

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



“PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE PAPA (*Solanum, Tuberosum*), DE VARIEDAD CANCHAN”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

MARIBEL CÁRDENAS YAURI

LIMA – PERÚ

2012

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y toda mi carrera universitaria a Dios, por ser quién ha estado a mi lado en todo momento dándome fortaleza espiritual y las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día para seguir adelante en esta vida, ayudándome a romper todas las barreras que se me presenten.

A mis padres que con su gran amor y sacrificio incondicional hicieron de mí una mujer profesional, con valores personales y metas en la vida.

Querido padre, gracias por la mano firme, por tu amor, protección, cariño, buenos consejos y estar atento a mis necesidades.

A mi amado esposo, Edgar Nina Eduardo, quién me brindo su amor, cariño, apoyo incondicional, comprensión y paciente espera para terminar la tesis de pre grado, mostrándome la evidencia de su gran amor. ¡Gracias!

A mi hija Gabriela quién es la fuerza y motivo de inspiración en esta vida.

A mi hermano mayor, César Cárdenas Yauri, quién me brindo su apoyo incondicional y motivación, quién fue ejemplo en mi vida para continuar como él, los estudios universitarios en la UNI.

A mis queridos hermanos; César, Ronald, Ponciano, Williams, Marisol, Patricia y Viviana, Los pastores; Dimas y Marcel Castillo y a todos los hermanos espirituales de la iglesia "Aposento Alto" gracias por su sabios consejos y apoyo incondicional.

Y a mis mejores amigos, nunca voy a olvidar todo el apoyo que me dieron para la realización de la tesis. ¡Gracias amigos!

AGRADECIMIENTO

A mi querida Alma Mater, a mi asesor Ing. Enrique Neira Montoya, a mi esposo Edgar Nina Eduardo, a mis amigos; Tarsila Tuesta, Zoraide Cruz Paredes, Cristina Viza Llenque, Esteban Mujica Gálvez, Abel Deza, a mis profesores y a todos que con el apoyo brindado, sus consejos y experiencia, me encaminaron hacia el logro de ésta tesis.

SEMBLANZA

UNA GRAN AMIGA, que en vida fue:



Julia Pujaico Baldeón nació en el cacerio de Accomarca distrito de Vilcashuaman, Ayacucho, de nuestra patria Perú, el 16 de febrero de 1977. Fue la primogénita de Raymundo Pujaico Pérez y Ninfa Baldeón Sulca, personas humildes y del todo trabajadoras. Realizó su formación académica en instituciones públicas; desde joven tenía visión emprendedora y aspiraciones de realizar estudios de grado en el extranjero.

Ingresó a la Universidad Nacional de Ingeniería a estudiar ingeniería química, como alumna de la generación 1998, con lo que hizo realidad uno de sus más anhelados sueños de graduarse como bachiller en ingeniera. Su desempeño y su trayectoria durante sus estudios fueron un claro ejemplo de las características que más lo distinguían: responsabilidad, firmeza y convicción.

Fueron muchos los momentos en que compartimos juntas como amigas, aun recuerdo el día que te conocí en febrero del 2008, nos encontrábamos haciendo cola para realizar nuestros pagos de bachiller en caja de la Universidad y te comente que yo había regresado a nuestra alma mater para realizar la tesis de grado y titularme como ingeniera, aunque no tenía el título de la tesis aún y tú con la suavidad y dulzura de tu voz me dijiste que también tenias el mismo objetivo, pero con la firmeza de tus convicciones y fue allí donde empezamos forjar una sólida, sincera y transparente amistad. Emprendimos juntas la elaboración de la tesis desde el nombre original de la tesis, realizamos la descripción del proceso, materiales, equipos necesarios para nuestro proceso de producción y viajamos juntas a Huancayo a buscar información del tema y obtener datos personales de otros profesionales del rubro. Estuvimos juntas por casi ocho meses elaborando y empezando a dar nuestros primeros pasos para hacer realidad nuestros sueños, no fue fácil pero juntas nos dábamos de la mano para avanzar cada día los obstáculos que se nos presentaba en elaborar la tesis.

Aun recuerdo en Febrero del 2009 me confirmaste que estabas lista para viajar a España y cumplir parte de tus sueños, la noticia me causo tristeza pero era tu anhelo dejaste el proyecto de tesis y emprendiste nuevos rumbos por lo que te despedí en el aeropuerto Jorge Chávez juntamente con todos tus seres queridos, amigos y nuestra gran amiga inseparable Tarsila Tuesta.

Las amigas son como las hermanas que escogemos por eso es triste despedirte, hoy te lloramos pero también reivindicamos los que dejaste sembrado en tu familia, amigos. Fuiste una gran amiga, confidente, consejera crecí contigo compartimos alegrías, nostalgias, tristezas, agradezco a la vida y a Dios por haberme dado la oportunidad de conocerte y compartir contigo una verdadera amistad en los últimos años de tu vida.

A nombre mi esposo Edgar Nina, nuestro maestro Enrique Neira Montoya, Tarsila Tuesta y todos tus amigos. No te decimos adiós, te decimos hasta siempre mi estimada amiga Julita.

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE CUADROS	xii
RESUMEN	1
OBJETIVOS	2
INTRODUCCIÓN	3
I. ASPECTOS GENERALES	4
1.1 Papa peruana.	4
1.1.1 Clasificación taxonómica de la papa.	5
1.1.2 Característica morfológica de la papa.	6
1.2 Papa peruana variedad canchán.	10
1.2.1 Origen de la papa de variedad canchán.	11
1.2.2 Zonas de mayor producción de papa en el Perú.	13
1.2.3 Composición química.	16
1.2.4 Propiedades Importantes del Almidón.	23
1.2.5 Criterios de selección de la papa objeto del estudio.	25
1.3 Harina de papa	26
1.3.1 Antecedentes de la harina de papa.	27
1.3.2 Características fisicoquímicas.	28
1.3.3 Principales aplicaciones.	28
1.3.4 Ventajas de la harina de papa.	28
1.4 Alteraciones producidas en los tubérculos	29

II. PROCESO DE PREPARACIÓN DE HARINA	33
2.1 Descripción del proceso.	33
2.2 Desarrollo experimental.	37
2.2.1 Variables importantes para el control.	37
2.2.2 Selección de las temperaturas de trabajo.	37
2.3 Caracterización de la harina de papa con y sin cáscara.	40
III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
3.1 Materia Prima.	45
3.1.1 Análisis Químico Proximal.	45
3.2 Producción de harina de papa.	46
3.2.1 Determinación del contenido en proteínas.	46
3.2.2 Determinación del contenido de humedad.	50
3.2.3 Determinación del contenido en ceniza.	59
3.2.4 Determinación de la acidez titulable.	62
3.2.5 Determinación de la fibra cruda.	64
3.2.6 Determinación del pardeamiento no enzimático.	66
IV. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA	69
4.1 Balance de masa.	69
4.1.1 Balance de masa para obtener harina sin cáscara.	70
4.1.2 Requerimiento de aire seco	71
4.1.3 Balance de masa para obtener harina con cáscara	74
4.2 Balance de energía.	75
4.3 Requerimientos de servicios.	81
4.4 Costo de procesamiento.	82
4.5 Costo primo unitario.	85
4.6 Selección de equipos.	87
V. CONCLUSIONES	92
VI. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	95
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
VIII. APÉNDICE	99
A. Método de Análisis para determinar contenido en proteínas.	99

B. Método de Análisis para determinar contenido de humedad.	102
C. Método de Análisis para determinar contenido en ceniza.	103
D. Método de Análisis para determinar la acidez titulable.	104
E. Método de Análisis para determinar fibra cruda.	106
F. Determinación del pardeamiento no enzimático.	108
G. Datos del tratamiento de secado a varias temperaturas para obtener harina de papa.	109
H. Fotos de harina de papa sin cáscara.	111
I. Fotos de harina de papa con cáscara.	112
J. Cuadro de datos del contenido en proteínas.	113
K. Cuadro de datos del contenido en humedad.	115
L. Cuadro de datos del contenido en ceniza.	116
M. Cuadro de datos del contenido en fibra.	117
N. Cuadro de datos para determinar, pardeamiento no enzimático.	118
O. Cuadro de resultados de la acidez titulable.	119
P. Precio del gas natural por OSINERGMIN para Lima y Callao.	120

ABREVIATURAS

UV	Ultra violeta.
s	Segundos.
t	tiempo.
N	Normalidad.
mL	Mililitros.
g	Gramos.
min	minutos.
fig.	Figura.
Nº.	Numero.
TM	Toneladas métricas.
ton:	Toneladas.
ha:	hectárea.
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar.

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. La Planta de Papa y sus partes.	8
Fig. 2. La flor de la Papa y sus partes.	9
Fig. 3. Frutos de la papa.	10
Fig. 4. Papa de variedad "Canchán".	12
Fig. 5. Gránulos de almidón de papa.	16
Fig. 6. Estructura de la molécula de Amilosa.	17
Fig. 7. Estructura de la molécula de Amilopectina.	17
Fig. 8. Equipo de secado con inyección de aire caliente, deshidratación del tubérculo triturado.	32
Fig. 9. Almidón, ubicado en la parte inferior del recipiente.	35
Fig.10. Equipo micro Kjedhal, destilación y recolección de amoníaco para determinar contenido en proteínas.	41
Fig.11. Diagrama de flujo para elaboración de harina de papa Canchán sin cáscara.	44
Fig.12. Contenido en proteínas de la harina de bagazo de papa sin cáscara.	47
Fig.13. Contenido en proteínas del almidón de la harina de papa sin cáscara.	48
Fig.14. Contenido en proteínas del bagazo de la harina de papa con cáscara.	49
Fig.15. Contenido en proteínas del almidón de la harina de papa con cáscara.	50
Fig.16. Pérdida de humedad de la harina de bagazo de papa sin cáscara vs. Tiempo.	52
Fig.17. Pérdida de humedad de la harina de almidón de papa sin cáscara vs. Tiempo.	53
Fig.18. Pérdida de humedad, harina de papa (obtenida a 70°C).	53
Fig.19. Pérdida de humedad, harina de papa sin cáscara	

(obtenida a 91,6°C).	54
Fig.20. Pérdida de humedad, harina de papa sin cáscara (obtenida a 120°C).	54
Fig.21. Pérdida de humedad, harina de papa sin cáscara (obtenida a 132°C).	55
Fig.22. Pérdida de humedad, harina de papa sin cáscara (obtenida a 170°C).	55
Fig.23. Pérdida de humedad del bagazo de la harina de papa con cáscara.	57
Fig.24. Pérdida de humedad del almidón de la harina de papa con cáscara.	57
Fig.25. Pérdida de humedad (harina de papa con cáscara obtenida a 91,6°C).	58
Fig.26. Pérdida de humedad (harina de papa con cáscara obtenida a 120°C).	58
Fig.27. Pérdida de humedad (harina de papa con cáscara obtenida a 132°C).	59
Fig.28. Contenido de ceniza de la harina de papa sin cáscara.	60
Fig.29. Contenido de ceniza de la harina de papa con cáscara.	61
Fig.30. Acidez titulable del bagazo de la harina de papa sin cáscara y con cáscara.	63
Fig.31. Acidez del almidón de la harina sin cáscara y con cáscara.	64
Fig.32. Contenido en fibra del bagazo de la harina de papa sin cáscara y con cáscara vs. Temperatura.	66
Fig.33. Densidad óptica de la harina de papa sin cáscara vs. Temperatura.	68
Fig.34. Densidad óptica de la harina de papa con cáscara vs. Temperatura.	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Volumen de producción de papa por departamentos.	14
Cuadro 2. Variedades de papas y promedio de producción entre Junín y Huánuco en (%).	15
Cuadro 3. Contenido de Vitamina C en las Papas.	19
Cuadro 4. Contenido de ceniza de la Papa Blanca.	20
Cuadro 5. Minerales (constituyentes inorgánicos) de la Papa.	21
Cuadro 6. Contenido de Glicoalcaloides en la Papa.	22
Cuadro 7. Cuadro comparativo de producción, % de sólidos y apariencia física entre las papas más comerciales.	26
Cuadro 8. Requisitos de las harinas sucedáneas procedentes de tubérculos.	28
Cuadro 9. Comparativo de las harinas sucedáneas frente a la harina de trigo.	29
Cuadro 10. Tratamiento de secado a varias temperaturas para obtener harina de papa.	38
Cuadro 11. Muestras seleccionadas de harina de color clara.	40
Cuadro 12. Análisis químico proximal de la papa de variedad Canchán.	45
Cuadro 13. Contenido en proteínas de la harina (bagazo y almidón), papa sin cáscara.	47
Cuadro 14. Contenido en proteínas de la harina (bagazo y almidón), papa con cáscara.	48
Cuadro 15. Pérdida de humedad de la harina de papa sin cáscara.	51
Cuadro 16. Pérdida de humedad de la harina de papa con cáscara.	56
Cuadro 17. Contenido de ceniza de la harina de papa sin cáscara.	60
Cuadro 18. Contenido de ceniza de la harina de papa con cáscara.	61
Cuadro 19. Acidez de la harina de papa sin cáscara.	62

Cuadro 20. Acidez de la harina de papa con cáscara.	63
Cuadro 21. Contenido en fibra del bagazo de la harina de papa sin cáscara.	65
Cuadro 22. Contenido en fibra del bagazo de la harina de papa con cáscara.	65
Cuadro 23. Pardeamiento no enzimático de la harina de papa.	67
Cuadro 24. Balance de Materia para obtener harina sin cáscara.	73
Cuadro 25. Balance de Materia para obtener harina con cáscara.	74
Cuadro 26. Balance de Energía para obtener harina sin cascara.	80
Cuadro 27. Balance de Energía para obtener harina con cascara.	80
Cuadro 28. Consumo de Potencia Para obtener harina.	81
Cuadro 29. Costo de materia prima, insumos y materiales	82
Cuadro 30. Costo de Mano de obra.	83
Cuadro 31. Costo de servicios para obtener harina sin cáscara.	83
Cuadro 32. Costo de servicios para obtener harina con cáscara.	84
Cuadro 33. Costo directo para obtener harina de papa sin cáscara.	84
Cuadro 34. Costo directo para obtener harina de papa con cáscara.	84

RESUMEN

En el Perú existen más de 4000 variedades de papa (*MINAG, 2008*), entre nativas y variedades mejoradas que son las comerciales. La papa se produce en mayor cantidad en nuestra sierra y moderadamente en la costa. Estas son utilizadas para el consumo humano, parte de ellas se deshidratan en las alturas como chuño con la finalidad de conservarlas para los tiempos de escasez, otra parte se almacena fresca corriendo el riesgo a malograrse y el resto es destinada al comercio. El mayorista paga por la papa comercial un precio bajo que no es dable con respecto al pago retribuido al campesino, siendo mejor transformar este tubérculo a un producto no perecible dando un valor agregado y de las cuales se pueda aprovechar sus beneficios nutricionales. Por las razones expuestas, este trabajo está enfocado a realizar el:

“PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE PAPA (*Solanum, Tuberosum*), DE VARIEDAD CANCHAN” con el fin de lograr un producto que tenga aceptabilidad sensorial, es decir; presente mejores condiciones de color, textura, granulometría y fácil de consumir, siendo dirigida para el consumo humano. Se produce también harina con cáscara porque contiene mayor cantidad de fibras y permite que el organismo humano tenga una buena digestión al consumirla. Se elabora el diagrama de flujo que ayudará a visualizar el proceso y tener en cuenta que variables serán importantes en cada etapa del proceso tal como; el tiempo y temperatura de secado de modo que se evite el pardeamiento enzimático al pelar y cortar la papa, luego el almidón y el bagazo escurrido se coloca en un secador del tipo neumático cuya finalidad es inyectar aire caliente al producto teniendo contacto directo. Este equipo permitirá realizar varios ensayos variando la temperatura de secado en menor tiempo posible de manera que se evite el pardeamiento no enzimático del tubérculo estrujado en el proceso de secado y se obtenga una harina clara. La evaluación del pardeamiento no enzimático de las muestras de harina de papa canchan es medido por espectrofotometría ultravioleta – visible, demuestra que a 132°C es la temperatura adecuada a secar para la harina sin cáscara y 120°C para la harina con cáscara. Las muestras secadas a estas temperaturas presentan un color más clara respecto a las demás, se finaliza con la caracterización de la harina.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar harina de papa de variedad Canchán con cáscara y sin cáscara que tenga aceptabilidad sensorial con la finalidad que sea utilizado como producto de consumo humano.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros (tiempo y temperatura de secado) que rigen en la elaboración de la harina.
- Otorgar valor agregado a la papa Canchán que registra importantes volúmenes de producción y poca industrialización.
- Determinar el análisis proximal de la papa de variedad "Canchán".
- Evaluar sensorialmente la harina elaborada, haciendo uso de la vista.

INTRODUCCIÓN

La papa es un cultivo a nivel mundial y su producción anual según ministerio de agricultura (*MINAG, 2008*) es de 324 000 000 Ton y la producción en los países subdesarrollados esta aumentando rápidamente.

En el Perú, la papa es base de la alimentación del poblador peruano, especialmente en las poblaciones rurales y urbanas de bajos ingresos. La producción Nacional anual promedio en el año 2005 se registró de 3 200 000 Ton, pero solo dedica a la agroindustria una cantidad de 70,000 Ton según "Cadenas Productivas Agrícolas de Calidad en el Perú", *CAPACPERU*.

El compromiso al desarrollar un producto como la harina de papa de variedad "Canchán" y caracterizarlo de la manera física química se realiza cumpliendo sistemáticamente varias etapas de modo que aseguren y cumplan con la exigencia normativa, especialmente en el aporte nutricional y calidad sensorial de manera que este llegue al consumidor y pueda sustituir en parte a la harina de trigo donde sea posible para diversos productos alimenticios.

Se considera trabajar con papa de variedad "Canchán" ya que es un tubérculo de variedad comercial es decir se puede encontrar en el mercado durante todo el año y a menor costo. Este tubérculo cuenta con importantes propiedades nutricionales y al darle una adecuada transformación se puede aprovechar. Además esta variedad presenta las siguientes ventajas: resistencia a plagas, producción continua, precios bajos en su adquisición de la papa y su producción se encuentra en nuestra sierra y costa del País.

Para lograr cumplir con el objetivo de la tesis es necesario realizar varias etapas que incluyen procesos y estudios, siendo estos:

1. Diseñar un diagrama de flujo para la elaboración del producto deseado e identificar las condiciones para su proceso.
2. Determinar las características de la materia prima.
3. Determinar las condiciones óptimas de secado para evitar el pardeamiento no enzimático.
4. Realizar análisis físico químicos de acuerdo con la norma técnica nacional.

CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 PAPA PERUANA

Dentro del Continente Americano, el Perú representa una de las regiones agrícolas más antigua y con respecto al origen de la papa el Perú es el país que dio al mundo este alimento. Muchas teorías fueron emitidas por parte de arqueólogos, cronistas, taxonomistas, genetistas, etc. que confirman el origen de la papa. Tal es el caso que en 1609 el Inca Gracilazo de la Vega en sus "Comentarios reales" menciona la existencia de la papa al describir que los indios la comían cocida, asada y la conservaban en forma de nieve, es decir el "chuño".

J.C.Hawkes (1945). Gran taxonomista inglés en su "Story of the potato" dio su teoría que el centro de origen de la papa cultivada estaría en la región situada entre el Cuzco y Lago Titicaca, debido a que allí es el lugar donde existe mayor diversidad de variedades cultivadas y especies silvestres. Las cerámicas Nazca y Chimú, representan en sus "Vasijas y Huacos" diferentes formas de papas, de manera antropomorfisadas, con rasgos faciales mutilados, aquí vemos que ellos conocían muchas variedades y las representaban en cerámicas. Esto hace suponer que hacían miles de años que ya conocían la papa como alimento.

La papa fue introducida a España por primera vez cuando fue enviada para el Rey Felipe II por medio de un obsequio del Cuzco en 1565. De tal presente parte llegó a manos del Papa Romano y este envió al botanista Carolus Clusius en Leyden en enero de 1588, quién las cultivo en Viena y Frankfort y sus cosechas sirvieron para dar a conocer lentamente dicha planta en Europa.

En pleno siglo XVI, la papa ya era cultivada tímidamente en España, Italia, Francia, Suiza, Países bajos, Inglaterra, y Alemania, en España a través del catálogo de Jonh Gerad, quién justifico la aparición del tubérculo denominado

“Papus Hispaniorum” publicado en 1596. La papa fue transmitida al viejo mundo facilitando un enorme desarrollo material e industrial de los pueblos Europeos a partir del siglo XVIII y con su mayor auge a mediados del siglo XIX. La papa es una fuente de buenas cualidades en proteínas, vitaminas y minerales, es conocido por su alto contenido de carbohidratos tal es el almidón que es un componente nutricional importante como fuente calórico. La papa es considerada una buena fuente de vitamina C ya que se encuentra en cantidades que varían en el rango de 10 a 40 mg por 100 g de papa.

En la actualidad la papa es un cultivo hortícola que presenta gran cantidad en variedades y estas se encuentran adaptadas en diferentes ambientes. Se cultivan desde el Ecuador hasta latitudes cercanas a los círculos polares y desde niveles del mar hasta altitudes de 3000 metros.

Entre las papas de variedades comerciales tenemos: Perricholi, Yungay, Canchán, Tomasa, Capiro.

La papa de variedad Canchán es una papa comercial clonada que proviene del cruzamiento (B1-1)2 como progenitor femenino y Murillo III-80 como progenitor masculino ambas papas provienen de cultivares nativos, lo beneficioso es que esta variedad no es estacionaria y se puede encontrar durante todo el año en el mercado.

La papa Canchán presenta una importante potencialidad funcional debido a que contiene compuestos fenólicos en su composición y capacidad antioxidante que se encuentra en la cáscara.

1.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PAPA

La papa es un cultivo hortícola que presenta la siguiente clasificación sistemática (Hankes, 1945).

Familia:	<i>Solanaceae</i>
Género:	<i>Solanum</i>
Sub-género:	<i>Leptostemonum</i>
Sección:	<i>Tuberarium</i>
Sub-sección:	<i>Hyperbasarthrum</i>
Serie:	<i>Tuberosa</i>
Especies:	<i>Tuberosum</i> y <i>Stenotomum</i>

La mayoría de las especies cultivadas del género *Solanum*, constituyen en conjunto una serie diploide natural en la que el número básico de cromosomas es 12.

1.1.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA PAPA

RAÍZ

Son plantas procedentes de semilla botánica o semilla sexual se les llaman plántulas su raíz principal es poliforme y a partir de las cuales aparecen ramificaciones laterales, que forman un sistema fibroso, tienen dos cotiledones a veces puede ser tres cotiledones y son los que producen tubérculos.

Las plantas que se originan a partir de un tubérculo o semilla asexual se le llama clon y no tiene raíz principal ni cotiledones ya que nace de una yema y todo su sistema fibroso de raíces son adventicias y nacen en grupos de tres a cuatro en dos nudos de los tallos subterráneos.

La raíz que se encuentran muy ramificada tiene una profundidad que puede llegar entre 60 a 90 cm ó hasta 120 cm. (*Christiansen, 1967*).

ESTOLONES

Son tallos subterráneos que se alargan y terminan con un hinchazón que es el futuro tubérculo, en el mejoramiento genético se le tiene en cuenta el tamaño del estolón, porque es de gran importancia para la mecanización de la cosecha, al tenerlos cortos habrá producción de tubérculos cerca al pie del tallo aéreo. (*Christiansen, 1967*).

EL TUBÉRCULO

El tubérculo es esencialmente un tallo engrosado subterráneo muy semejante a la antena del tallo de la planta. La organización interna de los principales tejidos de un tubérculo maduro son; La cáscara que cubre la periferia de la papa y se denomina peridermo cortical y esta formado por 6 a 14 células de espesor, su propósito retardar la pérdida de humedad y el ataque de hongos. Detrás del peridermo cortical hay tipos de capas de tejidos de parénquima. El parénquima cortical ó

vascular externo es una zona pobre en almidón pero de buen contenido de proteína. El parénquima vascular de almacenamiento constituye la mayor parte de células del tubérculo y presenta alto contenido de almidón. En la parte central del tubérculo tiene una forma de corazón sus líneas son angostas que apuntan hacia los ojos, siendo este la médula de la nueva planta debido a que irradia ramas estrechas a cada uno de los ojos, llamada también corazón de agua porque sus células presentan bajo contenido de almidón. Cada ojo contiene tres yemas juntas como mínimo que se encuentran perfectamente protegidas, la yema del ojo final es la que da origen al desarrollo de un nuevo tallo, cuando un tubérculo normal retoña. (Talbert y Smith, 1975).

TALLO AÉREO

El tallo es herbáceo, la porción subterránea del tallo aéreo es sólido y cilíndrico de sección circular. El tallo situado sobre el suelo tiene sección triangular en los entrenudos y circular en los nudos. En las variedades precoces los tallos son cortos, con un promedio de 0,50 m y en las variedades tardías el tallo es alto llegando hasta 1,2 m. (Christiansen, 1967).

LA HOJA

Las hojas son compuestas, imparipinadas, pecioladas y están formadas por folíolos que alternan con otras más pequeñas, denominadas folíolos intermedios. Las hojas están colocadas sobre el tallo, en una serie de forma espiral según la característica de sus hojas se diferencian las variedades y pueden ser blandas, duras, ásperas, lisas o arrugadas, vellosas o sin pelos. (Christiansen, 1967).

FLORES

Las flores son tetracíclicas y pentámeras, la corola es gamopétala y rotácea, el color puede ser: blanco, heliotropo, rojizo, azul púrpura, rosado o morado. la papa de género *solanum tuberosum* tienen corolas de colores purpúreos. Tiene 5 estambres y son de color amarillo anaranjado, formando una especie de columna de la cual sale normalmente la extremidad del estilo y estigma que es generalmente de color verde oscuro. (Christiansen, 1967).

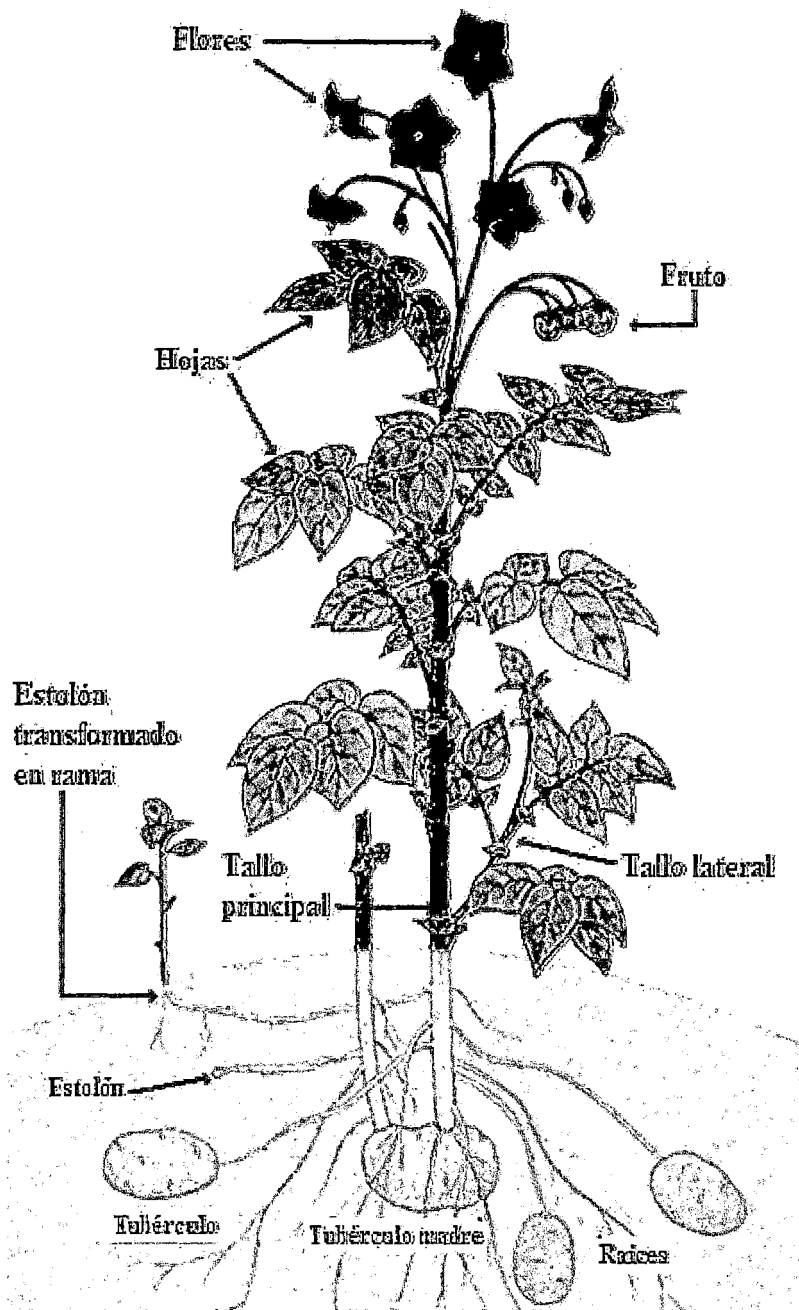


Fig. 1 La Planta de Papa y sus partes.

