

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA



**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA EN**  
**INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**TRABAJO DE FINAL DE CARRERA TITULO:**

**“CINÉTICA DE SECADO Y PRUEBAS DE PANIFICACIÓN  
UTILIZANDO *Dioscórea trifida* L. (SACHAPAPA MORADA)”**

**PRESENTADO POR LOS BACHILLERES**

**JAUREMAN ROMERO FLORES, LAY GUERRERO ROQUE**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIEROS EN INDUSTRIAS ALIMENTARIA**

**ASESORADO POR:**

**Ing. EMILIO DIAZ SANGAMA Msc.**

**Ing. ORLANDO CASANOVA FLORES Msc.**

**IQUITOS - PERU**

**2 0 1 6**

**“CINETICA DE SECADO Y PRUEBAS DE PANIFICACION, UTILIZANDO  
*Dioscórea trifida* L (SACHAPAPA MORADA).”**

## AUTORIZACION DEL ASESOR

Emilio Díaz Sangama, profesor principal del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Informo:

Que los Bachilleres: JAUREMAN ROMERO FLORES y LAY GUERRERO ROQUE, han realizado bajo mi dirección el trabajo intitulado: "CINETICA DE SECADO Y PRUEBAS DE PANIFICACION, UTILIZANDO (*Dioscórea trifida L*) SACHAPAPA MORADA", considerando que el mismo reúne los requisitos necesarios para ser presentado ante el jurado calificador, a tal efecto doy pase para su sustentación y posterior obtención del título de: **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.**

**AUTORIZO:**

A los citados bachilleres a presentar el trabajo final de carrera, para proceder a su sustentación cumpliendo, así con la normativa vigente que regula el Reglamento de Grados y Titulo en la Facultad de industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.



Emilio Díaz Sangama  
Ingeniero en Industrias Alimentarias

**Ing. Emilio Díaz Sangama Msc.**  
Asesor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Trabajo final de carrera aprobado en sustentación publica en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del auditorio del CESEDO de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana realizado el día 07 de julio de 2016 teniendo como miembros de jurado a los abajo firmantes.



LITTMAN GONZALES RIOS  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
CIP: 35163  
**Presidente**



Elnor Alberto Barrera Meza  
Ingeniero en Industrias Alimentarias  
CIP: 116648  
**Miembro Titular**



Jorge Luis Carranza González  
Ingeniero en Industrias Alimentarias  
CIP: 71143  
**Miembro Titular**



Carlos Antonio Li Leo Kung  
Ingeniero en Industrias Alimentarias  
CIP: 75104  
**Miembro Suplente**



Emilio Díaz Sangama  
Ingeniero en Industrias Alimentarias  
CIP: 37011  
**Asesor**

## DEDICATORIA

El presente trabajo de final de carrera,  
Se lo dedico a mis padres: Alcides Romero  
Romero y Melita Flores Gómez, por el  
apoyo incondicional brindando para lograr  
mis objetivos.

A mis profesores por compartir sus  
conocimientos, para formarme como  
profesional.

Jaureman.



## DEDICATORIA

Dedico a mis padres por el apoyo  
Incondicional que me brindaron  
para formarme profesionalmente.

A mis profesores por compartir sus  
conocimientos para formarme  
profesionalmente.

Lay.

## ABSTRACT

*This research aims to study the drying process as raw material utilizndo Dioscorea Trifid, Sachapapa abode, in the form of flakes; and obtaining ersatz flour starting from the same test in bread-making, using the tray dryer forced air, then the experimental data was made to evaluate the behavior of the raw material as a function of time and temperature, following a methodology drying technique. It was characterized by performing physical and chemical analysis of raw material, using the methods of the A.O.A.C, 2014, the results were: moisture: 68.10 g; calories: 126.31 Kcal; total proteins: 2.43 g; Total fat: 0.11 g; 28.90 g total carbohydrate; total ash: 0.78 g; dry matter: 31.90 g; titratable acidity (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): 0.08%, pH (25oC): 5.40; then the process of obtaining flour is made from the raw material, as follows: raw materials, reception / weighing, sorting / grading, washing, cutting, wringing, milling / sieving, packaging and storage. In tests of two treatments with temperatures drying was performed at 60 and 65oC, finding the ideal drying temperature of 60oC, which gave us data for a comparison between these two temperatures. Then the ersatz flour was obtained reporting the following data: humidity: 11.90 g; Total fat: 0.89 g; total proteins: 2.99 g; Total carbohydrates: 82.87 g, total ash: 1.35 g; titratable acidity (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): 0.11%, total energy: 351.39 Kcal; pH (25oC): 5.70; and dry matter: 88.10 g. tests baking was then performed, with three formulations, based on the content of flour (wheat flour and flour dwelling Sachapapa), after making the organoleptic tests it was determined that the F3 formulation is ideal, (being the formulation as follows: wheat flour: 950 g flour dwelling Sachapapa: 50 g, vegetable shortening 80 g, dry yeast: 10 g, salt: 20 g, white sugar: 80 g, cold treated water: 500 ml), reporting the following physical chemical analysis: Total Power: 335.30 Kcal, humidity: 19,05 g; Total fat: 5.70 g; total proteins: 6.89 g; total ash: 1.25 g; dry matter: 80.95 g, pH (25oC): 5.28; titratable acidity (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): 0.11%. Then determinations, microbiological, values reported were performed: molds: 4.5 x 10<sup>1</sup> cfu /g, Yeasts: 4.0 x 10<sup>1</sup> cfu /g, which are within the parameter set by MOH-Digesa. As for the sensory analysis confirm that the ideal formula is F3, by statistical tests (SPSS-23 was used, test variance), concluding that there is no significant difference between each formulation.*

**Key Words:** *Sachapapa abode, drying kinetics, ersatz flour, dried.*



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo estudiar el proceso de secado utilizando como materia prima *Dioscórea trifida*, Sachapapa morada, en forma de hojuelas; y la obtención de harina sucedánea a partir de la misma para pruebas en panificación, utilizando el secador de bandejas de aire forzado, luego se tomó los datos experimentales para evaluar el comportamiento de la materia prima en función al tiempo y temperatura, siguiendo una metodología en la técnica del secado. Se caracterizó realizando análisis físicos químicos a la materia prima, utilizando los métodos de la A.O.A.C, del año 2014, los resultados fueron: humedad: 68,10 g; calorías: 126,31 Kcal; proteínas totales: 2,43 g; grasas totales: 0,11 g; carbohidratos totales 28,90 g; cenizas totales: 0,78 g; materia seca: 31,90 g; acidez titulable (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): 0,08 %, pH(25°C): 5,40; seguidamente se realizó el proceso de obtención de harina a partir de la materia prima, siendo: materia prima, recepción/pesaje, selección/clasificación, lavado, cortado, oreado, molienda/tamizado, empacado y almacenado. En las pruebas de secado se realizó dos tratamientos con temperaturas, a 60 y 65°C, encontrándose la temperatura ideal de secado de 60°C, la cual nos dio datos para una comparación entre estas dos temperaturas de trabajo. Seguidamente se obtuvo la harina sucedánea reportando los siguientes datos: humedad: 11,90 g; grasas totales: 0,89 g; proteínas totales: 2,99 g; carbohidratos totales: 82,87 g, cenizas totales: 1,35 g; acidez titulable (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): 0,11%, energía total: 351,39 Kcal; pH (25°C): 5,70; y materia seca: 88,10 g. Luego se realizó las pruebas de panificación, teniendo tres formulaciones, basadas en el contenido de las harinas (harina de trigo y la harina de Sachapapa morada), luego de realizar las pruebas organolépticas se determinó que la formulación F3 es la ideal, (siendo la formulación como sigue: harina de trigo: 950 g, harina de sachapapa morada: 50 g, manteca vegetal 80 g, levadura seca: 10 g, sal: 20 g, azúcar blanca: 80 g, agua tratada fría: 500 ml), reportando los siguientes análisis físicos químicos: Energía Total: 335.30 Kcal, humedad: 19,05 g; grasas totales: 5,70 g; proteínas totales: 6,89 g; cenizas totales: 1,25 g; materia seca: 80,95 g, pH(25°C): 5,28; acidez titulable (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): 0,11%. Seguidamente se realizaron las determinaciones, microbiológicas, reportando valores: mohos: 4,5 x 10<sup>1</sup> Ufc/g, levaduras: 4,0 x 10<sup>1</sup> Ufc/g, que están dentro del parámetro establecidos por MINSA-DIGESA. En cuanto a los análisis sensoriales confirman que la fórmula ideal es la F3, por que las pruebas estadísticas (se utilizó SPSS-23, Prueba de varianza), concluyendo que no hay una diferencia significativa entre cada formulación.

**Palabras Claves:** Sachapapa morada, cinética de secado, harina sucedánea, secado.

## INDICE

Contenido	Páginas
I. INTRODUCCIÓN	01
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	03
2.1. Materia Prima	05
2.1.1. Sachapapa. (ñame)	05
2.1.2. Composición de la Sachapapa	06
2.2. Tecnología del Proceso de Secado.	06
2.2.1. Curvas de secado	07
2.2.2. Clases de secadores	09
a. Secador de quemador	09
b. Secador de bandejas	09
c. Secador rotatorio	10
d. Secador de túnel	10
e. Secador de banda	10
f. Secador por aspersión	10
2.3. Harinas sucedáneas e Investigaciones sobre secado y Panificación	11
2.4. Composición Nutricional de Harinas Sucédáneas	11
2.5. Norma sanitaria y tecnológica para la fabricación, elaboración de productos de panificación	12
a. Operaciones relacionadas con alimentos: Buenas Prácticas en el Proceso Productivo	12
b. Adquisición y recepción	13
c. Almacenamiento de materias primas	14
d. Procesamiento de crudos	15
e. Procesamiento de cocidos	16
f. Enfriado	16
g. Amasado, terminado y decorado	16
2.6 Aditivos y Coadyudantes de Elaboración	17

III.	METODOLOGIA	19
3.1.	Lugar del Experimento	19
3.2.	Materia Prima	19
3.3.	Equipos y Materiales	20
3.4.	Métodos	21
3.4.1.	Análisis Físicos Químicos de la Materia Prima.	21
3.4.2.	Flujo Tentativo de la Operación Unitaria de obtención De harina de Sachapapa morada	25
3.4.3.	Breve descripción de la operación unitaria tentativa, para la obtención de harina de Sachapapa morada.	26
3.4.4.	Proceso de secado. Datos para calcular las curvas de Secado.	28
3.4.5.	Análisis Físicos Químicos de la harina de Sachapapa Morada.	30
3.4.6.	Flujo Tentativo de obtención de Pan a partir de la Harina sucedánea de Sachapapa morada	31
3.4.7.	Breve descripción del proceso unitario para obtener Pan de Sachapapa morada.	32
3.4.8.	Controles del Producto Final Pan horneado.	33
3.4.8.1.	Análisis Físicos Químicos del Pan	33
3.4.8.2.	Determinaciones Microbiológicas del Pan	33
3.4.8.3.	Análisis Sensorial del Pan	34
3.4.8.4.	Análisis Estadístico	35

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
4.1. Resultados de la Materia Prima. (Sachapapa morada)	36
4.2. Flujo Definitivo de la Operación Unitaria de Obtención de harina sucedánea de Sachapapa morada	37
4.3. Descripción de las Operaciones Unitarias para la obtención de la harina sucedánea de Sachapapa morada	38
4.4. Datos experimentales de la Cinética de Secado	40
4.5. Resultados Físicos Químicos de la harina de Sachapapa morada	45
4.6. Flujo definitivo del Proceso productivo de obtención de Pan a partir de harina de Sachapapa morada	46
4.6.1. Descripción del Flujo de Proceso de Pan a base de harina sucedánea de Sachapapa morada.	47
4.6.2. Resultados de los Análisis Físicos Químicos del Pan de Harina de Sachapapa morada	49
4.6.3. Resultados Microbiológicos del Pan de Sachapapa Morada	49
4.6.4. Resultados de los Análisis Sensoriales del Pan de Sachapapa morada.	50
4.6.5. Resultados Estadísticos del Pan de Sachapapa morada.	57
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	60
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61

ANEXOS	65
Anexo N°01. Datos y Figuras Experimentales de las Curvas de Secado	66
Anexo N° 02. Norma Técnica de Harinas Sucedáneas	82
Anexo N° 03. Fotos del Proceso de Secado y Pan de Sachapapa morada	84
Anexo N° 04. Pruebas Estadísticas ANOVA	86
Anexo N° 05. Rendimiento en Harina Sucedánea	95
Anexo N°06. Determinación de los Puntos Críticos de Control en el Proceso de Harina de Sachapapa Morada	96
Anexo N° 07. Determinación de Puntos Críticos de Control De Pan a base de harina de Sachapapa morada	97
Anexo N° 08. Resultados Microbiológicos del Pan de Sachapapa Morada	98

## INDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Paginas</b>
Tablas N° 01. Clasificación científica	05
Tablas No 02. Composición de los componentes de Sachapapa, Según varios autores	06
Tablas No 03. Composición nutricional de diferentes harinas Sucedáneas	11
Tablas No 04. Criterios Físicos Químicos para Panes, Galletas y otros	18
Tablas No 05. Requisitos microbiológicos de productos de panadería y galletería	19

Tablas No 06. Equipos y Materiales Usados en la Tesis	20
Tablas No 07. Reactivos usados en la Tesis	20
Tablas No 08. Cálculos de armado de curvas de secado	28
Tablas No 09. Formulaciones propuestas de panes	32
Tablas No 10. Calificación Hedónica que se utiliza en la Evaluación Sensorial	34
Tablas No 11. Evaluación del Color	34
Tablas No 12. Evaluación del Olor	34
Tablas No 13. Evaluación del Sabor	35
Tablas No 14. Evaluación de la Apariencia General	35
Tablas No 15. Resultados Físicos Químicos de la Sachapapa morada	36
Tablas No 16. Datos Experimentales Comparativos de Cinética de secado a diferentes temperaturas, (60 y 65°C), de hojuelas de Sachapapa morada.	40
Tablas No 17. Contenidos de humedades de las gráficas Velocidad de secado vs Humedad. (60 y 65°C).	44
Tablas No 18. Resumen de las curvas de secado. Peso vs Velocidad de secado, para la temperatura de 60°C.	44
Tablas No 19. Resumen de las curvas de secado. Peso vs Velocidad de secado, para la temperatura de 65°C.	44
Tablas No 20. Resultados de Análisis Físicos Químicos de la harina de Sachapapa morada.	45
Tablas No 21. Resultados de los Análisis Físicos Químicos del Pan de Sachapapa morada.	49

Tablas No 22. Resultados del análisis microbiológico del pan de Sachapapa morada.	49
Tablas No 23. Resultados promedios de los análisis sensoriales del Pan de Sachapapa morada.	50
Tablas No 24. Resultados de las Pruebas sensoriales de Pan de Sachapapa morada(Color).	51
Tablas No 25. Resultados de las Pruebas sensoriales de Pan de Sachapapa morada(Olor).	52
Tablas No 26. Resultados de las Pruebas sensoriales de Pan de Sachapapa Morada(Sabor)	53
Tablas No 27. Resultados de las Pruebas sensoriales de Pan de Sachapapa morada (Apariencia General)	54
Tablas No 28. Datos corregidos para el armado de las curvas de secado a 60°C. Para las hojuelas de Sachapapa. Morada.	66
Tablas No 29. Datos corregidos para el armado de las curvas de secado 60° C. Para las hojuelas de Sachapapa Morada	70
Tablas No 30. Datos corregidos para el armado de las curvas de secado a 65°C. Para las hojuelas de Sachapapa morada	74
Tablas No 31. Datos corregidos para el armado de las curvas de secado a 65° C, Para las hojuelas de Sachapapa morada.	78
Tablas No 32. Evaluaciones Estadísticas de las formulaciones: F1, F2 y F3. De Pan de Sachapapa morada. Característica Evaluada: Color	86

Tablas No 33. Evaluaciones Estadísticas de las formulaciones: F1, F2 y F3.	
De Pan de Sachapapa morada. Característica Evaluada: Olor	88
Tablas No 34. Evaluaciones Estadísticas de las formulaciones F1, F2 y F3.	
De Pan de Sachapapa morada. Característica Evaluada: Sabor	89
Tablas No 35. Evaluaciones Estadísticas de las formulaciones F1, F2 y F3.	
De Pan de Sachapapa morada. Característica Evaluada:	
Apariencia General.	92

## INDICE DE FIGURAS

Contenidos	Páginas
FIGURA N° 01. Curva teórica de secado de tiempo vs humedad	08
FIGURA N° 02. Curva teórica de secado, Velocidad de secado vs Humedad	08
FIGURA N°03. Flujo Tentativo de la Operación Unitaria de obtención de harina de Sachapapa morada. ( <i>Dioscórea trifida L.</i> )	25
FIGURA N° 04. Flujo Tentativo de obtención de Pan a partir de la harina sucedánea de sachapapa morada.	31
FIGURA N° 05. Flujo definitivo de la Operación Unitaria de obtención de harina sucedánea de Sachapapa morada. ( <i>Dioscórea trifida L.</i> ).	37
FIGURA N° 06. Curva comparativa de cinética de peso vs tiempo (60 y 65°C)	41
FIGURA N° 07. Curva comparativa de cinética tiempo vs humedad (60 y 65°C)	42



FIGURA N° 08. Curva comparativa de velocidad de secado vs Humedad (60 y 65°C)	43
FIGURA N° 09. Flujo de Procesamiento para la obtención de Pan a partir de harina sucedánea de Sachapapa morada.	46
FIGURA N° 10. Promedio de color de la evaluación del pan de sachapapa Morada	55
FIGURA N° 11. Promedio de olor de la evaluación del pan de sachapapa Morada	56
FIGURA N° 12. Promedio de sabor de la evaluación del pan de Sachapapa morada	56
FIGURA N° 13. Promedio de apariencia general del pan de sachapapa Morada	57
FIGURA N° 14. Curva de Humedad vs Tiempo (60°C)	66
FIGURA N° 15. Curva de velocidad de secado vs Tiempo (60°C)	67
FIGURA N° 16. Curva de Velocidad de secado vs humedad (60°C)	68
FIGURA N° 17. Curva de Tiempo vs Humedad. (60°C)	70
FIGURA N° 18. Curva de velocidad de secado vs Tiempo (60° C)	71
FIGURA N° 19. Curva de Velocidad de secado vs Humedad (60° C).	72
FIGURA N° 20. Curva de tiempo vs Humedad (65° C)	74
FIGURA N° 21. Curva de Cinética de peso vs Tiempo (65° C)	75
FIGURA N° 22. Curva de Velocidad de secado vs Humedad (65° C)	76
FIGURA N° 23. Curva de Tiempo vs Humedad (65° C)	78
FIGURA N° 24. Curva de Cinética de Peso vs Tiempo (65° C)	79

FIGURA N° 25. Velocidad de secado vs Humedad (65° C)	80
FIGURA N° 26. Calculo de rendimiento de obtención de harina sucedánea de Sachapapa morada. ( <i>Dioscórea trifida L.</i> )	94
FIGURA N° 27. Determinación de Puntos Críticos de Control, en la obtención de harina sucedánea de sachapapa morada.	95
FIGURA N° 28. Determinación de puntos críticos de control en el proceso de obtención de pan a base de harina de sachapapa morada.	96

## I. INTRODUCCION

El principal uso de la sachapa ha sido como hortaliza cocida, pero también se está utilizando en la elaboración de hojuelas para puré, y como sustituto de las papas fritas, y en panificación, (Montaldo, 1991).

La operación de secado se produce por contacto directo del aire caliente sobre el material sólido húmedo, que por evaporación elimina el agua superficial tenso activa y ligada, presente en el tejido hasta alcanzar un contenido de humedad de equilibrio en el sólido. Esto involucra dificultades para caracterizar objetivamente los cambios progresivos en los tejidos que se producen en el secado y sus efectos los cuales se relacionan con la velocidad con que se lleva a cabo este proceso (Pérez, 2005).

El estudio de la cinética de secado es esencial para diseñar un correcto proceso de secado que permita además obtener un producto de calidad. Por otro lado, un buen modelo matemático del proceso de secado puede considerarse como una herramienta muy eficiente para salvar obstáculos, tales como, daños al producto, consumo excesivo de energía, desgaste del equipo o la disminución del rendimiento (Olivas et al., 1999).

El secado, definido como un proceso simultáneo de transferencia de calor y masa entre el producto y el aire de secado, consiste en la remoción de humedad excesiva contenida en el producto por medio de la evaporación, generalmente por convección forzada (Maldonado y Pacheco, 2003)

Es un método clásico de preservación de alimentos y se convierte en una excelente alternativa para prolongar el periodo de vida útil del tubérculo, así como para disminuir el peso para el transporte y reducir el espacio requerido para su almacenamiento (Vega y Fito, 2005).

Estudios en torno al secado de frutos y vegetales han determinado que es un proceso difícil de describir, debido a la complejidad de los fenómenos internos y externos que ocurren durante el secado (Sandoval *et al.*, 2006).

La industria de las harinas está limitada a unos pocos cultivos tradicionales como maíz, papa, trigo, arroz y yuca. La utilización de productos derivados de tubérculos no convencionales en la industria de alimentos en Perú, es poca. Tubérculos y bulbos de diferentes especies del genero Dioscórea son utilizados en el Perú, por su alto contenido en nutrientes como carbohidratos (Bou *et al*, 2006).

## I. REVISION BIBLIOGRAFIA.

(Montes E., Torres R., Andrade R, Pérez O. 2008). En su investigación Modelado de la cinética de secado de ñame (*dioscórea rotundata*) en capa delgada. Fue evaluado en un secador de laboratorio tipo bandeja a temperaturas de 45, 55 y 70 °C y velocidad de aire promedio de 1 m/s, en el Laboratorio de Ingeniería Aplicada de la Universidad de Córdoba; las muestras fueron adecuadas en geometría de rodajas de radio 3,19 cm y espesor de 0,5 cm y láminas de 0,5x3x5 cm. Se evaluó el efecto de la temperatura, variedad y geometría en el tiempo de secado, empleando un diseño completamente al azar en arreglo factorial con tres factores: temperatura (45, 55 y 70 °C), geometría (rodajas y láminas) y realizando tres repeticiones por tratamiento, dando como resultado una disminución en el tiempo de secado del 28,15% para la temperatura de 70 °C.

Con los resultados obtenidos fueron construidas las curvas de secado, en las cuales se observó que este proceso tuvo lugar en el periodo decreciente, lo que evidencia que la difusión es el mecanismo que gobierna el secado de *Dioscórea rotundata* para las variedades estudiadas.

(García A.1, Pérez E.2 y Dávila R.1, 2015). En su investigación Características físicas, químicas y funcionales de las harinas obtenidas por secado del ñame y mapuey. Con el objetivo de estudiar la potencialidad de los tubérculos de ñame se evaluó el secado por convección a dos temperaturas, para obtener harinas como materia prima de uso agroindustrial. La metodología permitió determinar algunas características físicas, organolépticas, químicas y funcionales, siguiendo los métodos de la Association of Official Analytical Chemist.

Los resultados indicaron que el tiempo promedio de secado de los tubérculos frescos a la temperatura de 60 y 80 °C, fue de 180 y 120 min, obteniendo harinas con bajos contenidos de humedad (2,32 a 7,44 g/100 g) y actividad de agua ( $a_w < 0,6$ ). El análisis químico indicó para las harinas de ñame, deshidratadas a 60 °C, un mayor contenido de almidón (70,5 a 79,96 g/100 g),

proteína (3,84 a 6,77g/100 g) y fibra dietaria (4,84 a 7,58 g/100 g), que, al incluirlas en formulaciones de harinas compuestas, pueden elevar el valor nutricional. El rendimiento del proceso de secado para ambas condiciones fue entre 27,26 a 30,44%, considerado aceptable para propósitos agroindustriales.

En las características funcionales se encontró que las harinas de mapuey, seguida de ocumo y ñame deshidratadas a 80 °C, presentaron una alta capacidad de absorción de agua, solubilidad y poder de hinchamiento, ideales para elaborar geles con alta capacidad espesante y baja tendencia a la retrogradación, mientras las deshidratadas a 60 °C, resultaron convenientes para formular productos de alta consistencia.

**(Haas, JD and T. Brownlie 2001).** Su trabajo de investigación consistió en evaluar, como harinas sucedáneas, en la producción de galletas, las harinas extraídas de cinco especies de la biodiversidad vegetal amazónica: Sachapapa blanca (*Dioscorea decorticans*), Sachapapa morada (*Dioscorea trifida*), pituca (*Colocasia esculenta L. Schott*), Pijuayo (*Bactris gasipaes* HBK) y Pan del Árbol (*Artocarpus comunis F.*). Se obtuvieron resultados satisfactorios en la producción de las galletas, con la sustitución del 30% de la harina de trigo por la harina de Sachapapa morada, Sachapapa blanca, Pituca y Pijuayo.

El Pan del Árbol tiene muy bajo rendimiento de harina (29%) y no dio buenos resultados al sustituir a la harina de trigo en la producción de galletas. El rendimiento de harina de la sachapapa blanca fue del 54%, sachapapa morada 56%, pituca 54% y pijuayo 43%. Las galletas presentaron buen comportamiento durante el almacenamiento, no mostrando variación significativa en su composición fisicoquímica y organoléptica.

