



## CRIA Occidente Agro cadena de la papa

**“INFORME FINAL EVALUACIÓN DE CINCO MEZCLAS DE HARINA DE PAPA  
VARIEDAD LOMAN (*Solanum tuberosum* L.) Y TRIGO (*Triticum aestivum* L.), PARA  
ELABORACIÓN DE PAN, EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEL  
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.”**



**ANGEL ROBERTO MIRANDA CASTAÑÓN  
ING. AGR. JUAN MANUEL MÉNDEZ  
ING. AGR. OSMAN CIFUENTES**

**San Marcos, febrero de 2020.**

**“EVALUACIÓN DE CINCO MEZCLAS DE HARINA DE PAPA VARIEDAD LOMAN (*Solanum tuberosum* L.) Y TRIGO (*Triticum aestivum* L.), PARA ELABORACIÓN DE PAN, EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.”**

Autores:

Ing. Agr. Juan Manuel Méndez  
Ing. Agr. Osman Cifuentes  
Angel Roberto Miranda Castañón

**San Marcos, febrero de 2020.**



**Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de la institución a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan. Así mismo, un agradecimiento especial a las personas: Ingeniera en alimentos, Lidia Santisteban, y Licda en Nutrición Ana Villagrán Paiz, que nos brindaron su apoyo incondicional en la ejecución de este proyecto.**

## ÍNDICE GENERAL

I. RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
II. INTRODUCCIÓN. ....	13
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	14
IV. JUSTIFICACIÓN. ....	15
V. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL .....	16
5.1. Definición de harina .....	16
5.2. Harina integral .....	16
5.3. Harina de papa.....	16
5.4. Calidad de proteína de las harinas de papa y trigo .....	18
5.5. Antecedentes sobre la utilización de harina de papa en la elaboración de pan. ....	20
5.6. Justificación del uso de harina de papa a partir de papa no comercial producida por tecnología apropiada .....	21
5.7. Usos de la harina de papa. ....	22
5.8. Productos horneados .....	22
5.9. Agente espesante .....	22
5.10. Estudios sobre mezclas de harina de papa. ....	22
5.11. La papa en Guatemala:.....	23
5.12. La papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.).....	24
5.13. Clasificación taxonómica.....	24
5.14. Composición nutricional de la papa .....	24
5.15. Diagrama contenido nutritivo de la papa.....	26
5.16. Aminoácidos presentes en la papa. ....	27
5.17. Potencial de desarrollo tecnológico de la papa.....	28
5.18. Calidad agroindustrial de la papa.....	28
5.19. Materia seca y almidón .....	29
5.20. Glicoalcaloides en la papa .....	29
5.21. Técnicas de análisis físico químico de alimentos.....	29
5.22. Generalidades del análisis de alimentos.....	29
5.22.1. Preparación de la muestra para el análisis físico – químico.....	30
5.22.2. Análisis de los componentes generales. ....	30
5.23. Análisis organoléptico. ....	31
5.24. Muestras .....	31

5.25.	Pruebas de la caracterización sensorial.....	31
5.25.1.	Escala hedónica .....	32
5.26.	Proceso de panificación.....	32
VI.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	33
6.1.	Descripción del área de estudio.....	33
6.2.	Clima.....	33
6.3.	Temperatura media anual:.....	33
6.4.	Precipitación pluvial: .....	33
6.5.	Altitud.....	33
6.6.	Distancia aproximada a la cabecera departamental .....	33
6.7.	Colindancias .....	33
6.8.	Vías de acceso.....	34
6.9.	Humedad relativa: .....	34
6.10.	Velocidad del viento:.....	34
VII.	OBJETIVOS.....	35
a.	Objetivo general.....	35
b.	Objetivos específicos.....	35
VIII.	HIPÓTESIS.....	36
IX.	RECURSOS.....	37
9.1.	Recursos físicos.....	37
9.1.1.	Equipo de oficina .....	37
9.1.2.	Recursos humanos.....	37
9.1.3.	Recursos institucionales .....	37
9.1.4.	Recursos financieros .....	37
9.1.5.	Insumos.....	37
X.	METODOLOGÍA.....	38
10.1.	Localización:.....	38
10.2.	Materia prima .....	38
10.3.	Evaluación física del pan.....	38
10.4.	Prueba de aceptabilidad.....	38
10.5.	Análisis químico proximal .....	39
10.6.	Diseño experimental .....	39
10.7.	Manejo del experimento.....	42
10.8.	Metodología para elaboración del pan.....	43

10.8.1. Procedimiento: .....	43
10.9. Variables de respuesta. ....	44
10.10. Evaluación organoléptica:.....	45
10.11. Parámetros Químicos: .....	45
10.12. Análisis estadístico de la información: .....	45
10.13. Análisis de costo de producción. ....	46
XI. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	47
11.1. Análisis de variable diámetro. ....	48
11.2. Análisis de variable volumen. ....	50
11.3. Análisis de variable altura durante la experimentación. ....	52
11.4. Análisis de variable de rendimiento. ....	53
11.5. Análisis de variable tiempo de amasado de pan de papa. ....	55
11.6. Contenido nutricional del pan con harina de papa y de trigo. ....	56
11.7. Análisis organoléptico del pan con harina de papa y de trigo. ....	63
11.8. Cronograma de actividades. ....	67
11.9. Costo de producción del pan de papa. ....	68
XII. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	69
XIII. CONCLUSIONES.....	71
XIV. RECOMENDACIONES.....	72
XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	73
XV. ANEXOS.....	75

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Análisis de significancia estadística variable diámetro factor A .....	49
Gráfica 2: Análisis estadístico de volumen referente al factor A (% de harina) .....	51
Gráfica 3: Análisis de estadístico de altura referente al factor A (% de harina).....	53
Gráfica 4: Análisis estadístico de rendimiento referente al factor A (% de harina).55	
Gráfica 5: Textura.....	63
Gráfica 6: Olor .....	64
Gráfica 7: Color .....	65
Gráfica 8: Sabor .....	66
Gráfica 9: Análisis de sodio.....	79
Gráfica 10: Análisis de hierro. ....	79
Gráfica 11: Análisis de potasio .....	80
Gráfica 12: Análisis de zinc. ....	80

Gráfica 13: Análisis de ácido ascórbico (Vitamina c).....	81
Gráfica 14: Análisis de fibra dietética. ....	81
Gráfica 15: Análisis de proteína .....	82
Gráfica 16: Análisis de vitamina A.....	82
Gráfica 17: Análisis de vitamina B1 tiamina .....	83
Gráfica 18: Análisis de vitamina B9 ácido fólico .....	83

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Promedio generales de cada una de las variables estudiadas del pan de papa. Elaborado con las harinas de trigo y de papa loman integral. ....	47
Cuadro 2: Promedio generales de cada una de las variables estudiadas del pan de papa. Elaborado con las harinas de trigo y de papa loman no integral. ....	47
Cuadro 3: Datos recolectados del diámetro durante la experimentación. ....	75
Cuadro 4: Datos recolectados de volumen durante la experimentación.....	75
Cuadro 5: Datos recolectados de altura durante la experimentación. ....	76
Cuadro 6: Datos recolectados de rendimiento durante la experimentación. ....	76
Cuadro 7: Datos recolectados de tiempo de amasado durante la experimentación. ....	77

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1:</i> Composición químico proximal de la papa, en comparación químico proximal de la harina de trigo. ....	17
Tabla 2: Alimentos y sus calorías.....	18
Tabla 3: Patrón de aminoácidos de la harina de trigo y de la harina de papa. (g/16g N) .....	19
Tabla 4: Clasificación taxonómica de la papa: .....	24
<b>Tabla 5:</b> Comparación del contenido de aminoácidos esenciales de la proteína de trigo, papa y el patrón FAO (g/16g N).....	27
Tabla 6: Tratamientos.....	40
Tabla 7: Análisis de varianza para la variable diámetro del pan de papa:.....	48
Tabla 8: Prueba D.G.C. para determinar significancia estadística respecto al factor A (porcentajes de harina de papa) .....	48
Tabla 9: Análisis de varianza para la variable volumen del pan de papa. ....	50
Tabla 10: Prueba D.G.C para determinar significaría estadística en factor A (% de harina). ....	50
Tabla 11: Análisis de varianza para la variable altura del pan de papa.....	52
Tabla 12: Prueba D.G.C. para determinar significancia estadística respecto al factor A (% de harina de papa).....	52
Tabla 13: Análisis de varianza para la variable rendimiento del pan de papa.....	53

Tabla 14: Prueba D.G.C. para determinar significancia estadística respecto al factor A (porcentajes de harina de papa) .....	54
Tabla 15: Análisis de varianza para la variable tiempo de amasado del pan de papa. ....	55
Tabla 16: Análisis de minerales.....	56
Tabla 17: Determinación de vitamina “C” .....	57
Tabla 18: Análisis químico proximal: .....	58
Tabla 19: Informe de estudio parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del pan de harina de papa y trigo 20% harina de papa. ....	59
Tabla 20: Promedio de parámetros sensoriales del pan de harina de papa y trigo al 20% de harina de papa. ....	60
Tabla 21: Análisis microbiológico. ....	61
Tabla 22: Trazas de glúten.....	61
Tabla 23: Análisis de vitamina A, B1 tiamina y B9 ácido fólico.....	62
Tabla 24: Análisis organoléptico del pan de papa de la variable textura .....	63
Tabla 25: Análisis organoléptico del pan de papa de la variable olor. ....	64
Tabla 26: Análisis organoléptico del pan de papa de la variable color. ....	65
Tabla 27: Análisis organoléptico del pan de papa de la variable sabor. ....	66
Tabla 28: Resumen de las características de panificación observadas en el proceso de elaboración del pan francés. ....	77
Tabla 29: Cálculo de costo de producción de pan francés al 0%. Testigo. ....	84
Tabla 30: Cálculo de costo de producción de pan francés al 10% de harina integral. ....	85
Tabla 31: Cálculo de costo de producción de pan francés al 20% de harina integral. ....	86
Tabla 32: Cálculo de costo de producción de pan francés al 30% de harina integral. ....	87
Tabla 33: Cálculo de costo de producción de pan francés al 40% de harina integral. ....	88
Tabla 34: Cálculo de costo de producción de pan francés al 0%. Testigo. ....	89
Tabla 35: Cálculo de costo de producción de pan francés al 10% de harina no integral.....	90
Tabla 36: Cálculo de costo de producción de pan francés al 20% de harina no integral.....	91
Tabla 37: Cálculo de costo de producción de pan francés al 30% de harina no integral.....	92
Tabla 38: Cálculo de costo de producción de pan francés al 40% de harina no integral.....	93
Tabla 39: Resumen de costo unitario de pan a diferente fórmula. ....	93

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

DIPLAN MAGA.	Director de Planeamiento del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Diplan-Maga).
INE	Instituto Nacional de Estadística.
BANGUAT.	Banco De Guatemala.
FAO	Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FENAPAPA	Federación Nacional de la papa.
ITT	Instituto de Investigación Tecnológica.
ICAITI	Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. El Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI).
INTA	El Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile.
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar.
C.I.P	Centro Internacional de la papa.
PER	Razón Eficiencia Proteínica.
CRIA	Coordinación del Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA).
INCAP	Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
INLASA	Investigación, laboratorio, análisis, servicio y asesorías
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
RNGG	Red Nacional de Grupos Gestores.
SEGEPLAN	Secretaría de planificación y programación de la presidencia. Guatemala
ANDEVA	Análisis de varianza
CUSAM	Centro Universitario de San Marcos.
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala.
C.V	Coficiente de variación

## I. RESUMEN

La investigación proporciona información importante para contribuir a reducir la problemática post cosecha del cultivo de papa, ya que en época de cosecha son reportados grandes excedentes de papa comercial, que causan disminución de los precios de venta y pérdidas de volúmenes ante a la ausencia de una adecuada capacidad de almacenamiento e infraestructura mínima para aplicar a los mencionados excedentes al menos un procesamiento primario. Debido a lo expuesto anteriormente se presenta el trabajo con la finalidad de determinar la funcionalidad de la harina de papa en mezclas con harina de trigo para usos en panadería.

La papa investigada fue la variedad loman, se generó 10 tratamientos con harina integral y no integral de papa con fórmulas de mezclas a evaluar del 0%, 10%, 20%, 30% y 40%. Con estos niveles de adición de harina de papa se evaluó el comportamiento en el amasado y elaboración del pan.

Para responder al cuestionamiento presentado en el planteamiento de problema se realizó un análisis de varianza trabajado por medio del programa InfoStat © 2010 software estadístico, con un arreglo bi-factorial combinatorio, con parcelas divididas y arreglo completamente al azar balanceado, lo que permitió evaluar las variables de respuestas siguientes: volumen, diámetro, altura, rendimiento, tiempo de amasado, tiempo de horneado, generando así conclusiones a las hipótesis planteadas.

Así también se verificó por medio de un análisis físico químico las concentraciones de proteína, fibra cruda, humedad, fibra dietética, minerales como: sodio, zinc, hierro, fosforo, calcio, potasio, vitaminas: "A", "B1", "B9" y "C" ácido ascórbico. Por otro lado, se realizó pruebas organolépticas, tomando en cuenta textura, color, olor y sabor, resaltando que en cuanto al olor y sabor al aumentar el nivel de harina de papa en sustitución de harina de trigo presenta mejores características.

El pan con 40% de harina de papa integral y no integral marcó mayor rendimiento, y mayor porcentaje de proteína, y considerablemente el pan con harina no integral mostró mayor aceptabilidad de acuerdo al sabor.

El costo de producción del pan elaborado en base al 20% de harina integral de papa y trigo es equivalente a Q1.80/unidad.

Lo anterior permitió obtener resultados, los cuales se convierten en oportunidades para contribuir con los productores, buscando con ello mejoras en la comercialización.

## ABSTRACT

The research provides important information to contribute to reducing the post-harvest problems of potato cultivation, since large surpluses of commercial potatoes are reported at harvest time, which cause a decrease in sale prices and volume losses in the absence of an adequate storage capacity and minimum infrastructure to apply at least one primary processing to the aforementioned surpluses. Due to the above, the work is presented in order to determine the functionality of potato flour in mixtures with wheat flour for use in bakery.

The investigated potato was the Ioman variety, 10 treatments were generated with whole and non-whole potato flour with formulas of mixtures to evaluate 0%, 10%, 20%, 30% and 40%. With these levels of addition of potato flour, the behavior in the kneading and making of the bread was evaluated.

To answer the question presented in the problem statement, an analysis of variance was carried out using the statistical software InfoStat © 2010 program, with a combinatorial bi-factorial arrangement, with divided plots and a completely balanced random arrangement, which allowed evaluating the variables of following answers: volume, diameter, height, yield, kneading time, baking time, thus generating conclusions to the hypotheses raised.

Likewise, it was verified by means of a physical chemical analysis the concentrations of protein, crude fiber, moisture, dietary fiber, minerals such as: sodium, zinc, iron, phosphorus, calcium, potassium, vitamins: "A", "B1", "B9", and "C" ascorbic acid. On the other hand, organoleptic tests were carried out, taking into account texture, color, odor and flavor, highlighting that in terms of odor and flavor, when increasing the level of potato flour replacing wheat flour, it presents better characteristics.

Bread with 40% whole and non-whole potato flour had a higher yield, and a higher percentage of protein, and considerably the bread with non-whole flour showed greater acceptability according to taste.

The cost of production of bread made based on 20% whole wheat and potato flour is equivalent to Q1.80 / unit.

This allowed obtaining results, which become opportunities to contribute with producers, thereby seeking improvements in marketing.

## II. INTRODUCCIÓN.

La papa (*Solanum tuberosum* L.) constituye uno de los productos de la canasta básica nacional por lo que tiene importancia en el país, ya sea por los beneficios que genera su consumo, así como la generación de fuentes de empleo para muchos guatemaltecos. En algunos casos se ha observado que la papa es la única fuente de alimentación por familia y de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística de Guatemala (INE), se indica que durante los años 1,988 y 1,990 se considera que el mayor porcentaje (alrededor del 80%) del consumo per cápita del grupo de alimentos que aportan carbohidratos (tubérculos, plátano y banano) se refiere a la papa. (Cerón, 2010).

La importancia de la investigación fue determinar la funcionalidad de la harina papa (*Solanum tuberosum* L.) con mezclas de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la industria panadera. Así mismo, evaluar la aceptabilidad del pan de acuerdo con la calidad organoléptica, textura, color, olor y sabor considerando harina integral y no integral. Se aplicaron los porcentajes de mezcla de harina de papa al 0%, 10%, 20%, 30% y 40% y se analizaron las características en la panificación, consistencia de la masa, problemas en amasado y apariencia del pan.

Se realizaron análisis físico químico que determinaron las concentraciones de proteína, extracto etéreo, fibra cruda, materia seca, cenizas, humedad, fibra dietética, minerales como: sodio, zinc, hierro, fósforo, calcio, potasio, vitaminas: "A", "B1", "B9" y "C" ácido ascórbico.

La investigación realizada da respuesta al diagnóstico elaborado por la Coordinación del Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA) ya que dentro de sus líneas prioritarias de temas de investigación considero necesario e importante realizar evaluaciones dentro del eslabón de procesamiento.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es hortaliza tradicional dentro de la agricultura guatemalteca, cuyas cosechas han sido destinadas principalmente al abastecimiento del mercado nacional y centroamericano. En la actualidad se carecen de alternativas de transformación; e industrialización de harinas de papa.

La mayor cantidad de plantaciones de papa está concentrada en el altiplano occidental del país, conformado en su orden de prioridad por los departamentos de: Huehuetenango, San Marcos y Quetzaltenango (Santos, 2011).

El mayor número de productores de papa tiende a efectuar sus cultivos en función de la época lluviosa, provocando una sobreoferta de producto en determinadas épocas del año, por lo cual, los precios de venta son bajos, irregulares y fluctuantes.

En la época de máxima cosecha se reportan grandes excedentes de papa, las cuales son causa de la baja en los precios de venta y/o pérdidas de grandes volúmenes debido básicamente a la ausencia de al menos un procesamiento primario o mínima para aplicar a los mencionados excedentes. (González, 2016).

Con el desarrollo de la evaluación de cinco mezclas de harina de papa y trigo para la elaboración de pan, en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas:

***¿Cuál será el porcentaje óptimo para la mezcla de harina de papa con harina de trigo para la elaboración de pan?***

***¿Cuál será el pan mejor aceptado?***

#### IV. JUSTIFICACIÓN.

Mediante la transformación de la papa en harina, se aumenta la vida útil del producto y posibilita nuevos usos y capacidad de almacenamiento, así mismo, se genera la posibilidad de diversificar incorporando harinas y pan a la dieta de la población y se promueve el consumo de papa, esto último es de suma importancia ya que las estadísticas informan que Guatemala es el país que reporta el consumo per cápita anual más bajo del área centroamericana, 0.94 Kg/persona /año. (Franco, 2002)

Desde el punto de vista nutricional, la papa está considerada como una de las fuentes alimenticias más importantes para el ser humano, debido a su alto contenido de carbohidratos. A nivel mundial, ocupa el cuarto lugar en importancia, superado solamente por el trigo, arroz y maíz. (Roblero, 1988)

Investigaciones realizadas por Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá - INCAP, indican que el 77.9% de la población guatemalteca consume regularmente este vegetal, siendo en la región del altiplano occidental donde el consumo es mayor, con un valor aproximado promedio de 29 gr/día.

La presente investigación plantea evaluar cinco mezclas de harina de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Ioman y trigo (*Triticum aestivum* L.) para la elaboración de pan, con el propósito de proponer una alternativa de procesamiento y utilización de la harina, para contribuir en cierta medida a resolver la problemática existente de la sobreoferta de producción en ciertas épocas del año, lo que afecta negativamente el comportamiento de precios. Es decir, los precios de venta en ese momento son bajos, irregulares y fluctuantes.

Durante la trayectoria de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), ha desarrollado proyectos encaminados a aprovechar el alto valor nutritivo de la papa, para ello ha incidido en el fortalecimiento de las capacidades de acopio, almacenamiento, comercialización y ha contribuido a sugerir el desarrollo de productos novedosos elaborados a partir de la papa. Entre ellos resalta la harina de papa.

Según proyecciones del Centro Internacional de la Papa (CIP), su demanda mundial continuará creciendo a una tasa del 2.7% anual al 2020, considerando que el consumo per cápita en los países en vías de desarrollo es aún bajo. Es previsible un aumento de las áreas de producción, por el enorme potencial de contribuir a la alimentación de millones de pobladores en estos países y por sus diversos usos industriales. (González, 2016).

## **V. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **5.1. Definición de harina**

Se entiende por harina al polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón.

Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo, la cual es imprescindible para la elaboración del pan, también se hace harina de centeno, cebada, avena, maíz o arroz. El almidón que es un carbohidrato complejo lo contienen las harinas vegetales. (Argueta, 2008)

### **5.2. Harina integral**

La harina integral es el producto resultante de la molturación del grano de trigo entero, sin separación de ninguna parte de él. A diferencia de la harina blanca o refinada, la harina integral conserva la cubierta exterior del grano de trigo (o salvado) y el germen de trigo, componentes que contienen una gran cantidad de fibra, ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas del complejo B y hierro. La harina blanca, por el contrario, se obtiene únicamente por molturación del endospermo, parte interna del grano de trigo formada en su mayoría por almidón y algo de proteínas.

Esta diferencia en su elaboración hace que la harina blanca y la integral, así como los productos derivados de ellas, sean distintas a nivel nutricional. Al conservar el salvado y el germen de trigo, la harina integral destaca por lo siguiente:

Posee una cantidad de fibra 3 veces superior a la harina blanca: la harina integral contiene 9 gramos de fibra/100 gramos de harina frente a la harina blanca que solo contiene 3.5g de fibra/100g. Alto contenido en vitaminas y minerales: vitaminas del complejo b, esenciales para el metabolismo de hidratos de carbono y grasas; vitamina e, un activo antioxidante; hierro, potasio, magnesio y zinc. Contiene una mayor cantidad de ácidos grasos esenciales.

Todas estas características le confieren a la harina integral y a los productos elaborados a partir de ella, un valor nutricional superior al de la harina blanca.

### **5.3. Harina de papa.**

Harina de papa: se obtiene moliendo las papas enteras y deshidratadas. En 50g de taza hay 2.5g de fibra y 400mg de potasio.

Se usa como espesante para salsas. Para hornear, añade el almidón a la masa y retiene el agua, lo que hace que el pan quede más húmedo y se extienda el tiempo de frescura.