Fuente: Centro Internacional de la Papa (1979).



Fig. 2 La flor de la Papa y sus partes.

a) Estambre b) Corola c) Estilo d) Estigma

FRUTO

El fruto de la papa es una baya conocido con los nombres de “Cambul”, “Pepino” o “Bellota”, cuya forma es redonda acorazonada de color verde o verde amarillento y color purpúreo.

Conforme termina el período vegetativo el fruto va madurando y el color va de violáceo a crema y luego marrón oscuro, el tamaño de este fruto es variable. (*Christiansen, 1967*).

SEMILLA

La semilla de la papa se encuentra dentro del fruto que llevara el nombre de semilla sexual o botánica, además también se le llama semilla al tubérculo por ser órgano de reproducción es decir la semilla asexual que permite su propagación ya sea haciendo uso de tubérculos pequeños o trozos de tubérculos grandes (*Christiansen, 1967*).

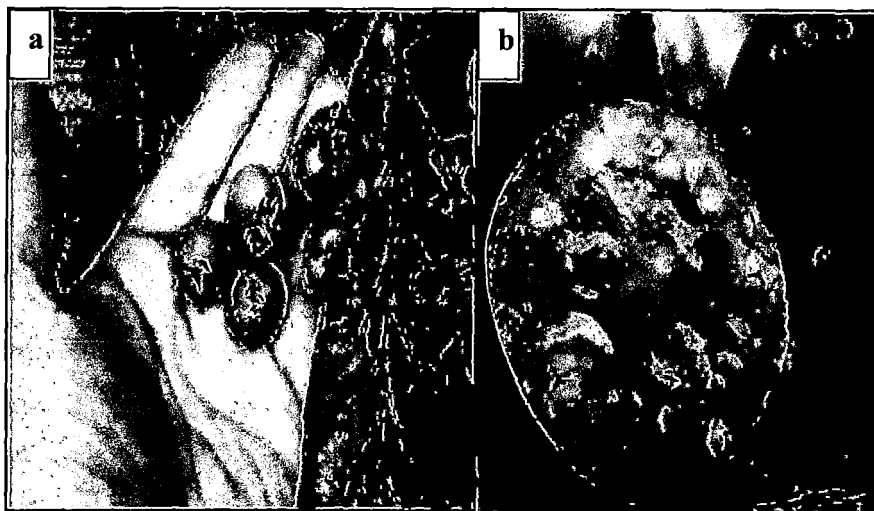


Fig. 3. Frutos de la papa; a) Fruto de la papa "Cambul", b) Corte vertical del "Cambul" (se aprecia ver las semillas).

1.2 PAPA PERUANA VARIEDAD CANCHÁN

La papa de variedad Canchán fue originada en el Centro Internacional de la Papa (CIP) en 1980 y desde 1982 se iniciaron las evaluaciones de su material genético en La Estación Experimental Agropecuaria, departamento de Huanuco (Mayobamba). Mediante un proyecto mancomunado entre el programa de investigación de la Papa del INIA y el Centro Internacional de la Papa (CIP), seleccionaron uno de los clones (clon 380389.1) con resistencia a la ranca o tizón tardío (*Phytophthora infestans*). Esta nueva variedad fue sometida a pruebas de resistencia a la ranca en un campo de Mayobamba, con alta incidencia del hongo. La papa de variedad Canchán demostró alta resistencia, con bajo grado de infección y proliferación restringida del hongo. El valor de esta resistencia puede oscilar desde no tener que aplicar fungicidas, hasta la aplicación esporádica, para el control de dicha enfermedad.

En la actualidad la ranca o tizón tardío viene siendo un problema tanto en nuestro país como a nivel mundial para los cultivos de producción de papa de diversas variedades entre ellas la Canchán, esto se debe a un exceso

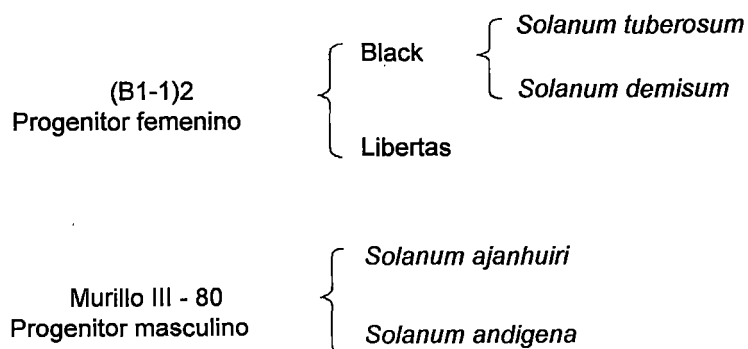
exagerado de fungicidas contra el tizón tardío, apareciendo nuevas poblaciones del patógeno mucho más resistentes, contaminando el medio ambiente y causando problemas de la salud. Para reducir el riesgo de resistencia que desarrolla una población de patógenos es esencial establecer una estrategia de manejo anti-resistencia (Bustamante, 2007).

Realizando buenas prácticas agronómicas se podrá reducir el riesgo de generar resistencia al tizón y se podrá continuar con la producción de la papa Canchán ya que esta variedad posee características comerciales; tales como su cosecha durante todo el año, además tiene buena aptitud culinaria y buen rendimiento de tubérculos. En 1990 esta variedad fue liberada lo que permitió contribuir en el incremento de la productividad y disminución de los costos de cultivo.

1.2.1 ORIGEN DE LA PAPA DE VARIEDAD CANCHÁN

La papa de variedad Canchán es un clon registrada con N° CIP (Centro Internacional de la Papa) 380389.1, que proviene del cruzamiento (B1-1)2 como progenitor femenino, cuya resistencia deriva de *Black* (*Solanum tuberosum* x *demisum*) y la variedad *libertas* (*Solanum tuberosum*) y el progenitor masculino Murillo III-80 que proviene de dos cultivares nativos (*Solanum ajanhuiri* y *Solanum andigena*) que aportan tolerancia a la heladas y resistencia de campo a la ranca.

Origen de la papa canchan

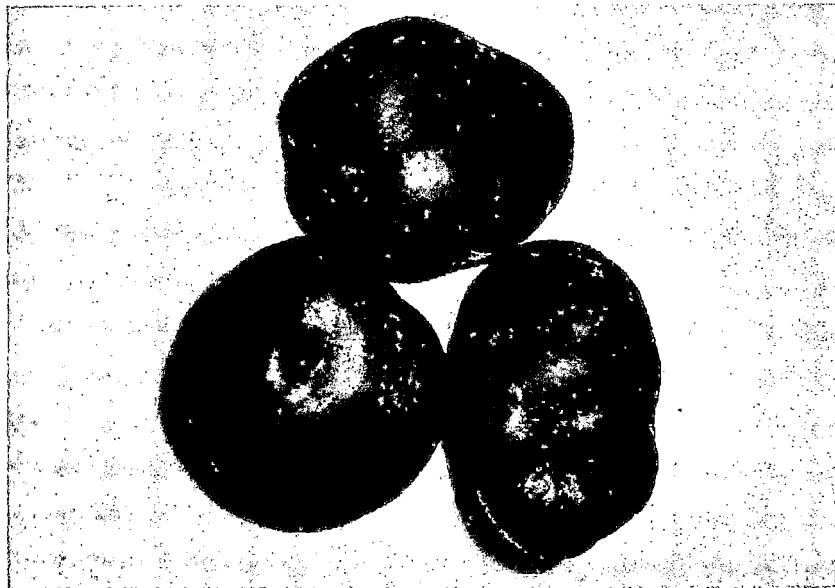


Características morfológicas de la papa variedad Canchán:

Vigor:	Presenta plantas vigorosas
Altura media:	90cm
Tallos:	4-6 por planta, de color verde claro
Hojas:	Tamaño mediano, verde claro
Flores:	Color lila, escasa floración
Bayas:	Escasas

Tubérculo:

Forma:	Redonda
Número:	14-25 por planta
Tamaño:	Medianos a grandes
Ojos:	Superficiales
Color de la piel:	Rosado intenso
Color de la pulpa:	Blanco

**Fig. 4** Papa de variedad "Canchán"

Características agronómicas:

Período de Vegetación:

El período de siembra a la cosecha comprende 120 días para condiciones de sierra media.

Rendimiento:

Hasta 30 ton/ha, tubérculos medianos y grandes.

Adaptación:

Sierra Central hasta 2700 m.s.n.m. y costa central.

Peso específico:

1,1, 18% almidón, 25% de materia seca.

Calidad culinaria:

Buena aptitud para fritura y como papa de mesa.

Reacción a factores:

Resistencia a racha (*Phytophthora infestans*).

Adversos:

Muestra una susceptibilidad mediana rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) y pierna negra (*Erwinia sp*).

1.2.2 ZONAS DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL PERÚ

El 93,3 % de la producción nacional se da en la sierra y la diferencia en la costa (6,7%). Con respecto a La producción de la sierra en la mayoría se da en el primer semestre; la producción en la sierra norte (La Libertad, Cajamarca, Ancash) es para el autoconsumo y para abastecer al norte del país.

En la sierra sur (Cuzco, Puno, Ayacucho, Huancavelica) producen para su autoconsumo y para abastecer al sur del país. Y en la sierra central (Junín, Huánuco) que cuentan con valles interandinos que abastecen normalmente el segundo semestre y orientan su producción para autoconsumo y para abastecer al mercado mayorista de Lima Metropolitana conjuntamente con la producción proveniente de los departamentos de la costa (Lima, Ica, Arequipa). (MINAG 2007).

VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN DE PAPA

En el cuadro 2, la variedad de mayor producción es la Papa Perricholi y después es la Canchán, así lo registra el Ministerio de Agricultura en su boletín informativo julio 2007.

Los departamentos del Perú que producen papas entre nativas y comerciales se indican en el cuadro1:

Cuadro 1. Volumen de producción de papa por departamentos

Departamento	Vol. Producción (Tn anuales) 2005 – 06	Vol. Producción (Tn anuales) 2006 – 07
La Libertad	13 506	17 853
Cajamarca	14 075	14 182
Ancash	8 982	9 073
Lima	2 864	4 270
Ica	63	95
Huánuco	18 276	18 923
Pasco	7 851	8 528
Junín	17 583	18 079
Cuzco	26 421	30 071
Puno	46 656	47 353
Huancavelica	13 830	14 214
Arequipa	2 611	3 078
Ayacucho	13 858	16 449
Apurímac	16 562	15 042
Otros Dptos.	3 452	3 339
TOTAL	206 593	220 495

Fuente: MINAG, 2007.

La estacionalidad de producción de la Papa Canchán se da en el primer semestre del año en la sierra quedando únicamente los departamentos de Junín y Huanuco debido a sus valles interandinos que producen también en el segundo semestre del año (MINAG, 2007).

Cuadro 2. Variedades de papas y promedio de producción entre Junín y Huánuco en (%).

VARIEDAD DE PAPA	%
Perricholi	26,38
Canchán	22,45
Yungay	17,36
Única	7,64
Andina	6,7
Capiro	4,24
Tomasa	3,71
Nativa	3,14
Amarillis	2,74
Huayro	1,4
Peruanita	1,9
Amarilla	0,58
Ambo	0,51
Huancayo	0,45
Liberteña	0,34
Milagros	0,31
Chaulina	0,3
Revolución	0,21
Ticahuasi	0,12
Tumbay	0,12
Arequipeña	0,04
Regalo	0,04
Huamantanga	0,03
Tarmaña	0,01

Fuente: MINAG, 2007.

1.2.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de la papa varía en función de la variedad, zona de crecimiento, la madurez en la cosecha, condiciones de almacenamiento (Talbert y Smith, 1975).

ALMIDÓN

Es el componente nutricional más importante como fuente calórico comprende del 65 al 80 por ciento del peso seco de la papa. El almidón está presente en los gránulos microscópicos leucoplastos que se encuentran en el interior de las células del tejido parenquimático, los gránulos tiene la forma elipsoidal con tamaño aproximado de 100 micras a 60 micras, siendo mucho mayor que la medida de los gránulos de almidón de cereales. Es un polisacárido natural, compuesto de unidades de glucopiranosas ligadas por enlaces α glucosídicas $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Los gránulos blancos están formados por un polímero lineal (amilosa) y un polímero ramificado (amilopectina) su proporción en la papa es de 1 a 3 respectivamente, esta proporción es invariable con el tiempo y la temperatura de almacenamiento (Talbert and Smith 1975).

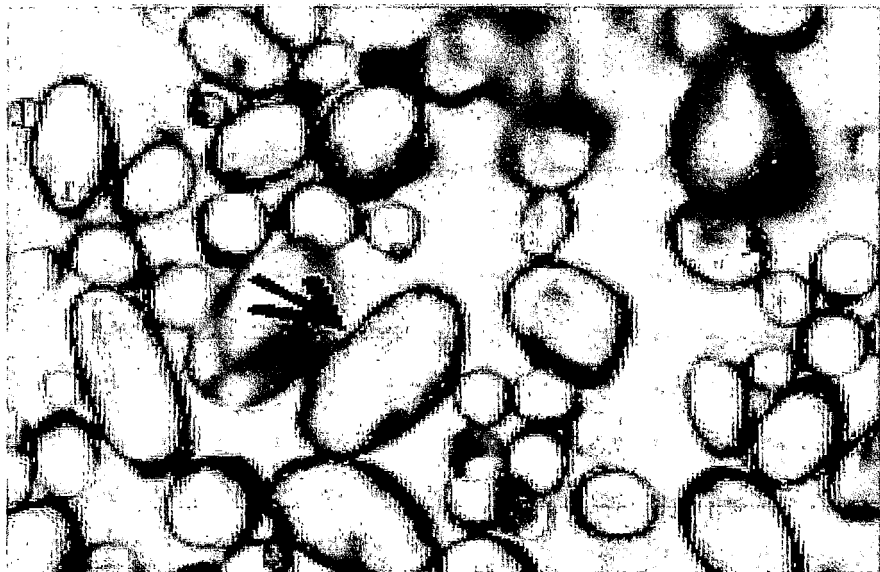


Fig.5 Gránulos de almidón de papa

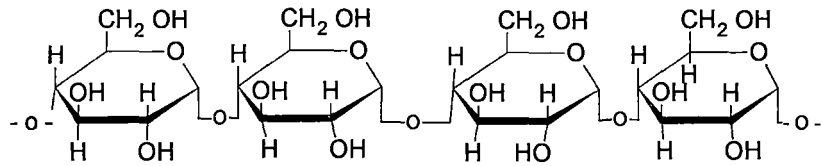


Fig. 6. Estructura de la molécula de Amilosa.

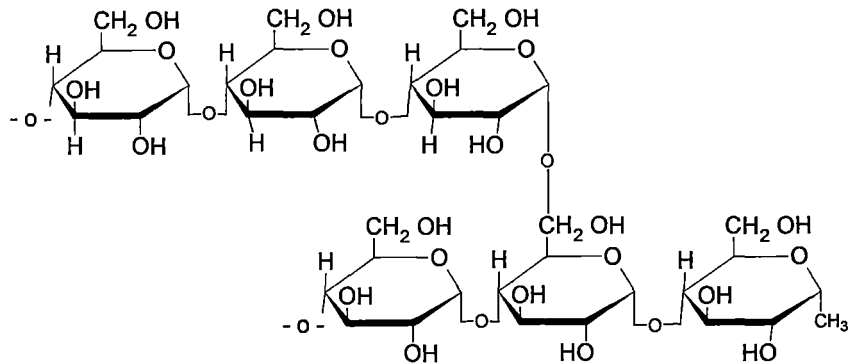


Fig. 7. Estructura de la molécula de Amilopectina.

NITRÓGENO TOTAL

El contenido de nitrógeno total encontrado en las papas varía de uno a dos por ciento del peso seco. Del cual cerca del 90 por ciento es soluble en solventes acuosos, mientras que la parte insoluble se halla asociado en la cáscara y en la corteza.

Muy pequeña cantidad de nitrógeno están presentes en las áreas vasculares, pero el contenido de nitrógeno aumenta al incrementar la distancia de esta región hacia el centro y hacia la piel o peridermo. Las variedades precoces tienden a contener más nitrógeno que las variedades tardías. Cerca de la tercera a la mitad del nitrógeno total se encuentra como proteína. La proporción de proteína es alta en un tubérculo inmaduro que maduro.

La proteína está conformada por globulina y gluteínas que varían de 35% a 63% de la proteína total. La gluteínas contiene más cisteína, ácido aspártico, prolina, y triptofano en comparación a las globulinas. Por otro lado la fracción no proteica se encuentra en forma de aminoácidos libres que tiene como función en producir la síntesis de las proteínas (*Espinola 1979*).

LÍPIDOS

El contenido promedio de lípidos de la papa es aproximadamente 0.1% sobre la base del peso fresco, los cuales tienen mayor concentración en la peridermis y en menor proporción en el parénquima vascular y en la médula. Los ácidos grasos presentes son: mirístico, pentanodóico, esteárico, araquídico, heptanodóico, palmítico, oléico, linoléico y linolénico (*Talburt and Smith 1975*).

AZÚCARES LIBRES

El contenido de azúcar de la papa varía desde trazas hasta 10% del peso seco del tubérculo, los factores que influyen en el contenido de azúcar después de la cosecha son la variedad y la temperatura. De los azúcares más importantes son la sacarosa, glucosa y fructuosa que están presentes en cantidades iguales y en menor cantidad son: maltosa, xilosa, azúcar fosfato, rafinosa, heptulosa, melixitosa.

Si el contenido de azúcar es superior al 0.2% este tiene un efecto negativo en la calidad del producto porque facilita la reacción de Maillard o pardeamiento no enzimático durante su procesamiento al reaccionar con los grupos aldehídos, aminoácidos, ácido ascórbico y otros componentes orgánicos que producirán finalmente el pigmento marrón conocido como melanoidinas (*Woolfe 1987*).

VITAMINAS

La papa es fuente de muchas vitaminas como: β caroteno, ácido ascórbico (vitamina C), ácido pantoténico, ácido fólico, biotina, tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6) e inositol. (*Fabián, 1967*). La papa es considerada una buena fuente de vitamina C que se encuentra en cantidades que varían en el

rango de 10 a 40 mg por 100 g de papa. La vitamina C está en su forma reducida siendo mucho mayor hasta su cosecha mientras que esta disminuye ocurriendo la oxidación durante su almacenamiento el contenido de esta vitamina puede disminuir entre 4 a 7 mg /100 g. por papa en el invierno. La vitamina C se oxida fácilmente en el aire o también con una enzima llamada oxidasa. (Woolfe 1987).

Cuadro 3. Contenido de Vitamina C en las Papas.

	Crudas	Hervidas
	(por 100 g)	
Papas frescas (cosecha)	9 mg	18mg
Viejas después de enero	4 mg	-
Octubre a Diciembre	5 mg	11mg
Enero a Febrero	3 mg	7mg
Marzo a Abril	2 mg	4mg

Fischer y Arnold Bender (1976).

FIBRA CRUDA

Es la materia seca del tubérculo que queda después de quitar toda la parte soluble, almidón y componentes nitrogenados. Este se encuentra en gran parte en la pared celular incluyendo a la lignina y suberina, que constituyen aproximadamente el 1% del peso seco del tubérculo, el cual se incrementa con la madurez. Las sustancias pécticas se hallan entre 0,7 y 1,5% del peso seco de la papa. La cáscara contiene aproximadamente diez veces más péctina que la pulpa, en las papas cocinadas se incrementa la solubilidad de la sustancia péctica esto es debido a la parcial depolimerización de la protopectina. La fibra cruda aumenta durante la maduración después de la cosecha y en el almacenamiento.

ENZIMAS

Las enzimas e inhibidores que contiene la papa son: amilasa, invertasa, fosforilasa, ácido ascórbico, oxidasa y enzimas degradadoras de lípidos

intervienen en el metabolismo de los tubérculos. La tripsina y quimiotripsina son los inhibidores mas importantes, son moléculas proteicas y su contenido sirve para la selección de variedades de papa con mayor contenido proteico (Joshi, 1978).

COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos de las papas están asociados con el color de la papa cruda y son en parte responsables de ciertos tipos de decoloración de los productos transformados de la papa. Hay varios tipos de compuestos fenólicos como: lignina, cumarinas, antocianinas, flavones, táninos, fenoles monohidroxilados y polihidroxilados (tirosina, ácido clorogénico). Los fenoles generalmente producen el aroma y el sabor al producto.

El principal fenol encontrado en la papa es el ácido clorogénico constituye 0,025 a 0,15 % del peso seco del tubérculo, esta única sustancia se concentra en una fina capa de tejido en la peridermis junto a la cáscara. Hay alrededor de diez veces más ácido clorogénico en la cáscara que en la pulpa de la papa. El ácido clorogénico es un ester del ácido quinínico que actúa como alcohol y ácido caféico. Ha sido asociado con el oscurecimiento enzimático en los tubérculos (Talbert and Smith 1975).

MINERALES

El contenido de potasio y fósforo del tubérculo aumenta desde el tallo final hasta la yema final y que el área medular muestra menos Mn, Zn, Cu.

Cuadro 4. Contenido de ceniza de la Papa Blanca.

	promedio por ciento	%
K ₂ O	56	43,95 - 73,61
P ₂ O ₅	15	6,83 - 27,14
SO ₃	6	0,44 - 10,69
MgO	4	1,32 - 13,58
Na ₂ O	3	0,07 - 16,93
CaO	1,5	0,42 - 8,19
SiO ₂	1	0,16 - 8,11

Fuente: "Talbert and Smith "1975

El tubérculo es rico en potasio y fósforo pero pobre en calcio y sodio. La forma de abonar la tierra influye en la cantidad de potasio que contenga dentro del tubérculo pudiendo llegar a veces a un total de 2 por ciento de materia seca (Joshi, 1978).

Cuadro 5. Minerales (constituyentes inorgánicos) de la Papa.

Minerales	mg por 100 g. (base seca)
P	43 - 605
Ca	10 - 120
Mg	46 - 216
Na	0 - 332
K	1394 - 2825
Fe	3 - 18,5
S	43 - 423
Cl	45 - 805
Zn	1,7 - 2,2
Cu	0,6 - 2,8
Si	5,1 - 17,3
Mn	0,18 - 8,5
Al	0,2 - 35,4
Minerales	p.p.m. (base seca)
Br	4,8 - 3,8
B	4,5 - 8,6
I	0,5 - 3,87
Li	trazas
As	0,35
Co	0,065
Ni	0,26
Mo	0,26

Fuente; "Talbert and Smith "1975

GLICOALCALOIDES

El contenido de glicósidos tóxicos que contiene la papa cosechada es muy bajo, entre ellos el más importante es la solanina que es soluble en alcohol acidificado y ligeramente soluble en soluciones acuosas alcalinas, está presente en grandes concentraciones en la cáscara, brotes, la planta, tallos, flores, hojas, etc.

La solanina así como la fracción total de alcaloides está presente en el tubérculo en el rango de 0,01 a 0,1 por ciento del peso seco, encontrándose por lo menos doble de este con respecto a la pulpa y su concentración se da en las proximidades de los ojos del tubérculo. La papa contiene también otros glicoalcaloides como: la chaconina, solamarinas, demisina y comersonina, los cuales imparten sabor amargo y son inhibidores de la colinoestererasa.

La exposición de la Luz a los tubérculos recién cosechados provoca el aumento varias veces en el contenido de solanina. Las papas que contienen más del 0,1 por ciento de solanina se consideran no aptas para el consumo humano. Sin embargo la mayoría de envenenamiento por solanina se debieron a la utilización de los brotes para el uso comestible (*Talbert and Smith 1975*).

Cuadro 6. Contenido de Glicoalcaloides en la Papa.

	mg /100g fresco
En la piel con 2 a 3% de tubérculo	30 - 60
Pelado con 10 a 15% de tubérculo	15 - 30
Pelado con ojos de 1/8" discos	30 - 50
Cáscara de tubérculos amargos	150 - 220
Pulpa	1,5 - 5
Tubérculo entero	7,5
Tubérculo amargo	25 - 80

Fuente: "Talbert and Smith "1975

VALOR NUTRICIONAL

La papa se muestra a través de la historia como una fuente de buenas cualidades en proteínas tiene un rango favorable de proteínas y es una fuente importante de vitaminas y minerales, es conocido por su alto contenido de carbohidratos (*Woolfe 1987*).

1.2.4 PROPIEDADES IMPORTANTES DEL ALMIDÓN

El almidón es la sustancia hidrocarbonada que forma parte de la harina y que está constituida por pequeños gránulos, la forma de los cuales es identificatoria del vegetal que proviene.

Propiedades Importantes del contenido de almidón en su Uso:

A) GELATINIZACIÓN Y TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN

La gelatinización ocurre cuando los gránulos de almidón se calientan en agua, se hinchan (adsorción de agua), se produce una mayor movilización del almidón del granulo hacia el solvente, el gránulo pierde su poder de birrefringencia y no puede regresar nuevamente a su forma original (*Lowe, 1963*).

El gránulo de almidón suspendido en agua fría no sufrirá ningún cambio esto es debido a las fuertes uniones intermoleculares en las áreas cristalinas de los gránulos que resisten la disolución en agua. Pero cuando los gránulos de almidón alcanzan la temperatura de 60 a 70°C comienzan a hincharse aumentando su tamaño varias veces respecto al inicial.

La temperatura en que se inicia la gelatinización depende de los siguientes factores:

- Variedad de Almidón: Está relacionada directamente a la proporción de amilosa y amilopectina, la amilosa posee una estructura lineal que forma geles más consistentes, mientras que la amilopectina que tiene una estructura ramificada y no puede formar geles.
- pH del sistema en que se mide la gelatinización.

- Temperatura y tiempo de calentamiento.
- Tamaño del granulo del almidón.
- Contenidos de sales: Algunas sales pueden disminuir la temperatura de gelatinización a tal punto, que el proceso de hinchamiento del gránulo en agua puede ser estudiado a temperatura de ambiente (*Lowe, 1963*).

B) HINCHAMIENTO

Los estudios realizados por *Kerr (1960)* afirma que el rompimiento de la estructura del gránulo de almidón cuando se le somete al calor en solución acuosa, tiene lugar en las siguientes fases:

a) PRIMERA FASE:

Ocurre en agua fría y la absorción de agua es un 25 a 30% aproximadamente. En esta fase los gránulos no han sufrido cambio en su estructura (no pierde su birrefringencia) y el proceso es reversible.

b) SEGUNDA FASE: ocurre aproximadamente a 65°C (la temperatura exacta estará en función de la variedad y características del gránulo de almidón). A esta temperatura el gránulo va aumentando muchas veces su tamaño absorbiendo gran cantidad de agua y perdiendo su birrefringencia. Una porción de almidón soluble escapa del granulo al agua circundante.

b) TERCERA FASE: se produce mayor hinchamiento del gránulo, el cual adquiere gran tamaño. Una mayor cantidad de almidón soluble es expulsado del gránulo al medio fluido aumentando su viscosidad (*Whistle 1967*).

C) RETROGRADACIÓN

La retrogradación se puede ver como el fenómeno opuesto a la gelatinización. Los polímeros solubles del almidón y los fragmentos insolubles se reasocian después del calentamiento. Eventualmente se forman cristales, acompañados por un incremento gradual en la rigidez y la separación de fases entre el polímero y solvente (sinéresis). La aparición de cristales influye en la textura, digestibilidad y aceptación de los productos con base en almidón por parte del consumidor (*Biliaderis, 1992*). Este fenómeno ocurre en geles de almidón o en productos horneados, fritos, o extruidos, donde las moléculas de almidón interaccionan después del añejamiento. La retrogradación del almidón ocurre en dos procesos: rápida gelación de amilosa por formación de segmento de doble hélices y lenta recristalización de cadenas cortas de amilopectina.