## 2.1. Materia Prima.

### 2.1.1. Sachapapa. (ñame)

Tabla N° 01. Clasificación científica

Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Liliopsida
Orden	Dioscoreales
Familia	Dioscoreaceae
Genero	Dioscorea
Especie	D. Trífida

Fuente: Correa et al 2004.

La sachapapa morada es una planta tropical, de tallos volubles delgados que desarrollan hacia la izquierda provisto de dos a ocho alas membranosas, generalmente en mayor número y desarrollo en la parte inferior del tallo. Los tubérculos se utilizan de manera similar a la papa, en la alimentación directa después de cocinada, en sopas, guisos y en puré. Se consume frito, forma en la que se preparan hojuelas crocantes, también se prepara una chicha o "masato" de sachapapa morada. La sachapapa es una planta dioica del genero dioscórea que produce unos tubérculos comestibles de color morado, emiten tallos en forma de bejucos y hojas ovaladas media corazonadas, producen tubérculos predominantemente cilíndricos y ricos en carbohidratos.

El tubérculo de *Dioscorea trifida*. Representa una fuente rica en vitaminas y carbohidratos, siendo consumido por la población tanto en la parte atlántica como en la costa sur (suroccidente los diversos usos de la *dioscorea trifida*. tanto culinarios como medicinal como anti-inflamatorio y anti-espasmódico y otros por su contenido moderado de alcaloides y esteroides, así mismo el uso de este tubérculo es de gran importancia para los habitantes del Perú.

*Dioscorea trifida* es una planta monocotiledónea, de tallo aéreo y raíz comestible. la sachapapa no necesita cuidados intensos, excepto que exige una gran cantidad de agua. (M. Sánchez 2008).

### 1.1.2. Composición de Shachapapa, en varias investigaciones.

En la tabla N° 02, mostramos la composición nutricional según varios autores, separados en macro-componentes y micro-componentes, presentes en 100 gramos de muestra comestible, expresados en base húmeda.

Tabla N° 02. Composición de los componentes de Sachapapa según varios autores.

Componentes (%)	1 (Collazos)	2 (Jacoby)	3 (Montaldo)	4 M.S.
<b>Macro comp.</b>				
Agua	72.20	72.40	72.60	67.20
Calorías (Kcal)	112.00	105.00	100.00	126.00
Proteína Total	1.80	2.40	2.00	2.50
Grasa Total	1.50	0.20	0.20	0.10
Carbohidratos	23.50	24.10	24.30	29.40
Fibra Bruta	0.40	--	0.60	--
Ceniza Total	1.00	--	0.90	0.80
<b>Micro comp.</b>				
<b>Minerales (mg)</b>				
Calcio	3.00	22.00	14.00	4.00
Fosforo	30.00	--	43.00	38.00
Hierro	0.70	0.80	1.30	0.60
<b>Vitaminas (mg)</b>				
Tiamina	0.09	0.09	0.13	0.10
Riboflavina	0.03	0.03	0.02	0.02
Niacina	0.44	0.50	0.40	--
Ácido Ascorb.	3.10	10.00	3.00	0.80

Fuente: (1), (2) y (3): Citados por Pinedo, 1975.  
(4): M.S/CENAN/INS, 2009.

### 2.2. Tecnología del Proceso de Secado.

Se entiende por secado de alimentos a la extracción deliberada del agua que contienen, operación que se lleva en la mayoría de los casos evaporando el agua por adición de su calor latente de evaporación. Por tanto, en la evaporación básica de secado intervienen dos factores importantes. Transmisión de calor, para suministrar el calor latente de evaporación necesario y el movimiento del agua o del vapor de agua a través del producto alimenticio y su separación del mismo. El calor de vaporización es la cantidad de energía necesaria para evaporar 1 kg de agua en estado líquido y el calor

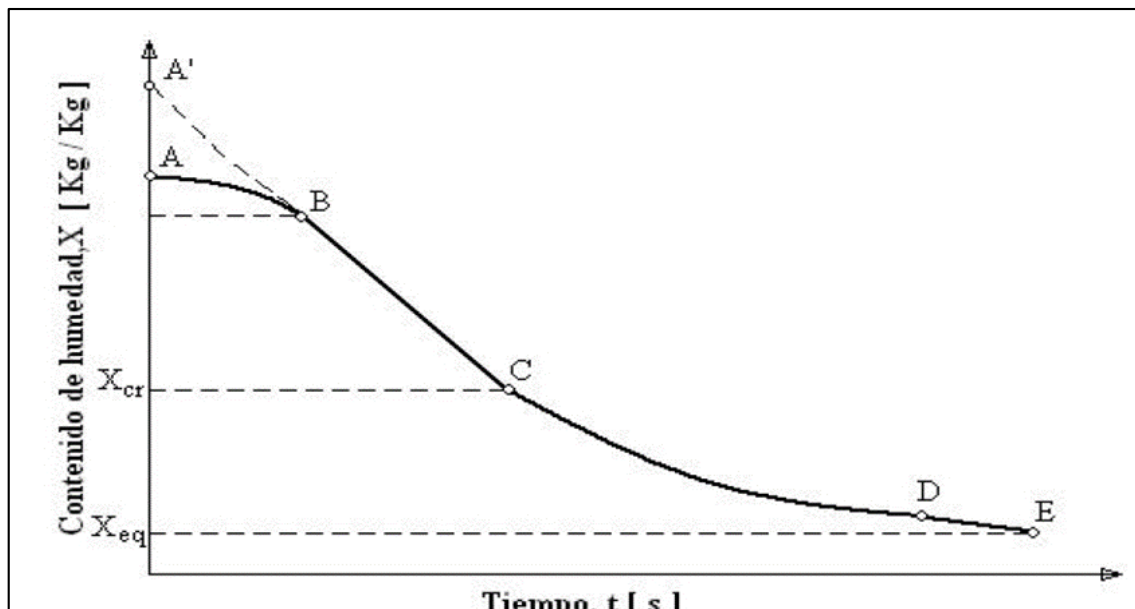


latente de sublimación es la energía necesaria para evaporar 1 kg de agua en estado sólido. La energía térmica necesaria para vaporizar agua en cualquier estado se puede calcular por medio de los calores latentes (Geankoplis, 1998). El secado consiste en la separación de la humedad de los sólidos por una corriente de aire. Un ejemplo de secado es para la conservación de alimentos, extrayendo agua para inhibir la proliferación de microorganismos. Es una operación unitaria que implica transferencia simultánea de masa y energía.

- **Transferencia de calor:** el aire se calienta y transmite su calor a un sólido.
- **Transferencia de materia:** la presión de vapor del agua del sólido es mayor que en el aire, y para alcanzar el equilibrio este último se lleva la materia.
- Constituye uno de los métodos que permite separar un líquido de un sólido; el secado es la separación de la humedad de los sólidos (o de los líquidos) por evaporación en una corriente gaseosa.
- En el proceso de secado no hay cambio de fase, ya que no hay necesidad de que el solvente llegue al punto de ebullición. La fase previa a todo secado es la eliminación mecánica del agua mediante la utilización de filtros prensa o centrífugas, reduciéndose después por vía térmica la humedad que quede. Esta fase es propiamente la operación de secado. (Fioreze, R. and B. Morini. 2000.)  
¿Por qué usar el secado en los alimentos?
- Hay varias razones por las cuales es importante secar los alimentos: Conservar los alimentos durante muchos meses y consumirlos conservados en periodos de escasez o fuera de temporada. (Pérez, 2005).

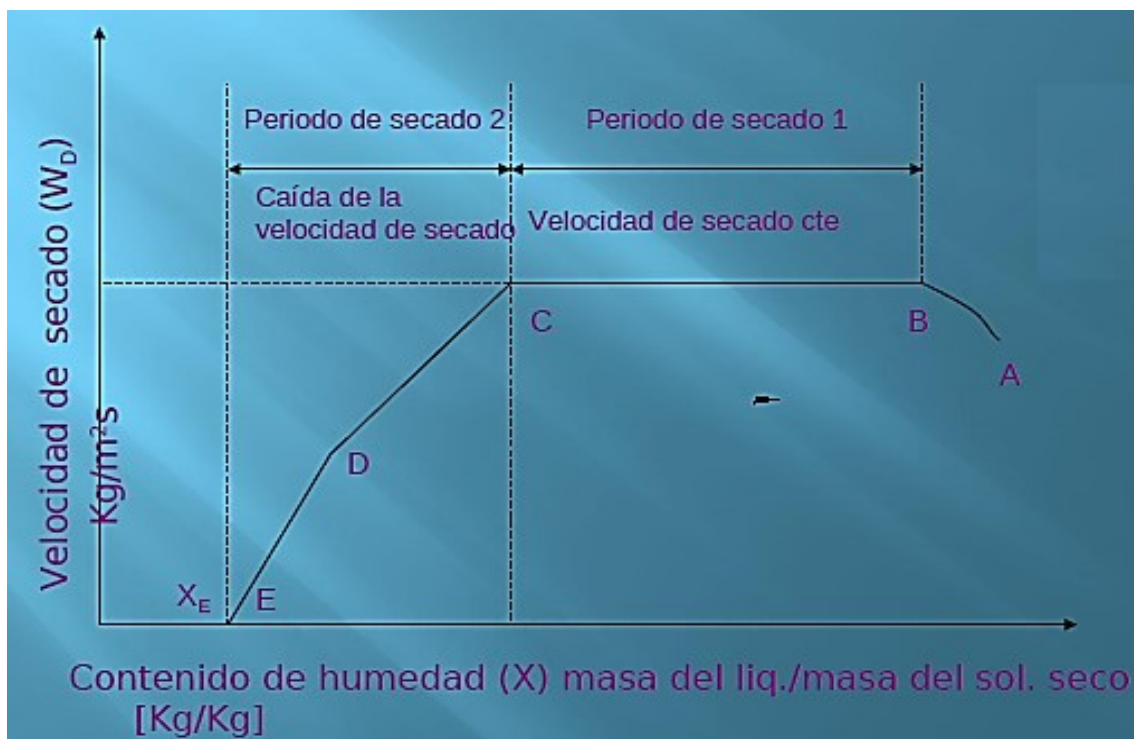
### 2.2.1. Curvas de secado

El comportamiento de los sólidos en el secado es medido como la pérdida de humedad en función del tiempo.



Fuente: Treybal, 1980.

Figura N° 01. Curva Teórica del Tiempo vs humedad (Sólido).



Fuente: Treybal, 1980.

Figura N° 02. Curva Teórica de contenido de humedad vs velocidad de secado (Sólido).

**Etapa A-B:** Es una etapa de calentamiento (o enfriamiento) inicial del sólido normalmente de poca duración en la cual la evaporación no es significativa por su intensidad. **Etapa B-C:** Es el llamado primer período de secado o período de velocidad de secado constante; donde se evapora la humedad libre o no ligada del material y predominan las condiciones externas. En este período el sólido tiene un comportamiento no higroscópico. **Etapa C-D:** Es el segundo período de secado o período de velocidad de secado decreciente; donde se evapora la humedad ligada del material y predominan las condiciones internas o las características internas y externas simultáneamente. **Etapa D-E:** En esta etapa la evaporación ocurre desde el interior del sólido es la última etapa del proceso de secado (Treybal, 1980).

### **2.2.2. Clases de secadores.**

Según Geankoplis, (1998), existen varios tipos de secadores, dentro de estos hay:

#### **a. Secador de quemador.**

Son construcciones de dos cuerpos separados por una placa perforada. La parte superior es la sección de secado y en la inferior se colocan los quemadores. Se usa para granos y café principalmente.

#### **b. Secador de bandejas.**

El producto se coloca en bandejas que se colocan en un compartimiento aislado de exposición a aire caliente y seco. El calentador puede ser directo o indirecto (serpentines a vapor, intercambiadores o resistencia eléctricas), se usan velocidades de aire entre 2 y 5 m/s, su principal problema es la desuniformidad del secado entre bandejas en distintas ubicaciones. El alimento que se va a secar se coloca en capas delgadas (1 a 6 cm de espesor), en una bandeja; puede estar en forma sólida (continua o discreta), como puré o aun líquido. El aire se calienta y circula entre las bandejas en flujo cruzado o en flujo a través de bandejas perforadas (perpendicular al plano de ellas), parte del aire se recircula para un mejor

aprovechamiento a costa de algo de la eficiencia de secado. Se busca que la circulación del aire sea homogénea, situación que se alcanza en alguna medida en equipos bien diseñados. Pueden operarse al vacío lo que incrementa la velocidad de secado.

**c. Secador Rotatorio.**

Es un cilindro horizontal que rota alrededor de su eje principal. El producto de la gravedad y el arreglo de baffles dentro del cilindro. A medida que está rota, el aire atraviesa el producto cuando el cae. Los alimentos que se secan en este equipo son polvos o granulados como el azúcar refinado, el almidón de maíz o el arroz paddy.

**d. Secador de túnel.**

Los secadores de túnel son muy comunes en la deshidratación de alimentos. Pueden configurarse en paralelo y contra corriente siendo la primera la más suave para el producto mientras que, en la segunda, el contacto del aire más caliente con el producto seco propicia el endurecimiento de su superficie. Pueden alcanzar hasta 24 m de longitud y consisten en una cabina en la que hay un mecanismo de rieles que mueven el producto a secar.

**e. Secador de banda.**

En este tipo el movimiento del producto se hace mediante una banda transportadora. La configuración más común es la de flujo transversal.

**f. Secador por aspersion.**

Llamada también por pulverización o "spray drying" se utiliza desde principios del siglo XX. La atomización industrial de alimentos apareció en 1913, en un proceso desarrollado para leche por Grey y Jensen en 1913, pero comercialmente se conoció gracias al danés Nyro (1953) citado por (Masters, 1991). El principio de este sistema es la obtención de un producto en polvo a partir de un material líquido concentrado que se pulveriza finamente formando una niebla que entra en contacto con una corriente de aire caliente (entre 200 y 300° C, para alimentos), que actúa como medio calefactor y fluido de transporte.

### 2.3. Harinas sucedáneas e Investigaciones sobre Secado y Panificación.

En la Tabla N° 03, mostramos la composición nutricional de diferentes investigaciones realizadas sobre harinas sucedáneas, teniendo como base a Pan del árbol, pituca, plátano y sub-productos de pijuayo. Estas investigaciones se realizaron en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, específicamente en la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

### 2.4. Composición Nutricional de harinas sucedáneas.

Tabla N° 03. Composición Nutricional de diferentes Harinas Sucadéneas.

Componentes 100 Gramos de muestra	1 Harina Pan Árbol	2 Harina Pituca	3 Harina Plátano	4 Harina Sub. Prd. Pijuayo	5 Harina Yuca
Energía (Kcal)	357.64.0	342.0	300.0	374.09	367.79
Humedad	12.3	9.7	14.9	9.00	6.84
Proteínas Totales	0.80	8.1	3.1	24.15	2.10
Grasas Totales	1.44	0.3	0.4	6.05	0.75
Carbohidratos Totales	85.37	78.6	79.6	55.76	88.16
Cenizas Totales	0.09	3.3	2.0	5.04	2.15
Materia seca	87.7	90.3	85.1	91.0	93.16
Acidez Titulab. (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.12	--	--	0.15	---

Fuente: (1): Díaz, 1989.

(2): M.S/I.N. S/C.E.N.A.N. 2008.

(3): Vela, 2002.

(4): San, 2001.

(5): Carranza, 2001.

En la Tabla N° 03, se muestran los análisis de varias harinas sucedáneas, con la cual realizaron trabajos de Panificación: (Díaz, 1989), realizo investigación utilizando una sustitución parcial de harina de Pan de Árbol (*Communis forts L.*) de 10 y 15 y 20%. El Ministerio de Salud y Pinedo (2008), realizaron estudios de caracterización de la harina de la Pituca, donde se observa el alto contenido de su proteína total. Vela, (2002), realizo trabajos de sustitución de harina de plátano (*Musa paradisiaca L.*), por harina de trigo, hasta un reemplazo de 5, 7.5 y 10%. San, 2002, realizo investigaciones sobre; harina de los subproductos del Pijuayo mostrando el más alto contenido de proteínas totales, (*Bactris gasipaes H.B.K*), y su uso en panificación, hasta un porcentaje de 5, 10 y 15%. Carranza (2001),

realizo estudio de cinética de secado con hojuelas de Yuca y Plátano, todas estas investigaciones se realizaron en la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Fueron Díaz, (1989) Pan del Árbol y Carranza, (2001) Plátano verde y Yuca, los que realizaron pruebas de cinética de secado, usaron temperaturas de secado, desde 50, 60 y 70°C, con una velocidad de circulación de aire: 5.08, 7.62 y 9.65 m/seg, donde utilizaron el secador de bandeja de la Planta Piloto.

## **2.5. Norma sanitaria y tecnológica para la fabricación, elaboración de Productos de Panificación.**

La presente Norma está plasmada en la R.M. N° 1020/MINSA. “NORMA SANITARIA PARA LA FABRICACION, ELABORACION Y EXPENDIO DE PRODUCTOS DE PANIFICACION, GALLETERIA Y PASTELERIA”. En la cual la presente norma tiene la finalidad de contribuir a proteger la salud de los consumidores disponiendo los requisitos sanitarios que deben cumplir los productos de panificación, galletería y pastelería, así mismo aplicar a los establecimientos que los fabrican, elaboran y expenden. Sus objetivos es el de establecer los principios generales de higiene que deben cumplir los establecimientos donde se elaboran y/o expenden productos de panificación, galletería y pastelería. Así mismo establecer las características de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los productos elaborados en panaderías, para ser consideradas aptos para el consumo humano. Las disposiciones específicas son los requisitos de calidad e inocuidad de los productos de panificación, galletería y pastelería (MINSA, 2010).

### **a. Operaciones relacionadas con alimentos: Buenas Practicas en el Proceso Productivo.**

Las operaciones relacionadas con alimentos desde la recepción hasta el expendio deben seguir un flujo ordenado y consecutivo con la debida separación entre las áreas de producción, procesamiento de crudos, de cocidos, de enfriados y acabados, que permita reducir el riesgo de contaminación cruzada.

## **b. Adquisición y recepción.**

La empresa es responsable de las materias primas, ingredientes, productos industrializados e insumos en general, que se adquiera, tengan los requisitos de calidad sanitaria y su procedencia debe estar registrada en el establecimiento con fines de rastreabilidad.

Cuando corresponda, deben cumplir con las exigencias generales establecidas para el rotulado o etiquetado, entre ellas el contar con el correspondiente Registro Sanitario y tener fecha de vencimiento vigente al momento de la elaboración. El área de recepción de materias primas e insumos debe estar protegida con techo y contar con suficiente iluminación que permita una adecuada manipulación e inspección de los productos y su entorno.

La empresa, debe contar con especificaciones técnicas de calidad escritas, para uno de los productos o grupos de productos a fin que el personal responsable del control de calidad en la recepción, pueda realizar con facilidad la evaluación de aspectos sanitarios y de calidad, rápidos que le permitan decidir la aceptación o rechazo de los mismos. Se registrará la información sobre los alimentos, sean materias primas, ingredientes, productos industrializados e insumos en general de tal manera que permita realizar los controles y la rastreabilidad con fines epidemiológicos, sanitarios u otras.

La información cuando corresponda será proporcionada por los proveedores y será como mínimo sobre: proveedores, procedencia, descripción, composición, características sensoriales, físicas, químicas, y microbiológicas, periodo de almacenamiento, condiciones de manejo y conservación, registros, sobre lotes de materias primas e insumos con fines de rastreabilidad. Dicha información se registrará como parte del Plan HACCP, de cada producto que se fabrica y estará disponible durante la inspección sanitaria que realice la autoridad responsable de la vigilancia (MINSA, 2010).

### **c. Almacenamiento de materias primas.**

Deben cumplir con los siguientes requisitos sanitarios siguientes:

- Ubicarse en ambientes o equipos limpios y en buen estado de mantenimiento.
- Almacenarse en sus envases originales: si están fraccionados, deben estar correctamente protegidos e identificados incluyendo la fecha de vencimiento.
- Identificar la fecha de ingreso al almacén, para efecto de una correcta rotación.
- Estar dispuestos en orden y debidamente separados para permitir la circulación del aire. La rotación de los productos responderá a la aplicación del principio PEPS, respetando la fecha de vencimiento.

Según el almacenamiento de insumos secos:

- El almacén estará iluminado y ventilado, teniendo o manteniendo las condiciones de temperatura y humedad que impidan la proliferación de hongos y levaduras.
- El acopio o estiba en el almacén debe ser en tarimas o anaqueles/parihuelas, mantenidos en buenas condiciones limpias y a una distancia mínima de 0.20 m. Del piso, 0.60 m. del techo, 0.50 m. entre hilera y 0.50 m, de la pared.
- Los sacos, cajas y similares se apilan de manera entrecruzada que permita la circulación del aire. Los productos a granel deben almacenarse en envases tapados y rotulados.
- No se guardarán en este ambiente materiales y equipos en desuso.

El almacenamiento de insumos refrigerados y congelados:

- Debe mantenerse la cadena de frío de los insumos que lo requieran. Los insumos refrigerados deben mantenerse a temperaturas de 5° C, o inferiores, y los insumos congelados deben mantenerse a una temperatura mínima de -18° C. Productos descongelados no deben ser congelados nuevamente.



- Deben disponer de termómetros de fácil lectura, colocadas en un lugar visible y ser verificadas periódicamente llevándose un registro de las lecturas de temperaturas.
- Deben ser almacenados y estibados que se evita la contaminación y la transferencia de malos olores. Así mismo los equipos deben tener un programa de mantenimiento (MINSA, 2010).

#### **d. Procesamiento de crudos.**

Deben realizarse en superficies y con utensilios limpios, de uso exclusivo para tales fines con el propósito de disminuir el riesgo de contaminación cruzada.

- **Amasado.** Se debe hacer en superficie de material que no transmita malos olores, contaminación a la masa, quedando prohibido el uso de madera. De preferencia debe ser mesa de acero inoxidable. La masa debe guardarse en congeladoras limpias exclusivas para ese proceso.
- **Refinado o Sobado.** Debe hacerse en equipos en buen estado de conservación e higiene, que no tenga restos de masa de operaciones anteriores. Los operarios deben estar con indumentaria limpia de color claro, que cubra el cuerpo, la misma que debe ser de uso exclusivo para la actividad.
- **Reposo o descanso.** Debe estar protegido con un protector de material de uso exclusivo en alimentos que puede ser descartable o no, o ser de primer uso, limpio y desinfectado.
- **Fermentado.** Las cámaras deben estar limpias con iluminación, y ventilación apropiados, toda la superficie interna y en contacto con la masa deben ser de material de fácil higiene.
- **División, armado de corte.** La masa debe estar cortada, los utensilios de corte deben ser de uso exclusivo de la industria alimentaria. Estar en perfecto estado de higiene, y así evitar los peligros físicos, y otras contaminaciones.

- **Estiba.** Las disposiciones de las unidades deben hacerse en bandejas de uso exclusivo y apropiado para la industria panificadora que deben estar en perfecto estado de conservación e higiene (MINSA, 2010).

**e. Procesamiento de cocidos.**

Hornear a los productos, disminuye el riesgo por la presencia de peligros biológicos y en la que debe evitarse el riesgo de contaminación cruzada con peligros físicos y químicos, por lo cual los hornos y equipos utilizados en la cocción, deben ser limpios, procurando no tener restos de cenizas. Los elementos utilizados como combustible, sean solidos no deben originar ningún tipo de contaminación física, química, a las masas en cocción que están en contacto con los humos o gases desprendidos de su combustión. La presencia de combustibles en la sala de cocidos debe estar estrictamente ceñida a las necesidades de uso y por ningún motivo se almacenará en ella, ni en ningún otro ambiente donde se manipulen alimentos. Así mismo todo utensilio para retirar los productos cocidos de los hornos debe ser de material no toxico, estar en buen estado de conservación y limpieza.

**f. Enfriado.**

La sala de enfriado debe contar con la debida iluminación para realizar las verificaciones que sean necesarios y ventilación suficiente para el enfriado del pan, conforme al estándar de la receta. Los coches anaqueles o similares deben estar en buen estado de conservación e higiene. Por ningún motivo se debe ubicar las bandejas sobre el piso (MINSA, 2010).

**g. Armado, terminado y decorado.**

Área critica para la contaminación cruzada por los insumos que se utilizan para relleno y decoración, muchos de los cuales son potencialmente peligrosos, y requieren cadena de frio, por lo que deben estar conservadas previamente en refrigeración y solo puede

salir de la cadena de frío la cantidad que se va a utilizar, quedando prohibido el retorno a refrigeración. Los ingredientes de relleno y decoración que necesiten refrigeración y estén expuestos a decoración que necesiten ambiente no refrigerado por más de 02 horas, deben desecharse.

Los alimentos crudos utilizados en el terminado o decorado como frutas, verduras deben ser manipulados en estrictas condiciones de higiene, lavados y desinfectados de requerirlo, procesados con utensilios limpios y exclusivos. En los alimentos, como los rellenos salados y dulces que deben ser retenidos en refrigeración en caso de no ser utilizados de inmediato.

