

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Extracción y caracterización del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) producido en el sector Untal, parroquia El Chical, y su potencial uso como aditivo en la elaboración de pan blanco”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Lady Viviana Pozo Villota

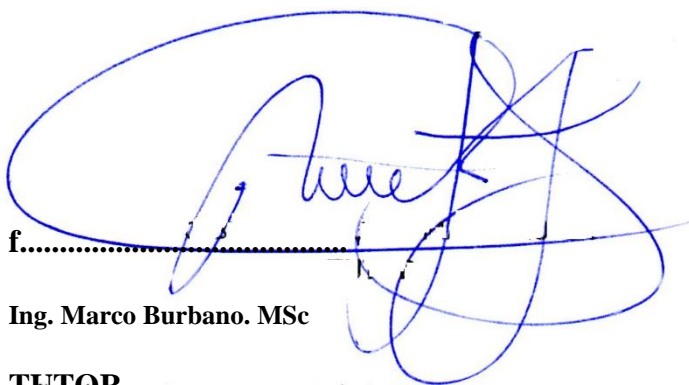
TUTOR: Marco Rubén Burbano Pulles, MSc.

Tulcán, 2019

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Pozo Villota Lady Viviana con el número de cédula 0401760251 ha elaborado el trabajo de titulación: “Extracción y caracterización del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) producido en el sector Untal, parroquia El Chical, y su potencial uso como aditivo en la elaboración de pan blanco”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



f.....

Ing. Marco Burbano. MSc

TUTOR



f.....

Ing. Liliana Chamorro. MSc

LECTOR

Tulcán, septiembre de 2019

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Pozo Villota Lady Viviana con cédula de identidad número 0401760251 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f. 

Pozo Villota Lady Viviana

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2019

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Pozo Villota Lady Viviana declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Extracción y caracterización del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) producido en el sector Untal, parroquia El Chical, y su potencial uso como aditivo en la elaboración de pan blanco” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f. 

Pozo Villota Lady Viviana

AUTOR(A)

Tulcán, septiembre de 2019

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por ser el alma mater durante mis estudios de pregrado y por los conocimientos académicos adquiridos dentro de la institución. A los docentes que con su colaboración y ayuda hicieron posible la realización del presente Trabajo de Investigación, especialmente al MSc. Marco Burbano como tutor de tesis, por su asesoramiento y quien por sus conocimientos y amabilidad ayudó a orientar y desarrollar la investigación. A la MSc. Joseline Ruiz y MSc. Christiam Jácome quienes cordialmente aconsejaron y guiaron el Proyecto de Investigación.

A mi familia, quienes me brindaron su apoyo incondicional, consejos y amor durante mi formación académica, lo cual hizo posible que se logre esta meta.

A mi grupo de compañeros con quienes he compartido esta hermosa experiencia, quienes han llegado a alegrar los días con su bondad y leal amistad.

DEDICATORIA

A mis queridos padres Luis y Lucía, quienes son lo más valioso que la vida me ha dado, son mi mayor ejemplo de valentía y perseverancia, han sido piezas claves y parte de mi motivación para continuar desarrollándome como persona y profesional y me han demostrado que es posible alcanzar las metas si nunca se deja de soñar.

A mis hermanos Edgar y Alex, quienes han engrandecido mi espíritu soñador y han sido un gran ejemplo de resistencia.

ÍNDICE

RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
I. PROBLEMA.....	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General.....	20
1.4.2. Objetivos Específicos.....	20
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	21
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	21
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. Plátano verde	23
2.2.1.1. Producción de plátano verde en Ecuador	23
2.2.2. Almidón.....	24
2.2.2.1. Amilosa	24
2.2.2.2. Amilopectina	25
2.2.2.3. Almidón en el plátano verde	25
2.2.2.4. Almidón en la Industria Alimentaria.....	26
2.2.3. Propiedades funcionales del almidón	26
2.2.3.1. Gelatinización.....	26
2.2.4. Aditivo.....	27
2.2.4.1. El almidón como aditivo	27
2.2.5. El pan.....	28
2.2.5.1. Componentes principales	28
2.2.5.2. Características organolépticas.....	29
2.2.6. Evaluación sensorial.....	29
2.2.6.1. Propiedades sensoriales	30
III. METODOLOGÍA	31

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	31
3.1.1. Enfoque.....	31
3.1.2. Tipo de Investigación	31
3.2. HIPÓTESIS	31
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	31
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	33
3.4.1. Análisis Estadístico.....	33
3.4.2. Extracción del almidón de plátano verde mediante el método húmedo	33
3.4.3. Extracción del almidón de plátano verde mediante el método seco.....	34
3.4.4. Determinación de rendimiento en el proceso de extracción de almidón mediante los métodos seco y húmedo.....	34
3.4.5. Cuantificación del almidón extraído del plátano verde, mediante espectrofotometría. .	35
3.4.6. Caracterización fisicoquímica	36
3.4.6.1. Determinación de pH.....	36
3.4.6.2. Determinación acidez titulable	36
3.4.6.3. Determinación de humedad	36
3.4.6.4. Determinación de proteína.....	37
3.4.6.5. Determinación de grasa	38
3.4.6.6. Determinación de cenizas	39
3.4.7. Determinación de la temperatura de gelatinización	39
3.4.8. Elaboración de pan blanco.....	39
3.4.9. Determinación de volumen del pan blanco	40
3.4.10. Análisis sensorial del pan blanco.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. RESULTADOS.....	43
4.2. DISCUSIÓN	47
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1. CONCLUSIONES	50
5.2. RECOMENDACIONES.....	50
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
VII. ANEXOS	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química de la amilosa.....	25
Figura 2. Estructura química de la amilopectina.....	25
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidón de plátano verde (Musa paradisiaca) mediante el método húmedo.....	33
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidón de plátano verde (Musa paradisiaca) mediante el método seco.....	34
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de cuantificación del almidón extraído del plátano verde (Musa paradisiaca) mediante espectrofotometría.....	35
Figura 6. Diagrama de flujo de la elaboración de pan blanco.....	40
Figura 7. Recepción de materia prima	61
Figura 8. Lavado y desinfección de plátanos.....	60
Figura 9. Troceado y maceración	61
Figura 10. Secado de plátano verde.....	60
Figura 11. Molienda de plátanos verdes.	61
Figura 12. Tamizado de almidón.....	60
Figura 13. Licuado de materia prima	62
Figura 14. Obtención de torta de plátanos.....	61
Figura 15. Tamizado de la torta	62
Figura 16. Decantación del almidón.....	61
Figura 17. Secado de almidón extraído.....	62
Figura 18. Centrifugación de almidón precipitado	63
Figura 19. Concentraciones de soluciones para la lectura en espectrofotómetro	63
Figura 20. Curva de calibración obtenida en lectura espectrofotométrica de muestra patrón .	63
Figura 21. Horneado de la masa.....	64
Figura 22. División y moldeo de masa	64
Figura 23. Recepción de ingredientes	64
Figura 24. Formulaciones de pan para T3 y T4.	64
Figura 25. Formulaciones de pan para T1 y T2.	64
Figura 26. Análisis proximal realizado al T3, primera repetición.	66
Figura 27. Análisis proximal realizado al T3, segunda repetición.....	67
Figura 28. Análisis proximal realizado al T3, tercera repetición.....	68
Figura 29. Determinación de volumen específico mediante desplazamiento de semillas.	69

Figura 30. Determinación de temperatura de gelatinización del almidón.....	69
Figura 31. Análisis de mohos y levaduras.....	69
Figura 32. Análisis de coliformes totales y E. coli.....	69
Figura 33. Preparación de sala de catación.....	70
Figura 34. Evaluación sensorial por los jueces entrenados.....	70
Figura 35. Evaluación sensorial por los jueces no entrenados.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	32
Tabla 2. Porcentaje de rendimiento en la extracción del almidón mediante los métodos húmedo y seco y su cuantificación.....	43
Tabla 3. Caracterización fisicoquímica del almidón de plátano verde.....	43
Tabla 4. Formulaciones generadas en los cuatro tratamientos de pan blanco.....	44
Tabla 5. Evaluación sensorial del pan blanco mediante la prueba nivel de agrado (primera etapa).....	44
Tabla 6. Evaluación sensorial del pan blanco mediante la prueba de aceptación (segunda etapa).....	45
Tabla 7. Caracterización fisicoquímica del mejor tratamiento de pan blanco obtenido mediante evaluación sensorial.....	45
Tabla 8. Determinación de volumen en los cuatro tratamientos de pan blanco.....	46
Tabla 9. Análisis microbiológico del mejor tratamiento del pan blanco.....	46
Tabla 10. Análisis de varianza del atributo color (primera etapa).....	71
Tabla 11. Análisis de varianza del atributo olor (primera etapa).....	71
Tabla 12. Análisis de varianza del atributo sabor (primera etapa).....	71
Tabla 13. Análisis de varianza del parámetro dureza (primera etapa).....	71
Tabla 14. Análisis de varianza del parámetro crujencia (primera etapa).....	71
Tabla 15. Análisis de varianza del parámetro masticabilidad (primera etapa).....	72
Tabla 16. Análisis de varianza del atributo color (segunda etapa).....	72
Tabla 17. Análisis de varianza del atributo olor (segunda etapa).....	72
Tabla 18. Análisis de varianza del atributo sabor (segunda etapa).....	72
Tabla 19. Análisis de varianza del atributo textura (segunda etapa).....	72
Tabla 20. Análisis de varianza de la prueba de aceptación (segunda etapa).....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Extracción del almidón de plátano verde (Musa paradisiaca) mediante el método seco.....	61
Anexo 2. Extracción del almidón de plátano verde (Musa paradisiaca) mediante el método húmedo.....	62
Anexo 3. Cuantificación del almidón de plátano verde (Musa paradisiaca)	63
Anexo 4. Generación de cuatro tratamientos de pan blanco.....	64
Anexo 5. Análisis proximal del almidón de plátano verde (Musa paradisiaca)	65
Anexo 6. Análisis proximal del mejor tratamiento de pan blanco.....	66
Anexo 7. Determinación de volumen específico	69
Anexo 8. Determinación de temperatura de gelatinización	69
Anexo 9. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de pan blanco.....	69
Anexo 10. Evaluación sensorial, mediante la prueba nivel de agrado (primera etapa).	70
Anexo 11. Evaluación sensorial, mediante la prueba de aceptación (segunda etapa).	70
Anexo 12. Resultados obtenidos en MINITAB, prueba Tukey.....	71
Anexo 13. Hojas de catación empleadas en evaluación sensorial.	73
Anexo 14. Norma NTE INEN 95: 1979	76
Anexo 15. Certificado o acta del Perfil de Investigación	83

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de utilizar el almidón extraído del plátano verde (*Musa paradisiaca*) que se produce en el sector Untal, parroquia El Chical, como aditivo en la elaboración de pan blanco, empleando dos métodos de extracción de almidón, húmedo y seco, obteniendo resultados de 19,30 % y 22,90 %. Se realizó la cuantificación del almidón obteniendo el 33,79 % por vía húmeda y 37,70 % por vía seca. Se establecieron formulaciones de pan blanco de 7, 10, 15 y 30% de adición de almidón, correspondientes a T1, T2, T3 y T4. Se realizó la caracterización fisicoquímica del almidón y del mejor tratamiento del producto, analizando los parámetros de humedad, cenizas, proteína, fibra cruda, grasa y carbohidratos, el almidón presentó valores de 7,76%, 1,86%, 2,88%, 7,73%, 0,52% y 86,98%, respectivamente; mientras que el T3 presentó valores de 21,33%, 2,37%, 9,93%, 9,26%, 16,40% y 49,97% para los parámetros mencionados. En cuanto al pH y acidez titulable el almidón presentó valores de 6,60 y 0,100% y el pan obtuvo 5,93 y 0,0065%. El T4 presentó el volumen mayor con 3,92 cm³/g y el menor correspondió al T1 con 2,18 cm³/g. La temperatura de gelatinización del almidón fue de 65° C. La evaluación sensorial se la realizó mediante dos etapas: prueba de nivel de agrado con 12 jueces y prueba de aceptación con 55 jueces, de los cuatro tratamientos el T3 presentó mayor aceptación por parte de los jueces en ambas etapas. En los análisis microbiológicos al T3 se evidenció ausencia de coliformes, mohos y levaduras. Se concluye que mediante la extracción por método seco se obtiene mayor rendimiento, el T3 presentó mayor preferencia en la evaluación sensorial y se acepta la hipótesis alternativa al influir el poder gelificante del almidón en la calidad del pan.

Palabras clave: Almidón, cuantificación, gelatinización, pan blanco.

ABSTRACT

This research was carried out with the purpose of using the starch extracted from the green plantain (*Musa paradisiaca*) produced in the Untal sector, El Chical parish, as an additive in the production of white bread. Using two methods of starch extraction, wet and dry, obtaining results of 19.30 % and 22.90 %. Starch quantification was carried out, obtaining 33.79 % by wet method and 37.70 % by dry method. Formulations of white bread of 7, 10, 15 and 30% of starch addition were established, corresponding to T1, T2, T3 and T4. The physicochemical characterization of the starch and the best treatment of the product was carried out, analyzing the parameters of moisture, ashes, protein, crude fiber, fat and carbohydrates, the starch presented values of 7.76%, 1.86%, 2.88%, 7.73%, 0.52% and 86.98%, respectively; while the T3 presented values of 21.33%, 2.37%, 9.93%, 9.26%, 16.40% and 49.97% for the mentioned parameters. As for pH and titratable acidity, starch presented values of 6.60 and 0.100% and bread obtained 5.93 and 0.0065%. The highest volume presented T4 with 3.92 cm³/g and the lowest corresponded to T1 with 2.18 cm³/g. The gelatinization temperature of the starch was 65° C. The sensory evaluation was carried out through two stages: proof of level satisfaction with 12 judges and acceptance test with 55 judges, of the four treatments the T3 presented greater acceptance by the judges in both stages. In the microbiological analyses of T3, the absence of coliforms, molds and yeasts was evidenced. It is concluded that by means of extraction by dry method a higher yield is obtained, the T3 presented a greater preference in the sensory evaluation and the alternative hypothesis is accepted when influencing the gelling power of the starch in the quality of the bread.

Keywords: Starch, quantification, gelatinization, white bread.

INTRODUCCIÓN

Las plantas de banano y plátano son las hierbas más grandes del mundo, que crecen en abundancia en muchos países en desarrollo. Se considera que es una de las fuentes de energía más importantes de la dieta de las personas que viven en regiones tropicales húmedas (Lassoudière, 2007, citado por Montoya, Quintero y Lucas, 2014). Según el autor mencionado, el plátano es líder en el cultivo de frutas en el mundo y en términos de valor económico es el número cinco de los cultivos agrícolas en el comercio mundial.

A nivel global, el 72,7 % de la producción de plátano se concentra en África, seguido por América (22,9%) y Asia (4,3%) (FAOSTAT, como se citó en Sepúlveda, Ureta, Hernández y Solorzano, 2017). En el continente americano, los mayores productores son Colombia (38,1%), Perú (21,6%), República Dominicana (6,9%) y Ecuador (6,4%). En Ecuador, el plátano además de ser un producto tradicional, genera por su producción importantes divisas para el país. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en Ecuador hay plantadas un estimado de 141. 441 hectáreas de plátano. (Sepúlveda, Ureta, Hernández y Solorzano, 2017, p. 996-997) y de acuerdo con las estadísticas del comercio exterior a principios del año 2019, el banano y plátano generan alrededor del 26,2 % de participación porcentual de los principales productos de exportación (Banco Central del Ecuador, 2019).

Al producirse el plátano en zonas cálidas y húmedas, en el sector Untal, parroquia El Chical, la producción del fruto es aproximadamente de 30. 456 m² por cultivo al año y es utilizado como alimento en la dieta humana y alimentación animal en el sector (Levy, 2014). El plátano representa la cuarta fuente de energía para países en vías de desarrollo después del maíz, arroz y trigo. Debido a la alta concentración de almidón, el procesamiento del plátano verde como almidón es de interés, como una posible fuente de importancia para la alimentación con propósitos industriales. (Pacheco-Delahaye y Testa, 2005, como se citó en Castillo, Matías y Rodríguez , 2015)

Con referencia a lo anterior, se ha decidido emplear el plátano verde para su diversificación en la industria alimentaria, empleando su contenido de almidón en el área de panificación y de esta manera desarrollar nuevos productos que satisfagan el gusto del consumidor, creando alternativas de uso de aditivos en alimentos procesados.

