

# EXTRACCION DEL ALMIDON DE LA HOJADE PIÑA ( *Anana comosus* )

Enrique de Florio R.<sup>1</sup>

## RESUMEN

*En el presente trabajo, se investiga la factibilidad de obtener almidón de hoja de Piña, determinándose qué método modificado de desintegración mecánica es adecuado, dando un rendimiento de materia prima de 2.18% (con una humedad de 20%), y 13.38% con respecto a la materia seca de la materia prima.*

## I. INTRODUCCION

La piña es un fruto que no sólo tiene una buena acogida para consumo en fresco, sino también, óptimas condiciones para su industrialización, a tal punto que la mayor parte de la producción mundial va a la industria y no al consumo en fresco (Morin, 1968).

En lugares como Hawai, se ha generado toda una industria de la piña: Enlatados, Mermeladas, etc., así como de subproductos industriales y desechos de cultivares, como la producción de almidón a partir de hojas (Py, 1968).

El objetivo general es el aprovechamiento industrial de sub productos agrícolas.

Los objetivos específicos del presente trabajo de investigación:

- Determinar la factibilidad técnica de obtener almidón a partir de las hojas de la corona de piña.
- Determinación de los parámetros de procesamiento para obtener almidón a partir de la corona de piña.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. ASPECTOS AGRONOMICOS.

#### 2.1.1. Origen y Cultivo en el Perú.

La piña es una especie que se considera oriunda de Centro y Sudamérica.

Actualmente, Hawai es el primer productor del mundo, siguiendo en importancia, entre otros, Cuba, Puerto Rico, República Dominicana, Haití, Brasil (Morin, 1963).

En el Perú, su cultivo se realiza especialmente en la zona norte y, en menor escala, en la caja de selva; siendo La Libertad el principal centro productor, aunque en los últimos años su cultivo se va extendiendo en forma apreciable a los departamentos de Lambayeque y Piura. El año 1987 se estimó una producción de 48,300 TM (Weeb 1990).

#### 2.1.2. Descripción Botánica

Pertenece a la Familia de las bromeliáceas y responde al nombre botánico *Ananas sativus*, aunque últimamente se considera más propio denominarla *Ananas comosus*. En la figura N°1 se muestra una planta de piña (**Ananas comosus.**)

Las hojas son erectas, angostas, y están adheridas al tallo, formando un espiral compacto. La planta adulta presenta de 60 a 80 hojas de tamaño y forma variable.

#### 2.1.4. Cosecha.

La cosecha se realiza en base a las características organolépticas propias de cada variedad.

#### 2.1.5. Industrialización de la Piña.

En lugares como Hawai, la industrialización es tan diversificada que existen verdaderas

1. Ingeniero en industrias alimentarias.

industrias, anexas a la conservería que utilizan los subproductos, elaborando en base de ellos otros: ácido cítrico por la precipitación del jugo extraído de los residuos de la conserva: cáscaras, corazones, etc. vino de piña por procesos de fermentación y decantación general ya conocido, pasta seca para la alimentación del ganado con los residuos después de extraer el jugo. Por último, en algunos países, extraen una fibra textil de las hojas de plantas con la que pueden fabricar telas, como las "batistas de Ananás" de Filipinas.

Las hojas suelen ser dadas al ganado picadas y mezcladas con malezas, o deshidratadas y comprimidas en placas cortas o tortas.

Se ha reportado la extracción de almidón a partir de estos residuos, sin mostrar resultados técnicos.

### 2.3. ALMIDON

El almidón es un polímero de reserva alimenticia de las plantas y se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza.

La cantidad de este polisacárido encontrado en cualquier tejido a cualquier tiempo específico es determinado por la actividad fisiológica de este tejido. El contenido de almidón de varias plantas y de diferentes tejidos de una misma planta varía ampliamente. La cantidad de este en tejidos de hojas está sujeto a variación diurna y puede ser tan baja como 1%. El almidón acumulado es especialmente abundante en semillas, bulbos y tubérculos. Algunas semillas de granos contienen hasta 70%. Los tubérculos y raíces de ciertas palmeras pueden contener 25-30% de almidón. La composición promedio del contenido de almidones de productos vegetales se puede ver en el cuadro 1.