El ambiente o sala para estas operaciones debe estar aislado del área de crudos y de cualquier otra que favorezca el riesgo de una contaminación cruzada, debe mantenerse limpia y en buen estado de conservación al igual que los materiales, equipos y utensilios. Los manipuladores deben observar en forma rigurosa la higiene y el uso uniforme debiendo utilizar tapabocas en forma obligatoria (MINSa, 2010).

## **2.6. Aditivos y Coadyudantes de Elaboración.**

Solo se autoriza el uso de aditivos y coadyudantes de elaboración permitidos por el CODEX ALIMENTARIUS, y la Legislación vigente teniendo en cuenta que los niveles deben ser mínimo utilizando como sea tecnológicamente posible. Conforme a la legislación vigente, está prohibido el uso de la sustancia química Bromato de Potasio, para la elaboración de pan y otros productos de panadería, pastelería, galletería y similares (MINSa, 2010).

Tabla N° 04. Criterios Físicos Químicos para Panes, Galletas y otros.

<b>Productos</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Límites Máximos permisibles</b>
<b>Pan Molde</b> (blanco integral y sus productos tostados)	Humedad	40% pan molde 6% pan tostado
	Acidez (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.5 % (base seca)
	Cenizas	4.0% (base seca)
<b>Pan común o de labranza.</b>	Humedad	Min. 23% - Max. 25%
	Acidez (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).	No más de 0.25% (calculado sobre la base de 30% de agua)
<b>Galleta</b>	Humedad	12%
	Cenizas	3.00
	Índice de Peróxido.	5mg/kg
	Acidez (ácido láctico).	0.10%
<b>Bizcochos y similares</b> <b>Con y sin relleno</b>	Humedad	40%
	Acidez (ácido láctico)	0.70%
	Cenizas	3.0%
<b>Obleas</b>	Humedad	4.0%
		5% obleas rellenas
		9% obleas tipo barquillo
	Acidez (ácido oleico)	0.20%
	Índice peróxido	5 mg/kg.

Fuente: MINSA. R.M N° 1020. 2010.

Tabla N° 05. Requisitos Microbiológicos de Productos de Panadería y Galletería.

VIII. Productos de panadería y pastelería con o sin relleno y/o cobertura que no requieren refrigeración. (Pan, galletas y panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panteón, queques, galletas, obleas y otros).	Límites		
	Mínimo		Máximo
Mohos	10 <sup>2</sup>	-	10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (*)	3	-	20
Staphylococcus áureus (*)	10	-	10 <sup>2</sup>
Clostridium perfringens (**)	10	-	10 <sup>2</sup>
Salmonella sp. (*)	Ausencia/25 g.		
(*) Para productos con relleno			
(**) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales.			

Fuente: MINSA. R.M. N° 1020-2010.

## 2. METODOLOGIA.

### 3.1. Lugar del Experimento.

Este trabajo se realizó en las instalaciones de la Planta Piloto de Conservas de la Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, situada en las esquinas de la Calle Freyre/Távora West.

El cual cuenta con Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos, Laboratorio de Microbiología de Alimentos, Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos y Planta Piloto de Panificación.

### 3.2. Materia Prima.

Se trabajó con materia prima la cual fue Sachapapa morada "*Dioscorea trifida L*", la cual fue adquirida en el Caserío Manacamiri (Rio Nanay).

### 3.3. Equipos y Materiales.

Tabla N° 06. Equipos y Materiales usados en la Tesis.

N°	Equipos/Materiales	Marca	Modelo	Procedencia
01	Balanza analítica	Sartorius	CP324S	Alemania
02	Estufa de aire caliente	Hot Air Oven	OSO-500D	Taiwan
03	Refrigerador	Elgin	---	Correa
04	Micro - Kjeldhal	Buchi	425	Alemania
05	Potenciómetro	Pometer	PH-009 (III)	Taiwan
06	Camapana Extractora	C4	CEX-180	Colombia
07	Secador de Bandejas	Electrozone	--	Italia
08	Estufa	Selecta	209	España
09	Equipo Soxhelt	Buchi	---	Alemania
10	Mufla Electrica	Selecta	Termoline	España
11	Probetas 10 mL 100 ML	--	--	--
12	Embudos	--	--	--
13	Buretas	--	--	--
14	Matraz Erlenmeyer	--	--	--
15	Crisoles	--	--	--
16	Pipetas	--	--	--
17	Pipeta volumétrica	--	--	--
18	Mortero y matraz	--	--	--

Fuente: Los autores, 2016.

Tabla N° 07. Reactivos usados en la Tesis.

N°	Reactivo	% Pureza	Marca
01	Hidróxido de sodio A.C.S.	97.00	Spectrum
02	Nitrato de Potasio	--	Spectrum
03	Éter etílico	99.7	Química Meyer
04	Cloruro de sodio	99.5	Sigma
05	Ácido clorhídrico	37.0	Sigma
06	Metanol absoluto	99.7	Merck
07	Sulfato de potasio	98.0	Merck
08	Sulfato de cobre	98.0	Merck
09	Fenolftaleína	99.0	Merck
10	Carbonato de sodio anhídrido	99.87	Química Meyer
11	A.C.S.	99.70	Merck
12	Hexano	99.5	Merck
	Cloruro de Potasio		

Fuente: Los autores, 2016.

### 3.4. METODOS.

Los componentes en estudio será la Sachapapa morada, en la cual se caracterizará físico químico la materia prima en base fresca, seguidamente se procesará para obtener la harina fina tipo harina comercial, dentro de este proceso se hará cálculos de tecnología de secado, para formar las curvas de secado, seguidamente se caracterizará físico químico, de la harina y por último se hará pruebas de panificación.

#### 3.4.1. Análisis Físicos Químicos de la Materia Prima (Sachapapa morada).

- **Determinación de humedad. Método A.O.A.C. 2014.**

Se realizó el pesado de la materia prima en una capsula de porcelana limpia y seca, luego se añade de 2 - 5 gramos de muestra fresca. Se coloca la capsula con la muestra en la estufa a una temperatura de 100 - 105° C, por espacio de 5 horas, al cabo de ese tiempo se retira las capsulas de la estufa, y luego se coloca en el desecador y se deja enfriar por lo menos 45 minutos, para luego pesar las capsulas. Este paso se realiza por triplicado.

El resultado se expresa en porcentaje, calculado por la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{a - b}{P} \times 100$$

Donde:

a = peso de las placas con la muestra fresca (g)

b = peso del recipiente con la muestra seca (g)

p = peso de la muestra fresca tomada.

- **Determinación de Cenizas. A.O.A.C. 2014.**

Se pesa la capsula de porcelana por triplicado para las dos materias primas, y luego se adiciona de 2 - 3 gramos de muestra fresca de las materias primas. Seguidamente se traslada con la ayuda de una pinza a la mufla, para incinerarla por espacio de 6 horas, hasta que las cenizas

estén de un color crema o blanco. Luego de transcurrido el tiempo, se saca las capsulas con ayuda de la pinza y se lo deja enfriar en una campana de desecación por espacio de 1 hora. Luego se pesa en una balanza analítica. El resultado se expresa en porcentaje, usando la formula siguiente:

$$\%C = \frac{W - W_0}{P} \times 100$$

Donde:

W = peso de la capsula con cenizas.

W<sub>0</sub> = peso del crisol vacío.

P = peso de la muestra.

- **Determinación de Grasa Total. A.O.A.C. 2014.**

Esta determinación se realizó en 5 gramos de muestra seca. Luego se hizo un cartucho, seguidamente se colocó en el cuerpo de equipo Soxhlet. Se pesó el balón vacío, luego se adapta al cuerpo y seguidamente llena el cuerpo con hexano para extraer la grasa total de la muestra seca. Se extrae la grasa por espacio de 5 horas, transcurrido el tiempo se saca el cartucho con la muestra y se extrae el solvente, el balón se lo coloca en una campana por espacio de 1 hora. El resultado se expresa en porcentaje, calculando según la fórmula:

$$\% G = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Donde:

A = Peso del balón más la grasa.

B = Peso del balón vacío.

C = Peso de la muestra.

- **Determinación de Proteínas Totales. A.O.A.C. 2014.**

Consiste en tres fases:

**a. Digestión:** Se digiere la muestra con ácido sulfúrico concentrado, usando Sulfato de cobre, como catalizador de igual forma el sulfato de potasio, para convertir el N<sub>2</sub> orgánico en NH<sub>4</sub>.



**b. Destilación:** La muestra digestada se adiciona NaOH al 8% para liberar el amoniacó que es recogido con una solución de ácido bórico al 4%.

**c. Titulación:** se titula con ácido sulfúrico al 0.025 N, para determinar el amoniacó contenido en el ácido bórico, seguidamente se calcula el contenido de nitrógeno de la muestra a partir de la cantidad de amoniacó reducido. El resultado se expresa en porcentaje (%), calculado según la fórmula:

$$\% N_2 = \frac{0.014 \times V \times n}{M} \times 100$$

Luego:  $\%N_2 \times 6.25 = \% \text{ Proteína Total}$ .

Donde:

V = ml de solución 0.025 N, de ácido sulfúrico.

n = normalidad del ácido sulfúrico.

M = peso de la muestra.

0.014 = mili equivalente del  $N_2$

$\% P.T. = \% N_2 \times f$

F = factor de proteína general para cualquier alimento.

- **Determinación de Carbohidratos Totales. A.O.A.C. 2014.**

El contenido de carbohidratos, se obtuvo por diferencia, es decir sustrayendo de 100, la suma de humedad, proteína, grasa, y cenizas.

El resultado se expresa en porcentaje (%), calculado por la fórmula siguiente:

$$\% CHO_T: 100\% - (\%H + \%G + \%C + \%P).$$

Donde:

$\%H$  = porcentaje de humedad en base húmeda.

$\% G$  = porcentaje de grasa en base seca.

$\%C$  = porcentaje de cenizas en base húmeda.

$\%P$  = porcentaje de proteínas en base húmeda.

- **Determinación de Energía. Método Awater. 2014.**

Se determina sumando los valores de los componentes de grasas, proteínas, y carbohidratos, multiplicando previamente por sus factores de 9, 4 y 4. Respectivamente. Los resultados se expresan en Kcal.

Energía: %Grasa Total x 9

% Proteína Total x 4

% CHO x 4

Dónde: G: Grasas Totales.

P: Proteínas Totales.

CHO: Carbohidratos.

- **Determinación de Acidez Titulable. Método A.O.A.C. 2014.**

Se realizó pesando 10 gramos de muestra fresca y seguidamente se añade 90 ml de agua destilada, libre de CO<sub>3</sub>, agitar con una bagueta y se filtra. Seguidamente se toma 15 ml del filtrado y se titula con una solución de NaOH al 0.1 N. usando fenolftaleína como indicador.

El resultado se expresa en grados de acidez, que son los ml de NaOH Normal para 100 gramos de ácido sulfúrico, correspondiente a cada ml, de 10 N = 0.04 gr. De ácido sulfúrico.

% A.T (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):  $A \times B \times C/D$ :

Donde.

A: Cantidad en mililitros del álcali o soda cáustica.

B: Normalidad del NaOH (0.1N) gastado.

C: peso equivalente expresado en gramos del ácido predominante en el producto (factor del ácido).

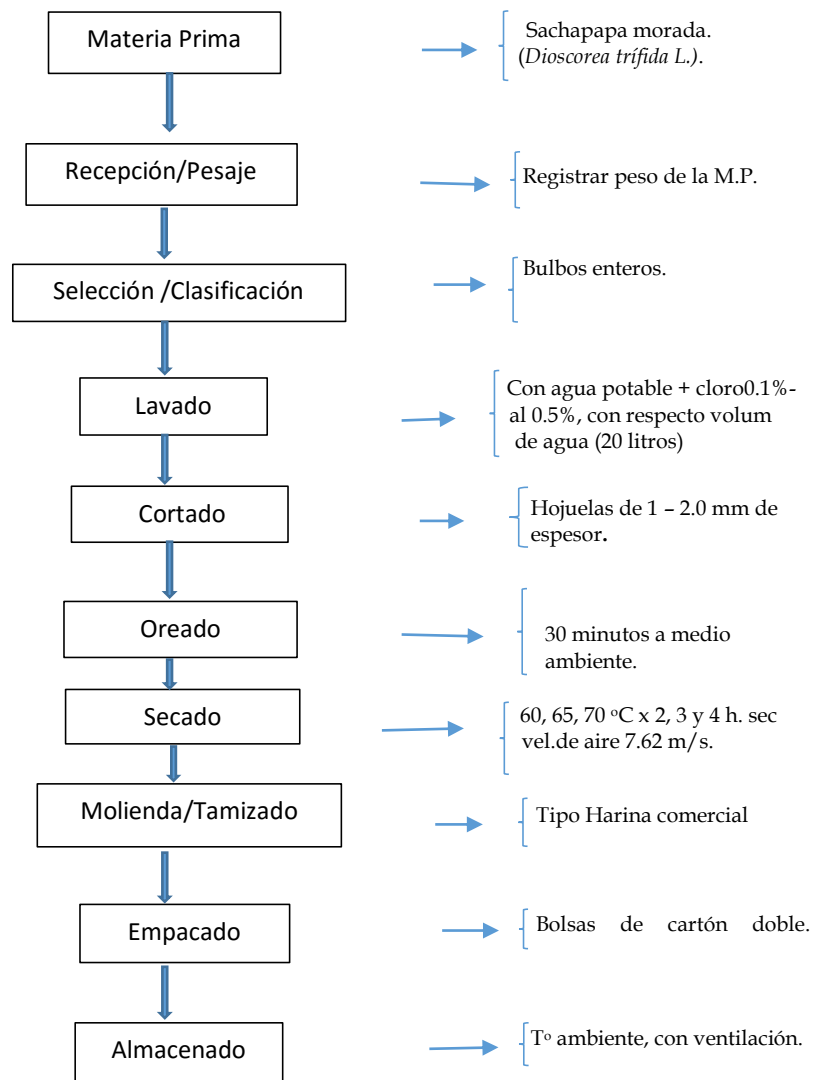
D: peso de la muestra en miligramos.

- **Determinación de pH (25°C). Método A.O.A.C. 2014.**

Este método se realiza por el método potenciómetro. Realizado con un pH-metro con electrodos digitales a una temperatura de 25°C. Se pesa 10 gramos de muestra y se diluye en 90 ml, de agua destilada, seguidamente se deja reposar por un espacio de tiempo de 30 minutos.

Previamente el potenciómetro se calibra (los electrodos) con soluciones tampones de pH: 7.0 y 4.0, seguidamente se realiza las lecturas con la muestra problema.

### 3.4.2. Flujo Tentativo de la Operación Unitaria de Obtención de harina de Sachapapa morada.



Fuente: Zumaeta, 2013.

Figura N°03. Flujo Tentativo de la Operación Unitaria de obtención de harina de Sachapapa morada. (*Dioscórrea trifida L.*)

### 3.4.3. Breve descripción de la Operación Unitaria tentativa, para la obtención de harina de Sachapapa morada.

Las pruebas para determinar las formulaciones y parámetros de procedimientos se realizarán por ensayos de aproximación progresiva.

- a. **Materia Prima.** El nombre científico de la Sachapapa "*Dioscórea trifida* L" siendo su procedencia del caserío de Manacamiri cuenca del Rio Nanay., a unos 20 minutos de la ciudad de Iquitos, en bote motor, partiendo del puerto de Bellavista Rio Nanay.
- b. **Recepción/Pesaje.** Los frutos al llegar a la planta piloto, lugar donde se procesará, deberán estar sanos, sin magulladuras ni picaduras, y el pesaje se hará en una balanza de plataforma.
- c. **Selección/Clasificación.** Esta operación se realizará para comparar y/o eliminar los productos aptos para su procesamiento. La selección se hará extendiendo la materia prima sobre la mesa de acero inoxidable, registrando el peso de cada uno de los tubérculos. La sachapapa seleccionada fue clasificada por tamaño con la finalidad de presentar un producto de calidad uniforme.
- d. **Lavado.** Con esta operación se eliminará las partículas adheridas a los tubérculos y se reduce la carga microbiana inicial, se llevará a cabo con agua más cloro del 0.1 al 0.5%, luego se sumerge en agua potable haciendo burbujas eliminar el posible cloro que se puede quedar adherido a la materia prima.
- e. **Cortado.** Se realizará en forma manual y se utilizará cortadoras de cuchillas de acero inoxidable, teniendo en cuenta un espesor de 1 -2.5 mm, en forma rectangular. No se realizará ningún pelado, para obtener un alto rendimiento en cuanto a harina fina tipo comercial.
- f. **Oreado.** Se realizará con el objetivo de uniformizar y estabilizar el grado de humedad en los trozos que serán sometidos a secado,

esta operación se realizará dejando los trozos a temperatura ambiente por un tiempo de 30 minutos.

- g. Secado.** Se realizará utilizando un secador de bandejas donde circula aire caliente en forma forzada a 60 y 65 °C a una velocidad de aire de 7.62 m/seg. las muestras fueron colocadas sobre las bandejas ubicadas dentro del secador. Cada muestra o pruebas (02), fueron sometidas a una temperatura y velocidad de aire, que se mantuvieron constante durante todo el tiempo que duro el proceso de secado.

El proceso de secado se llevará y explicará a cabo en el punto 3.4.4. Página 38 - 40, del capítulo III. Métodos.

- h. Molienda/Tamizado.** Con las rodajas secas y de humedad uniforme se procederá a realizar la molienda utilizando el molino eléctrico, de la Facultad de Ingeniería Química, siendo el objetivo obtener partículas finas. Luego de la molienda se siguió la operación de tamizado.
- i. Empaque.** Para conservar la harina hasta su utilización, será necesario empacar en bolsas de tela tocuyo muy parecido a las harinas comerciales, en bolsitas de 1 kilogramo.
- j. Almacenamiento.** Se realizará a temperatura ambiente de +\_ 28 - 30 °C, después de 2 meses la harina será destinada a las fabricaciones de panes, esta etapa se realizará para la maduración de la harina sucedánea.

### 3.4.4. Proceso de secado. Datos para calcular las curvas de secado.

Cuadro N° 08. Cálculos de armado de curvas de secado.

Tiempo		Peso (kg)	Agua total (P -Pss)	X (P-Pss/Pss)	Valor Medio	W: s. ax/a. ab (kg/mm <sup>2</sup> )
Min	Horas					

Fuente: Geankoplis, 1998.

Se procedió colocando las muestras uniformes (en peso y volumen), en una bandeja. Como era un material sólido, se deberá llenar papel manteca de 10 x 10 perforado toda el área para que las hojuelas frescas respiren o haya la transferencia de vapor, de tal manera que solo quedo expuesta a la corriente de aire de secado la superficie de la materia prima. La pérdida en peso de humedad durante el secado se pudo determinar retirando y pesando una muestra de la bandeja en una balanza analítica el pesado se realizará cada 05 minutos en la primera hora, cada 10 minutos a partir de la segunda hora y cada 20 minutos a partir de la tercera hora, hasta peso constante. Este procedimiento se realizará para una sola velocidad de 7.06 m/s, con temperaturas de 60° 65° C. Entonces la velocidad, la humedad, temperatura y la dirección del aire fueron las mismas y constantes para cada experiencia.

Según Geankoplis 1998, los pasos a seguir en los cálculos son los siguientes:

Los datos que se obtienen del experimento de secado por muestras, se expresan como peso total (W), del solido húmedo (solido seco más humedad). A diferentes tiempos de t horas (minutos), en el periodo de secado.

Estos valores pueden convertirse a datos de velocidad de secado con los siguientes procedimientos:

Primero se recalculan los datos. Si  $W$  es el peso del sólido húmedo en Kg  
 Totales de agua más sólido seco y  $W_s$ , es el peso del sólido seco en Kg:

$$X_t : \frac{W - W_s}{W_s} : \frac{\text{Kg totales de agua}}{\text{Kg de sólido seco}} \quad (1)$$

Habiendo establecido las condiciones de secado constante se determina el contenido de humedad de equilibrio.

$$X : \frac{P - P_{ss}}{P_{ss}} \quad (2)$$

Con esto se procede a calcular el valor del contenido de humedad libre en Kg, de agua libre/kg de sólido seco para cada valor de Agua libre.

$$\text{Agua libre: } P - P_{ss} \quad (3)$$

Usando los datos calculados con la ecuación (3), se traza una gráfica del contenido de humedad libre  $P$ , en función del tiempo " $t$ " en horas, como se muestra en la Grafica N° 01, página N° 05.

Para obtener una curva de velocidad de secado se miden las pendientes de la tangente de las curvas, lo cual proporciona valores de  $dx/dt$ , para ciertos valores de  $t$ . Se calcula la velocidad de secado conforme a la siguiente ecuación.

$$W : \frac{s \cdot ax \text{ (kg)}}{a \cdot ab \text{ (hm}^2)} \quad (4)$$

Para ver el comportamiento de esta fórmula, llevándolo a graficar se muestra en la Grafica N° 02, página N° 08.

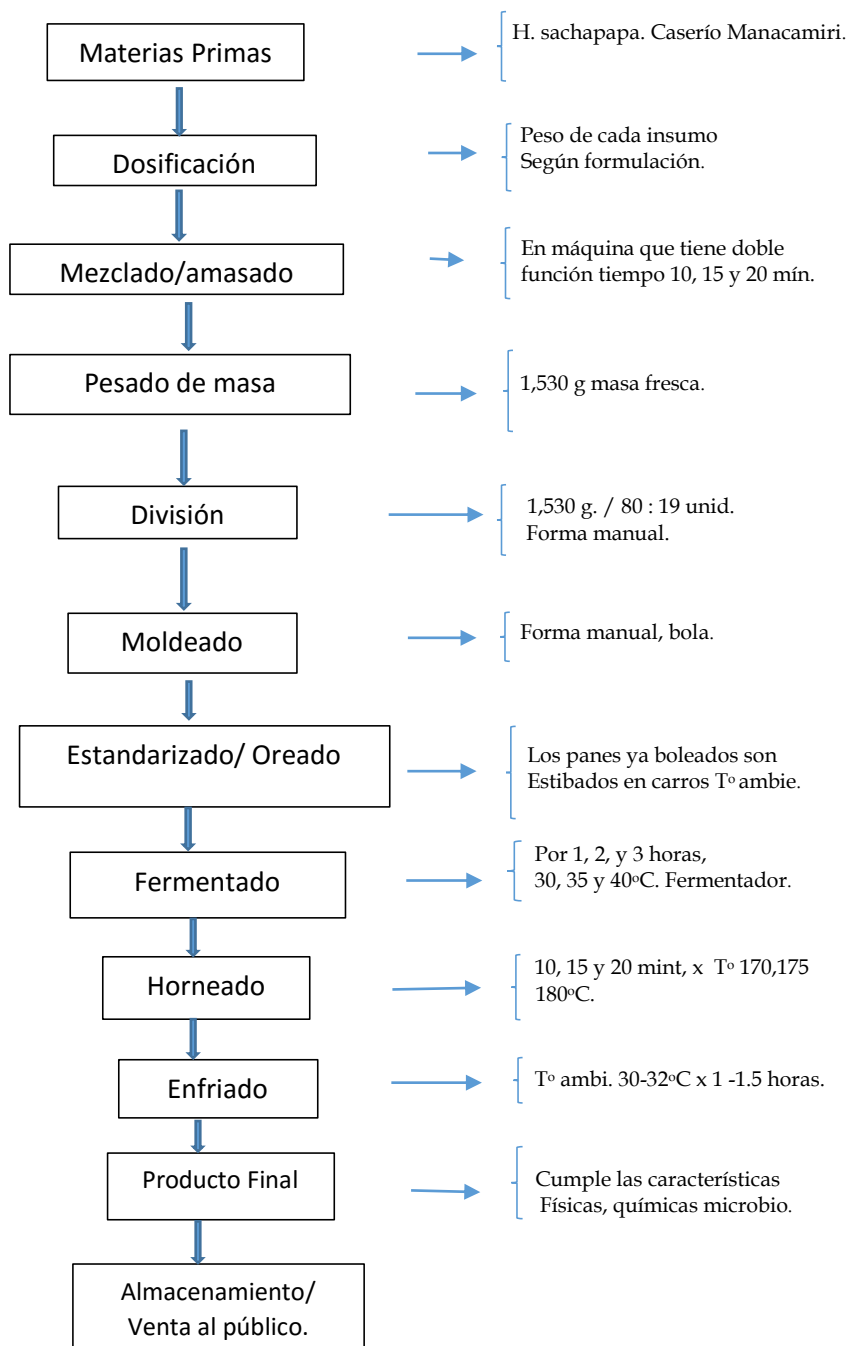
### **3.4.5. Análisis Físicos Químicos de la Harina de Sachapapa.**

Se realizará siguiendo el mismo método, que de la materia prima:

- Determinación de humedad. Método A.O.A.C. 2014.
- Determinación de Proteínas Totales. Método A.O.A.C. 2014.
- Determinación de Grasas Totales. Método A.O.A.C. 2014.
- Determinación de Cenizas. Método A.O.A.C. 2014.
- Determinación de Carbohidratos. Método A.O.A.C. 2014.
- Determinación de Energía Total. Método A.O.A.C. 2004.
- Determinación de Acidez Titulable. Método A.O.A.C. 2014
- Determinación de pH (25° C). Método A.O.A.C. 2014.
- Determinación de Azúcares Reductores. Método A.O.A.C. 2014.