D) VISCOSIDAD Y VISCOELASTICIDAD

Consiste en la cualidad de textura, fenómenos que mantienen la incorporación del almidón en algunos alimentos, por ejm: salsas, papas cremosas, pudines, etc. El medio en que la viscosidad aumenta, depende de la clase de almidón que se trate, del tratamiento previo a que ha sido sometido y de la presencia de otras sustancias en medio acuoso (*Lowe, 1963*).

1.2.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA PAPA OBJETO DEL ESTUDIO

La papa Canchán es una variedad que se desarrolló en el CIP "Centro Internacional de la Papa" y fue liberada a nivel nacional en 1990 siendo la única variedad que resistió al ataque del Tizón tardío (*CIP, 1990*).

1.- ESTACIONALIDAD

La estacionalidad de producción de la Papa Canchán se da en el primer semestre del año en la sierra quedando únicamente los departamentos

de Junín y Huanuco debido a sus valles interandinos que producen también en el segundo semestre del año (*MINAG, 2007*).

2.- RENDIMIENTO

El rendimiento de producción en las siembras es de treinta toneladas por hectárea de tubérculos medianos y grandes (*Seinpa, 1994*).

3.- CONTENIDO DE SÓLIDOS Y PRODUCCIÓN

La proporción (%) en producción de la variedad CANCHAN es mayor con respecto a las demás papas comerciales, sus ojos en la cáscara son superficiales en comparación con las demás variedades por lo que permite aprovechar toda su pulpa interna y presenta mayor porcentaje de sólidos tal que se puede obtener mayor cantidad de harina.

Cuadro 7. Cuadro comparativo de producción, % de sólidos y apariencia física entre las papas más comerciales.

Tipos	Producción		% de Sólidos	Apariencia física
	TM	%		
Canchán	530	36	25	Ojos superficiales
Yungay	380	27	20-24	Ojos superficiales
Perricholi	300	20	18-24	Ojos profundos

Fuente: *SEINPA (1994); CAPAC-PERU (2008)*.

1.3 HARINA DE PAPA

Según La Norma Técnica Nacional indica que la harina de papa se encuentra dentro de la definición de "Harinas Sucedáneas Procedentes de Tubérculos y Raíces" que define los productos provenientes de tubérculos y raíces, obtenidos mediante un proceso adecuado y molienda, aptos para ser mezclados con la harina de trigo con fines alimenticios. (*ITINTEC 1976*).

Según una serie de investigaciones definen la harina de papa de la siguiente manera:

- El nombre de harina de papa, también se da al producto obtenido por triturado, deshidratado y molienda de las papas (*Talbert y Smith, 1975*).
- Harina de papa, es el producto resultante de la molienda de la papa precocida deshidratada (*Moreyra y García, 1977*).
- La harina de papa se obtiene mediante el proceso de deshidratación en el cual las papas cocidas se secan en tambor y la hoja delgada, luego se muele a la finura deseada (*Talbert 1975*).

1.3.1 ANTECEDENTES DE LA HARINA DE PAPA

El proceso de deshidratación de papa tiene su origen en Alemania (*Moreyra y García 1977*). En 1917 el proceso de secado fue traído a América desde Alemania. En los Estados Unidos y Europa se procesaban harinas de tubérculos para alimentación de animales su proceso consistió en tener las papas cortadas en rodajas y estas estaban en contacto directo con gases calientes de un horno, los pedazos deshidratados fueron molidos a harina fina. Durante La Segunda Guerra Mundial se expandió la producción de harina de papa cuando se ofreció al público como sustituto de la harina del trigo (*Kent y Amos, 1956*).

En la actualidad en muchos países del mundo realizan una serie de investigaciones con respecto a este tipo de harina, elaborándose con ellos panes, tortas, bollos, galletas, bebidas proteicas, como agentes espesante de sopas, mezclas alimenticias y otros (*Moreyra, 1977*).

El estudio de fideos a base de harina de papa se realizó siguiendo las técnicas tradicionales con los cuales se demostró que es posible elaborar a nivel experimental fideos de muy agradable sabor y de muy buena aceptación (*Bacigalupo, CIP, 1972*).

1.3.2 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

Las harinas sucedáneas procedentes de tubérculos y raíces en ningún caso deberán tener reacción alcalina a la solución de fenolftaleína. El color debe ser crema o amarillo pálido. Su aspecto general debe ser de textura suave a las manos, color atractivo a la vista y uniformidad en las partículas (ITINTEC, 1976).

En el cuadro 8 se muestra los requisitos de las harinas sucedáneas procedentes de tubérculos y raíces.

Cuadro 8. Requisitos de las harinas sucedáneas procedentes de tubérculos.

	Porcentaje (%)
Humedad	15,0
Cenizas	2,5
Acidez titulable (expresado en H ₂ SO ₄)	0,15

Fuente: ITINTEC, 1976.

1.3.3 PRINCIPALES APLICACIONES

Trabajos de investigación realizados demuestran que la harina sucedánea de papa puede ser utilizada para mezclar con la harina del trigo en panificación en niveles entre 15 a 20 por ciento.

Reynoso (CIP, 1993). Deduce de los estudios comparativos con el pan de harina de trigo, que los panes con harina de papa son de muy buena calidad y tienen una buena aceptación.

1.3.4 VENTAJAS DE LA HARINA DE PAPA

En países andinos donde las condiciones ecológicas son mas favorables en producción de papa que la del trigo se debe analizar la obtención de la harina

de papa para el desarrollo económico en zonas rurales. Los factores agronómicos, la obtención de la materia prima, el costo y la facilidad de producción de la harina de papa hacen que sean competitivos frente a la harina del trigo. Posee un alto contenido de valor nutricional en cuanto a su aporte calórico, de vitamina C, Hierro, así como también su alto valor proteico con buen balance de aminoácidos, su porcentaje de proteína fluctúa (sobre la base de materia seca) desde 4,7 por ciento hasta 15,3 por ciento (*Bacigalupo, 1972*).

Cuadro 9. Comparativo de las harinas sucedáneas frente a la harina de trigo.

Requisitos	Harina de Trigo										Harinas
	Especial		Extra		Popular		Semi-Integral		Integral		Sucedáneas
	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	No excedan de
Humedad (%)	-	15	-	15	-	15	-	15	-	15	15
Cenizas (%)	-	0,64	0,65	1	1,01	1,4	1,41	-	-	-	2,5
Acidez (%)	-	0,1	-	0,15	-	0,16	-	0,18	-	0,22	0,15

Fuente: ITINTEC (1976) y (1986).

1.4 ALTERACIONES PRODUCIDAS EN LOS TUBÉRCULOS

El pardeamiento enzimático y no enzimático ocurren a cualquier nivel de actividad de agua (*Desrosier, 1964*). El tubérculo es un producto que presenta 75% de humedad, siendo el 76,8% para la variedad de papa Canchán sin cáscara y 76,54% para la misma variedad con cáscara, por lo que se deduce que este producto es sensible al pardeamiento ya sea en materia prima; al sufrir golpes, al pelar, cortar el tubérculo, etc. como en el proceso de secado al deshidratarlo.

Se presenta las siguientes alteraciones:

a) PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

El pardeamiento enzimático se hace presente de forma inmediata apareciendo inicialmente coloraciones pardas claro y al final llega a tener un color pardo oscuro, esto se da cuando al tubérculo se le somete al pelado, cortado, triturado o se le golpea, por lo que sus tejidos se encuentran en contacto directo con el oxígeno del aire y se produce la oxidación de los compuestos fenólicos. La enzima responsable del pardeamiento se denomina polifenoloxidasas, polifenolasa o fenolasa o, lo que ocurre es una oxirreductasa en la que el oxígeno molecular actúa como aceptor de hidrógeno.

La polifenoloxidasa cataliza dos tipos de reacción, una en que los compuestos monofenólicos se transforman en difenoles y la otra en que los difenoles presentes pasan a quinonas y son estos polímeros que posteriormente experimentan oxidaciones no enzimáticas llamados melanoídes. (*Primo, 1998*).

b) PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO

El pardeamiento no enzimático ocurre en los procesos de pasteurización, de concentración y de deshidratación. Se hace más presente durante el almacenamiento de los productos. Las reacciones más importantes son la degradación del ácido ascórbico y reacción de Maillard.

La degradación del ácido ascórbico interviene con los aminoácidos esenciales con la finalidad de producir pérdida del valor nutritivo del producto y la reacción de Maillard está comprendida por un sistema complejo de reacciones en ella intervienen los grupos carbonilo de los glucósidos reductores, grupo amino libres, aminoácidos, péptidos y prótidos, y que finalmente van a dar polímeros de color pardo oscuro llamados melanoídas. Las reacciones de Maillard se producen más intensamente cuando, en los procesos de alimentos sufren temperaturas altas durante tiempos largos y

durante el almacenamiento a temperaturas demasiadas elevadas (*Primo, 1998*).

MÉTODOS A REALIZAR PARA INACTIVAR LAS ENZIMAS

Para controlar o impedir el pardeamiento de las enzimas se puede recurrir a distintos métodos:

1) PRE COCCIÓN EN MARMITA

El tubérculo se coloca en un recipiente con suficiente cantidad de agua y se aumenta su temperatura en función del tiempo por lo que se realiza un calentamiento leve con la finalidad de inactivar las enzimas que se encuentran alrededor del tubérculo y de ese modo evitar el pardeamiento enzimático, conforme aumenta la temperatura y tiempo de cocción mayor será el grado de gelificación y se aprecia como ocurre la modificación del almidón.

2) TRATAMIENTO DEL TUBÉRCULO EN MICROONDA

Este equipo cuenta con magnetrones que emite ondas microondas en diferentes direcciones permitiendo obtener un calentamiento homogéneo alrededor del tubérculo.

Esta técnica tiene como finalidad inactivar las enzimas de las capas cercanas al peridermo del tubérculo y evitar que ocurra el pardeamiento de las enzimas, para ello se coloca dentro de un microondas a un determinado tiempo, luego se deja reposar el tubérculo a temperatura ambiente hasta que se enfríe.

3) SECADO CON AIRE CALIENTE

El bagazo y almidón estrujado se colocan dentro de la cámara de secado que se encuentra girando a una determinada velocidad angular, el cual se inyecta aire caliente a la temperatura deseada en función del tiempo evaporándose el agua y se obtiene harina.

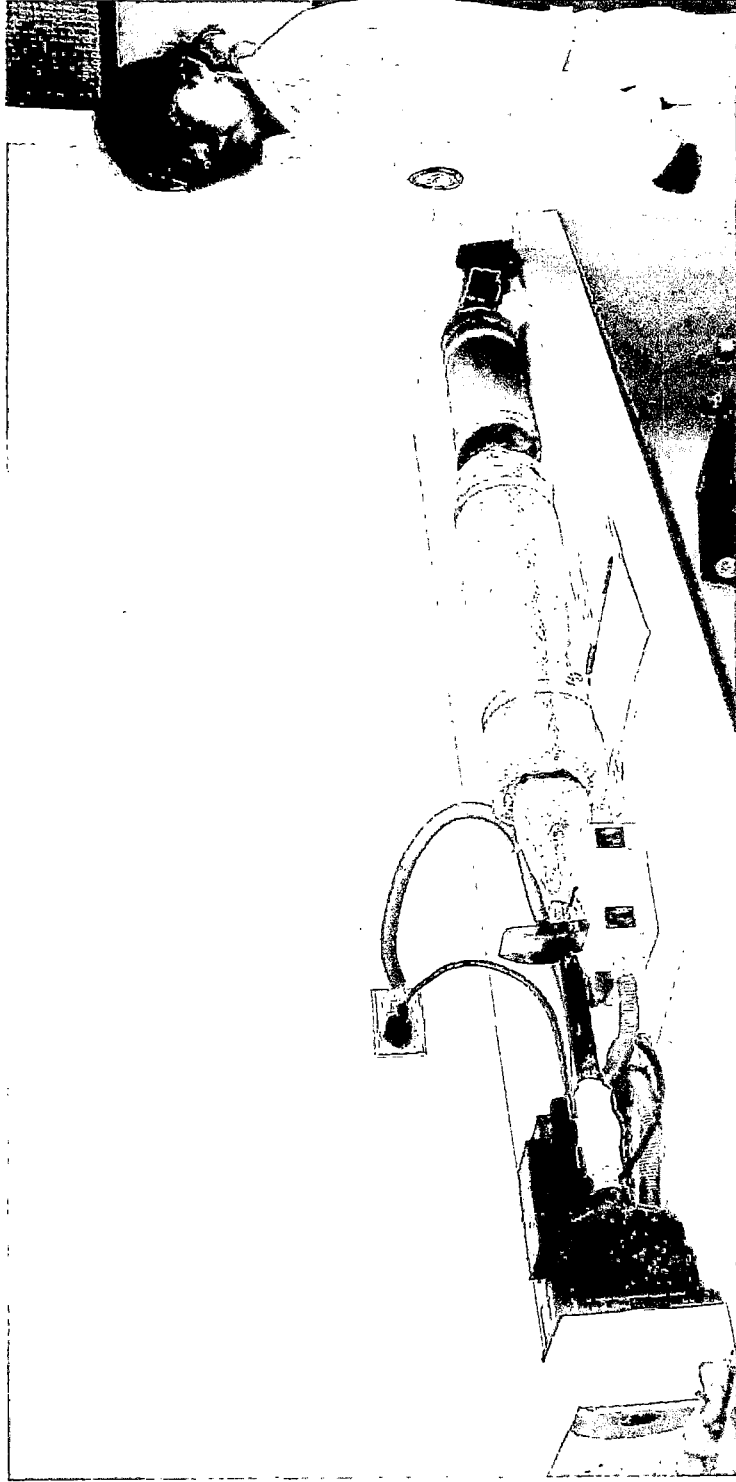


Fig. 8 Equipo de secado con inyección de aire caliente, deshidratación del tubérculo triturado.

CAPÍTULO II: PROCESO DE PREPARACIÓN DE LA HARINA DE PAPA CANCHÁN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Cada etapa del proceso se realiza al medio ambiente en el menor tiempo posible con la finalidad de evitar el pardeamiento enzimático y no enzimático del tubérculo.

A) SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Antes de realizar el procesamiento, las papas deben ser seleccionadas de la forma manual o mecánicamente en relación a su tamaño y uniformidad con la finalidad de separar los tubérculos que se encuentran en mal estado (malogrado, golpeado, papas no maduras, etc.) mediante una inspección visual de manera que se obtenga un producto de calidad de acuerdo a la exigencia de la industria moderna.

B) LAVADO

El objetivo de esta operación consiste en que los tubérculos deberán ser lavados por el método aplicado de inmersión en agua cruda con la finalidad de eliminar todo tipo de contaminantes que se encuentra adheridas a la piel del tubérculo como; tierra, arena, polvo e impurezas, la limpieza del tubérculo se realiza a través de cepillados. Después se le enjuaga con una solución desinfectante compuesta de hipoclorito de sodio (lejía) al 0,5% para reducir el número de microorganismos contaminantes que se encuentra en la piel (cáscara) de la materia prima.

C) PELADO

La papa Canchán es un tubérculo de forma redonda y con ojos superficiales, el pelado se realiza de forma manual, se elimina la cáscara sin pérdida de la pulpa. Se evita el uso de cualquier aditivo químico con la finalidad de obtener un producto natural.

D) INSPECCIÓN Y RETOQUE

Se realiza de forma visual en los tubérculos que tienen adheridos residuos de pelado, ojos que se encuentran con cáscara alrededor de la papa se le extrae pelando de forma manual. La rapidez de ésta etapa dependerá de la calidad de la materia prima a ser procesada.

E) CORTADO

Se realiza de manera manual ó mecánico, en esta etapa se hace uso de un cuchillo de acero inoxidable y se corta al tubérculo en tajadas con la finalidad de obtener tamaños estandarizados de tal manera que puedan ingresar con facilidad al extractor de zumo.

F) TRITURACIÓN

El tubérculo cortado se introduce en el extractor de zumo con la finalidad de ser triturado obteniéndose dos partes:

1. **BAGAZO:** Se encuentra dentro del extractor de zumo, está conformado por la pared celular del tubérculo, que queda después de quitar todo el zumo que viene a ser la parte soluble; almidón, componentes nitrogenados.
2. **ALMIDÓN:** Es un polisacárido natural que tiene forma de gránulos de color blanco, está ubicado en la parte inferior del recipiente que contiene la solución líquida que viene a ser el zumo del tubérculo.

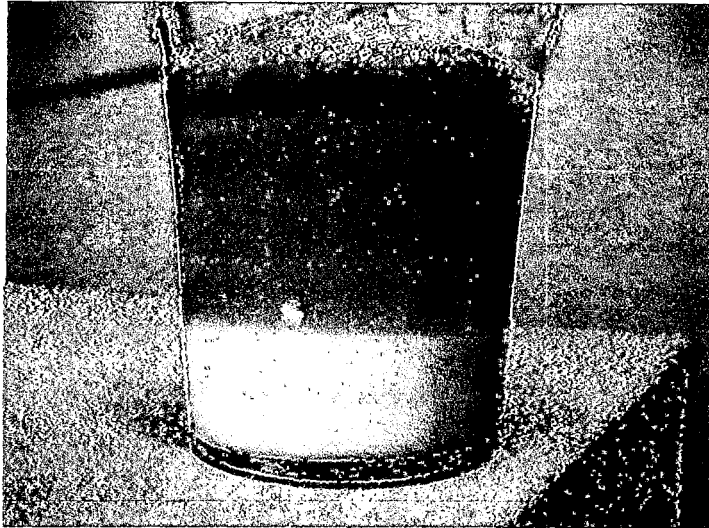


Fig. 9 Almidón, ubicado en la parte inferior del recipiente.

G) ESTRUJAR

Se realiza en dos partes primero para el bagazo y después para almidón, se hace uso de una tela que tiene en lo posible agujeros de menor tamaño y cuya finalidad es de eliminar la mayor cantidad de agua que tiene ambas partes exprimiéndolo y de este modo se reduzca el tiempo de secado.

H) DESMENUZADO

Esta operación se realiza aplicando la fuerza mecánica, se hace uso del cuchillo para reducir el tamaño de partícula del bagazo presentando mayor área de contacto al ser expuesto a secar con aire caliente por lo tanto el tiempo de secado será menor, obteniéndose finalmente harina de color crema. Al disminuir el tamaño de partícula se reduce el tiempo de secado, retardando el efecto del pardeamiento no enzimático.

I) SECADO

La operación consiste en realizar tratamientos de secado a varias temperaturas con la finalidad de secar el estrujado; bagazo y almidón obteniendo finalmente harina, la cual es una técnica alternativa que se emplea para deshidratar.

El secador es de forma cilíndrica y está hecho de acero inoxidable cuenta con un ventilador acoplado en uno de sus extremos que tiene la capacidad de generar un flujo de aire con una velocidad máxima de 8 m/s y contiene una serie de hilos de resistencia de níquel colocadas en paralelo cuya finalidad es calentar el aire, este es impulsado por una turbina hacia la cámara de secado que tiene una velocidad de rotación 20 rpm, aquí se introduce el estrujado de bagazo y almidón por un determinado intervalo de tiempo, hasta obtener el producto deseado. El tiempo aproximado de dicho tratamiento está en función de la temperatura de trabajo del secador. Este tratamiento de secado se utiliza debido a la eficiencia que presenta para secar, se hace uso del menor tiempo posible a una determinada temperatura, evitando que las enzimas del tubérculo tengan mayor contacto con el oxígeno del aire (pardeamiento no enzimático).

J) MOLIENDA

El producto deshidratado se somete a molienda haciendo uso de un mortero, con la finalidad de obtener harina con menor tamaño de partícula a partir de otras mayores.

K) TAMIZADO

La harina pasa por unos tamices preparados con malla N° 100, por el que pasa la harina fina y en la parte superior queda la harina más gruesa, que regresa de nuevo a ser molido.

L) ENVASADO

La harina luego del tamizado deberá envasarse en bolsas de polietileno, debidamente sellado.

2.2 DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.2.1 VARIABLES IMPORTANTE PARA EL CONTROL

Las variables importantes para obtener harina deshidratada son; la temperatura de secado y tiempo de tratamiento.

La temperatura:

Es una variable importante que se debe de controlar en la etapa de secado de la harina ya que esta inhibe a que se produzca por completo un pardeamiento de forma no enzimático haciendo uso del menor tiempo posible, evitando que se forme el pigmento melanoidino para obtener una harina de crema claro.

El tiempo de tratamiento:

Es una variable muy importante que trabaja conjuntamente con la temperatura de secado, se hace uso del menor tiempo posible para evitar que se produzca reacciones de oxidación de las enzimas del tubérculo. Las etapas en que influye el tiempo en cada tratamiento son; pelado, cortado, trituración, estrujado, secado.

2.2.2 SELECCIÓN DE LAS TEMPERATURAS DE SECADO

En el cuadro 10. Se muestra los tratamientos de secado a varias temperaturas para obtener harina sin cáscara.

Cuadro 10. Tratamiento de secado a varias temperaturas para obtener harina de papa

T _{emp.} (°C)	muestra	%W _{papa sin cáscara}	%W _{bagazo húmedo}	%W _{almidón húmedo}	%W _{bagazo seco}	%W _{almidón seco}	t _{secado bagazo (min)}	t _{Secado almidón(min)}
70	I	90,47	20,95	18,95	70,75	29,25	10	9
	II	91,34	16,86	15,79	59,65	40,35	11	11
	III	88,09	16,97	14,97	51,27	48,73	12	9
82	I	88,10	10,12	13,87	46,42	53,58	8,5	6,2
	II	87,52	13,57	13,76	59,94	40,06	7,2	7
	III	91,97	18,46	17,48	67,93	32,07	12	14
91,6	I	90,07	16,91	16,82	68,92	31,08	12	9
	II	92,89	17,38	18,09	46,40	53,60	10	8
	III	93,16	16,11	17,63	61,07	38,93	9,5	7
112	I	84,85	18,95	14,85	58,07	41,93	7	7
	II	89,32	15,86	17,21	49,51	50,49	6,2	7,1
	III	89,78	11,48	11,76	47,84	52,16	6	5,2
120	I	88,31	19,33	19,05	56,28	43,72	8	6
	II	91,35	18,17	21,02	47,98	52,02	8	6
	III	88	20,12	17,09	54,09	45,91	8	7

T _{emp.} (°C)	muestra	%W _{papa sin cáscara}	%W _{bagazo húmedo}	%W _{almidón húmedo}	%W _{bagazo seco}	%W _{almidón seco}	t _{secado bagazo (min)}	t _{Secado almidón(min)}
132	I	89,48	18,78	16,90	50,07	49,93	7	5
	II	89,07	10,63	14,53	44,11	55,89	6,2	5,4
	III	90,76	20,30	17,50	59,99	40,01	9	6
142	I	89,28	16,85	17,86	47,47	52,53	9	9
	II	91,77	20,05	18,61	55,84	44,16	8	6
	III	90,78	18,32	14,45	55,60	44,40	7	5
170	I	82,93	17,36	16,67	57,79	42,21	5	4
	II	78,19	21,81	18,68	50	50	6	4
	III	71,14	15,73	13,65	49,06	50,94	5,3	4
180	I	87,80	22,52	19,7	63,85	36,15	6	5
	II	88,16	22,16	16,53	52,87	47,13	8	4
	III	88,14	21,35	16,61	48,46	51,54	6	4
181	I	85,08	19,21	15,65	59,58	40,42	5	4
247	I	90,55	12,58	14,19	52,26	47,74	4	2,3

El equipo de secado trabaja a varias temperaturas obteniendo muestras de harina en diferentes tonalidades del color crema, las muestras se distinguen de manera sensorial utilizando el sentido de la vista. Se seleccionan las muestras más claras teniendo en cuenta la temperatura y el tiempo de secado, los resultados se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. Muestra seleccionada de harina de color clara.

muestra	Ttemp. (°C)	t _{secado bagazo} (min)	t _{Secado almidón} (min)	%VV _{bagazo} seco	%VV _{almidón} seco
I	70	10	9	70,75	29,25
III	91,6	9,5	7	61,07	38,93
I	120	8	6	56,28	43,72
I	132	7	5	50,07	49,93
II	170	6	4	49,06	50,94

2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE PAPA CON Y SIN CÁSCARA

Toda harina para determinar su calidad y ser utilizada para consumo humano es necesario realizar la caracterización y obtener los siguientes indicadores; proteína, humedad, ceniza, acidez total, fibra, pardeamiento que cumplan con la norma técnica peruana.

Cada análisis fisicoquímico de la harina se realiza de acuerdo a cada metodología que se describe en el apéndice correspondiente.

A) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN PROTEÍNAS

Se aplica el procedimiento micro kjeldahl con referencia al método recomendado por *Harold E. (1991)* "Análisis químico de los alimentos de Pearson". Este método permite determinar el contenido de nitrógeno presente en la harina de papa.

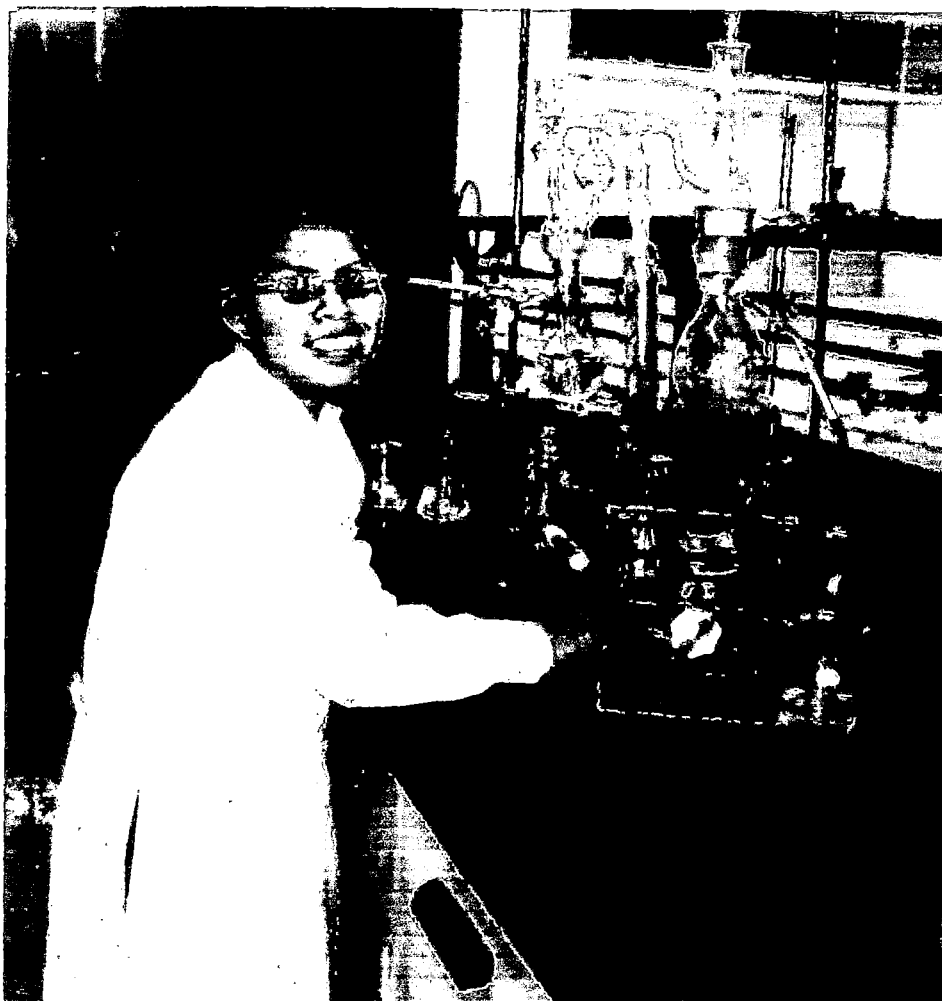


Fig. 10 Equipo micro Kjeldhal, destilación y recolección de amoníaco para determinar contenido en proteínas.

El método consiste primero en digerir la materia orgánica, calentándola con ácido sulfúrico concentrado a 200 °C durante 4 horas en presencia del catalizador metálico CuSO_4 cuya finalidad es efectuar la reducción del nitrógeno orgánico de la muestra a amoníaco, siendo este retenido en solución como $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Se adiciona el catalizador K_2SO_4 que tiene como finalidad aumentar la temperatura de ebullición del ácido y reducir el tiempo de digestión de la muestra. Después la solución de digestión se alcaliniza

con hidróxido de sodio concentrado y se calienta con el vapor de agua. Por último se realiza la destilación, aquí se libera el amoníaco que es atrapado con ácido sulfúrico diluido donde se forma sulfato de amonio y el exceso de ácido es valorado con hidróxido de sodio en presencia del indicador rojo de metilo. El Nitrógeno total obtenido por el método micro Kjeldahl se le multiplica por el factor 6,25 para obtener el porcentaje de proteína (apéndice A).

B) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Se hace uso del método gravimétrico recomendado por Eduardo Primo (1998), que es aplicable para alimentos sólidos. Este método consiste en llevar la muestra hacia la estufa a temperatura menos de 105°C con la finalidad de determinar la pérdida de masa de la muestra desecada hasta que la masa sea constante.

El secado se realiza en este rango de temperatura con la finalidad de evitar la descomposición térmica del alimento o por volatilización de componentes distintos al agua (apéndice B).

C) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZA

Se determino haciendo uso del método recomendado por Eduardo Primo (1998), el cual especifica la destrucción de la materia orgánica por calcinación directa a 600°C en la mufla, obteniendo al final un residuo de incineración que esta conformado por sustancias minerales de la harina de papa siendo este de color blanca al que se le pesa de forma gravimétrica (apéndice C).

D) DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

Para determinar la acidez titulable de la harina de papa se aplica el método recomendado por la Norma técnica Nacional INTITEC 205.039 (1975). Que consiste en determinar la acidez Titulable de la harina a emplearse en la elaboración de productos alimenticios.

Esta prueba se basa en titular la muestra con una solución de hidróxido de sodio al 0,1N y el indicador fenolftaleína, el porcentaje de acidez se expresa en función del ácido predominante en la muestra, según la Norma Técnica es referida al ácido sulfúrico (apéndice D).

E) DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA

El contenido de fibra cruda de la harina de papa se realiza mediante el método recomendado por la AOAC "Association of official analytical chemists" (1980), que se fundamenta en la pérdida de masa de la muestra que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de que la muestra ha sido atacado con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas y llevadas después a ser lavadas en alcohol puro para luego ser secadas en la mufla (apéndice E).

F) DETERMINACIÓN DE PARDEAMIENTO

Se determino haciendo uso del método recomendado por Ángel Ayala (1995), que consiste en extraer el pigmento amarillento de la harina cuando esta se ha colocado en una solución de ácido acético al 2% durante 24 horas y se realiza la evaluación del pardeamiento no enzimático medido por espectrometría ultravioleta – visible y se obtiene la densidad óptica que viene a ser la intensidad de coloración de la solución (apéndice F).

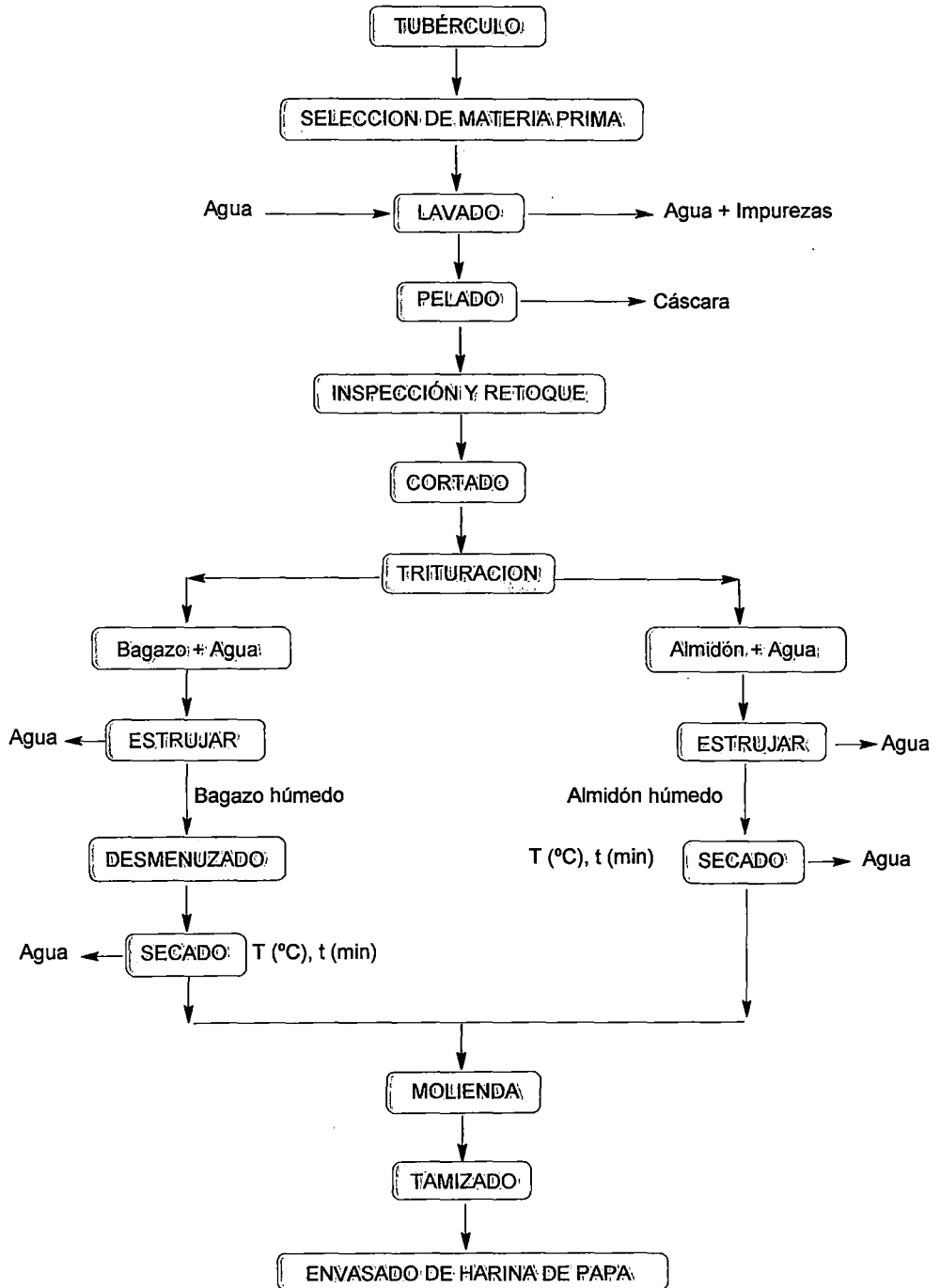


Fig. 11 Diagrama de flujo para la elaboración de harina de papa Canchán sin cáscara.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 MATERIA PRIMA

3.1.1 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Se realiza los ensayos correspondientes y se determina el análisis químico proximal del tubérculo de variedad Canchán de acuerdo a los métodos descritos en cada apéndice, obteniendo los siguientes resultados en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis químico proximal de la papa Canchán

Análisis químico proximal	Papa sin Cáscara	Papa con Cáscara	Rango en porcentaje "Talbur y Smith." (1975)
Agua	76,8	76,54	63,2 - 86,9
Total de sólidos	23,2	23,46	13,1 - 36,8
Proteína	3,8	4	0,7 - 4,6
Fibra	1,62	2,1	0,17 - 3,48
Geniza	2,249	2,3	0,44 - 1,9

La mayoría de los resultados obtenidos del análisis químico proximal se encuentran dentro del rango citado por *Talbur y Smith (1975)* a excepción de las cenizas, que presenta mayor contenido por lo que se encuentra fuera del rango. La mayor cantidad en minerales se debe a la influencia de la variedad de la papa, zonas de crecimiento, prácticas culturales en abonar la tierra.

3.2 PRODUCCIÓN DE HARINA DE PAPA.

La harina de papa Canchán se obtiene de acuerdo al proceso mencionado en la Fig. 11, La harina esta conformado por dos muestras: bagazo y almidón siendo cada una de ellas evaluadas para determinar el análisis químico proximal correspondiente.

3.2.1 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN PROTEÍNAS

Se determina el contenido en proteínas de acuerdo a la metodología del apéndice A. En la figura 12 se muestra la variación del contenido en proteína de la harina de bagazo de la papa sin cáscara inicialmente a la temperatura de secado de 70°C presenta el más alto valor en proteínas 8,4%, sus componentes presentes son; proteína soluble, proteína insoluble y nitrógeno no proteico de la harina de papa, el contenido en proteína no es afectados a temperaturas bajas de secado de manera que se conserva, pero conforme aumenta la temperatura de secado el valor del contenido en proteínas disminuye, debido a los aminoácidos que se encuentran en las enzimas del tubérculo estrujado y son sensibles al calor siendo degradados conforme aumenta la temperatura de secado, produciéndose reacciones entre los aminoácidos y carbohidratos. Conforme aumenta la temperatura de secado para obtener harina de bagazo de papa sin cáscara el tiempo disminuye.

En la Figura 13, se observa en la gráfica el contenido en proteínas del almidón de la harina de papa sin cáscara, al aumentar la temperatura de secado aumenta su contenido en proteínas hasta antes de 132°C (7,22%), debido que conforme aumenta la temperatura de secado aumenta la evaporación del agua libre que hay dentro del gránulo de almidón permitiendo obtener mayor concentración de nutrientes. Al continuar aumentando la temperatura el incremento de calor degrada con facilidad a las proteínas que se encuentran dentro del gránulo del almidón, haciendo que disminuyan. El aumento de calor antes de 132°C no afecta a las proteínas que se encuentran dentro de los gránulos de almidón de la papa debido a que están conformados por enlaces de polisacárido natural, pero conforme aumente la temperatura de secado se produce reacciones

químicas de los aminoácidos. En la gráfica conforme aumenta la temperatura de secado de los granúlos de almidón, el tiempo disminuye.

Cuadro 13. Contenido en proteínas de la harina (bagazo y almidón), papa sin cáscara

Temp. (°C)	harina de bagazo de papa:		harina de almidón de papa:	
	muestra (g)	%Proteína	muestra (g)	%Proteína
70	0,5	8,40	0,21	3,47
91,6	0,5	4,60	0,50	3,54
120	0,5	4,36	0,50	6,80
132	0,5	4,20	0,53	7,22
170	0,5	4,03	0,50	2,79

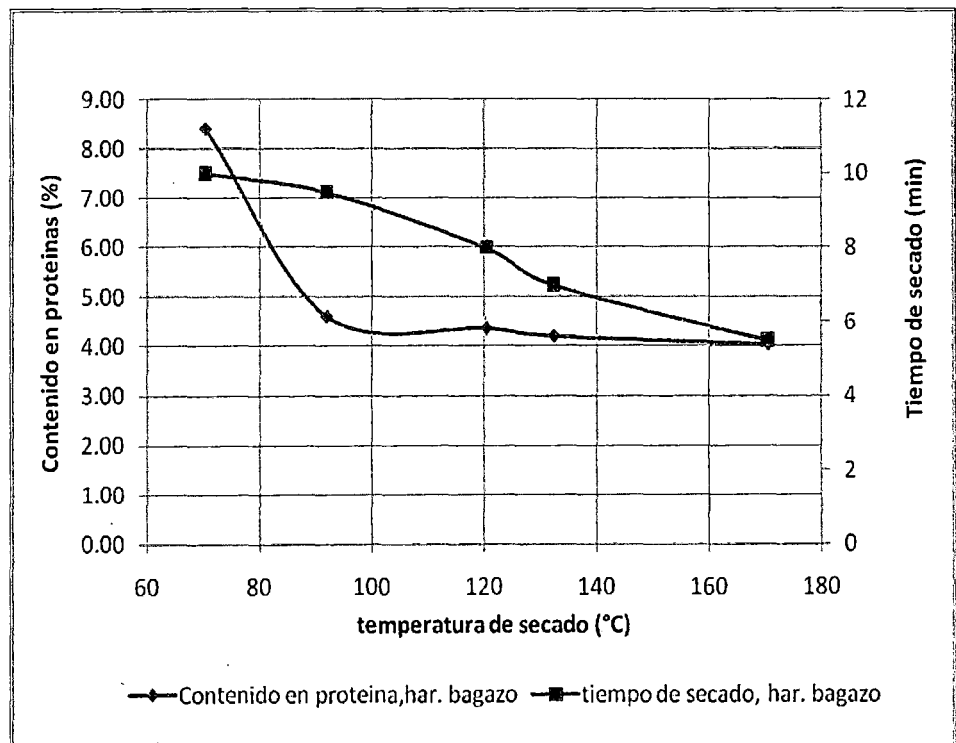


Fig.12 Contenido en proteínas de la harina de bagazo de papa sin cáscara

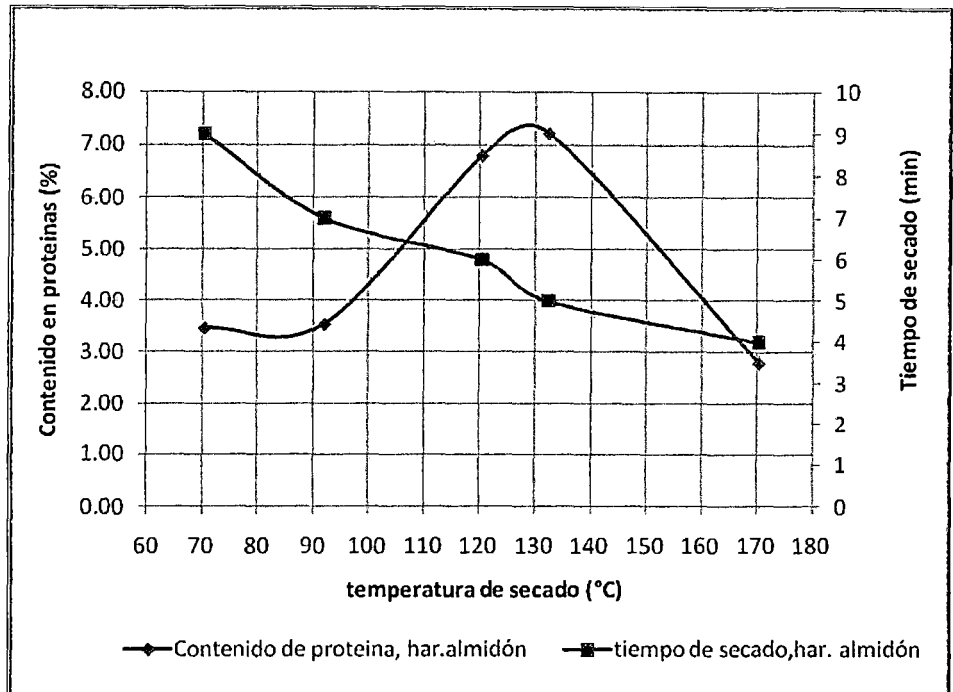


Fig.13 Contenido en proteínas del almidón de la harina de papa sin cáscara

A partir del tubérculo de variedad Canchan con cáscara se obtiene las muestras de harina de bagazo y almidón, estas contienen todos los componentes de la proteína total: proteína soluble, proteína insoluble y nitrógeno no proteico.

Cuadro 14. Contenido en proteínas de la harina (bagazo y almidón), papa con cáscara

Temp. (°C):	harina de bagazo de papa con cáscara		harina de almidón de papa con cáscara	
	muestra (g):	%Proteína	muestra (g):	%Proteína
91,6	0,5	3,08	0,5	3,07
120	0,5	4,76	0,43	3,29
132	0,5	3,92	0,48	4,39

La Figura 14 muestra el comportamiento de la harina de bagazo de papa con cáscara, inicialmente su contenido en proteína es 3,08% (91,6°C) conforme aumenta la temperatura de secado, el tiempo de secado disminuye y el contenido en proteína aumenta hasta 4,76% (120°C) luego disminuye a 3,92% (132°C), debido a que inicialmente las enzimas de la muestra de bagazo contiene mayor cantidad de agua libre y al aumentar la temperatura se evapora concentrando los nutrientes. Los aminoácidos de la proteína total con el aumento de temperatura muestran ser sensibles al calor produciéndose reacciones químicas de los aminoácidos por lo que se reduce su concentración de nutrientes al utilizar mayor temperatura de secado.

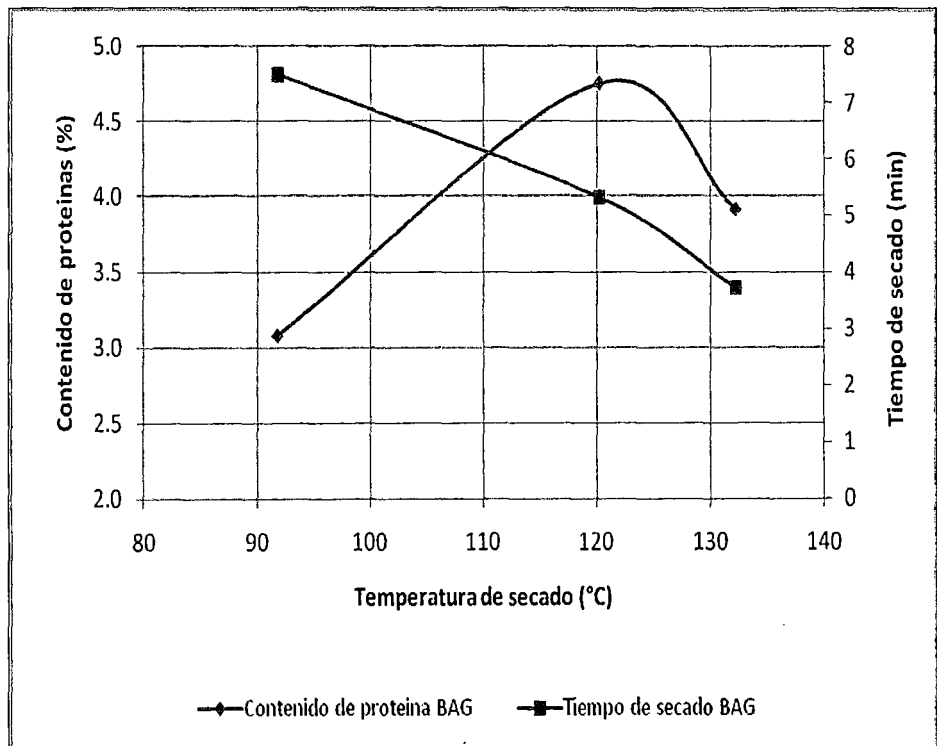


Fig.14 Contenido en proteínas del bagazo de la harina de papa con cáscara

En la figura 15 muestra conforme aumenta la temperatura de secado de los gránulos de almidón el tiempo de secado se reduce, por lo que permite obtener mayor contenido en proteínas debido a que el agua libre dentro de los gránulo se evapora y permite que aumente su concentración en nutrientes hasta 4,39% (132°C) después al continuar aumentando la temperatura los enlaces polisacáridos del almidón son degradados fácilmente ocurriendo reacciones químicas en que disminuye el contenido en proteínas.

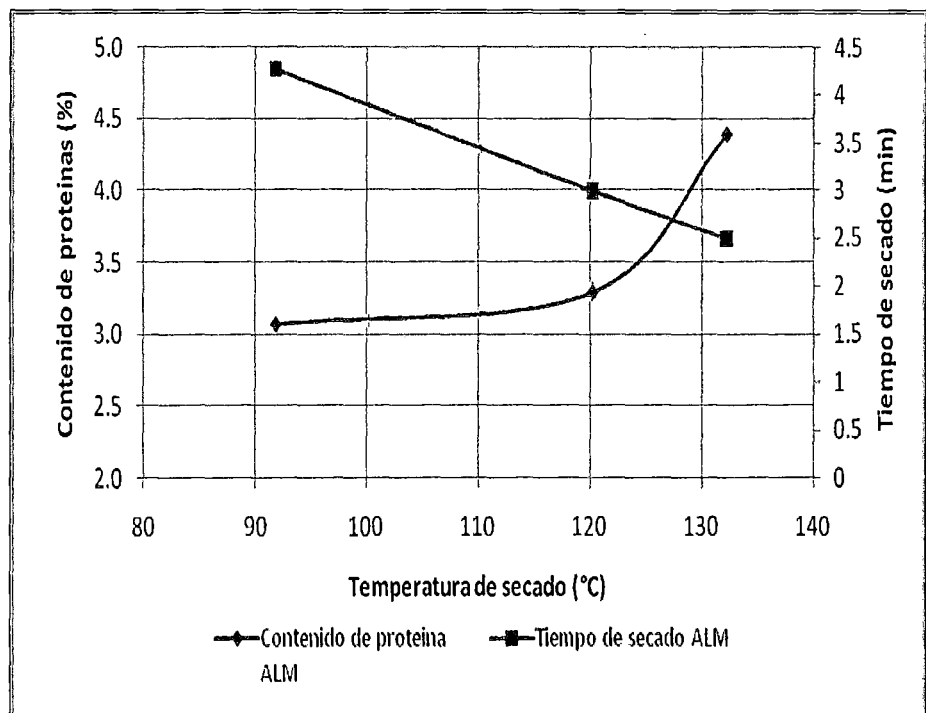


Fig.15 Contenido en proteínas del almidón de la harina de papa con cáscara

3.2.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Se determina el contenido de humedad de acuerdo a la metodología del apéndice B. En la figura 16 se realiza las graficas correspondientes para cada muestra de harina de bagazo de papa sin cáscara que se deseca en el transcurso del tiempo, observándose que la muestra secada a 91,6°C

presenta entre todas, el mayor contenido de humedad de 12,49%, luego disminuye en forma descendente a 12,26%: 132°C, 12,259%: 70°C, 11,907%: 170°C, la muestra de menor contenido de humedad es a 11,768%: 120°C, el tiempo necesario para obtener la máxima cantidad de agua libre que se evapora al medio ambiente es de 240min.

La pérdida de humedad para cada muestra de harina de bagazo de papa sin cáscara, se observa conforme aumenta el tiempo de secado para cada muestra de harina, se evapora el agua que está dentro de cada partícula sólida hasta que la pérdida de peso de la muestra se mantenga constante, siendo el agua evaporada “el agua libre” que se encuentra débilmente unida dentro de cada partícula sólidas de la harina, esta agua funciona como solvente en reacciones produciendo el deterioro de la harina, siempre y cuando el contenido de humedad exceda de acuerdo a la norma técnica peruana al 15%.

En la fig. 17. Se observa conforme transcurre el tiempo de secado para cada muestra de harina de almidón la pérdida de humedad aumenta hasta que el peso de la muestra se mantiene constante con el transcurrir del tiempo, obteniendo la mayor pérdida de humedad a 70°C: 13,017%, luego disminuye en forma descendente 170°C: 12,718%, 132°C: 12,598%, 120°C: 12,557% y el menor de todos la muestra de 12,55% (91,6°C). El tiempo necesario para obtener la máxima cantidad de agua libre para cada muestra de almidón que se evapora al medio ambiente es de 240min.

Cuadro 15. Pérdida de humedad de la harina de papa sin cáscara.

tiempo: (min)	muestra (70°C)		muestra (91,6°C)	
	%Pérd:humedad: har. Bagazo.	%Pérd:humedad: har. Almidón	%Pérd:humedad: har. Bagazo	%Pérd:humedad: har. Almidón
0	0	0	0	0
148	11,80	12,08	12,49	12,55
208	12,26	13,01	12,49	12,55
240	12,26	13,01	12,49	12,55

tiempo (min)	muestra (120°C)		muestra (132°C)	
	%Pérd.humedad: har. Bagazo	%Pérd.humedad: har. Almidón	%Pérd.humedad: har. Bagazo	%Pérd.humedad: har. Almidón
0	0	0	0	0
148	11,61	12,26	11,98	12,35
208	11,77	12,56	12,26	12,60
240	11,77	12,56	12,26	12,60

tiempo (min)	muestra (170°C)	
	%Pérd.humedad: har. Bagazo	%Pérd.humedad: har. Almidón
0	0	0
148	11,34	12,18
208	11,91	12,72
240	11,91	12,72

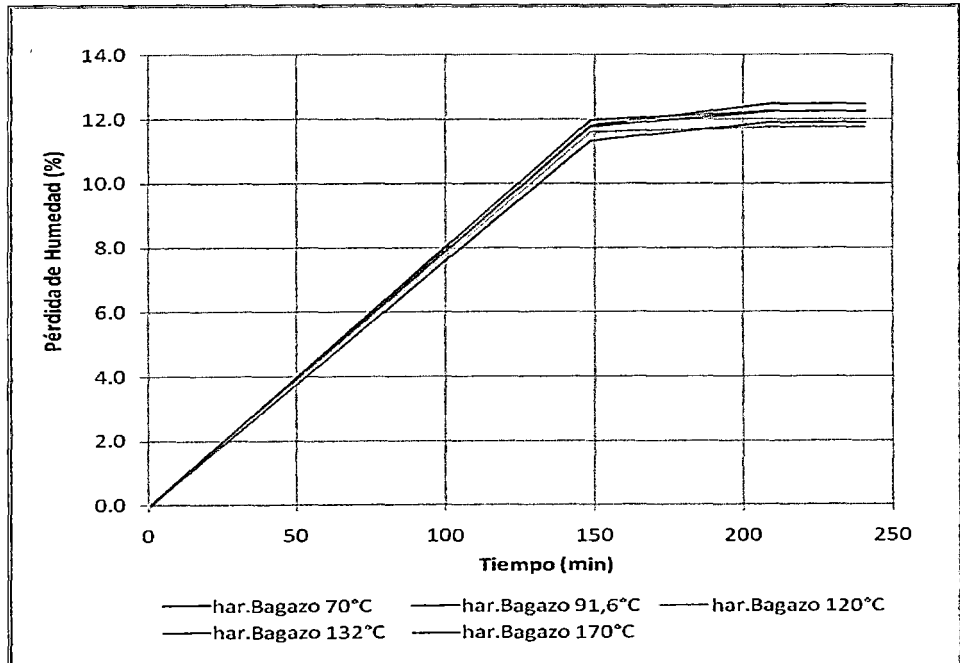


Fig.16 Pérdida de humedad de la harina de bagazo de papa sin cáscara vs. Tiempo

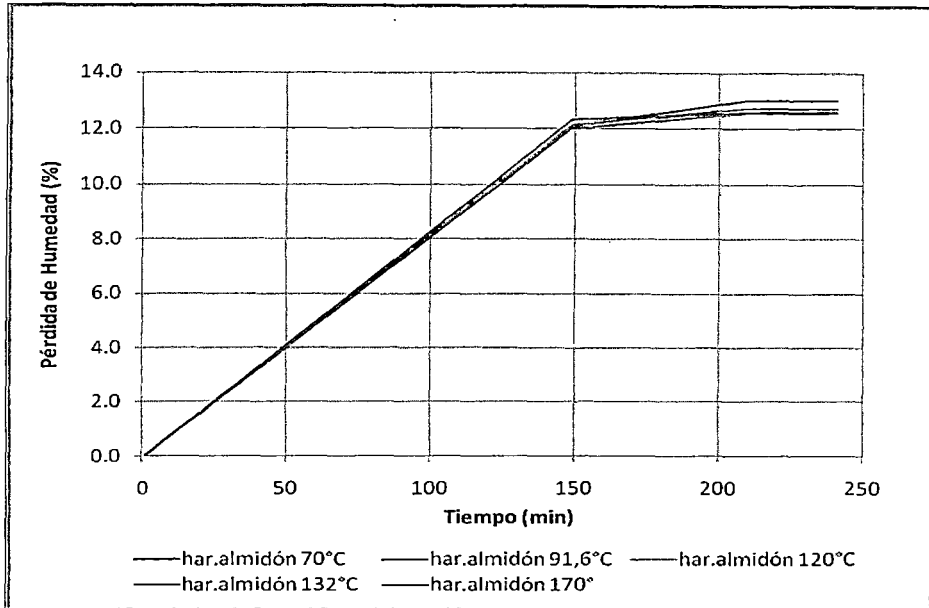


Fig.17 Pérdida de humedad de la harina de almidón de papa sin cáscara vs. Tiempo

Se ilustra las gráficas siguientes, indicando el comportamiento de la pérdida de humedad de las muestras de harina de bagazo y almidón a partir de la papa sin cáscara.