#### 2.3.1. Aspecto Microscópico y tamaño de gránulo.

##### a) Aspecto

La apariencia microscópica de los gránulos de almidón varía ampliamente, en forma y tamaño, de acuerdo a su origen. Se presentan ordinariamente en una forma globosa que puede ser lenticular (centeno, trigo, cebada), alargada a la manera de concha (papa) o de riñón (yuca). (Villavechia, 1949).

El hilo (hilium) existe en todos los tipos de almidón, pero en uno es visible (centeno, maíz, leguminosas) y en otros, casi invisible (avena, arroz). El hilo puede encontrarse en la parte central del grano de almidón (centeno, maíz,

leguminosas) o está situado excéntricamente (papa, féculas en general).

En lo que se refiere a su forma, puede ser puntiforme como la papa, a manera de una línea o de un acento circunflejo como en la amaranta, en forma de estrella de tres puntas o de cinco, o de una cruz como el centeno (Villavechia, 1949).

##### b) Tamaño

Se puede considerar grandes granos de almidón, si tienen un diámetro superior a 30 micras (papa); medianos, cuando su diámetro es de 20-30 micras (trigo, maíz, cebada) y, pequeños, si su diámetro es de 10 micras o menos (arroz, avena). Pero las dimensiones indicadas no pueden tomarse en sentido absoluto, puesto que existen tipos de almidón, como los del trigo y centeno, que poseen gránulos de dimensiones variadas, ya que al microscopio se detectan gránulos grandes, medianos y pequeños. En cambio, otros alimentos como el maíz, trigo y arroz, ofrecen una discreta uniformidad de tamaño.

#### 2.3.2. Proceso de obtención del almidón.

Existen dos tipos de procesos generales: en vía seca y en vía húmeda.

##### a) Molienda en seco:

Este método es muy utilizado en granos (Loayza 1984).

##### b) Molienda en húmedo:

Empleado para procedimientos industriales de fabricación de almidón de raíces y tubérculos. Se tienen los siguientes métodos de elaboración:

- a) Por acción Bioquímica
- b) Por acción mecánica.

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

Se quiere 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 la ruptura y, por lo tanto, llevan consigo cierta cantidad de almidón al residuo fibroso, con la consiguiente baja en el rendimiento de almidón.

Las fases de la elaboración del almidón de raíces y tubérculos se presentan en forma esquemática, siendo las siguientes:

- A. Trituración de las células y separación de los gránulos de las demás sustancias insolubles, es decir, de las impurezas adheridas y del material que forma las paredes de las células. Esta fase comprende las operaciones de lavado, rayado y tamizado. La relación agua: materia prima utilizada, puede afectar el rendimiento en esta etapa, Loayza (1984).
- B. Sustitución por agua pura de la solución acuosa que rodea los granos de la fécula, de la forma que se obtiene en la fase (A). Comprende: la sedimentación y lavado de las féculas en piletas y canales de sedimentación o centrífugas.
- C. Eliminación del agua por desecación.
- D. Operaciones de acabado: molienda, cernido y empacado del almidón.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. MATERIA PRIMA

La materia prima fue la hoja de la corona de la piña (*Ananas comosus* L.). La variedad utilizada es la denominada piña de la selva.

#### 3.2. MATERIALES

##### **Materiales de Vidrio :**

Vasos Erlenmeyer, buretas, pipetas, placas de vidrio, etc.

##### **Equipos :**

Moedor de alimentos (molinox), licuadora, centrífuga, estufa, balanza analítica, viscosímetro, microscopio.

##### **Reactivos :**

Alcohol de 70°, Na(OH), bisulfito de sodio, ácido clorhídrico, agua destilada; otros reactivos utilizados en los métodos de control.

##### **Otros materiales :**

Cuchillos, sedazo, frascos de vidrio.

#### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El flujo de la extracción del almidón se encuentra en la figura 1 y que a continuación se menciona.

##### **Materia Prima**

Se utilizaron las hojas de la corona obtenidas

en el mercado.

##### **Lavado**

Estas hojas se separan de la fruta, se lavan con agua potable y se cortan a un tamaño menor.