### 3.4.6. Flujo Tentativo de Obtención de Pan a base de harina sucedánea de Sachapapa morada.



Fuente: Zumaeta, 2013.

Figura N° 04. Flujo Tentativo de obtención de Pan a partir de la harina sucedánea de sachapapa morada.

### 3.4.7. Breve descripción del proceso unitario tentativo, para obtener Pan de Harina sucedánea de Sachapapa morada.

- a. **Materias primas.** La materia prima será adquirida en un caserío de la periferia de la ciudad de Iquitos, las cuales posteriormente fueron procesados en las instalaciones de la Planta Piloto de Conservas de la Facultad de Industrias Alimentarias.
- b. **Dosificación.** También se llama pesado, en esta etapa del proceso se pesa todos los insumos que entraran en la formulación según tabla que se muestra a continuación:

Tabla N° 09. Formulaciones propuestas de panes.

Ingredientes en base a harina de trigo. (Kilogramos).	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Harina de trigo (g)	900.0	930.0	950.00
H. de Sachapapa morada	100.0	70.0	50.00
Manteca vegetal	70.0	70.0	70.00
Levadura	12,0	12.0	12.00
Sal	18.0	18.0	18.00
Azúcar	80.0	80.0	80.00
Agua tratada fría (ml)	350.0	350.0	350.00
TOTAL	1,530.0	1,530.0	1,530.0

Fuente: Los autores.

- c. **Mezclado/Amasado.** Se realizará en una maquina llamada mezcladora/amasadora, de acero inoxidable, mezclando primero las harinas, luego se adiciona la manteca, levadura, azúcar y por último el agua, el tiempo de amasado será: 10, 15 y 20 minutos.
- d. **Pesado de masa.** Se pesará una masa de 1,530 kilogramos, en una balanza de platillos y seguidamente se pasará a una divisora.
- e. **División.** Se realizará en forma manual, teniendo en cuenta que cada porción o ración debe pesar 80 gramos en masa fresca/húmeda, dando 19 unidades.
- f. **Moldeado.** Se realizará en forma manual y se realizará teniendo un peso de 80 gramos cada bola o ración, siendo la forma bizcocho.

- g. **Estandarizado u Oreado.** Es un paso del proceso que servirá para estabilizar la masa en relación con el ambiente de la planta.
- h. **Fermentado.** Se llevará a cabo en un tiempo de 1, 2 y 3 horas (en una cámara de fermentación a una temperatura de 30, 35 y 40° C).
- i. **Horneado.** Se realizarán pruebas, en un Horno Max 1000, marca NOVA, de fabricación peruana, por un tiempo de 10, 15 y 20 minutos a una temperatura de 165, 170 y 180°C.
- j. **Enfriado.** Se realizará al medio ambiente (siendo la temperatura 31°C, bajo sombra por un tiempo de espacio de 1 - 1.5 horas, con ayuda de un ventilador.
- k. **Producto final.** El producto final debe cumplir todas las especificaciones físicas, químicas y microbiológicas.
- l. **Almacenamiento/Venta al Público.** Se realizará en un mostrador la cual esta una temperatura ambiente, porque estos productos son muy solicitados.

### **3.4.7. Control del Producto Final (Pan horneado).**

#### **3.4.7.1. Análisis Físicos Químicos.**

Se seguirá la misma metodología que para las determinaciones de harina de sachapapa.

- Determinación de Humedad. Método A.O.A.C. 2014.
- Determinación de Cenizas. Método A.O.A.C. 2014.
- Determinación de Grasas. Método A.O.A.C. 2014
- Determinación de Proteínas. Método A.O.A.C. 2014
- Determinación de Carbohidratos. Método A.O.A.C. 2014
- Determinación de Energía. Método A.O.A.C. 2014
- Determinación de Acidez titulable. Método A.O.A.C. 2014
- Determinación de pH (25° C). Método A.O.A.C. 2014

#### **3.4.8.2. Determinación Microbiológica del Pan.**

- Determinación de Hongos y Levaduras. Método I.C.M.S.F. 2012.

### 3.4.8.3. Análisis Sensorial.

La metodología es según (Hernández, 2009), siendo el método Descriptivo y Afectivo, y se evaluará las características sensoriales, para lo cual se utilizará 25 panelista no entrenados, siendo estos panelistas alumnos del último semestre de la carrera de Ingeniería, siendo las características que se evaluarán: color, olor, sabor y textura general. En el cuadro N° 08, se muestra la calificación hedónica que se utilizará en este trabajo.

Tabla N° 10. Calificación hedónica que se utilizará en la evaluación sensorial.

Características que se evaluara	Puntuación
Excelente	5.0
Bueno	4.0
Regular	3.0
Deficiente	2.0
Muy deficiente	1.0

Fuente: Hernández, 2009.

En las Tablas N° 09, 10, 11, 12, se muestran el tipo de formato que se utilizará, para las evaluaciones sensoriales de Pan con harina de sachapapa morada.

Tabla N° 11. Evaluación del Color

Característica a evaluar	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Excelente			
Bueno			
Regular			
Deficiente			
Muy deficiente			

Fuente: Hernández, 2009.

Tabla N° 12. Evaluación del Olor.

Característica a evaluar	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Excelente			
Bueno			
Regular			
Deficiente			
Muy deficiente			

Fuente: Hernández, 2009.

Tabla N° 13. Evaluación del sabor.

Característica a evaluar	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Excelente			
Bueno			
Regular			
Deficiente			
Muy deficiente			

Fuente: Hernández, 2009.

Tabla N° 14. Evaluación de Apariencia General.

Característica a evaluar	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Excelente			
Bueno			
Regular			
Deficiente			
Muy deficiente			

Fuente: Hernández, 2009.

#### 3.4.8.4. Análisis Estadístico.

Se realizará usando SPSS-23. utilizando la prueba de Varianza, por ser una prueba que más se ajusta a la manera de evaluar (comparativo), estos tipos de productos de sustitución parcial, con harinas sucedáneas.

En esta prueba se trabajará con los datos de la evaluación sensorial, de cada prueba y característica evaluadas (color, olor, sabor, apariencia general, evaluado por los 25 panelistas o catadores no entrenados.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

#### 4.1. RESULTADOS DE LA MATERIA PRIMA (Sachapapa morada).

Tabla N° 15. Resultados Físicos Químicos de la Sachapapa morada (*Dioscórea trifida L.*).

Componentes de la Sachapapa morada ( <i>Dioscórea trifida L.</i> )	Resultados en 100 g.m.c. (g) (A)	Resultados en 100 g.m.c. (g). (M.S.) (B)
Humedad	68.10	67.20
Calorías (kcal)	126.31	126.00
Proteínas Totales	2.43	2.50
Grasas Totales	0.11	0.10
Carbohidratos Totales	28.90	29.40
Cenizas Totales	0.78	0.80
Materia seca	31.90	32.80
Acidez Titulable (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) (%)	0.08	--
pH(25°C)	5.40	--

Fuente: Los autores. 2015.

En la Tabla N°15, se muestran los resultados de la Sacha papa morada, en base a 100 gramos de muestra comestible, el cual es expresado en base húmeda, estos resultados los comparamos con los de la Tabla No 02 (Página N° 04). La muestra A (Muestra realizada por los tesisistas) nos muestra que no hay diferencia significativa (significancia) con respecto a los componentes, de la muestra B (análisis realizado por Digesa/Ministerio de Salud), humedad, grasas, cenizas, carbohidratos, proteínas totales y calorías, haciéndolos muy confiables, los métodos utilizados en cada determinación realizada a la materia prima.

En el punto 4.2, se muestra el diagrama de proceso de la Operación Unitaria para la obtención de harina sucedánea de Sacha papa morada, la cual seguidamente se describe paso a paso.

#### 4.2. Flujo Definitivo de la Operación Unitaria de Obtención de Harina Sucedánea de Sacha papa morada.

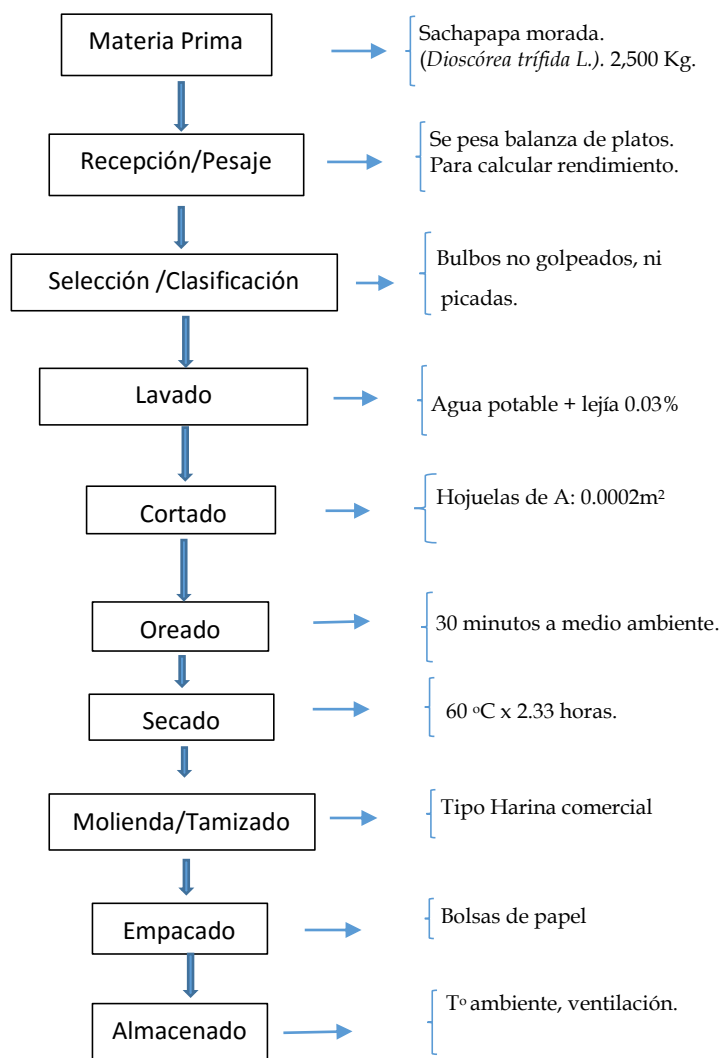


Figura N°05. Flujo definitivo de la Operación Unitaria de obtención de harina sucedánea de Sachapapa morada. (*Dioscórea trifida* L.).

#### **4.3. Descripción de las Operaciones Unitarias, para la obtención de la harina sucedánea de sachapapa morada (*Dioscórea trifida* L.).**

##### **a. Materia Prima.**

La materia prima para esta investigación fue la Sachapapa morada, que fue adquirida en el Caserío de Manacamiri, (Rio Nanay) la cual está ubicada 20 minutos de la ciudad de Iquitos, partiendo del puerto de Bellavista Rio Nanay, (en un bote motor).

##### **b. Recepción/Pesaje.**

Los frutos tubérculos llegaron a la planta piloto para su procesamiento fueron sanos sin magulladuras, ni picaduras, el pesaje se hizo en una balanza de plataforma de pie, marca Toledo. Se pesó 2,500 kilogramos de materia prima fresca.

##### **c. Selección/Clasificación.**

Fue seleccionada por tamaño y extendida sobre una mesa de acero inoxidable, con la finalidad de clasificar y tener una materia prima de calidad.

##### **d. Lavado.**

Con esta operación se elimina todas las partículas adheridas a la materia prima, reduciendo la carga bacteriana inicial y se llevó a cabo utilizando 10 ml de lejía (hipoclorito de sodio al 4%, p/p), con respecto a 20 litros (equivale a 20,000 mililitros de agua,), llevado a porcentaje equivale al 0.1%, esto se realiza manualmente haciendo burbujear el agua potable con hipoclorito de sodio, para desprender y eliminar toda la suciedad adherida al tubérculo.

##### **e. Cortado.**

Se realizó utilizando una cortadora manual de acero inoxidable, la cual tiene un espesor de 1 mm, teniendo forma rectangular, no se realizó ningún pelado, el área de las rodajas son  $2 \text{ cm}^2 = 0.0002 \text{ m}^2$ , para obtener un alto rendimiento en cuanto a la obtención de harina sucedánea de sachapapa, tipo comercial.



**f. Oreado.**

Se realizó con la finalidad de estandarizar o estabilizar el grado de humedad, llamado también escurrido, del agua que se queda en la parte superior de las hojuelas (forma rectangular), y se realiza a temperatura ambiente (30 grados centígrados bajo sombra). Este paso se lleva a cabo dejando las rodajas en las bandejas de aluminio al medio ambiente por un tiempo de 30 minutos.

**g. Secado.**

Se realizó utilizando un secador de bandejas, es del tipo de secador de flujo estacionario (por que las resistencias lo tienen en la pared interior del secador), teniendo un ventilador de entrada- aire y salida de vapor saturado. El estudio trabajo a una velocidad de aire: 7.62 m/seg, a una temperatura de secado de 65°C. Las curvas de secado se explicarán en el punto: 4.2.3. Operaciones de secado. Porque utilizamos la temperatura antes mencionada, es por investigaciones referente sobre el tema (Carranza, 2001, Díaz, 1989). Es por a esa temperatura los componentes de la Sachapapa morada, no sufren cambios químicos y bioquímicos en su composición nutricional (Desnaturalización de las proteínas y grasas).

**h. Molienda/Tamizado.**

Una vez secas las rodajas rectangulares, y con una humedad uniforme se procedió a la molienda utilizando un molino de eléctrico de martillo, obteniendo partículas finas, para luego tamizarlo para lo cual se utilizó diferentes diámetros de tamices. La cantidad de harina tipo comercial fue de 637 gramos. Siendo el rendimiento en harina de 25.48%

**i. Empaque.**

El tipo de empaque que se utilizó, fue bolsas papel doble, parecidas a las bolsas de harina comercial.

**j. Almacenado.**

Se realizó a temperatura ambiente, bajo sombra la cual fue de 32° C, la cual después, se procedió a realizar los análisis físicos químicos. Como se muestra en la Tabla N° 18.

#### 4.4. Datos experimentales de la Cinética de Secado.

Tabla N° 16. Datos Experimentales Comparativos de Cinética de secado a diferentes temperaturas, (60 y 65°C), de hojuelas de Sachapapa morada.

Tiempo (Min)	Tiempo (h)	TEMPERATURA: 60 °C				TEMPERATURA: 65 °C			
		Peso Total (g.)	Peso total (Kg)	X Medio	W (Kg./h) m <sup>2</sup>	Peso Total (g.)	Peso Total (Kg.)	X Medio	W (Kg./h) m <sup>2</sup>
0	0.000	45	0.045	--	180	45	0.045	--	300
5	0.083	43.45	0.04345	4.62	180	40.1	0.0401	5.079	300
10	0.167	38.4	0.0384	4.43	180	35.1	0.0351	4.371	300
15	0.250	36	0.036	3.80	180	30.09	0.03009	3.656	253.353
20	0.333	34	0.034	3.50	180	26.1	0.0261	3.014	211.218
25	0.417	31	0.031	3.25	180	23.1	0.0231	2.514	175.232
30	0.500	28	0.028	2.87	180	20.13	0.02013	2.088	144.369
35	0.583	26	0.026	2.50	164.221	17.98	0.01798	1.722	120.68
40	0.667	23	0.023	2.24	135.554	16.2	0.0162	1.441	96.689
45	0.750	21	0.021	1.87	116.443	14	0.014	1.157	77.4
50	0.833	19	0.019	1.62	97.332	13	0.013	0.929	65.344
55	0.917	18	0.018	1.37	87.777	12	0.012	0.786	53.289
60	1.000	16	0.016	1.25	68.666	11	0.011	0.643	41.233
70	1.167	14	0.014	1.00	49.555	10	0.01	0.500	32.854
80	1.333	12	0.012	0.75	30.444	9.61	0.00961	0.401	29.659
90	1.500	11	0.011	0.50	20.888	9.47	0.00947	0.363	27.188
100	1.667	11	0.011		13.220	9.2	0.0092	0.334	24.355
110	1.833	11	0.011		13.220	9	0.009	0.300	21.883
120	2.000	11	0.011		13.220	8.79	0.00879	0.271	18.026
130	2.167	10	0.010		2.007	8.61	0.00861	0.225	14.771
140	2.333	9	0.009		0.001	8.36	0.00836	0.186	13.264
160	2.667	9	0.009		0.001	8	0.008	0.169	5.066

Fuente: Los autores, 2015.

En la Tabla N° 16, se muestran los datos corregidos de las Tablas N° 28,29, 30 y 31. De los cuales fueron tabulados los datos experimentales a las dos temperaturas de 60 y 65° C. Se muestran los factores que determinaron experimentalmente el proceso de secado, asimismo también de los resultados en términos de tiempo de secado, pérdida de peso y velocidad de secado de la materia prima para posteriormente diseñar las gráficas del proceso de secado de la *Dioscórea trifida*.

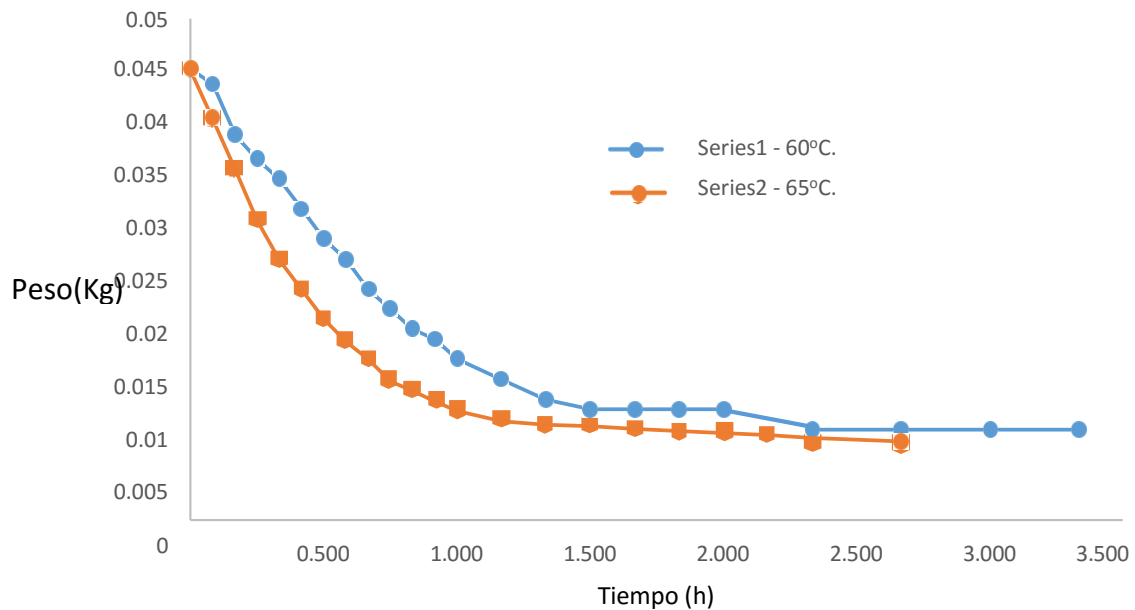


Figura N° 06. Curva comparativa de Cinética de Peso vs Tiempo.

En la Figura 03. La prueba de secado a 60°C, la cinética de Peso vs Tiempo a velocidad constante (7.06 m/s), teniendo una duración de 60 minutos (el cual se pesó cada 5 minutos), existió una pérdida de 0.045 - 0.016: 0.023 kg de agua /kg de solido seco, en el segundo periodo (se pesó cada 10 minutos), tenemos una pérdida de (0.014 - 0.009): 0.005 kg de agua/kg de solido seco y en el tercer periodo fue de 20 minutos, y es a partir de este, se vuelve constante, retirando las hojuelas de sachapapa con un contenido de 0.009 kg de agua/kg de solido seco. En la prueba de secado a 65°C, en la misma figura, la cinética de Peso vs Tiempo, a velocidad constante (7.06 m/s), teniendo una duración de 60 minutos (se pesó en un intervalo de 5 minutos), existió una pérdida de 0.045 - 0.011: 0.034 kg de agua /kg de solido seco, en el segundo, tenemos una pérdida de 0.011 - 0.00836: 0.00264 kg de agua/kg de solido seco y en el tercer periodo es que se vuelve contante, retirando las hojuelas con 8 kg de agua/kg de solido seco. Entre las dos curvas experimentales a diferentes temperaturas (60 y 65°C), la primera temperatura es la que más rápido comienza a perder peso, con respecto a la segunda existe un periodo de latencia o resistencia a perder peso.

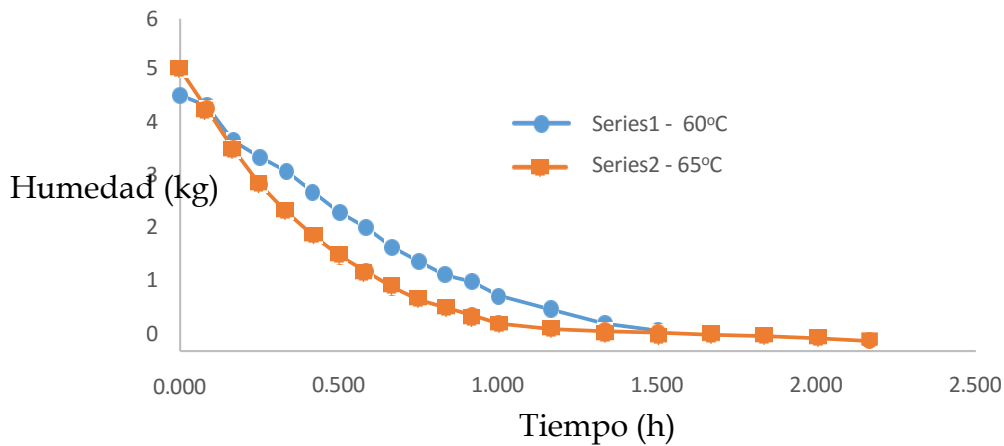


Figura N° 07. Curva Comparativa de Cinética Tiempo vs Humedad.

Las curvas de la Figura 04. Fueron obtenidas tabulando los valores experimentales de humedad versus tiempo durante el proceso de secado, pudiendo apreciarse la pérdida de humedad contenida en la materia prima conforme se incrementa el tiempo de exposición de la misma a la corriente de aire caliente. En las curvas se aprecian los períodos de secado a velocidad constante, en la serie 1 a 60 °C teniendo una duración de 60 minutos, existió una pérdida de 0.023 kg de agua /kg de solido seco, en el segundo periodo tenemos una pérdida de 0.005 kg de agua/kg de solido seco y en el tercer periodo la humedad se vuelve constante, retirando las hojuelas de sachapapa con un contenido de 0.009 kg de agua/kg de solido seco.

En la serie 2 a 65°C, la cinética de Peso vs Tiempo, a velocidad constante (7.06 m/s), teniendo una duración de 60 minutos existió una pérdida de 0.034 kg de agua /kg de solido seco, en el segundo, tenemos una pérdida de 0.00264 kg de agua/kg de solido seco y en el tercer periodo es que se vuelve contante, retirando las hojuelas con 8 kg de agua/kg de solido seco, quedando la S1 y S2 con un 8 a 10% de humedad de las hojuelas, confirmando también las investigaciones de Díaz (9 - 11 %, como hojuelas de pan de árbol) y Carranza (7 - 11 % de hojuelas de plátano y yuca).

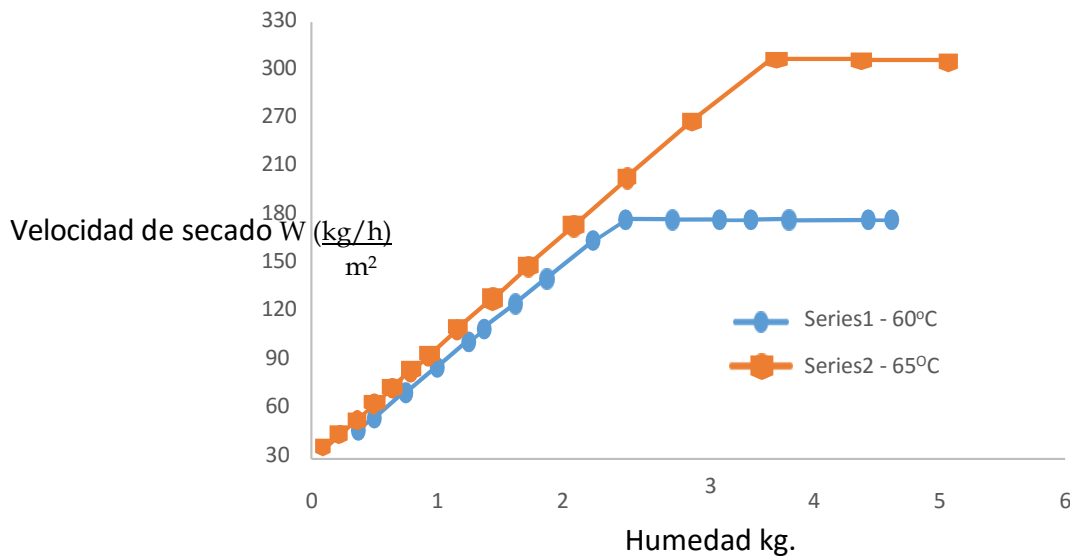


Figura N° 08. Curva de Velocidad de Secado vs Humedad.