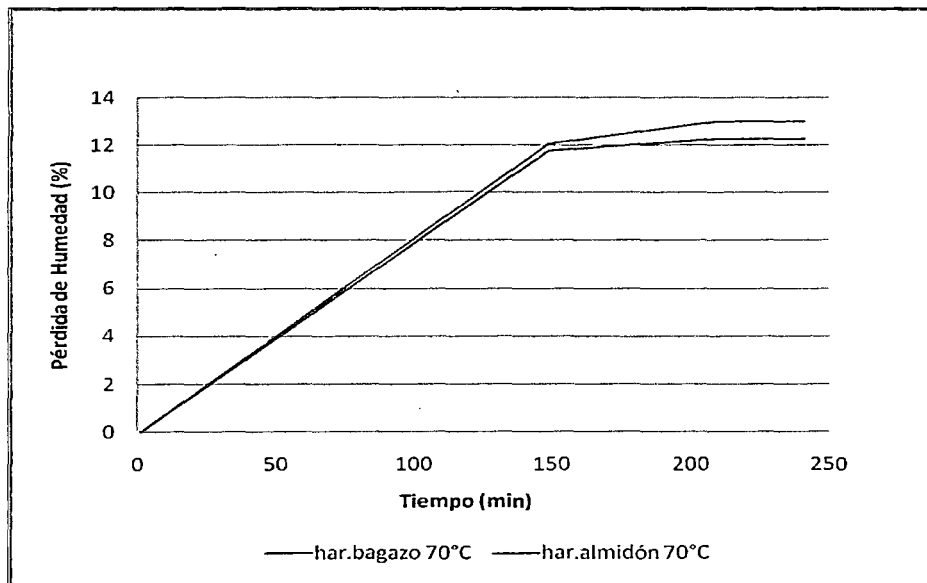


Fig.18 Pérdida de humedad, harina de papa (obtenida a 70°C) vs. tiempo

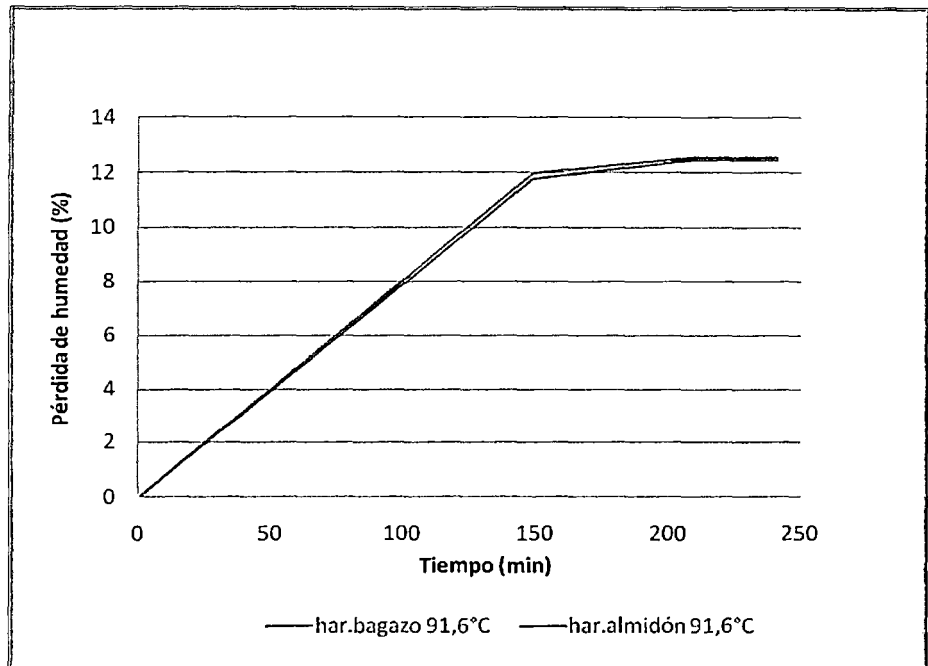


Fig.19 Pérdida de humedad, harina de papa (obtenida a 91,6°C) vs. Tiempo

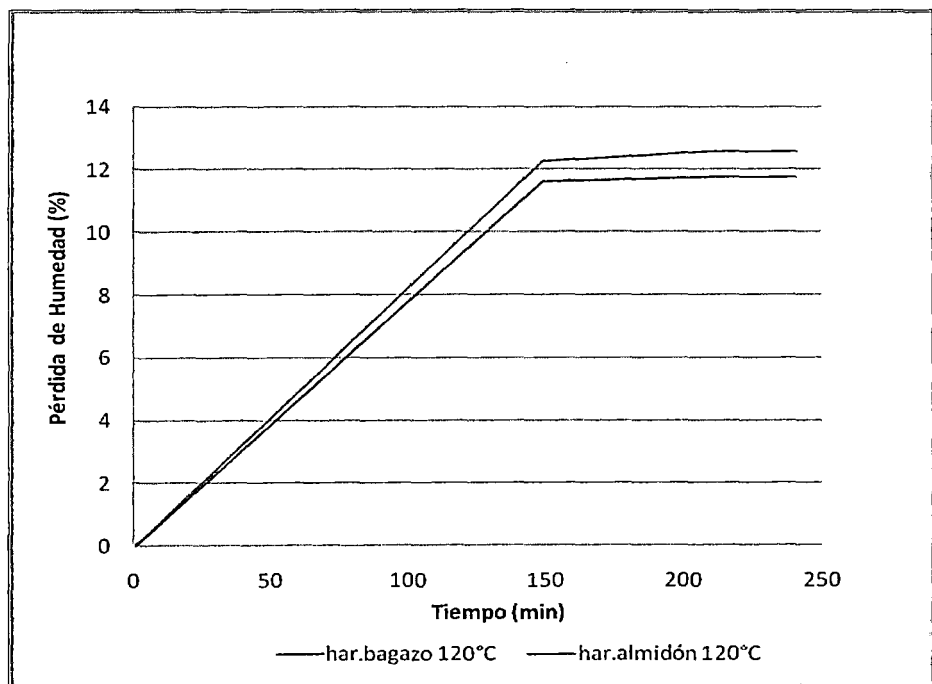


Fig.20 Pérdida de humedad, harina de papa (obtenida a 120°C) vs. tiempo

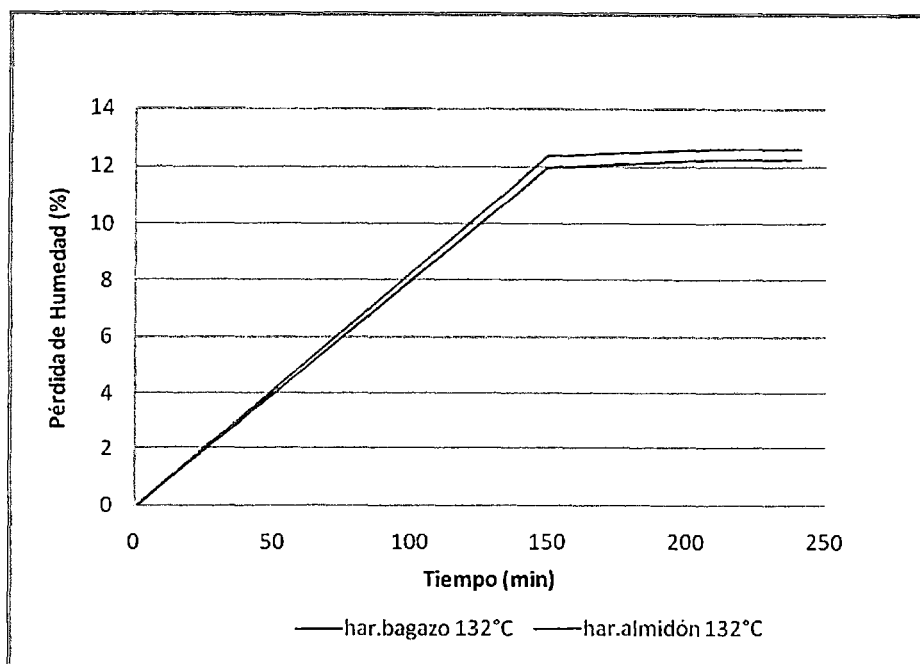


Fig.21 Pérdida de humedad, harina de papa (obtenida a 132°C) vs. Tiempo

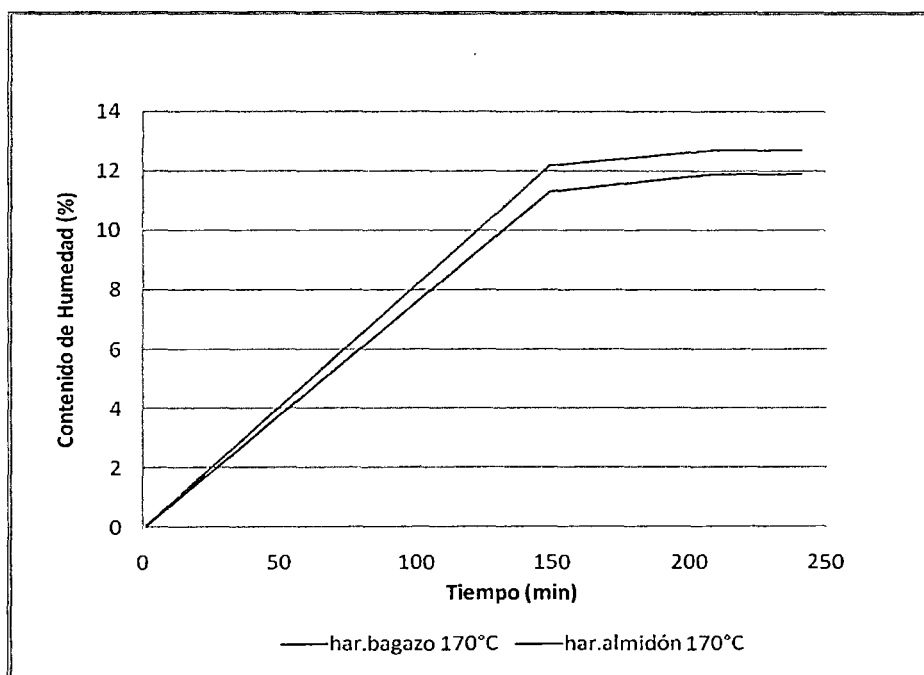


Fig.22 Pérdida de humedad, harina de papa (obtenida a 170°C) vs. Tiempo

En las figuras 18, 19, 20, 21, 22 para cada muestra, el almidón de la harina de papa sin cáscara, presenta mayor contenido de humedad respecto a la harina de bagazo debido a que dentro de los gránulos de almidón están compuestos de unidades de glucopiranosas que contienen enlaces OH por lo que almacena una mayor cantidad de agua libre respecto a las enzimas trituradas del bagazo.

En la figura 23 conforme transcurre el tiempo de secado, las muestras de harina de bagazo de papa con cáscara obtenidas a 132°C y 91,6°C presentan similar pérdida de humedad manteniéndose constante en 8,95% y la muestra de harina obtenida a 120°C presenta menor pérdida de humedad 7,9%, el tiempo necesario para obtener la máxima cantidad de agua libre a evaporarse al ambiente es de 240 minutos.

Cuadro 16. Pérdida de humedad de la harina de papa con cáscara

Tiempo: (min)	muestra. (91,6°C)		muestra. (120°C)		muestra. (132°C)	
	%Pérd.hum. har. Bagazo	%Pérd.hum. har. Almidón	%Pérd.hum. har. Bagazo	%Pérd.hum. har. Almidón	%Pérd.hum. har. Bagazo	%Pérd.hum. har. Almidón
0	0	0	0	0	0	0
90	8,165	8,828	7,484	7,502	8,436	5,077
120	8,319	8,851	7,509	7,605	8,461	5,267
172	8,616	8,944	7,584	7,675	8,560	5,461
226	8,925	9,411	7,900	8,050	8,882	5,694
240	8,948	9,411	7,911	8,152	8,956	5,694

En la figura 24 se observa al transcurrir el tiempo de secado las muestras de harina de almidón de papa con cáscara, presentan diferente pérdida de humedad desde 5,69%: 132°C aumenta a 8,15%:120°C y el mayor es a 9,41%: 91,6°C. Esta variación de pérdida de humedad para cada curva de equilibrio es debido a la temperatura de deshidratación al que se le ha sometido a cada muestra con la finalidad de obtener harina, que son mayores a la temperatura de evaporación por lo que quedaría dentro de sus gránulos una pequeña porción de agua libre que se evaporara al someterlo a una temperatura de secado constante.

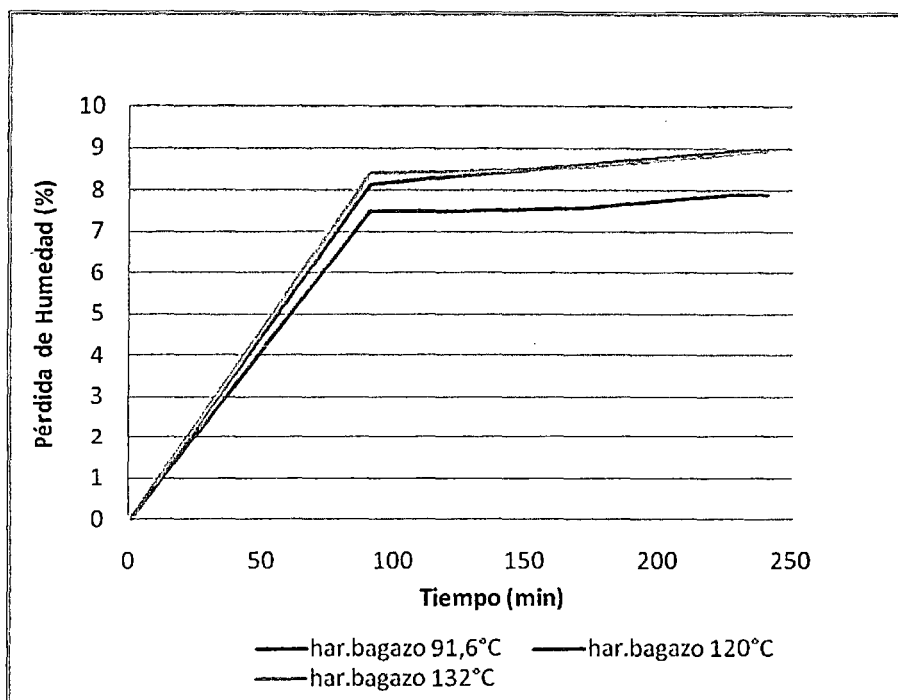


Fig.23 pérdida de humedad del bagazo de la harina de papa con cáscara

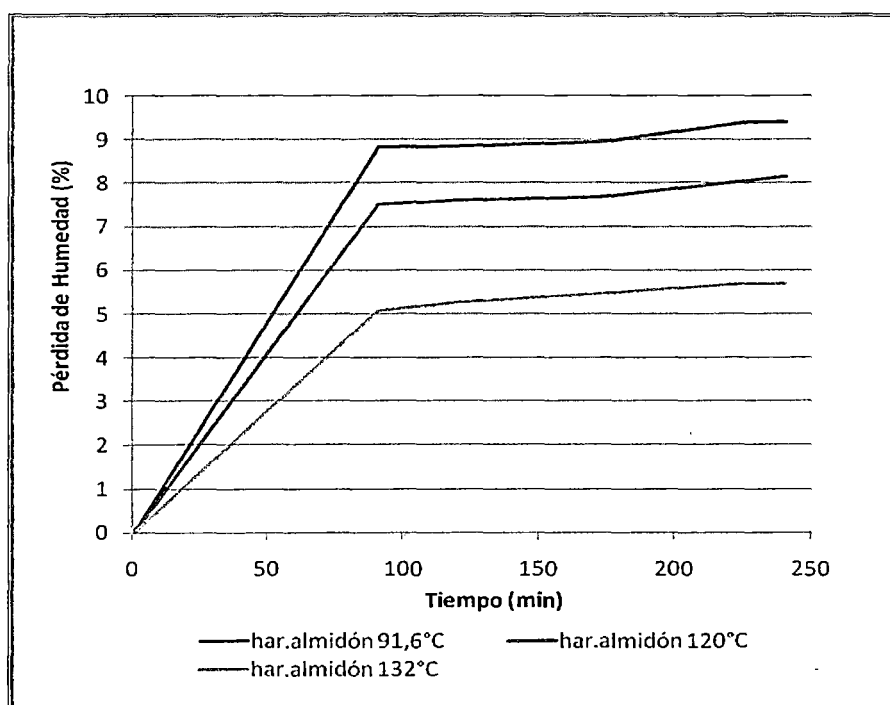


Fig.24 Pérdida de humedad del almidón de la harina de papa con cáscara

Se presenta el comportamiento de la pérdida de humedad para cada muestra de harina de papa con cáscara.

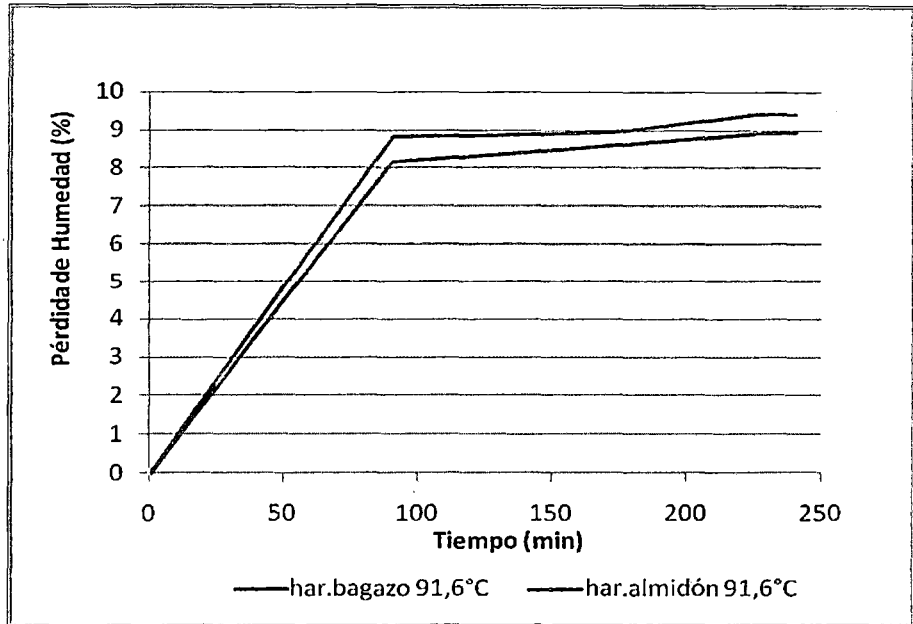


Fig.25 Pérdida de humedad (harina obtenida a 91,6°C) vs. Tiempo

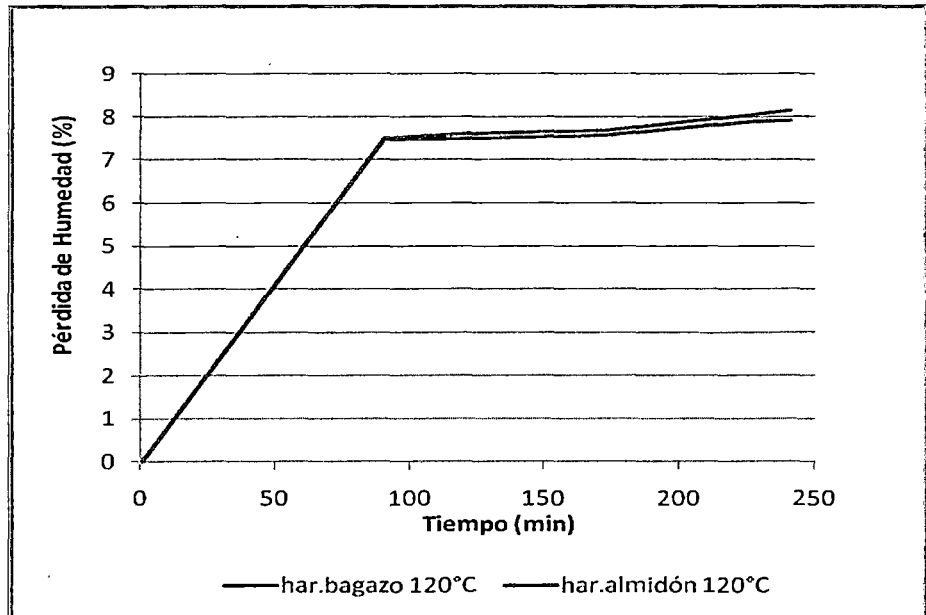


Fig.26 Pérdida de humedad (harina obtenida a 120°C) vs. Tiempo

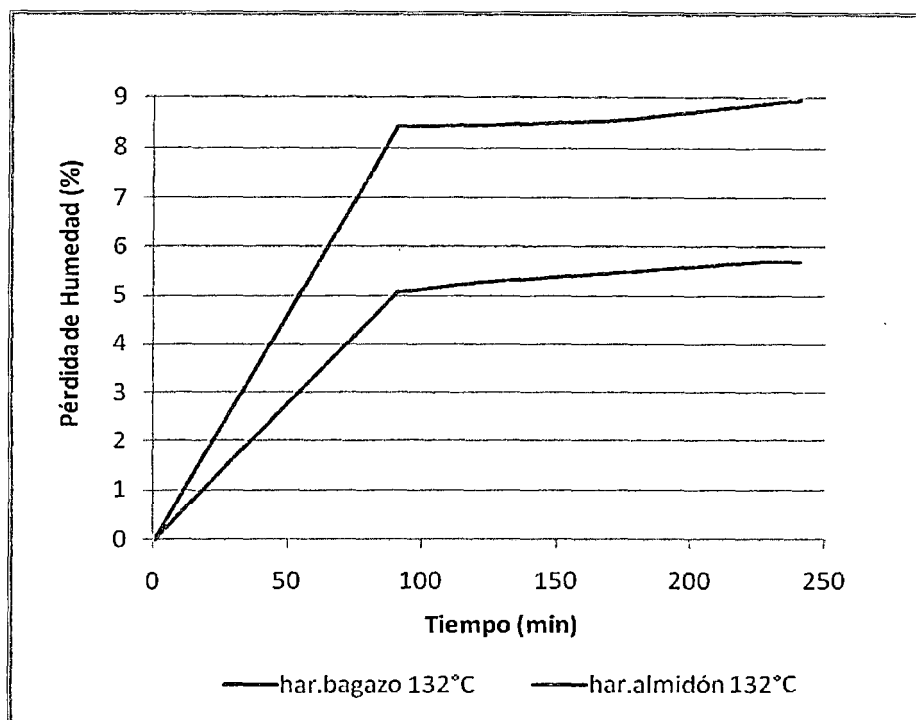


Fig.27 Pérdida de humedad (harina obtenida a 132°C) vs. Tiempo

Se compara las figuras 25, 26, 27, se observa en la figura 26 un similar equilibrio en la pérdida de humedad para la muestra de harina de bagazo y almidón de papa con cáscara obtenida a 120°C, por lo que se deduce que la cantidad de agua libre para cada muestra solida son iguales debido a la temperatura de deshidratación que se ha trabajado inicialmente en su secado para obtener harina. Para esta muestra se deduce el contenido en humedad se encuentra en equilibrio con el medio ambiente por lo que se evita a la formación de bacterias y se deterioro de la harina de papa con cáscara.

3.2.3 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CENIZA

Se determina el contenido de ceniza de acuerdo a la metodología del apéndice C. Los datos del cuadro 17 se grafica en la figura 28, se observa para la muestra de harina de bagazo de papa sin cáscara contiene mayor

cantidad en minerales con respecto a la harina de almidón. También conforme aumenta la temperatura de secado, el contenido en cenizas aumenta de 1,15%: (70°C) 1,37%: (91,6°C) hasta 1,55% (170°C).

Cuadro 17. Contenido de ceniza de la harina de papa sin cáscara.

muestra (°C)	% Ceniza har. bagazo	muestra: (°C)	% Ceniza har. almidón.
70	1,15	70	1,10
91,6	1,37	91,6	1,13
170	1,55	120	1,18
		170	1,30

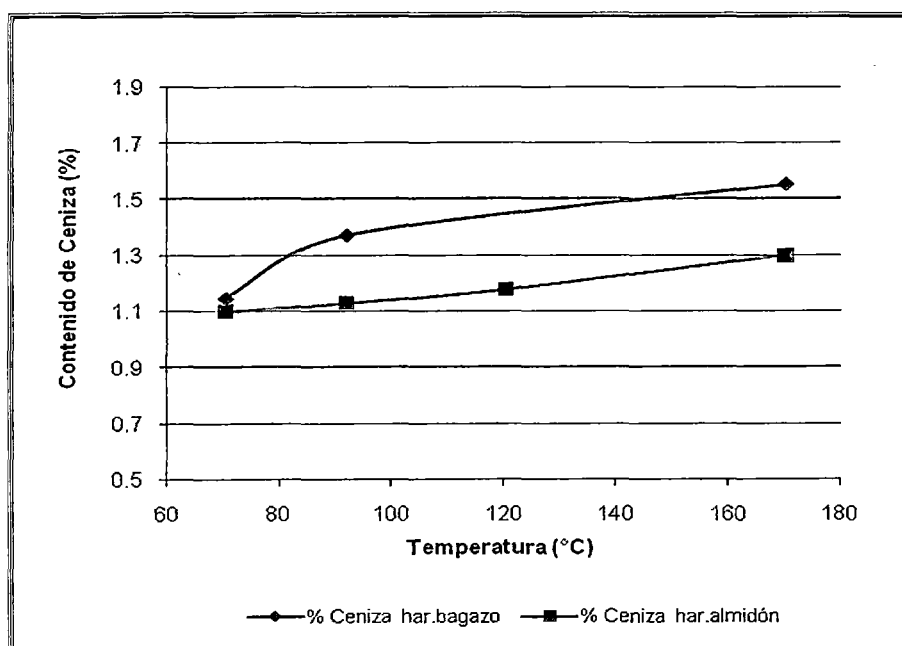


Fig. 28 Contenido de ceniza de la harina de papa sin cáscara

El almidón de la harina de papa sin cáscara conforme aumenta la temperatura de secado también aumenta el contenido en cenizas desde 1,10%: 70°C, hasta 1,3%: 170°C. En el caso de la harina de bagazo conformado de enzimas trituradas y gránulos de almidón, el aumento en minerales se debe a la facilidad de evaporación del agua libre que hay dentro

de cada partícula sólida conforme aumenta la temperatura de secado, se obtiene harina con menor humedad.

En la figura 29 el contenido en ceniza de la harina de bagazo de papa con cáscara es mayor respecto a la harina de almidón, debido a que se utiliza sus enzimas y cáscara, presentando mayor cantidad en minerales. Entre 91,6°C a 120°C el contenido en ceniza de la muestra de harina de almidón desciende debido a que parte de las partículas internas contienen agua libre ligada por lo que hace que disminuya el contenido en cenizas.

Cuadro 18. Contenido de ceniza de la harina de papa con cáscara

muestra (°C)	% Ceniza har. bagazo	muestra (°C)
91,6	1,83	0,99
120	1,64	1
132	1,57	1,02

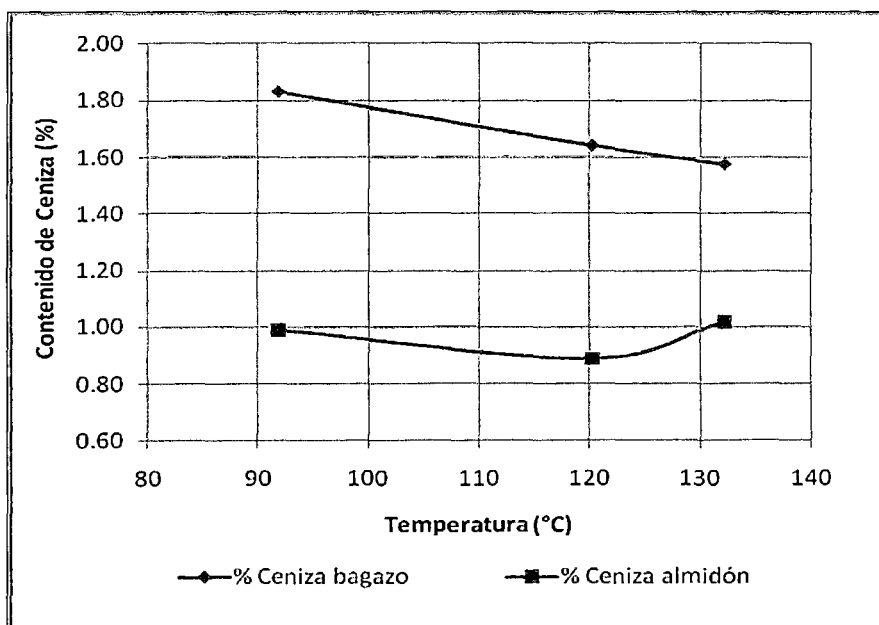


Fig.29 Contenido de ceniza de la harina de papa con cáscara

3.2.4 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

Se determina la acidez titulable de acuerdo a la metodología del apéndice D. La figura 30 muestra para la harina de bagazo de papa sin cáscara conforme aumenta la temperatura de secado la acidez titulable se mantiene constante aproximadamente en 0,09% hasta la temperatura de 120°C, luego la acidez aumenta conforme se incrementa la temperatura.

La curva de acidez de la harina de bagazo de papa con cáscara se encuentra encima de la acidez de la harina de bagazo de papa sin cáscara, debido a la cáscara que contiene compuestos adicionales tales como: compuestos fenólicos, glicoalcaloides con respecto a las enzimas, estas ingresan dentro de la pulpa del tubérculo y producen reacciones con el aumento de temperatura para dar como resultado ácidos libres.