##### **Triturado**

El material picado es llevado a la moledora logrando una reducción del tamaño de las hojas, hojas para hacer más eficiente el proceso de extracción. Este material es pesado para determinar rendimientos.

##### **Extracción**

El material rallado fue colocado en una licuadora y se utilizó como medio extractivo el agua, en una relación con la materia prima de 6,5:1.

Para realizar la extracción en la proporción agua: mat. prima anteriormente planteada, se ha considerado varias fases.

En la figura 2 se muestra el diagrama de flujo para este proceso de extracción.

Para la primera fase, se utilizó el 30% del total del medio extractivo y la totalidad de la materia prima con un tiempo de licuado de 2 minutos, luego se filtró con un sedazo. En la segunda fase, se rehidrata el "cake" producto del filtrado de la primera fase con el 30% del nuevo medio extractivo y se licúa por espacio de 2 minutos, seguido de un filtrado con un sedazo. En la tercera fase, se rehidrata el "cake" producto de la filtración en la segunda fase con el 40% del nuevo medio de extracción y se licúa por espacio de 2 minutos.

Estas fases se han considerado inicialmente como tres, pero el número de veces de ésta se prolongará hasta que en la solución de filtrado, no dé reacción azul al yodo. Las soluciones filtradas, de cada fase se reúnen para continuar el proceso.

Se determinó la relación óptima de agua: materia prima a aquella en la que se tuvo un rendimiento de materia seca mayor al término del proceso.

##### **Filtrado**

Esta operación se realizó dentro de la operación de extracción, con el empleo de un sedazo, para eliminar el bagazo y partículas groseras como fibra, restos de otros tejidos, etc.

##### **Tamizado**

La suspensión fue pasada por un tamiz de malla 200 Tyler para eliminar impurezas groseras (fibra)

### Lavado

Se separa el sobrenadante y la torta es re-suspendida en una cantidad nueva de medio extractivo.

### Centrifugación

El material fue centrifugado a 2000 rpm por espacio de 15 minutos con el objeto de separar el almidón del resto del sobrenadante con el cual se eliminaron las impurezas, que no han sido eliminadas en el anterior lavado.

### Lavado con alcohol

En este punto, el material centrifugado fue re-suspendido en una solución de alcohol etílico al 80%, con el fin de extraer pigmento de clorofila y azúcares solubles.

### Centrifugado

Se sometió la suspensión a un centrifugado a 2000 rpm por espacio de 5 minutos. Para eliminar los restos de jugos solubles, alcohol y reducir al máximo posible el agua contenida en el almidón. Esta operación se realizó hasta eliminar los contaminantes.

### Secado

El material centrifugado es llevado a secar en una estufa a 40°C.

### Envasado

Una vez realizadas estas operaciones, el producto fue acondicionado en frascos de vidrio y mantenido en refrigeración a una temperatura de 10° C.

Este método sirvió de base para el estudio de las siguientes operaciones:

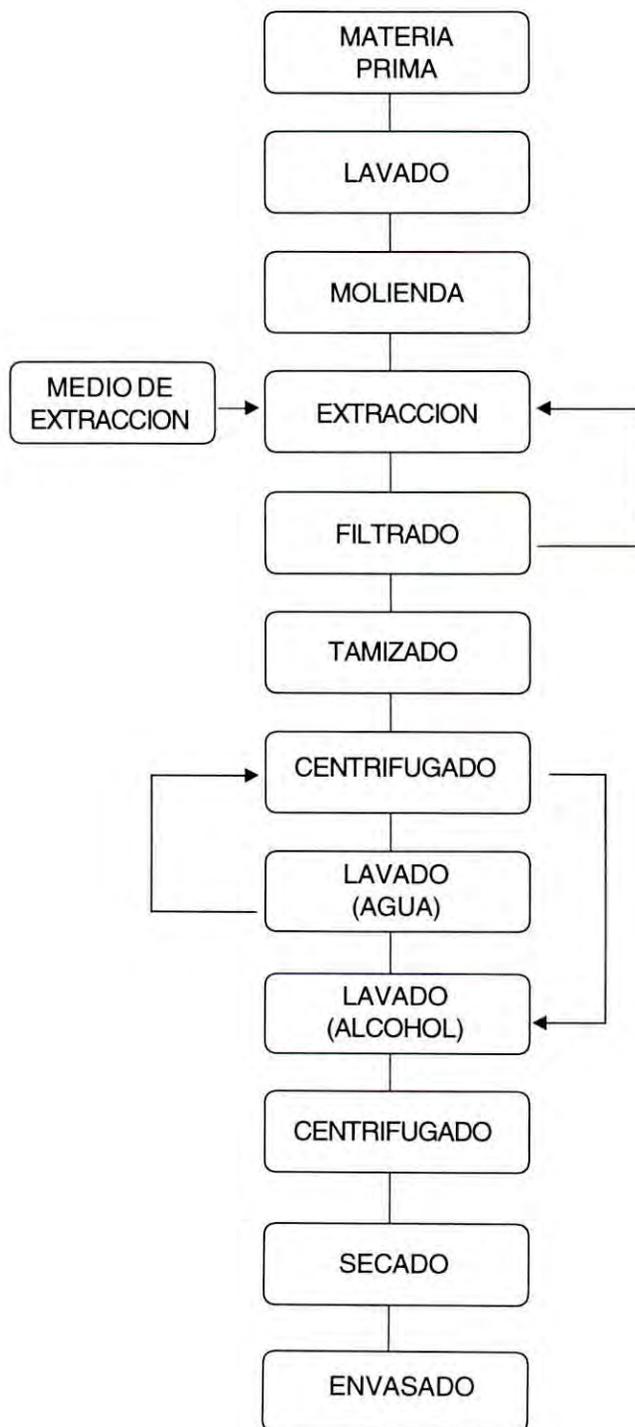
#### 3.3.1. Estudio de la optimización de la relación agua: materia prima, en la operación de molienda en la extracción.

El estudio exhaustivo de la operación se encuentra limitado por la disponibilidad de equipo, en variedad y número necesario, que permita hacer una comparación.

La relación agua: materia prima, que se utilizó fue de 7.5:1, 8.5 y se comparará con la relación de 6.5:1.

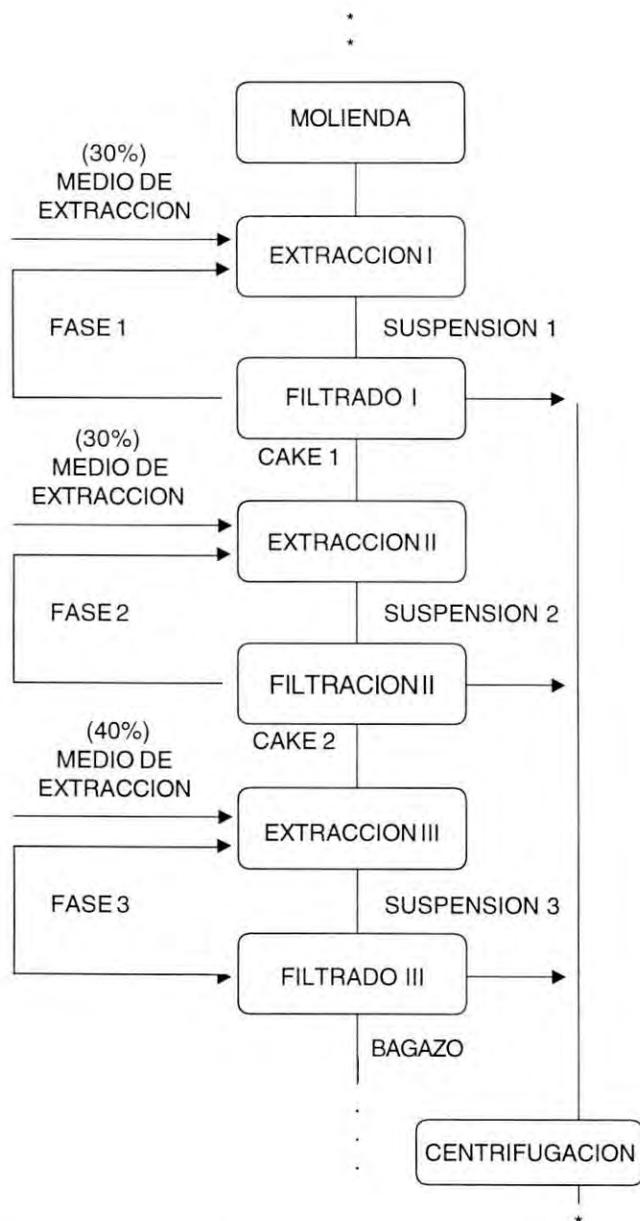
El criterio seguido para añadir la proporción de agua en la molienda ha estado en función de la relación entre el peso del agua de molienda y el peso de la materia prima.