En la Figura N°05, Velocidad de secado ( $W$ ) vs humedad ( $X$ ), la materia prima secada a 60°C, no se obtiene una tabulación de datos concluyentes para diferenciar las 04 etapas del secado. La etapa A - B, no existe, llamado tramo de inducción, aunque si se obtiene una etapa B-C (B: 4.62, C: 2.50), teniendo el valor de velocidad secado constante de 180 kg /h m<sup>2</sup>, con una humedad inicial ( $X_o$ ): 4.62, humedad critica ( $X_c$ ): 2.50, el tramo C-D, etapa caída de velocidad de secado (C: 2.50, D: 0. 37), teniendo una humedad de equilibrio ( $X_e$ ): 0.37, no pudiéndose graficar el último tramo D-E. Todos estos datos se confirman o corroboran en la Tabla N° 17.

Lo mismo sucede utilizando la temperatura de secado de 65°C, donde no se puede diferenciar las cuatro etapas del secado, la etapa A - B llamado tramo de inducción no existe, obteniendo el tramo B-C velocidad de secado (B: 5.07, C: 3.65), el valor del secado constante es de 300 kg/h m<sup>2</sup>, teniendo una humedad inicial ( $X_o$ : 5.07), una humedad critica ( $X_c$ ): 3.65, no pudiéndose graficar el tramo D - E, teniendo una ( $X_e$ : 0.30). Estos datos se corroboran en la Tabla N°17.

Tabla N° 17. Contenidos de humedades de las gráficas Velocidad de secado vs Humedad. (60 y 65°C).

Humedades	60°C	65°C
Humedad inicial ( $X_0$ )	4.62	5.07
Humedad critica ( $X_c$ )	2.50	3.65
Humedad equilibrio ( $X_e$ )	0.37	0.30
Velocidad de secado ( $W_c$ )	180	300

Fuente: Los autores, 2015.

Tabla N° 18. Resumen de las curvas de secado. Peso vs Velocidad de secado, para la temperatura de 60°C.

Tiempo (Hr)	Peso (kg)	Pérdida de (%) peso	Humedad	Perdida de (%) humedad	Velocidad de secado (W).
0	0.045	100	75.56	100	180
2.66	0.09	75.56 24.44	9.00	89.90 9.00	

Fuente: Los autores, 2015.

Tabla N° 19. Resumen de las curvas de secado. Peso vs Velocidad de secado, para la temperatura de 65°C.

Tiempo (Hr)	Peso (kg)	Pérdida de (%) peso	Humedad	Perdida de (%) humedad	Velocidad de secado (W).
0	0.045	100	82.23	100	300
2.66	0.08	82.23 17.77	8.00	90.28 9.72	

Fuente: Los autores, 2015.

De la Tabla N° 18 y 19, para temperatura de secado a 60°C, las hojuelas pierden un porcentaje de peso 75.56%, a 65°C, es de 82.23 y en perdida en % de humedad es de 89.90 y 90.28 respectivamente. Corroborando que convertido a harina sucedánea la hojuela secada a 60°C, es la que más se acerca a lo requerido según la Norma técnica para harinas sucedáneas, las cuales varían de 10 a 14% de humedad

#### 4.5. Resultados Físicos Químicos de la harina de Sachapapa morada.

Tabla N° 20. Resultados de Análisis Físicos Químicos de la harina de Sachapapa morada.

Componentes (g)	Resultados
Humedad	11.90
Grasas totales	0.89
Proteínas Totales	2.99
Carbohidratos Totales	82.87
Cenizas Totales	1.35
Acidez Titulable (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.11
Energía Total (Kcal)	351.39
pH (25°C)	5.70
Materia seca	88.10

Fuente: Los autores, 2015.

En el Tabla N° 20, se muestran los resultados de análisis de la harina de Sachapapa morada, la cual está clasificada como harina sucedánea, así mismo comparando estos resultados con la Tabla N° 03, todos los resultados reportados no difieren, no existiendo una diferencia significativa o de gran significancia, excepto el contenido de proteínas, que como para ser una harina sucedánea, tiene un alto contenido de proteínas con 2.99%, harina de plátano (Vela, 2002) fue de 3.10% de proteínas y harina de pituca (Digesa, 2008) fue 8.10%, así también como lo demuestran las investigaciones realizadas por Díaz (1989); 0.84% y San (2002): 24.15% Otra de las diferencias de estas harinas es que son ricas en Energía Total, por tener alto contenido de Carbohidratos Totales. Todos estos están expresados en 100 gramos de parte comestibles, de los componentes más saltantes es que tiene una acidez titulable (esta expresado en ácido sulfúrico), dentro de los rangos de una harina sucedánea (0.10 - 0.12%).

#### 4.6. Flujo de Proceso Definitivo para la obtención de Pan a partir de harina de Sachapapa morada.

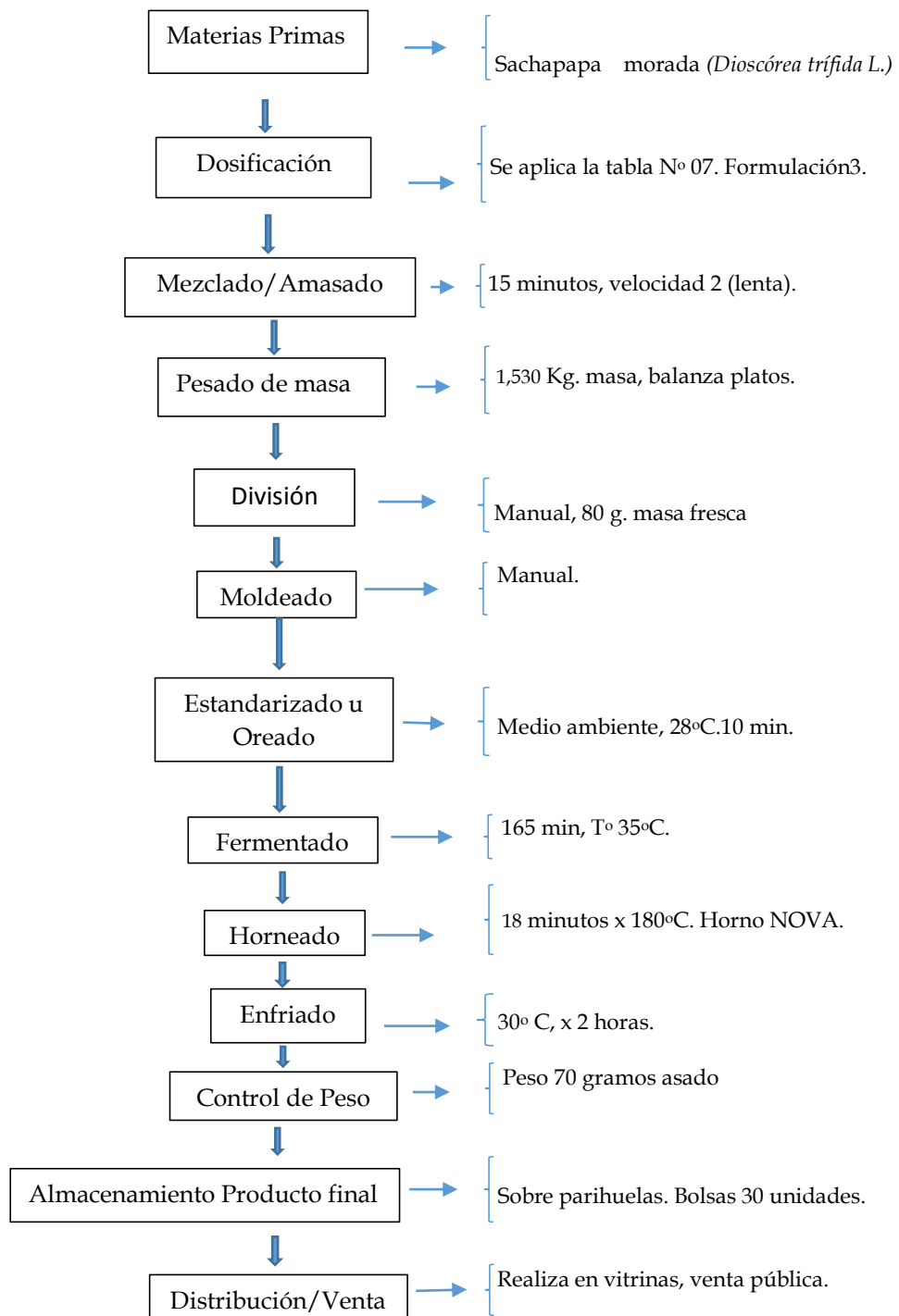


Figura N° 09. Flujo de Procesamiento para la obtención de Pan a partir de harina sucedánea de Sachapapa morada.



#### **4.6.1. Descripción del Flujo de Proceso de Pan a base de harina sucedánea de Sachapapa morada.**

##### **a. Materias Primas.**

Fueron adquiridos al proveedor que tiene la F.I.A. según el Cuadro N° 07. Página N°43. Seguidamente se procesa en las Instalaciones de la Planta Piloto de Panificación de la Facultad de Industrias Alimentarias.

##### **b. Dosificación.**

Se realizaron utilizando una balanza de platos, y se pesan como esta en el cuadro N° 07. Se realizaron 03 formulaciones, cada una con porcentaje diferente. De los cuales, posteriormente se realizaron las pruebas sensoriales, de cada formulación propuesta.

##### **c. Mezclado/Amasado.**

Se realizó en una maquina llamada mezcladora/amasadora, todo de acero inoxidable, marca NOVA, de fabricación peruana, mezclando primero las harinas, luego se adicionó la manteca vegetal, levadura, azúcar blanca, y por último el agua, el tiempo del mezclado-amasado es de 15 minutos.

##### **d. Pesado de Masa.**

Se pesó 1,530 gramos, en una balanza de platos, luego se hace una bola grande de masa fresca.

##### **e. División.**

Se realizó en forma manual, teniendo en cuenta que cada porción de masa (unidad de pan fresco), pesa 80 gramos como masa fresca húmeda, siendo la cantidad de 19 panes con 80 gramos y una ración con peso incompleto.

##### **f. Moldeado.**

Se realizó en forma manual, con un peso de 80 gramos de masa fresca, siendo el tipo de pan el bizcocho. El tiempo que demora esta etapa del proceso, está de acuerdo a la cantidad en kilogramos.

**g. Estandarizado u Oreado.**

Esta etapa del proceso, se llevó a cabo para estabilizar la masa en relación con el ambiente de la planta de proceso, y esto tuvo una duración de 10 minutos a una temperatura de 28°C, bajo sombra.

**h. Fermentado.**

Se llevó a cabo en una fermentadora, a una temperatura de 35°C, por un tiempo de 165 minutos el cual equivale a 2.75 minutos.

**i. Horneado.**

Se realizó en un Horno, marca NOVA, de fabricación peruana, Modelo Max 1000, siendo el tiempo de asado 15 minutos a una temperatura de 180° C.

**j. Enfriado.**

Se realizó al medio ambiente a una temperatura de 30°C, por un tiempo de 120 minutos, equivalente a 2 horas. Esto se realizó utilizando un ventilador de pie, este aire va directamente al producto, las cuales están reposando en las bandejas de aluminio, y estas están dentro de los carritos de horneado.

**k. Control de Peso.**

Se realizó con la finalidad de verificar o comprobar, si el producto final tiene el peso adecuado, exigido de 70 gramos de peso seco, después de hornear.

**l. Almacenamiento del Producto Final.**

Se realizó sobre parihuelas limpias, de color blanco, en bolsas grandes de mediana tamaño, las cuales alcanzan una cantidad de 21 unidades de pan tipo bizcocho.

**ll. Distribución/Venta.**

La distribución se realiza si hay pedidos, y la venta al público, se realiza exhibiendo el producto en vitrinas.

#### 4.6.2. Resultados de los Análisis Físicos Químicos del Pan de Harina de Sachapapa morada.

Tabla N°21. Resultados de los Análisis Físicos Químicos del Pan de Sachapapa morada.

Componentes	Resultados
Energía Total (Kcal)	335.30
Humedad	19,05
Grasas Totales	5,70
Proteínas Totales	6.89
Carbohidratos Totales	67.11
Cenizas Totales	1.25
Materia seca	80.95
pH(25°C)	5.28
Acidez Titulable (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).	0.11

Fuente: Los autores, 2015.

Los resultados de la tabla N° 21, demuestran que el pan tipo bizcocho, cumple todos los requisitos físicos químicos que exige la norma R.M. 1020-2010 -MINSA (Norma sanitaria y Tecnología para la fabricación, elaboración de productos de panificación. Ver tabla N° 04, página N° 16). Dando como resultado que los métodos utilizados están dentro de rangos de dichas normas. Así mismo estos resultados no tienen una diferencia significativa (significancia) con respecto a otras investigaciones, respecto a elaboración de panes, como el de Díaz, (1989), Vela, (2001), San (2002)

#### 4.6.3. Resultados Microbiológicos del Pan de Sachapapa morada.

Tabla N° 22. Resultados del análisis microbiológico del pan de Sachapapa morada.

Ensayos Microbiológicos	Resultados	
Mohos Ufc.	4,5 x 10 <sup>1</sup>	
Levaduras	4,0 x 10 <sup>1</sup>	

Fuente: L.M.A - F.I.A. 2014.

Los resultados que se muestran en el Tabla N° 22, demuestran que están dentro de los rangos exigidos por la Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación,

galletería y pastelería. 2010. Perú. Estando apto para su consumo humano, como se muestra en la tabla N° 05, página 17.

#### 4.6.4. Resultados de los Análisis Sensoriales del Pan de Sachapapa morada.

Tabla N° 23. Resultados promedios de los análisis sensoriales del Pan de Sachapapa morada.

N°	Características Sensoriales	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
1	Color	3.00	3.28	3.72
2	Olor	2.88	3.00	4.76
3	Sabor	3.92	3.20	4.72
4	Apariencia general	2.92	2.96	4.64
	<b>TOTAL</b>	<b>3.18</b>	<b>3.11</b>	4.46

Fuente: Los autores, 2015.

Tabla N°24. Resultados de las Pruebas sensoriales de Pan de Sachapapa morada. Según formulaciones F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, y F<sub>3</sub>.

Característica evaluada: COLOR.

Numero de panelistas	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	PT
1	3	3	3	3
2	3	3	4	3
3	3	3	4	3
4	3	4	3	3
5	3	4	4	3
6	2	4	3	3
7	3	3	4	3
8	3	3	4	3
9	3	3	3	3
10	3	3	4	3
11	3	3	4	3
12	3	3	4	3
13	3	3	3	3
14	3	3	4	3
15	3	3	4	3
16	3	3	4	3
17	3	4	4	3
18	3	4	4	3
19	3	4	3	3
20	3	4	4	3
21	3	3	4	3
22	3	3	4	3
23	3	3	4	3
24	3	3	4	3
25	3	3	3	3
<b>Promedio</b>	<b>3.0</b>	<b>3.28</b>	<b>3.72</b>	

Fuente: Los autores, 2015.

Tabla N°25. Resultados de las Pruebas sensoriales de Pan de Sachapapa morada. Según formulaciones F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, y F<sub>3</sub>.

Característica evaluada: OLOR.

Numero de panelistas	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	P.T.
1	3	3	4	3
2	2	3	4	3
3	2	3	5	3
4	2	3	5	3
5	2	3	5	3
6	3	3	5	3
7	3	3	5	3
8	3	3	5	3
9	3	3	5	3
10	3	3	5	3
11	3	3	5	3
12	3	3	5	3
13	3	3	5	3
14	3	3	5	3
15	3	3	4	3
16	3	3	5	3
17	3	3	5	3
18	3	3	5	3
19	3	3	5	3
20	3	3	4	3
21	4	3	4	3
22	3	3	4	3
23	3	3	5	3
24	3	3	5	3
25	3	3	5	3
<b>Promedios</b>	<b>2.88</b>	<b>3.00</b>	<b>4.76</b>	

Fuente: Los autores.

Tabla N° 26. Resultados de las Pruebas sensoriales de Pan de Sachapapa morada. Según formulaciones F<sub>1</sub> , F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub>.

Característica evaluada: SABOR.

Numero de panelistas	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	P.T.
1	3	3	4	3
2	4	3	4	3
3	4	3	4	3
4	4	3	4	3
5	4	3	4	3
6	4	4	5	3
7	5	4	5	3
8	5	4	5	3
9	5	4	5	3
10	5	4	5	3
11	5	3	5	3
12	5	3	5	3
13	5	3	5	3
14	5	3	5	3
15	5	3	5	3
16	5	3	5	3
17	3	3	5	3
18	3	3	5	3
19	3	3	5	3
20	3	3	5	3
21	3	3	5	3
22	3	3	5	3
23	3	3	5	3
24	3	3	4	3
25	3	3	4	3
<b>Promedio</b>	<b>3.92</b>	<b>3.20</b>	<b>4.72</b>	

Fuente: Los autores, 2015.

Tabla N° 27. Resultados de las Pruebas sensoriales de Pan de Sachapapa morada. Según formulaciones: F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub>.

Característica evaluada: APARIENCIA GENERAL.

Numero de panelistas	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	P.T.
1	3	4	4	3
2	2	4	5	3
3	3	2	5	3
4	3	3	5	3
5	3	3	4	3
6	3	3	5	3
7	3	4	4	3
8	3	2	4	3
9	2	3	4	3
10	3	3	4	3
11	3	3	5	3
12	3	3	4	3
13	3	3	4	3
14	3	2	4	3
15	3	3	5	3
16	3	3	5	3
17	3	3	5	3
18	3	3	5	3
19	3	3	5	3
20	3	3	5	3
21	3	2	5	3
22	3	3	5	3
23	3	3	5	3
24	3	3	5	3
25	3	3	5	3
Promedio	<b>2.92</b>	<b>2.96</b>	<b>4.62</b>	

Fuente: Los autores, 2015



Los resultados promedios del análisis sensorial, se muestran en la Tabla N° 23, siendo los promedios de las tres formulaciones del Pan de Sachapapa morada, las cuales fueron realizadas por 25 panelistas no entrenados. Dando como resultado que la formulación F<sub>3</sub>, es la elegida por tener la mayor puntuación de todas las características evaluadas.

En las tablas N° 24, 25, 26 y 27, se demuestra las evaluaciones de las cuatro características como: Color, Olor, Sabor y Apariencia General, realizada por los panelistas no entrenados, donde se obtienen los promedios, como se describe anteriormente. Así mismo se muestran en las gráficas N° 06, 07, 08 y 09.

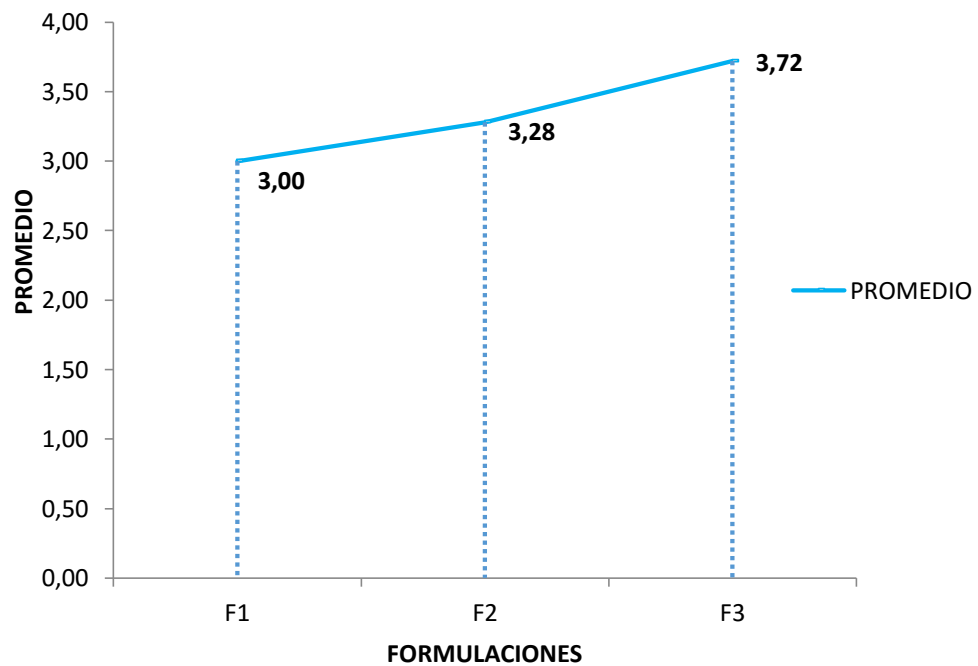


Figura N° 10: Promedio de color de la evaluación del pan de sachapapa morada.

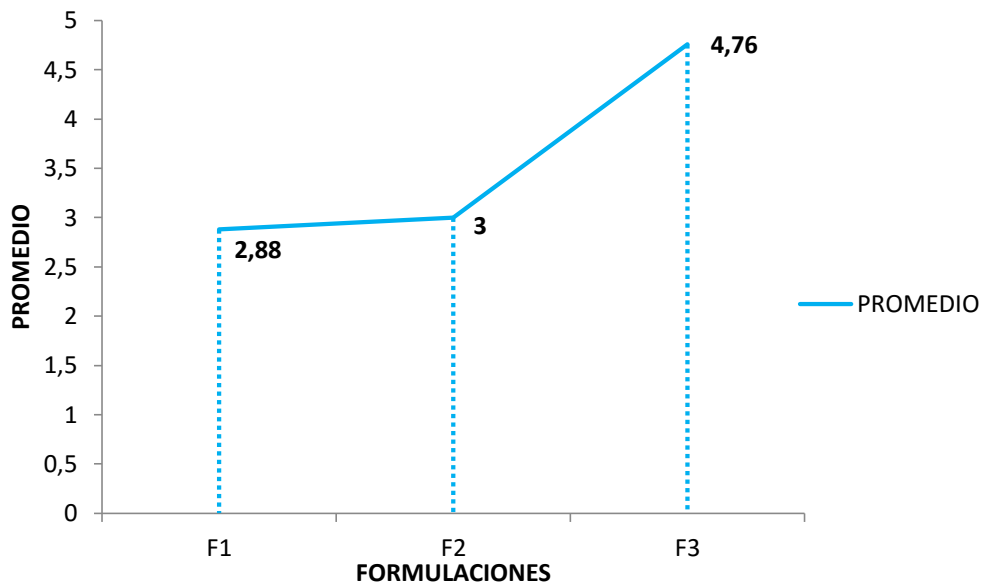


Figura N° 11: Promedio de olor de la evaluación del pan de sachapapa morada.

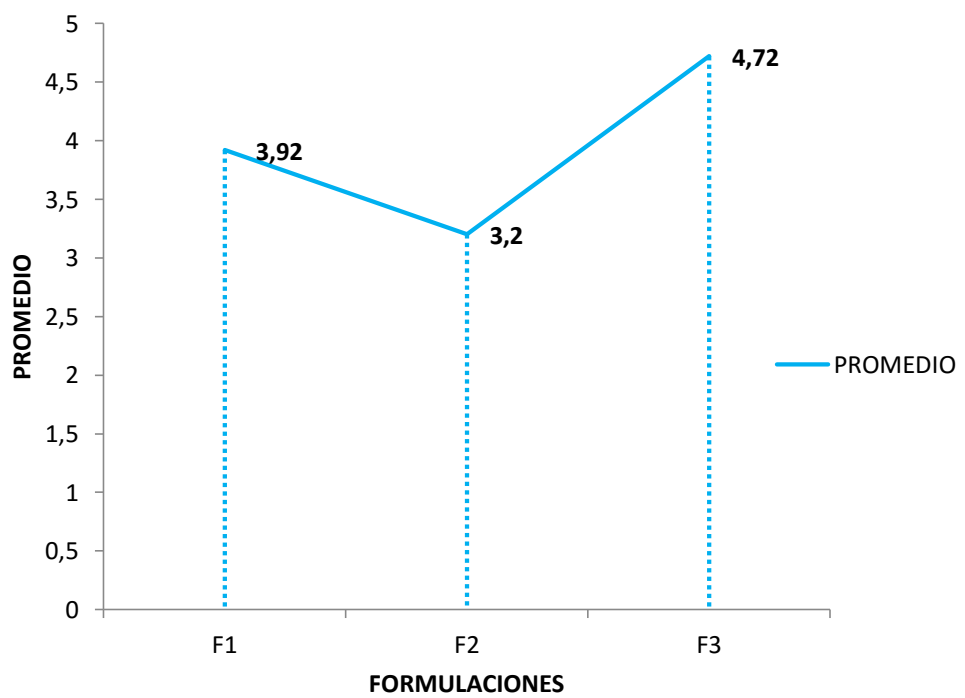


Figura N° 12: Promedio de sabor de la evaluación del pan de sachapapa morada.