El almidón es un compuesto de almacenamiento que se localiza en raíces, tubérculos, frutas y semillas de las plantas. Es un polisacárido sintetizado a partir del dióxido de carbono que

toman las plantas de la atmósfera y del agua que toman del suelo, formado por una mezcla de dos sustancias; amilasa y amilopectina, las que solo difieren en su estructura. (Méndez, 2010)

Los almidones son importantes porque forman parte de nuestra dieta. En una dieta sana, la mayor parte de la energía la conseguimos a partir del almidón y las unidades de glucosa en que se hidroliza. El almidón es muy utilizado en la industria alimentaria, debido a la diversidad de propiedades funcionales específicas que posee, ningún otro ingrediente proporciona textura a gran variedad de alimentos como el almidón. (Méndez, 2010, p. 4)

Es por esta razón que en esta investigación se ha decidido emplear el almidón de plátano verde como aditivo en la elaboración de pan blanco, por las características que brinda al producto al modificar la textura y consistencia de los alimentos. Además el pan es uno de los alimentos principales en la dieta, formando parte de la cultura de la región por lo que su consumo es elevado.

(Silva, 2016) manifiesta “El Instituto de Promoción Exportaciones e Inversiones del Ecuador PRO ECUADOR, indica que los consumos de pan con relación al tiempo van aumentando, alcanzando en nuestro país los 37 kg per cápita”. Considerando la gran importancia del consumo de pan, se ha decidido emplear el almidón extraído del plátano verde como aditivo en este producto, desarrollando a su vez una alternativa alimenticia y aprovechando el incremento del valor de la fibra en el producto final.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a estadísticas del comercio exterior, Ecuador abastece aproximadamente el 26,2% del comercio mundial de plátano y banano (Banco Central del Ecuador, 2017). De este fruto, entre las variedades preferenciales de consumo está la *Musa paradisiaca*. (Levy, 2014). Según ESPAC (2016) “En la provincia del Carchi, el plátano cubre 76,1% Ha cultivado “. Y la distribución de sistemas productivos de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en la parroquia El Chical, es de 30. 456 m² por cultivo al año. (Levy, 2014).

Por lo anteriormente mencionado estas estadísticas indican la cantidad de producción de plátano verde que se produce en la zona, y la posible utilización de esta materia prima para la transformación en productos alimenticios.

Se menciona que el plátano es un producto de consumo diario y su consumo está muy arraigado entre las familias de la zona, además es utilizado para alimentación de gallinas, chanchos, y peces. Este cultivo en la mayoría de las fincas es el que ocupa la mayor extensión. (Levy, 2014, p. 29).

Flores (2018) menciona “Este vegetal debido a la alta cantidad de almidón que posee en su composición no se lo puede consumir en crudo, por lo que el plátano verde necesita un tratamiento sea de cocción, fritura u horno”. Por su parte Levy (2014) señala que los pobladores del sector Untal consumen el plátano de forma natural y lo venden sin someterlo a un procesamiento, además como cultivo comercial su precio es estable, sin embargo, no significa mucha ganancia para las familias puesto que según (GAD Parroquia de El Chical, PUCE, 2012), un 86% de la población de EL Chical tiene como su actividad principal la agricultura y ganadería, siendo esta la principal fuente de ingresos para la zona.

Por lo tanto, la falta de industrialización de este fruto genera un problema al no emplearlo como materia prima para el procesamiento de alimentos, a través del cual se podría generar otra fuente de recursos económicos a la comunidad por la venta de la misma.

Como consecuencia de esto, en la presente investigación se propone dar un valor agregado al plátano verde para obtener almidón y probar su utilidad como aditivo en el mejoramiento de las propiedades texturales del pan blanco, en este sentido, Bernabé (2009) menciona que las propiedades del almidón ejercen un efecto significativo en el volumen y la estructura de la miga del pan horneado.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye el uso del almidón obtenido del plátano verde (*Musa paradisiaca*) como gelificante, en las propiedades texturales del pan blanco?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El Ecuador posee excelentes condiciones agroclimáticas, lo que permite que haya producción de plátano verde durante todo el año, debido a que tiene clima y suelos favorables; factores de crecimiento como luz adecuada, buen drenaje interno de suelos que ayudan a evitar el uso excesivo de productos agroquímicos: a diferencia de otros países como Filipinas, Guatemala, Colombia, etc. (Flores, 2018, p. 20)

El cultivo de plátano, representa un importante sostén para la socio-economía y seguridad alimentaria del país. Desde el punto de vista socioeconómico genera fuentes estables y transitorias de trabajo, además de proveer permanentemente alimentos ricos en energía a la mayoría de la población campesina (Armendáriz, 2015). De manera semejante, Quiceno, Giraldo y Villamizar (2014) mencionan que el plátano presenta una gran importancia socioeconómica tomado desde el punto de vista de seguridad alimentaria y de generación de empleo, además en el mercado predomina su comercialización en fresco. Por su parte Banco Central del Ecuador (2017) reporta que en el país se genera un total de 1.444.504 miles de USD mediante la exportación del plátano.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda realizado por INEC (2010) en la parroquia El Chical, el índice de pobreza de la parroquia es del 92,9%, por lo que Cevallos (2015) indica que las familias de las comunidades de la parroquia presentan estados críticos de extrema pobreza, siendo evidente que las necesidades de la población está aferrada a una tradición productiva basada en actividades agropecuarias, con tendencia a la transformación del uso del suelo, desde bosque nativo a sistemas convencionales agropecuarios, poco o nada sustentables, de muy baja productividad y casi nula competitividad.

En tal sentido, la comercialización del plátano verde en el sector Untal, parroquia El Chical, generaría ingresos socio económicos a los pobladores del sector, incentivando además a la creación de plantas procesadoras de productos provenientes de esta fuente natural, como es el almidón. Montoya, Quintero y Lucas (2014) manifiestan que “después de la celulosa, el almidón es probablemente el polisacárido más importante y abundante desde el punto de vista comercial” (p. 216).

De la producción de plátano, además de la obtención de productos de consumo directo, se pueden obtener productos derivados como el almidón, este polisacárido cumple con variadas y numerosas aplicaciones en diferentes industrias, en el campo de alimentos, se utiliza para dar cuerpo, como espesante, estabilizador, gelificante o para la elaboración de recubrimientos comestibles (Flores, 2018).

Existe un número importante de especies que tienen un alto contenido de almidón y que podrían ser materia prima para su extracción y elaboración de alimentos. Dentro de estas se encuentran algunas frutas como el plátano (*Musa paradisiaca*), que en estado verde o inmaduro presentan cantidades importantes de este carbohidrato (Lázaro como se citó en Quiñonez, 2013). De la misma manera Flores y Gorosquera (2004), manifiestan que “En su estado verde o inmaduro esta fruta contiene principalmente almidón, por lo que se puede diversificar su uso como materia prima para el aislamiento de este polisacárido”, igualmente Durand (2015) señala que “Los almidones tienen valor como aditivos alimentarios dada su contribución a la textura en los sistemas alimentarios”.

Además el almidón brinda ciertos beneficios a la salud, se menciona que el estudio del almidón del plátano como factor importante para la salud humana ha aumentado debido a que representa una fracción denominada almidón resistente. De los almidones más resistentes se encuentra el de plátano verde y se ha reportado que podrían disminuir el colesterol en la sangre (Pacheco *et al.*, citado por Quiñonez, 2013).

Por consiguiente, se pretendió buscar fuentes no convencionales de almidón y la utilización del plátano verde es adecuada para la diversificación de productos en la industria alimentaria, sobre todo en la panificación por el contenido de almidón y el poder gelificante que presenta, brindándole además un valor agregado al producto final.

Por lo anteriormente expuesto, en la presente investigación se propuso utilizar el almidón como una alternativa de aditivo que puede brindar propiedades texturales al pan blanco que se va a elaborar, en referencia a Montoya, Quintero y Lucas (2014) señalan que el almidón podría ser utilizado en panificación, ya que retardaría el endurecimiento de los productos manteniéndolos suaves por más tiempo y de acuerdo con INEC (2017) “El pan es uno de los alimentos más consumidos en el Ecuador”, por lo que el consumo de este producto por parte de los ecuatorianos y por la diversificación de este producto en la industria alimentaria se encuentra en auge.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Utilizar el almidón extraído del plátano verde (*Musa paradisiaca*) que se produce en el sector Untal, parroquia El Chical, como aditivo en la elaboración de pan blanco.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Extraer almidón del plátano verde mediante los métodos húmedo y seco para determinar su rendimiento.
- Cuantificar el almidón extraído del plátano verde, mediante espectrofotometría.
- Realizar la caracterización fisicoquímica del almidón de plátano verde y del mejor tratamiento de pan blanco obtenido en la evaluación sensorial.
- Generar cuatro formulaciones en base a la adición del almidón, proveniente del plátano verde, en la elaboración de pan blanco.
- Evaluar las características sensoriales del producto final.
- Realizar el análisis microbiológico del mejor tratamiento de pan blanco.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cuál es el porcentaje de almidón extraído del plátano verde que se produce en el sector Untal, parroquia El Chical?

¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del almidón extraído del plátano verde?

¿Qué propiedades funcionales les atribuye el almidón extraído del plátano verde a los alimentos procesados?

¿Qué alternativas se han utilizado para el aprovechamiento del plátano verde?

¿Qué cantidad de almidón se requiere para mejorar las propiedades texturales del pan blanco?

¿Cuál sería la formulación más idónea de la utilización del almidón de plátano verde en la elaboración de pan?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En lo que respecta a un estudio sobre “Evaluación fisicotérmica y reológica de harina y almidón de plátano Dominico Hartón (*Musa paradisiaca*)” Montoya, Quintero y Lucas (2014), establecieron como finalidad evaluar una fuente no convencional de harina y almidón del plátano verde, obteniendo resultados un rendimiento en la obtención de harina del 16,5% a partir de la cáscara y 25,7% con respecto a la pulpa.

Chuquimarca (2017), en su estudio sobre “ Determinación y cuantificación del almidón resistente a partir del banano verde de las especies: *Musa paradisiaca*, *Musa cavendishii* L, *Musa cavandanaish*” estableció trabajó con las especies mencionadas utilizando un método de secado continuo y dos métodos experimentales que consistió en tres ciclos de autoclavado e hidrólisis ácida, obteniendo como resultados un porcentaje de rendimiento de 12,33 % en la variedad de plátano *Musa paradisiaca* y el resultado de la cuantificación de almidón total presente en la harina de plátano Barraganete es de 18,42 %. Concluyendo que la variedad de plátano *Musa paradisiaca* tiene un rendimiento menor en cuanto al contenido de almidón que la variedad *Musa cavendishii* L, sin embargo presentó un mayor rendimiento en comparación con el plátano de variedad *Musa cavandanaish*.

Dávila (2014), en la investigación realizada sobre “Determinación de los parámetros para la extracción de almidón de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*)”, estudió el proceso de extracción de almidón del plátano verde y la influencia de dos factores es el proceso, que fueron la relación pulpa/solución y el tiempo de licuado en relación al rendimiento final. Obteniendo como resultados que el rendimiento del almidón extraído fue de 23.54%, mediante las condiciones de concentración pulpa/solvente (1:4) y 4 minutos de licuado. Por lo cual, el investigador llegó a la conclusión de la relación pulpa/solución y tiempo de licuado influye significativamente en el proceso de extracción de almidón de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*).

En una investigación acerca de “Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca” Encarnación y Salinas (2017), se plantearon como objetivo elaborar y caracterizar fisicoquímicamente harina a partir de plátano verde y evaluar la sustitución parcial en pan molde y pasta fresco. Se obtuvo como resultados con respecto al análisis sensorial que el pan óptimo en los atributos de apariencia, color, textura, olor y sabor, se ubico en una escala de “Me gusta moderadamente”. Los autores concluyeron en cuanto a la dureza, que aquellos tratamientos elaborados con más del 15% de

sustitución de harina muestran valores mayores de dureza, además argumentaron que los porcentajes de sustitución de harina de plátano verde que tuvieron mejor respuesta a la textura del pan fueron 10, 20 y 30 % respectivamente.

En lo que respecta a un estudio sobre “Aplicación de la metodología del despliegue de la función de calidad (Quality Function Deployment) en la elaboración de un pan utilizando almidón agrio de yuca como materia prima”. Álvarez (2014) estableció como objetivo utilizar la herramienta del QFD (despliegue de la función calidad) para el desarrollo de un pan salado que cumpla con las expectativas del consumidor de productos de panificación, utilizando como materia prima el almidón agrio de yuca y otros ingredientes diferentes a la harina de trigo. Por lo que se pudo constatar que mediante las encuestas realizadas a los consumidores, se generó un nivel de agrado mayor por los panes de almidón agrio, los cuales presentaron diferencias importantes al pan control de trigo en los parámetros de dureza y masticabilidad por lo que estas fueron las principales características que se mejoraron en el pan final, obteniendo un resultado satisfactorio.

En el estudio sobre “Caracterización de batidos y panqués con la adición de almidón nativo de maíz” cuyo objetivo planteado fue elaborar y caracterizar diferentes formulaciones de batidos para panqué con la adición de almidón nativo de maíz, se determinó que el almidón, además de influir en las condiciones de procesamiento y su comportamiento viscoelástico, también influye en la microestructura y textura de los panqués obtenidos, por lo que se concluyó que la hinchazón limitada de los gránulos de almidón nativo de maíz dio como resultado una menor hidratación de la microestructura del pan formando hidrocoloides. (Verduzco, 2016).

En el estudio sobre “Aprovechamiento de pulpa y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca spp*) para la obtención de maltodextrina” se evaluó el efecto del tratamiento enzimático sobre almidón obtenido de pulpa y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca spp.*) y se estableció el efecto de la temperatura de secado en almidón hidrolizado sobre propiedades químicas, físicas y reológicas. Con respecto a las propiedades reológicas, se evaluó la temperatura de gelatinización de las muestras, observando que para el almidón de la pulpa de plátano, la temperatura de gelatinización es de 74°C, respectivamente. Con referencia a lo anterior, el investigador manifiesta que la aplicación del tratamiento enzimático podría generar una alternativa de uso para subproductos de pulpa de plátano. (Melo, Torres, Serna y Torres, 2015)

Sánchez, González y Núñez (2017), en el estudio “Propiedades fisicoquímicas y de digestibilidad de harinas de plátano esterificadas con ácido cítrico”, cuyo objetivo fue obtener

harinas esterificadas (HES) de plátano y evaluar propiedades fisicoquímicas y de digestibilidad. Los autores obtuvieron como resultados que el contenido de almidón resistente de las harinas, antes y después de gelatinizar, fue de 75,86% y 9,88%. Además la harina nativa presentó una temperatura de gelatinización de 81,23 °C.

Finalmente, en referencia con Encarnación y Salinas (2017) en la investigación realizada sobre “Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca ”, se estableció como objetivo elaborar y caracterizar fisicoquímicamente harina a partir de plátano verde y evaluar la sustitución parcial en pan molde y pasta fresca. Se evaluaron tres tratamientos de secado de pulpa para elaborar harina. Se obtuvo que el aporte nutricional de fibra dietética del pan óptimo fue de 7,95% y además se le realizó el análisis microbiológico, presentando como resultados un valor de <3 NMP/g de coliformes fecales y <10 UFC/g para hongos y levaduras.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Plátano verde

El plátano, también conocido como “Plátano macho, Plátano verde o Plátano para cocer” es un fruto de la familia de las Musáceas (Musaceae), especie *Musa paradisiaca*, más grande y menos dulce que otras variedades de su misma familia. A pesar que su origen es del Sudoeste Asiático, a lo largo de los años su cultivo se ha extendido a Centroamérica, Sudamérica, y África Subtropical. (PRO ECUADOR, 2015, p. 5)

El plátano tiene forma alargada, ligeramente curvada y cada unidad puede llegar a pesar aproximadamente unos 200 gramos, tiene piel gruesa y de color verdoso y su pulpa es color blanco. (PRO ECUADOR, 2015, p. 5)

Esta fruta cuenta con un alto contenido de hidratos de carbono complejos (almidón), por lo que no es apto para su consumo en crudo. Es muy rica en minerales como el potasio, magnesio, apenas contiene sodio y también aporta cantidades interesantes de vitaminas del grupo B, aunque la mayor parte se pierden durante su cocinado. (PRO ECUADOR, 2015, p. 5)

2.2.1.1. Producción de plátano verde en Ecuador

La producción de plátano verde (*Musa spp.*) es una de las agroindustrias de mayor importancia dentro del Ecuador, con una producción anual de aproximadamente 560 mil toneladas. Consecuentemente la industria del plátano genera 7 millones de toneladas de desechos por año, los mismos que consisten principalmente de tallos y cáscaras, los cuáles en

su mayoría contienen celulosa, lignina, almidón, hemicelulosa y pectina. Actualmente, estos desechos se usan como material para abono de tierra y no tienen ningún fin como producto con valor agregado que pueda servir dentro del mercado. (Cobos, 2016, p. 9)

El plátano es uno de los cultivos permanentes de mayor producción en la provincia del Carchi, siendo la producción anual en el año 2016 de este producto de 4.986 Tm. La superficie plantada es de 761 Ha y la superficie cosechada de 676 Ha. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (INEC y ESPAC, 2016). Por tal motivo, se pretende dar un valor agregado, debido a la gran producción del fruto, al desecho de este alimento.