Diagrama No. 1: Flujo tentativo para la obtención de almidón a partir de la hoja de piña



El criterio para seleccionar la óptima relación agua: materia prima se basa en la cantidad de materia seca obtenida en cada una de los ensayos.

Diagrama No. 2: Flujo para la optimización de la relación agua: materia prima en la etapa de extracción.



### 3.4. OTROS ANALISIS REALIZADOS

#### 3.4.1. Humedad

Se determinó por el método de estufas a presión atmosférica de 110°C, durante 24 horas (A.O.A.C, 1969).

#### 3.4.2. Aspecto

Se observó los gránulos de almidón en el microscopio, en un aumento de 1200x. El almidón se diluyó en agua a una concentración de 0.2%, determinándose la apariencia de los granos, (Loayza, 1984).

#### 3.4.3. Tamaño del gránulo

Se preparó una dilución, de 0.2%. Se utiliza un ocular achurado, luego se visualiza los gránulos de mayor ..... de menor tamaño para establecer un rango (Loayza 1984).

#### 3.4.4. Color

El color de la muestra se obtuvo de la comparación de la muestra con la escala cromática establecida en el atlas de colores de Koppers (1991).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. AJUSTE DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

El diagrama de operaciones inicialmente considerado para el diseño experimental, mostrado en el diagrama N° 1, fue modificado por las características y disponibilidad del equipo utilizado y por el resultado del desarrollo del trabajo experimental preliminar, que se muestra en el diagrama N° 3, de donde puede observarse que se ha eliminado el tamizado, pues se obtuvo un buen filtrado por las características de la materia prima de contener una alta cantidad de fibra. Se eliminó asimismo la centrifugación, pues era difícil la separación de la clorofila, y se realizó la deshidratación del almidón al medio ambiente.

El diseño experimental ajustado se utilizó para las pruebas posteriores.

### 4.2. RESULTADO DEL METODO DE EXTRACCION HUMEDA EN LA OBTENCION DE ALMIDON DE HOJAS DE FRUTO DE PIÑA.

El diagrama seguido para este método fue el indicado en el ítem 4.1. Los resultados de los parámetros evaluados se encuentran en el cuadro 1.

Con respecto a las operaciones preliminares de extracción, selección, lavado manual con agua fría

#### 3.3.2. Estudio de otros medios extractivos en la extracción de almidón

Con la relación óptima de agua: materia prima, se ensayó siguiendo el diagrama de flujo del diseño experimental, con los otros medios extractivos: solución de bisulfito al 0.1%, solución de Na(OH) al 0.1%. El criterio empleado para determinar el mejor medio extractivo fue aquél en que el porcentaje de almidón extraído sea el más alto.

e inmersión en una solución desinfectante y triturado (finamente picado) fueron adecuados.

En relación a los resultados de las otras operaciones se tiene lo siguiente:

### **Extracción**

Se tuvo que utilizar una relación de agua: materia prima de 6,5:1, pues a relaciones inferiores de menor cantidad de agua, generaba problemas en el equipo utilizado.

En la evaluación del número de fases a utilizar se encontró que en la tercera fase o repetición de la extracción del almidón, dio negativo a la presencia de almidón, por lo tanto esta etapa quedó en dos fases, adicionando la cantidad de agua en dos partes.

### **Filtración I**

El filtrado no presentaba partículas groseras y se realizó rápidamente, ayudado por la naturaleza de la materia prima de contener una alta cantidad de celulosa y los poros del sedazo.