**Tabla 1:** Composición químico proximal de la papa, en comparación químico proximal de la harina de trigo.

<b>CONCEPTO</b>		<b>Papa B.H. 1/</b>	<b>Papa B.S. 2/</b>	<b>Harina de Trigo</b>
<b>Medida en gr</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
Calorías	3/	76.00	342.00	366.68
Proteína	g.	1.60	7.20	11.67
Grasa		0.00	0.00	1.00
Carbohidratos		18.00	81.00	74.67
<b>MINERALES</b>	<b>Mg</b>	<b>48.80</b>	<b>219.60</b>	<b>111.00</b>
Calcio	“	8.00	36.00	16.67
Fosforo	“	40.00	180.00	93.33
Hierro	“	0.80	3.60	1.00
<b>VITAMINAS</b>	<b>Mg</b>	<b>17.72</b>	<b>79.74</b>	<b>1.14</b>
Retinol	m.c.g.	Tr	Tr	0.00
Tiamina	Mg	0.08	0.36	0.07
Rivoflavina	“	0.04	0.18	0.07
Niacina	“	1.60	7.20	1.00
Vitamina “C”	“	16.00	72.00	0.00
Total, de principios nutritivos digeribles	gr.	19.67	88.50	87.45
Diferencia 4/		80.33	11.50	12.55

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Contenido</b>
<b>1.</b>	<b>1/</b>	<b>Base húmeda</b>
<b>2.</b>	<b>2/</b>	<b>Base seca</b>
<b>3.</b>	<b>3/</b>	<b>No suman</b>
<b>4.</b>	<b>4/</b>	<b>Constituida por húmeda y solidos no alimenticios.</b>

Fuente: (Laurencio & Masgo, 2014)

En la tabla anterior No.1, se reporta un análisis bromatológico promedio para la papa fresca, harina de papa y harina de trigo, se aprecia que el contenido de calorías de la harina de papa es menor que el de la harina de trigo, lo anterior es relevante ya que el comentario más generalizado al respecto es totalmente contrario, este hallazgo sumado a la total ausencia de grasa en la harina de papa, hace que este alimento sea de fácil digestión y por lo tanto bajo en calorías, más aun si comparamos el contenido de calorías de la papa fresca con otros. (Laurencio & Masgo, 2014)

**Tabla 2:** Alimentos y sus calorías.

<b>PRODUCTO</b>	<b>ENERGIA Kcal/kg.</b>
<b>Frijol</b>	<b>3000</b>
<b>Banano</b>	<b>1100</b>
<b>Yuca</b>	<b>3500</b>
<b>Sorgo</b>	<b>3500</b>
<b>Papa</b>	<b>800</b>

**Fuente:** (Roblero, 1988).

En el reporte anterior se aprecia que la papa es un alimento bajo en calorías, esto es importante ya que actualmente en los estratos más acomodados de nuestra sociedad se cree que la papa es un alimento que engorda, aun y cuando su contenido de carbohidratos es mayor que el de la harina de trigo; en base al análisis químico proximal reportado puede utilizarse con toda confianza en el diseño de dietas humana baja en grasa y energía.

Se hace énfasis en la situación anterior, ya que por el mal concepto que se ha tenido sobre este alimento, el mismo no se ha aprovechado al máximo. En la tabla No.1, se reporta que el contenido de proteína de la harina de papa es menor (7.2%) que el de la harina de trigo (11.67%), sin embargo, se indica que la harina de papa presenta un buen balance nutricional en su relación proteína –carbohidrato, siendo en su mayor parte soluble y está constituida por albumina y globulina. Existe una alta variabilidad genética en el contenido de proteína según la especie de solanum, por Ej.: S. stenotomum y S. phureja.

También se reporta en la tabla No.1, que la harina de papa es más rica en mineral (Ca, F, Fe,) y vitaminas (Tiamina, Rivo flavina, Niacina y Vitamina C) que la harina de trigo. Cantidad habitual en que se consume, la papa es muy buena fuente de vitamina C y buena fuente de calorías, Hierro y Niacina.

#### **5.4. Calidad de proteína de las harinas de papa y trigo**

La calidad de proteína está determinada por la cantidad, disponibilidad y balance de sus aminoácidos esenciales, así como la presencia de suficientes aminoácidos no esenciales para su óptica utilización.

En la tabla No.3, se reporta en g/16g N, los valores mínimo, máximo y promedio que reporta la literatura para los aminoácidos esenciales y no esenciales de las harinas de papa y de trigo.

**Tabla 3:** Patrón de aminoácidos de la harina de trigo y de la harina de papa. (g/16g N)

AMINOACIDOS	TRIGO				PAPA			
	Min.	Max.	Prom.	No. de muestras	Min.	Max.	Prom.	No. de muestras
<b>ESENCIALES</b>								
Arginina	2.8	5.5	4.5	69	4.3	5.7	4.9	6
Fenil alanina	3.7	5.7	4.6	59	3.1	5.4	4.4	7
Histidina	1.3	2.6	1.9	64	1.2	1.7	1.4	6
Isoleucina	3.0	4.8	4.0	57	3.6	5.3	4.4	5
Leucina	5.5	6.8	6.2	57	4.3	5.6	5.0	5
Lisina	2.1	3.4	2.6	83	4.7	6.7	5.3	8
Meteonina	0.7	2.8	1.4	85	0.6	1.7	1.2	8
Triptófano	0.8	1.4	1.2	19	0.7	1.8	1.1	6
Treonina	1.7	3.3	2.7	63	3.4	4.7	3.9	7
Valina	3.6	4.8	4.3	62	4.7	6.0	5.3	7
<b>NO ESENCIALES</b>								
Alanina	-	-	3.3	1	-	-	4.7	1
Ac. Aspártico	-	-	5.1	1	-	-	-	0
Cisteína	0.8	2.7	2.0	36	0.6	1.7	1.0	3
Glicina	3.9	7.5	5.7	2	-	-	-	0
Ac. Glutámico	24.0	30.9	29.2	25	-	-	10.0	1
Prolina	-	-	9.7	1	-	-	3.3	1
Serina	-	-	4.3	1	-	-	4.0	1
Tirosina	2.6	4.8	3.5	8	1.6	2.0	1.8	2

Fuente: (Gattás & Ballester, 1983).

Se reporta que los aminoácidos limitantes en la proteína del trigo son lisina y treonina, mientras que en la proteína de la papa estos aminoácidos se encuentran en concentración adecuada, según se reporta en la tabla 3, en comparación con la proteína de referencia de la FAO.

En la comparación con la proteína de referencia, ambas proteínas son deficientes en metionina, razón por la cual debe incluirse en muestras vegetales que contengan materiales ricos en este aminoácido (ej.: algodón, soya, ajonjolí, etc.). Sin embargo, en el caso de la papa, CIP (centro Internacional de la Papa.1976.) reporta un amplio rango en el contenido de metionina, encontrándose niveles de alto como 225mg/16g.N, estos valores indican que la metionina no sería en papa el aminoácido limitante (Gattás & Ballester, 1983).

La papa por su adecuado contenido de lisina es un buen suplemento en mezclas vegetales que contenga otras materias primas deficientes en este aminoácido, tales como: maíz, sorgo, trigo, etc. (Montaldo, 1984).

Con el propósito de comparar los valores promedios de contenido de cada uno de los aminoácidos esenciales de la harina de papa y trigo que la literatura reporta, a su vez establecer juicios sobre la calidad de esas proteínas con respecto a la referencia del patrón FAO.

## **5.5. Antecedentes sobre la utilización de harina de papa en la elaboración de pan.**

En Estados Unidos y Europa, la harina de papa se ha utilizado ampliamente en la industria Panadera. En base a estudios de mezcla de harina de papa y de trigo obtuvieron una harina mejor absorción que produce un pan más voluminoso que los de referencia (Wayllace, 1978).

El IIT, utilizando harina de papa pre cocida y harina de papa cruda en la elaboración del pan, reporta que los mejores resultados en volumen se alcanzaron con la primera. No así, en los panes sustituidos con la segunda Harina, ya que reportaron bajo volumen y mala calidad de miga; esto es debido a que la absorción de agua no se pudo determinar, debido a que no es posible obtener una masa.

La harina de papa como sustituto parcial de la harina trigo tiene la capacidad de retener la frescura del pan, mejorando las cualidades del tostado. En Europa, el pan de papa que llego a ser común durante el último siglo y que luego se extendió a otros países como EEUU, promovió el uso de la harina de papa en galletas, productos de pastelería y cocina. esto indica la diversidad de usos que se puede dar a la harina de papa, además de su utilización de panificación. (Wayllace, 1978).

En un estudio de evaluación organoléptica de panes elaborados con niveles de 2, 4, 6, 8, y 10% de sustitución de harina de trigo de papa, en el INTA de Chile reporta que los panes elaborados con las diferentes mezclas no reportaron diferencias significativas en cuanto al sabor en comparación al pan testigo. Los Catadores no reportaron preferencias significativas entre el pan elaborado con el 8% de harina de papa y el pan testigo, además indica que la razón de eficiencia proteínica del pan elaborado hasta el 8% de harina papa no ocasiono disminución en este parámetro.

En un estudio sobre la sustitución de harina de trigo por harina de papa en la elaboración de panes y galletas, utilizaron harina de papa cruda y harina de papa cocida, las que utilizaron para sustituir una haría de trigo duro (utilizada para la elaboración del pan) y una harina de trigo suave (Utilizada para la elaboración de galleta);reportan en primer lugar que la harina obtenida a partir de la papa cruda y con cascara resulto ser higiénicas y nutritivas como la producidas a partir de papas cocidas y peladas (Castillas & Vásquez, 1982).

Sin embargo, cuando se utilizó la primera de las mencionadas se produjeron panes con características calidad insatisfactoria, mientras que la mezcla de harina de trigo con 5% de harina de papa cocida produjo panes de cajas aceptables. En cuanto a la elaboración de galletas con ambas harinas se produjeron panes de calidad satisfactorias. Calificando similar el sabor de las galletas elaboradas de la misma, sin embargo, se indica que los catadores prefieren las mezclas que contenían harina de papa cocida en función de su olor y color.

En un estudio sobre sustitución de harina de trigo por harina de papa en la elaboración de panes en el cual determinan la influencia en el proceso de

panificación ejercida por tres niveles de sustitución (10,20,30%) 3 de modificación del almidón (pre cocción a 10,12 y15 minutos) y 7 variedades de papa; reportan que sus porcentajes de sustitución es el que más influye en el volumen de pan, indicando además, que los mejores volúmenes se obtiene con el 10% y los más bajos con el 30% de sustitución. Además, dentro de cada variedad reportan que los mejores volúmenes se obtuvieron con las mezclas que contenía harina de papa pre cocida. Todas las variedades dieron panes con volúmenes superiores al patrón cuando se elaboraron con harina pre cocidas durante 12 minutos. Al 10% de sustitución. Esto demuestra que existen posibilidades de elaborar pan de buena calidad sustituyendo la harina de trigo por harina de papa, en un 10 y 20%. (Castillas & Vásquez, 1982).

En otro estudio sobre sustitución de harina de trigo por puré de papa en la elaboración de panes, indica que es factible dicha sustitución sin afectar significativamente, calidad, procesamiento y aceptabilidad del pan. Además, indica que al adicionar puré de papa baja el contenido de proteína, sin embargo, el contenido de proteína, y el contenido de lisina se incrementa mejorando esta la calidad de la proteína.

#### **5.6. Justificación del uso de harina de papa a partir de papa no comercial producida por tecnología apropiada**

Se reporta que es factible sustituir el trigo parcialmente por harina de papa en la elaboración de panes, al igual que otros (Gattás & Ballester, 1983).

La utilización de harina de papa es ventajosa ya que no requiere condiciones especiales para su almacenamiento –como la papa fresca, además porque su uso puede extenderse a épocas diferentes de la cosecha. Con lo anterior puede aumentarse el consumo per cápita de papa, al mismo tiempo que podría resolverse en cierta medida la problemática post cosecha de este cultivo y disminuir la fuga de divisas por concepto de su importación y/ o importación de trigo. Sin embargo, el concepto más avanzado con relación al uso de harina de papa es que es muy cara para justificar su uso en panes y tortillas, especialmente debido a que la deshidratación de papa posee un precio muy alto, lo que incide en la producción de una harina a precios que son superiores a los de la harina de trigo y maíz (Molina, 1980).

Los conceptos anteriores provienen de experiencias obtenidas utilizando papas comerciales y procesos sofisticados de producción de harinas, sin embargo, al utilizar papa no comercial y un procesamiento rustico basado en tecnología apropiada, puede producirse harina de papa con precios competitivos. La papa no comercial constituye un conjunto de papas de diferentes calidades (dañadas por palomilla, gallina ciega, dañadas mecánicamente en la cosecha, papas deformes y verdes) etc. (Reyes, 1985)

Antecedentes sobre la utilización de harina de papa en la elaboración de pan. La harina de papa presenta gran versatilidad, funciona como mejorador de sabor y

color, es utilizada como espesante y ha comenzado a irrumpir en los productos de panadería.

### **5.7. Usos de la harina de papa.**

La harina de papa se hace con papas secas y molidas, y es una buena alternativa para las personas alérgicas al trigo. Incluso puedes usarla para hacer tortillas ligeras, esponjosas y otros platos favoritos del desayuno (Argueta, 2008).

### **5.8. Productos horneados**

Se usa harina de papa para hacer pan, pasteles, galletas o cualquier otro tipo de productos horneados. Esta harina puede crear un pan esponjoso, pero estos alimentos pueden tener un leve sabor a papa, por lo que es conveniente seguir la receta y agregar otros ingredientes. El azúcar, los huevos y otros agregados mezclados crean los sabores adecuados para los alimentos horneados. Como en cualquier otra receta, la harina usualmente no es el único ingrediente.

### **5.9. Agente espesante**

La harina de papa es adecuada para utilizar como agente espesante para casi todo tipo de alimentos.

Otro producto deshidratado, la harina de papa, se obtiene de la papa cocida entera y mantiene un sabor característico. La industria alimentaria utiliza la harina de papa, que no contiene gluten, pero sí abundante almidón, para aglutinar productos compuestos de diversos tipos de carnes e impartir espesor a salsas y sopas.

### **5.10. Estudios sobre mezclas de harina de papa.**

En base a estudios de mezclas de harina de papa y de trigo, obtuvieron una harina de mejor absorción que produce un pan más voluminoso que los de referencia. Utilizando harina de papa pre cocida y harina de papa cruda en la elaboración de pan, reporta que los mejores resultados en volumen se alcanzaron con la primera.

No así, en los panes sustituidos con la segunda harina, ya que reportaron bajo volumen y mala calidad de miga; esto es debido a que la absorción de agua no se pudo determinar debido a que no es posible obtener una masa (Roblero, 1988).

La harina de papa como sustituto parcial de la harina de trigo tiene la capacidad de retener la frescura del pan, así mismo proporciona sabor agradable al pan, mejorando las cualidades del tostado.

Europa, el pan de papa que llegó a ser común durante el último siglo y que luego se extendió a otros países como EEUU, promovió el uso de la harina de papa en galletas, productos de pastelería y cocina. Esto indica la diversidad de usos que se pueden dar a la harina de papa, además de su utilización de panificación.

En un estudio para la evaluación organoléptica de panes elaborados con niveles de 2, 4, 6, 8 y 10% de sustitución de harina de trigo por harina de papa, en el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de Chile, reporta que los panes elaborados con las diferentes mezclas no reportaron diferencias significativas en cuanto al sabor en comparación al pan testigo. Los catadores no reportaron preferencias significativas entre el pan elaborado con el 8% de harina de papa y el pan testigo, además indica que la razón eficiencia proteínica (PER) del pan elaborado hasta con el 8% de harina de papa no ocasionó disminución en este parámetro. (Roblero, 1988).

En un estudio sobre la sustitución de harina de trigo por harina de papa en la elaboración de panes y galletas, utilizaron harina de papa cruda y harina de papa cocida, las que utilizaron para sustituir una harina de trigo duro (utilizada para la elaboración de pan) y una harina de trigo suave (utilizada para la elaboración de galletas); reportan en primer lugar que la harina obtenida a partir de papa cruda y con cáscaras resultó ser higiénica y nutritiva como la producida a partir de papas cocidas y peladas.

Sin embargo, cuando se utilizó la primera de las mencionadas se produjeron panes con características de calidad insatisfactorias, mientras que la mezcla de harina de trigo con 5% de harina de papa cocida produjo panes de caja aceptables. En cuanto a la elaboración de galletas con ambas harinas se produjo pan de calidad satisfactoria. Calificando similar el sabor de las galletas elaboradas con las mismas, sin embargo, se indica que los catadores prefieren las mezclas que contenían harina de papas cocidas en función de su olor y color.

Estudios sobre sustitución de harina de trigo por harina de papa en la elaboración de panes en el cual determinan la influencia en el proceso de panificación ejercida por 3 niveles de sustitución (10, 20 y 30%) y 7 variedades de papa; reportan que el porcentaje de sustitución es el que más influye en el volumen de pan, indicando, además, que los mejores volúmenes se obtienen con el 10% y los más bajos con el 30% de sustitución (Roblero, 1988).

En un estudio sobre sustitución de harina de trigo por puré de papa en la elaboración de panes, indica que es factible dicha sustitución sin afectar significativamente, calidad, procesamiento y aceptabilidad del pan.

Además, indica que al adicionar puré de papa baja el contenido de proteína, sin embargo, el contenido de Lisina se incrementa, mejorando ésta la calidad de la proteína.

### **5.11. La papa en Guatemala:**

De acuerdo con datos del DIPLAN-MAGA, se estima que este cultivo generó para el año 2,013 la cantidad de 3,546,200 jornales de trabajo, equivalentes a 12,665 empleos permanentes.

Los lugares principales productores de papa, por el comité de la agro cadena, son los siguientes: Huehuetenango y San Marcos.

De los datos obtenidos del DIPLAN-MAGA, la producción nacional anual se encuentra distribuida de la siguiente forma: Huehuetenango (32%), Quetzaltenango (23%), San Marcos (21%), Guatemala (5%), Sololá (4%) y los demás departamentos de la república suman el (14%) restante. El 88.9% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 6 departamentos: Huehuetenango (29.1%), San Marcos (24 %), Quetzaltenango (21.7%), Guatemala (5.6%), Jalapa (4.7%) y Sololá (3.8%). (González, 2016).

### 5.12. La papa (*Solanum tuberosum* L.)

Es una herbácea anual que alcanza una altura de un metro y produce un tubérculo, la papa misma, con tan abundante contenido de almidón ocupa el cuarto lugar mundial en importancia como alimento, después del maíz, el trigo y el arroz. La papa pertenece a la familia de floríferas de las solanáceas, del género *Solanum*, formado por otras mil especies por lo menos. (Santos, 2011).

### 5.13. Clasificación taxonómica

**Tabla 4:** Clasificación taxonómica de la papa:

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliopyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Solanales
<b>Familia:</b>	Solanaceae
<b>Género:</b>	<i>Solanum</i>
<b>Especie:</b>	<i>Solanum tuberosum</i>

**Fuente:** (Santos, 2011).

### 5.14. Composición nutricional de la papa

La calidad nutricional de la papa se refiere al contenido de compuestos químicos que tienen relación con el bienestar y la salud humana. La papa es proveedora de una gran cantidad de nutrientes y es buena fuente de energía, por su contenido de almidón, que puede alcanzar aproximadamente un aporte de un 14 % de la energía requerida diariamente. Además, es buena fuente de proteína, que cubre un 17 % de la cantidad requerida por día. (Santos, 2011).

La papa refleja en su calidad nutricional que cuenta con: almidón de 16-20%, proteína 2-2.5%, agua 72-75%, fibra 1-1.8%, ácidos grasos 0.15%, potasio 897 mg,

fosforo 121 mg, magnesio 49 mg, hierro 1.6mg, vitamina C 42 mg, niacina 2.2 mg, vitamina B6 0.62 mg y tiamina 0.17 mg.

La papa, entonces, es originaria del altiplano de América del Sur, donde se consume desde hace más de 8,000 años. Guatemala, es considerado como centro secundario de origen. Actualmente la papa es uno de los cuatro cultivos alimenticios más importantes a nivel mundial, ocupando el cuarto lugar después de los cereales trigo, arroz y maíz.

Para el caso de Guatemala, la papa es un cultivo propio de regiones frías o templadas a altitud desde 1,500 a 3,600 msnm. Las regiones productoras se establecen en los departamentos de Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, El Quiché, Chimaltenango, Guatemala, Jalapa, Alta y Baja Verapaz.

El cultivo de la papa representa para una gran mayoría de agricultores parte de su dieta básica, especialmente en el altiplano occidental del país. En algunos casos se ha observado que la papa es la única fuente de alimentación y que una familia de seis miembros consume diariamente 6 kilogramos. De acuerdo con (Prokop & Albert, 2019) durante los años 1,988 y 1990 el suministro anual por persona según grupo de alimentos, los guatemaltecos consumieron 13.4 y 16.1 Kg/año de tubérculos, plátanos y bananos respectivamente.

Dicho consumo representó el 3 y 4 % del total del alimento consumido en los años mencionados. Se considera que el mayor porcentaje (más o menos 80 %) del consumo per cápita de este grupo de alimentos se refiere a la papa. Se estima que durante el período de 1991 a 1998 se han exportado a Centroamérica especialmente (Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica) y en bajo porcentaje a Estados Unidos, 163,463 toneladas métricas (tm) con un valor en dólares americanos de 11,797,888.

Así mismo, durante el período de 1993 a 1998 se han importado al país 1,189.80 toneladas métricas de papa fresca, con un valor de 1,122,727 dólares americanos. Por otro lado, la papa con valor agregado se ha importado en mayor cantidad que la papa fresca, debido a su utilización en repostería, comidas rápidas y otras industrias.

En lo que respecta a la importación de papa fresca a Guatemala se estima que para el período 1993-1997, ingresaron 1,189.80 toneladas métricas con un valor de 1,122,727 dólares americanos (Banguat, 2019).

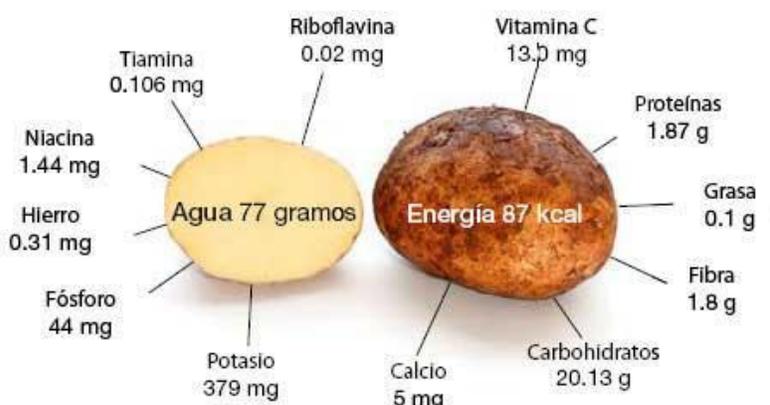
Considerando la información presentada, en Guatemala existe una brecha que llenar respecto a la generación de tecnología orientada a cultivares de papa con calidad industrial y culinaria. La papa es uno de los alimentos más nutritivos para el hombre. Tiene proteínas de buena calidad e índice de valor biológico alto (igual a 73.0 que corresponde a cerca del 77% del valor biológico de la proteína del huevo). La relación de proteínas y calorías disponibles indica que puede ser una de las mejores alternativas alimenticias para los pueblos de los países en desarrollo y

subdesarrollo. Es uno de los cultivos que presentan mayor producción y proteína por hectárea por día.