2.2.2. Almidón

El almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; el primero es producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos α (1,4), que establece largas cadenas lineales con 200 – 2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón de unidades; es decir, la amilosa es una α -D- (1,4) – glucana, cuya unidad repetitiva es la α -maltosa. La amilosa se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de un árbol; las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D-(1,6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de glucosa. (Badui, 2006, p. 81).

2.2.2.1. Amilosa

La α -amilosa es lineal (enlaces α 1→4) con 103 unidades de D-glucosa, soluble en agua caliente y menos soluble en agua fría. La amilopectinca es la versión ramificada de la amilosa (enlaces α 1→4 y ramificación α 1→6), una de las moléculas más grandes de la naturaleza con 1,5 a 6 millones de unidades de D-glucosa, soluble en agua caliente. (Horton, Moran, Scrimgeour, Perry & Rawn, 2008, p. 237).

La amilosa es un polímero no ramificado de unos 100 a 1 000 residuos de D-glucosa unidos por enlaces glicosídicos α -(1 → 4), que se llaman específicamente enlaces glicosídicos α -(1 → 4), porque los carbonos anoméricos pertenecen a residuos de glucosa. El mismo tipo de unión conecta los monómeros de glucosa en el disacárido maltosa. Aunque no es verdaderamente soluble en agua, la amilosa forma micelas hidratadas en el agua, y puede adoptar una estructura helicoidal bajo ciertas condiciones. (Horton , Moran, Scrimgeour, Perry, & Rawn, 2008, p. 237). En la figura 1 se muestra la estructura química de la amilosa.

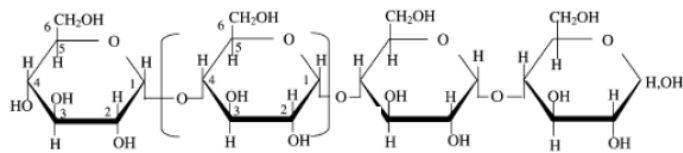


Figura 1. Estructura química de la amilosa

Tomada de Tester & Karkalas (2002)

2.2.2.2. Amilopectina

La amilopectina es una versión ramificada de la amilosa. Las ramas, o cadenas laterales poliméricas, están unidas mediante enlaces glicosídicos α -(1 \rightarrow 6) a las cadenas lineales de residuos, unidos por enlaces glicosídicos α -(1 \rightarrow 4). La ramificación se presenta, en promedio, cada 25 residuos, y las cadenas laterales contienen unos 15 a 25 residuos de glucosa. Algunas de las mismas cadenas laterales están ramificadas. Las moléculas de amilopectina obtenidas de células vivas pueden contener 300 a 6 000 residuos de glucosa. (Horton, Moran, Scrimgeour, Perry, & Rawn, 2008, p. 237-238). En la figura 2 se muestra la estructura química de la amilopectina.

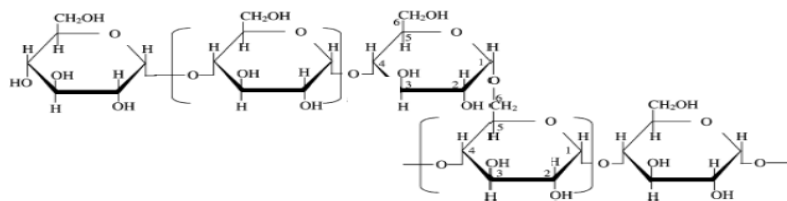


Figura 2. Estructura química de la amilopectina

Tomada de Tester & Karkalas (2002)

2.2.2.3. Almidón en el plátano verde

El plátano verde contiene una elevada cantidad de almidón resistente, las investigaciones reportan que es muy beneficioso por sus efectos fisiológicos en el organismo como disminución del tiempo de tránsito intestinal, reducción de glucosa en sangre y consecuentemente, la cantidad del nivel de colesterol. El almidón resistente en el proceso de digestibilidad en un individuo sano no se absorbe en el intestino y sirve de alimento para las bacterias duodenales beneficiosas, esta digestión es muy similar a la proporción soluble de la fibra dietética. (Pacheco, 2001)

El almidón resistente puede ser considerado como un ingrediente funcional que aumenta la calidad de los alimentos. Se lo llama así porque resiste a la digestión por parte de las enzimas amilolíticas y llega íntegro al intestino donde es fermentado por las bacterias duodenales, esta resistencia a la hidrólisis puede ser explicada por varios factores como grado y tipo de cristalinidad del grano de almidón, contenido de amilosa, morfología del gránulo, la presencia de complejos almidón-lipídico y almidón-proteína. (Pacheco, 2001)

“A medida que el plátano va madurando se produce el rompimiento del almidón en azúcares, por lo cual el plátano verde es más rico en almidón mientras que el maduro y el banano lo son en azúcares”. (Flores et al., 2004, p. 86)

El almidón contiene una mezcla de las macromoléculas amilosa (15 a 30%) y amilopectina (70 a 85%), la cual varía de una especie vegetal a otra y determina sus características. A mayor contenido de amilopectina (molécula más ramificada, soluble en agua) aumentan las propiedades adhesivas, mientras que la amilosa (molécula lineal, insoluble) aumenta la capacidad de gelatinización. (Khoramnejadian et al., 2011; Hernández et al., 2013; citado por Lambis, Hernández, Morales, Marín y Pasqualino, 2015)

2.2.2.4. Almidón en la Industria Alimentaria

Casi todas las industrias han encontrado algún uso para el almidón. En la industria de alimentos, el almidón ha sido utilizado para impartir propiedades funcionales a los alimentos, tales como: agente espesante, encapsulante, impartir sabor, como relleno, etc. (Espinoza, 2008, p. 18)

Este polisacárido tiene variadas y numerosas aplicaciones en diferentes industrias, entre las que se pueden mencionar: papel, textil, farmacéutica, adhesivos y alimentos. En esta última se utiliza como texturizante, espesante, estabilizador, gelificante o para la elaboración de recubrimientos comestibles. (Cabrera, Madrigal y Vázquez, 2007)

2.2.3. Propiedades funcionales del almidón

2.2.3.1. Gelatinización

Los gránulos de almidón se hidratan cuando se suspenden en agua fría; si la suspensión se calienta se produce un hinchamiento mayor, que rompe el gránulo y provoca que la amilosa y la amilopectina salgan fuera produciendo una suspensión viscosa. Se conoce como temperatura de gelatinización aquella en la que el gránulo pierde su estructura ordenada; esta temperatura es característica para cada cereal y se produce en un intervalo de aproximadamente 10°C.

Cuando la solución viscosa de almidón caliente se enfría se forma un gel, pero transcurrido el tiempo se puede producir un realineamiento de las cadenas lineales de amilosa y de las cadenas cortas de amilopectina, proceso conocido como retrodegradación. (Gil y Ruíz, 2010, p. 101)

El almidón provee la estructura para el pan horneado mediante la gelatinización en el horno. Este proceso ocurre a temperaturas entre 140 a 180°F (60 a 82°C), donde la masa cruda se convierte en un producto “cocido”. Cuando el almidón se gelatiniza es capaz de absorber más agua, como es evidente cuando cocinamos arroz o avena en casa. En el punto de gelatinización, la mezcla se espesa de inmediato y el agua libre o “suelta” desaparece. En la cocción, la temperatura de gelatinización se ve afectada por la cantidad de sal y azúcar en la formulación. (O'Donnell, 2016)

Si al principio del calentamiento la presión ejercida entre los gránulos provoca un aumento de la viscosidad de la pasta, la rotura de los mismos, facilitada por una agitación, se refleja en una disminución de la viscosidad y la total pérdida de la birrefringencia. La posterior reordenación, con el enfriamiento, principalmente de las cadenas lineales de amilosa, con cristalización y exclusión del agua, es el fenómeno conocido como retrodegradación, responsable del endurecimiento del pan. (Rodríguez y Magro, 2008)

2.2.4. Aditivo

CODEX ALIMENTARIUS (1995) afirma que:

Se entiende por aditivo alimentario cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales. (p. 3)

2.2.4.1.El almidón como aditivo

Badui (2006) menciona que:

Un aditivo, ya sea natural o sintético, es una sustancia o mezcla de varias sustancias, que se adicionan intencionalmente al alimento durante las etapas de producción, envasado y conservación, para lograr ciertos beneficios. Los aditivos deben emplearse como una ayuda en

la fabricación de los alimentos, pero nunca para enmascarar materias primas o productos de mala calidad; en este sentido, el profesionalismo del técnico es primordial para no engañar al consumidor mediante el abuso indiscriminado de estas sustancias. (p. 507 - 508)

Que un consumidor acepte un alimento depende de muchos factores, entre los que resaltan el color (como primer contacto), el aroma, el sabor, la textura, el costo, el valor nutritivo, la facilidad de preparación, la vida de anaquel y, en muchos casos, el sonido que produce al consumirse. Cada componente del alimento influye en alguna medida en estas características; sin embargo, en ocasiones éstas necesitan reforzarse con el fin de obtener mejores resultados y generar productos más atractivos y diferenciados para el consumidor. (Badui, 2006, p. 507)

2.2.5. El pan

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1979), sostiene como definición de pan común o pan blanco: “Es el pan de miga blanca u oscura, elaborado a base de harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados” (p. 1)

De acuerdo con Gil y Ruíz (2010), el pan blanco “Es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida al mezclar harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies de microorganismos propias de la fermentación panaria, como *Saccharomyces cerevisiae*”.

2.2.5.1. Componentes principales

En la norma técnica NTE INEN 095 (1979), se describe los componentes principales que se utilizan en la elaboración de pan común.

- a) harina de trigo: blanca, semi-integral o integral,
- b) agua potable,
- c) levadura activa, fresca o seca,
- d) sal comestible,
- e) azúcar en cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de la levadura,
- f) grasa comestible (animal o vegetal),
- g) aditivos autorizados.

2.2.5.2. Características organolépticas

Así mismo la norma técnica NTE INEN 095 (1979), describe las características organolépticas del pan común.

El pan común debe presentar el sabor y olor característicos del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.

Corteza. El pan común debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.

Miga. La miga del pan común debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.

Tamaños. El pan común debe fabricarse en forma de panes, palanquetas o moldes.

Sólidos totales. El contenido de sólidos totales, determinado de acuerdo con el método descrito en el Anexo A, no debe ser menor del 65% para el pan blanco, del 65% para el pan semi-integral y del 60% para el pan integral.

Acidez. La acidez determinada de acuerdo con el método descrito en el Anexo B debe estar entre 5,5 y 6,0 para los tres tipos de panes.

Humedad. La humedad determinada de acuerdo con el Anexo A no debe ser mayor del 35% para el pan blanco, del 35% para el pan semi-integral y del 40% para el pan integral.

2.2.6. Evaluación sensorial

La aceptación de un alimento por parte del consumidor depende de muchos factores; entre los más importantes están las propiedades sensoriales como el color, el aspecto, el sabor, el aroma, la textura y hasta el sonido que se genera durante el proceso de masticación del alimento. La combinación e interacción de estas propiedades hace que se desarrolle un estímulo de placer o de rechazo hacia el producto consumido. Los compuestos de un alimento grasas, proteínas, hidratos de carbono, lípidos, agua influyen directamente en las características sensoriales del alimento, sin restarle importancia a los micro compuestos vitaminas, minerales, pigmentos de los cuales influyen de forma específica en el sabor y aroma, en su calidad y aceptación. (Badui Dergal, 2006, citado por Paredes, 2018, p 12)

2.2.6.1. Propiedades sensoriales

Según Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL) (2011), las propiedades sensoriales que se evalúan en un alimento son las siguientes:

Color. Es el primer “filtro” para la aceptación de un alimento ya que puede revelar normalidad o anomalías en un producto. La evaluación sensorial del color se realiza mediante la comparación visual de las muestras con las denominadas escalas de color (modelos de diferentes tipos que contienen una gama de colores entre los que hay modelos aproximados a las muestras).

Olor. Es la sensación debida a la percepción de sustancias volátiles por medio de la nariz. Las sustancias volátiles atraviesan la mucosa pituitaria y entran en contacto con las células que reconocen los olores y con las terminaciones nerviosas que los transmiten. El olor es el segundo “filtro” en la aceptación de los alimentos.

Aroma. Es la sensación debida a la percepción de sustancias volátiles a través de la mucosa del paladar una vez que el alimento se ha introducido en la boca.

Sabor. Es una combinación de gusto y aroma, con mayor contribución del aroma (con la nariz tapada y sin circulación de aire por vía retronasal no se puede apreciar el sabor. Solo se detectarían los gustos o sabores básicos). El sabor es una sensación compleja que puede ser descompuesto en componentes o notas que pueden evaluarse por separado. El gusto/sabor interacciona con la valoración sensorial de parámetros que afectan a otros sentidos. A veces la apreciación del sabor requiere el enmascaramiento del color y de la apariencia.

Textura. La propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por el tacto, la vista y el oído que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. También se aprecian temperatura, peso y características superficiales. Al tratarse de alimentos, la textura se evalúa en la boca.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Los enfoques que se desarrollaron en la investigación son el cuantitativo y cualitativo, debido a que se realizó la recolección de datos para probar las hipótesis fundamentadas, los datos se obtuvieron experimentalmente mediante la extracción y caracterización del almidón extraído del plátano verde, además se emplearon cuestionarios de catación, como son las pruebas de nivel de agrado y aceptación, que ayudaron en la evaluación sensorial del pan blanco en cuanto a las características del olor, color, sabor, textura y por ende, la aceptabilidad del producto final por parte de los consumidores. Así mismo se empleó la prueba estadística paramétrica de Tukey para correlacionar las variables establecidas.

3.1.2. Tipo de Investigación

Explicativa: De acuerdo al tipo, la investigación es explicativa debido a que se expresó las condiciones que se manifestaron durante el desarrollo del estudio, además se realizó la interpretación de las dos variables establecidas.

Experimental: De acuerdo al diseño, la investigación experimental se empleó dado que se fundamentó en el enfoque cuantitativo, por la recolección de datos a través de la experimentación y además se la utilizó para comprobar las hipótesis planteadas a continuación.

3.2. HIPÓTESIS

- H_1 : Es técnicamente viable utilizar el almidón extraído del plátano verde proveniente del sector Untal, parroquia El Chical, en la elaboración de pan blanco.
- H_0 : No es técnicamente viable utilizar el almidón extraído del plátano verde proveniente del sector Untal, parroquia El Chical, en la elaboración de pan blanco.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- Variable dependiente: Características de calidad de pan blanco
- Variable independiente: Poder gelificante del almidón.

En la tabla 1 se describe la operacionalización de variables correspondiente a la presente investigación.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica
Extracción de almidón método seco	Extracción de almidón de plátano verde	Rendimiento	Dávila (2014)
Extracción de almidón método húmedo		Cuantificación	Ortiz et al. (2015)
Caracterización fisicoquímica		Rendimiento	Dávila (2014)
		Cuantificación	Ortiz et al. (2015)
		pH	AOAC 943.02
		Acidez titulable	Chambi (2011)
		Cenizas	AOAC 923.03
		Humedad	AOAC 925.10
		Fibra cruda	PEARSON
		Proteína	AOAC 981.10
Grasa	AOAC 991.36		
Carbohidratos	Cálculo		
Temperatura de gelatinización	Torres, Durán y Montero (2013)		
Formulaciones de pan	Elaboración de pan blanco	Porcentaje de sustitución de harina de trigo por almidón de plátano verde: 7,10,15 30%	Velásquez (2012) y Encarnación y Salinas (2017)
Caracterización fisicoquímica		pH	AOAC 943.02
		Acidez titulable	Chambi (2011)
		Cenizas	AOAC 923.03
		Humedad	AOAC 925.10
		Fibra cruda	PEARSON
		Proteína	AOAC 981.10
		Grasa	AOAC 991.36
		Carbohidratos	Cálculo
Volumen		Flores (2012)	
Análisis sensorial	Características organolépticas: olor, color, sabor, textura.	Prueba de nivel de agrado y aceptación(García, Mina, Torres, Burbano, & Yambay, 2017)	
Análisis microbiológico	Recuento de coliformes, mohos y levaduras	Placas Petrifilm 3M	

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Análisis Estadístico

Para la determinación del mejor tratamiento se empleó un análisis estadístico, en donde se evaluó la calidad sensorial del producto final. Para su ejecución se utilizó el programa MINITAB y se empleó el análisis de varianza ANOVA, con un intervalo de confianza de 95%, mediante la prueba de comparación de Tukey. (Ver Anexo 12)

3.4.2. Extracción del almidón de plátano verde mediante el método húmedo

En la figura 3 se indica el diagrama de flujo de la extracción del almidón de plátano verde mediante el método húmedo descrito por Dávila (2014).