Presencia cualitativa de almidones en el filtrado; el cual es de color verde intenso que, según el atlas de colores, se podría clasificar en N60C99A90 (mezcla acromática con negro (campo verde) y se puede interpretar como un color verde intenso opaco.

### **Sedimentación I**

Duró aproximadamente dos horas. Se eliminó el sobrenadante que contenía algunas partículas pequeñas de fibra y pigmento de clorofila. El sobrenadante no tenía presencia de yodo.

El almidón arrastraba en su precipitación al pigmento, adhiriéndose a éste con la apariencia de una capa en el fondo del recipiente y que se incrementaba al utilizar la centrífuga.

### **Lavado con agua**

El agua absorbe una cantidad de pigmento

### **Sedimento II**

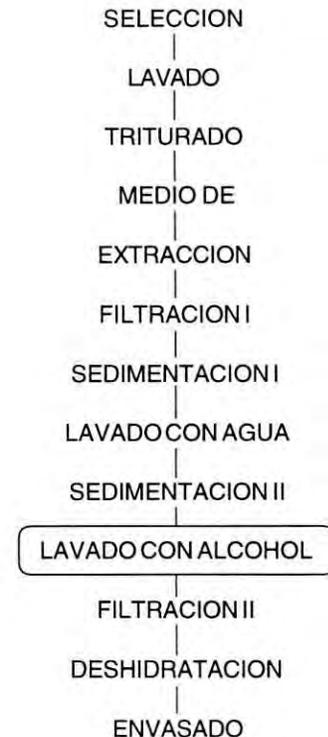
Al sedimentarse el almidón arrastra el pigmento, reduciendo así su presencia en el agua de lavado.

### **Lavado con alcohol**

El alcohol extrae el colorante y se torna de un color verde intenso. La cantidad utilizada ha sido, en promedio, el 50% de la cantidad empleada de medio de extracción.

Se estableció cuatro lavados con alcohol, quedando la solución de tono ligeramente amarillo

**Diagrama No. 3: Operaciones ajustadas para la obtención de almidón a partir de la corona de piña**



verdoso y transparente, pasándose directamente al filtrado.

### **Sedimentación III**

Se elimina el sobrenadante que tiene una alta cantidad de colorante. El tiempo de sedimentación fue aproximadamente de 90 minutos, al final del cual se adicionó cantidad de alcohol, igual al 25% de la cantidad establecida, realizándose un nuevo lavado, retornando a la etapa anterior. Se realizó tres veces la sedimentación.

### **Filtración II**

Después del cuarto lavado se filtró la solución durante 3 horas aproximadamente. El filtrado es de color amarillo verdoso transparente.

### **Deshidratación**

Llevando el papel de filtro a un ambiente dentro del laboratorio y exponiendo al medio ambiente se realiza la deshidratación, la que dura aproximadamente 2 días y se coadyuva con la adición del alcohol.

**CUADRO No. 1: Resultados de la obtención de almidón por el método de extracción húmeda de hojas de piña.**

<b>Selección-Lavado-Triturado</b>	
Humedad	: 86.77 %
Peso de Materia Prima	: 95.06 g
<b>Molienda Húmeda</b>	
pH del Medio Extractivo	: 6.5
Relación Agua-Materia Prima	: 6.5-1
Número de fases	: 2
<b>Sedimentación I</b>	
Tiempo de sedimentación 2 horas	
<b>Filtración I</b>	
Presencia de partículas Groseras	: no
Velocidad de filtración rápida.	
<b>Lavado agua</b>	
Presencia de Almidón	: Negativa
Disminución del Color	: Ligera
<b>Sedimentación II</b>	
Tiempo de duración	: Dos horas.
<b>Lavado con Alcohol</b>	
Disminución del Color	: Verde intenso a casi transparente.
Numero de veces	: Cuatro
<b>Sedimentación III</b>	
Tiempo de Sedimentación	: Aproximadamente dos Horas.
<b>Filtración II</b>	
Tiempo de Filtración	: Aproximadamente 3 horas.
<b>Deshidratación</b>	
Peso del Almidón	: 2.0791 gr
Humedad	: 19.95 %
Rendimiento (base seca)	: 12.22%
Color	: A30M10C20

Asimismo, se obtuvo los resultados mostrados en el cuadro 1, donde se observa que la humedad es alta, aproximadamente de 20%, siendo muy alta para conservarse, por lo que se hizo un secado adicional en la estufa.