La figura 31 muestra conforme aumenta la temperatura de secado para la harina de almidón de papa sin cáscara, la acidez inicial es 0,148% (70°C) luego disminuye hasta 0,094% (120°C) manteniéndose constante. Conforme aumenta la temperatura de secado el tiempo de exposición disminuye, por lo que también las reacciones de oxidación del almidón disminuyen obteniéndose como resultado la disminución en la cantidad de ácidos libres. Para el almidón de la harina de papa con cáscara conforme aumenta la temperatura de secado entre 91,6°C a 120°C la acidez disminuye de 0,114% a 0,088%, al continuar aumentando la temperatura hasta 132°C vuelve a incrementar la acidez en 0,102%. Esto se debe al incrementar la temperatura la humedad disminuye dentro de cada partícula sólida obteniéndose mayor material sólido con menor cantidad en agua libre.

Cuadro 19. Acidez de la harina de papa sin cáscara.

Temperatura (°C)	masa bagazo (g)	masa almidón (g)	%Ac. bagazo sin cáscara	%Ac. almidón sin cáscara	acidez promedio
70	2,07	0,32	0,092	0,148	0,12
91,6	2,05	1,5	0,093	0,127	0,11
120	2,05	2,03	0,092	0,094	0,09
132	2,09	2,04	0,114	0,094	0,10
170	2,06	2,05	0,147	0,093	0,12

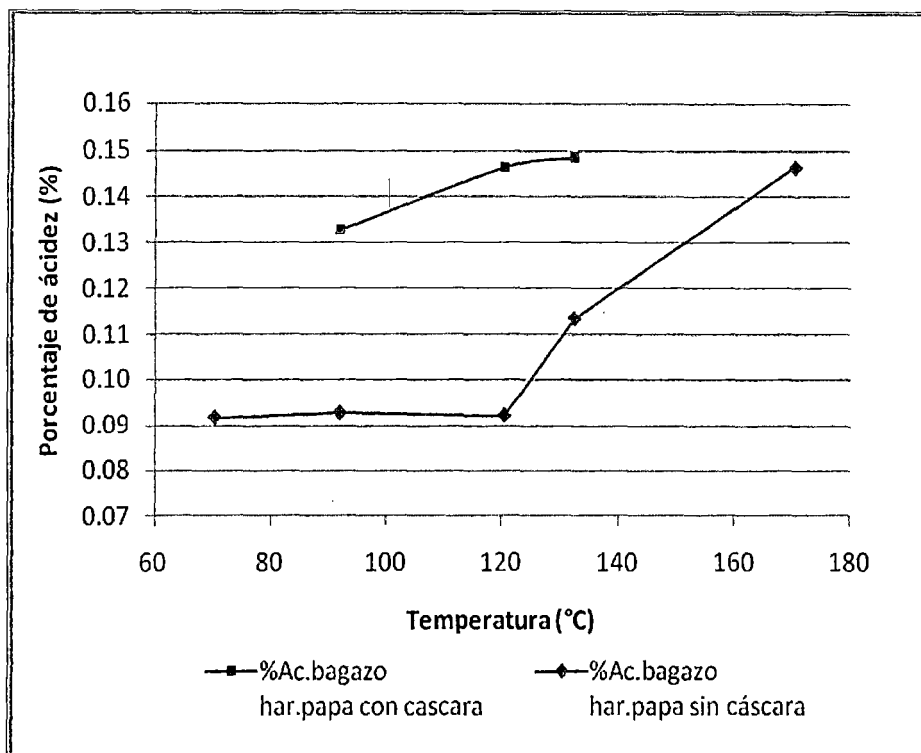


Fig.30 Acidez titulable del bagazo de la harina de papa sin cáscara y con cáscara.

Cuadro 20. Acidez de la harina de papa con cáscara

Temperatura (°C)	masa bagazo (g)	masa almidón (g)	%Ac. bagazo sin cáscara	%Ac. almidón sin cáscara	acidez promedio
91,6	2,07	2,01	0,133	0,114	0,12
120	2,05	2,08	0,147	0,088	0,12
132	2,03	1,73	0,149	0,102	0,13

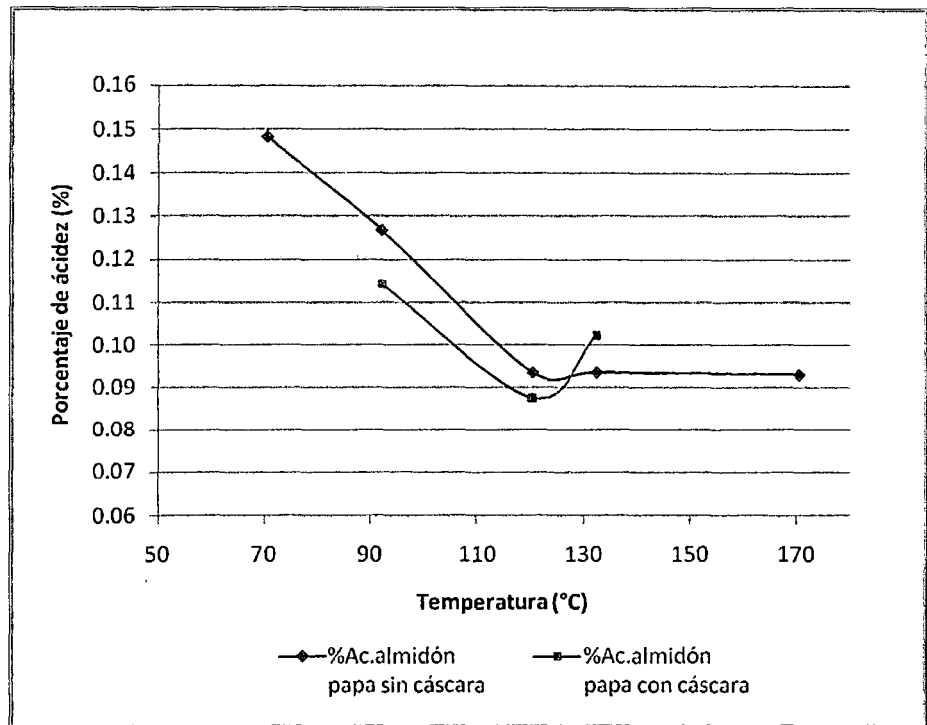


Fig.31 Acidez del almidón de la harina sin cáscara y con cáscara

3.2.5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN FIBRA CRUDA

Se aplica la metodología del apéndice E, para determinar el contenido de fibra cruda de la harina de papa según el cual consiste en disolver cada componente de la pared celular y dejar solo la parte no digerible. Se demostró que el bagazo de la harina contiene fibra en comparación a su almidón que no se detecta.

En figura 32 se aprecia el comportamiento del contenido de fibra de la harina de bagazo de papa sin cáscara, conforme aumenta la temperatura de secado el contenido en fibra aumenta desde 2%: 70°C hasta 3,09%: 120°C. Este comportamiento se presenta debido a que el agua libre dentro de cada partícula sólidas se evapora con el incremento de temperatura, obteniéndose por lo tanto mayor cantidad de materia seca a tratar, por lo que habrá mayor cantidad de materia no digerible a ser determinada.

Para temperaturas de secado mayor a 120°C, se observa ligera disminución en fibras manteniéndose constante en 2,9%, debido al incremento de calor que degrada la parte soluble de la harina; almidón, proteínas, compuestos nitrogenados y parte de los componentes que conforman la pared celular.

Cuadro 21. Contenido en fibra del bagazo de la harina de papa sin cáscara.

Temp.(°C)	muestra (g)	%Fibra bruta sin cáscara
70	1,001	2,0
91,6	1	2,6
120	1,002	3,09
132	1,002	3
170	1,001	2,9

Cuadro 22. Contenido en fibra del bagazo de la harina de papa con cáscara.

Temp.(°C)	muestra (g)	%Fibra bruta con cáscara
91,6	1	3,9
120	1,02	4,4
132	1	4,2

De la figura 32 se observa para el bagazo de la harina de papa con cáscara, su contenido en fibra inicialmente es 3,86% (91,6°C), conforme se incrementa su temperatura de secado aumenta su contenido de fibra hasta 4,39% (120°C), debido a que se obtiene mayor materia de sólida seco después disminuye en 4,23% (132°C) por el incremento del agua ligada dentro de cada partícula de bagazo seco.

El contenido en fibra para la harina de papa con cáscara es mayor respecto a la harina de papa sin cáscara, debido a que contiene adicionalmente lignina, celulosa que son componentes de la cáscara, por lo que se incrementaría mayor cantidad de materia sólida a tratar.

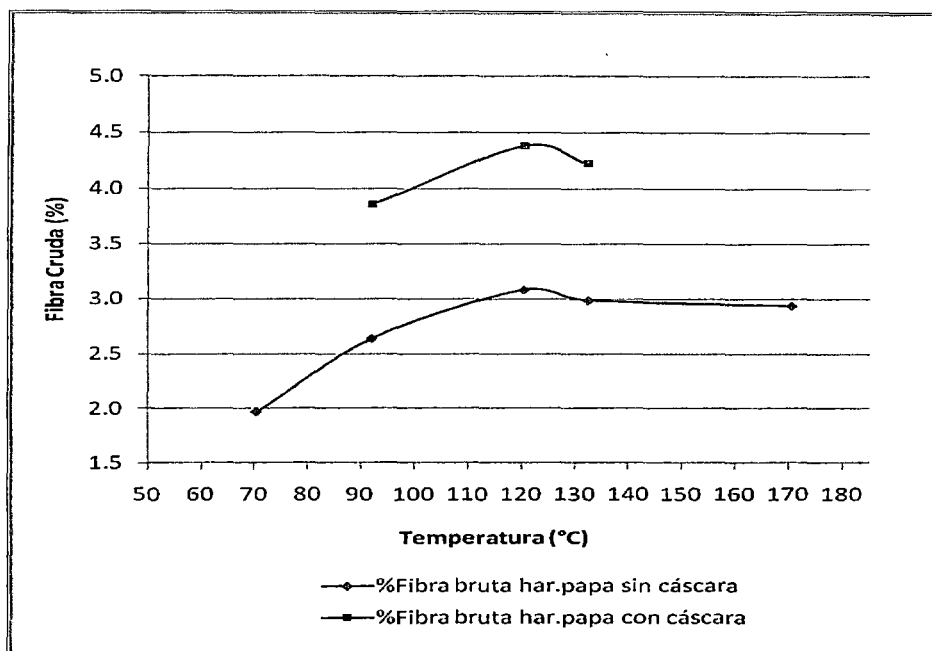


Fig.32 Contenido en fibra del bagazo de la harina de papa sin cáscara y con cáscara vs temperatura.

3.2.6 DETERMINACIÓN DEL PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO

Se aplica el método del anexo F, para determinar el pardeamiento no enzimático. La figura 33 se observa para la muestra de harina de bagazo de papa sin cáscara que presenta mayor densidad óptica en comparación al almidón, debido a la presencia del material oxidable que se encuentra en el bagazo y que es más sensible al calor con respecto a los componentes de la molécula del almidón. La harina de bagazo de papa sin cáscara conforme aumenta la temperatura de secado la densidad óptica aumenta de 0,03: 70°C hasta 0,136: 120°C luego disminuye en 0.120: 170°C.

En este intervalo al aumentar la temperatura de secado las partículas sólidas tienen menor cantidad de humedad obteniéndose mayor material sólido y produciéndose un aumento de reacción de Maillard por lo que reaccionan los azúcares del tubérculo con los aminoácidos, ácido ascórbico y otros componentes orgánicos. La disminución de la densidad óptica ocurre porque algunos componentes de las enzimas son sensibles a la temperatura mayor

de 120 °C y se reduce la reacción de maillard debido a la disminución en el tiempo de secado.

Cuadro 23. Pardeamiento no enzimático de la harina de papa

Harina de papa sin cáscara			Harina de papa con cáscara		
Temp.(°C)	DO _(har., bagazo) 420 nm	DO _(har. almidón) 420 nm	Temp.(°C)	DO _(har. bagazo) 420 nm	DO _(har. almidón) 420 nm
70	0,03	0,02	91,6	0,42	0,05
91,6	0,105	0,06	120	0,28	0,17
120	0,136	0,05	132	0,4	0,02
170	0,12	0,02			

La densidad óptica para los gránulos de almidón de la harina sin cáscara, conforme aumenta la temperatura de secado su densidad óptica aumenta hasta 0,058 (91,6°C) luego disminuye porque inicialmente se produce reacciones de los polifenoles y otros componente dentro de los gránulos de almidón debido a que la muestra de harina inicialmente presenta mayor tiempo de exposición en su secado por lo que se produce la reacción de Maillard, luego este efecto disminuye porque el tiempo de exposición al calor de la muestra para obtener harina disminuye obteniéndose una menor coloración amarillenta por consecuencia una menor absorbancia.

En la figura 34 conforme aumenta la temperatura de secado la curva de densidad óptica para la harina de bagazo de papa con cáscara disminuye hasta 0,283: 120°C debido a su menor tiempo de exposición de secado por lo que disminuye las reacciones de oxidación (reacción de Maillard) dentro de las enzimas del bagazo luego aumenta por el incremento de calor. Para el almidón de harina de papa con cáscara a estas condiciones su absorbancia aumenta y luego disminuye al aumentar la temperatura de secado, debido a que dentro de los gránulos han ingresado soluciones líquidas que contienen compuestos fenólicos (antocianinas, flavones, pectinas, etc.) de la cáscara del tubérculo que han producido reacciones

dentro de su estructura polimérica obteniendo como resultado harina de color mas amarillenta respecto a la harina de almidón de papa sin cáscara.

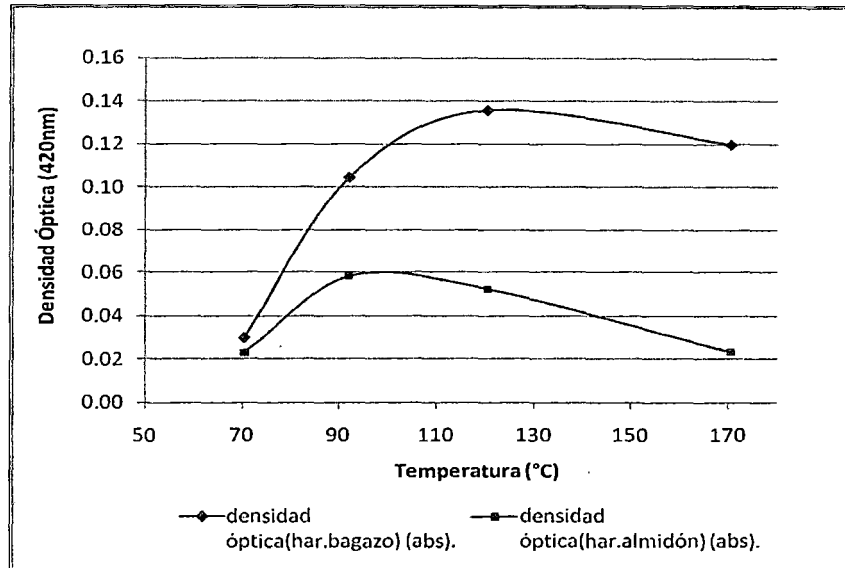


Fig.33. Densidad óptica de la harina de papa sin cáscara vs. Temperatura

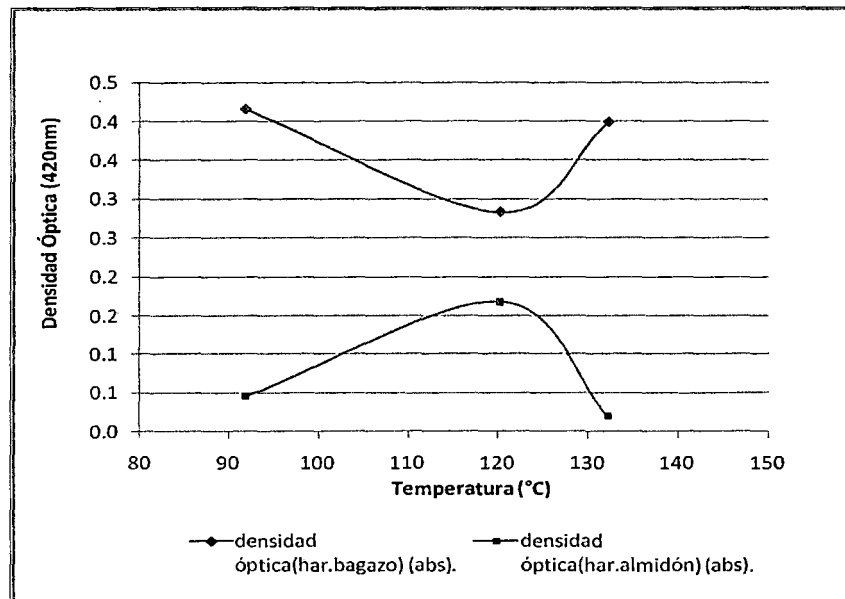


Fig.34. Densidad óptica de la harina de papa con cáscara vs. Temperatura

CAPÍTULO IV:

CALCULO A NIVEL PILOTO

4.1 BALANCE DE MASA

El Balance de Materia se efectúa en cada etapa del proceso de obtención correspondiente. Se toma como base de cálculo 100 Kg de papa para obtener harina de papa sin cáscara.

$$**ENTRADA + GENERACIÓN = SALIDA + ACUMULACIÓN + CONSUMO**$$

Se sabe que no existe reacción química, ni acumulación.

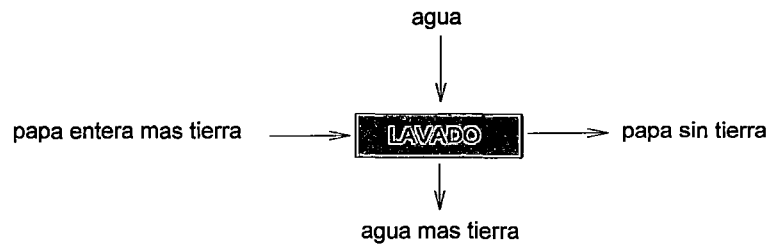
$$GENERACIÓN = ACUMULACIÓN = CONSUMO = 0$$

Por lo tanto:

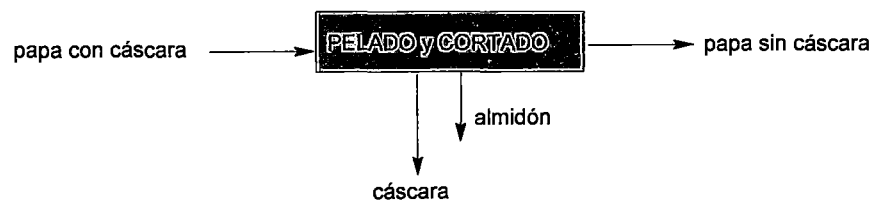
$$**ENTRADA = SALIDA**$$

4.1.1 BALANCE DE MASA PARA OBTENER HARINA DE PAPA SIN CÁSCARA

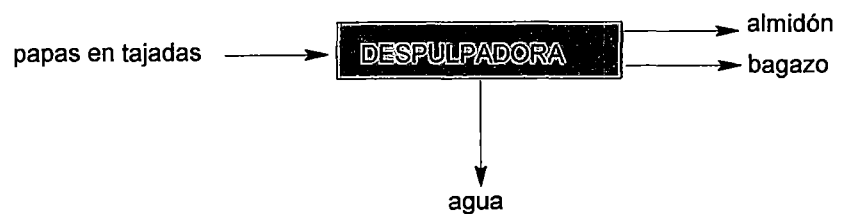
A) LAVADO

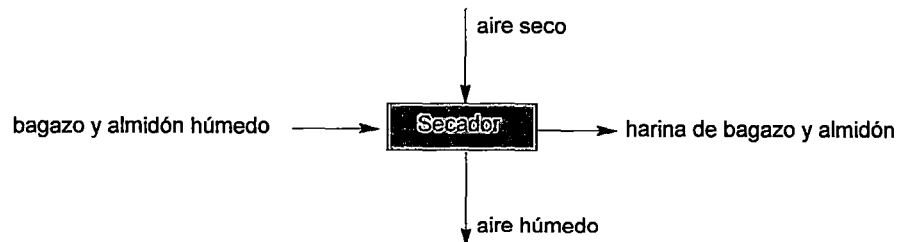


B) PELADO Y CORTADO EN TAJADAS



C) DESPULPADO



D) SECADO**4.1.2 REQUERIMIENTO DE AIRE SECO****PARA OBTENER HARINA SIN CÁSCARA**

T_i : temperatura de ingreso (ambiente)

T_f : temperatura de salida

HR_i = Humedad relativa de entrada

HR_f = Humedad relativa de saturación

Y_i (ingreso secador): kg H_2O /kg aire seco

Y_f (salida secador): kg H_2O /kg aire seco

$M_{\text{aire.seco}}$: masa aire seco

Condiciones inicial (medio ambiente)

$T_i=25^\circ\text{C}$; $HR_i=70\%$

Condiciones final

$T_f=120^\circ\text{C}$; HR_f = saturación

Resultado que se obtiene de la carta psicométrica

Y_i : 0,0145 kg H₂O/kg aire seco

Y_f : 0,0495 kg H₂O/kg aire seco

Se reemplaza los valores

$$M_{\text{aire seco}} = \frac{M_{\text{evap}}}{(Y_f - Y_i)} \dots\dots\dots (1)$$

M_{evap} : 20,87 Kg H₂O (Cuadro 26)

$$M_{\text{aire seco}} = \frac{20,87 \text{ kg H}_2\text{O}}{0,035 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg aire seco}}}$$

$$M_{\text{aire.seco}} = 596,286 \text{ kg aire seco}$$

PARA OBTENER HARINA CON CÁSCARA

La masa de H₂O evaporada para obtener harina con cáscara es de 24,27 Kg (Cuadro 27). Se asume las mismas condiciones de secado del aire seco utilizado en la obtención de harina sin cáscara por lo tanto:

$$\Delta Y: 0,035 \text{ KgH}_2\text{O/Kg aire seco}$$

Reemplazando los valores en la ecuación (1)

$$M_{\text{aire seco}} = \frac{24,27 \text{ kg H}_2\text{O}}{0,035 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg aire seco}}}$$

$$M_{\text{aire.seco}} = 693,43 \text{ kg aire seco}$$

Cuadro 24. Balance de Materia para obtener harina sin cáscara

OPERACIÓN	Material (Kg)	Entrada (Kg)	Salida (Kg)
Lavado	Papa con cáscara mas tierra	100	-
	Masa de tierra	-	0,88
	Papa con cáscara sin tierra	-	99,12
Pelado y Cortado	Papa con cáscara	99,12	-
	cáscara	-	13,88
	Papa en tajadas	-	85,15
	almidón	-	0,09
Despulpado	Papa en tajadas	85,15	-
	Bagazo húmedo escurrido	-	18,73
	Almidón húmedo escurrido	-	15,33
	agua	-	51,09
Secado	bagazo y almidón húmedo	34,06	-
	harina de bagazo y almidón	-	13,19
	agua evaporada	-	20,87
	Masa de aire seco	596,286	596,286

4.1.3 BALANCE DE MASA PARA OBTENER HARINA CON CÁSCARA

Cuadro 25. Balance de Materia para obtener harina con cáscara

OPERACIÓN	Material (Kg)	Entrada (Kg)	Salida (Kg)
Lavado	papa con cáscara mas tierra	100	-
	masa de tierra	-	0,88
	papa con cáscara sin tierra	-	99,12
Cortado	papa con cáscara sin tierra	99,12	-
	almidón húmedo	-	0,10
	papa en tajadas	-	99,02
Despulpado	papa en tajadas	99,02	-
	bagazo húmedo escurrido	-	21,786
	almidón húmedo escurrido	-	17,824
	agua	-	59,41
Secado	bagazo y almidón húmedo	39,61	-
	harina de bagazo y almidón	-	15,34
	agua evaporada	-	24,27
	masa de aire seco	693,43	693,43

Rendimiento del proceso para obtener harina sin cáscara:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{harina producida (kg)}}{\text{papa fresca (kg)}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{13,19}{100} * 100 \%$$

$$\text{Rendimiento} = 13,19 \%$$

Rendimiento del proceso en obtener harina con cáscara:

$$\text{Rendimiento} = \frac{15,34}{100} * 100 \%$$

$$\text{Rendimiento} = 15,34 \%$$

4.2 BALANCE DE ENERGÍA

Se efectúa el Balance de Energía en aquellas etapas donde existe transferencia de calor o trabajo mecánico.

a) SECADOR

El secador trabaja a una temperatura promedio de 120°C, para determinar la energía consumida por el secador se tiene los siguientes datos:

$C_{e(\text{aire})}$ = calor específico del aire

$C_{e(\text{agua})}$ (calor específico del agua) : 4,18 KJ/kg*K

Y_1 : aire húmedo de entrada

Y_2 : aire húmedo de salida

M_{evap} : masa de agua que evaporada

λ_{evap} (calor latente de evaporación del agua) : 333,9 KJ/kg

t_1 (temperatura de ambiente): 25°C

t_2 (temperatura de salida): 120°C

Se determinan el C_e del aire:

$$C_{e(aire)} = 0,24 + 0,46*Y_1$$

$$C_{e(aire)} = 0,24 + 0,46*(0,0145)$$

$$C_{e(aire)} = 0,24667 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$C_{e(aire)} = 1,03276 \text{ KJ/kg}^\circ\text{C}$$

ENERGÍA PARA OBTENER HARINA SIN CÁSCARA

Se determina la energía del aire en el secador para obtener harina

$$Q_1 = M_{aire.seco} * C_{e(aire)} * \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_1 = 596,286 \text{ kg} * (1,03276 \text{ KJ/kg}^\circ\text{C}) * 95^\circ\text{C}$$

$$E_{aire} : Q_1 = 58502,93 \text{ KJ}$$

La energía requerida de metano en el secador:

$$E_{CH_4} : E_{aire} / \eta_{quemador} \dots\dots\dots (3)$$

$$E_{CH_4} : 58,50293 \text{ MJ} / 0,60$$

$$Q_{CH_4} : E_{CH_4} = 97,505 \text{ MJ}$$

Calor necesario para evaporar el agua

$$Q_2 = M_{evap} * C_{e(agua)} * \Delta T + \lambda_{evap} * M_{evap} \dots\dots\dots (4)$$

$$Q_2 = 20,87 \text{ kg} * (4,18 \text{ KJ/kg}^\circ\text{K}) * (373-298)\text{K} + (333,9 \text{ KJ/kg}) * 20,87 \text{ kg}$$

$$Q_2 = 13511,238 \text{ KJ}$$

Calor perdido (a través de las paredes, las uniones, material sólido y pérdidas)

$$Q_3 = Q_1 - Q_2$$

$$Q_3 = 58502,93 \text{ KJ} - 13511,238 \text{ KJ}$$

$$Q_3 = 44991,692 \text{ KJ}$$

ENERGÍA PARA OBTENER HARINA CON CÁSCARA

$M_{\text{aire.seco}} = 693,43 \text{ kg}$ aire seco (cuadro 25), se hace uso de la ecuación (2) y se reemplaza los valores:

$$Q^*_1 = 693,43 \text{ kg} \cdot (1,03276 \text{ KJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 95^\circ\text{C}$$

$$E_{\text{aire}} : Q^*_1 = 68033,942 \text{ KJ}$$

Se determina la energía de metano:

$$E_{\text{CH}_4} : E_{\text{aire}} / \eta_{\text{quemador}} \dots\dots\dots (3)$$

$$E_{\text{CH}_4} : 68033,942 \text{ KJ} / 0,60$$

$$Q_{\text{CH}_4} : E_{\text{CH}_4} = 113,39 \text{ MJ}$$

Calor necesario para evaporar el agua (Q^*_2)

Haciendo uso de la ecuación (4), se obtiene el calor necesario para evaporar el agua. Se reemplaza la masa de agua que se ha evaporado en el secador siendo 24,27 kg.

$$Q^*_2 = 24,27 \text{ kg} \cdot (4,18 \text{ KJ/kg} \cdot \text{K}) \cdot (373-298)\text{K} + (333,9 \text{ KJ/kg}) \cdot 24,27 \text{ kg}$$

$$Q^*_2 = 15712,398 \text{ KJ}$$

Calor perdido (Q^*_3) (a través de las paredes, las uniones, material sólido y pérdidas)

$$Q^*_3 = Q^*_1 - Q^*_2$$

$$Q^*_3 = 68033,942 \text{ KJ} - 15712,398 \text{ KJ}$$

$$Q^*_3 = 52321,544 \text{ KJ}$$

b) PELADORA

La potencia necesaria en la peladora de papa es de 375 W y durante un tiempo aproximado de 19,8 minutos por lo tanto la energía necesaria es:

$$Q = \text{Potencia} * t \quad \dots\dots\dots (5)$$

Q = calor ganado (KJ)

P = Potencia de trabajo en la peladora (W)

t = tiempo de trabajo (segundos)

Reemplazando en la ecuación N°1:

$$Q = 446,04 \text{ KJ}$$

$$\text{Pot} = 375 \text{ W}$$

c) DESPULPADORA

La potencia necesaria en la máquina extractora es de 500 W, la energía necesaria para triturar la papa se realiza en un tiempo aproximado de 15 minutos es:

$$Q = \text{Potencia} * t$$

$$Q = 450 \text{ KJ}$$

$$Pot = 500 W$$

d) FILTROPRENSA

Es un servicio que requiere el consumo de energía de una bomba de proceso para el filtrado de potencia 375 W en un tiempo de 20 min la energía necesaria para movilizar el motor de la bomba será:

$$Q = Potencia * t$$

$$Q = 450 KJ$$

$$Pot = 375 W$$

e) MOLINO

Tiene una potencia de 1,1 KW, la energía necesaria para realizar la molienda de la harina se realiza en un tiempo aproximado de 7 min es:

$$Q = Potencia * t$$

$$Q = 462 KJ$$

$$Pot = 1,1 KW$$

f) TAMIZ

Tiene una potencia de 375 W, la energía necesaria para realizar el tamizado de la harina se realiza en un tiempo aproximado de 21 min es:

$$Q = 474,84 KJ$$

$$Pot = 375 W$$

Resumen de los resultados obtenidos:

Cuadro 26. Balance de Energía para obtener harina sin cascara

Etapas	Calor Ganado (KJ)	Calor Perdido (KJ)
Peladora	446,04	-
Despulpadora	450	-
Filtroprensa (bomba)	450	-
Secador	58502,93	44991,692
Molino	462	-
Tamiz	474,84	-

Cuadro 27. Balance de Energía para obtener harina con cascara

Etapas	Calor Ganado (KJ)	Calor Perdido (KJ)
Peladora	446,04	-
Despulpadora	450	-
Filtroprensa (bomba)	450	-
Secador	68594,162	55752,284
Molino	462	-
Tamiz	474,84	-

4.3 REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS

Se necesita los siguientes servicios:

a) Energía Eléctrica

Se cuenta con un servicio de energía eléctrica con voltaje de 220 V y una frecuencia de 60 Hz. Para una planta piloto que procesa 100 Kg del tubérculo de variedad Canchán sin cáscara para obtener harina de papa Canchán en un tiempo de 8 horas, la potencia consumida será de 0,633 KW-h.