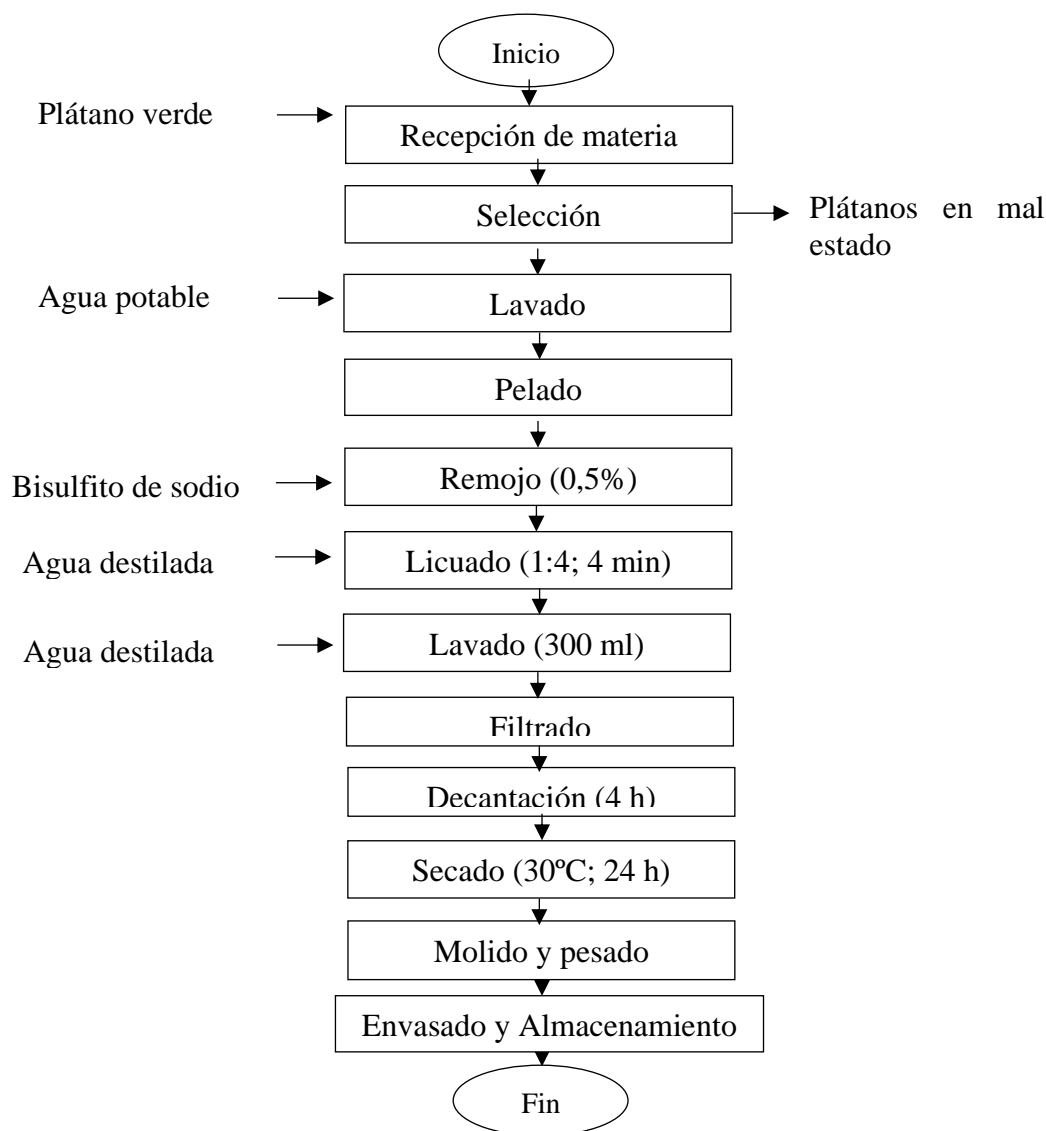


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) mediante el método húmedo.

3.4.3. Extracción del almidón de plátano verde mediante el método seco

En la figura 4 se indica el diagrama de flujo de la extracción del almidón de plátano verde mediante el método seco descrito por Mazzeo, Alzate y Marín (2008).

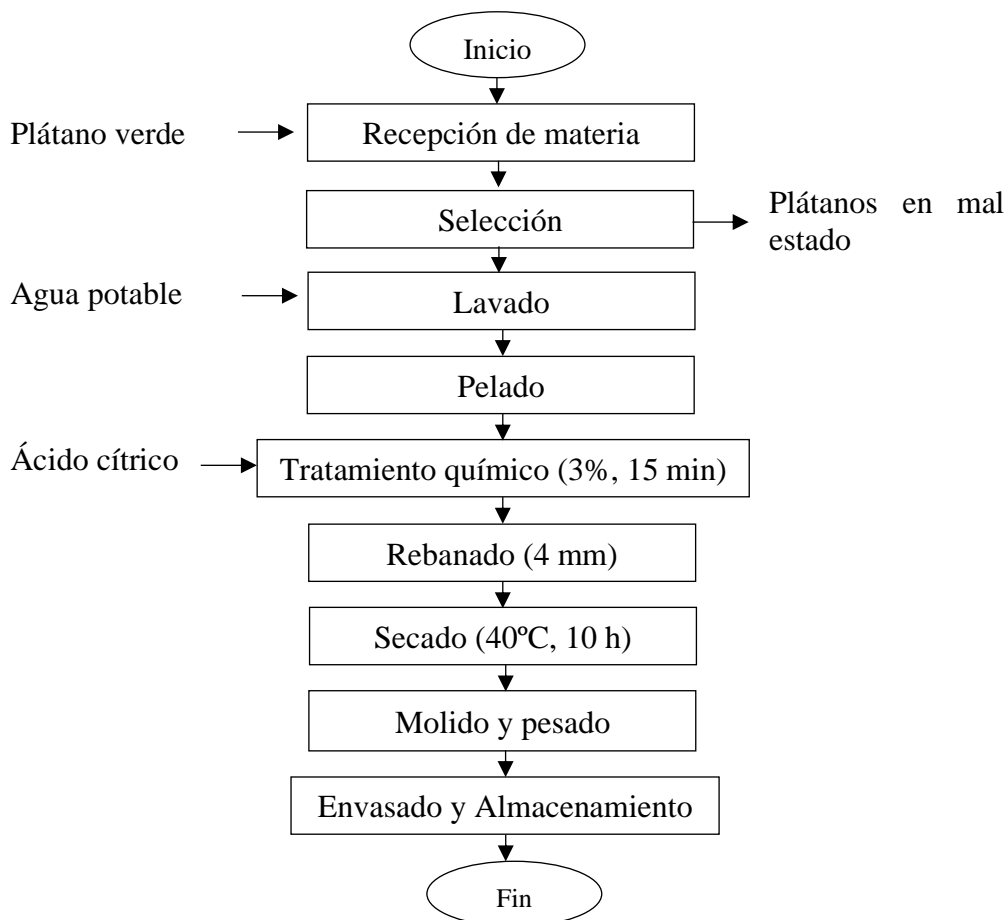


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) mediante el método seco.

3.4.4. Determinación de rendimiento en el proceso de extracción de almidón mediante los métodos seco y húmedo.

El rendimiento de extracción se lo realizó mediante la ecuación descrita por Dávila (2014). El rendimiento se lo obtiene mediante el peso del almidón seco en relación al peso del plátano sin cáscara.

$$\%R = \frac{PP}{PI} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Donde:

%R= Porcentaje de rendimiento de la extracción

PP= Peso del almidón seco (g)

PI= Peso del plátano sin cáscara (g)

3.4.5. Cuantificación del almidón extraído del plátano verde, mediante espectrofotometría.

En la figura 5 se indica el diagrama de flujo de la cuantificación del almidón extraído del plátano verde mediante espectrofotometría, descrito por Ortiz et al. (2015).

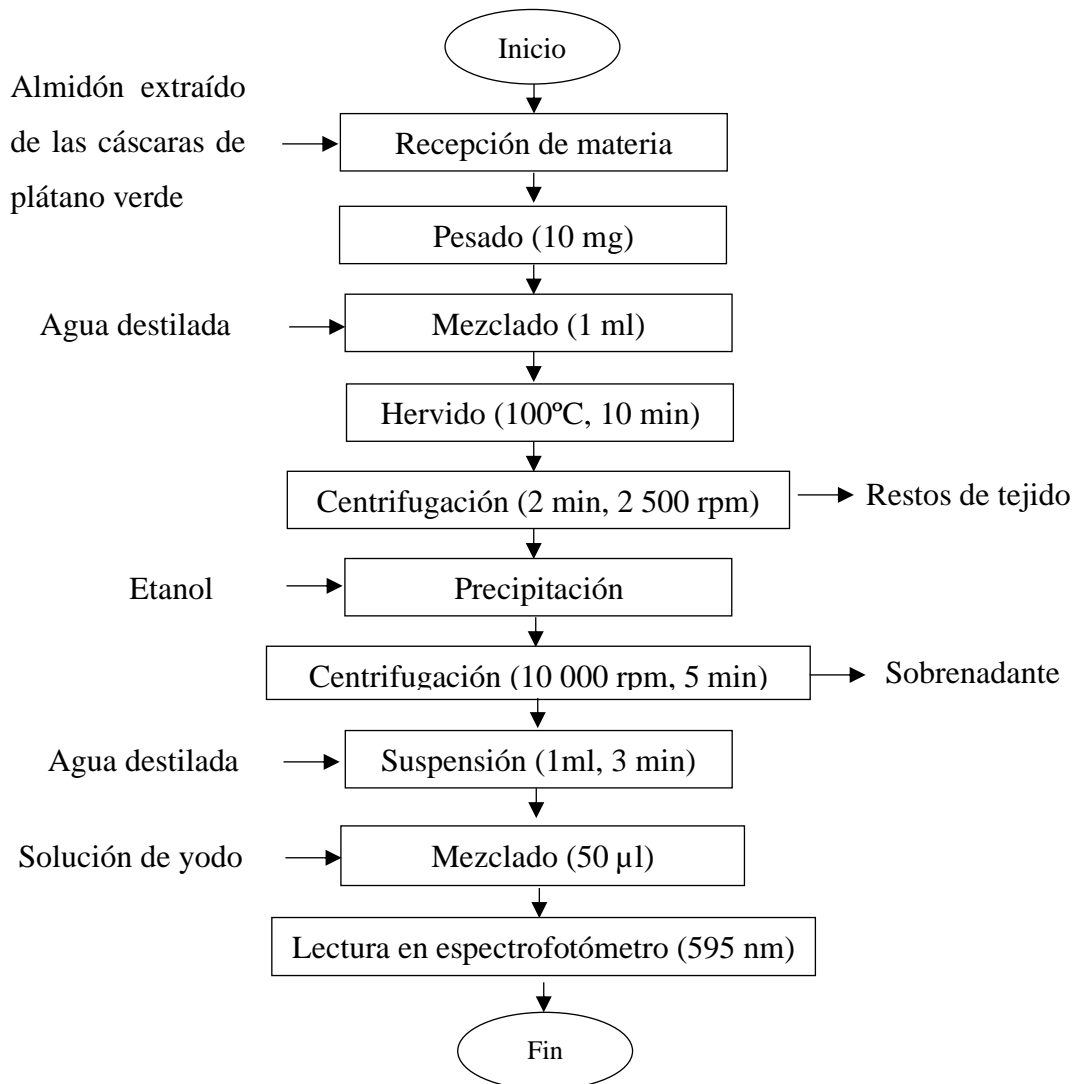


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de cuantificación del almidón extraído del plátano verde (*Musa paradisiaca*) mediante espectrofotometría.

3.4.6. Caracterización fisicoquímica

3.4.6.1. Determinación de pH

Latimer (2016) describe el método de la AOAC 943.02, con el siguiente principio:

Pesar 10,0 g de porciones de prueba en un Erlenmeyer limpio y seco y añadir 100 ml de agua recién hervida a 25° C. Agitar hasta que las partículas estén suspendidas uniformemente y la mezcla esté libre de grumos. Mezclar durante 30 minutos, agitando con frecuencia. Dejar reposar 10 minutos más, decantar en el vaso de 250 ml y determinar inmediatamente el pH.

3.4.6.2. Determinación acidez titulable

Chambi (2011) señala:

$$\% \text{ acidez} = \frac{G * N * \text{meq del ácido} * 100}{g \text{ muestra}}$$

Donde:

G: Gasto de la solución de NaOH

N: Normalidad de la solución de NaOH

Meq del ácido: miliequivalente del ácido en que se expresa la acidez (ácido predominante)

g muestra: Peso de la muestra a analizar

3.4.6.3. Determinación de humedad

Latimer (2016) señala la metodología de la AOAC 925.10. Sólidos Totales y humedad en harinas.

Determinación

Secar la cápsula a 130 ±3°C por una hora. Enfriar en un desecador hasta que alcance la temperatura ambiental cerciórese antes que la silica gel se encuentre de color azul. Añada aproximadamente 5g de arena de mar y un palillo de dientes. Pese el conjunto exactamente. Añada aproximadamente 2g de muestra bien homogenizada, exactamente pesada hasta el cuarto decimal, extraiga el conjunto y remueva con el palillo para que la muestra se mezcle muy bien con la arena y distribuya uniformemente. Deje el palillo dentro de la capsula y coloque la tapa ajustándola al cuerpo de la misma. En la estufa de aire que se encuentra a 130±3°C coloque el conjunto de manera rápida, con la tapa desplazada en la estufa de aire. Seque por el tiempo de

una hora. Abrir la estufa, coloque las tapas dentro de las cápsulas y transfiera al desecador para enfriarlas. Después de alcanzada la temperatura de ambiente (aproximadamente 30 min) pese.

Cálculos

$$\text{Contenido de sólidos totales (\%)} = \frac{(\text{Peso cápsula+muestra}) - \text{Peso cápsula}}{(\text{Peso cápsula+muestra húmeda}) - \text{Peso cápsula}}$$

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = 100 - \text{Contenido de sólidos (\%)}$$

3.4.6.4. Determinación de proteína

Latimer (2016) detalla la metodología para la determinación de proteína mediante el método de la AOAC 981.10, señalando el principio del método.

Determinación

Pesar con precisión aprox. 2 g de la muestra de ensayo bien triturada y mezclada en papel filtro, doblarla y transferirla a un tubo de digestión de 250 ml. Colocar los tubos en la campana extractora y añadir dos o tres trozos hirvientes, dos tabletas de catalizador, 15 ml de H₂SO₄, y lentamente 3 ml de 30-35% de H₂O₂. Dejar que la reacción disminuya y colocar los tubos en un digestor en bloque precalentado a 410°C. Digerir a 410°C hasta que la mezcla esté clara, aprox. 45 min. Retirar los tubos y dejar enfriar unos 10 min. No deje que se forme el precipitado; si se forma el precipitado, recalientelo. Añadir con cuidado 50-75 ml de H₂O.

Coloque la solución de NaOH-Na₂S₂O₃ en el tanque alcalino de la unidad de destilación por vapor. Asegúrese de que se dispensen 50-75 ml de la unidad antes de realizar la destilación. Conecte el tubo de digestión que contiene el digestor diluido a la destilación. Conecte el tubo de digestión que contiene el digestor diluido a la unidad de destilación. Colocar en la plataforma receptora un matraz receptor de 250 ml que contenga 25 ml de solución de H₃BO₃ con indicador de mezcla, con el tubo del condensador extendiéndose por debajo de la superficie de la solución absorbente. Vaporizar el destilado hasta que se acumulen 100-125 ml. Retire el tubo de digestión y el matraz de recepción de la unidad. Trata la solución absorbente con HCl de 0,2 M hasta el punto final gris neutro y registra el volumen de ácido necesario hasta 0,01 ml. Valorar el blanco del reactivo de forma similar. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$N, \% = \frac{(V_A - V_B) \times 1,4007 \times M}{g}$$

$$\text{Proteínas, \%} = \frac{(V_A - V_B) \times 1,4007 \times M \times 6,25}{g}$$

Donde:

V_A y V_B = volumen de ácido patrón requerido para la porción de ensayo y el blanco, respectivamente.