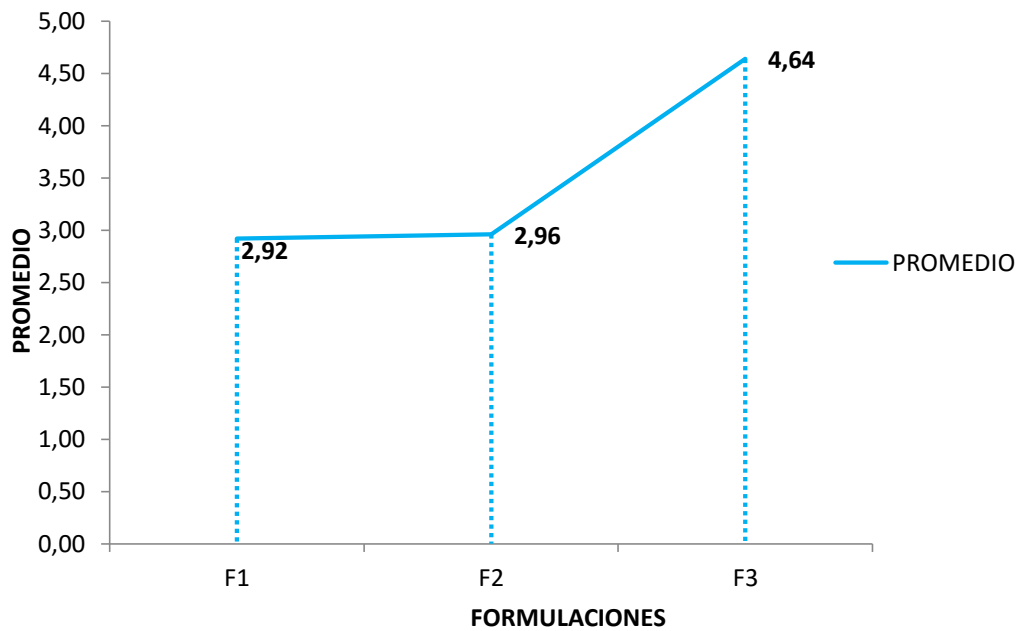


Figura N° 13: Promedio de apariencia general de la evaluación del pan de sachapapa morada.

#### 4.6.5. Resultados Estadísticos.

En el Anexo N° 04, mostramos los resultados de las pruebas que se realizaron en las tres (03) pruebas de formulaciones propuestas. Dando como conclusión final que no hay diferencia significativa.

De acuerdo a los datos obtenidos para el análisis estadístico, se empleó el ANOVA para contrastar estadísticamente y verificar si existe diferencia significativa entre la media de los tratamientos, para el cálculo se emplea las formulas siguientes:

**-Factor de Corrección (FC):**

$$FC = \sum T_{ij}/i*j$$

**- Suma de Cuadrados (SC):**

$$\text{Total: } SCT = \sum (T^2) - FC$$

$$\text{Muestras: } SCm = \sum X_i/j - FC$$

$$\text{Jueces: } SCj = \sum X_j/i - FC$$

$$\text{Error: } SCe = SCT - SCm - SCj$$

**- Grados de Libertad (GL):**

Total:  $GLT = i*j - 1$

Muestras:  $GLm = I - 1$

Jueces:  $GLj = j - 1$

Error:  $GLE = GLT - GLm - GLj$

**- Cuadrados Medios (CM):**

Muestras:  $CMm = SCm/GLm$

Jueces:  $CMj = SCj/GLj$

Error:  $Cme = Sce/GLe$

**- Relación de Variación: (F de Fisher).**

Muestras:  $Fm = CMm/Cme$

Jueces:  $Fj = CMj/Cme$ .

Estos cálculos se emplearon en todas las características evaluadas (sabor, color, olor y apariencia general), donde se determinó que las formulaciones:  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ , no muestran mayor diferencia significativa entre las medias de los demás tratamientos. Los cálculos se muestran en Anexo N° 04.

## V. CONCLUSIONES.

1. La variedad de "*Dioscórea trifida* L", es la Sachapapa morada, de la Comunidad de Manacamiri-Cuenca Rio Nanay.
2. Los cálculos referentes a los análisis físicos químicos, realizados en el presente trabajo de investigación, con respecto a la revisión bibliográfica, no difieren mucho en cuanto a los resultados.
3. En cuanto al flujo de proceso de obtención de harina sucedánea, no se realiza el pelado del tubérculo, para obtener una harina sucedánea. El rendimiento en cuanto a harina es de 25.48%.
4. La temperatura ideal de secado fue de 60°C, y una velocidad de aire 7.62 m/s, por ser la que mejor característica física y química, que presentan las hojuelas de sachapapa morada,
5. El tiempo ideal de secado a 60°C, fue de 160 minutos, la cual equivale a 2,66 horas.
6. La formulación ideal, para los Panes, es la F3, previa evaluación de las características organolépticas (color, sabor, olor y apariencia general) de los 25 panelistas no entrenados.
7. Los análisis físicos químicos del pan de harina de sachapapa morada, cumple con los requisitos exigidos por la norma sanitaria correspondiente del Ministerio de Salud, 2010.
8. Los resultados microbiológicos presentan los siguientes reportes: Mohos;  $4.5 \times 10^1$ , Levaduras;  $4.0 \times 10^1$ , cumple los requisitos que exige la norma.
9. En cuanto a las pruebas estadísticas de las tres formulaciones, aplicando la prueba de Varianza, no existe diferencia significativa

## **VI. RECOMENDACIONES.**

1. Seguir investigando sobre tubérculos amazónicos, y así tener datos exactos sobre posible industrialización.
2. Realizar estudios para la instalación de una planta de harina sucedánea y utilizar en la sustitución parcial de la harina de trigo.
3. Realizar los estudios de costos, para saber a ciencia cierta cuanto es su valor comercial.
4. Realizar el estudio a nivel de pre-factibilidad sobre la instalación de una planta de harinas sucedáneas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. A.O.A.C. 2014. Métodos Oficiales de Análisis de Alimentos. XXXVIII. Mundi. Prensa. Madrid. España.
2. García A.1, Pérez E.2 y Dávila R.1.2015. Universidad Central de Venezuela (UCV). 1Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias. Maracay2.
3. Bou, M. Brako, I. Zaruchi, J. 2006. Catálogo de las Angiospermas del Perú. Missouri. Botanical Garden St. Louis. Missouri. EE.UU.
4. Carranza, J. 2001. Cinética de secado del Plátano “*Musa paradisiaca L*” y la Yuca “*Manihot esculenta C*”. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. U.N.A.P. Iquitos. Perú.
5. Correa, T. Pinedo, A. 2004. Programa de Raíces, Tubérculos y banano. Programa Mundial de investigación en raíces y tubérculos. CGIAR. Costa Rica.
6. Díaz, E. 1989. Obtención y Evaluación de Harina de Pan del Árbol “*Artocarpus communis F*” para consumo humano. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Tesis Pre-Grado. U.N.A.P. Iquitos. Perú.
7. Fioreze, R. and B. Morini. 2000. (*Dioscorea sp.*) drying with different cuts and temperatures experimental and simulated result.
8. Geamkoplis, Ch. 1998. Procesos de Transporte y Operaciones. III. Continental. México.
9. Hernández, P. 2009. Evaluación Sensorial de Alimentos. I. Aries. Bogotá. Colombia.
10. Haas, JD and T. Brownlie 2001 (Revista Universitaria - Universidad Nacional de Ucayali Pucallpa - Perú).

11. I.C.M.S.F. 2012. Métodos Oficiales de Microbiología de Alimentos. III. New York. EE.UU.
12. Laboratorio de Microbiología de Alimentos. 2015. Facultad de Industrias Alimentarias. Iquitos. Perú.
13. Master, F. 1991. Secado por aspersión. Variables propias del secado. New York. EE.UU.
14. Maldonado, R., Pacheco, T., 2003. Curvas de deshidratación del Brócoli (*Brassica Oleracea L. var Italica Plenck*) y Coliflor (*Brassica oleraceae L. var Botritis*), Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Vol. 20, pp. 306-319.
15. Ministerio de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Instituto Nacional de Salud. 2009. Tablas de Composición de Alimentos peruanos. IX. Lima. Perú.
16. Ministerio de Salud. 2010. Norma Sanitaria para la elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería. R.M. N° 1020. Lima. Perú.
17. Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. IICA. San José. Costa Rica.
18. Montes E., Torres R., Andrade R, Pérez O4. 2008. Modelado de la cinética de secado de ñame (*Dioscórea rotundata*) en capa delgada. Ingenieros de alimentos, Universidad de Córdoba, Colombia.
19. Olivas, R., F.J. Molina, A. Pérez y E. Ortega, "Development of mathematical model for drying of jalapeño peppers in batch process", Conference in Annual Meeting of American Institute of Chemical Engineers, New York, U.S.A. (1999).



20. Pérez, T. 2005. Operaciones Unitarias Controladas. Secado. D.F. México.
21. Pinedo, M. 1975. Pruebas de Panificación con Variedades de harina sucedánea con Pituca. Facultad de Agronomía. Tesis de Pre-grado F.A – U.N.A.P. Iquitos. Perú.
22. Rincón, A. Araujo, M. 2000. Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las *Dioscóreas*: ñame, congó y mapuey. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Venezuela.
23. San, G. 2001. Harina de los Subproductos de “*Bactris gasipaes H.B.K*” y su uso en panificación. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Tesis Pre-Grado. U.N.A.P. Iquitos. Perú.
24. Vela, M. 2002. Elaboración de Pan, a partir de Harina sucedánea “*Musa paradisiaca L*” plátano. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Tesis de Pre-Grado. U.N.A.P. Iquitos. Perú.
25. Vega, A., Fito, P., 2005. Modelado de la cinética de secado del pimiento Rojo (*capsicum annum L. cv Lamuyo*). Información tecnológica, Vol. 16, No. 6.
26. Zumaeta, E. 2013. Optimización del tiempo de proceso de pan fortificado a partir de harina de plátano “*Musa paradisiaca L*” y sachapapa morada “*Dioscórea trifida L*”. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. U.N.A.P. Iquitos. Perú.

## **ANEXOS.**

## ANEXO N° 01. Datos y Figuras experimentales de las Curvas de secado.

Tabla N° 28. Datos corregidos para el armado de las curvas de secado a 60°C. Para las hojuelas de Sachapapa. Morada.

Tiempo (min.)	Tiempo (Hr)	Peso Total (g)	Peso Total (kg)	X	X Medio	W: (kg)/h m <sup>2</sup>
0	0.000	45	0.045	5.4286	-----	-----
5	0.083	44.28	0.04428	5.3257	5.377	43.2000
10	0.167	38.9	0.0389	4.5571	4.941	322.800
15	0.250	37	0.037	4.2857	4.421	114.000
20	0.333	34	0.034	3.8571	4.071	180.000
25	0.417	31	0.031	3.4286	3.643	180.000
30	0.500	28	0.028	3.0000	3.214	180.000
35	0.583	26	0.026	2.7143	2.857	120.000
40	0.667	23	0.023	2.2857	2.500	180.000
45	0.750	20	0.020	1.8571	2.071	180.000
50	0.833	18	0.018	1.5714	1.714	120.000
55	0.917	17	0.017	1.4286	1.500	60.000
60	1.000	16	0.016	1.2857	1.357	60.000
70	1.167	14	0.014	1.0000	1.143	60.000
80	1.333	13	0.013	0.8571	0.929	30.000
90	1.500	12	0.012	0.7143	0.786	30.000
100	1.667	11.58	0.01158	0.6543	0.684	12.600
110	1.833	11	0.011	0.5714	0.613	17.400
120	2.000	10.84	0.01084	0.5486	0.560	4.800
140	2.333	10.1	0.0101	0.4429	0.496	11.100
160	2.667	9.24	0.00924	0.3200	0.381	12.900
180	3.000	9	0.009	0.2857	0.303	3.600
200	3.333	9	0.009	0.2857	0.286	0.000

Fuente: Los autores. 2015.

Datos para los cálculos corregidos:

Solido seco : 8 g. : 0.008 Kg.

Área : 10 cm<sup>2</sup>: 0.001 m<sup>2</sup>

Temperatura de secado : 60°C.

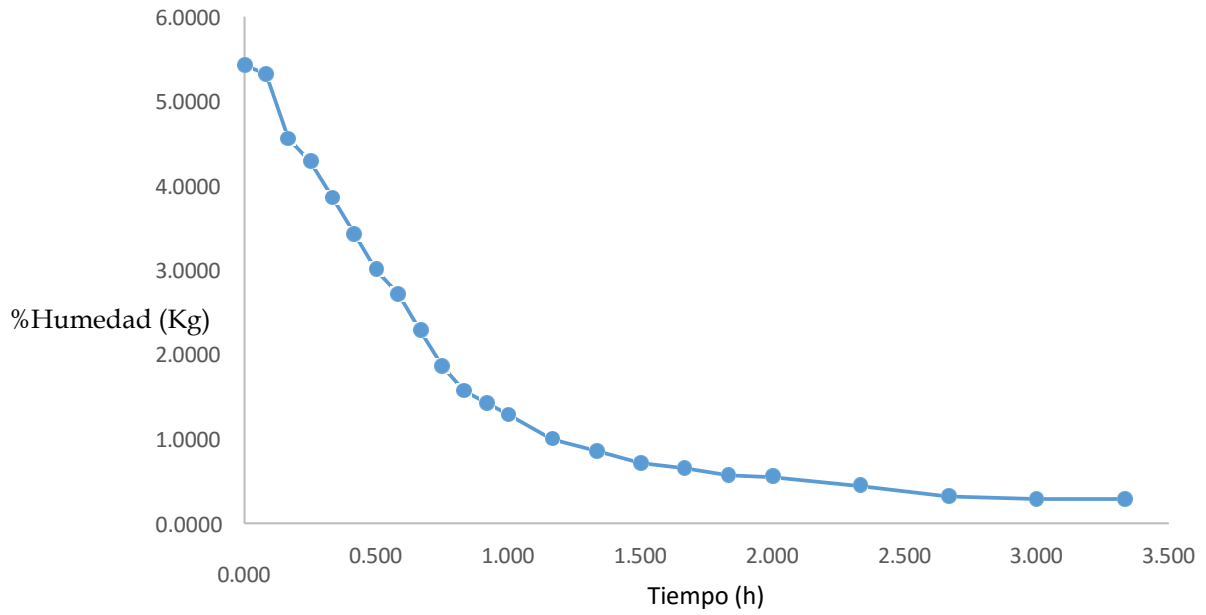


Figura N° 14. Curva de Humedad vs Tiempo. (60° C).

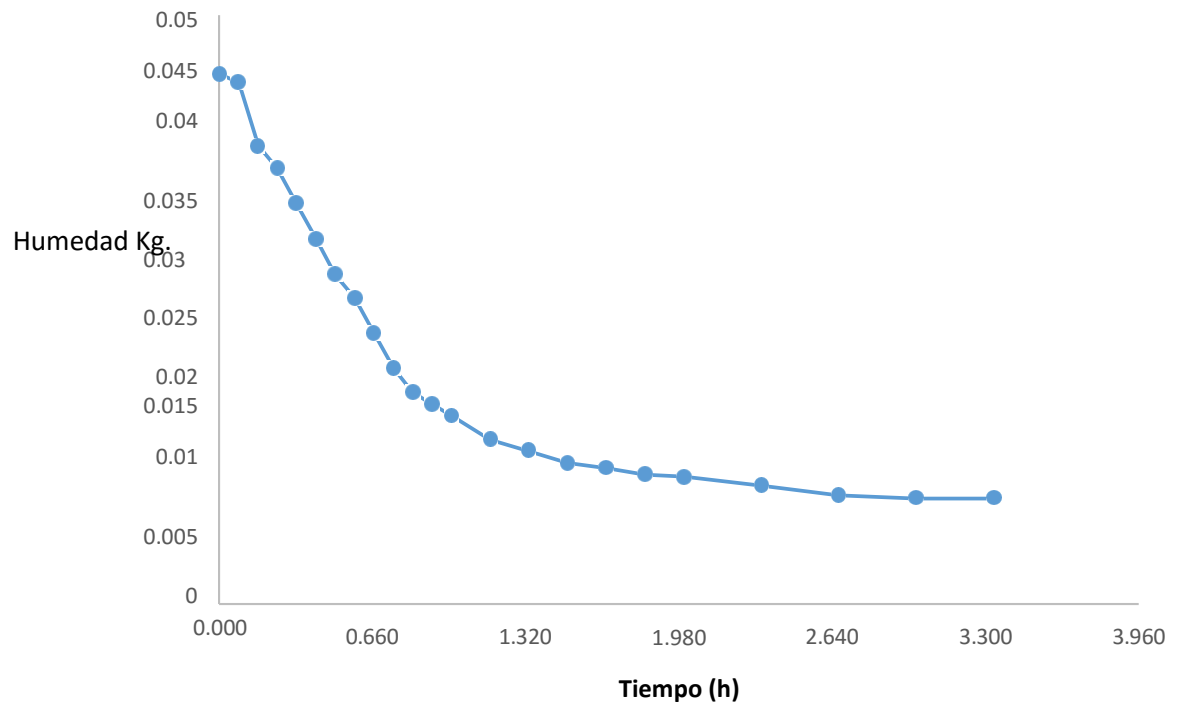


Figura N° 15. Curva de Velocidad de secado (Kg) vs Tiempo (h). (60°C).

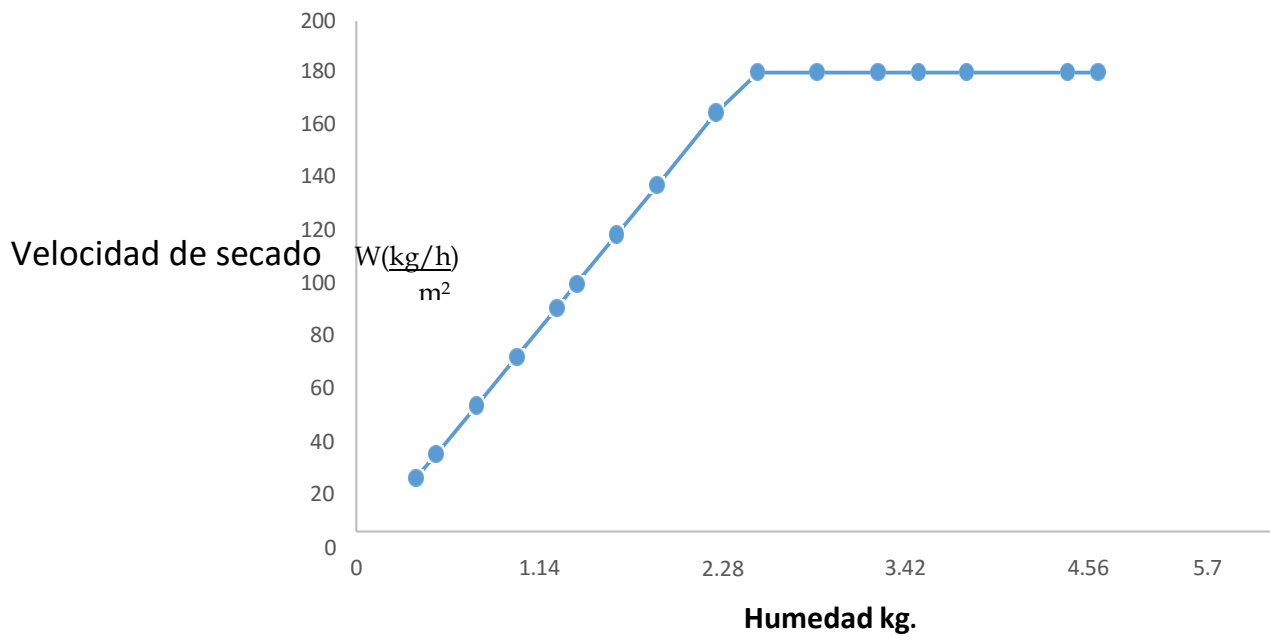


Figura N° 16. Curva de secado (Velocidad de secado Vs Humedad): 60°C.

Tabla N° 29. Datos corregidos para el armado de las curvas de secado 60° C. Para las hojuelas de Sachapapa Morada.

Tiempo (m)	Tiempo (h)	Peso Total (g)	Peso Total (Kg)	X	X Medio	W: (kg)/ $\frac{h}{m^2}$
0	0.00	45.00	0.045	6.500	----	----
5	0.083	44.28	0.044	6.380	6.440	43.200
10	0.167	38.90	0.038	5.483	5.932	322.800
15	0.250	37.10	0.037	5.183	5.333	108.000
20	0.333	34.19	0.034	4.698	4.941	174.600
25	0.417	31.95	0.031	4.325	4.512	134.400
30	0.500	27.98	0.027	3.663	3.994	238.200
35	0.583	25.87	0.025	3.312	3.488	126.600
40	0.667	22.89	0.022	2.815	3.063	178.800
45	0.750	20.10	0.020	2.350	2.583	167.400
50	0.833	18.88	0.018	2.147	2.248	73.200
55	0.917	16.79	0.016	1.798	1.973	125.400
60	1.000	16.20	0.016	1.700	1.749	35.400
70	1.167	13.92	0.013	1.320	1.510	68.400
80	1.333	13.00	0.013	1.167	1.243	27.600
90	1.500	11.99	0.011	0.998	1.083	30.300
100	1.667	11.59	0.011	0.930	0.964	12.300
110	1.833	11.00	0.011	0.833	0.882	17.400
120	2.000	10.84	0.010	0.807	0.820	4.800
140	2.333	10.10	0.010	0.683	0.745	11.100
160	2.667	9.24	0.009	0.540	0.612	12.900
180	3.000	8.85	0.009	0.475	0.508	5.850
200	3.333	8.59	0.009	0.432	0.453	3.900
220	3.667	8.29	0.008	0.382	0.407	4.500
240	4.000	8.00	0.008	0.333	0.358	4.350

Fuente: Los autores, 2015.

Datos para los cálculos corregidos:

Solido seco : 7 g. : 0.007 Kg.

Área : 10 cm<sup>2</sup>: 0.001 m<sup>2</sup>

Temperatura de secado : 60°C.