La papa presenta una media de 2.1% de proteína total, que significa cerca de 10.4% del peso seco del tubérculo. Esto puede ser considerado excelente si tomamos en cuenta que el trigo y el arroz representan valores del 13 y 7.5% respectivamente. Considerando las producciones y contenidos de proteínas de cada cultivo, la papa puede rendir cerca de 300 Kg de proteína por hectárea, el trigo 200 Kg/ha y el arroz 168 Kg/ha.

Con relación a las vitaminas, la papa es considerada como fuente importante de vitaminas para la nutrición humana, principalmente de ácido ascórbico (vitamina C). Las principales vitaminas del complejo B presentes son: tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y ácido fólico.

### 5.15. Diagrama contenido nutritivo de la papa.



(Por 100 g de papa hervida y pelada antes del consumo)

Fuente: (Prokop & Albert, 2019).

La papa por su adecuado contenido de lisina, es un buen suplemento en mezclas vegetales que contengan otras materias primas deficientes en éste aminoácido, tales como: maíz, sorgo, trigo, entre otros.

Con el propósito de comparar los valores promedio de contenido de cada uno de los aminoácidos esenciales de la harina de papa y trigo que la literatura reporta, y a su vez establecer juicios sobre la calidad de esas proteínas con respecto a la de referencia del patrón FAO, se resumen a continuación en el cuadro el contenido de aminoácidos, en la cual se aprecia que la papa es rica en los aminoácidos: isoleucina, valina y que posee niveles adecuados de: triptófano y lisina.

Manifiesta claramente deficiencia en metionina. La proteína del trigo reporta deficiencia en lisina y metionina, reportando poseer niveles adecuados de triptófano é isoleucina.

**Tabla 5:** Comparación del contenido de aminoácidos esenciales de la proteína de trigo, papa y el patrón FAO (g/16g N).

AMINOACIDOS	PATRON FAO	TRIGO	PAPA
<b>ESENCIALES</b>			
Arginina	--	4.5	4.9
Fenil-alanina	6.0	4.6	4.4
Histidina	--	1.9	1.4
Isoleucina	4.0	4.0	4.4
Leucina	7.0	6.2	5.0
Lisina	5.5	2.6	5.3
Metionina	3.5	1.4	1.2
Triptófano	1.0	1.2	1.1
Treonina	4.0	2.7	3.9
Valina	5.0	4.3	5.3
<b>NO ESENCIALES</b>			
Alanina	--	3.3	4.7
Ac. Aspártico	--	5.1	-
Cisteína	--	2.0	1.0
Glicina	--	5.7	-
Ac. Glutámico	--	29.2	10.0
Prolina	--	9.7	3.3
Serina	--	4.3	4.0
Tirosina	--	3.5	1.8

Fuente: (Roblero, 1988).

### 5.16. Aminoácidos presentes en la papa.

Los aminoácidos limitantes en la proteína del trigo son: lisina y treonina, mientras que en la proteína de la papa estos aminoácidos se encuentran en concentración adecuada.

En comparación con la proteína de referencia, ambas proteínas son deficientes en Metionina, razón por la cual debe incluirse en muestras vegetales que contengan materiales ricos en este aminoácido (Ejemplo.: algodón, soya, ajonjolí, entre otros). (Roblero, 1988).

Sin embargo, en el caso de papa el centro internacional de la papa, (CIP) reporta un amplio rango en el contenido de metionina, encontrándose niveles tan altos como 225 mg/16 g N. éstos valores indican que la metionina no sería en papa el aminoácido limitante. La proteína del trigo reporta deficiencia en lisina y metionina, reportando poseer niveles adecuados de triptófano é isoleucina.

Se aprecia que la papa cuenta con aminoácidos esenciales tales como: arginina, fenil-alanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, triptófano, treonina y valina. Además, posee niveles adecuados de aminoácidos no esenciales tales como: alanina, cisteína, ácido glutámico, prolina, serina y tirosina. (Roblero, 1988).

### **5.17. Potencial de desarrollo tecnológico de la papa.**

Las alternativas de desarrollo tecnológico de la papa se pueden apreciar que el uso de la papa es integral, encontrando el tubérculo salida al mercado en su forma fresca, directa al consumidor o transformada en harina, almidón, hojuelas, papa seca, alcohol, torta forrajera de papa entre otros. (Roblero, 1988)

Dentro de esta gama de productos: la harina se obtiene en forma cruda o pre cocida siendo factible su uso en fidelería, galletería, panificación y en la elaboración de jabones almidonados para bebés, etc.

Por otra parte, la torta de papa (cáscaras deshidratadas de papa) se usa como ingrediente en la formulación de alimentos balanceados para animales, más específicamente para el engorde de cerdos y de ganado vacuno.

### **5.18. Calidad agroindustrial de la papa**

La calidad externa de la papa está determinada por el tipo de variedad y por las influencias del ambiente.

Las características perceptibles influenciadas por las condiciones ambientales son especialmente de tipo organoléptico, como por ejemplo daño del color debido al verde amiento del tubérculo, deformación de la apariencia, deterioro general, agujeros, corazón hueco, pudriciones y rajaduras por sequía (Roblero, 1988).

El factor genético (variedad) influye preponderantemente en la resistencia a las plagas y enfermedades, profundidad de los ojos, color de la piel y pulpa, forma y tamaño del tubérculo y en el rendimiento. La calidad fisicoquímica determina la aptitud de la papa diferentes usos. Los componentes más significativos para la industria de procesamiento son los contenidos de almidón y materia seca.

Otros componentes que influyen directamente en la calidad y selección de variedades para los procesos de fritura son los azúcares, especialmente glucosa, fructosa y sacarosa que se encuentran en mayor cantidad en la carne del tubérculo. (Laurencio & Masgo, 2014).

### **5.19. Materia seca y almidón**

La determinación del contenido en materia seca y almidón se hace fácilmente mediante el cálculo de la gravedad específica de las variedades. Normalmente, el contenido en materia seca determina el rendimiento del producto final.

El contenido en materia seca en la papa debe ser equilibrado, ya que valores sobre el 35 % aumentan la tendencia a formar manchas azules, así mismo en los productos procesados dan lugar a texturas duras y astillosas; mientras que contenidos demasiado bajos dan lugar a productos con grandes deformaciones en la elaboración de hojuelas. El contenido de materia seca en papa oscila entre 13 % y 35 % y se ha observado que es influenciado por factores climáticos como tipo de suelo, fertilización, riego, temperaturas diurnas y nocturnas en estado de maduración, etc. (Roblero, 1988).

La influencia del almidón en la calidad del producto apenas se conoce, lo que implica discusiones si la calidad y su contenido en el tubérculo influyen en la textura de los productos elaborados. Las exigencias de la industria procesadora por variedades con alto contenido en almidón son consecuencia fundamental de su aplicación en industrias productoras de almidón, o por su relación directa con el contenido en materia seca (60 % - 80 % de la materia seca es almidón)

### **5.20. Glicoalcaloides en la papa**

Las papas contienen dos tipos de componentes químicos: nutrientes y sustancias tóxicas, como los glicoalcaloides, que son metabolitos secundarios de toda la planta. Aunque las variedades de papas silvestres contienen algunos glicoalcaloides estructuralmente diferentes, la evolución desde especies silvestres a tubérculos comerciales parece que ha dado lugar a la presencia de solo dos glicoalcaloides principales  $\alpha$ -solanina y  $\alpha$ -chaconina. Los glicoalcaloides son producidos en todas las partes de la planta, pero sus más altas concentraciones se encuentran en hojas, frutos, tubérculos y flores. (Laurencio & Masgo, 2014).

Efecto de los glicoalcaloides: Los glicoalcaloides en ciertos niveles pueden ser tóxicos para bacterias, hongos, virus, insectos, animales y seres humanos. Pero también pueden poseer beneficiosos efectos que dependen un potencial efecto reductor de colesterol, también se los ha visto actuar como anticancerígenos, antialérgicos, antipiréticos y antiinflamatorios.

### **5.21. Técnicas de análisis físico químico de alimentos.**

### **5.22. Generalidades del análisis de alimentos.**

Es necesario realizar un análisis de alimentos para asegurar que sean aptos para el consumo y para asegurar que cumplen con las características y composición que se espera de ellos.

El análisis de alimentos comprende tres grandes aspectos:

- a. Análisis de composición y valor nutritivo
- b. Análisis de impurezas
- c. Detección de fraudes

En los dos primeros casos tenemos dos tipos de análisis:

Análisis inmediato: en el que se realiza una evaluación de los componentes globales de los alimentos. Se evalúa el contenido global en grasa, proteínas, hidratos de carbono, humedad y cenizas.

Análisis último: en el que se evalúan los componentes concretos y se determinan las impurezas que se puedan detectar. (Grupo ANALIZA, 2019)

### **5.22.1. Preparación de la muestra para el análisis físico – químico.**

Todo análisis se inicia con la toma, la conservación y el tratamiento de una muestra de la sustancia en cuestión. Si la característica o las características que se quieren evaluar son la presencia o ausencia de una determinada sustancia en un producto alimenticio, el control de calidad es relativamente simple, ya que basta con inspeccionar uno de los alimentos para conseguir la información buscada.

Con el objeto de facilitar la preparación del alimento del que se van a obtener las muestras, y teniendo en cuenta la enorme heterogeneidad de los productos alimenticios, los agruparemos en cinco clases, según el tratamiento que reciba la muestra:

- Alimentos duros: chocolate, queso curado, frutos secos, etc. Se rallan las muestras, evitando la separación de la grasa todo lo que sea posible.
- Alimentos secos: cereales, legumbres, harinas, leche en polvo...Se mezclan y muelen; finalmente, se tamiza la preparación.
- Alimentos húmedos: carnes, pescados, frutas, etc. Se quitan las diferentes capas protectoras con cuchillos y trituradoras eléctricas y se homogenizan.

En todas las operaciones y manipulaciones del alimento, es preciso evitar su deterioro o cualquier cambio en su composición, ya sea de naturaleza enzimática, oxidativa o por contaminación. (Grupo ANALIZA, 2019)

### **5.22.2. Análisis de los componentes generales.**

Las determinaciones básicas de un alimento consisten en investigar una serie de elementos, en algunos casos de forma genérica; por eso se suele emplear el término “bruto” para indicar que lo que se determina no son compuestos

individuales, sino conjuntos de sustancias más o menos próximas estructural y funcionalmente. Estas determinaciones comprenden agua (humedad y sólidos totales), cenizas totales, fibra bruta, extracto etéreo (grasa bruta), nitrógeno y proteína bruta.

Al resto de sustancias se las llama sustancias extractivas no nitrogenadas, carbohidratos por diferencia o carbohidratos totales (en este caso está incluida la fibra bruta) y se las determina restando a 100 la suma de los porcentajes de agua, cenizas, fibra bruta, extracto etéreo y proteína bruta.

Es posible también determinar directamente el hidrato de carbono por métodos físicos y químicos. Además, es interesante determinar el pH y, en algunos alimentos, la acidez valorable, el alcohol y el potencial redox.

A partir de la determinación de algunas de estas sustancias se pueden identificar sus elementos constitutivos; así, por ejemplo, una vez extraído el extracto etéreo, se identifican los ácidos grasos o, en el caso de las cenizas, se pueden determinar los iones y los cationes. (Grupo ANALIZA, 2019).

### **5.23. Análisis organoléptico.**

Un análisis organoléptico es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra (principalmente de alimento o bebida) basada exclusivamente en la valoración de los sentidos (vista, gusto, olfato, etc.).

En la práctica, un análisis organoléptico es una prueba de degustación o catación para determinar la calidad del producto. El análisis organoléptico es una prueba siempre subjetiva que involucra directamente al gusto y olfato, pero que también está relacionada con el sentido de la vista y del tacto.

### **5.24. Muestras**

Todas las muestras deben ser uniformes, deben servirse a la temperatura que se consume el alimento, deben estar marcadas con claves de manera que el panelista no pueda identificarlas, se deben de presentar en recipientes limpios, incoloros y sin ningún sabor. (Argueta, 2008).

### **5.25. Pruebas de la caracterización sensorial**

En la presentación de las pruebas sensoriales, se hace necesario introducir el término Hedónico, el cual hace referencia a la atracción subjetiva de una persona por un producto en particular. En el análisis hedónico, se busca la respuesta de un consumidor. La respuesta puede ser real o potencial. La aceptabilidad puede

medirse como la respuesta caracterizada hacia determinado producto, previsión del uso de un producto y el nivel de aceptación o rechazo del mismo. (Argueta, 2008).

### **5.25.1. Escala hedónica**

Es un método para medir preferencias, además de estados psicológicos. La evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana. (Argueta, 2008)

Usualmente se utiliza una escala de 9 puntos, para luego analizar los resultados del panel con algún método estadístico.

La estructuración de la escala es la siguiente:

Disgusta muchísimo =	1 punto
Disgusta mucho =	2 puntos
Disgusta moderadamente =	3 puntos
Disgusta levemente =	4 puntos
No gusta ni disgusta =	5 puntos
Gusta levemente =	6 puntos
Gusta moderadamente =	7 puntos
Gusta mucho =	8 puntos
Gusta muchísimo =	9 puntos

### **5.26. Proceso de panificación.**

Proceso más importante del empleo de las harinas de trigo para la alimentación humana. Objeto de numerosos estudios científicos y tecnológicos en aras de mejorar la calidad del pan. La harina de trigo tiene proteínas en su composición, estas desempeñan un papel fundamental en el proceso de panificación. Las proteínas pueden sufrir variaciones en función de la variedad, lugar de cultivo, tecnología de la molienda. (Mesas & Marco, 2002)

Una harina panificable se puede considerar una mezcla de: almidón, electrolitos, agua, gluten. Las propiedades panificadoras dependen de la capacidad de embeber agua del hidrogel, en esto influyen la forma de maduración del trigo y el acondicionamiento de la harina. Para llevar a cabo la panificación se prepara una masa con harina, agua NaCl a la que se añaden levaduras, esto provoca la fermentación de los azúcares formándose dióxido de carbono que hace que la masa sea esponjosa.

Esta masa esponjosa debe tener otra cualidad: elástica. La elasticidad depende: del número de partículas coloidales del gluten/unidad de masa y: en la capacidad de hinchamiento del gluten. (Mesas & Marco, 2002).

## **VI. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.**

### **6.1. Descripción del área de estudio.**

El municipio de San Pedro Sacatepéquez pertenece al departamento de San Marcos. Su extensión territorial es de 253 kms cuadrados, y cuenta con las siguientes coordenadas: su latitud 14° 57' 55" y su longitud 91° 46' 36".

### **6.2. Clima**

De acuerdo con la clasificación del clima de Thornthwite el municipio presenta un clima húmedo y semifrío (BB"3).

### **6.3. Temperatura media anual:**

Es de 12° C grados Celsius con variaciones de 5°C a 22.3°C con 64 a 79 días de calor.

### **6.4. Precipitación pluvial:**

Promedio es de 1248.31 mililitros con máximas de 2562.64 mililitros y con 64 a 127 días de lluvia.

### **6.5. Altitud**

Se ubica a 2,330 metros sobre el nivel del mar.

### **6.6. Distancia aproximada a la cabecera departamental**

San Pedro Sacatepéquez, se encuentra ubicado a 2 kilómetros de la cabecera departamental y a 250 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

### **6.7. Colindancias**

San Pedro Sacatepéquez, colinda al norte con el municipio de San Lorenzo; al sur con los municipios de San Cristóbal Cucho, la Reforma y el Tumbador, al oeste con los municipios de Esquipulas Palo Gordo y San Marcos, y al este con el municipio de San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos y con los municipios de Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco, ambos del departamento de Quetzaltenango.

### **6.8. Vías de acceso**

San Pedro Sacatepéquez, cuenta con una vía de comunicación muy accesible, que inicia desde la cabecera municipal por carretera asfaltada que conduce a los municipios del altiplano marquense.

Los principales accesos viales son: de San Pedro Sacatepéquez a Quetzaltenango "asfalto tipo c". de San Pedro Sacatepéquez a San Marcos "calle pavimentada". de San Pedro Sacatepéquez al altiplano de San Marcos "asfalto tipo d".

### **6.9. Humedad relativa:**

Se encuentra en un 88 a 90% de humedad.

### **6.10. Velocidad del viento:**

Se presentan a 2 a 6 km/h. Presentándose en dirección suroeste.  
(SEGEPLAN, 2010)

## **VII. OBJETIVOS.**

### **a. Objetivo general.**

- Evaluar cinco mezclas de harina de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad loman y harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la elaboración de pan, en función de la calidad nutritiva en cada uno de los tratamientos.

### **b. Objetivos específicos.**

- Identificar el mejor porcentaje de mezcla de harina de papa y trigo en la elaboración de pan.
- Determinar la calidad nutritiva del pan en cada uno de los tratamientos que se evaluarán.
- Evaluar la aceptabilidad del pan de acuerdo a la calidad organoléptica en cada uno de los tratamientos que se evaluarán.
- Realizar un análisis de costos de producción del pan elaborado con la harina de papa.

## VIII. HIPÓTESIS.

Ho1. Ninguno de los porcentajes de mezcla de harina de papa presenta diferencias estadísticas significativas en relación a la elaboración del pan.

Ha1. Al menos uno de los porcentajes de mezcla de harina de papa presenta diferencias estadísticas significativas en relación a la elaboración del pan.

Ho2. Ninguno de los porcentajes de mezcla de harina de papa presenta diferencias estadísticas significativas en relación a la calidad nutritiva del pan.

Ha2. Al menos uno de los porcentajes de mezcla de harina de papa presenta diferencias estadísticas significativas en relación a la calidad nutritiva del pan.

Ho3. Ninguno de los porcentajes de mezcla de harina de papa presenta diferencias estadísticas significativas en relación a la aceptación del pan por las características organolépticas.

Ha3. Al menos uno de los porcentajes de mezcla de harina de papa presenta diferencias estadísticas significativas en relación a la aceptación del pan por las características organolépticas.

## **IX. RECURSOS.**

### **9.1. Recursos físicos**

#### **9.1.1. Equipo de oficina**

- Cuadros de registro
- Libreta de campo
- Computadora
- Impresora
- Programa InfoStat © 2010 software estadístico.
- Papel

#### **9.1.2. Recursos humanos**

- Asesor principal Ing. Juan Manuel Méndez. (USAC-CUSAM)
- Asesor adjunto Ing. Osman Cifuentes (ICTA-Quetzaltenango)
- Estudiante. Angel Roberto Miranda. (USAC-CUSAM)

#### **9.1.3. Recursos institucionales**

- Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria-CRIA-
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA, Quetzaltenango
- Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de San Marcos, USAC-CUSAM.

#### **9.1.4. Recursos financieros**

- Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria-CRIA-
- Instituto de Ciencia y tecnología Agrícola ICTA, Quetzaltenango.

#### **9.1.5. Insumos.**

- Para elaboración de pan se utilizarán los siguientes insumos:
- Harina de papa integral y no integral.
- Manteca
- Queso crema
- Leche
- Huevos
- Azúcar
- Sal
- Levadura fresca
- Harina de trigo duro.
- Indumentaria y equipo de panadería, hornos industriales de gas y eléctrico, bandejas, moldes, amasadora

## X. METODOLOGÍA.

### 10.1. Localización:

Área de trabajo: panadería comercial en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Guatemala.

### 10.2. Materia prima

Se utilizó la papa variedad loman, adquirida con un proveedor de la localidad, cosechada en un periodo de 24 horas antes de iniciar con el proceso para la deshidratación. Para la elaboración del pan se utilizaron los siguientes ingredientes que son: harina de trigo, harina de papa, levadura fresca, huevos, sal, queso crema, manteca, agua y azúcar.

### 10.3. Evaluación física del pan.

- **Parámetros de elaboración del pan con harina de papa.**

En cuanto a los parámetros de elaboración del pan con los porcentajes de harina de papa al 0%, 10%, 20%, 30% y 40%. Se observó que a medida que aumenta el porcentaje de harina de papa en el pan la masa presenta una disminución en la absorción del agua reportado por la panificación indicando que la absorción de agua de la masa aumento conforme la concentración de la harina de papa, que conforme aumenta el porcentaje de harina de papa el pan se tornará más duro.

- **Evaluación sensorial.**

En esta evaluación se procedió a detectar la preferencia de los catadores o consumidores, con las muestras de acuerdo con los porcentajes que son 0%, 10%, 20%, 30% y 40%.

### 10.4. Prueba de aceptabilidad.

- **Prueba hedónica:**

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrada un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde "me gusta muchísimo", "me gusta mucho", "me gusta moderadamente", "me gusta poco", "no me gusta ni me disgusta", "me disgusta poco" "me disgusta moderadamente", "me disgusta mucho", "me disgusta muchísimo". La población elegida para la evaluación, fueron consumidores potenciales o habituales del producto en estudio, los participantes fueron capacitados previo a la evaluación y comprendieron el procedimiento de la prueba y responder a ella, fue una prueba sencilla de aplicar y no necesito de entrenamiento o experiencia por parte de los consumidores.

- **Aplicación de la prueba:**

Para determinar el nivel de agrado de los panes que aleatoriamente se destinaron para tal fin, se les sometió a una prueba de aceptabilidad (prueba hedónica) cuya escala estructurada fue de 9 puntos y siendo las alternativas de respuesta las siguientes: "me gusta muchísimo" (9 puntos), "me gusta mucho" (8 puntos), "me gusta moderadamente" (7 puntos), "me gusta poco" (6 puntos), "no me gusta ni me disgusta" (5 puntos), "me disgusta poco" (4 puntos), "me disgusta moderadamente" (3 puntos), "me disgusta mucho" (2 puntos), "me disgusta muchísimo" (1 punto). Para la prueba se contó con el apoyo de los participantes.

### **10.5. Análisis químico proximal**

Se realizó el análisis químico proximal de los panes con diferentes concentraciones de harina de papa y trigo, en los laboratorios especializados donde se determinaron los porcentajes de humedad, cenizas, fibra cruda, hierro, proteína.

- **Duración del experimento.**

De marzo a noviembre 2019.

