muy bueno y con un puntaje de 3.95 (Cuadro N° 15).

Los resultados fueron sometidos al Análisis de Varianza (ANVA) para un DBCA y a la Prueba de DUNCAN al 5%, para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos. Los resultados del Análisis de varianza (ANVA) se encuentran en el Cuadro N° 16, donde se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos para las características de olor y textura al nivel de 5% de significancia. En lo que se refiere a las características de color y aspecto general, los tratamientos son iguales; pero existe diferencia significativa a nivel de panelistas, quiere decir que no hubo homogeneidad en las evaluaciones que hicieron los panelistas a los tratamientos en estudio.

La comprobación de las diferencias entre los tratamientos se aprecia en el Cuadro N° 17, mediante la Prueba de DUNCAN al 5% de significancia. En cuanto al color, la mejor muestra corresponde a 60° C, pero estadísticamente son iguales todos los tratamientos. La mejor muestra en cuanto al olor corresponde al tratamiento de 60°C y existe alta diferencia respecto a los demás tratamientos. Estadísticamente, en cuanto a la textura, el mejor promedio corresponde al tratamiento de 60°C, existiendo diferencia respecto a los demás tratamientos. Y en lo que respecta a la característica de aspecto general, el mejor tratamiento corresponde al de 60°C, pero estadísticamente son iguales los tres tratamientos. De la evaluación sensorial se concluye que el mejor tratamiento

corresponde a la muestra secada a 60°C. El formato, los cálculos y resultados se muestran en los anexos N° 01, 02 y 03.

Cuadro N° 15: Resumen de los promedios del análisis sensorial por atributo

Características	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Color	3,5	3,7	3,6
Olor	3,2	3,8	3,3
Textura	3,5	4,2	3,6
Aspecto general	3,7	4,1	3,9
PROMEDIO	3,475	3,95	3,6

Leyenda: T1 = 55 °C, t2=60°C, T3=65°C

Cuadro N° 16: ANVA de la evaluación sensorial por atributo en la obtención de almidón de mango variedad Chico Rico.

CARACTERÍSTICAS	F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft
Color	Tratamiento	2	0,20	0,10	0,28	3,57
	Panelista	9	16,53	1,84	5,11	NS
	Error	18	6,47	0,36		2,47 *
Olor	Tratamiento	2	2,07	1,03	5,69	3,57 *
	Panelista	9	6,03	0,67	3,69	2,47 *
	Error	18	3,27	0,18		
Textura	Tratamiento	2	2,87	1,43	3,99	3,57 *
	Panelista	9	12,03	1,34	3,72	2,47
	Error	18	6,47	0,36		*
Aspecto general	Tratamiento	2	0,80	0,40	1,59	3,57 *
	Panelista	9	7,37	0,82	3,25	2,47
	Error	18	4,53	0,25		*

F.V. Factor de valoración

G.L. Grados de libertad

S.C. Suma cuadrática

C.M. Cuadrado medio

F.c Frecuencia calculada

F.t Frecuencia esperada o teórica

Cuadro N° 17: Prueba de Duncan (5%) de la evaluación sensorial por característica en la obtención de almidón de almendra de mango variedad Chico Rico.

CARACTERÍSTICAS	TRATAMIENTO	PROMEDIO ORDENADO	SIGNIFICANCÍA
Color	T2 (60 °C)	3,7	a
	T3 (65 °C)	3,6	a
	T1 (55 °C)	3,5	a
Olor	T2 (60 °C)	3,8	a
	T3 (65 °C)	3,3	b
	T1 (55 °C)	3,2	b
Textura	T2 (60 °C)	4,2	a
	T3 (65 °C)	3,6	b
	T1 (55 °C)	3,5	b
Aspecto general	T2 (60 °C)	4,1	a
	T3 (65 °C)	3,9	a
	T1 (55 °C)	3,7	a

4.2.4. Flujograma óptimo y balance de materiales

La figura N° 6 presenta el flujo grama de proceso final, que ha permitido la obtención de un almidón de almendra de mango variedad Chico Rico, que cumpla con las Normas Técnicas Nacionales para almidones de uso en la industria de alimentos, farmacéuticos (NTP, 1974).

La figura N° 7, también muestra, el flujo de materiales y el rendimiento en la obtención del almidón de almendra de mango. Durante el proceso se obtuvo un rendimiento de 12.32% con respecto a la semilla y de 18.57% con respecto a la almendra. Si comparamos el rendimiento con respecto a la almendra con el rendimiento obtenido (LOAYSA, 1981). En la obtención de almidón de Pituca es muy similar (18%). Mientras que la extracción de almidón de yuca brinda un rendimiento de 23%, (CUEVA, 1961).