1.4007 = peso miliequivalente N x 100(%)

M= molaridad del ácido estandarizado

6.25 = factor de proteína para los productos cárnicos (16%N)

3.4.6.5. Determinación de grasa

Latimer (2016) menciona la metodología por extracción de grasa determinada por la AOAC 991,36 Grasa (cruda) en Carnes y Productos Cárnicos.

Pesar exactamente 3 g de una porción de prueba en el dedal. Agregue arena a la porción de prueba y mezcle con la varilla de vidrio. Colocar el dedal en el soporte de dedales y secar 1 hora en el horno a 125°C. Retire del horno y deje enfriar. Afloje la mezcla de la porción de prueba/arena usando una varilla de vidrio. Limpie la varilla de vidrio con una pequeña cantidad de algodón y coloque el algodón en la parte superior del dedal. Transfiera el cartucho a la unidad de extracción.

Pesar con precisión el vaso de extracción que contiene unas pocas perlas de vidrio. Extraer el cartucho con la mezcla seca con 40 ml de éter de petróleo en ebullición durante 25 minutos y enjuagado durante 30 minutos. Ajustar la temperatura de la unidad de extracción para asegurar la velocidad de condensación ≥ 5 gotas/s. Al finalizar la extracción, cierre las válvulas del condensador y recupere el éter. Secar la taza y el contenido 30 min en la estufa a 125°C. Deje enfriar y pese. Se calcula con la siguiente ecuación:

Calcule el porcentaje de grasa en la muestra de ensayo de la siguiente manera:

$$\text{Contenido de grasa, en \%} = \frac{(B-C) \times 100}{A}$$

Donde

A=g peso de la porción de prueba

B= g peso del vaso de extracción después del secado

C= g con la copa de extracción antes de la extracción

3.4.6.6. Determinación de cenizas

Latimer (2016) describe la siguiente metodología, para el método AOAD 923.03 de cenizas para harinas.

Pesar de 3 a 5 g de la porción de ensayo bien mezclada en un recipiente de incineración poco profundo y relativamente ancho que se haya encendido, enfriado en un desecador y pesado poco después de alcanzar la temperatura ambiente. Encienda en el horno a unos 550°C (rojo mate) hasta que se obtenga ceniza gris clara, o hasta que se pese constantemente. Enfriar en el desecador y pesar poco después de alcanzar la temperatura ambiente. El reactivo CaO es un agente secante satisfactorio para el desecador.

3.4.7. Determinación de la temperatura de gelatinización

De acuerdo con Torres, Durán y Montero (2013), afirma. Para la determinación de la temperatura de gelatinización se empleará la técnica (Grace, 1977).

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría; cuando se calientan en solución a temperaturas altas alcanzan una temperatura específica en la cual se inicia el hinchamiento de los gránulos. Esta temperatura es llamada temperatura de gelatinización.

Para el análisis se pesará 10 g de almidón, se disolverá en agua destilada hasta completar a 100 ml. Posteriormente se calentará agua en un vaso de precipitado de 250 ml a 85 °C. De la solución de almidón preparada se tomarán 50 mL de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 ml. El vaso con la muestra se debe introducir en el agua a 85 °C, se agitará con el termómetro constantemente la solución de almidón hasta que se forme una pasta y la temperatura permanezca estable por unos segundos. La temperatura de gelatinización se debe leer directamente en el termómetro. (p. 72)

3.4.8. Elaboración de pan blanco

El proceso de elaboración de los panes fue preparado en base a la formulación establecida por Velásquez (2012), en donde la sustitución de la harina de trigo por la harina de plátano verde es de 7%, 10% y 15%, además se empleó la sustitución del 30%, establecido por Encarnación y Salinas (2017). Se empleó la misma formulación en las 4 unidades experimentales, a excepción de la cantidad de almidón incorporada. En la figura 6 se indica el diagrama de flujo de la elaboración de pan blanco, descrita por Quintong y Tenesaca (2013) y Mesas y Alegre (2002).

Almidón extraído (*Musa spp.*), harina de trigo, levadura, sal, azúcar, manteca vegetal y agua

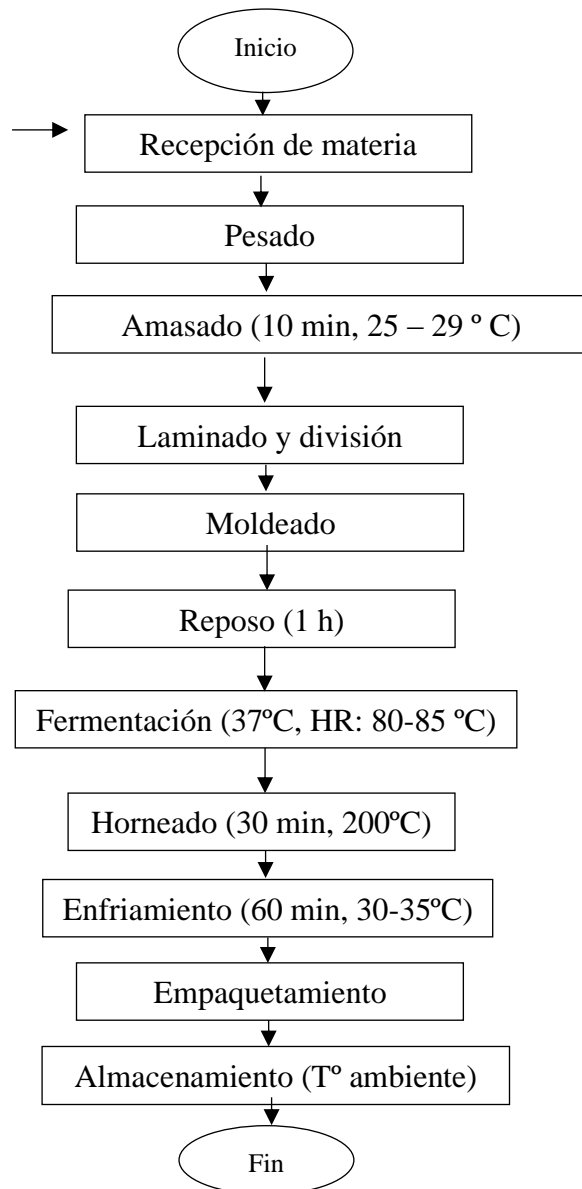


Figura 6. Diagrama de flujo de la elaboración de pan blanco

3.4.9. Determinación de volumen del pan blanco

La determinación de volumen se la realizó mediante la metodología de Flores (2012), quien señala:

El procedimiento para medir el volumen es el siguiente: se introduce el pan en el recipiente, del cual debemos conocer el volumen (V_1). Se vacían las semillas de linaza, se saca la pieza de pan del recipiente y se colocan las semillas de linaza restantes en la probeta para determinar el volumen (V_2). El volumen ocupado por el pan se obtiene por diferencia entre el volumen inicial y el final, es decir:

$$\text{Volumen del pan (ml)} = V_1 - V_2$$

Volumen específico.

Se realizó mediante cálculo matemático, siendo el siguiente:

$$\text{Volumen específico} \frac{\text{ml}}{\text{g}} = \frac{\text{volumen del pan}}{\text{peso del pan}}$$

3.4.10. Análisis sensorial del pan blanco

Se realizó dos etapas de evaluaciones sensoriales para determinar el mejor tratamiento en la adición de almidón de plátano verde en pan blanco. La primera etapa se la realizó a través de una prueba sensorial afectiva, de nivel de agrado con una escala hedónica de 5 puntos, los atributos evaluados fueron olor, color, sabor y textura, dentro de la cual se evaluó específicamente la dureza, crujencia y masticabilidad, para lo cual se emplearon 12 panelistas semi entrenados entre hombres y mujeres con edad comprendida entre 34 y 46 años (Ver Anexo 10). En la segunda etapa, se empleó la prueba afectiva de aceptación, en la cual se evaluaron dos medias y se emplearon 55 panelistas no entrenados entre hombres y mujeres con edades comprendidas entre 19 y 27 años (Ver Anexo 11).

a) Prueba de nivel de agrado

Objetivo

Cosiste en localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. No se refiere a calidad ni a intensidad. (CINFOC, 2005; citado por García, Mina, Torres, Burbano y Yambay, 2017, p. 60). Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor.

Procedimiento

Se presenta una o más muestras, según la naturaleza del estímulo, para ubicar cada uno por separado en la escala hedónica. Es recomendable que estas muestras se presenten al consumidor en la forma como las confrontaría habitualmente, procurando evitarle la sensación de que se encuentra en una circunstancia de laboratorio o bajo análisis. (García, Mina, Torres, Burbano y Yambay, 2017, p. 60)

a) Prueba de aceptación

Objetivo

Tienen como objetivo conocer de acuerdo a un criterio sensorial si la muestra que se presenta es aceptada o no por los consumidores. Estas pruebas no requieren de jueces analíticos, por el contrario se emplean grupos representativos de los consumidores potenciales o habituales del producto, quienes no tienen que conocer el porqué del estudio que se realiza, sino entender el procedimiento de la prueba y responder a ella. (Espinosa, 2007; citado por García, Mina, Torres, Burbano y Yambay, 2017, p. 57)

Procedimiento

La muestra se presentará en la forma en que la evaluaría un consumidor normal. La prueba requiere de por lo menos una muestra para evaluar; en el caso de que sean varias, cada una debe considerarse por separado o independiente de la siguiente. (García, Mina, Torres, Burbano y Yambay, 2017, p. 57)

Aceptabilidad sensorial

De acuerdo con Vásquez, Aredo, Velásquez y Lázaro (2015) menciona que para el cálculo de la aceptación sensorial del producto se emplea la siguiente ecuación:

$$\% \text{Aceptabilidad sensorial} = \frac{(\text{Cantidad de respuestas "si"})}{\text{número de panelistas}} \times 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

En la tabla 2 se señala los porcentajes de rendimiento en la extracción del almidón de plátano verde, mediante los métodos húmedo y seco y su cuantificación.

Tabla 2. Porcentaje de rendimiento en la extracción del almidón mediante los métodos húmedo y seco y su cuantificación.

Método	Rendimiento (%)	Cuantificación (%)
Húmedo	19,30 ± 2,464	33,79 ± 1,735
Seco	22,90 ± 2,623	37,70 ± 0,397

En la extracción de almidón de plátano verde mediante el método seco se obtuvo un porcentaje de 22,90 % ± 2,623, siendo mayor que el porcentaje de rendimiento obtenido a través del método húmedo de 19,30 % ± 2,464. Esto es debido a que en el primer método, se aprovecha en su totalidad la pulpa de la fruta a ser procesada, mientras tanto que en el método húmedo se presentó una pérdida de la pulpa denominada como torta, por efecto de los lavados que se realizó durante el proceso de extracción de almidón. De igual manera, el porcentaje de cuantificación fue mayor en la determinación de almidón total por el método seco con un valor de 37,70% y por el contrario el porcentaje de cuantificación obtenido en el método húmedo fue de 33,79%. Es decir, que es conveniente realizar la extracción de almidón empleando el método seco.

En la tabla 3 se indican los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica del almidón de plátano verde, obtenido mediante el método que presentó mayor rendimiento, es decir, el método seco-

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica del almidón de plátano verde.

Parámetro	Almidón
Humedad (%)	7,76
Cenizas (%)	1,86
Fibra cruda (%)	7,73
Proteínas (%)	2,88
Grasa (%)	0,52
Carbohidratos (%)	86,98
pH	6,60
Acidez (%)	0,10
Temperatura de gelatinización (° C)	65

Se observa que el porcentaje de humedad del almidón fue de 7,76%, cenizas 1,86%, fibra cruda 7,73%, proteínas 2,88%, grasa 0,52%, carbohidratos 86,98%, pH de 6,60, acidez 0,10 % y obtuvo un valor de 65° C en cuanto a la temperatura de gelatinización.

En la tabla 4, se señalan las formulaciones establecidas para los cuatro tratamientos de pan blanco.

Tabla 4. Formulaciones generadas en los cuatro tratamientos de pan blanco.

Ingredientes	T1 %	T2 %	T3 %	T4 %
Almidón de plátano verde	7	10	15	30
Harina de trigo	93	90	85	70
Sal	2,08	2,08	2,08	2,08
Azúcar	4,16	4,16	4,16	4,16
Manteca	33,06	33,06	33,06	33,06
Agua	36,74	36,74	36,74	36,74
Levadura	3,13	3,13	3,13	3,13
Huevo	12,11	12,11	12,11	12,11

En las formulaciones establecidas para los cuatro tratamientos de pan blanco, se utilizaron los porcentajes de sustitución de almidón de plátano verde por harina de trigo el 7, 10, 15 y 30%. Las cantidades de los ingredientes: sal, azúcar, manteca, agua, levadura y huevo, son las mismas para los cuatro tratamientos.

En la tabla 5 se observan los resultados obtenidos en la primera etapa de la evaluación sensorial de los cuatro tratamientos de pan blanco comparados con el pan control, realizada con 12 jueces semi entrenados, mediante la prueba nivel de agrado empleando una escala hedónica de cinco puntos.

Tabla 5. Evaluación sensorial del pan blanco mediante la prueba nivel de agrado (primera etapa).

Atributo	T1	T2	T3	T4	T5
Color	3,750±1,055 a	2,833±1,115 ab	3,500±1,087 ab	2,417±1,379 b	3,833±0,937 a
Olor	3,250±1,055 a	2,750±1,138 a	3,583±0,793 a	3,583±1,311 a	3,500±1,168 a
Sabor	3,333±1,155 a	2,917±0,996 a	3,833±1,03 a	3,750±1,485 a	3,250±1,138 a
Textura	2,917±1,098 a	3,305±1,343 a	3,444±1,121 a	3,278±1,304 a	2,973±1,229 a

Nota: Medias obtenidas estadísticamente en la evaluación sensorial, considerando ± la desviación estándar.

a: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

b: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

ab: Las medias que comparten una letra no son significativamente diferentes

T5: Pan común que se empleó como control en la evaluación sensorial

*Nivel de significancia de 0,05

Se obtuvo como resultado que en cuanto al atributo de color el T5 obtuvo mayor preferencia y T4 menor, en el atributo de olor y sabor el T3 obtuvo la mayor preferencia y T2 la menor y de igual manera el T3 obtuvo la mayor preferencia en textura y el T1 la menor. Por lo tanto se evidencia que el T3 obtuvo mayor preferencia entre los jueces, siendo el mejor tratamiento evaluado sensorialmente y el T4 el segundo tratamiento con mayor preferencia.

En la tabla 6 se señalan los resultados obtenidos en la segunda etapa de la evaluación sensorial de los dos tratamientos que obtuvieron mayor preferencia en la primera etapa.

Tabla 6. Evaluación sensorial del pan blanco mediante la prueba de aceptación (segunda etapa).

Atributo	T3	% Aceptabilidad sensorial	T4	% Aceptabilidad sensorial
Color	0,8364±0,3734 a	83,64	0,600±0,4944 b	60,00
Olor	0,7455±0,4396 a	74,55	0,6727±0,4735 a	67,27
Sabor	0,6364±0,4855 a	63,64	0,5091±0,5045 a	50,91
Textura	0,5455±0,5025 a	54,55	0,4364±0,5005 a	43,64
Aceptación	0,7818±0,4168 a	78,12	0,4909±0,5045 b	49,09

Nota: Medias obtenidas estadísticamente en la evaluación sensorial, considerando ± la desviación estándar.

a: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

b: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

*Nivel de significancia de 0,05

Se observa que el T3 obtuvo mayor aceptación en cada atributo evaluado y además presentó mayor porcentaje en relación con el T4, en la aceptación general del producto. Se evidencia que existen diferencias significativas entre el T3 y T4.

En la tabla 7 se indican los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica del mejor tratamiento de pan blanco obtenido mediante evaluación sensorial.

Tabla 7. Caracterización fisicoquímica del mejor tratamiento de pan blanco obtenido mediante evaluación sensorial.