### **10.6. Diseño experimental**

- **Arreglo bi-factorial combinatorio, con parcelas divididas y arreglo completamente al azar balanceado.**

Los niveles para cada uno de los factores serán los siguientes:

**Factor A:** Porcentajes de mezcla de harina de papa (0%, 10%, 20%, 30% y 40%).

**Factor B:** Tipos de harina de papa (Integral y no Integral).

- **Modelo estadístico**

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + A_iB_j + E_{ij}$$

La variable respuesta  $Y_{ij}$ , está en función de la media general ( $U$ ), del efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor  $A$ , del efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor  $B$ , de la interacción entre el  $i$ -ésimo nivel del factor  $A$  con el  $i$ -ésimo nivel del factor  $B$ , y del error experimental asociado a la  $ij$ -ésima parcela grande y del error experimental asociado a la  $i$ - $j$ -ésima parcela pequeña. (Sitún, 2007)

- **Descripción de los tratamientos.**

Los porcentajes para cada tratamiento fueron establecidos, en base a la consistencia y características que posee la papa, ya que no cuenta con la proteína denominada gluten. En el caso del trigo es una característica que predomina la proteína conocida como gluten, el cual es considerado por lo siguiente:

El gluten es un conjunto de proteínas de pequeño tamaño, contenidas exclusivamente en la harina de diversos cereales de secano, fundamentalmente el trigo y sirve además para que ciertos panes especiales con alto contenido en fibra puedan panificarse sin problemas, obteniendo de ellos un volumen aceptable.

Aumenta la fuerza y la tolerancia de la masa  
 Aumenta la absorción del agua  
 Mayor volumen del pan.

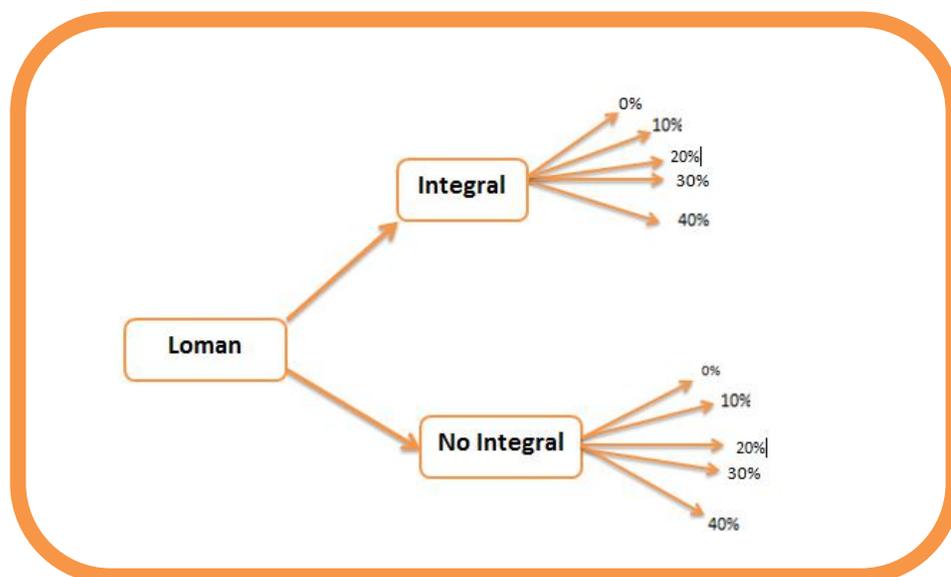
**Tabla 6:** Tratamientos.

TRATAMIENTOS	HARINA DE PAPA	HARINA DE TRIGO
T <sub>1</sub>	integral 0%	100%. testigo.
T <sub>2</sub>	integral 10%	90%.
T <sub>3</sub>	integral 20%	80%.
T <sub>4</sub>	integral 30%	70%.
T <sub>5</sub>	integral 40%	60%.
T <sub>6</sub>	no integral 0%	100%. testigo.
T <sub>7</sub>	no integral 10%	90%.
T <sub>8</sub>	no integral 20%	80%.
T <sub>9</sub>	no integral 30%	70%.
T <sub>10</sub>	no integral 40%	60%.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Esquema de los tratamientos generados:**

Variedad de papa.      Clase de harina.      Porcentaje de adición de papa.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

De acuerdo con el anterior esquema, se generaron 10 tratamientos que se evaluarán en el campo.

- **Croquis del experimento.**

I	H2						H1																
	0%	20%	30%	10%	40%		10	0	20	40	30												
II	H1						H2																
	20	40	10	0	30		30	20	40	10	0												
III	H2						H1																
	10	30	20	40	0		40	10	30	0	20												
IV	H1						H2																
	40	10	0	30	20		0	30	40	20	10												
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>H 1-</td> <td>Harina Integral</td> </tr> <tr> <td>H 2-</td> <td>Harina no Integral</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>Repetición</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>Repetición</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>Repetición</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>Repetición</td> </tr> </tbody> </table>												H 1-	Harina Integral	H 2-	Harina no Integral	I	Repetición	II	Repetición	III	Repetición	IV	Repetición
H 1-	Harina Integral																						
H 2-	Harina no Integral																						
I	Repetición																						
II	Repetición																						
III	Repetición																						
IV	Repetición																						

**Fuente:** Elaboración propia, 2019.

- **El Tamaño de la unidad experimental:**

Está compuesto por 15 panes. (15 panes por cada tratamiento).

Total, del experimento 600 panes.

- **Material experimental.**

Se utilizó la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad loman, una cantidad de 800 libras de primera calidad, por ser la más difundida y aceptada en la región. Para la fabricación de las harinas se utilizarán papas comercializadas en la localidad.

## 10.7. Manejo del experimento

- **Metodología de elaboración de harina de papa.**

Procedimiento general para elaborar la harina de papa:

Lavado y desinfectado, fue un procedimiento que se utilizó para eliminar la piel de la papa para la harina no integral y papa que no será pelada para elaborar la harina integral, luego se realiza el corte, deshidratado y finalmente la molienda.

- **Recepción de la materia prima:**

Se realizó la adquisición en la localidad, luego se trasladó al lugar de trabajo.

- **Lavado de la papa:**

En esta etapa se tomó en cuenta la calidad del producto, luego se lavaron las papas utilizando un recipiente con agua clorada para su desinfección, limpieza y eliminación de algunos microorganismos.

- **Pelado de la papa:**

En esta actividad se definió una cantidad que fue pelada y otra cantidad que contó con toda la piel, es decir sin pelar.

- **Rayado o cortado de la papa:**

En esta fase se trabajó para cortar en partículas pequeñas para facilitar el proceso de deshidratado y cocido de la papa.

- **Deshidratado de la papa:**

Consistió en llevar las partículas pequeñas al proceso de secado, deshidratado y horneado de la papa. Esta actividad se llevó a cabo utilizando un horno industrial de gas y eléctrico a una temperatura de 180 a 250 grados °C.

- **Molturación de la papa**

Finalmente, la papa ya deshidratada, se trasladó a la molienda, el cual se realizó con dos tipos de molino eléctrico con cribas o discos pequeños, el primero realizó un trabajo de quebrar a partículas pequeñas, y el segundo se encargó de harinizar en partículas finas el producto y así obtuvo la harina de la calidad deseada. Aquí se logró separar las harinas integral y no integral.

- **Pesado y Empacado:**

Después de la molienda, se procedió a pesar el producto en presentaciones de una libra, luego se empacó y selló en bolsas de polietileno, la cual se identificó por medio de etiquetas para definir cuál es la harina integral y no integral.

- **Control de calidad de las harinas.**

Para el control de calidad de las harinas es necesario considerar los siguientes factores.

- a) Contenido de humedad 7-8%
- b) Análisis de criba: la harina de papa se tamiza en dos porciones, una granular y otra fina. Por cuanto la granulación afecta la apariencia y también la absorción, se debe hacer una prueba regular para asegurar la operación adecuada del molino y de los aparatos de malla.
- c) Pruebas bacteriológicas se hace conteo total de bacterias y de esporas mesofilicas. Este ultima era uno de los principales problemas cuando no se usaba la papa completamente pelada, ya que la harina de papas tiene un empleo creciente como espesador en conservería, se hace varias pruebas bacteriológicas, a pesar de que el producto se esteriliza antes de usarlo.
- d) Absorción se hace una prueba minuciosa como rutina.
- e) Conteo de impureza: en las harinas quedan partículas de cascara que son extraídas por los rodillos secadores o por la acción de las cribas que siguen a las moliendas; de estas impurezas se hace un conteo en el laboratorio. (Montaldo, 1984)

## **10.8. Metodología para elaboración del pan.**

- **Elaboración del pan**

El proceso de panificación se llevó a cabo a nivel experimental en la panadería ubicada en el mismo municipio, San Pedro Sacatepéquez, utilizando métodos agroindustriales y las buenas prácticas de manufactura.

### **10.8.1. Procedimiento:**

- **Recepción de materia prima:**

Como primer paso se llevó a cabo la recepción y obtención de la materia prima (harina de papa, harina de trigo, azúcar, maneco vegetal, huevos, sal, levadura, leche y otros ingredientes) los cuales fueron necesarios para la fabricación del pan de acuerdo con las fórmulas y mezclas establecidas.

- **Pesado de los ingredientes:**

Se Procedió a pesar los ingredientes, así mismo se calcularon cada una de las fórmulas establecidas. Utilizando una balanza digital con unidad de medida kilogramos de capacidad, harina de trigo, levadura fresca, huevos, manteca, sal, crema, azúcar y como adicional la harina de papa.

- **El mezclado de la masa:**

Para realizar el pan se procedió al mezclado de los ingredientes en una amasadora con la capacidad de 25 kg.

Se agregaron la harina de trigo, levadura fresca, royal, huevos, leche, azúcar, sal y agua, que son los ingredientes necesarios para la formula y las cantidades de acuerdo con las fórmulas correspondientes.

- **Moldeado de la masa:**

Se boleó la masa, cuando presento una forma de masa elástica y flexible con un peso de 3 onzas por bola.

- **Fermentación:**

Las bolas de masa se ubicaron en las bandejas de acuerdo a cada formulación, luego fueron ubicadas dentro de la cámara de fermentación por un período de 30 minutos, cuidándose en todo momento que permaneciera tapado con plástico de color oscuro con la finalidad de evitar la evaporación del agua.

- **Horneado:**

Después de la fermentación, se preparan para hornear, se procedió a colocar en el clavijero adecuado donde quedan las bandejas y son llevadas al horno rotatorio de gas a 250°C. Por espacio de 25 a 30 minutos aproximadamente posteriormente es enfriado temperatura ambiente y almacenado.

- **Enfriamiento:**

Posteriormente se dejó enfriar por espacio de 1 hora a temperatura ambiente y seguido a ello se procedió a tomar 40 panes de manera aleatoria de cada una de las latas.

## 10.9. Variables de respuesta.

- **Parámetros Físicos:**

- Diámetro(cm)
- Volumen (cc)
- Altura(cm)
- Rendimiento (# de panes /681 g de harina)
- Tiempo de amasado (s)

- **Diámetro (cm)**

Se realizó la medición utilizando el instrumento denominado vernier.

- **Volumen (cc)**

Se realizó una evaluación en cuanto al volumen para conocer la diferencia que sucede al momento en que aumentó el porcentaje de adición de harina de papa y disminuyó el porcentaje de harina de trigo.

- **Altura (cm)**

Se realizó una evaluación para conocer la diferencia que sucede al momento en que aumentó el porcentaje de harina de papa y disminuyó el porcentaje de harina de trigo. El mismo fue realizado con el apoyo de un vernier.

- **Rendimiento (# de panes/681 g de harina)**

Se realizó en base a la aplicación de una fórmula específica.

- **Tiempo de amasado (s)**

El dato se tomó con el apoyo de un reloj temporizador, aplicando el mismo procedimiento a todas las bandejas y formulaciones establecidas.

#### **10.10. Evaluación organoléptica:**

Participaron en la prueba panelista, personas que calificaron olor, color, sabor y textura de los tratamientos.

Se calificaron las siguientes características: color, olor, sabor y textura.

Para determinar la aceptabilidad de acuerdo a la calidad organoléptica del pan, se realizó una “prueba sensorial de preferencia” con 10 panelistas o jueces conocedores del tema, en la cual se compararon las muestras de mezclas de harina de papa y de trigo elaborados respectivamente. La prueba de preferencia se evaluó mediante el método de escala hedónica donde se calificaron las siguientes características; color, olor, sabor y textura en la cual cada juez eligió entre las siguientes opciones y puntajes: me gusta mucho (5), me gusta (4), me es indiferente (3), me disgusta (2) y me disgusta mucho (1).

Las pruebas se realizaron con un grupo de panelistas, las cuales fueron personas voluntarias de catadores que permitieron establecer la aceptabilidad del producto.

#### **10.11. Parámetros Químicos:**

Los parámetros físico-químicos en esta investigación fueron realizados en diferentes laboratorios de Guatemala, USAC, INLASA, INCAP y UVG.

A los panes elaborados se les realizó los análisis químicos siguientes:

Proteína, extracto etéreo, fibra dietética, materia seca, humedad y cenizas.

Minerales como: sodio, zinc, hierro, fosforo, potasio y calcio.

Vitaminas como: “A”, “B1”, “B6” y “B9”, “C” ácido ascórbico.

Análisis microbiológicos, determinar la vida útil del pan y trazas de gluten.

#### **10.12. Análisis estadístico de la información:**

El mismo fue realizado para conocer y analizar las características y sus respectivas variables (cualitativas y cuantitativas) del pan elaborado, se utilizó el diseño

experimental y modelo estadístico de arreglo bi-factorial combinatorio, con parcelas divididas y arreglo completamente al azar balanceado.

- **Análisis de Varianza (ANDEVA)**

El análisis estadístico de varianza (ANDEVA), fue realizado para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos con harina de papa y de trigo, así como el testigo con 100% de harina de trigo. Aplicando siempre las pruebas de comparación utilizando el programa de infostat software estadístico.

### **10.13. Análisis de costo de producción.**

Se tomaron registros de cada tratamiento, así como de los materiales que lo constituyen; por separado se analizaron los costos de producción, incluyendo depreciación de equipo, jornales, insumos y gastos técnicos – administrativos para saber cuál es el costo de producción por pan elaborado.

## XI. ANÁLISIS Y RESULTADOS.

**Cuadro 1: Promedio generales de cada una de las variables estudiadas del pan de papa. Elaborado con las harinas de trigo y de papa loman integral.**

<b><i>Pan con harina de trigo y harina de papa loman integral</i></b>					
%	Diámetro (cm)	Volumen (cc)	Altura (cm)	Rendimiento de panes 1.5 / kg.	Tiempo de amasado (Min)
0%	9.123	328.75	6.058	15	6.215
10%	9.243	313.75	5.928	15.25	5.4875
20%	9.018	308.25	5.618	15.25	5.7325
30%	8.945	278.75	5.025	15.5	6.6575
40%	7.990	205.75	4.393	16.5	6.3475

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Cuadro 2: Promedio generales de cada una de las variables estudiadas del pan de papa. Elaborado con las harinas de trigo y de papa loman no integral.**

<b><i>Pan con harina de trigo y harina de papa loman no Integral</i></b>					
%	Diámetro	Volumen (cc)	Altura (cm)	Rendimiento de panes 1.5 Kg.	Tiempo de amasado (Min)
0%	9.210	318.25	6.188	15	6.3475
10%	9.193	313.75	6.05	15	5.795
20%	8.913	280	5.408	15.25	6.245
30%	9.118	258	5.118	16.25	6.3625
40%	8.823	221.25	4.328	16.50	6.6325

Fuente: Elaboración propia, 2019.

## Objetivo No. 1

### 11.1. Análisis de variable diámetro.

**Tabla 7: Análisis de varianza para la variable diámetro del pan de papa:**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.00	9	0.56	3.90	0.0023
Factor A	3.53	4	0.88	6.20	0.0009
Factor B	0.29	1	0.29	2.02	0.1657
Factor A*Factor B	1.19	4	0.30	2.08	0.1079
Error	4.27	30	0.14		
Total	9.27	39			

Coefficiente de variación.	4.21
----------------------------	------

Fuente: (InfoStat, © 2010)

Según tabla No. 7, se observa que, con relación a la variable de diámetro del pan, el P-valor del factor A es menor de 0.01 y 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula No. 1 y se acepta la alterna No.1 concluyendo que al menos uno de los tratamientos presenta significancia estadística mientras que, al comparar el P-valor del factor B y AB presentan un resultado mayor que 0.01 y 0.05, por lo cual se acepta la hipótesis nula, ningún tratamiento presenta significancia estadística.

**Tabla 8: Prueba D.G.C. para determinar significancia estadística respecto al factor A (porcentajes de harina de papa)**

**Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=0.4027**

Error: 0.1423 gl: 30

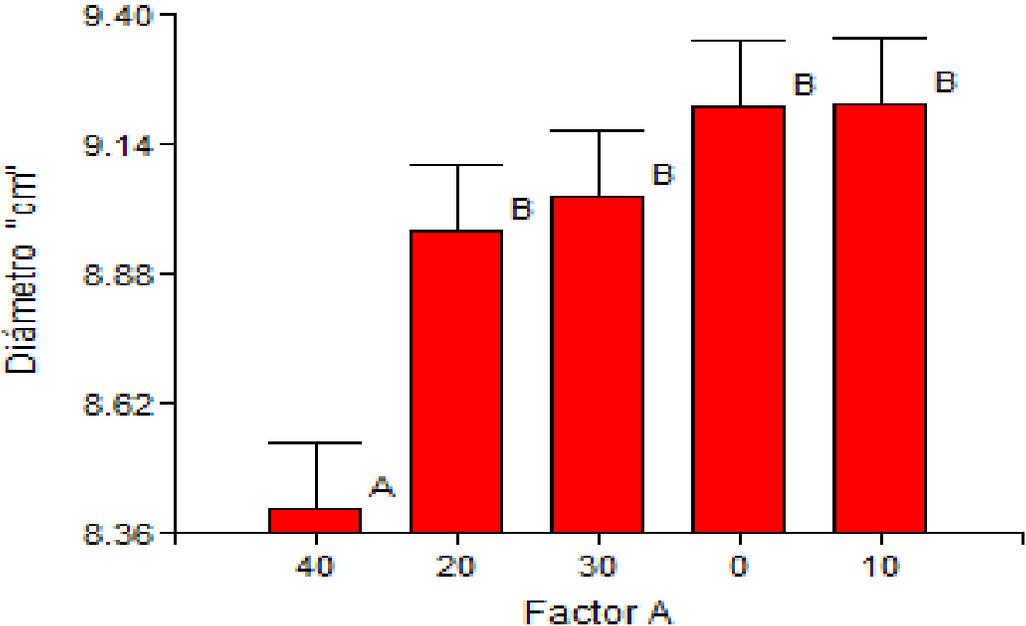
Factor A	Medias	n	E.E.	
40	8.41	8	0.13	A
20	8.97	8	0.13	B
30	9.03	8	0.13	B
0	9.21	8	0.13	B
10	9.22	8	0.13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: (InfoStat, © 2010)

Por medio de los datos obtenidos al realizar la prueba D.G.C. (Di Rienzo Guzmán y Casanoves) se determina que el factor A referente a los porcentajes de harina de papa en la mezcla muestra significancia estadística respecto al tratamiento del 40% de harina de papa con relación a los demás.

**Gráfica 1: Análisis de significancia estadística variable diámetro factor A**



Fuente: (InfoStat, © 2010)

La gráfica muestra que, al estudiar los diámetros de los porcentajes de mezcla, el 10% tiene un diámetro igual que del testigo, posteriormente el 30% seguido por el 20% y finalmente el 40%, Por lo tanto, se establece una relación inversamente proporcional, es decir, el comportamiento de la gráfica indica que entre más harina de papa se mezcle el pan tendrá menor diámetro.

## 11.2. Análisis de variable volumen.

**Tabla 9: Análisis de varianza para la variable volumen del pan de papa.**

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	65183.10	9	7242.57	24.63	<0.0001
Factor A	62024.85	4	15506.21	52.73	<0.0001
Factor B	774.40	1	774.40	2.63	0.1151
Factor A*Factor B	2383.85	4	595.96	2.03	0.1159
Error	8822.00	30	294.07		
Total	74005.10	39			

Coeficiente de variación	6.07
--------------------------	------

Fuente: (InfoStat, © 2010)

Según tabla 9, se observa que, en relación con la variable del volumen de pan, existe diferencia estadística altamente significativa, ya que la P-valor del factor A es menor de 0.01 y 0.05 por lo cual se rechaza la hipótesis nula No.1 y se acepta la alterna No.1, lo que significa que algún tratamiento presenta significancia estadística. Así mismo, para el caso del factor B, y en la interacción A, B no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos debido a que el p-valor es mayor que el 0.01 y 0.05, lo cual permitió aceptar la hipótesis nula.

**Tabla 10: Prueba D.G.C para determinar significaría estadística en factor A (% de harina).**

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=18.3038

Error: 294.0667 gl: 30

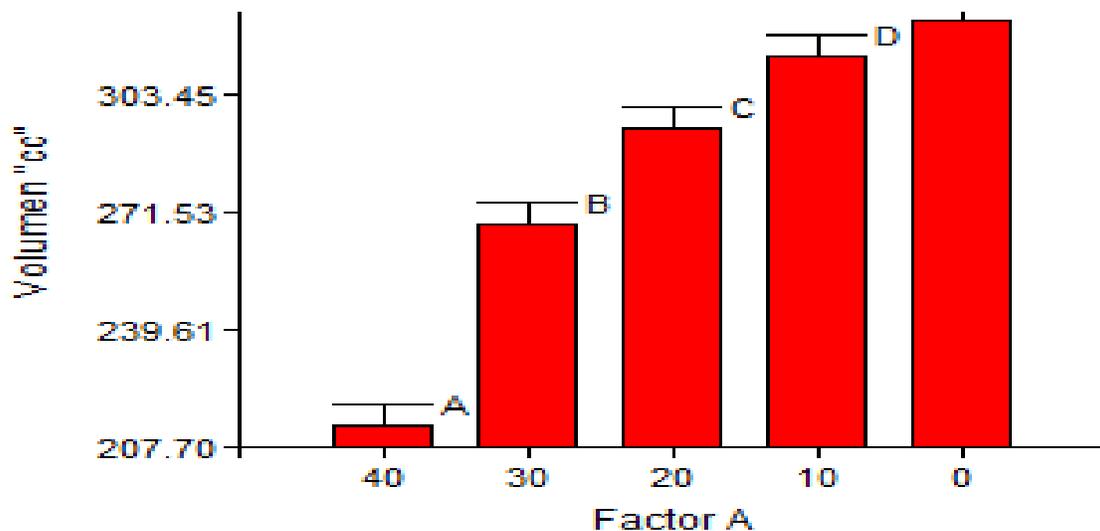
Factor A	Medias	n	E.E.	
40	213.50	8	6.06	A
30	268.38	8	6.06	B
20	294.13	8	6.06	C
10	313.75	8	6.06	D
0	323.50	8	6.06	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: (InfoStat, © 2010)

Por medio de los datos obtenidos al realizar la prueba D.G.C. (Di Rienzo Guzmán y Casanoves) se determina que el factor A referente a los porcentajes de harina de papa en la mezcla muestra significancia estadística respecto al tratamiento del 40%, 30% y 20% de harina de papa con relación a los demás.

**Gráfica 2: Análisis estadístico de volumen referente al facto A (% de harina)**



Fuente: (InfoStat, © 2010)

En la gráfica se observa que el testigo presenta mayor volumen y el comportamiento del volumen en función al porcentaje de mezcla presenta una relación inversamente proporcional, es decir a menor porcentaje de harina de papa mayor será el volumen tal y como se demuestra en los tratamientos del 10%, 20%, 30% y 40% respectivamente.

### 11.3. Análisis de variable altura durante la experimentación.

**Tabla 11: Análisis de varianza para la variable altura del pan de papa**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17.07	9	1.90	9.48	<0.0001
Factor A	16.72	4	4.18	20.89	<0.0001
Factor B	2.6E-03	1	2.6E-03	0.01	0.9107
Factor A*Factor B	0.35	4	0.09	0.43	0.7841
Error	6.00	30	0.20		
Total	23.07	39			

Coeficiente de Variación	8.24
--------------------------	------

Fuente: (InfoStat, © 2010)

Según tabla 11, se observa que, en relación con la variable de altura de pan, el P-valor del factor A es menor de 0.01 y 0.05, debido a esto se rechaza la hipótesis nula No.1 y se acepta la hipótesis alternativa No.1 ya que, al menos un tratamiento muestra diferencia estadística con relación a los demás tratamientos. Por otro lado, el factor B, y en la interacción A, B no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos ya que el p-valor es mayor que 0.01 y 0.05 por tal razón se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 12: Prueba D.G.C. para determinar significancia estadística respecto al factor A (% de harina de papa)**

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=0.4774

Error: 0.2001 gl: 30

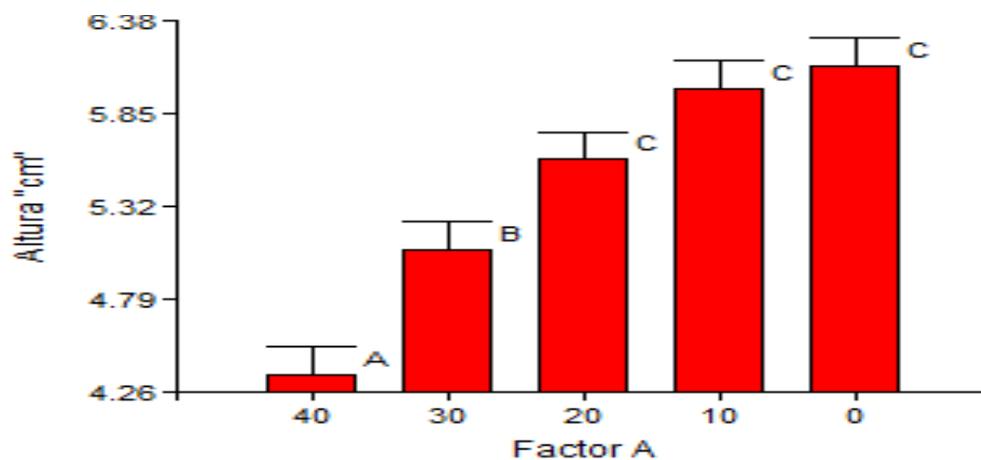
Factor A	Medias	n	E.E.	
40	4.36	8	0.16	A
30	5.07	8	0.16	B
20	5.59	8	0.16	C
10	5.99	8	0.16	C
0	6.12	8	0.16	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: (InfoStat, © 2010)

Por medio de los datos obtenidos al realizar la prueba D.G.C. (Di Rienzo Guzmán y Casanoves) se determina que, el factor A que corresponde a al porcentaje de harina de papa en la mezcla muestra significancia estadística respecto al 40% y 30% con relación a los demás tratamientos.

**Gráfica 3: Análisis de estadístico de altura referente al factor A (% de harina)**



Fuente: (InfoStat, © 2010)

En la gráfica 3 se observa que el testigo presenta mayor altura y el comportamiento de la altura en función al porcentaje de mezcla presenta una relación inversamente proporcional, es decir a menor porcentaje de harina de papa mayor será la altura.

#### 11.4. Análisis de variable de rendimiento.

**Tabla 13: Análisis de varianza para la variable rendimiento del pan de papa**

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13.90	9	1.54	3.86	0.0024
Factor A	12.65	4	3.16	7.91	0.0002
Factor B	0.10	1	0.10	0.25	0.6207
Factor A*Factor B	1.15	4	0.29	0.72	0.5858
Error	12.00	30	0.40		
Total	25.90	39			

Coefficiente de Variación	4.07
---------------------------	------

Fuente: (InfoStat, © 2010)

Según cuadro 13, se observa que en relación con la variable de rendimiento de pan el factor A, correspondiente al porcentaje de mezclas presenta diferencia estadística significativa, ya que la P-valor es menor de 0.01 y 0.05. Para este caso permite rechazar la hipótesis nula No.1 y por ende aceptar la hipótesis alternativa No.1, mientras que, el factor B, y en la interacción A, B no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos ya que el p-valor es mayor a 0.01 y 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 14: Prueba D.G.C. para determinar significancia estadística respecto al factor A (porcentajes de harina de papa)**

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=0.6751

Error: 0.4000 gl: 30

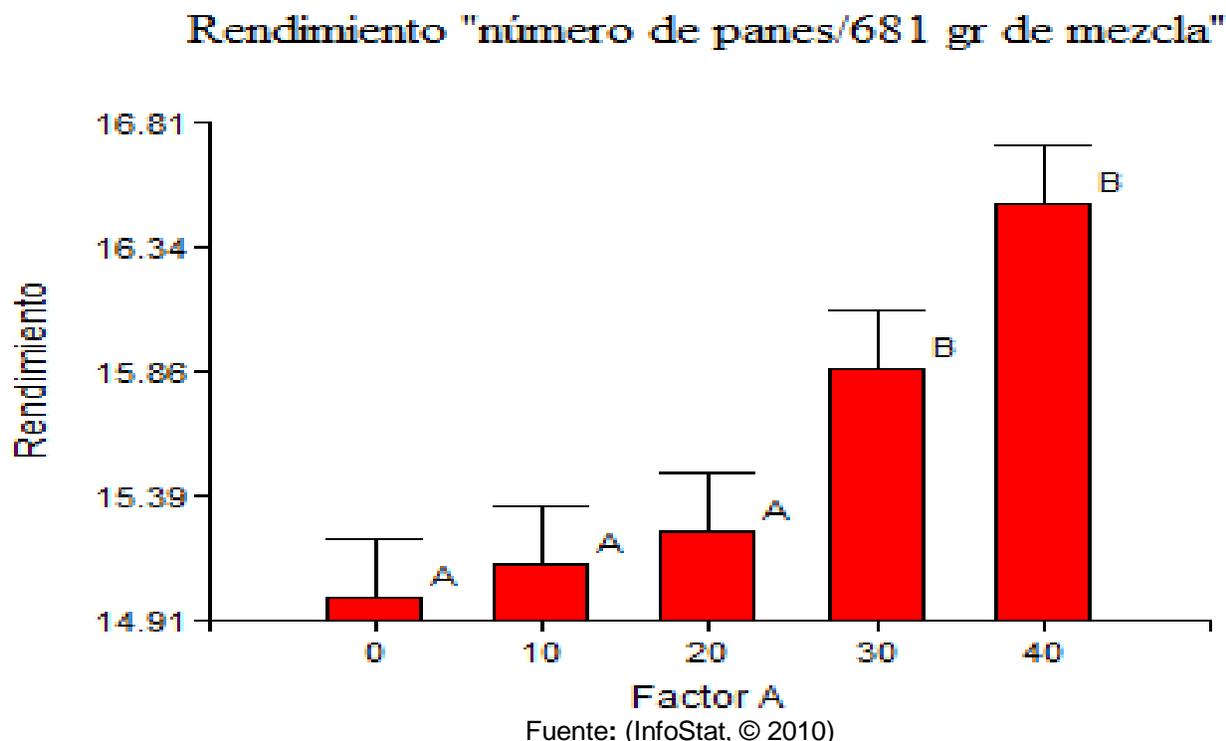
Factor A	Medias	n	E.E.	
0	15.00	8	0.22	A
10	15.13	8	0.22	A
20	15.25	8	0.22	A
30	15.88	8	0.22	B
40	16.50	8	0.22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: (InfoStat, © 2010)

Por medio de los datos obtenidos al realizar la prueba D.G.C. (Di Rienzo Guzmán y Casanoves) se determina que, el factor A que corresponde a los porcentajes de harina de papa en la mezcla, muestra significancia estadística respecto al testigo 0% y los tratamientos 10% y 20% registran un análogo grado de significancia estadístico con relación a los demás.

**Gráfica 4: Análisis estadístico de rendimiento referente al factor A (% de harina).**



En la gráfica se observa que el tratamiento al 40% de harina de papa presenta mayor rendimiento y el comportamiento va en descenso al estudiar los tratamientos del 30%, 20%, 10% y 0% respectivamente.

#### 11.5. Análisis de variable tiempo de amasado de pan de papa.

**Tabla 15: Análisis de varianza para la variable tiempo de amasado del pan de papa.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.91	9	0.88	0.41	0.9209
Factor A	6.31	4	1.58	0.73	0.5775
Factor B	0.03	1	0.03	0.01	0.9065
Factor A*Factor B	1.57	4	0.39	0.18	0.9457
Error	64.65	30	2.15		
Total	72.56	39			

Coefficiente de Variación	23.49
---------------------------	-------

Fuente: (InfoStat, © 2010)

Según tabla 15, se observa que, en relación con la variable de tiempo de amasado de pan, no existe diferencia estadística significativa, ya que la P-valor respecto a los factores es mayor que 0.01 y 0.05. Para este caso permite aceptar la hipótesis nula No.1 ya que, ninguno de los tratamientos muestra diferencia estadística con relación a las demás.

## Objetivo No. 2

### 11.6. Contenido nutricional del pan con harina de papa y de trigo.

Tabla 16: Análisis de minerales.

No.	CONCEPTO	Pan integral de papa					Pan no integral de papa				
		0%	10%	20%	30%	40%	0%	10%	20%	30%	40%
1	<b>Hierro mg/100g</b>	5.50	5.41	4.97	4.70	4.43	5.58	4.41	5.26	5.19	4.55
2	<b>Potasio mg/100g</b>	115.8	225.6	229.9	415.4	521.6	113.6	209.5	356.6	395.6	476.7
3	<b>Sodio mg/100g</b>	423.7	404.2	438.3	411.1	421.0	390.9	389.9	471.0	366.6	389.6
4	<b>Zinc mg/100g</b>	0.90	0.93	0.91	0.87	0.92	0.86	0.87	0.97	0.83	0.91

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la tabla 16, se observa que el hierro presenta mayor proporción respecto al testigo en pan de harina integral y no integral. El hierro es necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo y previene la anemia. Mientras que el potasio se encuentra en mayor cantidad al 40% de harina integral y no integral. El potasio ayuda al sistema nervioso y a los músculos a comunicarse, permite que los nutrientes en las células fluyan, contrarresta algunos de los efectos nocivos del sodio sobre la presión arterial. Por otro lado, el sodio y zinc al 20% muestra mayor relevancia respecto a los otros tratamientos de harina integral y no integral. El sodio beneficia a las personas con presión arterial alta que deben disminuir el consumo de sodio. El zinc es necesario para el correcto funcionamiento del sistema nervioso, ayuda en el crecimiento y funcionamiento del sistema inmunológico, ayuda a la cicatrización de las heridas, y es un potente antioxidante natural. Los análisis fueron realizados por el instituto de nutrición para Centro América y Panamá, INCAP.

**Tabla 17: Determinación de vitamina “C”**

No.	CONCEPTO	Acido Ascórbico mg/ 100g muestra	Pan Integral de Papa					Pan No Integral de Papa				
			0%	10%	20%	30%	40%	0%	10%	20%	30%	40%
1	Pan referencia Harina Trigo 75 gr.	2.809	2.101	4.400	2.897	9.015	6.681	2.101	7.120	7.456	6.863	10.358
		2.217	2.000	4.867	2.723	9.220	6.842	2.000	6.852	8.428	6.903	11.354
2	Promedio	2.5	2.05	4.6	2.8	3.1	6.8	2.05	7.0	8.0	6.88	10.9
3	Desv.Asd.	0.4	0.070	0.3	0.1	0.1	0.1	0.070	0.2	0.7	0.03	0.7

Fuente: Elaboración propia. 2019.

La vitamina “C” presenta mayor proporción en el tratamiento al 40% y 30% de harina no integral e integral respectivamente. Tal como lo muestra el análisis, el pan de papa tiene varios beneficios para la salud ya que la vitamina C ayuda a reforzar el sistema inmunológico y contribuye en los procesos de cicatrización. Los resultados presentados fueron determinados en el laboratorio de la universidad del valle de Guatemala.

**Tabla 18: Análisis químico proximal:**

No.	CONCEPTO	Base	<i>Pan integral de papa</i>					<i>Pan no integral de papa</i>				
			0%	10%	20%	30%	40%	0%	10%	20%	30%	40%
1	<b><u>M.S.T.%</u></b>	Seca	72.1	74.19	71.61	67.03	65.45	73.08	73.38	71.69	67.70	66.17
		Como Alimento										
2	<b><u>Proteína %</u></b>	Seca	15.77	15.37	15.39	14.59	18.44	16.38	14.81	15.08	14.78	14.17
		Como Alimento	11.37	11.40	11.02	9.78	12.07	11.97	10.86	10.81	10.01	9.38
3	<b><u>Cenizas %</u></b>	Seca	2.11	2.44	2.61	3.22	3.68	2.09	2.37	2.74	3.14	3.52
		Como Alimento	1.52	1.81	1.87	2.16	2.41	1.53	1.74	1.97	2.13	2.33
4	<b><u>Calcio %</u></b>	Seca	0.23	0.19	0.22	0.24	0.22	0.30	0.27	0.22	0.25	0.28
		Como Alimento										
5	<b><u>Fosforo %</u></b>	Seca	0.13	0.07	0.11	0.1	0.12	0.1	0.14	0.09	0.12	0.11
		Como Alimento										

Fuente: Elaboración propia. 2019.

Según tabla 18, los resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. El porcentaje de proteína como materia seca presenta mayor proporción respecto al tratamiento al 40% y 20% de harina integral y no integral, mientras que al estudiar la proteína como alimento el testigo y el tratamiento al 40% de harina integral muestran el mayor porcentaje. Es importante señalar que, la proteína sirve para formar y reparar tejidos de la piel, órganos, músculos, uñas, pelo y huesos. Son necesarias para que todas las células de nuestro cuerpo cumplan su función correctamente, refuerza el sistema inmunológico.

Al estudiar el calcio se observó que ambos testigos muestran mayor porcentaje. Y finalmente al comparar los resultados obtenidos respecto al fosforo el tratamiento al 10% de harina no integral y el testigo contiene mayor porcentaje. Los resultados presentados fueron determinados en el Laboratorio de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Tabla 19: Informe de estudio parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del pan de harina de papa y trigo 20% harina de papa.**

<b>Parámetros microbiológicos</b>			
<i>Fecha</i>	<i>DA</i>	<i>T°</i>	<i>M</i>
28/06/2019	1	22°C	< 10
2/07/2019	4	22°C	< 10
3/07/2019	6	22°C	< 10
5/07/2019	8	22°C	< 10
2/07/2019	4	35° C	< 10
3/07/2019	6	35° C	< 10
5/07/2019	8	35° C	< 10

<b>Descripción</b>	
<b>DA =</b>	Días de almacenamiento
<b>T° =</b>	Temperatura
<b>M =</b>	Mohos
Resultados expresados en UFC/g. (unidades formadoras de colonias por gramo de la muestra).	

Fuente: Elaboración propia. 2019.

Según tabla 19, con respecto al cuadro microbiólogo se presenta que las unidades formadoras de colonias por gramo en la muestra se mantienen en menores de 10. Los resultados se obtuvieron por el laboratorio INLASA.

### **Objetivo No. 3.**

<b>Parámetros fisicoquímicos</b>			
<i>Fecha</i>	<i>DA</i>	<i>T°</i>	<i>P</i>
28/06/2019	1	22°C	70.13
2/07/2019	4	22°C	62.88
3/07/2019	6	22°C	61.53
5/07/2019	8	22°C	59.38

<b>Descripción</b>	
<b>DA =</b>	Días de almacenamiento
<b>T°=</b>	Temperatura
<b>P =</b>	Peso específico
Resultados expresados en gramos.	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 20: Promedio de parámetros sensoriales del pan de harina de papa y trigo al 20% de harina de papa.**

<i>Fecha</i>	<i>DA</i>	<i>T°</i>	<i>O</i>	<i>Co</i>	<i>Sa</i>	<i>Ma</i>	<i>Tx</i>
28/06/2019	1	22°C	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
2/07/2019	4	22°C	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0
3/07/2019	6	22°C	5.0	4.7	3.6	3.3	3.0
5/07/2019	8	22°C	4.0	4.2	3.8	3.0	2.2
2/07/2019	4	35°C	4.4	4.8	4.4	2.6	2.4
3/07/2019	6	35°C	4.0	4.7	3.2	2.0	1.5
5/07/2019	8	35°C	4.0	3.8	3.2	2.0	1.6

Fuente: Elaboración propia. 2019.

Según tabla 20, se observa el pan con harina de papa y trigo al 20%. En lo que corresponde a 4 y 6 días de almacenamiento, en cuanto al olor, color, sabor, masticabilidad y textura, presenta una buena aceptabilidad. En condiciones de temperaturas frías, a 22 grados, el pan dura y es aceptable hasta cinco días almacenado. En condiciones de temperaturas cálidas, dura y es aceptable hasta 8 días de almacenamiento. Y a 22 días como a 35 se van disminuyendo sus calidades aceptables.

La vida útil determinada en este estudio es aplicable al producto evaluado, en base a la fórmula actual y en el material de empaque utilizado, cualquier variación en el proceso de producción puede dar lugar a cambios en la vida anaquel, por lo que debe evaluarse periódicamente. Los análisis fueron realizados por el laboratorio de la INLASA. 2019

<b>Descripción</b>		<b>Escala</b>			
DA =	Días de almacenamiento	5 =	Aceptable		
T° =	Temperatura	4 =	Aceptable con leve diferencia		
O =	Olor	3 =	Medianamente aceptable		
Co =	Color	2 =	Poco aceptable		
Sa =	Sabor	1 =	No aceptable		
Ma =	Masticabilidad				
TX =	Textura				
<b>Factor Limite</b>		<b>Logaritmo de Vida Útil</b>	<b>Vida Útil</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Tiempo</b>
Textura		0.752	6 días	20%	6 días a 25°C,

Fuente: Elaboración propia. 2019.

Se puede argumentar en base a resultados que el parámetro evaluado, que afecta principalmente la vida de anaquel del pan de harina de papa y trigo (20% de harina de papa) es la textura. El estudio se realizó por 8 días en condiciones de almacenamiento en laboratorio INLASA.

**Tabla 21: Análisis microbiológico.**

<b>Análisis realizado al pan francés peso 75grs. papa y trigo al 20%</b>					
<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>	<b>U/ Medida</b>	<b>Ld</b>	<b>Metodología</b>	<b>Fecha Análisis</b>
<b><i>E. coli</i></b>	<b>&lt; 10</b>	UFC/g	< 10	AOAC 991.14	6/06/2019
<b><i>Levaduras</i></b>	<b>&lt; 10</b>	UFC/g	< 10	FDA BAM cap18	6/06/2019
<b><i>Mohos</i></b>	<b>&lt; 10</b>	UFC/g	< 10	FDA BAM cap18	6/06/2019
<b><i>Recuento Aerobico Total</i></b>	<b>&lt; 10</b>	UFC/g	< 10	FDA BAM cap 3	6/06/2019
<b><i>Recuento Coliformes Totales</i></b>	<b>&lt; 10</b>	UFC/g	< 10	AOAC 991.14	6/06/2019

Fuente: Elaboración propia. 2019.

Según tabla 21, el comportamiento de E. coli, levaduras, mohos, en la muestra de pan de papa, se presenta el crecimiento el cual se mantuvo en <10 cuyo límite máximo es aceptable. Para la investigación el resultado <10. UFC/g representa la ausencia de microorganismos. Todas las muestras dieron un resultado negativo para coliformes fecales, levaduras, mohos por lo tanto no presentan contaminación fecal y por ende, E. coli. Los resultados anteriores fueron analizados en el laboratorio INLASA.

**Tabla 22: Trazas de glúten.**

<b>Análisis de trazas de gluten al pan francés, peso 75 grs. Pan de Papa y trigo al 20%</b>					
<b>ANÁLISIS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>U/ MEDIDA</b>	<b>LD</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>FECHA ANALISIS</b>
<b>Trazas de Gluten</b>	<b>858</b>	ppm	5	Elisa, Neogen Veratox	6/06/2019

Fuente: Elaboración propia 2019.

**LD:** Limite Detección **LMP:** Limite Máximo permitido **LMA:** Limite Máximo Aceptable

Fuente: Laboratorio INLASA. 2019.

Según tabla 22, el contenido de trazas de gluten, en la muestra de pan de papa, se presenta un límite de detección 5 el cuál se considera aceptable. Los resultados anteriores fueron analizados en el laboratorio INLASA.

**Tabla 23: Análisis de vitamina A, B1 tiamina y B9 ácido fólico.**

Tipo De Harina	Porcentaje de harina de papa	Vitamina A (UI)	Vitamina B1 Tiamina (mg)	Vitamina B9 ácido fólico (mg)
Integral	0%	173.81	0.79	210.78
	10%	115.95	0.73	195.45
	20%	111.66	0.78	182.02
	30%	105.83	0.68	182.2
	40%	103.64	0.76	202.83
No Integral	0%	119.98	0.77	206.73
	10%	0	0.74	199.07
	20%	0	0.65	173.39
	30%	0	0.7	188.6
	40%	0	0.73	195.54

Fuente: Elaboración propia. 2019.