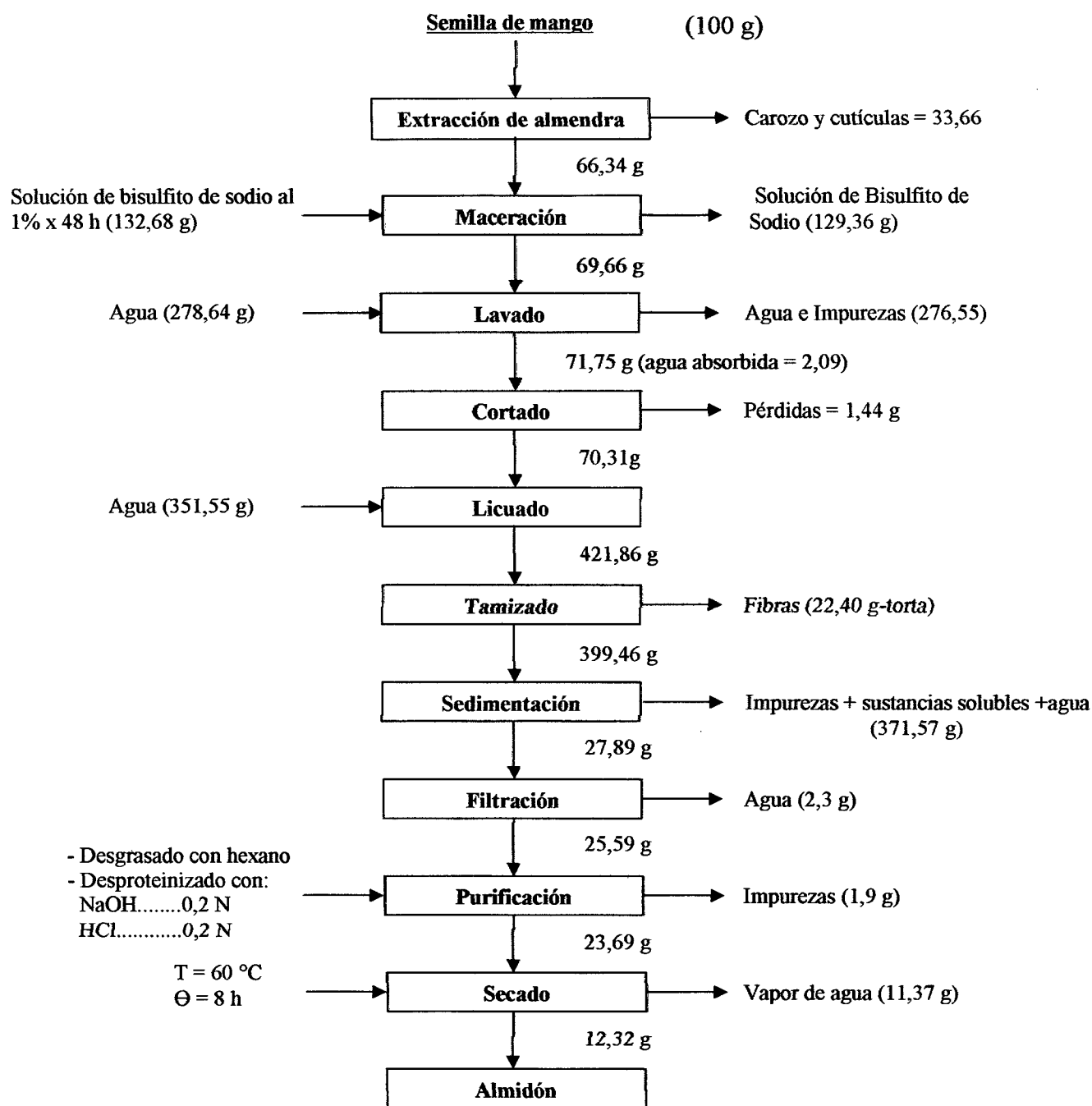


FIGURA N° 8 FLUJOGRAMA ÓPTIMO PARA LA OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE ALMENDRA DE MANGO VARIEDAD (*Mangifera Indica L.*) CHICO RICO Y BALANCE DE MATERIALES

4.3. DEL ALMIDÓN

4.3.1. Análisis físico-químico

A. Análisis químico proximal

La composición química proximal del almidón, se muestra en el Cuadro N° 19.

**Cuadro N° 18: Composición química del almidón de la almendra de mango
(*Mangifera Indica L.*) variedad Chico Rico (%)**

COMPONENTE	ALMIDÓN SIN PURIFICAR		ALMIDÓN PURIFICADO	
	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca
Humedad	11,35	---	9,75	---
Proteína	2,15	2,96	0,10	0,11
Grasa	3,89	3,98	0,35	0,52
Carbohidratos	82,46	92,90	89,78	99,35
Ceniza	0,13	0,14	0,01	0,01
Fibra	0,02	0,02	0,01	0,01

* Valores promedio de tres repeticiones

Tal como se observa en el Cuadro N° 18, el almidón de almendra de mango sin purificar contiene porcentaje elevados de grasa y proteína; por lo que, se purificaron. Durante la extracción del almidón, se ha eliminado sólo el 58% de la grasa y el 43% de la proteína presente en la almendra base seca, mientras que con la purificación del almidón, se ha logrado eliminar en un 94% la grasa, y en un 97.8% la proteína con respecto a la almendra; en un 86% y 96.2% de grasa y proteína respectivamente, con respecto al almidón sin purificar.

Se aprecia que el contenido de humedad está dentro del rango establecido por (NTP, 1974) y por (GRACE, 1977) . Los contenidos de proteína y cenizas son bajos y están dentro de los límites requeridos .

En cuanto al contenido de grasa, se observa que el valor se encuentra ligeramente por encima del máximo permitido (0,10%), (NTP-1974).

(CRUZ, 1993), obtuvo un almidón purificado de semilla de mango variedad con la siguiente composición: 11.13% de humedad; 6% de proteína; 7.11% de grasa; 0.539%

de ceniza y 75.221% de carbohidratos. Como podemos observar y comparar con los datos obtenidos en el Cuadro N° 13. No obtuvo una purificación satisfactoria y presentó un almidón con alto contenido de proteína y grasa y no cumpliendo con las especificaciones de (NTP, 1974), el cual podría conducir a alteraciones del producto posteriormente.

B. Otros análisis físicos y químicos realizados en el almidón de almendra de mango variedad Chico Rico.

Cuadro N° 19: Otros análisis físico-químico efectuados en el almidón de almendra de mango variedad Chico Rico. (*Mangifera indica L.*).

Parámetro	Valores *
pH	6,00
Acidez titulable (%) *	0,11
Sulfito residual (SO ₂) ppm	1,00
Densidad aparente (g/mL)	0,7306
Olor	N
Color	A
Tanino (%)	0,00

* Expresado en contenido de ácido sulfúrico

Leyenda:

N: No hay presencia de olores extraños

A: Color característico blanco

El pH del almidón de almendra de mango variedad Chico Rico. Se encuentra dentro de los límites establecido por (NTP, 1974) que considera valores entre 4.5 á 6.5, dentro del rango establecido por (GRACE, 1977), citado por (SAAVEDRA, 2000), que consideran valores entre 5,5 á 7,0.

La densidad obtenida es 0.7306 g/mL y es muy similar a la determinada por (COLLAZOS, 1996), que es de 0.7285 g/mL. El nivel del sulfito residual (SO₂), es muy inferior al máximo permitido por (NTP, 1974), que es de 50 ppm. El tanino es eliminado totalmente, no observando su presencia en el producto final.

(SAAVEDRA, 2000) , menciona que el máximo valor de la acidez permitido para las harinas y almidones es de 0.1 a 1.0% expresado en ácido sulfúrico, por ello tanto el

valor alcanzado de 0.11% Cuadro 20, está por debajo de estos límites. Con respecto al olor no se detecto olor extraño por lo que se califico con "N" y el color del almidón es blanco, por lo tanto comprende al calificativo "A" según (NTP, 1974).

C. Aspecto microbiológico y tamaño de gránulo

Como se puede observar en las Figuras N° 8 y N° 9, los gránulos de almidón de almendra de mango variedad Chico Rico, presentan una forma elíptica u ovoide en su gran mayoría y algunos son de forma esférica.

Los gránulos del almidón de maíz se observan en la Figura N° 11, que tienen forma redonda. Las Figuras N° 12 y N° 13, muestran la forma de los gránulos del almidón de papa y yuca respectivamente, los cuales tienen formas poligonales.

La posición del hilo en el almidón de mango variedad Chico Rico, es céntrico (Figuras N° 8 y N° 9) y en forma longitudinal, algunas veces en forma de estrella, mientras que el almidón de maíz, también tiene la posición del hilo central (Figura N° 9), pero en forma de estrella o punto y algunas veces fisurado. El tamaño varía de 8 a 28 micras, considerando de tamaño mediano. El tamaño es similar al almidón de semilla de arroz (Figura N° 10).

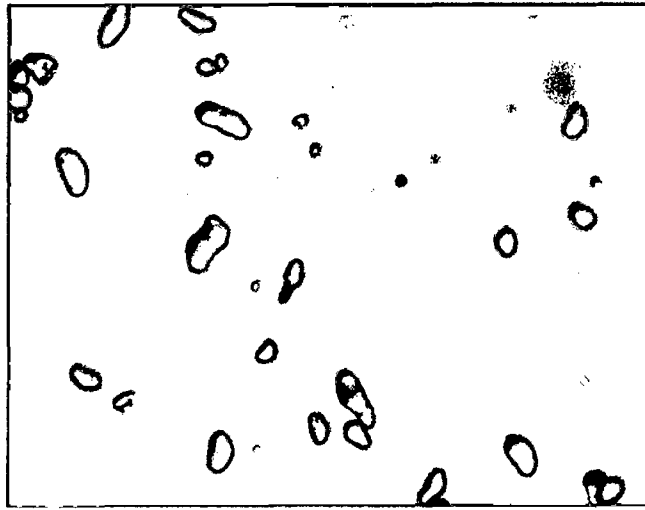


FIGURA 9: ALMIDÓN DE MANGO (*Mangifera indica L.*), VARIEDAD CHICO RICO (Aumento 400 X)