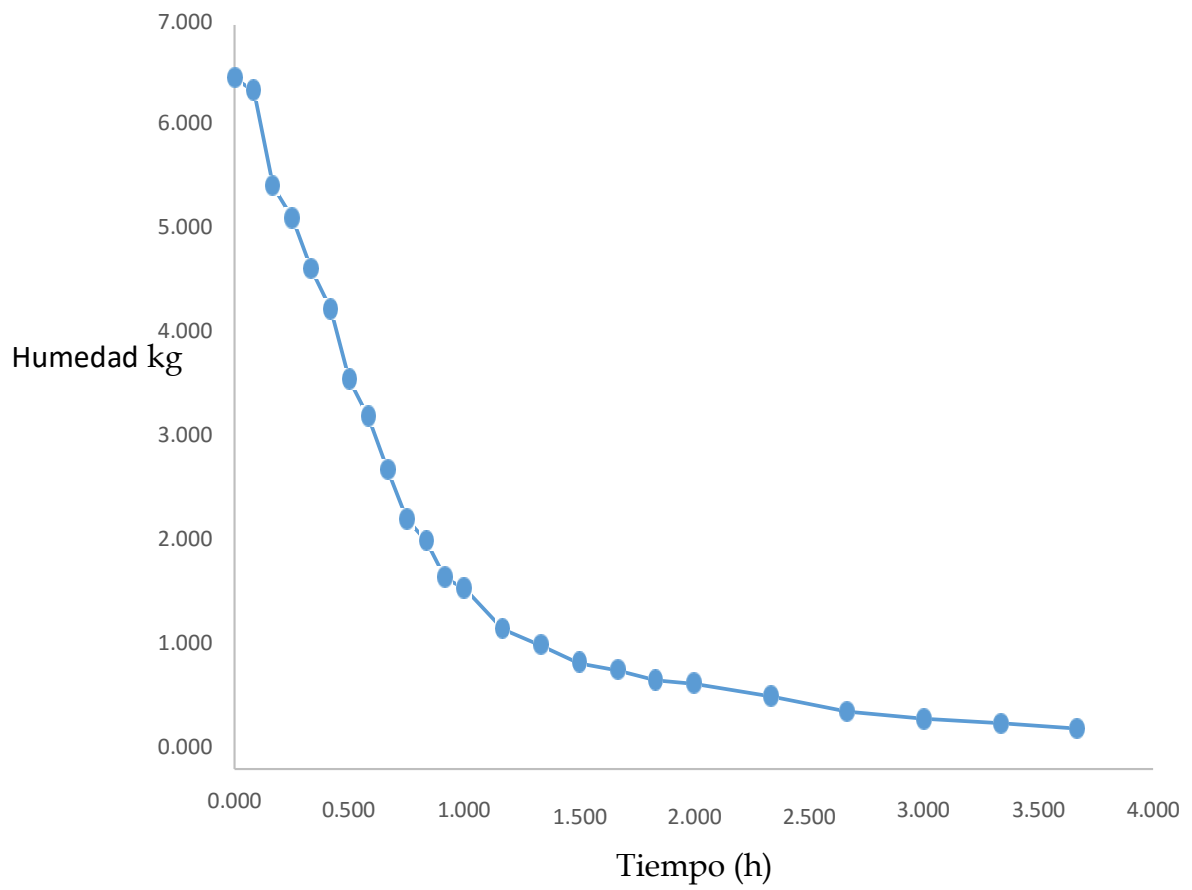


Figura N° 17. Curva de Tiempo vs Humedad. (60°C)



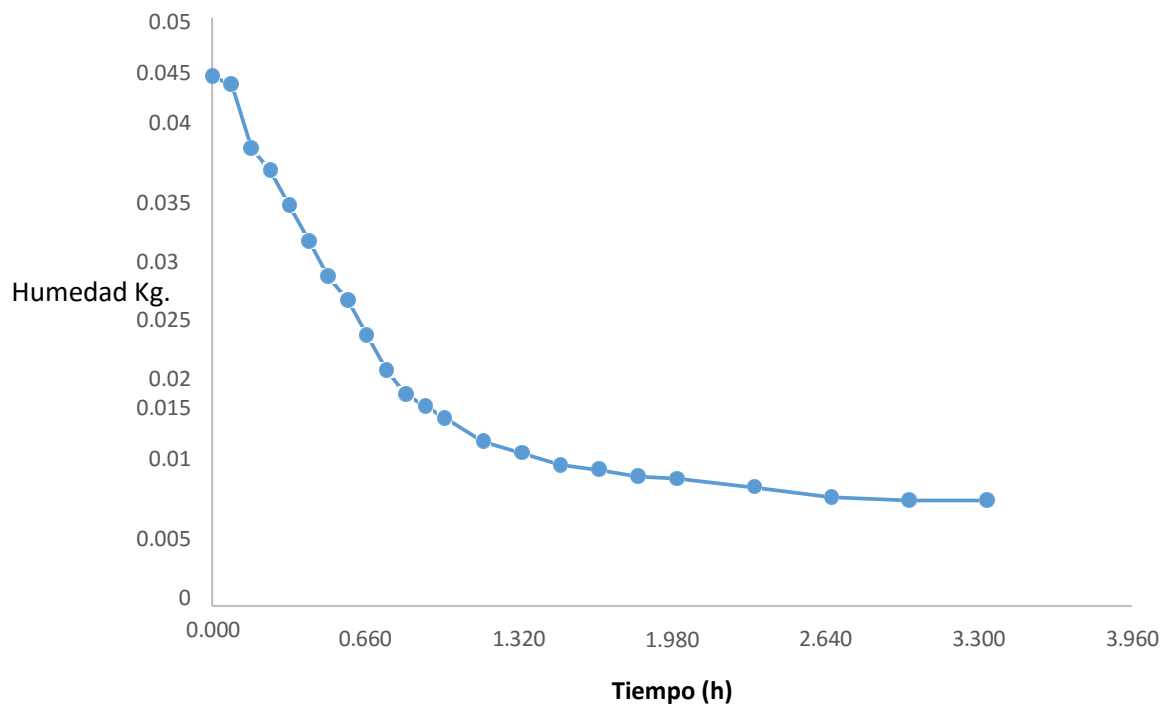


Figura N° 18. Curva de velocidad de secado vs Tiempo (60° C)

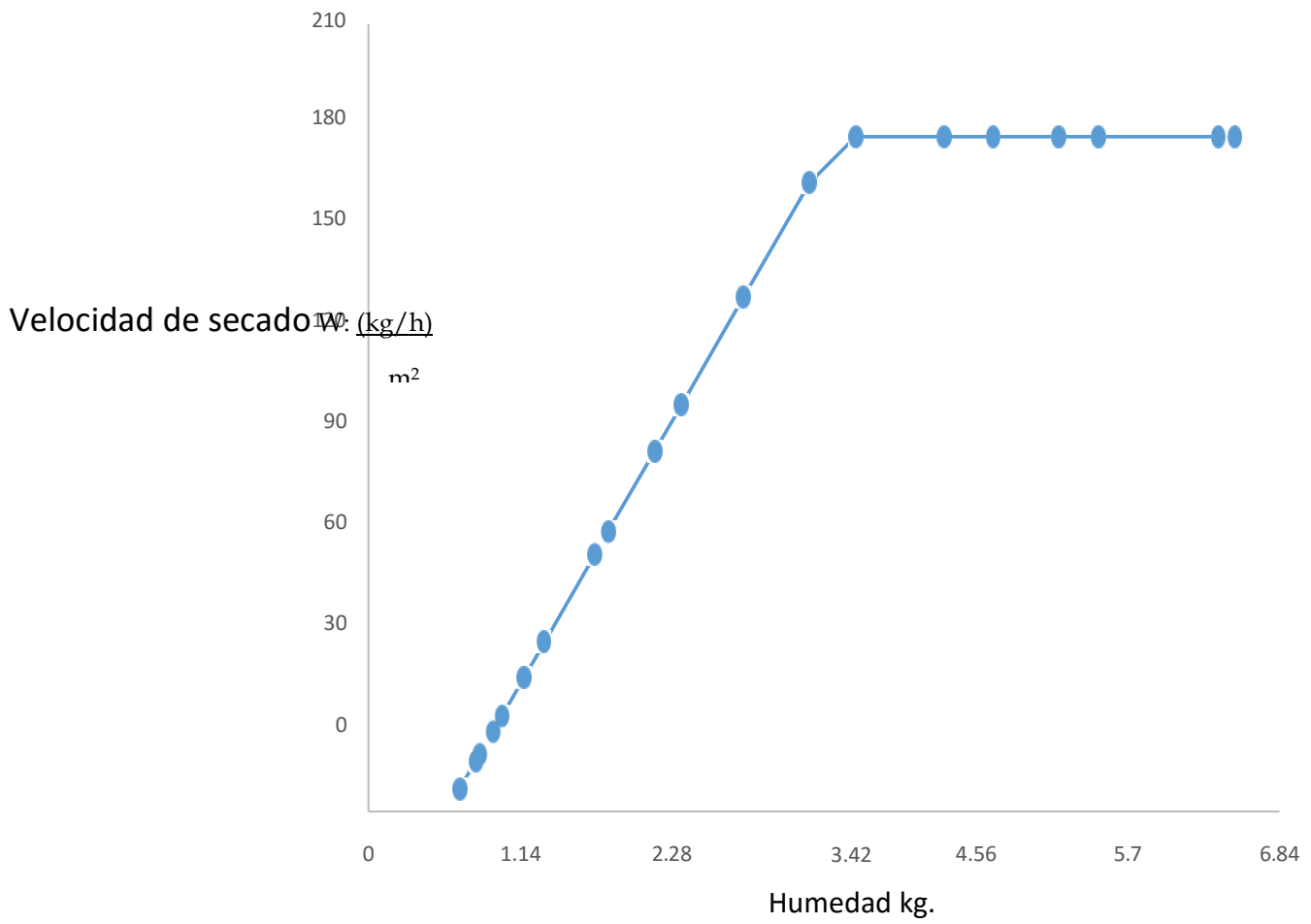


Figura N° 19. Velocidad de secado vs Humedad (60° C).

Tabla N° 30. Datos corregidos para el armado de las curvas de secado a 65°C. Para las hojuelas de Sachapapa morada.

Tiempo (Min)	Tiempo (h)	Peso Total (g.)	Peso total (Kg.)	X	X medio	W (Kg./h m <sup>2</sup> )
0	0.000	45	0.045	5.4286	----	----
5	0.083	40.1	0.0401	4.7286	5.079	294.000
10	0.167	35.1	0.0351	4.0143	4.371	300.000
15	0.250	30.09	0.03009	3.2986	3.656	300.600
20	0.333	26.1	0.0261	2.7286	3.014	239.400
25	0.417	23.1	0.0231	2.3000	2.514	180.000
30	0.500	20.13	0.02013	1.8757	2.088	178.200
35	0.583	17.98	0.01798	1.5686	1.722	129.000
40	0.667	16.2	0.0162	1.3143	1.441	106.800
45	0.750	14.	0.014	1.0000	1.157	132.000
50	0.833	13	0.013	0.8571	0.929	60.000
55	0.917	12	0.012	0.7143	0.786	60.000
60	1.000	11.	0.011	0.5714	0.643	60.000
70	1.167	100	0.01	0.4286	0.500	30.000
80	1.333	9.61	0.00961	0.3729	0.401	11.700
90	1.500	9.47	0.00947	0.3529	0.363	4.200
100	1.667	9.2	0.0092	0.3143	0.334	8.100
110	1.833	9.0	0.009	0.2857	0.300	6.000
120	2.000	8.79	0.00879	0.2557	0.271	6.300
130	2.167	8.61	0.00861	0.2300	0.225	6.450
140	2.333	8.36	0.00836	0.1943	0.186	6.100
160	2.667	8	0.008	0.1429	0.169	5.400

Datos para los cálculos corregidos:

Solido seco : 8 g : 0.008 kg

Área : 10 cm<sup>2</sup> : 0.001 m<sup>2</sup>

Temperatura de secado : 65° C.

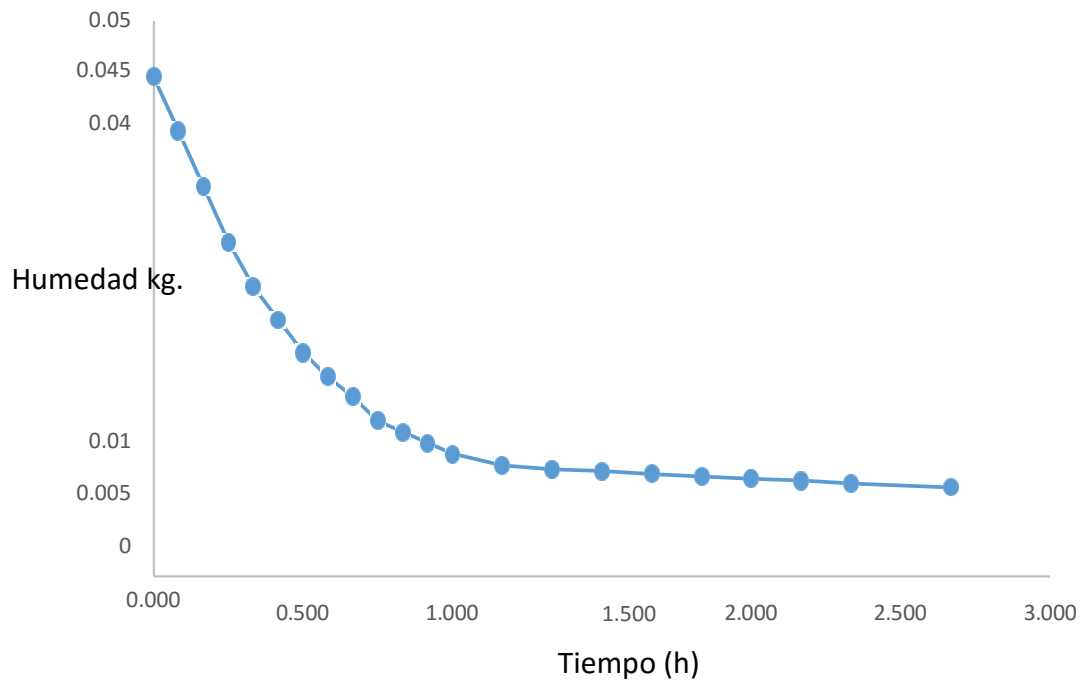


Figura N° 20. Curva de tiempo vs Humedad (65° C).

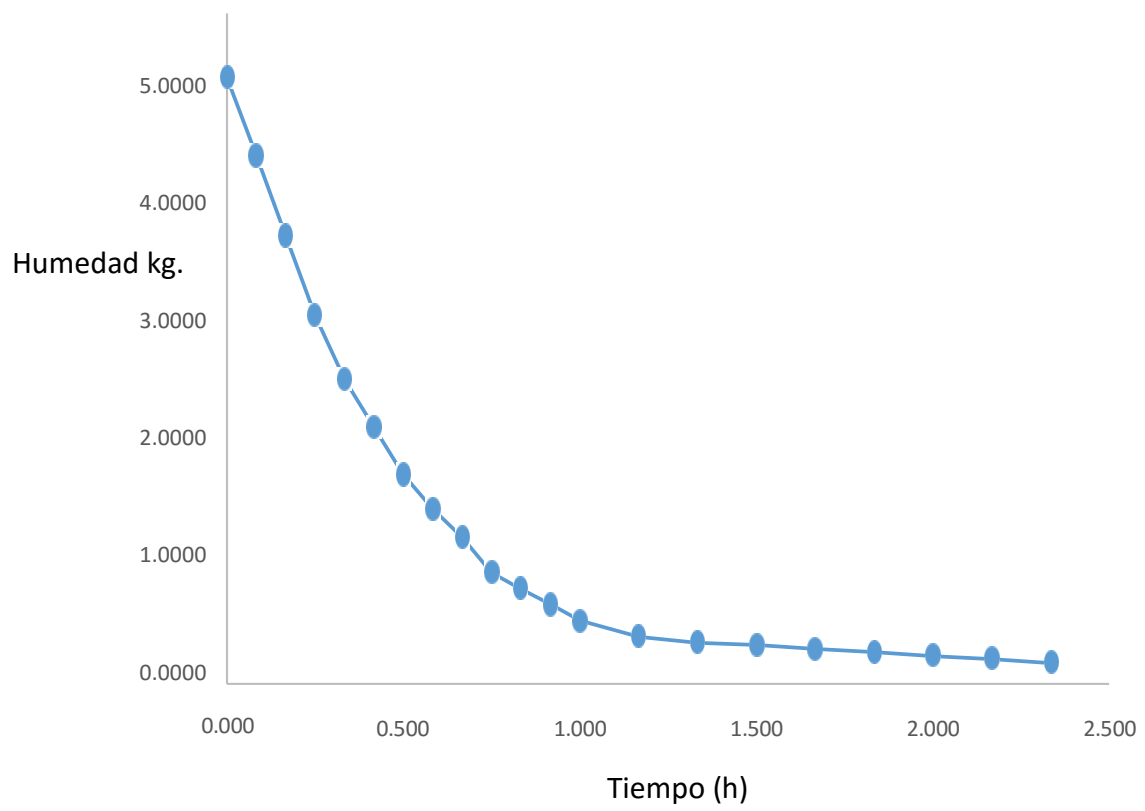


Figura N° 21. Curva de Cinética de peso vs Tiempo (65°C).

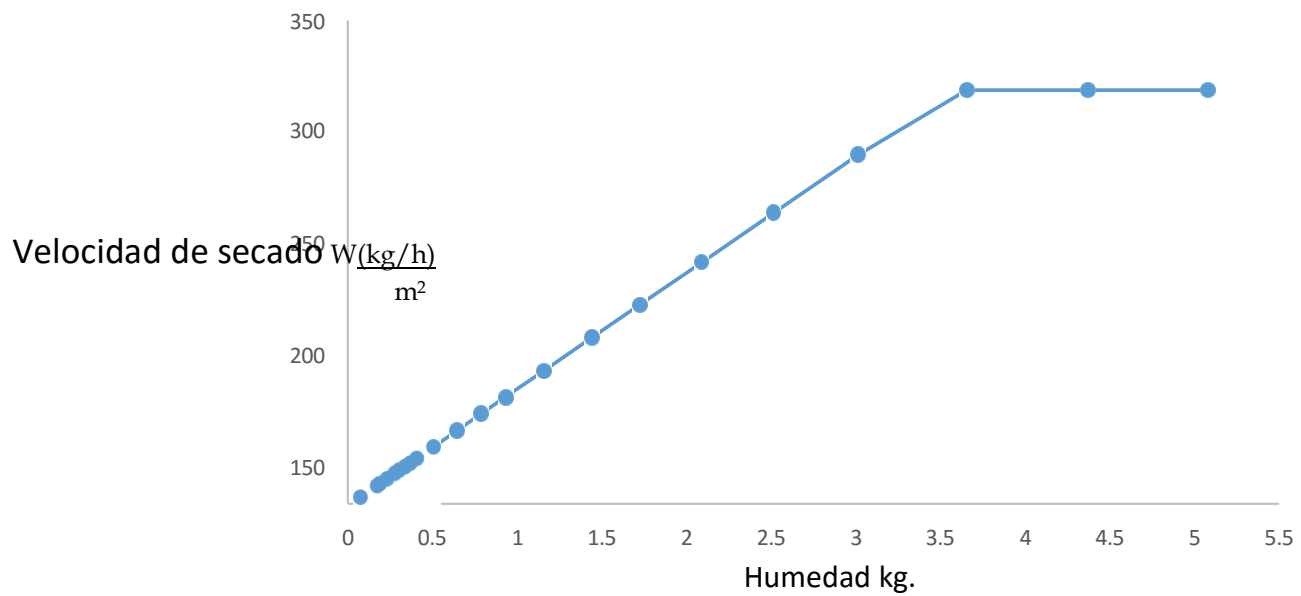


Figura N°22. Curva de Velocidad de secado vs Humedad. ( $65^\circ\text{C}$ ).

Tabla N° 31. Datos corregidos para el armado de las curvas de secado a 65° C,

Para las hojuelas de Sachapapa morada.

Tiempo (Min)	Tiempo (h)	Peso Total (g.)	Peso total (Kg)	X	X medio	W (Kg./h) m <sup>2</sup>
0	0.000	45	0.045	6.5000	---	----
5	0.083	40.78	0.04078	5.7967	6.148	253.200
10	0.167	35.14	0.03514	4.8567	5.327	338.400
15	0.250	30.33	0.03033	4.0550	4.456	288.600
20	0.333	25.19	0.02519	3.1983	3.627	308.400
25	0.417	20.47	0.02047	2.4117	2.805	283.200
30	0.500	16	0.016	1.6667	2.039	268.200
35	0.583	13.57	0.01357	1.2617	1.464	145.800
40	0.667	11.15	0.01115	0.8583	1.060	145.200
45	0.750	9.45	0.00945	0.5750	0.717	102.000
50	0.833	9.22	0.00922	0.5367	0.556	13.800
55	0.917	9	0.009	0.5000	0.518	13.200
60	1.000	8.78	0.00878	0.4633	0.482	13.200
70	1.167	8.58	0.00858	0.4300	0.447	6.000
80	1.333	8.36	0.00836	0.3933	0.412	6.600
90	1.500	8.18	0.00818	0.3633	0.378	5.400
100	1.667	8.1	0.0081	0.3500	0.357	2.400
110	1.833	8	0.008	0.3333	0.342	3.000
120	2.000	8	0.008	0.3333	0.333	0.000
130	2.167	8	0.008	0.3333	0.333	0.000
140	2.333	8	0.008	0.3333	0.333	0.000

Datos para los cálculos corregidos:

Solido Saco : 6 g. 0.006 Kg.  
 Area : 10 cm<sup>2</sup> 0.001 m<sup>2</sup>  
 Temperatura de secado : 65°C.

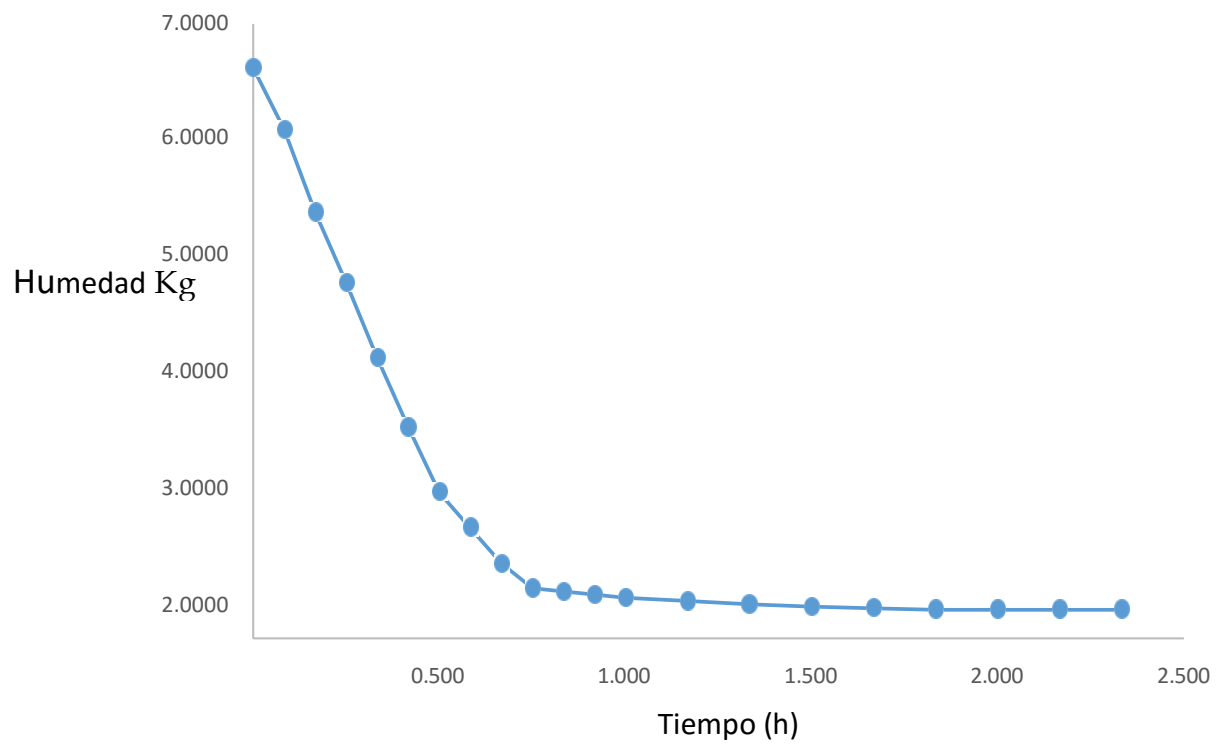


Figura N° 23. Curva de tiempo vs Humedad (65° C).



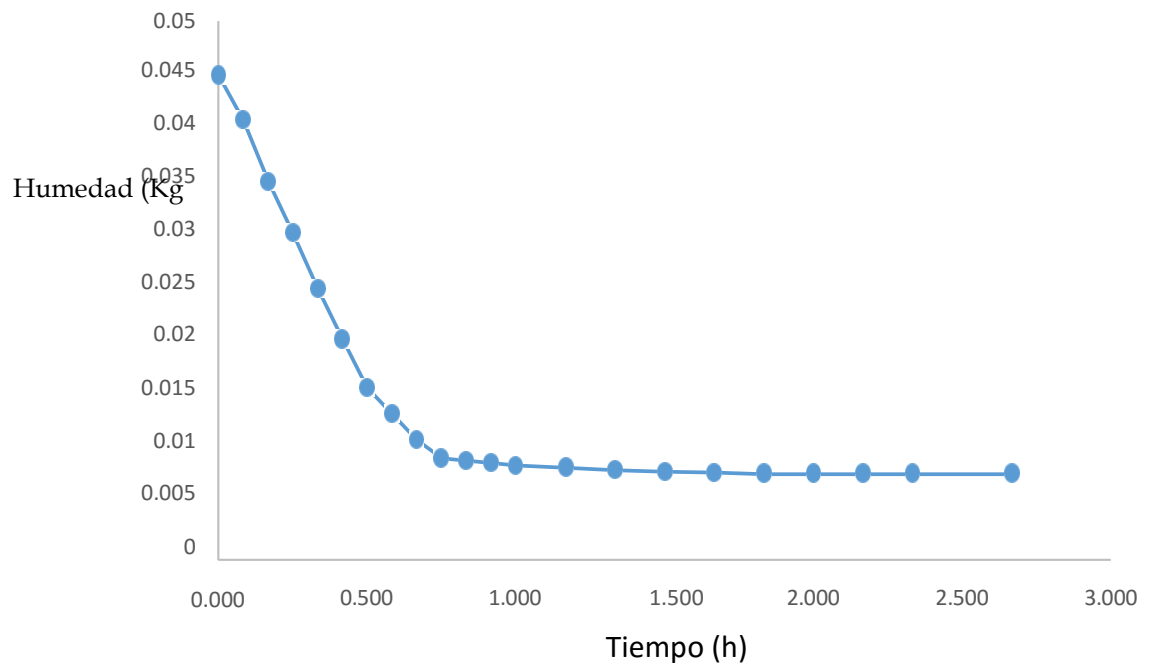


Figura N° 24. Curva de Cinética de Peso vs Tiempo (65° C)

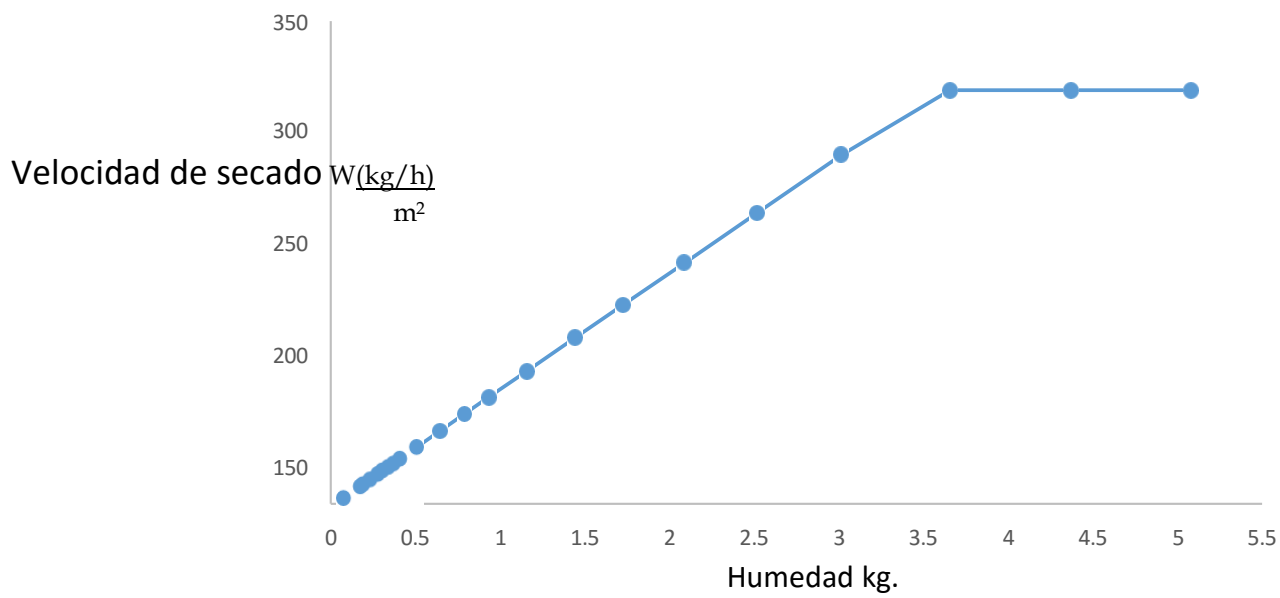


Figura N° 25. Velocidad de secado vs Humedad ( $65^\circ\text{C}$ ).