Cuadro 28. Consumo de Potencia Para obtener harina

Etapas	Potencia (kW)	Tiempo (min)	Consumo (kW-h)
Peladora	0,375	19,8	0,124
Despulpadora	0,5	15	0,125
Filtroprensa(bomba)	0,375	20	0,125
Molino	1,1	7	0,128
Tamiz	0,375	21	0,131

b) Agua Potable

Se trabaja inicialmente con 550 L de agua potable para lavar y extraer la tierra adherida a la cáscara inicialmente, luego se trata 150 L de agua potable adicionándolo hipoclorito de sodio al 0,5% (legía) con la finalidad de ser utilizada para desinfectar el tubérculo.

c) Gas Natural para el secador

El secador trabaja con gas natural CH₄ para secar la harina de papa Canchán sin cáscara con un consumo de energía 97,505 MJ y 113,39 MJ para secar la harina con cáscara.

4.4 COSTO DE PROCESAMIENTO

El costo directo de producción es un aspecto clave para el funcionamiento en una planta piloto, se describe los siguientes pasos:

DESCRIPCIÓN

Para calcular el costo de procesamiento, se tiene como base 100 Kg de tubérculo de papa Canchán que se trabaja durante un tiempo de 8 horas, obteniéndose como harina de papa Canchán sin cáscara la cantidad de 13,19 Kg y harina de papa Canchán con cáscara de 15,34 Kg.

Para realizar esta labor se necesita la mano de obra de 2 operarios.

COSTOS PRIMO

a) MATERIA PRIMA, INSUMOS Y MATERIALES

El costo de materia prima, insumos y materiales para la elaboración de harina de papa Canchán con cáscara y sin cáscara se consideran los siguientes costos.

Cuadro 29. Costo de materia prima, insumos y materiales

Material	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Total (S/.)
Papa "Canchán" (Kg)	100	0,60	60
Legía (unid. de 250g)	5	1	5
Total (S/.)			65

b) MANO DE OBRA

Para la producción se requiere la participación de 2 operarios, la remuneración mensual es de S/. 600, considerando 20 días de trabajo y un jornal de 8 horas diarias.

Cuadro 30. Costo de Mano de obra

Personas.	Cantidad: Hombres	Salario: (S/.)	
		Unitario: (S./H-h)	Total: (S/.)
Trabajador	2	3,75	60

c) SERVICIOSGAS NATURAL

Como se observa en el Cuadro N2 (apéndice N) el precio final del gas natural para un consumidor Industrial Menor (Categoría C) será de 5,4 US\$ por GJ y se consume 97,505 MJ de gas natural.

Para determinar el costo de consumo del gas metano se utiliza la siguiente fórmula.

$$\text{Costo del consumo del CH}_4 = \text{Costo GN} * E_{\text{CH}_4}$$

$$\text{Costo del consumo del CH}_4 = (5,4 \text{ US\$ / GJ}) * 97,505 \text{ MJ}$$

$$\text{Costo del consumo del CH}_4 = \$/ 0,526$$

$$\text{Costo del consumo del CH}_4 = S/ 1,5$$

Cuadro 31. Costo de servicios para obtener harina sin cáscara

Servicios	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Total: (S/.)
Electricidad (KW-h)	0,633	0,34	0,22
Agua potable (m ³)	0,7	1,28	0,90
Servicios	Energía	Precio unitario (US\$, por GJ)	Total: (S)
Gas Natural (GJ)	0,098	5,4	1,501
Total (S/.)			2,612

Cuadro 32. Costo de servicios para obtener harina con cáscara

Servicios:	Cantidad:	Precio unitario (S/.)	Total (S/.)
Electricidad (KW-h)	0,63	0,34	0,22
Agua potable (m ³)	0,7	1,28	0,90
Servicios:	Energía:	Precio unitario (US\$ por GJ):	Total (S)
Gas Natural (GJ)	0,11	5,4	1,75
Total (S/.)			2,87

Cuadro 33. Costo directo para obtener harina de papa sin cáscara

Especificación:	Precio (S/.)
Materia prima, insumos y materiales	65
Mano de obra	60
Servicios	2,612
Total costos directos (S/.)	127,612

Cuadro 34. Costo directo para obtener harina de papa con cáscara

Especificación:	Precio (S/.)
Materia prima, insumos y materiales	65
Mano de obra	60
Servicios	2,87
Total costos directos (S/.)	127,87

4.5 COSTO PRIMO UNITARIO

Para determinar el costo primo unitario se divide el costo total de producción entre kilogramos de harina producida.

$$\text{Costo por kilogramo} = \frac{\text{Costo de producción (S/.)}}{\text{Kilogramos producidos (kg)}}$$

Para obtener harina de papa sin cáscara

$$\text{Costo por kilogramo} = \frac{127,612}{13,19}$$

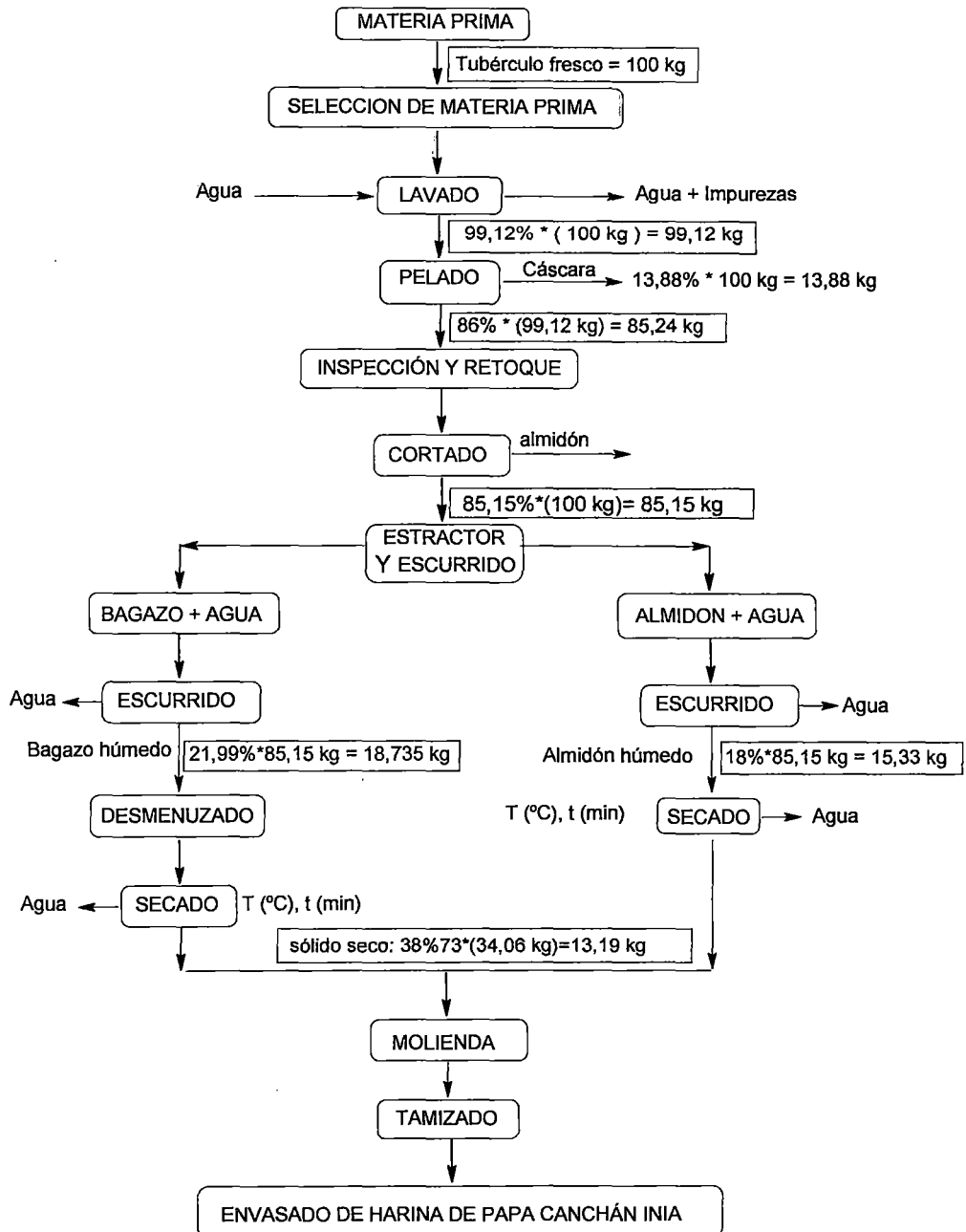
$$\text{Costo por kilogramo} = 9,68 \frac{\text{soles}}{\text{kilogramo}}$$

Para obtener harina de papa con cáscara

$$\text{Costo por kilogramo} = \frac{127,87}{15,34}$$

$$\text{Costo por kilogramo} = 8,34 \frac{\text{soles}}{\text{kilogramo}}$$

Diagrama de Flujo de Operaciones para obtener harina de papa sin Cáscara.



4.6 SELECCIÓN DE EQUIPOS

A. LAVADO

El lavado se realiza de forma manual se utiliza un recipiente grande de plástico con capacidad de 100 L, se coloca primero 50 kilos de papa Canchán y se le adiciona suficiente cantidad de agua (potable) fría se utiliza escobillas con la finalidad de extraer la tierra adherida al tubérculo esta cantidad de papa previamente lavada se coloca en otro recipiente de 100 L, luego se coloca los siguientes 50 kg de papa sin lavar y se realiza el mismo procedimiento anterior mencionado, después se enjuaga varias veces hasta eliminar completamente la tierra, luego se adiciona suficiente cantidad de solución desinfectante compuesta de hipoclorito de sodio (lejía) al 0,5%.

B. PELADORA DE PAPAS

a) DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Este equipo es de forma cilíndrica, toda su estructura está construido de acero inoxidable, internamente las paredes presentan un recubrimiento con abrasivo además tiene una tapa superior de alimentación de carga con niple de entrada de agua y una puerta de salida para hacer la descarga en la parte inferior por donde sale los tubérculos pelados además tiene incorporado un tanque donde se deposita el agua para recoger la cáscara.

Su finalidad es extraer la cáscara evitando en lo posible la pérdida de pulpa primero se coloca la carga de papa luego se adiciona agua que contiene hipoclorito de sodio (lejía) al 0,5% con el objetivo de desinfectar completamente, ya que el objetivo final es obtener harina.

Al encender el equipo todo lo que se encuentra internamente tendrá un movimiento circular de forma centrífugo con la finalidad que las papas

realicen contacto con la pared que presenta el abrasivo y se realice el correspondiente pelado

b) ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Material: Acero inoxidable de calidad AISI 304 – 2B, su pared interior, base inferior está revestido con abrasivo N° 24.

Capacidad: 5 kilos de papas por minuto

Diámetro de la peladora: 40 cm.

Altura de la peladora: 90 cm.

Potencia: 1/2 H. P. Motor "WEG"

Velocidad: 1,800 R. P. M.

Fuente de Alimentación: 220 V. AC. 60 Hz.

c) MISCELÁNEOS:

Debe contar con llave térmica de encendido y apagado del equipo después de adicionar cada carga.

C. TAMIZ

a) DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Este equipo tiene como finalidad de hacer separación entre las partículas sólidas, las más finas están colocadas en la parte inferior y las gruesas están colocadas en la parte superior, el movimiento de todo el sistema es circular en el plano horizontal y uniforme.

b) ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Material: acero inoxidable

Capacidad de alimentación: 5 kg en 8 min.

Altura x Diámetro del tamiz: 450x203 mm

Potencia: 125 W

Fuente de Alimentación: 220 V. AC. 60 Hz

D. DESPULPADORA**a) DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Este equipo es de tipo industrial versátil para las siguientes aplicaciones: despulpadora, refinadora, trozadora y licuadora además está elaborado de acero inoxidable.

b) ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Material: acero inoxidable

Capacidad: 100kg/h

Dimensiones: 330x355x200 mm

Potencia: 0,4 Kw

Motor: 1/4 hp

Fuente de Alimentación: 220 V

E. FILTRO DE PLACAS Y MARCOS**a) DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

La finalidad del equipo es separar el sólido del fluido. Este equipo está compuesto de arreglos rectangulares prensados entre cada placa cubiertas con un medio filtrante, su función es hacer de membrana porosa hecha de una tela de nylon. Cuando los marcos están saturados de torta se efectúa un ciclo programado de lavado y secado.

b) ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Material de placas y marcos: Acero inoxidable

Material del medio filtrante: Nylon

Abertura del filtro: 0,025 pulg

Numero de placas y marcos: 20

Dimensiones de placa: 0,3 m x 0,3m

Longitud del filtro prensa: 1,0 m

c) MISCELÁNEOS

Después del proceso de operación de filtrado, se debe lavar el equipo cuidadosamente.

BOMBA DE PROCESO PARA EL FILTRADO:

Fluido: zumo de papa Canchán.

Tipo: Bomba volumétrica de rotor helicoidal

Material: Acero inoxidable AISI 316L

Capacidad: 10 gpm

Motor: Eléctrico

Potencia del motor: 0,375Kw

Velocidad del motor: 750 RPM

Viscosidad máxima: 10000 Cp

Voltaje-Frecuencia: 220 V AC y 60 Hz

F. MOLINO

Este equipo está completamente fabricado en hierro fundido y pulido que lo hace más sólido y resistente al desgaste, está recubierto electrolíticamente con estaño puro que se adhiere al molino, mediante una capa uniforme cubriéndolo completamente con la finalidad de eliminar la posibilidad de contaminación de los alimentos al ser molidos.

a) ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Material: hierro fundido y pulido y recubierto electrolíticamente con estaño puro

Producción: 20 Kg/hr

Diámetro x Alto: 17x25 cm

Potencia: 2,93 hp

Fuente de Alimentación: 220 V

G. SECADOR**a) ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO**

Material: la cámara de resistencias, secado están elaboradas de acero inoxidable, debido a que se trabaja con alimentos.

Producción: 20 Kg/hr

Dimensiones del cilindro para ubicar las resistencias:

Diámetro x Largo: 23x120 cm

Dimensiones de la cámara de secado:

Diámetro x Largo: 23x150 cm

Potencia de la turbina: 65 Kw

Motor: 1/2 hp

Flujo volumétrico de aire: 3000 m³/hr

Fuente de Alimentación: 220 V

b) MISCELÁNEOS

Debe contar con un panel de control para modular la velocidad del motor y que nos permita determinar el flujo de aire, la intensidad de corriente en las resistencias, la temperatura promedio de secado.

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES

1. El tratamiento térmico de secado por inyección de aire caliente "Secado Neumático" inactiva las enzimas lo que permite obtener una harina de color característico de la harina sucedánea "crema".
2. Las reacciones de oxidación se disminuyen al elevar la temperatura de secado por lo que se utiliza un menor tiempo de exposición.
3. Los resultados del análisis químico proximal realizados a la materia primal "tubérculo Canchan" sin cáscara y con cáscara se encuentran dentro del rango citado por "Talbert y Smith" a excepción de las cenizas, que presenta alto contenido en minerales. Esto se debe a que influye la zona de crecimiento y la forma de abono de la tierra de cultivo.
4. La proteína de la harina de bagazo de papa sin cáscara disminuye conforme aumenta la temperatura de secado, debido a la presencia de los aminoácidos que son sensibles y degradados a altas temperaturas.
5. La temperatura adecuada para obtener harina de almidón de la papa sin cáscara con alto contenido en proteínas es de 132°C, por que se da la mayor concentración de sus nutrientes al evaporar con facilidad el agua libre
6. La temperatura de secado adecuado para obtener alto contenido en proteínas de la harina de bagazo de papa con cáscara es de 120°C y harina de almidón de papa con cáscara es de 132°C.
7. Las proteínas de la harina sin cáscara son mayores con respecto a la harina con cáscara, debido a que la cáscara contiene compuestos fenólicos, glicoalcaloides que producen reacciones con los aminoácidos libre conforme se incrementa la temperatura por lo que disminuye su contenido en proteína.

8. El contenido de humedad de las harinas de papa sin cáscara y con cáscara obtenidas a diferentes temperaturas de secado (70, 91,6, 120, 132, 170°C) son menores al 15%, por lo que se cumple con lo establecido según la Norma técnica peruana (ITINTEC 1986).
9. Para cada temperatura de secado las muestras obtenidas de harina de papa sin cáscara entre bagazo y almidón presentan aproximadamente similar pérdida de humedad.
10. La muestra de harina de papa con cáscara obtenida a la temperatura de secado de 120°C presentan similar curvas de equilibrio en el contenido de humedad entre el almidón y bagazo, indicando que se evaporará igual cantidad de agua libre, por lo que se evitaría a que se deteriore la harina.
11. El mayor contenido promedio de ceniza en la harina de papa sin cáscara es de 1,66% a la temperatura de 120°C, esto se debe a que la temperatura de secado es la adecuada permitiendo trabajar con el tiempo de exposición necesario para evaporar la mayor cantidad de agua libre.
12. Conforme aumenta la temperatura de secado para obtener harina de papa sin cáscara el contenido en cenizas aumenta, debido a la facilidad de evaporación del agua libre que hay dentro de cada partícula solida.
13. La harina de papa con cáscara presenta mayor contenido promedio de ceniza respecto a la harina sin cáscara, esto es debido a la cáscara que contiene minerales.
14. En la harina de bagazo de papa Canchán sin cáscara y con cáscara presenta mayor cantidad de minerales distribuidos en sus enzimas trituradas respecto a los gránulos de almidón, esta variación se debe a su desarrollo, anatomía y forma de cultivo del tubérculo.
15. El menor contenido de acidez promedio para la harina de papa con cáscara y sin cáscara se obtiene a la temperatura de 120°C, porque se evita a que se produzca mayor cantidad de reacciones de oxidación de las enzimas y gránulos, obteniéndose menor cantidad de acido libres.

16. La harina de bagazo de la papa con cáscara contiene mayor cantidad en fibra respecto a la harina sin cáscara, debido a que la cáscara contiene en su pared celular lignina, celulosa.
17. El mayor contenido en fibra de las muestras de harina de papa sin cáscara es de 3,1% y con cáscara 4,4% a la temperatura de secado de 120°C, debido a que a esta temperatura se evapora la mayor cantidad de agua libre obteniéndose mayor cantidad de materia seca y no digerible a tratar.
18. La densidad óptica del bagazo de la harina sin cáscara y con cáscara es mayor respecto a su almidón, debido a que sus enzimas son más sensibles al calor produciéndose más rápido las reacciones de Maillard respecto a las moléculas polisacáridos del almidón.
19. La menor absorbancia promedio para la muestra de harina de papa con cáscara es a la temperatura de secado 120°C, esto se debe al tiempo que se expone el producto a ser secado.
20. El costo por kilo de harina de papa sin cáscara es de 9,68 soles y el de harina de papa con cáscara es de 8,34 soles.

CAPÍTULO VI:

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1. Utilizar gas natural en el proceso del secado con la finalidad de reducir costos con respecto al uso de energía eléctrica.
2. Para determinar el costo de obtención de harina de papa se ha trabajado con la temperatura de secado de 120°C, debido a que se conserva casi todas sus propiedades fisicoquímicas.
3. Se ha obtenido harina de papa sin cáscara y con cáscara de forma natural sin adicionar ningún preservante químico, por lo que su consumo debe de ser como máximo de dos meses.
4. Realizar un estudio de mercado para industrializar la harina de papa.
5. Trabajar en la obtención de harina con papa de variedad nativa, debido a que estas contienen mayor porcentaje de sólido.
6. Realizar un estudio en la harina de papa agregando vitaminas que mejoren su calidad y contribuyan en una alimentación mejorada para niños y adultos de la tercera edad.
7. Utilizar harina de papa como ingrediente en la elaboración de otros productos.

CAPÍTULO VII:

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bacigalupo A., (1972). "Internacional Symposium on Key Problems and Potentials for Greater Use of the Potato in the Developing World" French, E.R., ed. Prospects for the potato in the developing World, Lima.
2. Biliaderis, G (1992). "Structures and phase transitions of starch in food systems.
3. Burton, W. (1966). "The Potato", second Edition, Veenman BV Wageningen.
4. Bustamante N. (2007). "Control Químico del Tizón Tardío de la Papa (Phytophthora infestans Mont. de Bary) en la variedad Canchán en Huasahuasi, Junin", Tesis para optar título de Ingeniero en Agronomía, UNALM, Lima - Perú.
5. Christiansen J. (1967). "Cultivo de la Papa en el Perú", Editorial Arte gráfica, Lima – Perú.
6. Cuadros, E. & Viza, C. (2007). "Evaluación de Escamas de pescado como adsorbente de materiales pesados", tesis para optar el título de Ingeniero en Químico, UNI, Lima - Perú.
7. Desrosier, N. (1964). "Conservación de los Alimentos" Ed. México, Cesca.
8. Egúsqiza, B. (2000). "La Papa Producción, Transformación y Comercialización", Editorial Prisma. Lima - Perú.
9. Espinola Carranza. (1979). "Análisis Químico y Evaluación de Calidad Proteica de algunas Variedades de Papa", Tesis para optar título de Mag. Scientiae, UNALM, Lima, Perú.
10. Fabiani, L. (1967). "La Patata". Biblioteca Agrícola Aedos. Barcelona – España.

11. Fernández, R. (1971) "Harina de papa, su Almacenamiento y su uso en Panificación", Tesis para optar el título de Ingeniero en industrias alimentarias, UNALM, Lima, Perú.
12. Fisher y Arnold Bender, (1976). "Valor Nutritivo de los alimentos" Editorial Limusa México.
13. Fonseca, C. (CIP) y Landeo J. (CIP), (1996). "Impacto económico de la variedad de Canchán INIA, de alto rendimiento en el Perú".
14. Grison, C. (1973) "The Dry matter", Information Fiche N° 53 Institut Technique de la Pomme de Terre, Paris.
15. Hankes, G. (1945). "The potatoes of Argentina, Brazil, Paraguay y Uruguay a byosystematic study" Press Oxford. Claredon-England.
16. Harold E., Ronald K., Ronald S. (1991). "Análisis Químico de los Alimentos
17. Hawkes, G. (1945). "Historia de la Papa" producción de la revista Británica "Discovery", revista de progreso de la ciencia. Agraria la Molina.
18. Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC). (1975) "Harinas Sucedáneas del Trigo a partir de Tubérculos y Raíces".
19. Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC), (1976) "Harinas Sucedáneas Procedentes de Tubérculos y Raíces".
20. Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC) (1986) "Harina de Trigo para Consumo Domestico y uso Industrial".
21. Joshi, G. (1978). Polyphenoloxidase, peroxidase and enzimic brownig in potatoes tubers. Journal Indian Potato. India.
22. Kent, W. y Amos, J. (1956). "Química de los Cereales ", Edit. Aguilar S.A., Madrid.
23. Kerr, R. (1960). "Chemistry and Industry of Starch". 2da. Edition, New York. Academic Press.
24. Lowe B. (1963). "Experimental cookery from the chemical and physical standpoint" 4ta. Ed. John Wiley, Ney Cork.

25. Ministerio de Agricultura y Dirección General de Promoción Agraria, "Cadena Productiva Papa", Mayo, 2007. Boletín N° 1, Lima, Perú.
26. Ministerio de Agricultura y Dirección General de Promoción Agraria, "Cadena Productiva Papa", Julio, 2007. Boletín N° 2, Lima, Perú.
27. Mondy, N. (1968). "Quality of potatoes in relation to chemical composition", New York, Agricultural Experiment Station Cornell University Geneva.
28. Moreyra L. y Garcia I. (1977). "Elaboración de Harinas Precocidas". I.N.D.A, Lima.
29. Moreyra, P. (1977) "Elaboración de Harina Precocida de Papa", Revista Mikuy.
30. Primo, Y. (1998). "Química de los Alimentos", Edit. Síntesis S.A, Madrid.
31. Ramos C. (1991) "Caracterización y Selección de Papas Cultivables en el Perú, para elaboración de Hojuelas (chips) y tiras (french fries potatoes) fritas", Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, UNALM, Lima - Perú.
32. Reynoso Z, (1993) "Procesamiento de la Papa" Publicado en CIP y en Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNDU), Lima - Perú.
33. Seinpa (Semilla e Investigación en Papa), "Catálogo de Semillas Básicas de Papa en el Perú", 1994, Lima, Perú.
34. Schmidt, H, (1971). "Las especies (condimentos vegetales), su importancia en química y tecnología de alimentos" Santiago, Fundación Chile.
35. Talburt, William, Smith. (1975). "Potato Processing", Third Ed. Wesport, Connora.
36. Valera, A. (1993). "Energía solar; teoría y práctica", Lima, Perú.
37. Whistler, R. (1967). "Starch: chemistry and technology" Ed. By Roy Whisber and E. Paschall New Cork, Academica Press.
38. Woolfe, J. (1987). "The Potato in the Human Diet", 1ra. Edition. Cambridge University Press, Great Britain.

APÉNDICE A

MÉTODO DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO EN PROTEÍNAS

Se determino haciendo uso del método recomendado por *Harold E. (1991)* "Análisis químico de los alimentos de Pearson "que consiste en destruir la materia orgánica calentándola con ácido sulfúrico concentrado en presencia de los catalizadores: CuSO_4 , K_2SO_4 . Se determina el Nitrógeno total valorado por el método micro kjeldahl y se multiplica por el factor 6.25 para determinar el porcentaje de proteína.