El análisis del cuadro 23, permite observar que la mayor cantidad de vitamina A está presente en el testigo y en el tratamiento al 10% de harina integral. Esto significa que el pan de papa contribuirá a fortalecer la vista principalmente, además, de los huesos, tejidos y piel. Por otro lado, respecto a la vitamina B1 (tiamina) la mayor proporción corresponde a ambos testigos seguido del tratamiento al 20% y al 10% de harina integral y no integral. La tiamina es importante para el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de las células del organismo. Y finalmente al comparar los datos obtenidos de vitamina B9 (ácido fólico) la mayor cantidad lo presentan ambos testigos seguido del tratamiento al 40% de harina integral y el tratamiento al 10% de harina no integral. Cabe mencionar que el ácido fólico previene la anemia, colabora en la formación del ADN, previene la hipertensión y reduce las malformaciones del feto. Los resultados del análisis de vitamina A, B1 y B9, fueron realizados en el laboratorio INLASA.

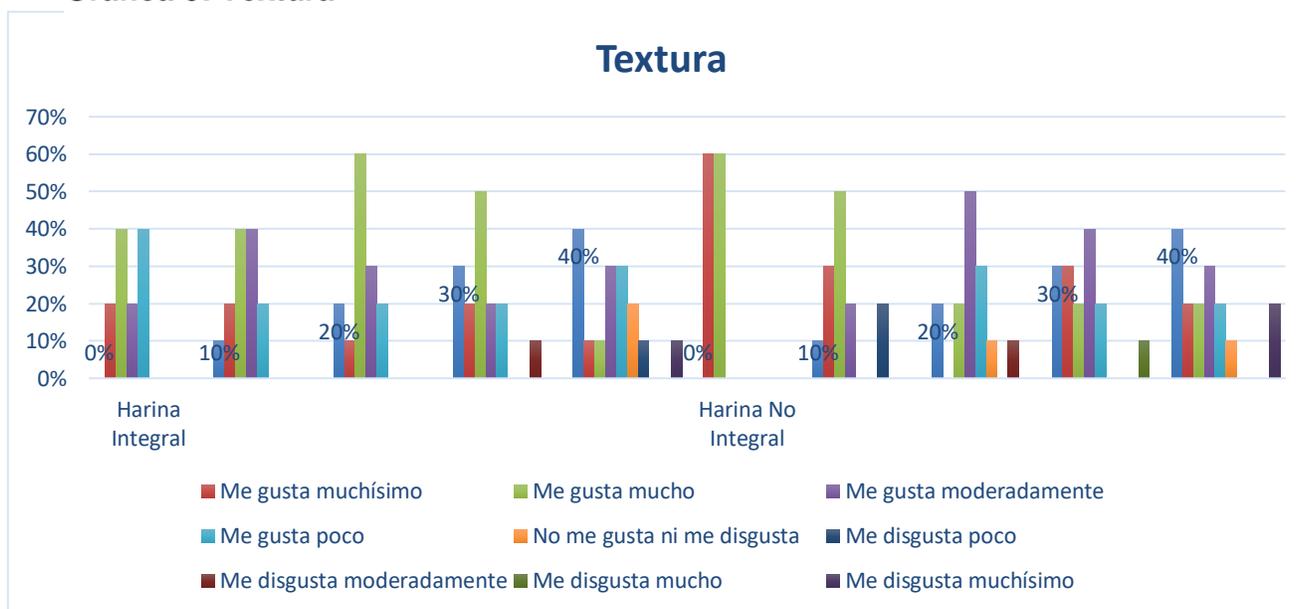
### 11.7. Análisis organoléptico del pan con harina de papa y de trigo.

Tabla 24: Análisis organoléptico del pan de papa de la variable textura

Cuadro de análisis organoléptico		Harina Integral					Harina No Integral				
Análisis de textura.	Criterios	0%	10%	20%	30%	40%	0%	10%	20%	30%	40%
	Me gusta muchísimo	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.6	0.3	0.1	0.3	0.2
	Me gusta mucho	0.4	0.4	0.6	0.5	0.1	0.6	0.5	0.2	0.2	0.2
	Me gusta moderadamente	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3		0.2	0.5	0.4	0.3
	Me gusta poco	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3			0.3	0.2	0.2
	No me gusta ni me disgusta					0.2			0.1		0.1
	Me disgusta poco					0.1		0.2			
	Me disgusta moderadamente				0.1				0.1		
	Me disgusta mucho									0.1	
	Me disgusta muchísimo					0.1					0.2

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 5: Textura



Fuente: Elaboración propia, 2019.

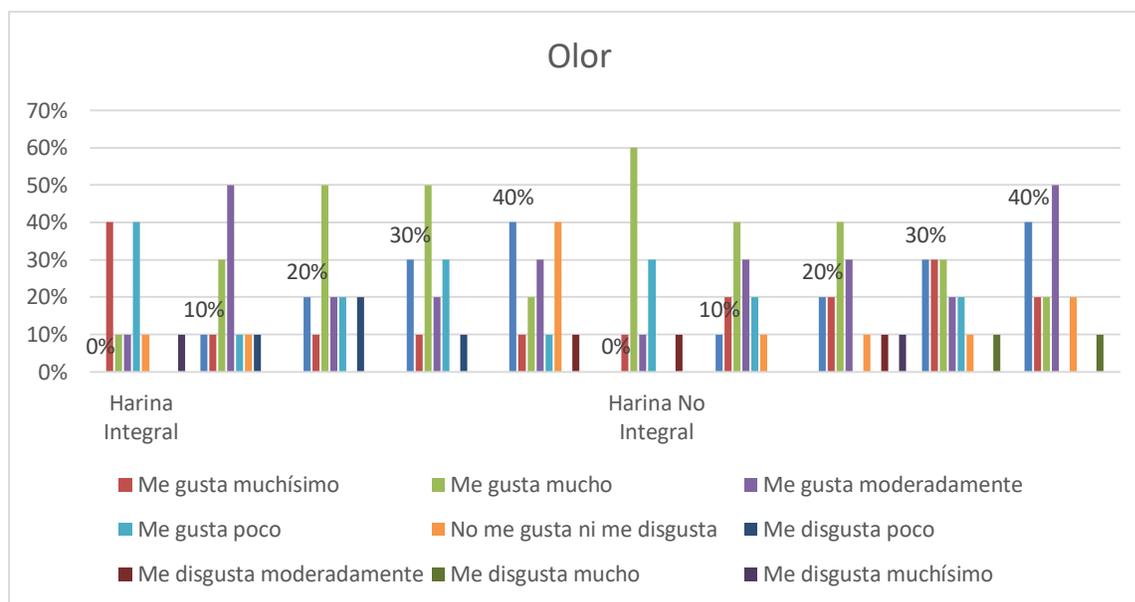
Respecto a la gráfica anterior, el 60% de las personas manifestaron “Me gusta mucho” con respecto al tratamiento que contiene el 20% de harina de papa integral, seguido el tratamiento que contiene el 30%. Sin embargo, el 60% de la población estudiada manifiesta datos relevantes dirigidos a los tratamientos testigos en donde resalta “Me gusta mucho” y “Me gusta muchísimo”.

**Tabla 25: Análisis organoléptico del pan de papa de la variable olor.**

Cuadro de análisis organoléptico		Harina Integral					Harina No Integral				
Análisis de Olor.	Criterios	0%	10%	20%	30%	40%	0%	10%	20%	30%	40%
Me gusta muchísimo		0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2
Me gusta mucho		0.1	0.3	0.5	0.5	0.2	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2
Me gusta moderadamente		0.1	0.5	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.5
Me gusta poco		0.4	0.1	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2		0.2	
No me gusta ni me disgusta		0.1	0.1			0.4		0.1	0.1	0.1	0.2
Me disgusta poco			0.1	0.2	0.1						
Me disgusta moderadamente						0.1	0.1		0.1		
Me disgusta mucho										0.1	0.1
Me disgusta muchísimo		0.1						0.1			

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 6: Olor**



Fuente: Elaboración propia, 2019.

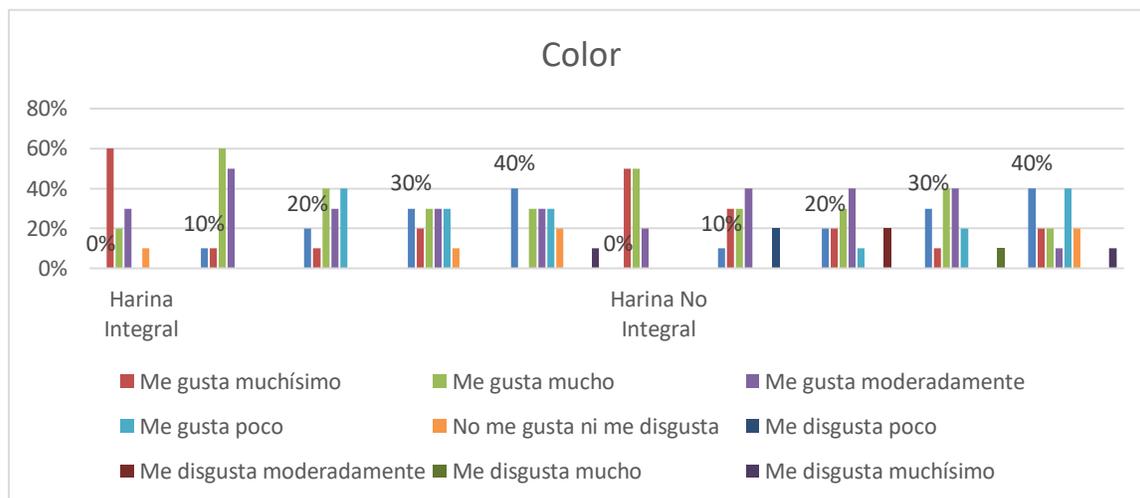
Según datos obtenidos de la gráfica anterior, el 50% de la población estudiada menciona que los tratamientos al 20% y 30% de harina integral de papa y trigo refleja “Me gusta mucho”. Sin embargo, el testigo de harina no integral el 60% de la población estudiada menciona “me gusta mucho”.

**Tabla 26: Análisis organoléptico del pan de papa de la variable color.**

Cuadro de análisis organoléptico		Harina Integral					Harina No Integral				
Análisis de Color.	Criterios	0%	10%	20%	30%	40%	0%	10%	20%	30%	40%
	Me gusta muchísimo	0.6	0.1	0.1	0.2		0.5	0.3	0.2	0.1	0.2
	Me gusta mucho	0.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.4	0.2
	Me gusta moderadamente	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.1
	Me gusta poco			0.4	0.3	0.3			0.1	0.2	0.4
	No me gusta ni me disgusta	0.1			0.1	0.2					0.2
	Me disgusta poco							0.2			
	Me disgusta moderadamente								0.2		
	Me disgusta mucho									0.1	
	Me disgusta muchísimo					0.1					0.1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 7: Color**



Fuente: Elaboración propia, 2019.

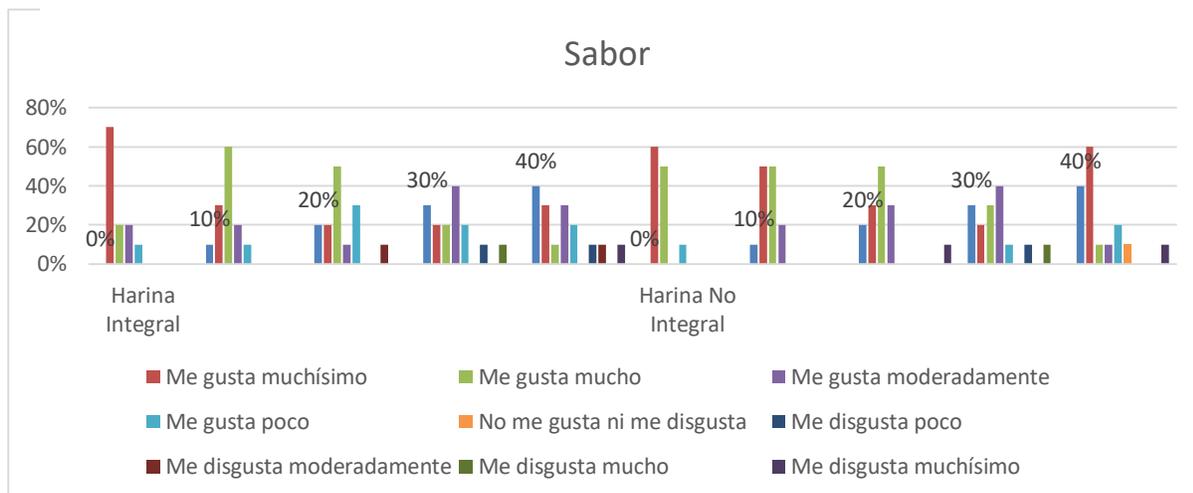
En base a los resultados obtenidos de la gráfica anterior, el 60% de la población estudiada manifiesta “Me gusta mucho” respecto al tratamiento del 10% de harina integral. Por otro lado, el 60% de la población manifiesta “Me gusta muchísimo” al referirse al testigo de harina integral.

**Tabla 27: Análisis organoléptico del pan de papa de la variable sabor.**

Cuadro de análisis organoléptico	Harina Integral					Harina No Integral				
	0%	10%	20%	30%	40%	0%	10%	20%	30%	40%
<b>Análisis de Sabor.</b>										
<b>Criterios</b>	0%	10%	20%	30%	40%	0%	10%	20%	30%	40%
Me gusta muchísimo	0.7	0.3	0.2	0.2	0.3	0.6	0.5	0.3	0.2	0.6
Me gusta mucho	0.2	0.6	0.5	0.2	0.1	0.5	0.5	0.5	0.3	0.1
Me gusta moderadamente	0.2	0.2	0.1	0.4	0.3		0.2	0.3	0.4	0.1
Me gusta poco	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1			0.1	0.2
No me gusta ni me disgusta										0.1
Me disgusta poco				0.1	0.1				0.1	
Me disgusta moderadamente			0.1		0.1					
Me disgusta mucho				0.1					0.1	
Me disgusta muchísimo					0.1			0.1		0.1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Gráfica 8: Sabor**



Fuente: Elaboración propia, 2019.

En base a los resultados obtenidos de la gráfica anterior, el 60% de la población manifestó “Me gusta muchísimo” al referirse al tratamiento al 40% de harina no integral, al mismo tiempo el 60% de la población también manifiesta “Me gusta mucho” respecto al tratamiento al 10% de harina integral. Sin embargo, el 70% y 60% de la población manifestó “me gusta muchísimo” y “me gusta mucho” respecto al testigo.

### 11.8. Cronograma de actividades.

No.	ACTIVIDAD	Marzo 1	Abril 2	Mayo 3	Junio 4	Julio 5	Agosto 6	Sept. 7	Oct. 8	Nov. 9
1	Estudio del problema, consultas ICTA Quetzaltenango, consultas bibliográficas y elaboración del Protocolo.	X								
2	Elaboración del Protocolo y revisión de Asesores.	X								
3	Aprobación de la investigación por parte de la comisión del CUSAM.		X							
4	Preparación del equipo e indumentaria para elaborar la harina de papa.			X						
5	Elaboración de mezclas y fórmulas para elaborar el pan.				X					
6	Envío de muestras para laboratorio. (USAC).				X					
7	Toma y recopilación de datos de campo.			X	X	X	X			
8	Análisis y discusión de los resultados, elaboración del informe final.						X	X	x	
9	Presentación del informe a ICTA Quetzaltenango.									x

Fuente: Elaboración propia, 2019.

## Objetivo No. 4

### 11.9. Costo de producción del pan de papa.

<b>Peso unitario de pan (Kg)</b>	<b>0.085</b>	<b>Cantidad requerida (Kg)</b>	<b>1.28</b>
<b>Producción de panes: 15 unidades</b>			

Tabla 30: Costo de producción por unidad de pan de papa al 20% de harina integral.

<b>Costo de producción - pan harina de papa y trigo.</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>				<b>Q19.97</b>
Harina dura	Libra	1.2	Q2.75	Q3.30
Harina de papa	Libra	0.3	Q20.00	Q6.00
Agua	litro	0.52	Q0.36	Q0.41
Huevos	Unidad	1	Q1.22	Q1.22
Manteca	libra	0.25	Q4.50	Q1.12
Azúcar	libra	0.12	Q2.80	Q0.35
Queso crema	Libra	0.06	Q20.00	Q1.25
Levadura	Libra	0.06	Q10.70	Q0.67
Sal	Libra	0.03	Q0.36	Q0.01
Mano de obra	Hora	0.5	Q11.27	Q5.64
<b>COSTOS FIJOS</b>				<b>Q7.16</b>
Gastos operativos				
Maquinaria y equipo	Unidad	1	Q7.16	Q7.16
Servicios (agua, electricidad)				
<b>TOTAL</b>				<b>Q27.13</b>
<b>COSTO DE PRODUCCION</b>				<b>1.80</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Nota:** La unidad de medida para el pago de mano de obra es por hora y está basado según el modelo planteado por Shelton y Chandler. Por otro lado, conforme con el Acuerdo Gubernativo No. 242-2018 publicado en el Diario de Centroamérica el 28 de diciembre de 2018, se establece el nuevo salario mínimo, que corresponde a Q.11.27 en el pago de hora diurna ordinaria en actividades no agrícolas.

## XII. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

De acuerdo a la altura, diámetro y volumen, los panes elaborados con las mezclas de harina de papa y trigo del 10 y 20% son estadísticamente similares a un pan elaborado al 100% de trigo, por lo cual se considera que son similares y manifiestan características deseables e ideales a las que exige un panificador.

El tratamiento del 10% de harina de papa integral hace referencia a menor tiempo de amasado, de igual forma el tratamiento del 10% de harina no integral representa menor rendimiento, mientras que el tratamiento del 40% de harina integral muestra el menor diámetro y volumen.

El rendimiento dentro de una empresa se refiere al resultado que se obtiene por cada una de las unidades presentes que despliega una actividad, es de carácter importante evaluar el máximo rendimiento para conocer la mayor producción. Por tal razón, según el análisis, el tratamiento que representa el mayor rendimiento retribuye al 40% de harina integral y no integral con valor de 16.5 panes.

De la misma forma se realizó un análisis físico químico del pan con harina de papa y trigo para evaluar la calidad nutritiva de los 10 tratamientos tomando una muestra de 100 g. De los cuales se extrajeron resultados de minerales como, calcio, hierro, potasio, sodio y zinc; y vitamina "A", "C", "B1" y "B9". De los datos obtenidos, se determinó que el tratamiento del 20% de harina no integral presenta mayor cantidad de zinc y sodio. De la misma forma ambos testigos presentan mayor cantidad de hierro y el potasio aparece reflejado en mayor proporción respecto al tratamiento del 40% de harina integral.

Con respecto al tratamiento que presenta mayor porcentaje de vitamina "C" hace referencia al 40% de harina no integral. Mientras que, el tratamiento que presenta mayor porcentaje de proteína está presente en el 40% de harina integral. Por otro lado, los resultados obtenidos en ambos testigos muestran mayor proporción en cuanto a vitamina "A", "B1" y "B9".

De acuerdo al análisis organoléptico, se observa que el tratamiento del 20% de harina de papa integral, muestra mayor elegibilidad. Por otro lado, al evaluar el color y olor el testigo presenta mejores resultados. Y por último, el pan con 40% de harina no integral, mostro mayor aceptabilidad de acuerdo al sabor.

Según los datos obtenidos el pan de harina de papa y trigo con mezcla del 20%, presenta una vida útil de 6 días a 25°C en base a la textura y en el material de empaque utilizado bolsa de papel.

Es importante mencionar el costo de producción por unidad de pan de papa ya que de acuerdo a ello, se podrán tomar mejores decisiones, los cuales quedaron de la siguiente manera: pan con el 0% de harina integral y no integral corresponde a un costo de Q0.98/ unidad, al 10% de harina integral Q1.39/unidad y no integral

Q1.41/unidad, al 20% de harina integral Q1.80/unidad y no integral Q1.83/unidad, al 30% de harina integral Q2.20/unidad y no integral Q2.26/ unidad y finalmente al 40% de harina integral Q2.61/ unidad y no integral Q2.68/unidad

### XIII. CONCLUSIONES

1. En respuesta a la hipótesis No. 1, se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna para las variables diámetro, volumen, altura y rendimiento donde se observa diferencia estadística significativa para el porcentaje de mezcla al 40%. Mientras que, con relación a la variable tiempo amasado, se acepta la hipótesis nula, ya que no presenta diferencias estadísticas significativas.
2. En respuesta a la hipótesis No. 2, se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna, en donde al evaluar la calidad nutritiva de los 10 tratamientos, por medio de análisis bromatológico y físico químico realizados en laboratorios de Guatemala, se obtuvo como resultado en base a una muestra de 100 g de harina de papa integral y no integral, el tratamiento que presenta mayor porcentaje de proteína y potasio hace referencia al 40% en harina integral. El tratamiento con mayor porcentaje de vitamina "C" hace referencia al 40% en harina no integral. Luego al referirse a contenido de hierro, vitamina A, vitamina B1 y vitamina B9 resaltan ambos testigos. La mayor cantidad de zinc y sodio lo contiene el tratamiento del 20% de harina no integral y por último en cuanto a fibra dietética se encuentra el tratamiento referente al 30% de harina no integral.
3. En respuesta a la hipótesis No. 3, se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna, en base a resultados obtenidos de la evaluación organoléptica de textura, color, olor y sabor de los panes elaborados, el pan con 40% de harina no integral, mostró mayor aceptabilidad de acuerdo al sabor. Por otro lado, el color y olor resaltó el testigo. Al referirse a la textura, el tratamiento del 20% de harina de papa integral, muestra mayor elegibilidad.
4. El costo de producción del pan elaborado con el 0% de harina integral y no integral corresponde a Q0.98/ unidad, al 10% de harina integral Q1.39/unidad y no integral Q1.41/unidad, al 20% de harina integral Q1.80/unidad y no integral Q1.83/unidad, al 30% de harina integral Q2.2/unidad y no integral Q2.26/ unidad y finalmente al 40% de harina integral Q2.61/ unidad y no integral Q2.68/unidad.

#### **XIV. RECOMENDACIONES.**

- 1.- Para elaborar pan tipo francés, a base de mezcla de harina de trigo y papa se recomienda utilizar una adición del 20 y 30% de la variedad de papa loman integral de acuerdo con el estudio organoléptico en cuanto a la aceptabilidad tomando en cuenta la textura, olor, sabor y color.
- 2.- Desarrollar trabajos diversos sobre panadería, utilizando la harina de papa a fin de mejorar el valor nutritivo del pan y las características organolépticas.
- 3.- Desarrollar trabajos sobre diferentes métodos de elaboración de harina de papa, ya que la utilización de esta harina no requiere de condiciones especiales para su almacenamiento, a diferencia de la papa fresca.
- 4.- Investigar diversas recetas que permitan incorporar harina de papa en la dieta alimenticia.

#### XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Argueta, A. (2008). *Determinación de la aceptabilidad de galletas para niños en edad escolar elaboradas a partir de harina de semilla de pan (Artocarpus altilis) en el municipio de San Lorenzo del departamento de Suchitepéquez*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Banguat. (2019). *Informe de política monetaria*. Guatemala: Departamento de análisis macroeconómico y pronósticos. Gerencia económica.
- Castillas, C, & Vásquez, C. (1982). *Uso de dos tipos de harina de papa en la fabricación de pan y galletas*. México: Agric Tec.
- Cerón, A. (2010). *Estudio de la formulación de la harina de papa de la variedad parda pastusa (Solanum tuberosum) como sustituto parcial de la harina de trigo en panadería*. Colombia: Universidad de Nariño Pasto Colombia.
- Franco, J. (2002). *El cultivo de la papa en Guatemala*. Guatemala: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.
- Gattás, V., & Ballester, D. (1983). Sensory evolution of bread with potato flour. *Artículo Latinoamericano de nutrición*, 56-66.
- González, E. (2016). *Informe técnico. Diagnóstico de la cadena de la papa, San Marcos, Guatemala*. Guatemala: RNGG. (Red Nacional de Grupos Gestores).
- Grupo ANALIZA. (13 de Octubre de 2019). *Métodos de análisis Físico- Químico de alimentos*. Obtenido de <https://analizacalidad.com/>
- Laurencio, D, & Masgo, M. (2014). *Obtención de harina de papa (Solanum tuberosum) de descarte utilizando diferentes tiempos de cocción y su efecto en la alimentación de patos criollos (Cairina moschata)*. Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizan, facultad de Ciencias Agrarias.
- Mesas, J, & Marco, A. (2002). *Pan y su proceso de elaboración. Departamento de Química nutrición, Bromatología. Área de Ciencia y tecnología alimentaria*. España: Escuela politécnica superior, Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo.
- Molina, M. (1980). *Primer curso sobre tecnología de cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla*. Guatemala.: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.

- Montaldo, A. (1984). *Cultivo y mejoramiento de la papa*. San José, Costa Rica: Matilde de la Cruz.
- Prokop, S, & Albert, J. (13 de Octubre de 2019). *La papa nutrición y alimentación. Año internacional de la papa*. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO.
- Reyes, H. (1985). *Determinación de las colidades que conforman la producción obtenida en el cultivo de papa en Chimaltenango*. Guatemala: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.
- Roblero, W. (1988). *Sustitución de harina de trigo por harina de papa en la fabricación de pan tradicional en el municipio de Chimaltenango*. Guatemala: Facultad de agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Santos, O. (2011). *Producción de semilla mejorada de papa (Solanum tuberosum L) con agricultores, de la aldea el caracol, Municipio de San Miguel Uspantan, Santa Cruz del Quiché*. Guatemala: Facultad de ciencias económicas. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- SEGEPLAN. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal. Municipio de San Pedro Sacatepéquez, 2,011 – 2025*. Guatemala: DPT.
- Sitún, M. (2007). *Investigación agrícola*. Guatemala: ENCA.
- Wayllace, G. (1978). *Características química- biológica de variedades de papa y estudios sobre la utilización de harinas simples y compuestas preparadas de ellas*. Guatemala: Facultad de Ciencias químicas y farmacia. Universidad de San Carlos De Guatemala.

## XV. ANEXOS.

**Cuadro 3: Datos recolectados del diámetro durante la experimentación.**

TRATAMIENTOS	TIPO DE HARINA	MEZCLA (%)	REPETICIONES				CENTÍMETROS.	
			I	II	III	IV	Yij.	MEDIA
1		0	9.22	8.94	9.16	9.53	36.85	9.213
2		10	8.95	9.02	9.97	9.03	36.97	9.243
3	INTEGRAL	20	9.26	8.7	9.07	9.04	36.07	9.018
4		30	9.05	8.67	9.04	9.02	35.78	8.945
5		40	8.06	7.78	8.06	8.06	31.96	7.990
6		0	9.03	9.63	9.23	8.95	36.84	9.210
7		10	9.48	9.85	8.57	8.87	36.77	9.193
8	NO INTEGRAL	20	8.88	9.53	8.7	8.54	35.65	8.913
9		30	9.75	8.79	8.56	9.37	36.47	9.118
10		40	9.17	8.54	8.54	9.04	35.29	8.823
	Y..k		90.85	89.45	88.9	89.45	<b>358.65</b>	
	μ							<b>8.96625</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Cuadro 4: Datos recolectados de volumen durante la experimentación.**

TRATAMIENTOS	TIPO DE HARINA	MEZCLA (%)	REPETICIONES				CENTRIMETROS CUBICOS	
			I	II	III	IV	Yij.	MEDIA
1		0	350	300	335	330	1315	328.75
2		10	325	320	300	310	1255	313.75
3	INTEGRAL	20	320	298	310	305	1233	308.25
4		30	275	280	270	290	1115	278.75
5		40	205	203	215	200	823	205.75
6		0	340	298	320	315	1273	318.25
7		10	300	295	340	320	1255	313.75
8	NO INTEGRAL	20	250	250	320	300	1120	280
9		30	255	255	252	270	1032	258
10		40	225	230	205	225	885	221.25
	Y..k		2845	2729	2867	2865	<b>11306</b>	
	μ							<b>282.65</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Cuadro 5: Datos recolectados de altura durante la experimentación.**

TRATAMIENTOS	TIPO DE HARINA	MEZCLA (%)	REPETICIONES				CENTÍMETROS	
			I	II	III	IV	Yij.	MEDIA
1		0	6.07	6.05	6.06	6.05	24.23	6.058
2		10	6.63	5.07	6.01	6	23.71	5.928
3	INTEGRAL	20	6.63	5.08	5.68	5.08	22.47	5.618
4		30	5.04	5.03	5.02	5.01	20.1	5.025
5		40	4.38	5.04	4.08	4.07	17.57	4.393
6		0	6.58	6.05	6.07	6.05	24.75	6.188
7		10	6.8	5.37	6.02	6.01	24.2	6.05
8	NO INTEGRAL	20	6.43	5.09	5.07	5.04	21.63	5.408
9		30	5.4	5.04	5.02	5.01	20.47	5.118
10		40	4.65	4.3	4.29	4.07	17.31	4.328
	Y..k		58.61	52.12	53.32	52.39	<b>216.44</b>	
	$\mu$							<b>5.411</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Cuadro 6: Datos recolectados de rendimiento durante la experimentación.**

TRATAMIENTOS	TIPO DE HARINA	MEZCLA (%)	REPETICIONES				Yij.	MEDIA
			I	II	III	IV		
1		0	15	14	15	16	60	15
2		10	15	16	15	15	61	15.25
3	INTEGRAL	20	16	15	15	15	61	15.25
4		30	15	15	16	16	62	15.5
5		40	16	16	17	17	66	16.5
6		0	14	15	15	16	60	15
7		10	15	14	16	15	60	15
8	NO INTEGRAL	20	15	15	15	16	61	15.25
9		30	16	16	16	17	65	16.25
10		40	17	17	16	16	66	16.5
	Y..k		154	153	156	159	<b>622</b>	
	$\mu$							<b>15.55</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Cuadro 7: Datos recolectados de tiempo de amasado durante la experimentación.**

TRATAMIENTOS	TIPO DE HARINA	MEZCLA (%)	REPETICIONES				MINUTOS	
			I	II	III	IV	Yij.	MEDIA
1		0	5.33	4.53	7.45	7.55	24.86	6.215
2		10	3.46	3.37	7.22	7.9	21.95	5.4875
3	INTEGRAL	20	4.17	4.12	7.38	7.26	22.93	5.7325
4		30	5.07	6.44	8.55	8	28.06	7.015
5		40	7.08	6.37	6.03	7.15	26.63	6.6575
6		0	7.59	7.36	5.21	5.23	25.39	6.3475
7		10	7.35	6.1	4.54	5.19	23.18	5.795
8	NO INTEGRAL	20	8.01	7.21	5.17	4.59	24.98	6.245
9		30	7.23	7.3	5.47	5.45	25.45	6.3625
10		40	6.16	6.34	7.52	6.51	26.53	6.6325
	Y..k		61.45	59.14	64.54	64.83	<b>249.96</b>	
	$\mu$							<b>6.249</b>

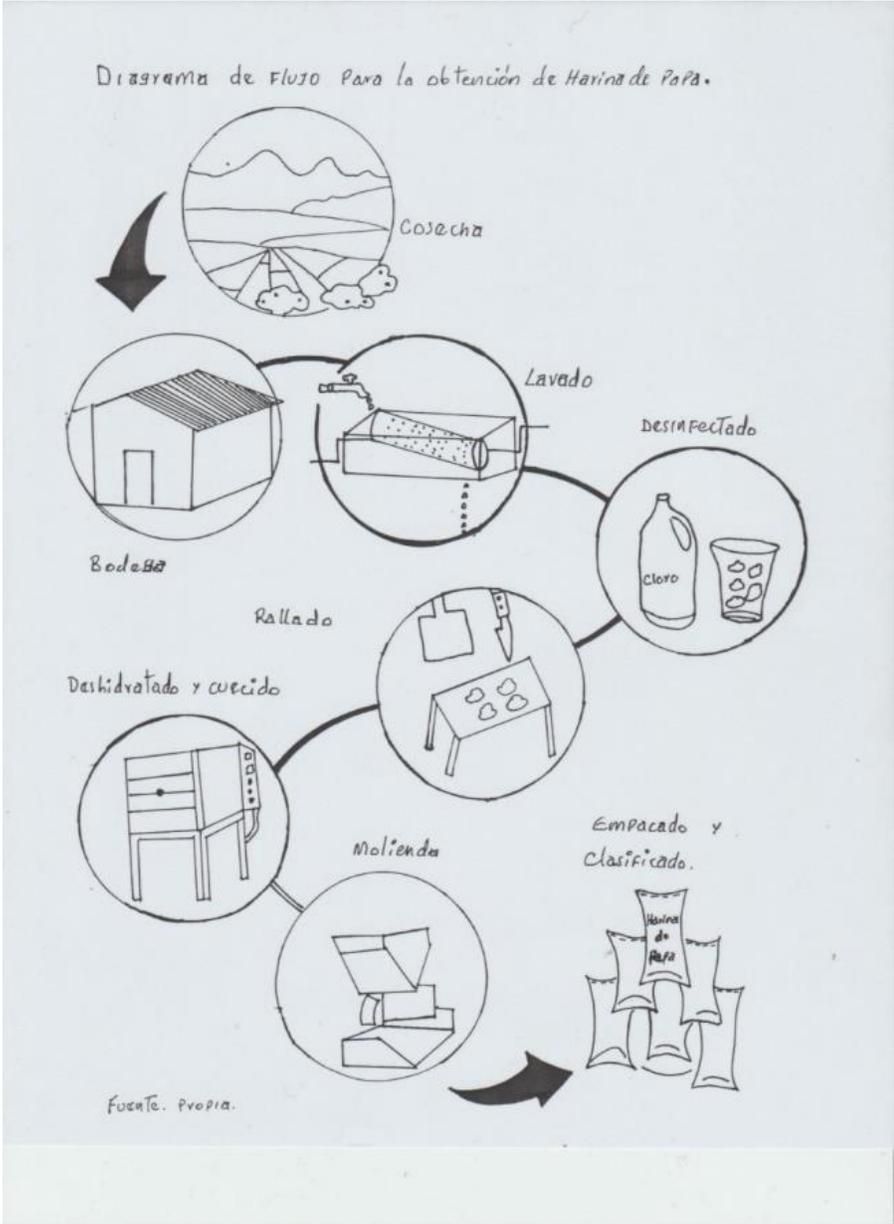
Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 28: Resumen de las características de panificación observadas en el proceso de elaboración del pan francés.**

Porcentaje %	HARINA LOMAN INTEGRAL			HARINA LOMAN NO INTEGRAL		
	Consistencia de masa	Problema de amasado	Apariencia de Pan	Consistencia de masa	Problema de amasado	Apariencia de Pan
<b>0 %</b>	Pegajosa	No	Buena	Pegajosa	No	Buena
<b>10%</b>	Pegajosa	No	Buena	Pegajosa	No	Buena
<b>20%</b>	Suelta	No	Buena	Pegajosa	No	Buena
<b>30%</b>	Seca y dura	No	Buena	Suelta	No	Buena
<b>40%</b>	Seca y dura	No	Buena	Suelta	No	Buena

Fuente: Elaboración propia, 2019.

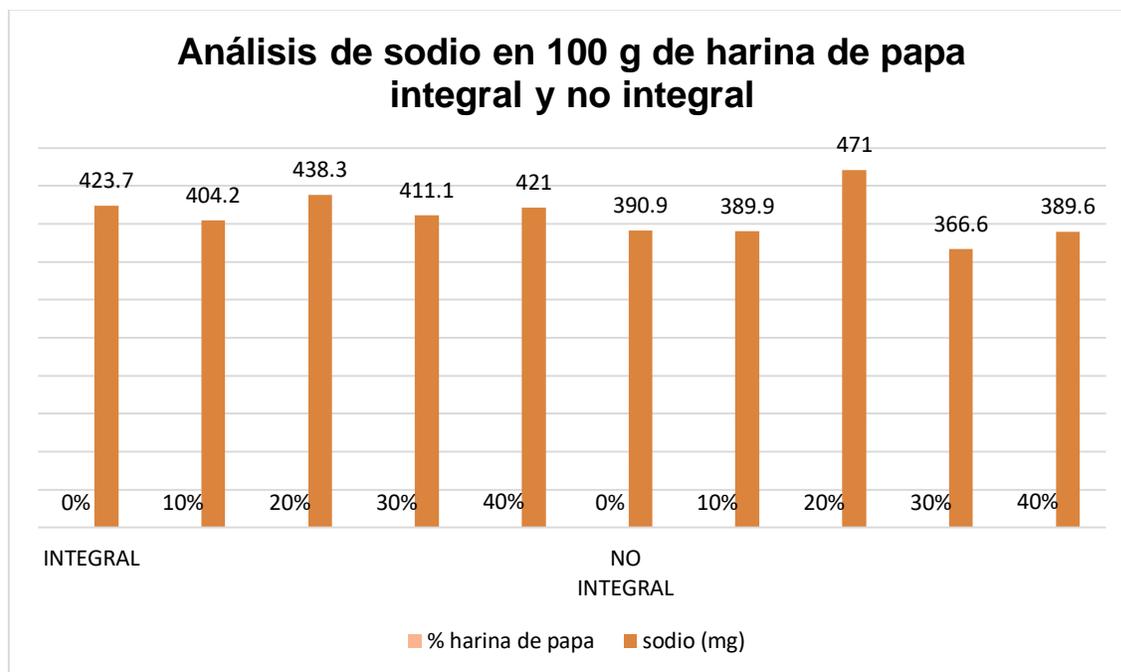
**Diagrama de flujo para la obtención de harina de papa.**



Fuente: Elaboración propia, 2019.

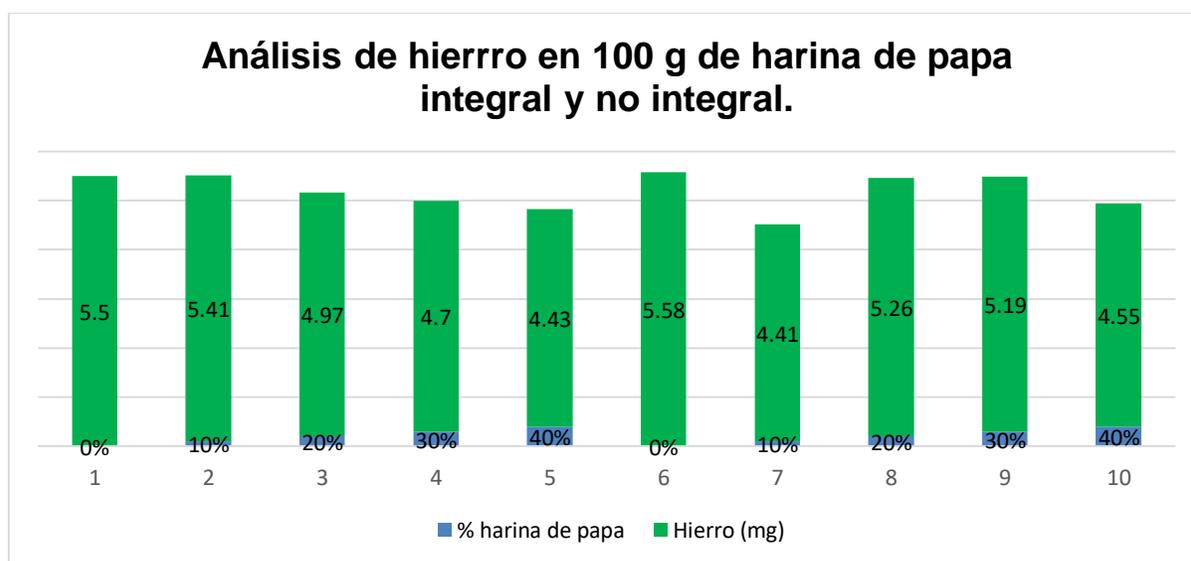
## Gráficas de Análisis fisicoquímicos.

Gráfica 9: Análisis de sodio.



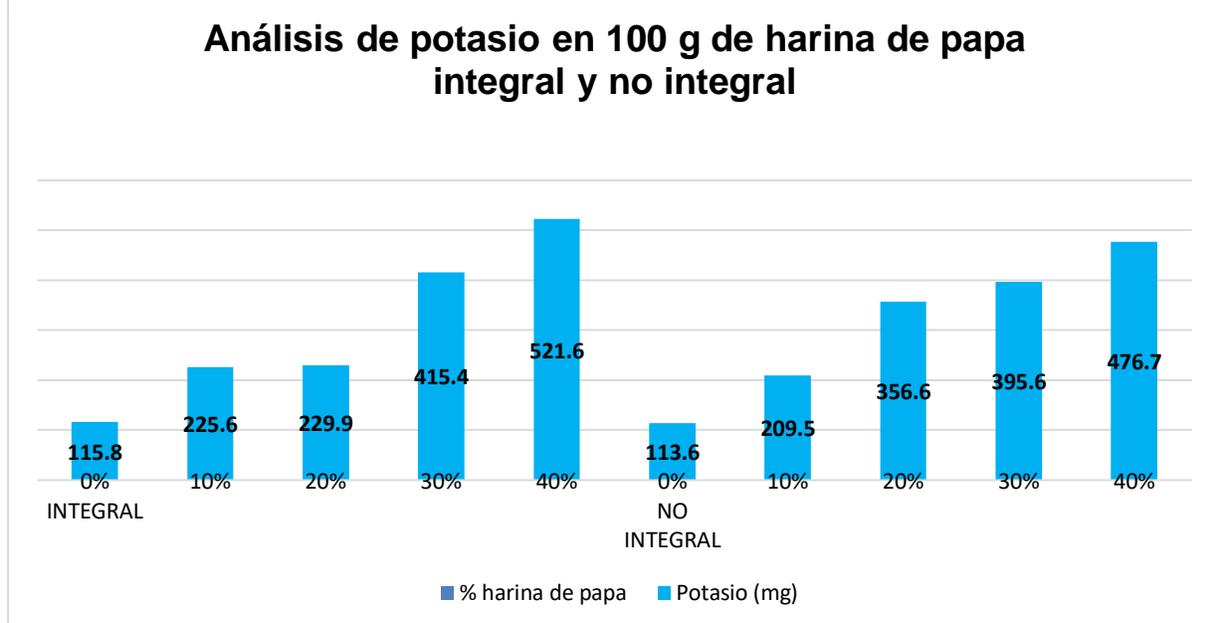
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 10: Análisis de hierro.



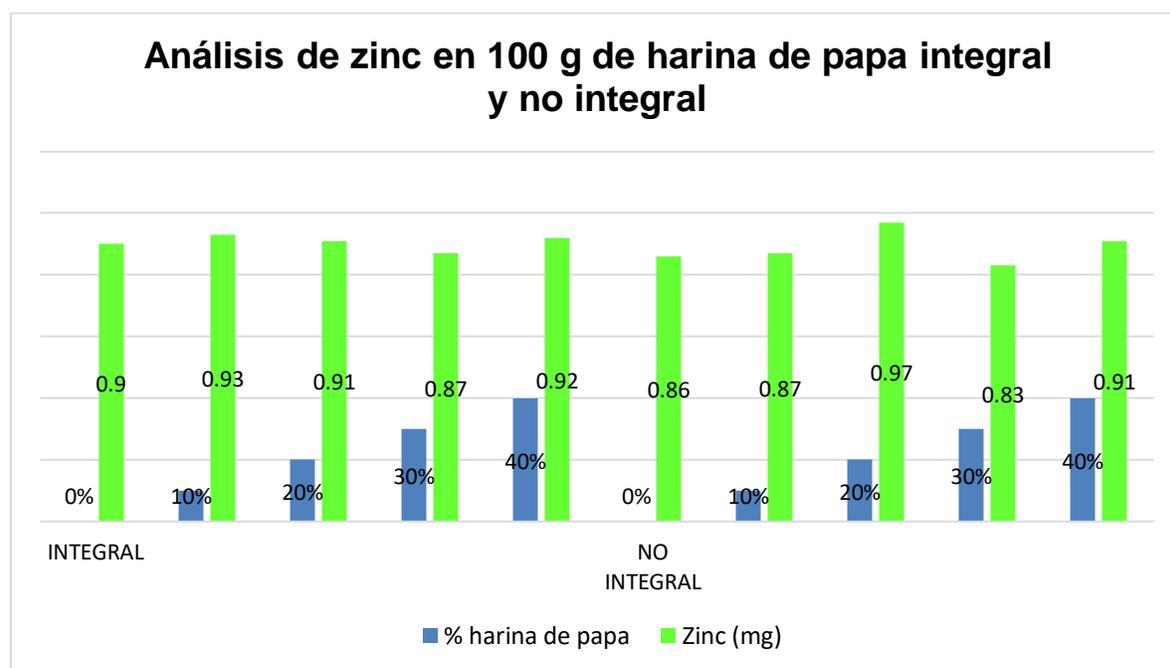
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 11: Análisis de potasio



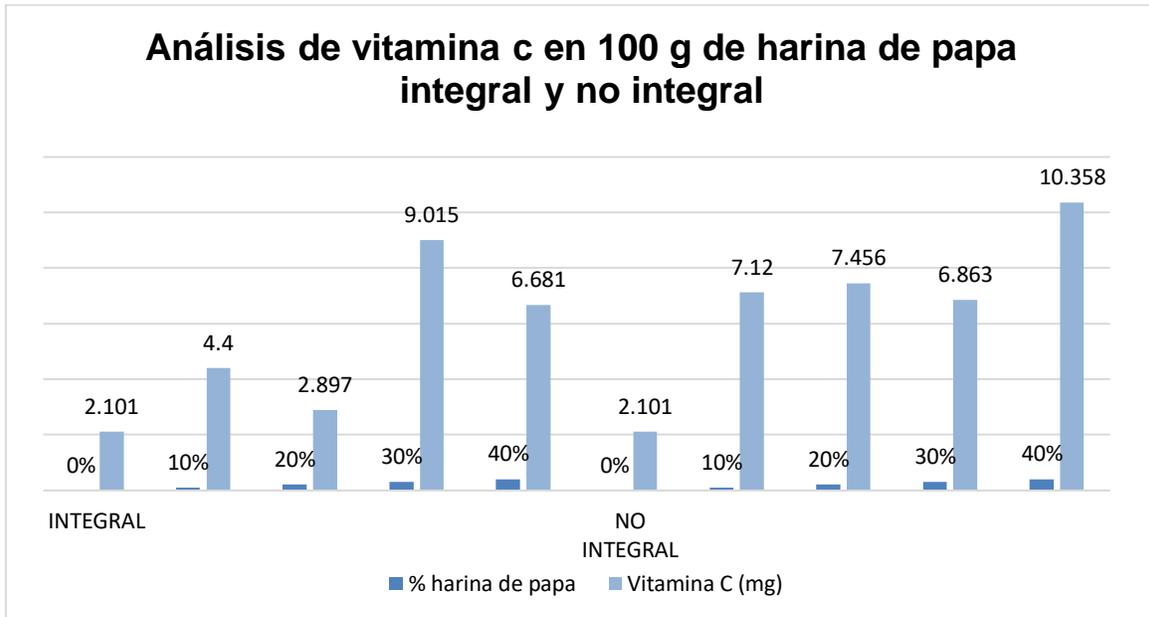
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 12: Análisis de zinc.