#### **RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA EN ALMIDON (%)**

$\%R = (\text{gr. de materia seca de almidón} / \text{gr de materia}$

seca en materia prima)  $\times 100$

$\%R$  (en promedio) =  $1.6563 / 12.5789 = 13.38\%$

Este valor es mucho menor al obtenido para los de cereales y tubérculos, pero muy similar al que indica Whistler (1967) para hojas.

El color obtenido de este almidón, según el Atlas de Colores se encuentra como mezcla cromática con amarillo de tres colores: A30M10C20.

#### **4.3. RESULTADO DEL ESTUDIO DE OPTIMIZACION DE RELACION AGUA: MATERIA PRIMA, EN LA OPERACION DE MOLIENDA**

Los cálculos para esta prueba se hacen en forma análoga que para la prueba (4.2) y los resultados obtenidos se encuentran en el cuadro 2, con los que se realizó un análisis de variancia que se puede apreciar en el cuadro 3, donde se concluyó que existe, en promedio, una diferencia significativa entre los rendimientos de almidón a diferentes diluciones, en la operación de extracción de almidón

Para determinar entre qué tratamientos se daba una diferencia significativa, se aplicó la prueba de Tukey, donde se encontró que existía una diferencia significativa entre todos los tratamientos estudiados, lo que se puede apreciar en el cuadro 4.

Los resultados de esta experiencia se pueden ver en el cuadro 2, e indican que a medida que se incrementa la cantidad de agua, se disminuye el rendimiento en almidón de la materia prima. Tendencia que coincide con la observada por Loayza (1984) en la obtención de almidón a partir de "pituca".

#### **4.4. RESULTADO DEL ESTUDIO DEL RENDIMIENTO EN ALMIDON UTILIZANDO OTRA COMPOSICION DE MEDIOS EXTRACTIVOS**

Los cálculos para el rendimiento de materia prima en almidón se realizan utilizando el método de 4.2.

Los resultados de esta prueba se pueden observar en el cuadro 5, en donde al utilizar una solución de soda 0.1% y de una mezcla de soda 0.1% más bisulfito de sodio al 0.1%, se obtiene resultados más bajos que al utilizar el agua pura.

Comparando el resultado obtenido con la solución de bisulfito de sodio al 0.1% con la del agua pura, mostraron un similar rendimiento. Por ende, la extracción con bisulfito es mejor que la realizada con soda en sus dos variedades.

**CUADRO No. 2: Resultados de la optimización de la relación agua / materia prima en la operación de extracción.**

	RELACION AGUA : MATERIA PRIMA		
	6,5 : 1	7,5 : 1	8,5 : 1
RENDIMIENTO (MS/MS)	13,10%	11,36%	10,01%
	13,38%	11,00%	9,9%
TOTAL	26,48 %	22,44 %	19,01%
PROMEDIO	13,24 %	11,22 %	9,5 %

**CUADRO No. 3: Análisis de la variancia D.B.C.A.**

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft
TRATAMIENTOS	2	13,916	6,9456	38,7181	21,48
ERROR	3	0,6785	0,2266		
TOTAL	5	14,5698			

**CUADRO No. 4: Prueba de Tukey**

A	B	C
██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████

Con los resultados del cuadro 6 se realizó el análisis estadístico de variancia que se encuentra en el Cuadro 7, el cual indica que existen diferencias significativas entre algunos tratamientos.

Para establecer entre que tratamientos existe la diferencia, se realizó la prueba de Tukey, cuyos resultados se muestran en el cuadro 8 e indican que existe una diferencia significativa en la muestra, entre los tratamientos que utilizan una dilución de 7,5:1.

#### 4.5. RESULTADO DE LA EVALUACION DE LA FORMA Y TAMAÑO DEL GRANO DE ALMIDON OBTENIDO

La forma de los granos encontrados, a la vista del microscopio, no presentan nucleo central o extremo característico de otros almidones. Son de forma redondeada, poligonales no uniformes.

Se observó un halo transparente alrededor del gránulo.

El tamaño corresponde a pequeños gránulos, dentro de un rango de 3 -10 micras, lo que no los hace aptos para una separación, dentro de un proceso de obtención, usando hidrociclones.

#### V. CONCLUSIONES

1. La relación agua: materia prima óptima es de 6,5:1 para la etapa de extracción.
2. El mejor medio extractivo es el agua pura.
3. La separación de almidón por gravedad da buenos resultados.
4. Se recomienda utilizar dos fases en la etapa de extracción.
5. El filtrado con sedazo es ideal para el tipo de materia prima.
6. En el lavado con alcohol es suficiente el empleo del 50% de la cantidad de agua utilizada. Debiendo repetirse esta operación cuatro veces.
7. El secado al medio ambiente no da buenos resultados para eliminar el agua a niveles óptimos para la conservación del almidón.

#### VI. RECOMENDACIONES

1. Investigar en otras variedades el rendimiento en almidón.
2. Realizar experiencias con la planta entera.
3. Determinar la temperatura óptima de secado del almidón.
4. Realizar pruebas con enzimas para eliminar la clorofila en el filtrado I, en la obtención de almidón de corona de piña.
5. Determinación de pruebas de aplicación industrial del almidón de hojas de piña.

**CUADRO No. 5: Rendimiento en almidón a diferentes composiciones del medio extractivo.**

	RELACION AGUA: MATERIA PRIMA DE LA EXTRACCION				
	8,5 : 1		7,5 : 1		
	PURA	0.1%(1)	PURA	0.1%(2)	=.1%(3)
RENDIMIENTO (MS)(%)	9,78	9,44	11,98	8,6	7,8
	9,29	9,70	10,42	7,8	7,2
TOTAL	19,06	19,14	22,4	16,6	15,0
PROMEDIO	9,53	9,57	11,2	7,8	7,5

LEYENDA: (1)0.1% SOLUCION DE BISULFITO DE SODIO 0.1%  
(2)0.1% SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO 0.1%  
(3)0.1% SOLUCION DE BISULFITO DE SODIO + 0.1% SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO

CUADRO No. 6: Análisis de variancia (D.B.C.A.)

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft
TRATAMIENTOS	4	18,1276	4,5319	7,994	5,19 *
ERROR	5	2,8356	0,5671		
TOTAL	9	20,9636	2,3292		

CUADRO No.7: Prueba de Tukey

A	B	C	D	E
		—————		
		—————		

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Baudi Salvador (1984). **Química de Alimentos**. Ed. Alhambra. México 700 pág.
- Bello Segundo (1989). **El Cultivo de Piña** (Ananas comosus L Merr) en la Selva del Perú. Tesis. UNALM. Fac de Agronomía.
- Calzada Benza (1980). 143 **Frutales Nativos**. Distribuidora El Estudiante. Lima Perú. pág. 36
- Kerr (1965) Food Starches. Food Engineering. pág. 689
- Kuppers Harold (1991). Atlas de Colores. Editorial Blume. Barcelona España. pág. 249.
- Loayza Celedonio (1984) **Obtención de Almidón de Pituca**. Tesis UNALM. Fac. Ind. Alimentarias.
- Ministerio de Agricultura (1992). **Oficina de Estadística Agraria**. Boletín estadístico mensual del sector agrario N° 12/91.
- Morin Charles (1963). **Frutales Tropicales y Menores**. UNALM. Dpto de Publicaciones de UNALM. Lima. 3 pág.
- Py Claude (1968). **La Piña Tropical**. Ed Blume. Madrid-España 328 pag
- Rodríguez Pastor (1982). **Deshidratación de Frutales por Osmosis Efecto del Edulcorante**. Tesis UNALM. Lima.
- Talbur y Smith (1967). Potato Processing. Second Ed. Pensilvania. 336 pág.
- Villa Vechia V (1949). **Tratado de Química Analítica**. Editorial Gustavo Gill S.A. Barcelona, España. Tomo II.
- Weeb R (1990). Almanaque Estadístico. Perú en números. Editorial Navarrete. Lima
- Whistler, RI y E. F. Pascall (1967). Starch: Chemistry and Technology. Ed Academic Press. London Vol II.



Leque-leque