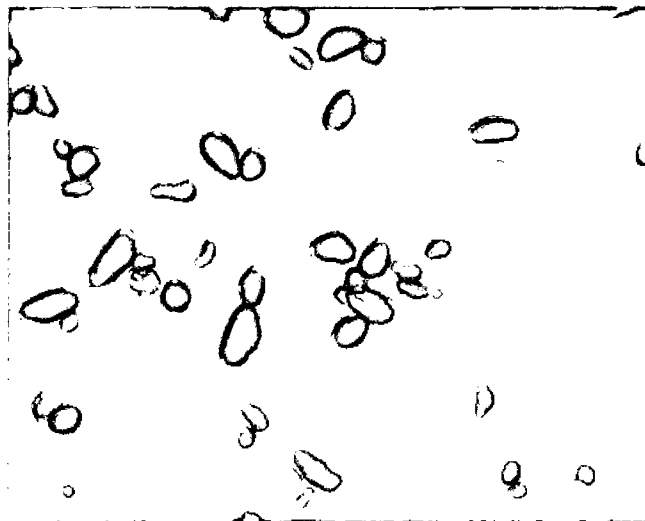


FIGURA 10: ALMIDÓN DE MANGO, (*Mangifera indica L.*) VARIEDAD. CHICO RICO (Aumento 400 X)



FIGURA 11: ALMIDÓN DE ARROZ (Aumento 1000 X)



FIGURA 12: ALMIDÓN DE MAÍZ (Aumento 400 X)



FIGURA 13: ALMIDÓN DE PAPA (Aumento 100 X)

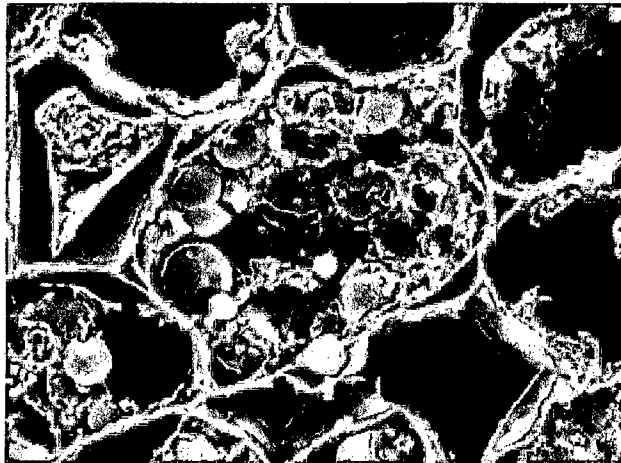


FIGURA 14: ALMIDÓN DE YUCA (Aumento 1000 X)

D. Temperatura de gelatinización

La temperatura de gelatinización de los gránulos de almidón de almendra de mango (*Mangifera Indica L.*) variedad Chico Rico, está comprendido entre 70 y 86°C, correspondiendo a la temperatura más baja (70 °C), a la gelatinización de los gránulos de menor tamaño, dicho rango son muy similar a los valores indicados por (SAAVEDRA, 2000).

La temperatura de gelatinización se expresa como intervalo, ya que no todos los gránulos se hinchan y se gelatinizan al mismo tiempo y temperatura, debido a que algunos son más resistentes y por tanto pueden requerir hasta más de 10° C, más que otros (BAUDUI, 1984). El intervalo en la temperatura de gelatinización varía con los diferentes almidones.

E. Viscosidad

El comportamiento de la viscosidad del almidón en función de la temperatura se muestra en la Figura N° 14, la misma que fue obtenida empleando los datos del Cuadro N° 21.

En la Figura N° 14 se observa que el incremento de viscosidad de la suspensión se produce a 70 °C e indica el inicio de la gelatinización de los gránulos. Los gránulos de almidón inician la absorción de agua a través de sus zonas amorfas y al ser calentados se rompen los puentes de hidrógeno intermoleculares, produciéndose una mayor absorción hasta alcanzar la pérdida de birrefringencia y el máximo hinchamiento, tal como menciona (BAUDUI, 1984).

Para el estudio de la viscosidad, se analizan tres concentraciones de almidón (3, 4 y 5%), lográndose un mejor comportamiento de gel con 4%, por lo que, es la concentración a la cual obtenemos una mejor gelatinización. Una pasta más firme y elástica, y comparando con la viscosidad de la mazamorra elaborada a partir de una marca comercial "Mazamorra Morada Royal", obtenemos un valor similar a la del almidón de almendra de mango a las mismas condiciones.

La curva confirma la alta temperatura de plasticidad del almidón de almendra de mango variedad Chico Rico y una considerable retrogradación.

El aumento de la viscosidad al calentarse una suspensión de gránulos de almidón en agua, es una forma conveniente de evaluar el progreso del empastamiento.

Cuadro N° 20: Variación de la viscosidad (cp) del almidón de almendra de mango (*Mangifera Indica L.*) variedad Chico Rico en función de la temperatura y concentración.

TEMPERATURA	VISCOSIDAD (Cp)		
	3%	4%	5%
Calentamiento			
50	9	9	9
55	9	9	9
60	9	10	10
65	9	10	10
70	12	14	20
75	14	17	28
80	16	18	32
85	18	24	59
90	23	54	96
95	44	75	137
Enfriamiento			
90	48	84	158
85	51	87	165
80	55	89	169
75	60	92	175
70	62	100	184
65	65	108	205
60	67	111	218
55	69	119	227
50	74	130	252

Durante el calentamiento hasta 95° C, el aumento de la viscosidad es gradual y no se observa pico de viscosidad (viscosidad máxima), demostrando que la gelatinización es lenta y los gránulos no se hinchan por completo debido a la fuerte asociación intraestructural entre las fracciones de amilosa y amilopectina. A la temperatura de gelatinización, existe un alto grado de absorción de agua que hace que las dispersiones de almidón alcancen 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).

A mayor contenido de amilosa, se requiere de mayor tiempo para completar la gelatinización. Esta operación está de acuerdo con el contenido aparente de la fracción

lineal, dado por el poder de absorción de agua, ya que a mayor contenido de amilosa mayor poder de gelatinización y viscosidad, tal como afirma (LOAYSA, 1981).

Al mantener la pasta a 95 °C durante 20 minutos y con agitación, la viscosidad permanece constante, reflejando así la estabilidad del gránulo hinchado al tratamiento térmico y a la desintegración mecánica.

Durante el enfriamiento hasta 50 °C, la viscosidad aumenta gradualmente y la pasta va adquiriendo dureza y mayor opacidad. Este comportamiento de la viscosidad demuestra la tendencia retrogradativa del almidón que de ser empleado como agente espesante o ingrediente principal de productos refrigerados como budines, sopas enlatadas y congeladas, alimentos infantiles, emulsiones (mayonesas) y otros alimentos produciría endurecimiento de la textura y sinéresis del producto final.