Parámetro	T3
Humedad (%)	21,33 ± 1,10
Cenizas (%)	2,37 ± 0,04
Fibra cruda (%)	9,26 ± 0,11
Proteínas (%)	9,93 ± 0,18
Grasa (%)	16,40 ± 0,31
Carbohidratos (%)	49,97 ± 0,75
pH	5,93 ± 0,047
Acidez (%)	0,0065

Se observa que el porcentaje de humedad del T3 fue de 21,33%, cenizas 2,37%, fibra cruda 9,26%, proteínas 9,93%, grasa 16,40%, carbohidratos 49,97%, pH de 5,93 y un valor de acidez 0,0065 %.

En la tabla 8 se indican los resultados obtenidos mediante la determinación de volumen de pan en los cuatro tratamientos formulados.

Tabla 8. Determinación de volumen en los cuatro tratamientos de pan blanco.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Volumen (cm ³ /g)	2,18 ±0,58a	3,13±0,17ab	3,69±0,48b	3,92±0,56b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Como resultados se obtuvo que el T1 presentó un valor de 2,18 cm³/g, el T2 3,13 cm³/g, T3 3,69 cm³/g y T4 3,92cm³/g. Se observa que conforme se incrementa la cantidad de almidón en cada tratamiento, el volumen del pan incrementa de igual manera, esto puede deberse al poder de gelatinización que presenta el almidón en la masa durante el horneado del pan. Se evidencia que el T1 presenta una diferencia significativa en comparación con el T4.

En la tabla 9 se evidencian los resultados obtenidos en el análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento de pan blanco.

Tabla 9. Análisis microbiológico del mejor tratamiento del pan blanco.

Microorganismos	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁵	Resultado	Unidad
Coliformes	0	0	0	<10	UFC/g
Mohos	0	0	0	<10	UFC/g
Levaduras	10	0	0	10	UFC/g

Se obtuvo como resultados en el T3, una ausencia de coliformes al primer día, ausencia de mohos al tercer día y un valor de 10 UFC/g de levaduras al sexto día. Estos resultados resultaron ser no representativos, cumpliendo con los parámetros de calidad de un pan.

4.2. DISCUSIÓN

Dávila (2014) señala que el porcentaje de rendimiento de almidón que obtuvo mediante el método húmedo fue 23.54%, mientras que en el trabajo de investigación de Montoya, Quintero y Lucas (2014), el porcentaje de rendimiento de almidón mediante el método seco es de 25,7%, entre tanto Chuquimarca (2017) menciona en su estudio que el porcentaje de rendimiento es de 12,33 % por el método seco. Como se puede observar los valores obtenidos de los rendimientos por método húmedo con 19,30% y método seco con 22,90% se asemejan a los valores obtenidos por los autores mencionados. La diferencia entre los resultados de los porcentajes del rendimiento del almidón extraído mediante los métodos húmedo y seco, puede deberse a la metodología empleada por cada autor en cada método de extracción.

Chuquimarca (2017) reportó a través de la cuantificación un porcentaje de almidón de 18,42% mediante el método seco, igualmente por éste método Castillo, Matías, y Rodríguez (2015) obtuvieron un porcentaje de 36,57%. De modo que el valor obtenido experimentalmente en la investigación siendo del 33,79 % por método húmedo y 37,70% por método seco no presentan una diferencia significativa con la bibliografía citada. Los reportes mencionados se analizaron con la metodología por vía seca, dado que no se encontró investigaciones de cuantificación por vía húmeda para su discusión.

En la caracterización fisicoquímica del almidón de plátano verde, se presentaron porcentajes de humedad y cenizas del 7,76% y 1,86%, los cuales fueron menores a los obtenidos por Montoya, Quintero y Lucas (2014) y Soto (2010) con el 8,7% y 9,45% para humedad y 1,07% y 2.10% para cenizas. En relación al contenido de fibra cruda y proteínas, el almidón presentó porcentajes de 7,73% y 2,88%, por lo que se puede evidenciar que estos valores fueron mayores a los obtenidos por Encarnación y Salinas (2017) que reportan valores de 0,14% y 2.35% para fibra y proteína, mientras que Soto (2010) indica valores de 1,65% y obtiene un valor mayor en proteína del 3,32% al reportado en la presente investigación. En cuanto al porcentaje de grasa, el almidón presentó el 0,52%, valor mayor al reportado por Encarnación y Salinas (2017), quien obtuvo un valor de 0,27%. Soto (2010) señala un valor de 81,03% para carbohidratos, este porcentaje es menor al obtenido en el almidón extraído en la investigación, que fue de 86,98%.

Según Aristizábal y Sánchez (2007) indican los valores de referencia para pH y acidez titulable del almidón. “El valor del pH en un almidón nativo debe estar entre 6,0-6,5. La acidez titulable debe estar entre $2,2 \times 10^{-3}$ y 5×10^{-3} meq de ácido láctico/g de almidón” (p. 89). El pH obtenido en el almidón fue de 6,60, valor que no presenta una diferencia significativa en relación con los

autores mencionados, sin embargo el valor de la acidez titulable si presenta una diferencia significativa al ser de 0,100%.

La temperatura de gelatinización del almidón fue de 65° C. El valor reportado está por debajo del dato determinado por Melo, Torres, Serna y Torres (2015), cuyo almidón presentó una temperatura de gelatinización de 74° C. El valor obtenido en la investigación indica que el almidón extraído es fácil de cocinar y requiere menor consumo de energía durante su cocción, tal como lo menciona en su estudio Montoya, Quintero y Lucas (2014).

Las formulaciones empleadas para la sustitución de almidón de plátano verde fueron obtenidas de dos fuentes bibliográficas: Velásquez (2012) y Encarnación y Salinas (2017), en las que emplean porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de plátano del 7, 10, 15, 30% y 10, 20, 30y 40%, respectivamente.

Con respecto a la evaluación sensorial, se realiza la comparación con Velásquez (2012), quien en su investigación reporta que el tratamiento con 7% de sustitución con harina de plátano obtuvo la mayor preferencia en la evaluación de los atributos color, olor, sabor y textura y por el contrario el tratamiento con 15% de sustitución presentó la menor preferencia en estos atributos. Los resultados obtenidos por el autor resultan ser opuestos a los obtenidos en la investigación, debido a que el tratamiento con el 15% de sustitución obtuvo la mayor preferencia en la evaluación sensorial realizada.

La caracterización fisicoquímica del mejor tratamiento de pan blanco, presentó un porcentaje de humedad de 13,88%, el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (1979), señala que la humedad determinada para pan no debe ser mayor del 35%, por lo tanto el porcentaje de humedad del pan se encuentran dentro del rango establecido. En el análisis de cenizas se obtuvo como resultado un valor de 2,60%, el cual no presenta una diferencia significativa con lo que reporta Encarnación y Salinas (2017), quienes obtuvieron un porcentaje de cenizas de 2,62%. En cuanto al contenido en fibra cruda y proteína se obtuvo el 7,60% y 8,77% , valores mayores a los reportados por Rodas (2013) quien obtuvo como resultado para fibra de 3,5% y proteína de 8,47%. Encarnación y Salinas (2017), presentaron un valor de 4,23% de grasa, siendo menor al obtenido en la investigación siendo de 16,40% y en cuanto al contenido de carbohidratos los autores reportan un valor de 53,64%, siendo mayor al obtenido de 49,97%. El valor de pH fue de 5,937 y 0,0065% de acidez. El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (1979), manifiesta que el pH debe estar entre 5,5 y 6,0 para el pan común.

Los datos de volumen obtenidos son mayores en comparación con Flores (2012), quien reporta que el volumen específico en las mezclas de harina de trigo con sustituciones de 7,10 y 15% de harina de plátano verde fluctúan entre 2,32 a 3,20 ml/g. Como se observa en los resultados a medida que el porcentaje de almidón adicionado es mayor, el pan aumenta de volumen específico, esta variación en el volumen del pan puede deberse a que la proteína de las mezclas de los tratamientos son diferentes a la harina de trigo. DA MOTA et al. (como se citó en Flores, 2012) menciona que el volumen es una característica física del pan que tiene como objetivo analizar el efecto de los cambios de formulación o en el procedimiento de elaboración.

La Norma Mexicana NMX-F-442-1983 indica el índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad del producto con respecto al análisis microbiológico, señalando que en cuanto a coliformes el índice máximo es de 10 UFC/g y en mohos y levaduras es de 50 UFC/g, es decir, que el producto se encuentra dentro de las especificaciones microbiológicas establecidas por la norma.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Mediante el proceso de extracción de almidón por el método seco se obtuvo un mayor porcentaje en cuanto al rendimiento y a la determinación de cuantificación de almidón total presente en la muestra, por lo que se dedujo que resulta favorable emplear este método para el procesamiento de almidón en la industria alimenticia debido a que el gasto energético es menor y se optimiza tiempo y recursos materiales durante su procesamiento.

En la caracterización fisicoquímica del almidón, se pudo destacar el alto contenido de fibra, es decir, que este presenta un contenido mayor de almidón resistente en comparación con otros almidones. Igualmente, esto se evidenció en el producto final elaborado con el almidón, quien presentó un contenido alto en fibra.

Se formularon cuatro tratamientos de pan blanco, tomando como referencia dos investigaciones realizadas con la sustitución de harina de plátano verde en pan, utilizando porcentajes de 7, 10, 15 y 30% de adición de almidón en el producto final.

En la evaluación sensorial realizada a los cuatro tratamientos, no se encontró diferencias significativas en los atributos analizados, sin embargo, el tratamiento tres obtuvo mayor preferencia en la primera y segunda etapa realizada a los jueces. Es decir, que los porcentajes de sustitución de almidón de plátano verde que presentaron mejor respuesta en la degustación del pan fueron con 15% almidón y 85% harina de trigo.

En el análisis microbiológico del mejor tratamiento de pan, se concluyó que se encuentra dentro de los rangos microbiológicos permitidos por la Norma Mexicana, la cual se empleó como referencia al no existir norma ecuatoriana.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda analizar el estado de maduración del plátano verde, debido a que el contenido de almidón depende de la madurez del fruto, y se puede conseguir un mayor porcentaje en su rendimiento y cuantificación.

Determinar el contenido de amilosa y amilopectina para estudiar los procesos de gelatinización y retrodegradación del almidón.

Realizar pruebas reológicas para determinar la influencia del almidón en las características físicas de la masa.

Determinar la actividad de agua del pan durante su almacenamiento para analizar el cambio microbiológico que se produce durante esta etapa.

Se recomienda complementar la investigación con un estudio de vida útil en producto envasado y sin envasar, asimismo realizar comparaciones entre la utilización del almidón de plátano verde con almidón comercial.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Vargas, N. (Abril de 2014). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT) EN LA ELABORACIÓN DE UN PAN UTILIZANDO ALMIDÓN AGRIO DE YUCA COMO MATERIA PRIMA*. Recuperado el 03 de junio de 2018, de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3602/1/39483.pdf>
- Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Roma: BOLETÍN DE SERVICIOS AGRÍCOLAS DE LA FAO.
- Armendáriz, I. (23 de Julio de 2015). *Cultivo del plátano en Ecuador. Control de plagas*. Quito: Escuela Politécnica del Ejército. Recuperado el 31 de Octubre de 2018, de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4784/13/Anexo%2016.pdf>
- Ayala, M. F. (2016). *Extracción de Almidón de la Cáscara de Musa Spp y Desarrollo de un Método para su Cuantificación*. Quito: Universidad San Francisco de Quito USFQ. Recuperado el 02 de junio de 2018, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6030/1/129266.pdf>
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos. Cuarta edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Banco Central del Ecuador. (Junio de 2019). *Información Estadística Mensual No. 2008*. Recuperado el 01 de Agosto de 2019, de <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp>
- Bello Pérez, L. A., Sáyago Ayerdi, S. G., Villagómez Méndez, J., & Montiel Salas, L. I. (2000). ALMIDÓN DE PLÁTANO Y CALIDAD SENSORIAL DE DOS TIPOS DE GALLETAS. *Agrociencia*, 34(5), 553-560. Recuperado el 28 de 05 de 2018, de <https://www.redalyc.org/pdf/302/30234504.pdf>
- Bernabé, C. J. (2009). *INFLUENCIA DE LOS COMPONENTES DE LA HARINA EN LA PANIFICACIÓN*. Recuperado el 08 de junio de 2018, de <http://www.indespan.com/userfiles/file/Microsoft%20Word%20-%20ARTICULO%20PANORAMA%20PANADERO-ALMIDON.pdf>

- Cabrera M, A. O., Madrigal A, L. V., & Vázquez G, J. (2007). Extracción y Caracterización de Almidón de Plátano y Banano de las Variedades FHIA-01, 20, 21 Y 23. XXV. *Aniversario de la Carrera de Ingeniería en Alimentos en el Instituto de Ciencias Agrícolas*, 307-3014. Recuperado el 2018 de mayo de 25, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13897/1/T-UCE-0017-0083-2017.pdf>
- Castillo Zúñiga, X., Matías Bartolo, S. J., & Rodríguez Chávez, V. E. (2015). *Determinación de almidón total en plátano costillón (Musa sp) y de una mezcla de desecho de trigo (Triticum aestivum) y cebada (Hordeum vulgare L)*. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Cevallos Suarez, M. P. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA EL CHICAL*. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia El Chical. Recuperado el 26 de julio de 2019, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0460024740001_P DOT%20CHICAL_30-10-2015_15-11-12.pdf
- Chambi, C. (22 de Noviembre de 2011). *Práctica N°4 - Ensayo de determinación de acidez en harinas y metodo volumetrico y determinación de pH en harinas*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/73468787/Practica-N-4-Ensayo-de-determinacion-de-acidez-en-harinas-y-metodo-volumetrico-y-determinacion-de-pH-en-harinas>
- Chirán Ayala, G. Y. (2015). *Estudio del comportamiento de la harina de papanabo (Brassica rapa var. Purple Top White Globe) como sustituto parcial de la harina de trigo y su influencia en la elaboración de pan común*. Tulcán, Ecuador: Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Recuperado el 17 de junio de 2019, de <http://repositorio.upec.edu.ec:8080/bitstream/123456789/351/1/248%20Estudio%20de%20comportamiento%20de%20la%20harina%20de%20papanabo%20%28Brassica%20rapa%20var.%20Purple%20Top%20White%20Globe%29%20como%20sustituto%20parcial%20de%20la%20harina%20de%20trigo>
- Chuquimarca Herrera, D. F. (2017). *Determinación y cuantificación del almidón resistente a partir del banano verde de las especies: Musa paradisiaca, Musa cavendishii L, Musa cavandanaish*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

- Cobos, M. F. (2016). *Extracción de Almidón de la Cáscara de Musa Spp y Desarrollo de un Método para su Cuantificación*. Quito: Universidad San Francisco de Quito USFQ. Recuperado el 05 de Junio de 2018, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6030/1/129266.pdf>
- CODEX ALIMENTARIUS. (1995). *NORMA GENERAL PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS. CODEX STAN 192*. Recuperado de http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
- Dávila, F. V. (2014). Determinación de los parámetros para la extracción de almidón del plátano bellaco (*Musa paradisiaca*). *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2), 23-28.
- DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS. (s.f). *NMX-F-442-1983. ALIMENTOS. PAN-PRODUCTOS DE BOLLERÍA. FOOD. BREADBAKERY PRODUCTS. NORMAS MEXICANAS*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-442-1983.PDF>
- Durand, B. R. (2015). *GELATINIZACIÓN Y GELIFICACIÓN DE ALMIDONES*. Perú: Universidad Nacional del Callao. Recuperado el 13 de Mayo de 2018, de https://www.academia.edu/17812160/04.-_GELATINIZACION_Y_GELIFICACION_DE_ALMIDONES?auto=download
- Encarnación Montero, S. S., & Salinas Alvarado , J. D. (2017). *Elaboración de harina de plátano verde (Musa paradisiaca) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca*. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. Recuperado el 15 de Julio de 2018, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6056/1/AGI-2017-022.pdf>
- ESPAC. (2016). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Recuperado el 17 de 05 de 2018, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf
- Espinoza Solis, V. (2008). *Estudios Estructurales de Almidón de Fuentes No Convencionales: Mango (Mangifera indica L.) Y Plátano (Musa paradisiaca L.)*. Yauatepec: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado el 08 de junio de 2018, de

<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/3598/1/ESTUDIOSESTRUCTURALE S.pdf>