1. Reactivos

- Hidróxido de sodio 0,01 y 10 N
- Ácido sulfúrico 0,01 y 18 N
- K_2SO_4 (sólido)
- CuSO_4 (sólido)
- Indicador rojo de metilo

2. Materiales y Equipos

- 1 bagueta
- 1 bureta
- 1 pipeta de 5mL
- 1 bombilla
- 2 Vaso de precipitados
- 1 erlenmeyer de 50mL
- 1 soporte universal
- Equipo kjeldahl
- 1 balanza analítica, sensibilidad 0,1 mg

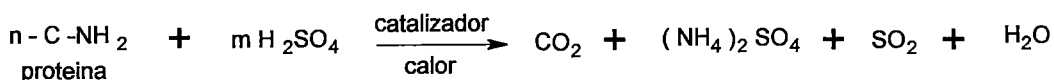
3. Procedimiento

- Pesar 0,5 gramos de muestra de harina de papa, 0,2 gramos de K_2SO_4 (sólido), 0,04 gramos de $CuSO_4$ (sólido) y colocarlos dentro del balón kjeldahl.
- adicionar 5mL de H_2SO_4 (18M) en el balón kjeldahl.
- Calentar el balón suavemente hasta ebullición por 4 horas.
- La solución de la digestión se adiciona al balón del equipo de destilación kjeldahl.
- Se hace alcalina la solución adicionando 10 mL de NaOH (10N).
- Se destila la solución y se recoge en un erlenmeyer de 50 mL que contiene H_2SO_4 al 0.01N.
- Se valora la solución recogida con NaOH 0,01N, el ácido consumido por el amoníaco nos permite determinar la cantidad de nitrógeno que se encuentra en la muestra.

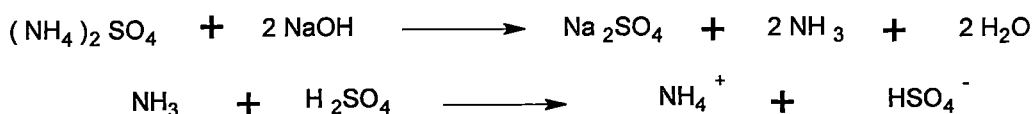
4. REACCIONES:

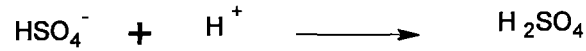
Reacciones llevada a cabo en el método de Kjeldhal:

Digestión:



Neutralización y destilación:



Titulación:**5. Resultados**

Sea:

$$\%N * f = \frac{(V_{\text{H}_2\text{SO}_4} * N_{\text{H}_2\text{SO}_4} - V_{\text{Na(OH)}} * N_{\text{Na(OH)}}) * M * 100}{P}$$

$$\% \text{ Proteínas} = \%N * f$$

Donde:

V (H₂SO₄): volumen del ácido sulfúrico utilizado (mL).N (H₂SO₄): normalidad del ácido sulfúrico utilizado (N).

V (Na(OH)): volumen del hidróxido de sodio gastado en la titulación (mL).

N (Na(OH)): normalidad de la solución de hidróxido de sodio valorado (N).

M: peso equivalente del nitrógeno (14).

P: peso de la muestra (g).

f: factor de corrección para harinas sucedáneas (6,25) (Jones, 1931).

APÉNDICE B

MÉTODO DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

Se determina haciendo uso del método recomendado por Eduardo Primo. (1998) "Química de los alimentos" que es aplicable para alimentos sólidos, que consiste en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa, de la muestra desecada hasta que la masa sea constante en la estufa.

1. Materiales y equipos

- Láminas de aluminio.
- 1 Cronómetro
- Estufa

2. Procedimiento

- Pesar una muestra de 0,5 g de harina de papa y colocarlo en la lámina de aluminio.
- Llevar las muestras a la estufa, esta se encuentra a una temperatura constante de 105°C.
- Desecar la muestra hasta que su masa sea constante.

3. Resultados

Sea:

$$\% \text{Humedad} = \frac{(W_{\text{inicial}} - W_{\text{final}})}{W_{\text{muestra}}}$$

Siendo:

W_{inicial} : peso de la muestra más lamina de aluminio (g).

W_{final} : peso de la muestra después del secado en la estufa mas la lamina de aluminio (g).

W_{muestra} : peso de la muestra inicial.

APÉNDICE C

MÉTODO DE ANÁLISIS PARA DETERMINACIÓN EL CONTENIDO DE CENIZAS.

Se determina haciendo uso del método recomendado por Eduardo Primo "Química de los alimentos", el cual especifica la destrucción de la materia orgánica por calcinación directa a 600°C en la mufla, obteniendo al final un residuo de incineración que está conformado por elementos minerales de la harina de papa siendo este de color blanca al que se le pesa de forma gravimétrica.

1. Materiales y equipos

- Crisol de cuarzo.
- Pinza de metal.
- Guantes para proteger del calor.
- Horno mufla.
- Balanza analítica.

2. Procedimiento

- Secar el crisol en la estufa durante 15 minutos, colocar después en un desecador y pesar el crisol.
- Pesar una muestra de harina de papa y colocarla en el crisol.
- Llevar el crisol hacia el horno mufla que se encuentra a 600°C y se incinera durante tres horas.
- Se coloca la muestra a enfriar en un desecador después se pesa en una balanza analítica.

3. Resultados

El porcentaje de residuo de incineración se calcula de la siguiente manera:

$$\% C = \frac{m_1}{P} * 100$$

En donde:

m_1 : masa residuo de incineración (g).

P : masa de la muestra (g).

APÉNDICE D

MÉTODO DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR LA ACIDEZ TITULABLE.

Se realiza de acuerdo a la norma técnica INTITEC 205.039 (1975). Que establece el método de ensayo para determinar la acidez titulable de la harina a emplearse en la elaboración de productos alimenticios.

La presente norma es aplicable a las harinas de cereales, leguminosas de grano, tubérculos y raíces alimenticios. El porcentaje de acidez se expresa en función del ácido predominante en la muestra, según la Norma Técnica es referida al ácido sulfúrico.

1. Reactivos

- Hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N
- Indicador fenolftaleína

2. Materiales

- 2 frascos erlenmeyers de 150 mL.
- 1 embudo de vidrio
- papel de filtro fino
- 1 pipeta volumétrica de 10mL.
- 1 bureta de 25 mL.
- 1 soporte universal
- 1 pinza

3. Procedimiento

- Pesar 2 g de muestra de harina de papa y colocar en un frasco erlenmeyer de 150 mL de capacidad.
- adicionar 100 mL de agua destilada.
- agitar la suspensión contenida en el frasco cada 10 minutos durante 1 hora.
- filtrar la suspensión y extraer un volumen de 50 mL luego se coloca en un frasco erlenmeyer de 150 mL de capacidad.
- agregar 3 gotas de solución indicadora de fenolftaleína.
- titular con la solución NaOH 0,1N hasta que produzca el cambio de coloración (color grosella).
- anotar el gasto de la solución hidróxido de sodio 0,1N.

4. Resultados

Sea:

$$\%Ac. \text{ tituable} = \frac{V * 0,1 * 100 * (49 * 10^{-3}) * 100}{m * 50} * \frac{(100 - 15)}{(100 - H)}$$

Donde:

V: gasto de la solución de hidróxido de sodio mL.

m: masa de harina de papa inicial.

H: humedad de la muestra.

APÉNDICE E

MÉTODO DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR FIBRA CRUDA

Se determina siguiendo el método de la AOAC, "Association of official analytical chemists" este método indica primero hacer uso de un medio ácido y después alcalino con la finalidad de disolver cada componente de la pared celular y dejar solo la parte no digerible que es principalmente celulosa y lignina.

1. Reactivos

- Ácido sulfúrico al 1,25%
- Hidróxido de sodio al 1,25%
- Etanol al 98%

2. Materiales

- 6 erlenmeyers de 300 mL.
- 1 pipeta de 5 mL.
- 1 pipeta de 10 mL.
- 6 tubos de ensayos de 50 mL.
- 1 piceta de 500 mL.
- 3 cápsulas de porcelana.

3. Procedimiento

- 1 g de muestra (M) de harina de papa se coloca en un erlenmeyer de 300 mL, dentro de él contiene 200 mL. de una solución ácida de H_2SO_4 al 1,25%.
- hacer hervir la solución por 30 minutos.

- Centrifugar la solución durante 5 minutos.
- Lavar el precipitado con tres porciones de 50 mL de agua destilada.
- Al precipitado adicionarlo 200 mL. de NaOH al 1,25% y hervirlo durante 30 minutos.
- Centrifugar la solución durante 5 minutos.
- Al precipitado adicionarlo 25 mL de H₂SO₄ al 1,25% hervido.
- Lavar el precipitado con tres porciones de 50 mL de agua destilada
- Lavar al precipitado con 25 mL. de etanol al 98%.
- Llevar a la estufa durante 2 hrs. a la temperatura de 130°C.
- Pesar el residuo sólido obtenido (m₁).
- Incinerar el residuo (m₁) en la mufla a la temperatura de 610°C durante 30 minutos y volver a pesar (m₂).

4. Resultados

Sea:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{(m_1 - m_2) * 100}{M}$$

Donde:

m₁: peso tras el tratamiento (en la estufa) (g).

m₂: peso después de la incineración (ceniza) (g).

M : masa de la muestra inicial (g).

APÉNDICE F

DETERMINACIÓN DEL PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO

Se determina haciendo uso del método recomendado por Ángel Ayala “Investigación Tecnológica para Obtener Harina Especial a partir del *Amaranthus Celsioides*, HBK (Bledo o Yuyo)” (1995), que consiste en extraer el pigmento amarillento de la harina en una solución de ácido acético y se realiza la evaluación del pardeamiento no enzimático medido por espectrometría ultravioleta – visible.

1. Reactivos

- Acido acético al 2%
- Acetona al 60%

2. Materiales y equipos

- 1 papel filtros
- 1 tubo de ensayo de 15 mL
- 1 Erlenmeyer de 250 mL
- 1 embudo de vidrio pequeño
- 1 pipeta
- 1 bombilla
- Espectrómetro UV

3. Procedimiento

- Pesar 1 g de muestra de harina de papa.
- Disolver en 75 mL de solución de ácido acético a temperatura de ambiente.
- Agitar la solución de manera intermitente durante 24 horas
- Filtrar la solución en papel filtro.
- Tomar una alícuota de 5ml y mezclar con 5mL de acetona al 60%
- Centrifugar hasta que la mezcla este transparente
- Medir la densidad óptica en absorbancia a una longitud de onda de 420nm haciendo uso del espectrómetro UV.

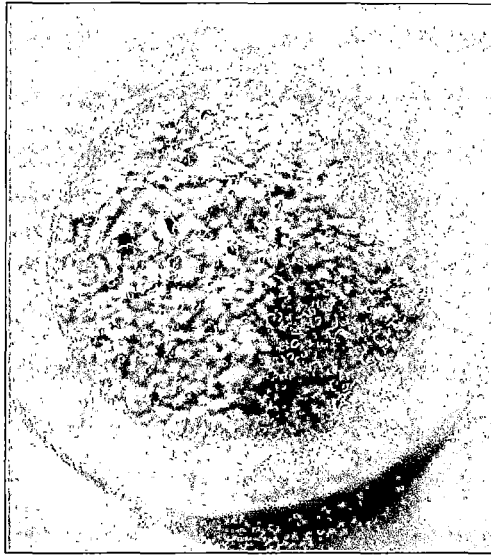
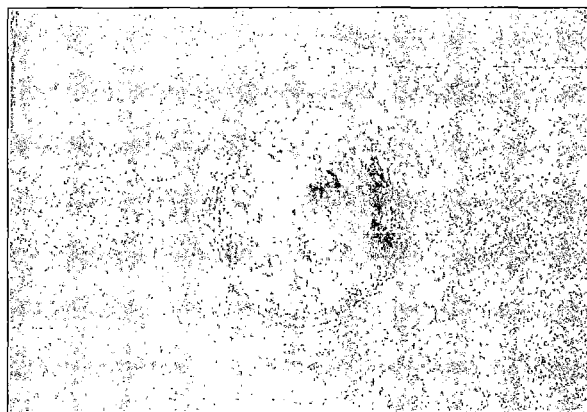
APÉNDICE G

Cuadro G1. Datos del tratamiento de secado a varias temperaturas para obtener harina de papa.

Temp. (°C)	muestra	Wpapa con cáscara (g)	Wpapa sin cáscara (g)	Wbagazo húmedo (g)	Walmidón húmedo (g)	Wbagazo seco (g)	Walmidón seco (g)	t _{secado bagazo} (min)	t _{Secado almidón} (min)
70	I	197,09	178,3	41,3	37,34	17,75	7,34	10	9
	II	197,07	180,01	33,22	31,12	11,56	7,82	11	11
	III	197,06	173,59	33,45	29,5	10,53	10,01	12	9
82	I	197,1	173,64	19,94	27,33	7	8,08	8,5	6,2
	II	197,1	172,5	26,74	27,13	10,19	6,81	7,2	7
	III	197,19	181,36	36,4	34,46	15,06	7,11	12	14
91,6	I	197,15	177,57	33,34	33,16	13,48	6,08	12	9
	II	197,01	183	34,25	35,63	12,95	14,96	10	8
	III	197,03	183,55	31,74	34,74	12,44	7,93	9,5	7
112	I	197	167,15	37,34	29,26	13,92	10,05	7	7
	II	197,09	176,05	31,26	33,91	11,19	11,41	6,2	7,1
	III	197,1	176,95	22,62	23,17	7,99	8,71	6	5,2
120	I	197,06	174,03	38,1	37,54	14,75	11,46	8	6
	II	197,1	180,06	35,81	41,43	15,06	16,33	8	6
	III	197,1	173,44	39,66	33,69	11,84	10,05	8	7

Cuadro G2. Datos del tratamiento de secado a varias temperaturas para obtener harina de papa.

Temp.(°C)	muestra	Wpapa con cáscara (g)	Wpapa sin cáscara (g)	Wbagazo húmedo (g)	Walmidón húmedo (g)	Wbagazo seco (g)	Walmidón seco (g)	t _{secado} bagazo (min)	t _{Secado} almidón (min)
132	I	197,3	176,55	37,06	33,34	10,35	10,32	7	5
	II	197	175,46	20,94	28,62	7,6	9,63	6,2	5,4
	III	197	178,8	40	34,47	17,41	11,61	9	6
142	I	197,04	175,91	33,2	35,2	12,2	13,5	9	9
	II	197,15	180,92	39,52	36,68	13,14	10,39	8	6
	III	197,03	178,87	36,09	28,48	11,81	9,43	7	5
170	I	197,08	163,43	34,22	32,85	13,06	9,54	5	4
	II	197,19	154,18	43,01	36,84	12,38	12,38	6	4
	III	197,05	140,18	31	26,89	10,4	10,8	5,3	4
180	I	197,11	173,06	44,38	38,83	15,58	8,82	6	5
	II	197,05	173,72	43,66	32,58	14,45	12,88	8	4
	III	197,06	173,69	42,08	32,74	14,82	15,76	6	4
181	I	197,08	167,67	37,85	30,85	14,43	9,79	5	4
247	I	197,02	178,4	24,79	27,96	10,4	9,5	4	2,3

APÉNDICE H**Figura H1. Harina de Bagazo de papa sin cáscara****Figura H2. Harina de almidón de papa sin cáscara**

APÉNDICE I

Figura I1. Harina de bagazo de papa con cáscara

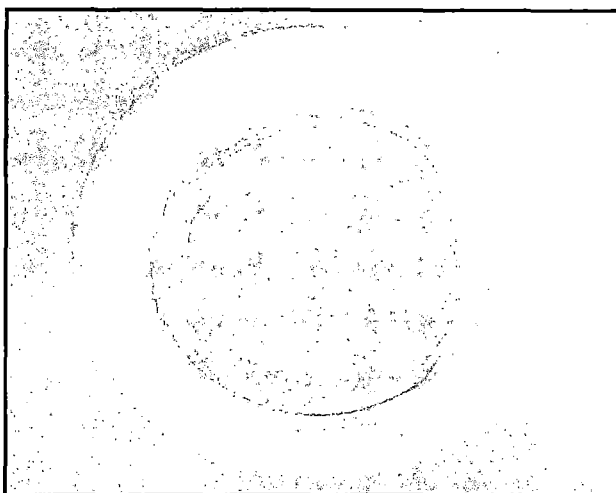
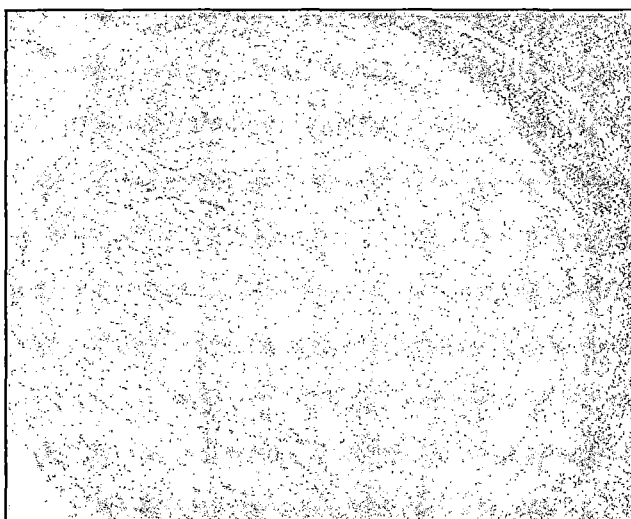


Figura I2. Harina de almidón de papa con cáscara



APÉNDICE J

CUADRO DE DATOS DEL CONTENIDO EN PROTEÍNAS.

Cuadro J1: Determinación del contenido en proteínas de la harina de papa sin cáscara

muestra	bagazo	almidón	bagazo	almidón	bagazo	almidón	bagazo	almidón	bagazo	almidón
Temp.(°C)	70		91,6		120		132		170	
N _(H₂SO₄) (N)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
N _(NaOH) (N)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
V _(H₂SO₄) (ml)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
V _(NaOH) (ml)	9,7	9,9	9,8	9,9	9,8	9,8	9,85	9,7	9,9	9,9
P _{muestra} (g)	0,5	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
t _{secado} (min)	10	9	9,5	7	8	6	7	5	5,5	4
%Proteína	8,40	3,47	4,60	3,54	4,36	6,80	4,20	7,22	4,03	2,79
%Nitrógeno	1,34	0,55	0,74	0,57	0,70	1,09	0,67	1,16	0,64	0,45

Cuadro J2: Determinación del contenido en proteínas de la harina de papa con cáscara

muestra	bagazo	almidón	bagazo	almidón	bagazo	almidón
Temp.(°C)	91,6		120		132	
N _(H2SO4) (N)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
N _(NaOH) (N)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
V _(H2SO4) (ml)	10	10	10	10	10	10
V _(NaOH) (ml)	9,89	9,89	9,83	9,90	9,86	9,85
P _{muestra} (g)	0,5	0,5	0,5	0,43	0,5	0,48
t _{secado} (min)	7,5	4,27	5,32	3	3,73	2,5
%Proteína	3,08	3,07	4,76	3,29	3,92	4,39
%Nitrógeno	0,493	0,491	0,762	0,527	0,627	0,703

APÉNDICE K

CUADRO DE DATOS DEL CONTENIDO EN HUMEDAD.

Cuadro K1: Determinación del contenido de humedad de la harina de papa sin cáscara

muestra (°C)	70		91,6		120		132		170	
tiempo min.	Bagazo (g)	Almidón (g)	Bagazo (g)	Almidón (g)	Bagazo (g)	Almidón(g)	Bagazo (g)	Almidón (g)	Bagazo (g)	Almidón (g)
0	0,498	0,495	0,5	0,499	0,506	0,5	0,497	0,495	0,493	0,499
148	0,440	0,435	0,441	0,436	0,443	0,436	0,438	0,431	0,437	0,438
208	0,437	0,431	0,438	0,438	0,446	0,437	0,436	0,433	0,434	0,435
240	0,437	0,431	0,438	0,438	0,446	0,437	0,436	0,433	0,434	0,435

Cuadro K2: Determinación del contenido de humedad de la harina de papa con cáscara.

muestra(°C):	91,6		120		132	
tiempo min:	Bagazo (g)	Almidón (g)	Bagazo (g)	Almidón (g)	Bagazo (g)	Almidón(g)
0	0,421	0,428	0,400	0,405	0,404	0,422
90	0,387	0,390	0,370	0,375	0,37	0,4
120	0,386	0,390	0,370	0,374	0,37	0,399
172	0,385	0,390	0,369	0,374	0,369	0,399
226	0,384	0,388	0,365	0,37	0,368	0,398
240	0,384	0,388	0,365	0,37	0,368	0,398

APÉNDICE L

CUADRO DE DATOS DEL CONTENIDO EN CENIZA.

Cuadro L1: Determinación del contenido en ceniza de la harina de papa sin cáscara

muestra (°C):	P bagazo	m ₁ (residuo bagazo)	P almidón	m ₂ (residuo almidón)	%Ceniza bagazo	%Ceniza almidón
70	0,524	0,006	0,790	0,01	1,15	1,10
91.6	0,512	0,007	0,842	0,009	1,37	1,13
120			0,761	0,009		1,18
170	0,728	0,011	0,538	0,007	1,55	1,30

Cuadro L2: Determinación del contenido en ceniza de la harina de papa con cáscara

muestra: (°C):	P: bagazo:	m ₁ : (residuo bagazo):	P: almidón:	m ₂ : (residuo almidón):	%Ceniza: bagazo:	%Ceniza almidón:
91.6	0,5408	0,0099	0,5354	0,0053	1,8306	0,9899
120	0,5603	0,0092	0,5280	0,0047	1,6420	0,8902
132	0,4889	0,0077	0,4910	0,0050	1,5750	1,0183

APÉNDICE M

CUADRO DE DATOS DEL CONTENIDO EN FIBRA.

Cuadro M1: Determinación del contenido en fibra, bagazo de la harina de papa sin cáscara

Temp.: (°C):	t _{sec. bagazo:} (min):	Mi (g):	m ₁ :	m ₂ :	%Fibra: bruta: con cáscara:
70	10	1,001	0,02	0,001	1,97
91,6	7	1,000	3,62	3,5953	2,64
120	6	1,002	0,03	0,0040	3,09
132	5	1,002	0,04	0,0084	2,99
170	6	1,001	0,03	0,0002	2,94

Cuadro M2. Determinación del contenido en fibra, bagazo de la harina de papa con cáscara

Temp. (°C)	t _{sec. bagazo} (min.)	M (g)	m ₁	m ₂	%Fibra bruta con cáscara
91,6	7,5	1	0,041	0,002	3,86
120	5,32	1,016	0,046	0,001	4,39
132	3,73	1,003	0,043	0,001	4,23

APÉNDICE N

CUADRO DE DATOS PARA DETERMINAR, PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO.

Cuadro N1. Determinación de la densidad óptica de la harina de papa sin cáscara

Temp. (°C)	masa(bagazo) (g)	masa(almidón) (g)	DO _(har. bagazo) 420 nm	DO _(har. almidón) 420 nm
70	1	1	0,030	0,02
91,6	1	1	0,105	0,06
120	1	1	0,136	0,05
170	1	1	0,120	0,02

Cuadro N2. Determinación de la densidad óptica de la harina de papa con cáscara

Temp. (°C)	masa(bagazo) (g)	masa(almidón) (g)	DO _(har. bagazo) 420 nm	DO _(har. almidón) 420 nm
91,6	1	1	0,42	0,05
120	1	1	0,28	0,17
132	1	1	0,4	0,02

APÉNDICE O

CUADRO DE RESULTADOS DE LA ACIDEZ TITULABLE.

Cuadro O1. Determinación de la acidez titulable de la harina de papa sin cáscara.

Temperatura (°C)	N _{NaOH} (0,1N)	masa bagazo (g)	masa almidón (g)	Vol. _{NaOH} bagazo (mL)	Vol. _{NaOH} almidón (mL)	%Acidez bagazo	%Acidez almidón	%Humedad (Δt:4hrs.)	
								Bagazo	Almidón
70	0,1	2,07	0,32	0,2	0,05	0,092	0,148	12,259	13,013
91,6	0,1	2,05	1,50	0,2	0,2	0,093	0,127	12,493	12,377
120	0,1	2,05	2,03	0,2	0,2	0,092	0,094	11,768	12,557
132	0,1	2,09	2,04	0,25	0,2	0,114	0,094	12,264	12,598
170	0,1	2,06	2,05	0,32	0,2	0,147	0,093	11,907	12,718

Cuadro O2. Determinación de la acidez titulable de la harina de papa con cáscara.

Temperatura (°C)	N _{NaOH} (N)	masa bagazo (g)	masa almidón (g)	Vol. _{NaOH} bagazo (mL)	Vol. _{NaOH} almidón (mL)	%Acidez bagazo	%Acidez almidón	%Humedad (Δt:4hrs.)	
								Bagazo	Almidón
91,6°C	0,1	2,07	2,01	0,3	0,25	0,13	0,11	8,95	9,41
120°C	0,1	2,05	2,08	0,33	0,2	0,15	0,09	8,64	8,59
132°C	0,1	2,03	1,73	0,33	0,2	0,15	0,10	8,96	5,69

APÉNDICE P

PRECIOS DEL GAS NATURAL POR OSINERGMIN PARA LIMA Y CALLAO

De acuerdo con el marco regulatorio, el costo final del gas natural es la suma de:

1. El precio del gas natural en boca de pozo no es regulado, pero posee topes máximos establecidos en el contrato de licencia. Este valor es establecido por el productor, o la empresa autorizada por el concesionario a trasladar el gas a los consumidores regulados;
2. La tarifa de transporte es regulada y comprende el servicio de transporte de gas natural desde el ducto de Camisea hasta el City Gate en Lurín, al sur de Lima;
3. La tarifa de distribución en alta presión también es regulada y comprende el servicio transporte de gas natural desde el City Gate hasta las plantas de los clientes iniciales;
4. La tarifa de distribución por Otras Redes es regulada y comprende las construcciones adicionales que se requieran para brindar el servicio a los consumidores industriales, comerciales y residenciales. En este rubro se encuentran las obras del plan de crecimiento, que es parte del compromiso de la empresa concesionaria;
5. Los cargos máximos por la tubería de conexión (la que une la acometida ubicada en el predio y la Red Común del concesionario), son regulados, y la acometida (incluye la regulación de presión, válvulas y medidor, y está ubicada dentro o en el límite del predio), la cual es regulada para el caso de los usuarios residenciales;
6. La instalación interna no es regulada por OSINERGMIN ni es un monopolio del concesionario

Este esquema tarifario se muestra en el gráfico siguiente:

$$\text{PRECIO FINAL} = \text{GAS} + \text{T} + \text{DAP} + \text{DOR}$$

LIBRE REGULADO

CONTRATO DE LICENCIA RED PRINCIPAL CONTRATOS BOOT

Donde: T, Transporte; DAP, Distribución de alta presión;
DOR, Distribución Otras Redes

Cuadro P1. Muestra el precio del gas natural en Lima actualizado en junio de 2008.

	Gas Productor	Red de Ductos (Concesionarios)			
		Alta Presión	Media y Baja Presión	Tubería de conexión	Acometida
Categoría de consumidor	Precio Libre (No regulado por OSINERGMIN)	Tarifa regulada por OSINERGMIN		Topes Máximos regulados por OSINERGMIN	
Independiente	Libre acuerdo dentro del Tope Máximo regulado por el Contrato de Licencia	Todos pagan	Pagan según punto de conexión y volumen	Acuerdo de partes, dirime OSINERGMIN	
		40,7 US\$/ GJ	En el 2004 o se definió tarifas para consumos mayores a 30 mil m3/día		

Cuadro P2. Precio del gas regulado por categoría

Regulados	Traspaso de Contrato entre el Productor y el Distribuidor		Red Principal de TGP + Cálida		Regulados por OSINERGMIN Resoluciones 097-2004, 006-2005 y 013-2007		Regulados por OSINERGMIN Resoluciones 097-2004, 006-2005 y 013-2007
A	0,99	US\$/ GJ	1,00	US\$/ GJ	4,36	US\$/ GJ	Depende de la característica y exigencias del cliente
B	2,65	US\$/ GJ	1,00	US\$/ GJ	1,77	US\$/ GJ	
C	2,65	US\$/ GJ	1,00	US\$/ GJ	0,90	US\$/ GJ	
D-Otros	2,65	US\$/ GJ	1,00	US\$/ GJ	0,65	US\$/ GJ	
D-GNV	0,76	US\$/ GJ	1,00	US\$/ GJ	0,74	US\$/ GJ	

Donde:

La categoría por regulados son:

- A. Residencial
- B. Comercial
- C. Industrial menor
- D-Industrial mayor

Los costos de la Red Interna (dentro del predio) no son regulados por OSINERGMIN.

Como se observa en el cuadro anterior el precio final del gas natural para un consumidor Industrial Menor (Categoría C)

Sería igual a: $(2,65 + 1.00 + 0.9) \times (1 + \text{IGV}) = 5,4 \text{ US\$ por GJ.}$

Para el resto de consumidores (categorías) se repite el mismo proceso.