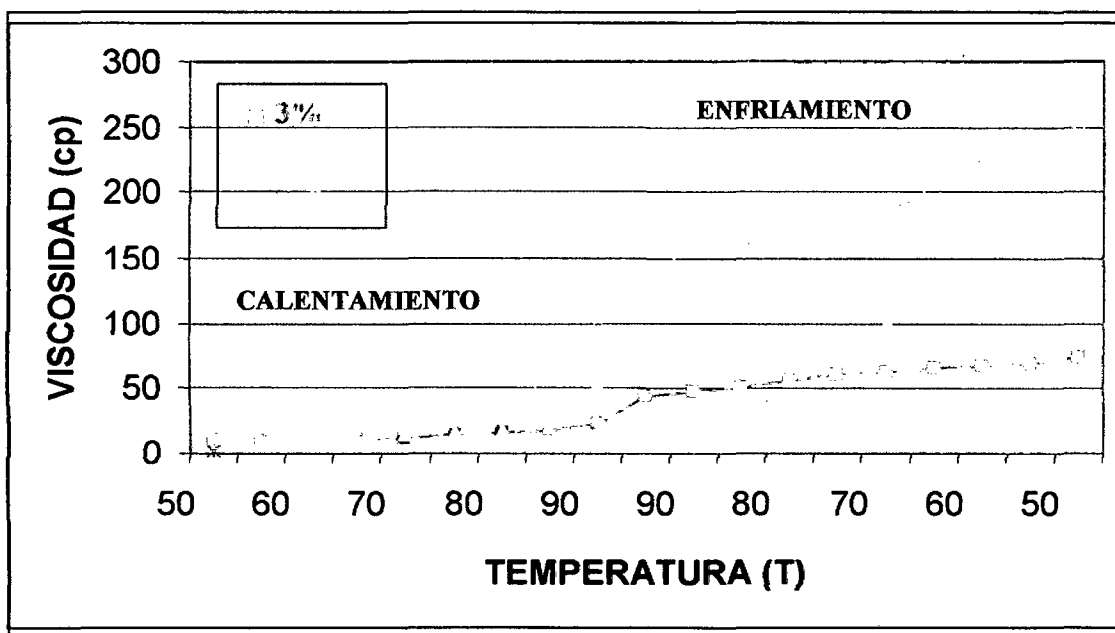


FIGURA N° 15: EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA VISCOSIDAD DEL ALMIDÓN DE ALMENDRA DE MANGO VARIEDAD CHICO RICO.

(SAAVEDRA, 2000), señala que el incremento de viscosidad durante el enfriamiento refleja la tendencia del almidón a la retrogradación. Entre los muchos factores que influyen en la retrogradación, los tres más importantes son la concentración

de amilosa, la longitud de las cadenas de amilosa y el estado de dispersión de las cadenas lineales.

Los almidones de tendencia retrogradativa, se utilizan en la preparación de geles alimenticios (especialmente "ligas" en confitería) y películas comestibles (por ejemplo, recubrimiento de píldoras farmacéuticas).

F. Análisis de Amilosa

En el cuadro N° 21 se reporta el porcentaje de amilosa y amilopectina presente en el almidón de almendra de mango (*Mangifera Indica L.*) variedad Chico Rico

Cuadro N° 21: Análisis de amilosa en el almidón de almendra de mango (*Mangifera Indica L.*) variedad Chico Rico.

MUESTRA	ABS.	CONC. (mg)	% AMILOSA	% AMILOPECTINA
1	0,244	7,80	39,00	61,00
2	0,248	8,05	40,25	59,75
3	0,246	7,95	39,75	60,25
x			39,67	60,33

Como podemos observar en el cuadro N°21, el almidón de almendra de mango, contiene un elevado % de amilosa (39,67%), en comparación con los almidones corrientes de tubérculos y cereales que contienen de un 20 a 25% de amilosa y del almidón de semilla de Umarí, que solo contiene 12,5% de amilosa según lo reportado (AGUIRRE, 1992) y (COLLAZOS, 1996).

Este porcentaje de amilosa (39,67%), coincide con lo reportado por (CRUZ, 1993), que es de 39,50% de amilosa, pero no especifica la variedad de mango utilizado y el método de análisis es diferente.

Este alto porcentaje de amilosa en el almidón de almendra de mango variedad Chico Rico implica una alta capacidad retrogradativa de la misma.

Los almidones de alto contenido en amilosa, permiten obtener geles más firmes y de un modo más rápido. Además, estos almidones son resistentes a la cocción, debido

a la naturaleza cristalina de la amilosa, sólo hay hinchazón a temperatura elevada y así se mantiene moderado, no hay gran aumento de la viscosidad como se puede observar en el Cuadro N° 20 y Figura N°14.

Este tipo de almidones, se utiliza para hacer geles alimenticios y especialmente, para preparar ligas en confitería. Los almidones ricos en amilosa también se utilizan para preparar películas comestibles (por ejemplo recubrimientos de algunas píldoras farmacéuticas), más no se aconseja como agentes espesantes, porque, puede dar una textura granulosa o una consistencia elástica e incluso apelmazarse o motivar sinéresis, (CHEFTEL, 1980).

4.3.2. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico efectuado al almidón de almendra de mango, variedad Chico Rico se muestra en el cuadro N° 22.

Cuadro N° 22: Análisis microbiológico del almidón de almendra de mango (Colonias/gramo de muestra).

Análisis Microbiológico	Almidón De Almendra De Mango	Estándar De Calidad (*)
- Numeración de hongos	0	10^3
- Numeración de levaduras	0	0
- Numeración de gérmenes viables	$2,2, \times 10^3$	10^5

(*) Instituto de Nutrición del Perú (1972).

Como se puede observar en el Cuadro N°22, la numeración de gérmenes viables totales, hongos y levaduras se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles,(Aguirre, 1992). Estos resultados demuestran las adecuadas condiciones de higiene empleadas durante el proceso.

4.4. DEL TALCO

CUADRO N° 23: Sistema de evaluación para la irritación de la piel

Eritema y formación de escaras	
No eritema	0
Muy ligero eritema (escasamente perceptible)	1
Eritema definido	2
Moderado a severo eritema	3
Severo eritema (a ligera formación de escaras daños en profundidad)	4
Formación	
No edema	0
Muy ligero edema (escasamente perceptible)	1
Ligero edema (elevación de cerca de 1 mm)	2
Edema moderado (elevación de mas de 1 mm)	3
Edema severo (elevación de mas de 1 mm y más allá del sitio de aplicación)	4

Fuente : (LITTER, 1986) y (SMYTH, 1992)

El cuadro N° 23 nos muestra la escala de valores a considerar durante la evaluación de irritabilidad de la piel con mezclas de sólidos (talcos) y pastas (cremas), para uso medicinal.

CUADRO N°24: Clasificación de respuestas

Categorías	Score medio
No irritante	0 a 0.4
Ligeramente irritante	0.5 a 1.9
Moderadamente irritante	2.0 a 4.89
Severamente irritante	5.0 a 8.0

Fuente : (BETANCOURT, 1999)

De acuerdo al resultado obtenido de la evaluación a la sustancia en estudio que reporten como promedio en el grado de edema y eritema entre 0 y 2 son sustancias que aprueban el ensayo y no son irritantes a la piel, por el contrario si el valor promedio supera el grado 2 o más se rechaza las sustancias por ser irritantes a la piel de los animales de experimentación y poppr ende será irritante a la piel del humano.

RESULTADO

No hubo formación de eritemas.

No hubo formación de edemas.

El índice de irritación primaria es cero.

Ver en anexo foto N° 12

$$IIP = \frac{\sum \text{valor de eritema y edema por 24, 48 y 72 horas}}{\text{N° de animales y las observaciones}} = \frac{0}{3} = 0$$

V. CONCLUSIONES

1. Se caracterizó la almendra de mango variedad Chico Rico como materia prima para la obtención de almidón cuyos resultados fueron los siguientes: En base húmeda humedad 40,77% , proteína 3,08% , grasa 5,74% , carbohidratos 46,7% , ceniza 1,27% fibra 2,44% ; En base seca humedad 0,0% , proteína 5,20% , grasa 9,69% , carbohidratos 78,50% , cenizas 2,14% , fibra 4,12% ; lo cual nos demuestra que tiene un alto contenido de carbohidratos que puede ser considerado como materia prima para la obtención de almidones..
2. Se determinó los parámetros tecnológicos adecuados para la obtención de almidón de almendra de mango (*Mangifera indica L.*) variedad Chico Rico mediante la desintegración mecánica y extracción por vía húmeda que comprende las siguientes etapas: Extracción, maceración, lavado, cortado licuado tamizado sedimentación, filtración purificación y secado; obteniéndose un rendimiento de 18,57% respecto a la almendra.
3. Se realizaron los análisis fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos del almidón obtenido cuyos resultados son los siguientes: de acuerdo a los análisis fisicoquímicos. pH 6.0; acidez titulable 0,11%, sulfito residual (SO₂) 1,00 ppm, densidad 0,7306 g/mL, humedad 9,75% (almidón purificado), proteína 0,11% (b.s), grasa 0,52% (b.s), carbohidratos 99,35% (b.s), fibra 0,01% (b.s) y ceniza 0,01% (b.s) y un rendimiento del 12,32% con respecto a la semilla. Los gránulos de almidón de almendra de mango (*Mangifera indica L.*) variedad Chico Rico son de forma ovoide y esférica cuyo tamaño varía de 8 a 28 micras. El almidón contiene 39,67% de amilosa, una temperatura de gelatinización de 70 a 86 °C y una curva de viscosidad típica de almidones de lenta gelatinización, resistentes al tratamiento térmico y de tendencia retrogradativa. De acuerdo a los análisis microbiológicos el almidón de almendra de mango (*Mangifera indica L.*) variedad Chico Rico, presentó valores inferiores a los límites máximos permisibles de carga microbiana que demuestra adecuadas condiciones higiénicas empleadas en el proceso.
4. Se obtuvo talco cosmético mediante la mezcla de almidón de almendra de mango, almidón de maíz ,alcanfor , Triclosán y fragancia.
5. Se realizaron las pruebas de irritabilidad del talco en conejos albinos obteniéndose un resultado un índice de irritabilidad cero.

VI. RECOMENDACIONES

1. Que el almidón de almendra de mango (*Mangifera indica L.*) variedad Chico Rico, obtenido en el presente estudio realizado sea utilizado en la industria farmacéutica, para la preparación de talcos medicinales y de películas comestibles, como recubrimiento de píldoras farmacéuticas por su resistencia a la cocción y por la formación de geles más firmes.
2. Realizar estudios de proyectos de inversión a nivel de pre factibilidad y factibilidad, con la finalidad de evaluar su rentabilidad a nivel industrial.
3. Realizar estudios de investigación con las diferentes variedades de mangos existentes en la zona orientadas al aprovechamiento del almidón y otros componentes de las semillas (taninos, proteínas, grasas, etc.)

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUIRRE, E. (1992)**, “Obtención de jarabe de glucosa por vía enzimática de almidón de semilla de umari (*Poraqueiba sericeae tulasne*)”. Tesis Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú
2. **ALEXANDRE, B.J.L. (1996)**, “Procesos de Elaboración de Alimentos”. Universidad Politecnica de Valencia. Valencia-España
3. **A.O.A.C. (1979)**, “Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemists”. Fourteenth Edition. Virginia-U.S.A
4. **A.S.T.M. (1990)**, “American Society for Testing and Material. Annual Book of ASTM Standar”. Vol 16. U.S.A.
5. **BAUDUI, D. (1984)**, “Química de los Alimentos”. Edit. ALHAMBRA S.A. México
6. **BETANCOURT, B.J.E. (1999)**, “Cuestiones Éticas en la Experimentación Animal”.
7. **BRAVERMA, J.B.J. (1967)**, “Introducción a la Bioquímica de los Alimentos”. Edit. Omega. Barcelona-España
8. **CALZADA, B. (1981)**, “Métodos Estadísticos Para la Investigación”. 4ta Edic. Lima-Perú
9. **CHARLEY, H. (1991)**, “Tecnología de los Alimentos”. Edit. Limusa S.A. México
10. **CHEFTEL, J.C. (1980)**, “Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos”. Vol. I. Edit. ACRIBA. Zaragoza-España
11. **COLLAZOS, (1996)**, “La Composición de los Alimentos de Mayor Consumo en el Perú”. 6 ta Edic. Ministerio de Salud. Lima-Perú
12. **CRUZ, G. (1993)**, “Obtención y Caracterización del Almidón de semilla de mango”. Separata. Piura-Perú
13. **CUEVA, A.J. (1961)**, “Proyecto de una Planta Industrial para la producción de Almidón de Yuca en Cajamarca”. Tesis de Ingeniero Químico de UNSM. Lima-Perú.
14. **ECHECOPER J. (1968)**, “Estudio de Prefactibilidad y anteproyecto para el Establecimiento de una Fabrica de Almidón de Papa en el Valle del Mantaro”. INPI BIP. Lima-Perú.
15. **FENNEMA, O. (1982)**. Introducción a la Ciencia de los Alimentos. Vol I. Edit. Reverte S.A. Barcelona-España
16. **GRACE, M.R. (1977)**, “Elaboración de Almidón de Yuca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación”. Roma-Italia
17. **IBAR, L; (1979)**, “Aguacate, Chirimoyo, Mango, Papay”. Edit AEDOS. Barcelona-España

18. **HICA; (1989)**. “Compendio de Agronomía Tropical”. Tomo II. San José-Costa Rica
19. **NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (NTP). (1974)**, ICS 67.180.20 “ALMIDÓN Y PRODUCTOS DERIVADOS”. Lima-Perú.
20. **LITTER, M. (1986)**, “Farmacología Experimental y Clínica”. 7ma Edición. Editorial El Ateneo. Buenos Aires – Argentina. P. 1367 – 1368.
21. **LOAYSA, C.; (1981)**, “Factibilidad Técnica de la Obtención de Almidón de Pituca (*Colocasia esculenta*)”. Tesis Ing. Industrial Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú
22. **MINISTERIO DE AGRICULTURA. (1997)**, “Resúmenes Anuales”. Oficinas Estadísticas Agraria. Loreto-Perú
23. **MOSEL, D y QUEVEDO, F. (1967)**, “Control Microbiológico de los Alimentos. Serie Cleiba”. U.N.M.S.M. Lima-Perú
24. **PEARSON, D. (1986)**, “Técnicas de Laboratorio para Análisis de Alimentos”. 1ra Reimpresión Edit. Edit ACRIBIA. Zaragoza-Perú
25. **POTTER, N. (1978)**, “Ciencia de los Alimentos”. 2da Edic. Edit EDUTEX. S.A. México
26. **RAFOLS, W. (1985)**, “Aprovechamiento Industrial de los Productos Agrícolas”. Edit. SALVAT. Barcelona-Madrid-España.
27. **SAAVEDRA, J. (2000)**, “Obtención y Caracterización de la almendra de mango (*Mangifera indica L.*) variedad criolla”. Tesis Universidad Nacional de San Martín
28. **SMYTH H.F.; CARPENTER, C.P. (1992)**, “Range-Finding. Toxicity data. List VI”. Am. Ind. H y D. Assoc, J. 23 p. 95 – 107.
29. **TALLEDO, F.J. (1978)**, “Factibilidad Técnica para Obtención de Almidón de Papa Amarga”. Tesis Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú
30. **TELGE, L.H. (1961)**, “El Cultivo del Mango en la Costa Peruana”. Tesis Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú.
31. **www.almisa.com.py/productos.htm**

ANEXOS

ANEXO N° 01

FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PRODUCTO: **ALMIDÓN DE ALMENDRA DE MANGO (*Mangifera indica L.*) VARIEDAD CHICO RICO**

1. NOMBRE:

FECHA:

HORA:

INSTRUCCIONES: Califique usted el color, olor, textura y aspecto general de las muestras de acuerdo a las siguientes escalas

EXCELENTE	:	5
MUY BUENA	:	4
BUENO	:	3
REGULAR	:	2
MALO	:	1

ANEXO 02

**CUADRO N° 22: RESULTADO DE LA PRUEBA SENSORIAL A ESCALA HEDÓNICA
PARA ALMIDÓN DE ALMENDRA DE MANGO (*Mangifera indica* L.)
VARIEDAD CHICO RICO**

PANELISTA	COLOR			OLOR			TEXTURA			ASPECTO GENERAL		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>1</i>	4	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	4
<i>2</i>	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4
<i>3</i>	3	5	4	2	4	3	3	5	4	3	5	4
<i>4</i>	3	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
<i>5</i>	2	2	3	4	4	3	5	5	5	4	4	4
<i>6</i>	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
<i>7</i>	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5
<i>8</i>	3	4	3	3	4	3	3	4	2	3	4	3
<i>9</i>	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>10</i>	3	4	4	3	4	3	2	4	2	2	4	3
TOTAL	35	37	36	32	38	33	35	42	36	37	41	39
PROMEDIO	3,5	3,7	3,6	3,2	3,8	3,3	3,5	4,2	3,6	3,7	4,1	3,9

TEMPERATURA DE SECADO

(1) **LEYENDA** $T1 = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T2 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T3 = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$

ANEXO 03

CÁLCULOS PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA SENSORIAL A ESCALA HEDÓNICA PARA ALMIDÓN DE ALMENDRA DE MANGO (*Mangifera indica L.*) VARIEDAD CHICO RICO

A. COLOR

Calculo de la suma de cuadrados

1. Detratamiento (SCt)

$$SCt = \frac{35^2 + 37^2 + 36^2}{10} - \frac{108^2}{30} = 0.2$$

2. De Panelistas (SCp)

$$SCp = \frac{9^2 + 12^2 + 12^2 + \dots + 12^2}{3} - \frac{108^2}{30} = 16,5333$$

3. Del Total (SCT)

$$SCt = 4^4 + 4^2 + 3^2 + \dots + 4^2 - \frac{108^2}{30} = 0.2$$

4. Del error experimental

$$SCE = SCT - SCt - SCp$$

$$SCE = 23.2 - 0.2 - 16.5333 = 6.4667$$

F.V	G.L	S.C	C.M.	F.c	Ft
Tratamiento	2	0.2000	0,100	0,2783	3,566
Panelista	9	16,5333	1,8370	5,1127	2,470
Error	18	6,4667	0,3593		
Total	29	23,3000			

B. OLOR

Calculo de la suma de cuadrados

1. Detratamiento (SCt)

$$SCt = \frac{35^2 + 38^2 + 33^2}{10} - \frac{103^2}{30} = 2,0667$$

2. De Panelistas (SCp)

$$SCp = \frac{9^2 + 9^2 + 9^2 + \dots + 10^2}{3} - \frac{103^2}{30} = 6,0333$$

3. Del Total (SCT)

$$SCT = 3^4 + 3^2 + 2^2 + \dots + 2^2 - \frac{103^2}{30} = 11,3667$$

4. Del error experimental

$$SCE = SCT - SCt - SCp$$

$$SCE = 11,3667 - 2,0667 - 6,0333 = 3,2667$$

F.V	G.L	S.C	C.M.	F.c	Ft
Tratamiento	2	2,0667	1,0334	5,6937	3,566
Panelista	9	6,0333	0,6704	3,6937	2,407
Error	18	3,2667	0,1815		
Total	29	11,3667			

Calculo del error estándar: Características olor

$$e = \sqrt{\frac{CME}{n}} = \sqrt{\frac{0,1815}{10}} = 0,1347$$

ENCONTRANDO LA DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (D.M.S.) DE LA TABLA DE DUCAN AL 5% CON 18 G.L DE ERROR

COMPARACIÓN	DIFERENCIA = D	A.E.S.	ERROR	D.M.S.
T2 – T3	3,8 – 3,3 = 0,5	2,97	0,1347	0,40
T2 – T1	3,8 – 3,2 = 0,6	3,12	0,1347	0,42
T3 – T1	3,3 – 3,2 = 0,1	2,97	0,1347	0,40

C. TEXTURA

Calculo de la suma de cuadrados

1. Detratamiento (SCt)

$$SCt = \frac{35^2 + 42^2 + 36^2}{10} - \frac{113^2}{30} = 2,8667$$

2. De Panelistas (SCp)

$$SCp = \frac{11^2 + 10^2 + 12^2 + \dots + 8^2}{3} - \frac{113^2}{30} = 12,0333$$

3. Del Total (SCT)

$$SCT = 4^4 + 3^2 + 3^2 + \dots + 2^2 - \frac{113^2}{30} = 21,3667$$

4. Del error experimental

$$SCE = SCT - SCt - SCp$$

$$SCE = 21,3667 - 2,8667 - 12,0333 = 6,4667$$

F.V	G.L	S.C	C.M.	F.c	Ft
Tratamiento	2	2,8667	1,4334	3,9894	3,566
Panelista	9	12,0333	1,3370	3,7211	2,407
Error	18	6,4667	0,3593		
Total	29	21,3667			

Calculo del error estándar: Características textura

$$e = \sqrt{\frac{CME}{n}} = \sqrt{\frac{0,3593}{10}} = 0,1896$$

ENCONTRANDO LA DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (D.M.S.) DE LA TABLA DE DUCAN AL 5% CON 18 G.L DE ERROR

COMPARACIÓN	DIFERENCIA = D	A.E.S.	ERROR	D.M.S.
T2 – T3	4,2 – 3,6 = 0,6	2,97	0,1896	0,5631
T2 – T1	4,2 – 3,5 = 0,7	3,12	0,1896	0,5916
T3 – T1	3,6 – 3,5 = 0,1	2,97	0,1896	0,5631

D. ASPECTO GENERAL

Calculo de la suma de cuadrados

1. Detratamiento (SCt)

$$SCt = \frac{37^2 + 41^2 + 39^2}{10} - \frac{117^2}{30} = 0,8$$

2. De Panelistas (SCp)

$$SCp = \frac{11^2 + 12^2 + 12^2 + \dots + 9^2}{3} - \frac{117^2}{30} = 7,3667$$

3. Del Total (SCT)

$$SCT = 4^4 + 4^2 + 3^2 + \dots + 3^2 - \frac{117^2}{30} = 12,7$$

4. Del error experimental

$$SCE = SCT - SCt - SCp$$

$$SCE = 12,7 - 0,8 - 7,3667 = 4,5333$$

F.V	G.L	S.C	C.M.	F.c	Ft
Tratamiento	2	0,8000	0,4000	1,5879	3,566
Panelista	9	7,3667	0,8185	3,2493	2,407
Error	18	4,5333	0,2519		
Total	29	12,7			