- Flores Gorosquera, E., García Suarez , F. J., Flores Huicochea, E., Nunez Santiago, M. C., Gonzales Soto, R. A., & Bello Perez, L. A. (2004). Rendimiento del proceso de extracción de almidón a partir de frutos de plátano (*Musa paradisiaca*). Estudio en planta piloto. *Acta Científica Venezolana*, 55(1). doi:https://www.researchgate.net/publication/28095151_Rendimiento_del_proceso_de_extraccion_de_almidon_de_frutos_de_platano_Musa_paradisiaca_L_Estudio_en_planta_piloto
- Flores Navarrete, D. S. (2018). *Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (Musa AAB) precocida y fortificada*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 19 de Junio de 2019, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16340/1/T-UCE-0008-CQU-027.pdf>
- Flores Velásquez, M. K. (2012). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA HARINA DE PLÁTANO VERDE (Musa Acuminata AA y Musa Acuminata AAA) Y SU ENRIQUECIMIENTO, PARA LA ELABORACIÓN DE PANES CACHITOS*. Tingo María, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- García, J., Mina, J., Torres, F., Burbano, M., & Yambay, W. (2017). *EVALUACIÓN SENSORIAL Y METODOLOGÍAS PARA SU ANÁLISIS*. Tulcán: Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Gil Hernández, Á., & Ruíz López, M. D. (2010). *Tratado de nutrición. Tomo II. Composición Y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Madrid: Editorial Médica Panamericana. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pg=PT128&dq=gelatinizaci%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiSp4O7qNXbAhUL1MKHREUDSkQ6AEINDAD#v=onepage&q=gelatinizaci%C3%B3n&f=false>
- Guía de Interpretación. Placas Petrifilm 3M. (2006). *Guía de Interpretación. Placas Petrifilm 3M*. Recuperado el 27 de Julio de 2019, de <https://multimedia.3m.com/mws/media/4449500/3m-petrifilm-e-coli-coliform-count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf>

- Gutierrez Balbuena, C. M. (2016). *EFECTO DE LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA HUMEDAD, TEXTURA Y VOLUMEN ESPECÍFICO DEL PAN TIPO FRANCÉS*. Trujillo, Perú: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO.
- Horton , H. R., Moran, L. A., Scrimgeour, K. G., Perry, M. D., & Rawn, J. D. (2008). *Principios de bioquímica. Cuarta edición*. México: PEARSON. Recuperado el 22 de 05 de 2018, de https://www.academia.edu/23066263/Principios_De_Bioqu%C3%ADmica_4ta_Edici%C3%B3n_Horton_Moran
- INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010. Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas Censos. Recuperado el 27 de julio de 2019, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/NBI/NBI-FUENTE-CPV/Tabulados_pobreza_por_NBI.xlsx
- INEC y ESPAC. (2016). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf
- INEC: “Los alimentos más consumidos en Ecuador son pan, arroz y gaseosas. (17 de Abril de 2017). *INEC: “Los alimentos más consumidos en Ecuador son pan, arroz y gaseosas*. Recuperado de Ecuador willana: <https://ecuadorwillana.com/2017/04/17/los-alimentos-mas-consumidos-ecuador-pan-arroz-gaseosas/>
- Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL) . (Octubre de 2011). *CURSO DE ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS*. Recuperado el 21 de mayo de 2019, de <file:///C:/Users/USER/Downloads/358508.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1979). *NTE INEN 0095 (1979) (Spanish): Pan común. Requisitos*. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Recuperado el 18 de junio de 2018, de <https://archive.org/details/ec.nte.0095.1979>
- Lambis, M. H., Hernández, F., Morales, Y., Marín, L. F., & Pasqualino, J. (2015). *Extracción de almidón a partir de residuos de piel de plátano*. Bogotá, Colombia: XXVIII

Congreso Colombiano de Ingeniería Química. Recuperado el 22 de mayo de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/303541238_Extraccion_de_almidon_a_partir_de_residuos_de_piel_de_platano

Latimer, G. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*. Maryland, USA: AOAC INTERNATIONAL.

Levy, M. (Septiembre de 2014). *Determinación del potencial de sostenibilidad social, económico y ambiental de las Unidades Productivas Agropecuarias, en la Parroquia de El Chical; Cantón Tulcán; Provincia del Carchi*. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7108/6.H07.000549.pdf;sequence=4>

Mazzeo M, M., Alzate G, A., & Marín M, M. (2018). OBTENCIÓN DE ALMIDÓN A PARTIR DE RESIDUOS POSCOSECHA DEL PLÁTANO DOMINICO HARTÓN (MUSA AAB SIMMONDS). *Vector*. Recuperado el 03 de junio de 2018, de http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector3_6.pdf

Melo Sabogal, D. V., Torres Grisales, Y., Serna Jiménez, J. A., & Torres Valenzuela, L. S. (Julio de Diciembre de 2015). APROVECHAMIENTO DE PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* spp) PARA LA OBTENCIÓN DE MALTODEXTRINA. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 76-85. doi:10. 18684/BSAA 13)76-85

Méndez de la Cruz, A. E. (2010). *EVALUACION DE LA EXTRACCIÓN DE ALMIDON DEL BANANO VERDE (Musa Sapientum Variedad Gran Enano) PRODUCTO DE DESECHO DE LAS INDUSTRIAS BANANERAS Y EVALUACIÓN DE SU FUNCION COMO EXCIPIENTE EN LA FORMULACIÓN DE COMPRIMIDOS*. Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Mesas, J. M., & Alegre, M. T. (2002). EL PAN Y SU PROCESO DE ELABORACIÓN. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(5), 307-313.

Millán Testa, C. E. (2004). *Estudios estructurales y moleculares del almidón de fuentes no convencionales: mango (*Mangifera indica* L.), plátano (*Musa paradisiaca*) y okenia (*Okenia hypogaea*)*. Yauatepec: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado el 28 de 05 de 2018, de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/841/1/TESIS.pdf>

- Ministerio de Salud. (2011). *Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. RM N° 1020-2010/MINSA.* . Lima, Perú: Dirección General de Salud Ambiental. Ministerio de Salud.
- Montoya, J., Quintero, V. D., & Lucas, J. C. (2014). EVALUACIÓN FISCOTÉRMICA Y REOLÓGICA DE HARINA Y ALMIDÓN DE PLÁTANO DOMINICO HARTÓN (Musa paradisiaca ABB). *Temas Agrarios, 19*(2), 214-233.
- NMX-F-428. (1982). *NMX-F-428-1982. ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO RÁPIDO DE LA TERMOBALANZA). FOODS. DETERMINATION OF MOISTURE (THERMOBALANCE RAPID METHOD). NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.* Recuperado de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-428-1982.PDF>
- O'Donnell, K. (2016). *Manual De Producción De Panadería.* Estados Unidos: Xlibris Corporation. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=ZloaDAAAQBAJ&pg=PT51&dq=gelatinizaci%C3%B3n+en+pan&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjy2ubCptXbAhVH3VMKHX-5DhYQ6AEIKjAB#v=onepage&q=gelatinizaci%C3%B3n%20en%20pan&f=false>
- Ortiz Sánchez, I. A., Álvarez Reyna, V. d., González Cervantes, G., Valenzuela Núñez, L. M., Potisek Talavera, M. d., & Chávez Simental, J. A. (15 de Mayo de 2015). Concentración de almidón y proteínas solubles en tubérculos de Caladium bicolor en diferentes etapas fenológicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 6*(3), 483-494.
- Pacheco, E. (2001). Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano verde. Digestibilidad in vitro del almidón. *Acta Científica Venezonala, 52*(4), 283-291.
- Paredes Pita, C. A. (2018). *CARACTERIZACIÓN SENSORIAL Y PERFIL DE TEXTURA DEL QUESO AMASADO DE LA PROVINCIA DEL CARCHI.* Quito: Udl. Recuperado el 24 de mayo de 2019, de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9542/1/UDLA-EC-TMACSA-2018-15.pdf>
- PRO ECUADOR. (2015). *ANÁLISIS SECTORAL.* Recuperado el 04 de Junio de 2018, de <http://studylib.es/doc/4643043/pl%C3%A1tano-2015---pro-ecuador>

- Quiceno, M. C., Giraldo, G. A., & Villamizar, R. H. (2014). Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *UGCiencia*, 20(1), 48-54. Recuperado el 13 de Enero de 2019, de <http://revistas.ugca.edu.co/index.php/ugciencia/article/view/313/578>
- Quintong Santana, A. G., & Tenesaca Bustos, J. d. (2013). *Análisis de la Retrogradación del Pan Molde Blanco Mediante Métodos Experimentales Convencionales y Análisis Térmico*. Guayaquil, Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- Quiñonez Aguilar, H. (2013). *EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO SEDA (Musa acuminata) Y PLÁTANO DE ENANO (Musa cavendishii)*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Rodas, L. (2013). *Determinación de fibra en pan integral procedente de panadería artesanales*. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.
- Rodríguez Rivera, V. M., & Magro, E. S. (2008). *Bases de la Alimentación Humana*. España: NETBIBLO, S.L. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=c_f5eJ77PnwC&pg=PA174&dq=gelatinizaci%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiW5qvRoNXbAhVD2FMKHQcVCuMQ6AEIOjAE#v=onepage&q=gelatinizaci%C3%B3n&f=false
- Sánchez Rivera, M. M., González Soto, R. A., & Núñez Santiago, M. (2017). PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y DE DIGESTIBILIDAD DE HARINAS DE PLÁTANO ESTERIFICADAS CON ÁCIDO CÍTRICO. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2, 434-441. Recuperado de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/9/72.pdf>
- Sepúlveda, W. S., Ureta, I., Hernández, G. A., & Solorzano, G. K. (2017). CONSUMO DE PLÁTANO EN ECUADOR: HÁBITOS DE COMPRA Y DISPONIBILIDAD A PAGAR DE LOS CONSUMIDORES. *Revista em Agronegocio e Meio Ambiente*, 10(4). doi:<http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2017v10n4p995-1014>
- Silva Huilcapi, C. J. (2016). *ELABORACIÓN DE PAN CON HARINA DE TRIGO, ENRIQUECIDO CON HARINA DE SOYA Y FIBRA SOLUBLE PARA MEJORAR SU VALOR NUTRITIVO*. Guayaquil: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. Recuperado de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12939/1/TESIS%20SR.%20CARLOS%20SILVA%20FINAL%2010%20oct%20con%20ANALISIS%20%281%29.pdf>

Soto Azurduy, V. S. (2010). CUANTIFICACION DE ALMIDON TOTAL Y DE ALMIDON RESISTENTE EN HARINA DE PLATANO VERDE (MUSA CAVENDISHII) Y BANANA VERDE (MUSA PARADISIACA). *REVISTA BOLIVIANA DE QUÍMICA*, 27(2). Recuperado de <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v27n2/v27n2a04.pdf>

Tester, R. F., & Karkalas, J. (2002). Polysaccharides II: Polysaccharides from Eukaryotes. *Biopolymers*, 6, 381-438.

Torres, A., Durán, M., & Montero, P. (15 de Julio de 2013). *Evaluación de las propiedades funcionales del almidón obtenido a partir de malanga (Colocasia esculenta)*. Recuperado de <file:///C:/Users/USER/Downloads/33-61-1-PB.pdf>

Vásquez Villalobos, V., Aredo, V., Velásquez, L., & Lázaro, M. (2015). Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas. *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 177-189. Recuperado el 10 de junio de 2019, de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n3/a04v6n3.pdf>

Verduzco Ibarra, M. (Junio de 2016). *Caracterización de batidos y panqués con la adición de almidón nativo de maíz*. Recuperado de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/64885/Mariana_Verduzco.pdf?sequence=1

VII. ANEXOS

Anexo 1. Extracción del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) mediante el método seco.



Figura 7. Recepción de materia prima



Figura 8. Lavado y desinfección de plátanos



Figura 9. Troceado y maceración



Figura 10. Secado de plátano verde



Figura 11. Molienda de plátanos verdes.



Figura 12. Tamizado de almidón

Anexo 2. Extracción del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) mediante el método húmedo.



Figura 13. Licuado de materia prima



Figura 14. Obtención de torta de plátanos



Figura 15. Tamizado de la torta



Figura 16. Decantación del almidón



Figura 17. Secado de almidón extraído

Anexo 3. Cuantificación del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*)



Figura 18. Centrifugación de almidón precipitado



Figura 19. Concentraciones de soluciones para la lectura en espectrofotómetro

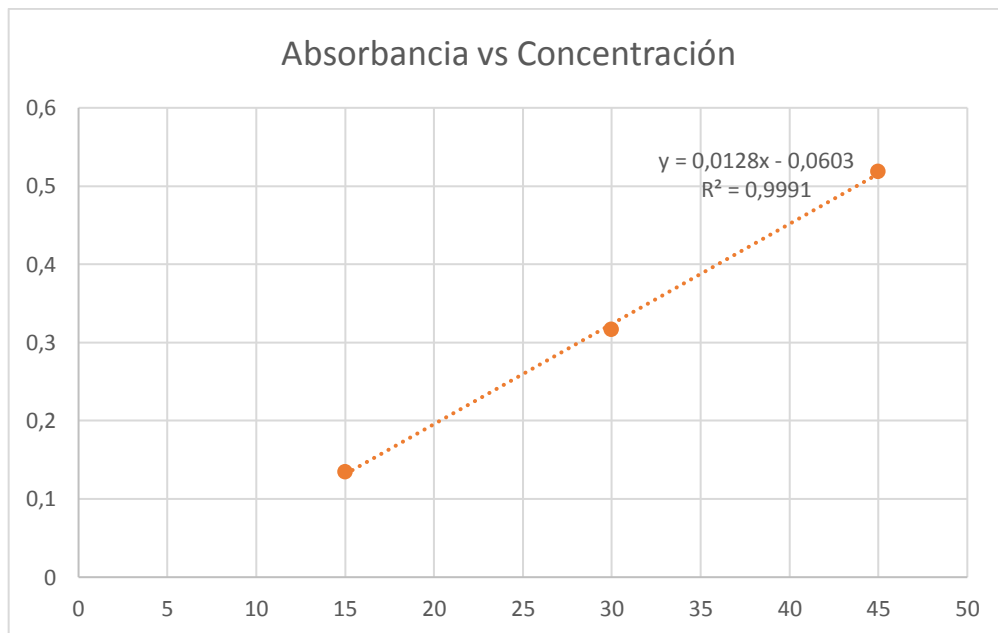


Figura 20. Curva de calibración obtenida en la lectura espectrofotométrica de la muestra patrón.

Anexo 4. Generación de cuatro tratamientos de pan blanco.



Figura 23. Recepción de ingredientes



Figura 22. División y moldeo de masa



Figura 21. Horneado de la masa



Figura 25. Formulaciones de pan para T1 y T2.



Figura 24. Formulaciones de pan para T3 y T4.

Anexo 5. Análisis proximal del almidón de plátano verde (Musa paradisiaca)



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS**

**LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS**

**INF. LAB. ALI- 27224
ORDEN DE TRABAJO No. 61204**

SOLICITADO POR:	POZO VILLOTA LADY VIVIANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, CDLA. PADRE CLEMENTE GUERRÓN
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	MUESTRA AL
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/04/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	16:01
FECHA DE ANÁLISIS:	09-21/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	21/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido: 170g	
OBSERVACIONES:	La muestra ingresa al Laboratorio el 07/05/2019
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	2.88	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	7.76	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	0.52	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	1.86	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	86.98	Cálculo
Fibra cruda	%	7.73	MAL-50/PEARSON



Dr. Geovany Garófalo
Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS

4 1/1

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Figura 26. Análisis proximal del almidón de plátano verde.

Anexo 6. Análisis proximal del mejor tratamiento de pan blanco



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27221
ORDEN DE TRABAJO No. 61204

SOLICITADO POR:	POZO VILLOTA LADY VIVIANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, CDLA. PADRE CLEMENTE GUERRÓN
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	MUESTRA T1R1
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/04/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	16:01
FECHA DE ANÁLISIS:	09-21/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	21/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	105g
OBSERVACIONES:	La muestra ingresa al Laboratorio el 07/05/2019
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	9.99	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	22.40	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	16.08	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	2.34	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	49.19	Cálculo
Fibra cruda	%	9.35	MAL-50/PEARSON




Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS

1 / 1

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facuquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Figura 27. Análisis proximal realizado al T3, primera repetición.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27222
ORDEN DE TRABAJO No. 61204

SOLICITADO POR:	POZO VILLOTA LADY VIVIANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, CDLA. PADRE CLEMENTE GUERRÓN
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	MUESTRA T1R2
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/04/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	16:01
FECHA DE ANÁLISIS:	09-21/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	21/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	100g
OBSERVACIONES:	La muestra ingresa al Laboratorio el 07/05/2019
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	10.07	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	20.20	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	16.69	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	2.35	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	50.69	Cálculo
Fibra cruda	%	9.29	MAL-50/PEARSON



Dr. Geovany Garófalo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS

2 / 11

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Figura 28. Análisis proximal realizado al T3, segunda repetición.