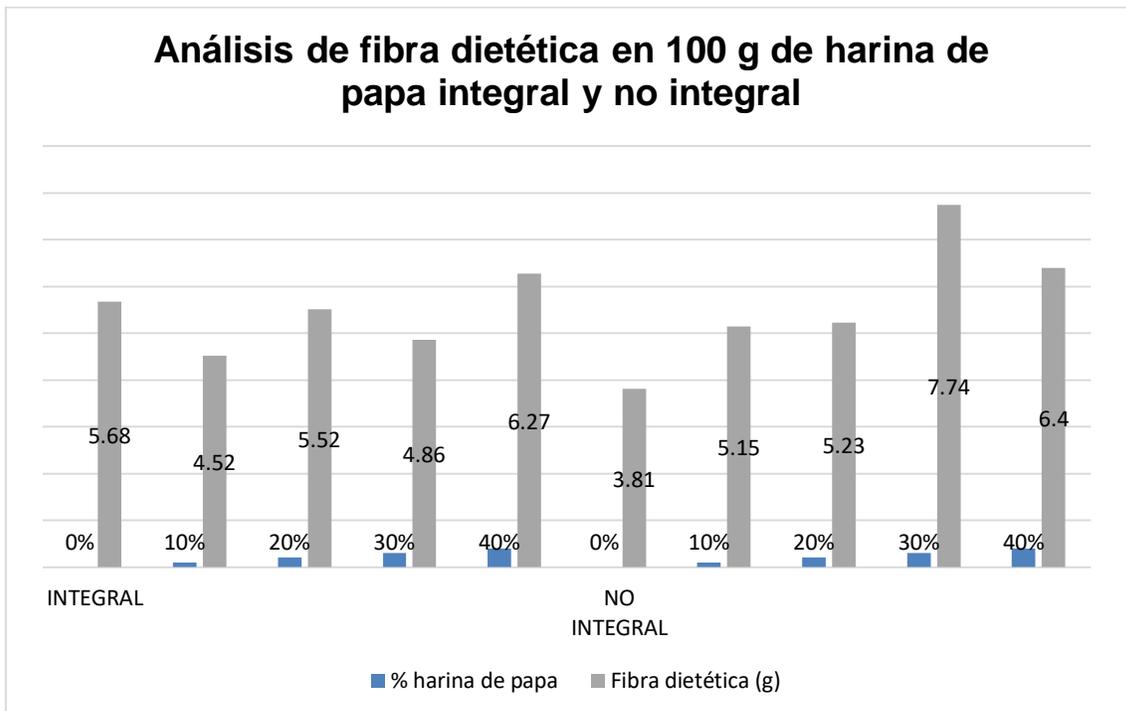
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 13: Análisis de ácido ascórbico (Vitamina c)



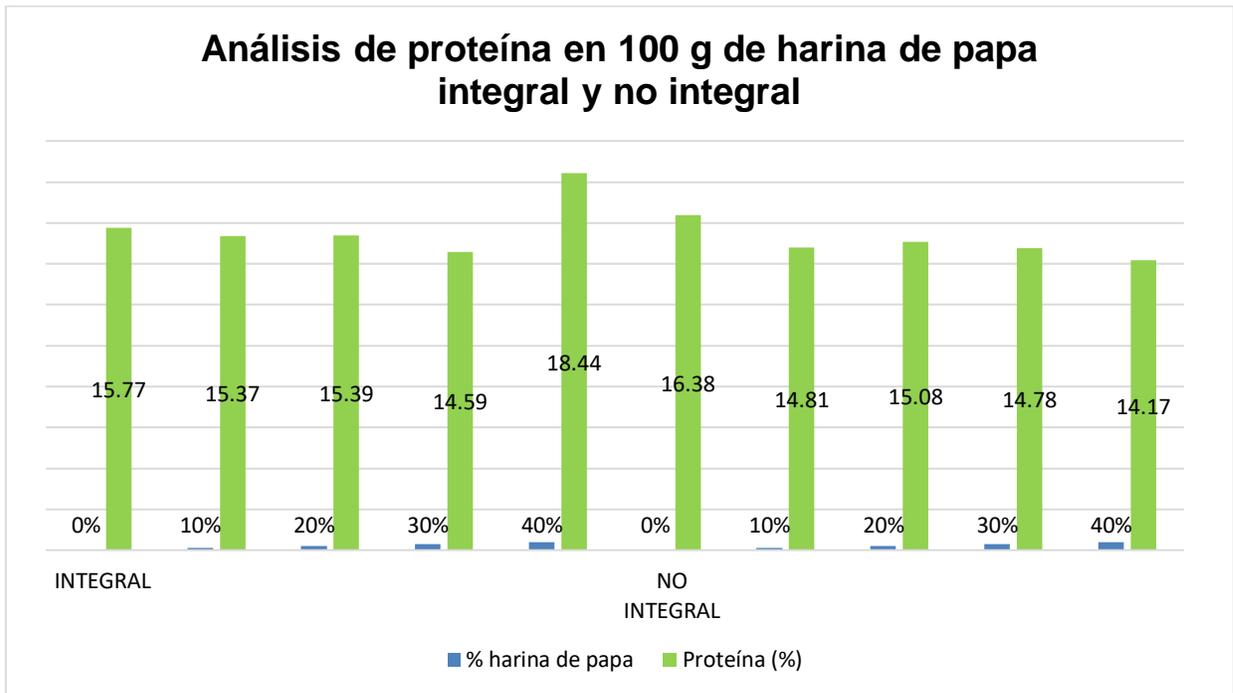
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 14: Análisis de fibra dietética.



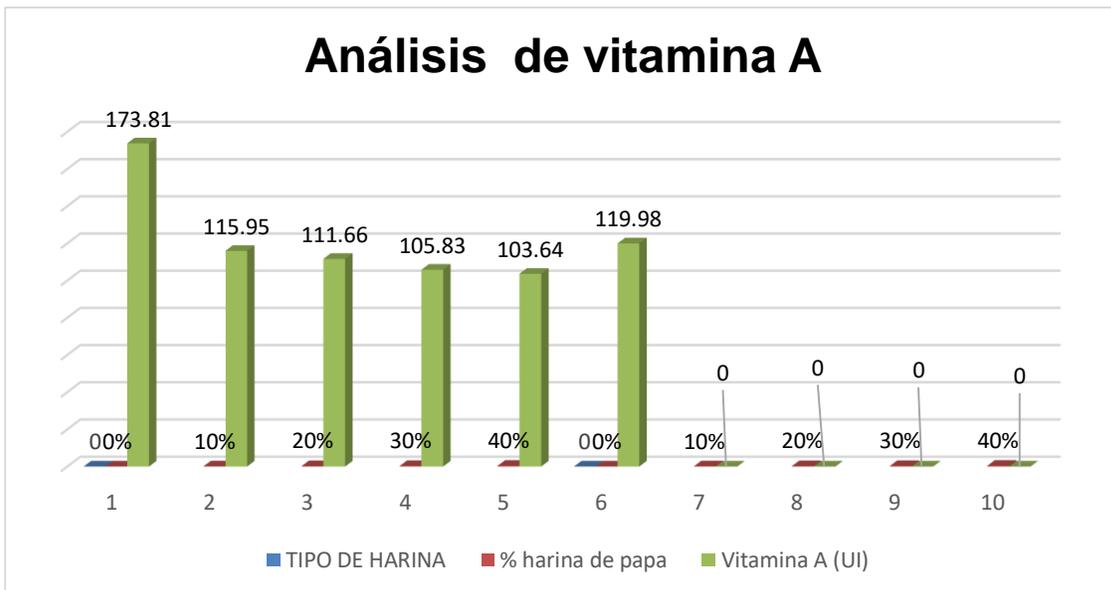
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 15: Análisis de proteína



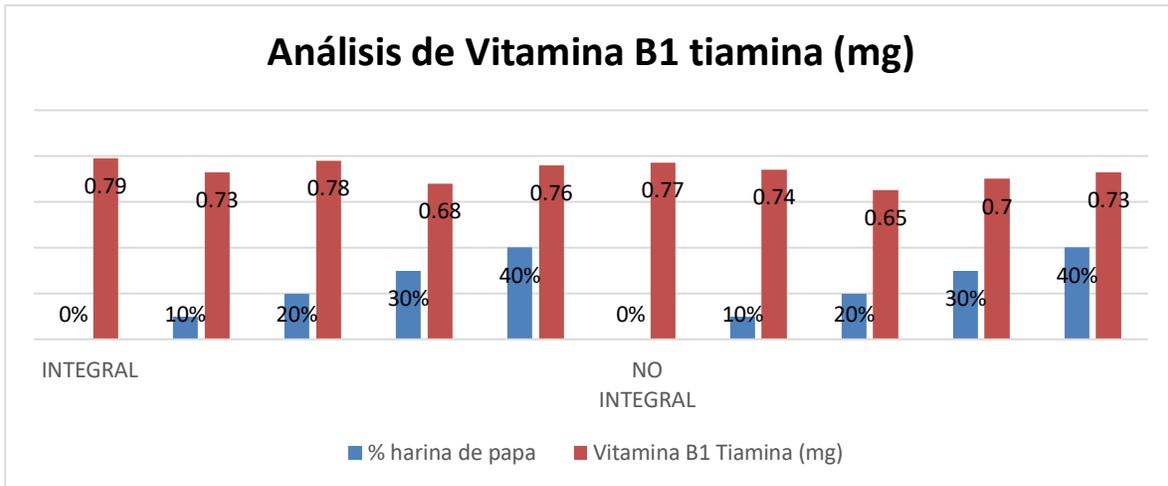
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 16: Análisis de vitamina A



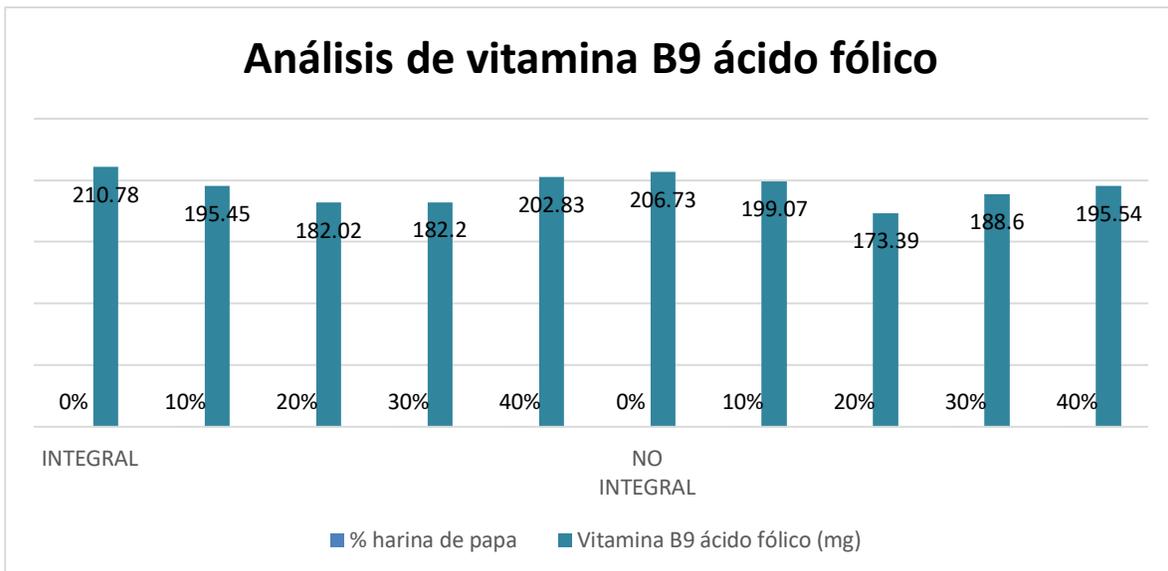
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 17: Análisis de vitamina B1 tiamina



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfica 18: Análisis de vitamina B9 ácido fólico



Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Costo de producción de pan con harina de papa de los tratamientos 0%, 10%, 20%, 30%, 40% con harina integral y no integral.**

**Tabla 29: Cálculo de costo de producción de pan francés al 0%. Testigo.**

PESO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	MASA TOTAL	HARINA REQUERIDA	PRODUCCIÓN REAL	COSTO UNIRARIO	
3	16	48	2	15	0.98	
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	1.5				
FRANCES	INSUMO	%	LBS.	ONZ	P/L	COSTO
	Harina dura	100.0%	1.50	24.0	2.75	4.13
	Harina de papa	0.0%	0.00	0.0	20.00	0.00
	Agua	76.0%	1.14	18.2	0.36	0.41
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		2.23762	3.36	53.70		9.15
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					10.05
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	4.58
	<b>Costo Total</b>					14.63

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Tabla 30: Cálculo de costo de producción de pan francés al 10% de harina integral.**

PESO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	MASA TOTAL	HARINA REQUERIDA	PRODUCCIÓN REAL	COSTO UNIRARIO	
3	16	48	2	15	1.39	
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	1.5				
FRANCES	INSUMO	%	LBS.	ONZ	P/L	COSTO
	Harina dura	90.0%	1.35	21.6	2.75	3.71
	Harina de papa	10.0%	0.15	2.4	30.00	4.50
	Agua	76.0%	1.14	18.2	0.38	0.43
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		2.23762	3.36	53.70		13.26
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					14.16
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	6.63
	<b>Costo Total</b>					20.80

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Tabla 31: Cálculo de costo de producción de pan francés al 20% de harina integral.**

	<b>CANTIDAD REQUERIDA</b>	<b>MASA TOTAL</b>	<b>HARINA REQUERIDA</b>	<b>PRODUCCIÓN REAL</b>	<b>COSTO UNIRARIO</b>	
3	16	48	2	15	<b>1.80</b>	
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	<b>1.5</b>				
<b>FRANCES</b>	<b>INSUMO</b>	<b>%</b>	<b>LBS.</b>	<b>ONZ</b>	<b>P/L</b>	<b>COSTO</b>
	Harina dura	80.0%	1.20	19.2	2.75	3.30
	Harina de papa	20.0%	0.30	4.8	30.00	9.00
	Agua	76.0%	1.14	18.2	0.38	0.43
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		<b>2.23762</b>	<b>3.36</b>	<b>53.70</b>		<b>17.35</b>
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					<b>18.25</b>
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	<b>8.68</b>
	<b>Costo Total</b>					<b>26.93</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Tabla 32: Cálculo de costo de producción de pan francés al 30% de harina integral.**

PESO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	MASA TOTAL	HARINA REQUERIDA	PRODUCCIÓN REAL	COSTO UNIRARIO	
3	16	48	2	15	2.20	
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	1.5				
FRANCES	INSUMO	%	LBS.	ONZ	P/L	COSTO
	Harina dura	70.0%	1.05	16.8	2.75	2.89
	Harina de papa	30.0%	0.45	7.2	30.00	13.50
	Agua	76.0%	1.14	18.2	0.38	0.43
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		2.23762	3.36	53.70		21.44
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					22.34
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	10.72
	<b>Costo Total</b>					33.06

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 33: Cálculo de costo de producción de pan francés al 40% de harina integral.**

PESO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	MASA TOTAL	HARINA REQUERIDA	PRODUCCIÓN REAL	COSTO UNIRARIO	
3	16	48	2	15	2.61	
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	<b>1.5</b>				
FRANCES	INSUMO	%	LBS.	ONZ	P/L	COSTO
	Harina dura	60.0%	0.90	14.4	2.75	2.48
	Harina de papa	40.0%	0.60	9.6	30.00	18.00
	Agua	76.0%	1.14	18.2	0.38	0.43
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		<b>2.23762</b>	<b>3.36</b>	<b>53.70</b>		<b>25.53</b>
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					<b>26.43</b>
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	<b>12.76</b>
	<b>Costo Total</b>					<b>39.19</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Tabla 34: Cálculo de costo de producción de pan francés al 0%. Testigo.**

PESO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	MASA TOTAL	HARINA REQUERIDA	PRODUCCIÓN REAL	COSTO UNIRARIO	
3	16	48	2	15	<b>0.98</b>	
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	<b>1.5</b>				
FRANCES	INSUMO	%	LBS.	ONZ	P/L	COSTO
	Harina dura	100.0%	1.50	24.0	2.75	4.13
	Harina de papa	0.0%	0.00	0.0	20.00	0.00
	Agua	76.0%	1.14	18.2	0.36	0.41
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		<b>2.23762</b>	<b>3.36</b>	<b>53.70</b>		<b>9.15</b>
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					<b>10.05</b>
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	<b>4.58</b>
	<b>Costo Total</b>					<b>14.63</b>

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Tabla 35: Cálculo de costo de producción de pan francés al 10% de harina no integral.**

PESO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	MASA TOTAL	HARINA REQUERIDA		PRODUCCIÓN REAL	COSTO UNIRARIO
3	16	48	2		15	1.41
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	1.5				
FRANCES	INSUMO	%	LBS.	ONZ	P/L	COSTO
	Harina dura	90.0%	1.35	21.6	2.75	3.71
	Harina de papa	10.0%	0.15	2.4	31.00	4.65
	Agua	90.0%	1.35	21.6	0.38	0.51
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		2.37762	3.57	57.06		13.49
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					14.39
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	6.75
	<b>Costo Total</b>					21.14

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Tabla 36: Cálculo de costo de producción de pan francés al 20% de harina no integral.**

PESO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	MASA TOTAL	HARINA REQUERIDA	PRODUCCIÓN REAL	COSTO UNIRARIO	
3	16	48	2	15	1.83	
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	1.5				
FRANCES	INSUMO	%	LBS.	ONZ	P/L	COSTO
	Harina dura	80.0%	1.20	19.2	2.75	3.30
	Harina de papa	20.0%	0.30	4.8	31.00	9.30
	Agua	90.0%	1.35	21.6	0.38	0.51
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		2.37762	3.57	57.06		17.73
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					18.63
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	8.87
	<b>Costo Total</b>					27.50

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Tabla 37: Cálculo de costo de producción de pan francés al 30% de harina no integral.**

PESO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	MASA TOTAL	HARINA REQUERIDA		PRODUCCIÓN REAL	COSTO UNIRARIO
3	16	48	2		15	2.26
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	1.5				
FRANCES	INSUMO	%	LBS.	ONZ	P/L	COSTO
	Harina dura	70.0%	1.05	16.8	2.75	2.89
	Harina de papa	30.0%	0.45	7.2	31.00	13.95
	Agua	90.0%	1.35	21.6	0.38	0.51
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		2.37762	3.57	57.06		21.97
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					22.87
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	10.98
	<b>Costo Total</b>					33.85

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 38: Cálculo de costo de producción de pan francés al 40% de harina no integral.**

PESO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	MASA TOTAL	HARINA REQUERIDA	PRODUCCIÓN REAL	COSTO UNIRARIO	
3	16	48	2	15	2.68	
	LIBRAS	3				
	BATCH TEORICO	1.3				
	BATCH REAL	1.5				
FRANCES	INSUMO	%	LBS.	ONZ	P/L	COSTO
	Harina dura	60.0%	0.90	14.4	2.75	2.48
	Harina de papa	40.0%	0.60	9.6	31.00	18.60
	Agua	90.0%	1.35	21.6	0.38	0.51
	Manteca	16.6%	0.25	4.0	4.50	1.12
	Huevos	12.5%	0.19	3.0	6.50	1.22
	Azúcar	8.3%	0.12	2.0	2.80	0.35
	Queso Crema	4.2%	0.06	1.0	20.00	1.25
	Levadura	4.2%	0.06	1.0	10.70	0.67
	Sal	2.0%	0.03	0.5	0.36	0.01
		2.37762	3.57	57.06		26.21
	<b>Mano de Obra</b>				0.6	0.90
	<b>Costo Primo</b>					27.11
	<b>Gastos Operativo</b>				0.5	13.10
	<b>Costo Total</b>					40.21

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Tabla 39: Resumen de costo unitario de pan a diferente fórmula.**

TIPO DE HARINA	FÓRMULA	COSTO UNITARIO DE PAN Q
HARINA INTEGRAL	0%	0.98
HARINA INTEGRAL	10%	1.39
HARINA INTEGRAL	20%	1.8
HARINA INTEGRAL	30%	2.2
HARINA INTEGRAL	40%	2.61
HARINA NO INTEGRAL	0%	0.98
HARINA NO INTEGRAL	10%	1.41
HARINA NO INTEGRAL	20%	1.83
HARINA NO INTEGRAL	30%	2.26
HARINA NO INTEGRAL	40%	2.68

Fuente: Elaboración propia, 2019

## ANEXO FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Realización de lavado y proceso de desinfección de papa



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Fotografía 2: Utilización del equipo de procesador de papa



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Fotografía 3: Corte de papa



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Fotografía 4: Papa horneada y deshidratada.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Fotografía 5: Proceso de harina de papa



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Fotografía 6: Panes de papa



Fuente: Elaboración propia, 2019.