## ANEXO N° 02. NORMA TÉCNICA DE HARINAS SUCEDÁNEAS.

### ANEXO C

#### NORMA TÉCNICA PERUANA HARINAS SUCEDÁNEAS DE HARINA DE TRIGO : GENERALIDADES.

##### 1. OBJETO.

La presente norma establece las especificaciones generales que deben cumplir las harinas sucedáneas de harina de trigo.

##### 2. DEFINICIONES

- a) Harinas sucedáneas. Es el producto obtenido de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otras que tengan características apropiadas para ser utilizadas en el consumo humano.
- b) Harina compuesta. Es el producto obtenido de la mezcla de dos o más harinas sucedáneas con harina de trigo.

##### 3. REQUISITOS

- a) Deberán estar libres de todas sustancias o cuerpos extraños a su naturaleza, excluidos los aditivos debidamente autorizados.
- b) Deberán estar libres de toda sustancia tóxica propias o extrañas a su naturaleza.
- c) Las harinas no deberán proceder de materias primas en mal estado de conservación.
- d) No se permitirá el comercio de aquellas harinas sucedáneas que tengan caracteres organolépticos diferentes de los normales de la harina que se trate.
- e) La inclusión de cualquier harina sucedánea en las fórmulas panificables, fidedera, galletera y otras, no deben exceder de un límite tal que desmerezca la presentación del producto final o altere desfavorablemente sus caracteres organolépticos en comparación con aquellos preparados solo con harina de trigo.
- f) La distribución de harina sucedánea y harina compuesta en el comercio, al por menor podrá realizarse a granel bajo responsabilidad del comerciante o en sus envases originales cerrados.

- g) Los parámetros químicos para cada harina sucedánea serán referidos a una humedad de 15%.
- h) Las características químicas de la harina compuesta corresponderán al promedio ponderado de las características químicas de las harinas que lo integran.
- i) Deberán tener la consistencia de un polvo fluido en toda su masa, sin grumo de ninguna clase (considerando la compactación natural del envasado y del estivado).
- j) No se permitirá el comercio de aquella harina sucedánea que tenga olor rancio, ácido o en general olores diferentes al característico de la harina sucedánea de que se trate.
- k) Para los efectos de las determinaciones analíticas, se admitirán las siguientes tolerancias respecto al valor obtenido:  
 Cenizas : +- 5%  
 Acidez : +- 10%  
 Humedad: una unidad más de la indicada como máximo
- l) No podrá obtenerse a partir de granos, tubérculos o raíces fermentadas o descompuestas como consecuencia del ataque de hongos, roedores o insectos.
- m) La designación "harina" es exclusiva del producto obtenido de la molienda del trigo.
- n) La denominación de cada harina sucedánea se formará añadiendo al término harina el nombre de la materia prima de que se trate.
- o) El peso neto tendrá una tolerancia de:
- |  |    |
|--|----|
| Envases de hasta un kilogramo inclusive  | 4% |
| Envases de más de un Kg a 5 Kg inclusive | 3% |
| Envases de más de 5 Kg a 25 Kg inclusive | 2% |
| Envases de más de 25 Kg inclusive        | 1% |

## ANEXO N° 03. Fotos del Proceso de Secado y Pan de Sachapapa

### Foto N° 01. Secado de la Materia Prima



Fuente: Los autores, 2015.

### Foto N° 02. Realizando los Análisis, en el Laboratorio.



Fuente: Los autores, 2015.

**Foto N° 03. En la Planta de Panificación.**



**Fuente: Los autores, 2015.**

**ANEXO N°04. Pruebas Estadísticas ANOVA, de las tres formulaciones.**

Tabla N° 32. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA FORMULACIÓN: F1, F2, F3, DE PAN DE SACHAPAPA MORADA. Característica Evaluada: **Color.**

PANELISTAS	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	TOTAL	n	Media
1	3	3	3	9	3	3.00
2	3	3	3	10	3	3,33
3	3	3	4	10	3	3.33
4	3	4	3	10	3	3.33
5	3	4	4	11	3	3.67
6	3	4	3	10	3	3.33
7	3	3	4	10	3	3,33
8	3	3	4	10	3	3,00
9	3	3	3	9	3	3.00
10	3	3	4	10	3	3,33
11	3	3	4	10	3	3,33
12	3	3	3	10	3	3,33
13	3	3	3	9	3	3.00
14	3	3	4	10	3	3.33
15	3	3	4	10	3	3,33
16	3	3	4	10	3	3,33
17	3	4	4	11	3	3.67
18	3	4	3	11	3	3.67
19	3	3	4	10	3	3,33
20	3	4	3	11	3	3.67
21	3	3	4	11	3	3,67
22	3	3	4	10	3	3,25
23	3	3	4	10	3	3,67
24	3	3	4	10	3	3,33
25	3	3	3	9	3	3,00
N	25,00	25,00	25,00			
<b>Promedio</b>	<b>3,00</b>	<b>3,28</b>	<b>3.72</b>			

Grados de libertad del error

Gle	72
-----	----

Cuadros medios

Muestras	3.66
Jueces	0.87
Error	0.42

Relación de variación x muestra

Fm	8.72
----	------

Relación de variación para jueces

Fj	2.07
----	------

### Cuadro Resumen de ANOVA

Fuente de variación	GL	SC	CM	F
Muestras	3	10.99	3.66	8.72
Jueces	24	20.86	0.87	2.07
Error	72	30.26	0.42	
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>62.11</b>		

F calculado 2,07 F tablas 5%  
 F calculado 8,72 F tablas 1%  
 0,50%

F cal < F tablas

No existe diferencia significativa.

### Cuadro Resumen ANOVA

Fuente de variación	GL	SC	CM	F
Muestras	3	10.99	3.66	8.72
Jueces	24	20.86	0.87	2.07
Error	72	30.26	0.42	
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>62.11</b>		

F calculado 2,07 F tablas 5% 2,708  
 F calculado 8,72 F tablas 1% 4,904  
 0,50% 4,581

F cal < F tablas

No Existe diferencia significativa

Método Diferencia significativa(DMS)

DMS 0,30

Diferencia	Valor		Conclusión		
X1-X2	0,16	<	0,30	No significativa	X1 3,32
X1-X3	0,88	<	0,30	No significativa	X2 3,48
					X3 4,20
X2-X3	0,72	>	0,30	Nosignificativa	
X2-X	0,20	<	0,30	No significativa	



TABLA N° 33. EVALUACION ESTADISTICA DE LA FORMULACION: F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, DE PAN DE SACHAPAPA MORADA.

Característica Evaluada: Olor

PANELISTAS	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	Total	n	Media
1	3	3	4	10	3	3.33
2	2	3	4	9	3	3.00
3	2	3	5	10	3	3.33
4	4	4	5	10	3	3.33
5	2	3	5	10	3	3.33
6	3	3	5	11	3	3.67
7	3	3	5	11	3	3.67
8	3	3	5	11	3	3.67
9	3	3	5	11	3	3.67
10	3	3	5	11	3	3.67
11	3	3	5	11	3	3.67
12	3	3	5	11	3	3.67
13	3	3	5	11	3	3.67
14	3	3	5	11	3	3.67
15	3	3	4	10	3	3.33
16	3	3	5	11	3	3.67
17	3	3	5	11	3	3.67
18	3	3	5	11	3	3.67
19	3	3	3	11	3	3.67
20	3	3	4	10	3	3.33
21	4	3	4	11	3	3.33
22	3	3	4	10	3	3.33
23	3	3	5	11	3	3.67
24	3	3	5	11	3	3.67
25	3	3	5	11	3	3.67
N	25	25	25			
<b>Promedio</b>	<b>2.88</b>	<b>3.00</b>	<b>4.76</b>			

#### Cálculos ANOVA

Factor de corrección

FC	1,505.4
----	---------

Suma de cuadrado total

SCT	78.56
-----	-------

Grados de libertad total

GLt	99
-----	----

Suma de cuadrados para muestras

SCm	3.60
-----	------

Suma de cuadrados para jueces

SCj	25.56
-----	-------

Grados de libertad para jueces

GLj	24
-----	----

Suma de cuadrados del error

ScE	49.40
-----	-------

Grados de libertad del error

Gle	72
-----	----

Cuadrados medios

Muestras	1.20
Jueces	1.07
Error	0.69

Relación de variación por muestras

Fm	1.75
----	------

Relación de variación para jueces

Fj	1.55
----	------

#### Cuadro Resumen ANOVA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F
Muestras	3	3.60	1.20	1.75
Jueces	24	25.56	1.07	1.55
Error	72	49.40	0.69	
<b>Total</b>	99	78.56		

F calculado	1,55	F tablas	5%	2,708
F calculado	1,75		1%	4,9035
			0,50%	4,5805

F cal < F tablas

No Existe diferencia significativa

### Método Diferencia Significativa(DMS)

DMS 0,39

Diferencia	Valor		Conclusión		
X1-X2	0,04	<	0,39 No significativa	X1	3,76
X1-X3	0,44	<	0,39 No significativa	X2	3,72
				X3	4,20
X2-X3	0,48	>	0,39 Nosignificativa		
X2-X	0,12	<	0,39 No significativa		

TABLA N° 34. EVALUACION ESTADISTICA DE LA FORMULACION: F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> PAN DE SACHAPAPA MORADA.

Característica Evaluada: Sabor.

PANELISTAS	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	Total	n	Media
1	3	3	4	10	3	3.33
2	4	3	4	11	3	3.67
3	4	3	4	11	3	3.67
4	4	3	4	11	3	3.67
5	4	3	4	11	3	3.67
6	4	4	5	13	3	4.33
7	5	4	5	14	3	4.67
8	5	4	5	14	3	4.67
9	5	4	5	14	3	4.67
10	5	4	5	14	3	4.67
11	5	3	5	13	3	4.33
12	5	3	5	13	3	4.33
13	5	3	5	13	3	4.33
14	5	3	5	13	3	4.33
15	5	3	5	13	3	4.33
16	3	3	5	11	3	3.67
17	3	3	5	11	3	3.67
18	3	3	5	11	3	3.67
19	3	3	5	11	3	3.67
20	3	3	5	11	3	3.67
21	3	3	5	11	3	3.67
22	3	3	5	11	3	3.67
23	3	3	5	11	3	3.67
24	3	3	4	10	3	3.33
25	3	3	4	10	3	3.33
n	25	25	25			
<b>Promedio</b>	<b>3.92</b>	<b>3.20</b>	<b>4.72</b>			

### Cálculos ANOVA

Factor de Corrección 

FC	1,497.69
----	----------

Suma de cuadrado total 

SCT	69.31
-----	-------

Grados de libertad total 

GLt	99
-----	----

Suma de cuadrados para muestras 

SCm	3.87
-----	------

Grados de libertad de muestras 

SCj	19.06
-----	-------

Suma de cuadrados para jueces 

GLj	24
-----	----

Suma de cuadrados del error 

Scce	46.38
------	-------

Grados de libertad del error 

Gle	72
-----	----

Cuadrados medios 

Muestras	1.29
Jueces	0.79
Error	0.64

Relación de variación por muestras 

Fm	2.00
----	------

Relaciones de variación para jueces 

Fj	1.23
----	------

### Cuadro Resumen ANOVA

Fuente de variación	GL	SC	CM	F
Muestras	3	3.87	1.29	2.00
Jueces	24	19.06	0.79	1.23
Error	72	46.38	0.64	
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>69.31</b>		

F calculado	1,23	F tablas	5%	2,708
F calculado	2		1%	4,9035
			0,50%	4,5805

F cal < F tablas No Existe diferencia significativa

Método Diferencia significativa(DMS)

DMS 0,37

Diferencia	Valor		Conclusión		
X1-X2	0,12	<	0,37 No significativa	X1	3,80
X1-X3	0,40	<	0,37 No significativa	X2	3,68
				X3	4,20
X2-X3	0,52	>	0,37 Nosignificativa		

TABLA N° 35. EVALUACION ESTADISTICA DE LA FORMULACION:  
F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> PAN DE SACHAPAPA MORADA.

Característica Evaluada: Apariencia General.

PANELISTAS	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	Total	n	Media
1	2	4	4	11	3	3.67
2	2	4	5	11	3	3.67
3	3	2	5	10	3	3.33
4	3	3	5	11	3	3.67
5	3	3	4	10	3	3.33
6	3	3	5	11	3	3.67
7	3	4	4	11	3	3.67
8	3	2	4	9	3	3.00
9	2	3	4	9	3	3.00
10	3	3	4	10	3	3.33
11	3	3	5	11	3	3.67
12	3	3	4	10	3	3.33
13	3	3	4	10	3	3.33
14	3	2	4	9	3	3.00
15	3	3	5	11	3	3.67
16	3	3	5	11	3	3.67
17	3	3	5	11	3	3.67
18	3	3	5	11	3	3.67
19	3	3	5	11	3	3.67
20	3	3	5	11	3	3.67
21	3	2	5	10	3	3.33
22	3	3	5	11	3	3.67
23	3	3	5	11	3	3.67
24	3	3	5	11	3	3.67
25	3	3	5	11	3	3.67
N	25	25	25			
<b>Media</b>	<b>2.92</b>	<b>2.96</b>	<b>4.62</b>			

### Cálculos ONOVA

Factor de Corrección 

FC	1,406.25
----	----------

Suma de cuadrados total 

SCT	60.75
-----	-------

Grados de libertad total 

GLt	99
-----	----

Suma de cuadrados para muestras 

SCm	2.27
-----	------

Grados de libertad de muestras 

GLm	3
-----	---

Suma de cuadrados para jueces 

SCj	25.00
-----	-------

Grados de libertad para jueces 

GLj	24
-----	----

Suma de cuadrados del error 

SCe	33.48
-----	-------

Grados de libertad del error 

Gle	72
-----	----

Cuadros medios

Muestras	0.76
Jueces	1.04
Error	0.47

Relación de variación por muestras

Fm	1.63
----	------

Relación de variación para jueces

Fj	2.24
----	------

### Cuadro Resumen ONOVA

Fuente de variación	GL	SC	CM	F
Muestras	3	2.27	0.76	1.63
Jueces	24	25.00	1.04	2.24
Error	72	33.48	0.47	
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>60.75</b>		

F calculado	2,24	F tablas	5%	2,708
F calculado	1,63		1%	4,9035
			0,50%	4,5805

F cal < F tablas

No Existe diferencia significativa

Método Diferencia Significativa(DMS)

DMS 0,32

Diferencia	Valor		Conclusión		
X1-X2	0,08	<	0,32	No significativa	X1 3,68
X1-X3	0,32	<	0,32	No significativa	X2 3,60
X2-X3	0,40	>	<b>0,32</b>	Nosignificativa	X3 4.00

## ANEXO N° 05. RENDIMIENTO EN HARINA SUCEDANEA.

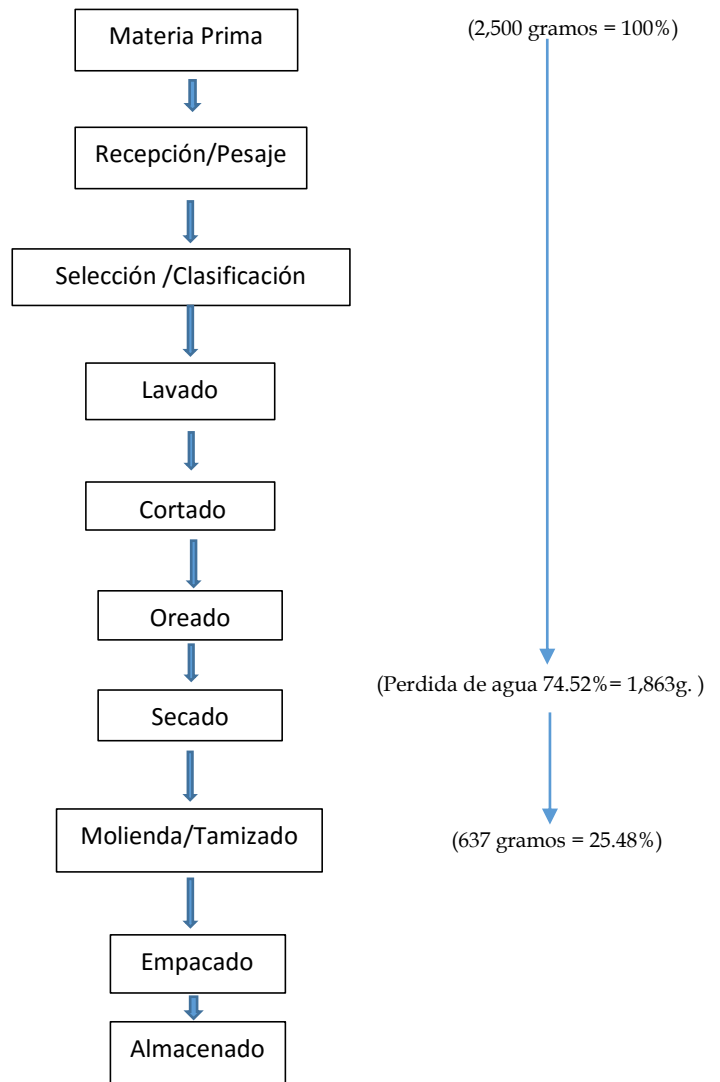


Figura N° 26. Calculo de rendimiento de obtención de harina sucedánea de Sachapapa morada. (*Dioscórca trifida* L.)



**ANEXO N° 06. DETERMINACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL DEL PROCESO DE OBTENCION DE HARINA DE SACHAPAPA MORADA.**

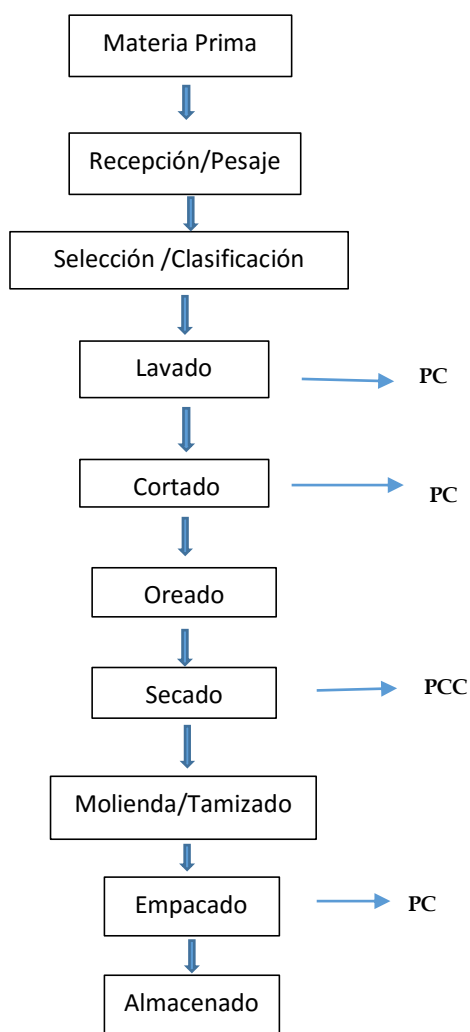


Figura N°27. Determinación de Puntos Críticos de Control, en la obtención de harina sucedánea de sachapapa morada.

**ANEXO N°07. DETERMINACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN EL PROCESO DE OBTENCION DE PAN A BASE DE HARINA SUCEDANEA DE SACHAPAPA MORADA.**

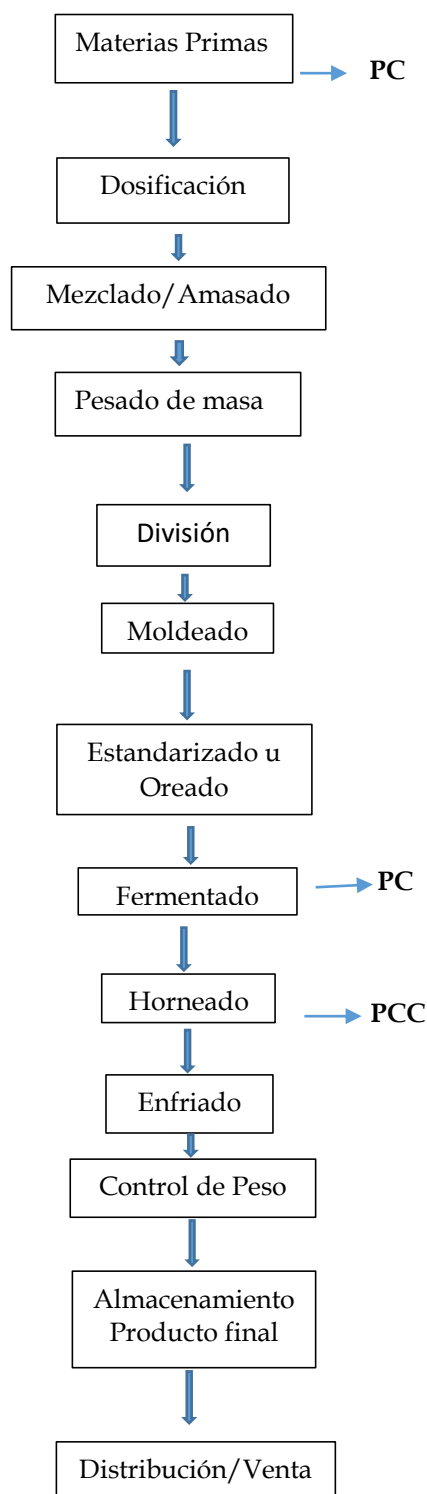


Figura N° 28. Determinación de puntos críticos de control en el proceso de obtención de pan a base de harina sucedánea de sachapapa morada.

**ANEXO N° 08. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DEL PAN A BASE DE HARINA SUCEDANEA DE SACHAPAPA MORADA.**



**Facultad de Industrias Alimentarias**  
**Planta Piloto**  
 Centro de Prestación de Servicio en Control de Calidad de Alimentos.  
 "CEPRESE COCAL"

**Laboratorio de Microbiología de Alimentos**

**INFORME DE ENSAYO N° 001-2015**

**I. DATOS DEL SOLICITANTE**

Nombre	<b>LAY GUERRERO ROQUE JAUREMAN ROMERO FLORES</b>
Dirección	-.-
Telefax	-.-

**II. DATOS DEL SERVICIO**

N° de solicitud de servicio	1/2015
Fecha de solicitud de servicio	04/02/15
Servicio solicitado	Análisis Microbiológico

**III. DATOS DEL PRODUCTO**

Nombre del producto	<b>PAN DE SACHAPAPA MORADA</b>
Numero de muestra	SEIS (06)
Tamaño de muestra	420 Gr.
Muestra	Traída por el cliente
Código	"G"
Marca	-.-
Forma de presentación	Envasado en bolsa de polietileno
Fecha de producción	-.-
Fecha de vencimiento	-.-

**IV. RESULTADOS DEL ENSAYO**

<b>ENSAYO MICROBIOLÓGICO</b>	<b>RESULTADOS</b>
Mohos (ufc/g)	4,5x10 <sup>1</sup>
Levaduras (ufc/g)	4,0x10 <sup>1</sup>





**UNAP**

**Facultad de  
Industrias Alimentarias  
Planta Piloto**  
Centro de Prestación de Servicio en Control de  
Calidad de Alimentos.  
"CEPRESE COCAL"

**METODOS USADOS**

- Recuento de mohos y levaduras. FDA. 1992. Cap. 18. 7ma. Ed.

**NOTA:**

- Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, sin la autorización de CEPRESE – COCAL FIA-UNAP (Laboratorios).

Iquitos, 10 de Febrero de 2015

**ING. ALFONSO SHAPIAMA VASQUEZ**  
Coordinador de los Módulos de Enseñanza,  
Investigación, Producción y de Servicios  
FIA-UNAP



**Bga. JESSY VASQUEZ CHUMBE**  
Jefe del Laboratorio de Microbiología de Alimentos  
FIA - UNAP