ANEXO 04

ESPECIFICACIONES PARA EL ALMIDÓN DE MAÍZ NO MODIFICADO PARA USO INDUSTRIAL ALIMENTICIO Y FARMACÉUTICO

	LIMITE
1. Humedad	10,5 – 12%
2. Anhídrido sulfúrico (SO ₂): máximo	50 ppm
3. pH	4,5 – 6,5
4. Proteína: máximo	0,45 %
5. Color	
<u>Color "A"</u> :	Es cuando el almidón de maíz no modificado, tiene un color blanco, con un tinte amarillento
<u>Color "B"</u> :	Es cuando el almidón de maíz no modificado, tiene un color blanco, con un tinte amarillento, más pronunciado que "A"
<u>Color "C"</u> :	Es cuando el almidón de maíz no modificado, tiene un color blanco, con un tinte amarillento, más pronunciado que "B"
6. Solubles	0,25 %
7. Cenizas: máximo	0,50 %
8. Graasas: máximo	0,10 %
9. Tamaño de la partícula	
Pasa a través de la malla N° 80: mínimo	99,9 %
Pasa a través de la malla N° 100: mínimo	97,0 %

Fuente : (NTP, 1974)

ANEXO 05

ESPECIFICACIONES PARA EL ALMIDÓN COMERCIAL

1. Aspecto y uniformidad

El color debe de ser uniforme, blanco y exento de pigmentos. Se considera que el lote no es uniforme cuando por encima del 10 %, de las muestras son más oscuras o tienen más manchas que el resto

2. Tamaño de la malla

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

3. Olor

El almidón 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 de 10 %, indica condiciones graves de desecación y un posible riesgo de explosión durante el almacenamiento. Más de 13 %, representa peligro de contaminación por mohos.

5. Contenido de ceniza: $\leq 0,2$

6. Contenido de proteínas: $\leq 0,4\%$

7. Valor del pH: 4,5-5.5

Fuente : (NTP, 1974)

ANEXO 06

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ALMIDÓN PARA USO FARMACEUTICO DESHIDRATADO Y SECADO

- Polvo fino, blanco inodoro , insípido produce ligera crepitación cuando es comprimido entre los dedos, insoluble en agua y alcohol.
- Está formado por pequeños gránulos que constan de una porción más externa y Ramificada: la amilo pectina y otra más interna y lineal : la amilosa.
- Almidón natural de la familia de los carbohidratos, constituidos por cadenas lineales (Amilosa) y cadenas ramificadas (Amilo pectina).
- Obtenido de las raíces de mandioca, de los granos de arroz, del grano del maíz Desgerminado. Como norma de producción toda la materia prima debe estar debidamente limpia y descascarada, para luego ser triturada y desfibrada, pasando por un proceso de centrifugado, concentrado, deshidratado y secado por el sistema de “flash – drier”.
- Los almidones son extremadamente versátiles, alcanzando una eficiencia incomparable en todas sus aplicaciones.

Fuente : (www.almisa.com.py/productos.htm)

ANEXO 07
EXTRACCIÓN DE GRASA CON HEXANO

Muestra 01:

Peso muestra	: 39,0794
Peso muestra desengrasada	: 38,3320
Peso de grasa	: 0,7474

$$\%Grasa = \frac{0,7474}{39,0794} \times 100 = 1,91\%$$

Muestra 02:

Peso muestra	: 33,6763
Peso muestra desengrasada	: 32,8968
Peso de grasa	: 0,7795

$$\%Grasa = \frac{0,7795}{33,6763} \times 100 = 2,31\%$$

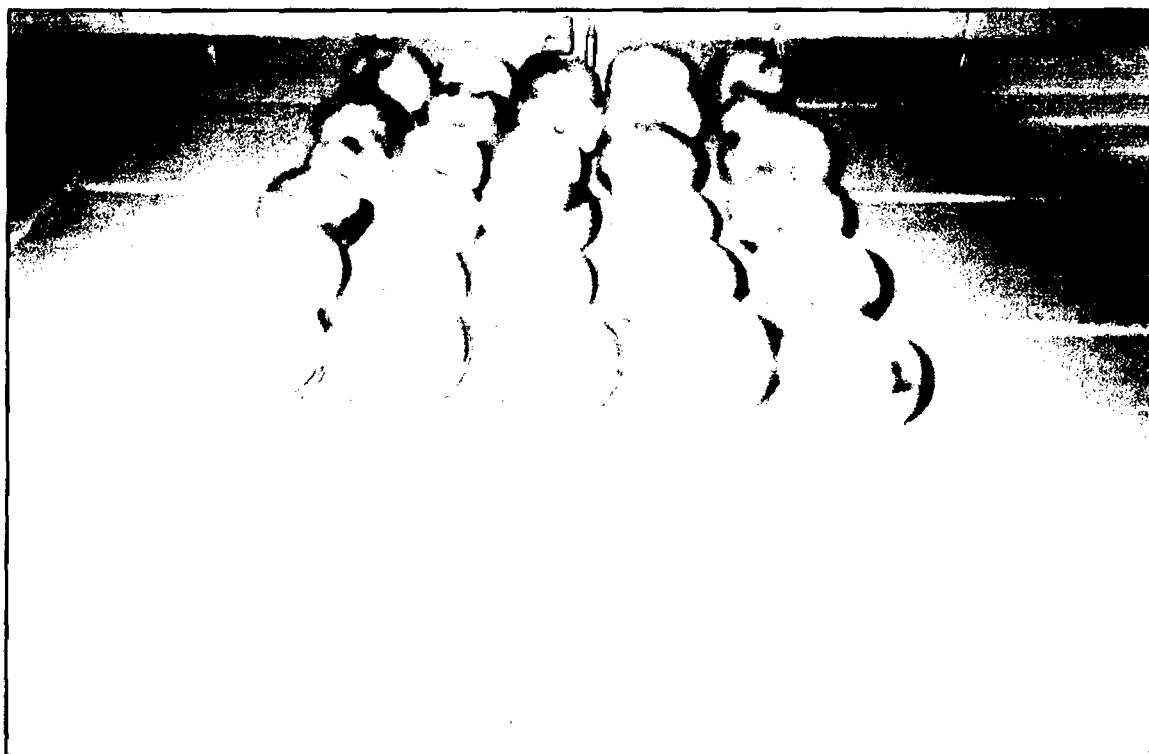
Grasas Promedió:

$$\%Grasa = \frac{1,91 + 2,31}{2} = 2,11\%$$

Se usó $\frac{3}{4}$ de L hexano químicamente puro, por lo que solo se realizó 2 ensayos

ANEXO DE FOTOS

FOTO N° 01



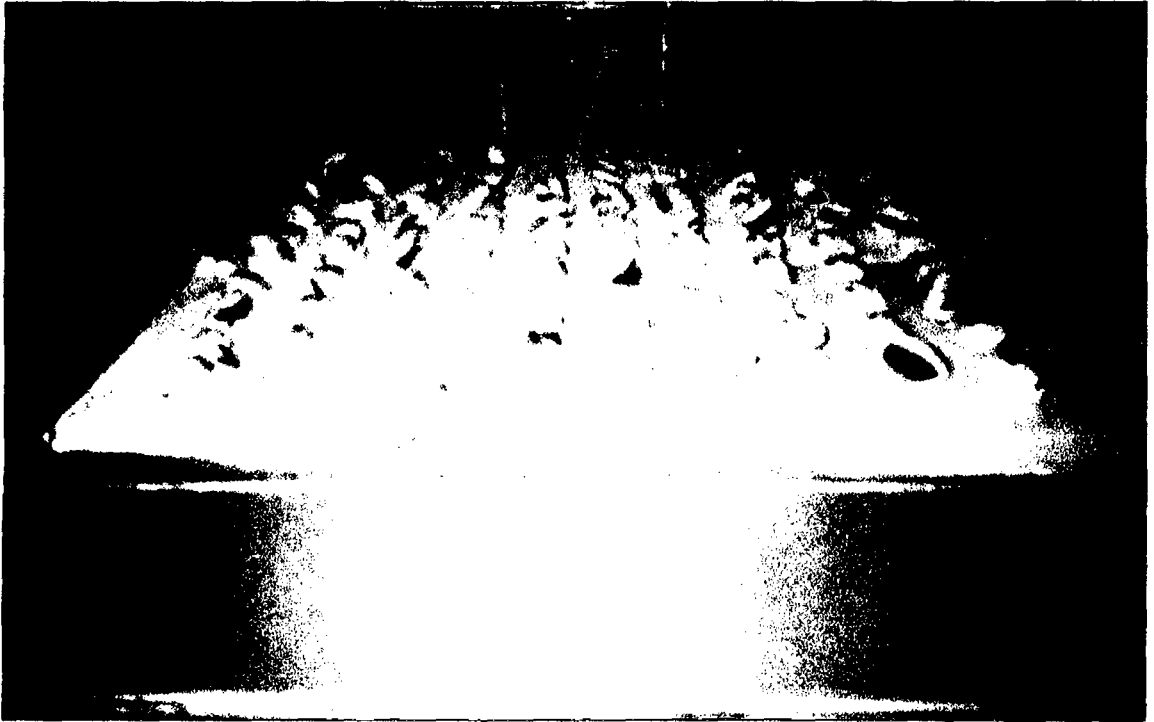
Materia Prima: (*Mangifera indica* L.) variedad Chico Rico

FOTO N° 02



Separación de la semilla del fruto (*Mangifera indica* L.) variedad Chico Rico

FOTO N° 03



Semilla de (*Mangifera indica* L.) variedad Chico Rico

FOTO N° 04



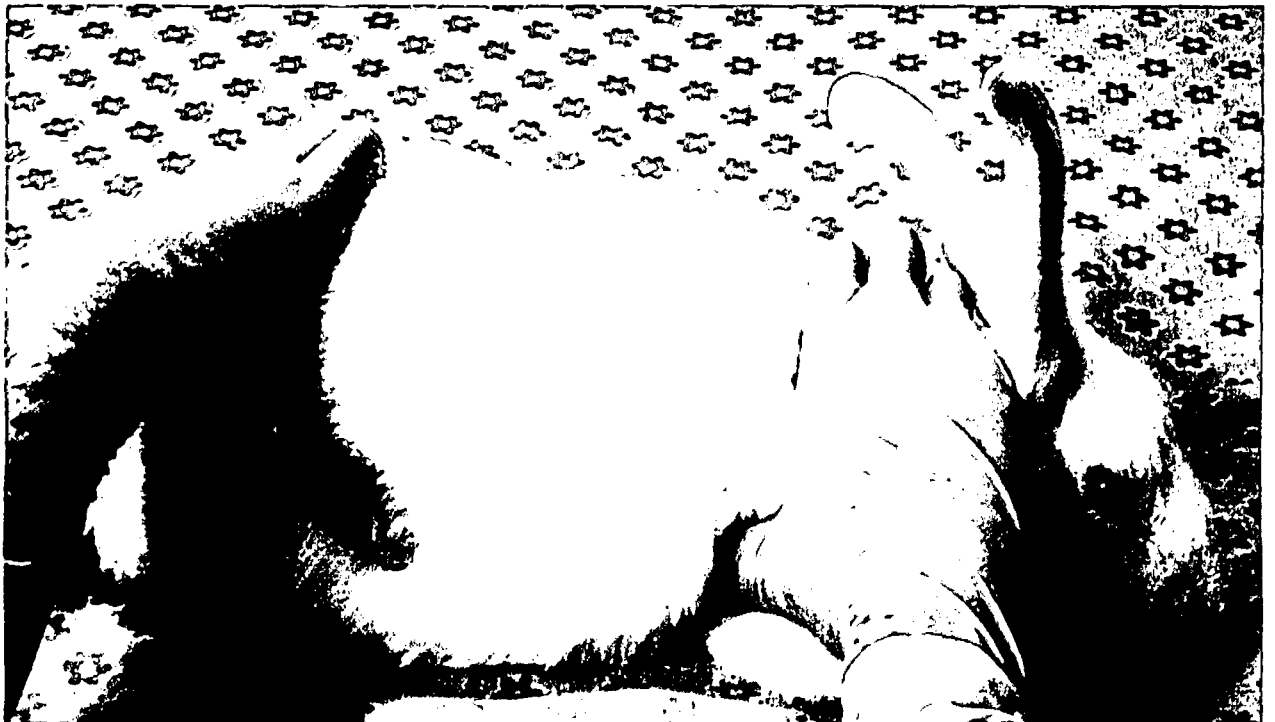
Extracción de Almendra (*Mangifera indica* L.) variedad Chico Rico

FOTO N° 05



Conejos albinos (material biológico)

FOTO N° 06



Preparación del material biológico.

FOTO Nº 07



Rasurado del material biológico

FOTO Nº 08



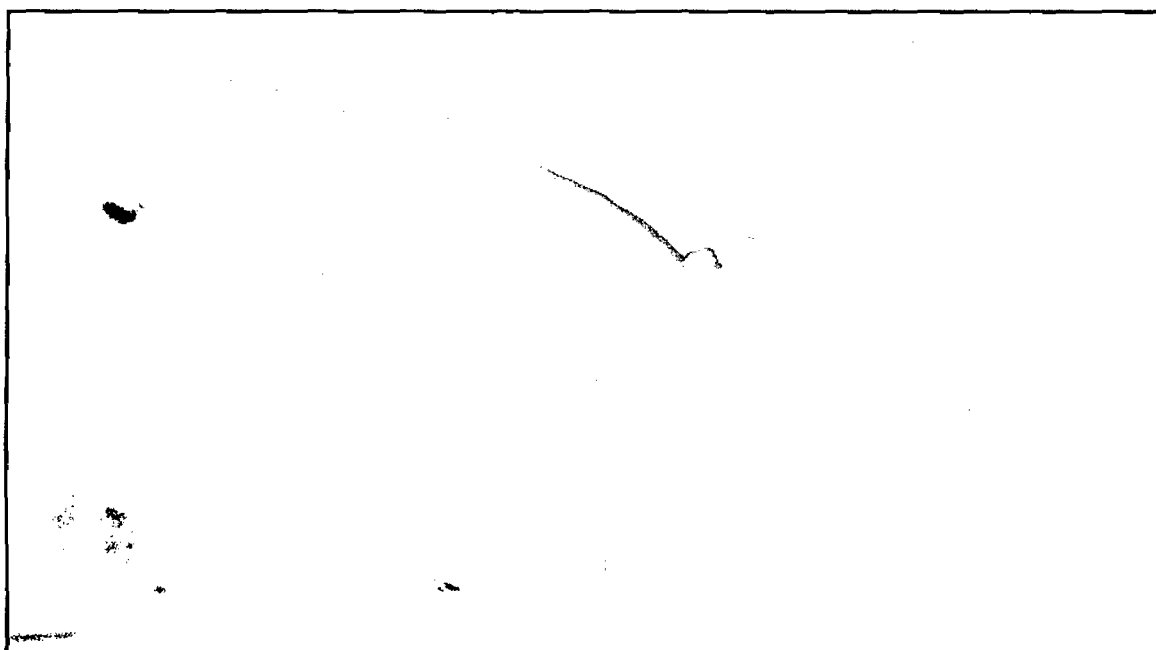
Marcado del área de experimentación

FOTO N° 09



Aplicación del talco en el área marcado

FOTO N° 10



Protección del área de experimentación.

FOTO N° 11



Material biológico en reposo.

FOTO N° 12



Restablecimiento del pelaje en la zona expuesta