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS**

**LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS**

**INF. LAB. ALI- 27223
ORDEN DE TRABAJO No. 61204**

SOLICITADO POR:	POZO VILLOTA LADY VIVIANA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TULCÁN, CDLA. PADRE CLEMENTE GUERRÓN
MUESTRA DE:	MUESTRAS
DESCRIPCIÓN:	MUESTRA T1R3
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	25/04/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	16:01
FECHA DE ANÁLISIS:	09-21/05/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	21/05/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido:	100g
OBSERVACIONES:	La muestra ingresa al Laboratorio el 07/05/2019
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	9.73	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	21.38	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	16.44	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	2.41	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	50.04	Cálculo
Fibra cruda	%	9.13	MAL-50/PEARSON



Dr. Geovany Garófalo
JEFE AREA DE ALIMENTOS

3 1/1

RAL-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.faqquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Figura 29. Análisis proximal realizado al T3, tercera repetición.

Anexo 7. Determinación de volumen específico



Figura 30. Determinación de volumen específico mediante desplazamiento de semillas.

Anexo 8. Determinación de temperatura de gelatinización

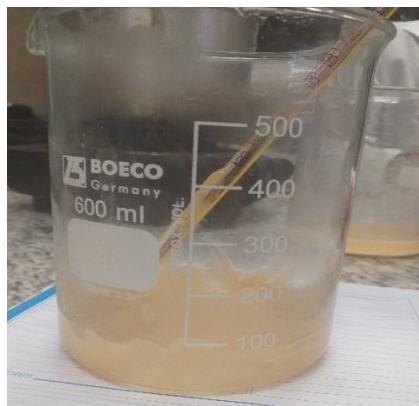


Figura 31. Determinación de temperatura de gelatinización del almidón.

Anexo 9. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de pan blanco



Figura 32. Análisis de mohos y levaduras.



Figura 33. Análisis de coliformes totales y E. coli.

Anexo 10. Evaluación sensorial, mediante la prueba nivel de agrado (primera etapa).



Figura 34. Preparación de sala de catación.



Figura 35. Evaluación sensorial por los jueces entrenados.

Anexo 11. Evaluación sensorial, mediante la prueba de aceptación (segunda etapa).



Figura 36. Evaluación sensorial por los jueces no entrenados.

Anexo 12. Resultados obtenidos en MINITAB, prueba Tukey.

Tabla 10. Análisis de varianza del atributo color (primera etapa)

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamientos	4	18,23	4,558	3,61	0,011
Error	55	69,5	1,264		
Total	59	87,73			

Tabla 11. Análisis de varianza del atributo olor (primera etapa)

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamientos	4	6	1,5	1,23	0,311
Error	55	67,333	1,224		
Total	59	73,333			

Tabla 12. Análisis de varianza del atributo sabor (primera etapa)

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamientos	4	6,833	1,708	1,24	0,305
Error	55	75,750	1,377		
Total	59	82,583			

Tabla 13. Análisis de varianza del parámetro dureza (primera etapa)

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamientos	4	6,433	1,608	1,11	0,362
Error	55	79,750	1,450		
Total	59	86,183			

Tabla 14. Análisis de varianza del parámetro crujencia (primera etapa)

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamientos	4	1,900	0,4750	0,34	0,853
Error	55	77,833	1,4152		
Total	59	79,733			

Tabla 15. Análisis de varianza del parámetro masticabilidad (primera etapa)

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamientos	4	3,933	0,9833	0,60	0,664
Error	55	90,000	1,6364		
Total	59	93,933			

Tabla 16. Análisis de varianza del atributo color (segunda etapa)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	1,536	1,5364	8,01	0,006
Error	108	20,727	0,1919		
Total	109	22,264			

Tabla 17. Análisis de varianza del atributo olor (segunda etapa)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	0,1455	0,1455	0,70	0,406
Error	108	22,5455	0,2088		
Total	109	22,6909			

Tabla 18. Análisis de varianza del atributo sabor (segunda etapa)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	0,4455	0,4455	1,82	0,180
Error	108	26,4727	0,2451		
Total	109	26,9182			

Tabla 19. Análisis de varianza del atributo textura (segunda etapa)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	0,3273	0,3273	1,30	0,257
Error	108	27,1636	0,2515		
Total	109	27,4909			

Tabla 20. Análisis de varianza de la prueba de aceptación (segunda etapa)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	2,327	2,3273	10,87	0,001
Error	108	23,127	0,2141		
Total	109	25,455			

Anexo 13. Hojas de catación empleadas en evaluación sensorial.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS
AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE PAN

Edad: _____

Género: Femenino Masculino

La siguiente evaluación sensorial se desarrollará con el fin de complementar la investigación denominada “Extracción y caracterización del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) producido en el sector Untal, parroquia El Chical, y su potencial uso como aditivo en la elaboración de pan blanco”

Instrucciones:

- Limpiar su paladar con agua antes y después de degustar cada muestra y marcar con una X el cuadro indicando el grado de preferencia.
- Antes de la degustación proceder a analizar el color en las muestras que se encuentran en el centro de la mesa
- Continuar con la evaluación de olor, sabor y textura (evaluar dureza, masticabilidad y crujencia) en el panel asignado.

1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho

Código de muestra	Atributo	1	2	3	4	5	
711	Color						
	Olor						
	Sabor						
	Textura	Dureza					
		Crujencia					
Masticabilidad							
293	Color						
	Olor						
	Sabor						
	Textura	Dureza					
		Crujencia					
Masticabilidad							
138	Color						
	Olor						
	Sabor						
	Textura	Dureza					
		Crujencia					
Masticabilidad							
950	Color						
	Olor						
	Sabor						
	Textura	Dureza					
		Crujencia					
Masticabilidad							
407	Color						
	Olor						
	Sabor						
	Textura	Dureza					
		Crujencia					
Masticabilidad							

Observaciones: _____

¡Muchas Gracias por su colaboración!



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Edad: _____

Género: Femenino Masculino

La siguiente evaluación sensorial se desarrollará con el fin de determinar el grado de aceptación del producto por parte de los consumidores.

Instrucciones:

- Limpiar su paladar con agua antes y después de degustar cada muestra y marcar con una X el cuadro indicando el grado de preferencia y aceptación.
- Realizar la evaluación de color, olor, sabor y textura de los dos tratamientos.
- Señalar la aceptación o rechazo de cada tratamiento

Código de muestra	Atributo	Grado de aceptación o rechazo		Grado de aceptación de producto en general	
		Sí	No	Sí	No
830	Color				
	Olor				
	Sabor				
	Textura				
290	Color				
	Olor				
	Sabor				
	Textura				

¡Muchas Gracias por su colaboración!

Anexo 14. Norma NTE INEN 95: 1979



CDU: 664

AL:02.08-401

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

Norma Técnica Ecuatoriana	PAN COMÚN. REQUISITOS.	NTE INEN 95:1979 Primera Revisión
<p style="text-align: center;">1.OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe reunir el pan común.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGÍA</p> <p>2.1 Pan común. Es el pan de miga blanca u oscura, elaborado a base de harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.</p> <p>2.2 Otros términos relacionados con esta norma están definidos en la NTE INEN 93.</p> <p style="text-align: center;">3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>3.1 Las materias primas utilizadas en la elaboración del pan común deben sujetarse a las NTE INEN correspondientes.</p> <p>3.2 El pan común debe procesarse en condiciones sanitarias adecuadas, a fin de evitar su contaminación con microorganismos patógenos o causantes de la descomposición del producto.</p> <p style="text-align: center;">4. REQUISITOS DEL PRODUCTO</p> <p>4.1 Componentes. La masa para la cocción del pan común debe prepararse con los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) harina de trigo: blanca, semi-integral o integral, b) agua potable, c) levadura activa, fresca o seca, d) sal comestible, e) azúcar en cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de la levadura, f) grasa comestible (animal o vegetal), g) aditivos autorizados. <p>4.2 Características organolépticas.</p> <p>4.2.1 El pan común debe presentar el sabor y olor característicos del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.</p> <p>4.2.2 Corteza. El pan común debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.</p> <p>4.2.3 Miga. La miga del pan común debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

4.2.4 Tamaños. El pan común debe fabricarse en forma de panes, palanquetas o moldes, de acuerdo con las formas establecidas en la NTE INEN 94.

4.2.5 Sólidos totales. El contenido de sólidos totales, determinado de acuerdo con el método descrito en el Anexo A, no debe ser menor del 65% para el pan blanco, del 65% para el pan semi-integral y del 60% para el pan integral.

4.2.6 Acidez. La acidez determinada de acuerdo con el método descrito en el Anexo B debe estar entre 5,5 y 6,0 para los tres tipos de panes.

4.2.7 Humedad. La humedad determinada de acuerdo con el Anexo A no debe ser mayor del 35% para el pan blanco, del 35% para el pan semi-integral y del 40% para el pan integral.

4.2.8 Para efectos de comercialización, el pan debe venderse al peso, de acuerdo a la siguiente escala de números preferidos: 20g, 30g, 50g, 100g, 200g, 300g, 500g, y 1 000g.

4.2.9 Las tolerancias permitidas en el peso, de acuerdo con el numeral 4.2.8, serán del 10% para panes de hasta 50g de peso y del 5% para los demás.

5. MUESTREO

5.1 Las muestras deben extraerse dentro de las 24h después que el producto haya salido del horno.

5.2 Para la verificación del peso se tomarán muestras de diez a quince unidades, en el caso de panes de hasta 50g de peso individual, y de tres panes en los otros casos. El peso promedio se determinará en cada caso.

6. MARCADO, ROTULADO Y EMBALAJE

6.1 El pan común debe ser envasado en las panaderías en fundas individuales, que contengan un número adecuado que facilite su comercialización

6.2 Las fundas o envolturas deben ser de papel especial o plástico, resistente a la acción del producto, no deben alterar sus características organolépticas o su composición; además, proporcionarán una adecuada protección ante la contaminación externa.

6.3 Las fundas o envolturas deben marcarse con el peso, precio, número de registro sanitario, designación del producto, marca comercial registrada y otra información complementaria opcional.

(Continúa)

ANEXO A
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS
TOTALES EN EL PAN

A.1 Instrumental.

A.1.1 Estufa provista de regulador de temperatura.

A.1.2 Balanza analítica.

A.1.3 Cápsulas de porcelana.

A.1.4 Mortero.

A.2 Disposiciones generales.

A.2.1 La determinación debe realizarse dentro de las 30h, después que el pan haya salido del horno.

A.3 Preparación de la muestra.

A.3.1 Cortar, de cada uno de los panes, una sección correspondiente a su octava parte, si el pan es redondo, o a su cuarta parte, si es alargado (ver NTE INEN 94).

A.3.2 Rebanar las secciones cortadas y luego cortar cada rebanada en trozos pequeños y de forma cúbica.

A.4 Procedimiento.

A.4.1 Pesar una cantidad de muestra preparada no menor de 50g y registrar tal valor como m_1 .

A.4.2 Calentar la porción pesada en una estufa a 40°C durante un tiempo no menor de 4h, pero suficiente para que la porción se endurezca y pueda ser desmenuzada.

A.4.3 Sacar la porción de la estufa y dejar a temperatura ambiente durante 3h; pesar y registrar tal valor como m_2 .

A.4.4 Moler en un mortero el material seco, mezclarlo y transferir una cantidad de aproximadamente 5g (que se registra como m_3) a una cápsula de porcelana.

A.4.5 Calentar la cápsula con su contenido en una estufa a 130°C durante una hora, determinar su masa final y registrar tal valor como m_4 .

A.5 Cálculos.

A.5.1 El contenido de sólidos totales se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{m_2 - m_4}{m_1 - m_3} \times 100$$

(Continúa)

Siendo:

S = contenido de sólidos totales en porcentaje de masa.
 m_1 = masa de la muestra usada en la determinación, en g.
 m_2 = masa de la muestra después de la desecación a 40°C, en g.
 m_3 = masa de la porción antes de la desecación a 130°C, en g.
 m_4 = masa de la porción después de la desecación a 130°C, en g.

A.5.2 El contenido de humedad se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$H = 100 - S$$

Siendo:

H = contenido de humedad en porcentaje de masa.
S = contenido de sólidos totales en porcentaje de masa

(Continúa)

ANEXO B
DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ

B.1 Instrumental.

B.1.1 Probeta graduada de 100 cm³.

B.1.2 Matraz Erlenmeyer de 250 cm³.

B.1.3 Vidrio de reloj.

B.1.4 Termómetro.

B.1.5 Potenciómetro.

B.2 Reactivos.

B.2.1 Agua destilada, exenta de CO₂ y calentada a 25°C.

B.3 Disposiciones generales.

B.3.1 La determinación debe efectuarse dentro de las 30h, después que el pan haya salido del horno.

B.4 Preparación de la muestra.

B.4.1 Seguir el mismo procedimiento indicado en el Anexo A.3

B.5 Procedimiento.

B.5.1 La determinación debe realizarse por duplicado y sobre la misma muestra preparada.

B.5.2 Pesar una cantidad de muestra preparada no menor de 10g, sobre un vidrio de reloj previamente pesado.

B.5.3 Transferir la muestra al matraz Erlenmeyer de 250 cm³ limpio y seco, añadir 100 m³ de agua destilada y agitar cuidadosamente, hasta que las partículas queden uniformemente en suspensión.

B.5.4 Continuar agitando ocasionalmente durante 30 min y dejar en reposo por 10 min.

B.5.5 Decantar el líquido sobrenadante a un vaso seco y determinar el pH por medio de un potenciómetro de lectura directa.

(Continúa)

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

INEN 93 *Pan. Terminología.*
INEN 94 *Pan. Clasificación por tamaño y forma.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Código Alimentario español. *Norma sobre el pan y panes especiales.* Actualidad Panadería de Cataluña, España, 1975.

Norma Sanitaria de Alimentos OFSANPAN IALUTZ 048-03-00. *Pan.* Oficina Sanitaria Panamericana. Washington, 1968.

Norma Venezolana NORVEN 226 P. *Pan blanco de harina de trigo.* Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN, Caracas, 1965.

A.F. Araujo. *Manual de Panificación.* Division Fleischmann de la International Standard Brands. Inc, New York U.S.A., 1964.

Norma Israelita S.I. 256. *White bread.* The Standards Institution of Israel, Tel-Aviv, 1957.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TITULO: PAN COMÚN. REQUISITOS. **Código:**
NTE INEN 95 **AL: 02.08-401**
Primera Revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. 1147 de 1975-09-05 publicado en el Registro Oficial No. 891 de 1975-09-17 Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: Pan.
Fecha de iniciación: _____ Fecha de aprobación: 1979-02-07
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Sr. Fabián Burbano
Lic. Marcelo Egítez Toro
Ing. Miguel Rivadeneira
Ing. Ligia de Benítez
Econ. Edgar Alvarado
Sr. Antonio Zarango
Sr. Wilfrido Llaguno
Sr. Ramiro Armas
Sr. Mentór Sánchez
Sr. Rafael Aguirre
Ing. Iván Navarrete
Dra. Leonor Orozco

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

PANIFICADORA MODERNA
PANIFICADORA ROYAL
INIAP
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
MICEI
SENDIP
MAG
INEN
INEN
INEN
INEN
INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión 1979-07-26

Oficializada como: OBLIGATORIA Y DE EMERGENCIA Por Acuerdo Ministerial No. 1308 de 1979-12-03
Publicada en el Registro Oficial No. 93 de 1979-12-26

Anexo 15. Certificado o acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: POZO VILLOTA LADY VIVIANA
NIVEL/PARALELO: DÉCIMO

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401760251
PERIODO ACADÉMICO: ABRIL - AGOSTO 2019

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Extracción y caracterización del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) producido en el sector Untal, parroquia El Chical, y su potencial uso como aditivo en la elaboración de pan blanco"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO
LECTOR: MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA MARGOTH
ASESOR: MSC. BURBANO PULLES MARCO RUBÉN

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 4 **AULA:** 6

FECHA: 09 DE SEPTIEMBRE DEL 2019

HORA: 16H15


Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 6,70
2) Trabajo escrito 2,90
Nota final de PRE DEFENSA 9,60

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el 09 DE SEPTIEMBRE DEL 2019


MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO

PRESIDENTE


MSC. BURBANO PULLES MARCO RUBÉN

TUTOR


MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA MARGOTH

LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones