

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



**ACEPTABILIDAD, TEXTURA DE LA MIGA Y COLOR EN PAN DE
MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR
HARINA DE PLÁTANO GUAYABO (*Musa paradisiaca*)**

Tesis

Para optar el título de

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

DAMARIS PRICILIANA EUGENIO CONDEZO

Tingo María-Perú



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 007-2023

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 26 de julio del 2023, a horas 6:30 p.m., en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por la Bach. **DAMARIS PRICILIANA EUGENIO CONDEZO**, titulada:

"ACEPTABILIDAD, TEXTURA DE LA MIGA Y COLOR EN PAN DE MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE PLÁTANO GUAYABO (*Musa paradisiaca*)"

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO con el calificativo de BIENO; en consecuencia, la sustentante, queda apta para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 26 de julio del 2023


M.Sc. Gunter Daza Rengifo
Presidente


M.Sc. Raida Lourdes Matos Bustamante
Miembro


M.Sc. Magda Verónica Bazán Linares
Miembro


M.Sc. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo
Asesora


M.Sc. Victor Elvis Condori Rondán
Asesor



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 120 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:


Ingeniería en Industrias Alimentarias

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
ACEPTABILIDAD, TEXTURA DE LA MIGA Y COLOR EN PAN DE MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE PLÁTANO GUAYABO (Musa paradisiaca)	DAMARIS PRICILIANA EUGENIO CONDEZO	22 % Veintidós

Tingo María, 28 de abril de 2025


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomás Menacho Mallqui
JEFE

2023

DEDICATORIA

A **DIOS**, por haberme bendecido con el don de la vida, por guiarme siempre, por darme la fortaleza y la sabiduría para llegar a este momento tan importante de mi vida

A mis amados padres: **ORLANDO EUGENIO AQUINO Y GREGORIA CONDEZO CALIXTO**, por su apoyo incondicional, amor infinito, dedicación para lograr todos los objetivos y metas trazadas

A mis hermanos: **SEGUNDO EUGENIO CONDEZO Y DARWIN JESUS EUGENIO CONDEZO**, por su confianza y constante aliento.

AGRADECIMIENTO

- A mis docentes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por contribuir con mi formación profesional durante todos mis años de estudios.
- A la Ing. RAMÍREZ TRUJILLO, Yolanda Jesús, por su asesoramiento, orientaciones, paciencia, apoyo durante el desarrollo de mi trabajo de investigación, gracias a su profesionalismo al transmitir sus conocimientos, he logrado dar un importante paso en mi vida profesional.
- Al Ing. CONDORI RONDÁN, Víctor Elvis, por su asesoramiento, su dedicación, respaldo y apoyo para incrementar mis conocimientos.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Generalidades del plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)	4
2.2.1. Descripción	4
2.2.2. Origen	4
2.2.3. Variedades de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)	5
2.2.4. Contenido de nutrientes de la pulpa de plátano fresco	5
2.3. Generalidades de harina	5
2.3.1. Harina de plátano	6
2.3.2. Elaboración de harina de plátano.	6
2.3.3. Características fisicoquímicas de la harina de trigo.	8
2.4. Generalidades del farinógrafo	9
2.5. Generalidades del pan	10
2.5.1. Textura	10

2.5.2. Color del pan	10
2.5.3. Análisis sensorial de pan	11
2.6. Generalidades del pan de molde	11
2.6.1. Características fisicoquímicas del pan de molde.	11
2.6.2. Composición nutricional del pan de molde	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución	13
3.2. Materia prima	13
3.3. Equipos, materiales y reactivos	13
3.3.1. Equipos	13
3.3.2. Materiales	13
3.3.3. Reactivos	14
3.4. Métodos de análisis	14
3.5. Metodología experimental.	15
3.5.1. Elaboración de harina de plátano verde de la variedad guayabo.	15
3.5.2. Caracterización fisicoquímica de la harina de plátano verde.	16
3.5.3. Caracterización farinográfica de la mezcla de harinas	17
3.5.4. Elaboración de pan de molde con diferentes formulaciones	17
3.5.5. Evaluación sensorial del pan de molde	19
3.5.6. Evaluación de las características de textura del pan de molde	19
3.5.7. Evaluación de los parámetros de color de la miga del pan	19
3.6. Diseño experimental	20
3.6.1. Caracterización fisicoquímica de la harina de plátano	20
3.6.2. Caracterización farinográfica de las mezclas de harinas.	20
3.6.3. Evaluación sensorial del pan de molde	21
3.6.4. Evaluación de las características de textura y color de la miga del pan.	
21	
3.7. Análisis estadístico	22

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Obtención de la harina de plátano verde variedad guayabo	23
4.1.1. Balance de materia en la obtención de la harina de plátano verde.	24
4.2. De la caracterización fisicoquímica de la harina de plátano verde	26
4.3. Características reológicas de la mezcla de harinas	27
4.4. Características sensoriales de los panes de molde	28
4.5. Características texturales del pan de molde	30
4.6. Parámetros de color en la miga de pan de molde con diferentes formulaciones	31
V. CONCLUSIONES	33
VI. PROPUESTAS A FUTURO	34
VII. REFERENCIAS	35
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1. Contenido de nutrientes de la pulpa de plátano fresco... ..	5
2. Análisis fisicoquímico para harina de	9

plátano... ..	
3. Reporte de las características fisicoquímicas del pan de molde... ..	11
4. Composición Nutricional del pan de molde... ..	12
5. Formulaciones para el proceso de elaboración de pan de molde... ..	18
6. Características fisicoquímicas de la harina de plátano... ..	26
7. Análisis farinográfico de las mezclas de harinas... ..	27
8. Resultado de la evaluación sensorial del pan de molde... ..	29
9. Evaluación de las características texturales del pan de molde... ..	30
10. Evaluación de los parámetros de color de pan de molde... ..	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

Pág.

1. Flujograma de elaboración de harina de plátano... ..	7
2. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de plátano verde... ..	15
3. Diagrama elaboración del pan de molde... ..	17
4. Diseño para evaluar la caracterización fisicoquímica de la harina de plátano... ..	20
5. Diseño para evaluar la caracterización farinográfica de la mezcla de harinas... ..	20

6. Diseño para evaluar análisis sensorial de pan de molde... .. 21
7. Diseño para evaluar las características texturales y de color de la miga de pan molde... .. de 21
8. Diagrama de balance de materia en la obtención de la harina de plátano verde... .. 25

RESUMEN

La presente investigación realizada en la Universidad Nacional Agraria de la Selva consistió inicialmente en obtener y caracterizar harina de plátano verde de la variedad guayabo, se evaluaron las propiedades fisicoquímicas (humedad, ceniza, acidez, fibra y proteína), luego se elaboró pan de molde con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de plátano verde guayabo: T0 (sin sustitución), T1 (10 %), T2 (15 %) y T3 (20 %), asimismo, se evaluaron las características farinográficas de las mezclas de harinas utilizadas, se realizó la evaluación sensorial, las características texturales y de color de los panes de molde elaborados. Las características fisicoquímicas de la harina de plátano fueron: Humedad 8 %, Ceniza 2 %, Acidez 0,24 %, Fibra cruda, 0,9 g/100 y Proteína 3 g/100. Las características farinográfica de las harinas, estuvieron en el siguiente rango: absorción de agua 60,9 a 72,6 %, tiempo de desarrollo 2,6 a 3,98 min, estabilidad de la masa 3,8 a 12,9 min y ablandamiento de masa 41 a 360 (UF). Las muestras de pan de molde fueron calificadas en color, con puntajes de 3,64 a 4,23; olor 3,95 a 3,77 puntos; textura 3,68 a 4,14 puntos; sabor 3,86 a 4,36 puntos; aceptabilidad general de 3,86 a 4 puntos. En cuanto a las características texturales se obtuvieron: ciclo de dureza 1045 a 1419 g, deformación según dureza en 9,95 a 9,99 min y 497,32 a 499,08 %; ciclo de trabajo total 69,95 a 95,94 Mj. En los parámetros de color se obtuvo: L* 77,21 a 82,50; cromaticidad a* 0,96 a -1,15 y b* 15,47 a 20,64. Estos resultados muestran la viabilidad de sustitución de harina de plátano guayabo para la elaboración de pan de molde.

Palabras claves: Plátano guayabo, harina, pan de molde, características texturales.

ABSTRACT

The present investigation carried out at the Universidad Nacional Agraria de la Selva initially consisted of obtaining and characterizing green plantain flour of the guayabo variety, the physicochemical properties (moisture, ash, acidity, fiber and protein) were evaluated, then sliced bread was prepared. with different percentages of substitution of wheat flour by guava green plantain flour: T0 (without substitution), T1 (10%), T2 (15%) and T3 (20%), likewise, the farinographic characteristics of the mixtures were evaluated. of flours used, the sensory evaluation, the textural and color characteristics of the elaborated sliced breads were carried out. The physicochemical characteristics of plantain flour were: Moisture 8%, Ash 2%, Acidity 0.24%, Crude fiber 0.9 g/100 and Protein 3 g/100. The farinographic characteristics of the flours were in the following range: water absorption 60.9 to 72.6 %, development time 2.6 to 3.98 min, dough stability 3.8 to 12.9 min and dough softening 41 to 360 (UF). The sliced bread samples were

qualified in color, with scores from 3.64 to 4.23; odor 3.95 to 3.77 points; texture 3.68 to 4.14 points; flavor 3.86 to 4.36 points; general acceptability from 3.86 to 4 points. Regarding the textural characteristics, the following were obtained: hardness cycle 1045 to 1419 g, deformation according to hardness in 9.95 to 9.99 min and 497.32 to 499.08 %; total duty cycle 69.95 to 95.94 Mj. In the color parameters it was obtained: L* 77.21 to 82.50; chromaticity a* 0.96 to -1.15 and b* 15.47 to 20.64. These results show the feasibility of replacing guava banana flour for the production of sliced bread.

Keywords: Guava banana, flour, sliced bread, textural characteristics.

I. INTRODUCCIÓN

El plátano es un fruto originario del Asia meridional, se le conoce en el Mediterráneo a partir del 650 d.C., del mismo modo el cultivo de plátano se ha extendido en diferentes regiones de Centroamérica, Sudamérica y África subtropical; se ha constituido en un alimento base de las poblaciones de regiones tropicales (Orozco y Picón, 2011). El plátano es un alimento que contiene azúcares fáciles de digerir durante su consumo, en su estado de madurez presenta de 54 - 80 % de digestibilidad siendo muy fácil de asimilar; así mismo, es conocido por su alto valor energético, en similitud con el maíz (300 Kcal x 100 g en producto deshidratado y 1 cal/ g en estado fresco); de tal manera que es recomendado en la dieta baja en colesterol y sal; también es bajo en contenido de lípido (Mozombite, 2019).

El sector panadero en el Perú es creciente año a año su consumo, así lo mencionó el representante oficial de la Asociación Peruana de Empresarios de la Panadería y Pastelería [ASPAN]. Cabe indicar que el consumo por persona de pan en el Perú es de 35 kilos por año; sin embargo, nos encontramos por debajo de otros países, que alcanzan consumos superiores a los 60 kg por persona/año. La demanda actual de consumo de pan se ha incrementado en un 43 %, siendo los productos más demandados el pan de molde, baguettes, hamburguesas y yemas de huevo (Castillo, 2021). Los productos de panificación aportan entre el 50 % al 70 % de los carbohidratos en la dieta humana (Román, 2018).

En el Perú la industria de panificación ha tenido grandes cambios por las exigencias del consumidor ya que es un alimento básico en la alimentación; por lo que las industrias panificadoras no han sido ajenas a estas exigencias y como consecuencia se están comercializando panes con calidad nutricional adecuada; por ejemplo, el pan integral tiene muchos beneficios para la salud debido al contenido fibra que ayuda a prevenir y tratar enfermedades no transmisibles

como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y las enfermedades gastrointestinales, ayuda en el control de peso (Almeida et al., 2014).

Actualmente, la mayor parte los panes elaborados en la provincia de Leoncio Prado no cuentan con la calidad nutricional que requiere la salud del consumidor; por lo que en este proyecto de investigación se pretende aprovechar las bondades de la harina de plátano (*Musa paradisiaca*) variedad guayabo, para mejorar la calidad nutricional del pan de molde; ya que posee almidón resistente a la digestión, que le permite actuar como fibra dietética, constituyéndose en un componente funcional; mejorando el valor nutricional y las características organolépticas, que será muy beneficioso para la salud del consumidor. Aunque la mayoría de los productos de panadería en el Perú se elaboran a partir de harina de trigo importada, existen tecnologías y recursos alimentarios que pueden sustituir parcialmente la harina de trigo, otorgando a los productos horneados propiedades organolépticas y nutricionales muy importantes. La presencia de pan de molde con harina de plátano en el mercado no solo aporta energía, sino que mejora el valor nutricional y sus componentes funcionales en comparación con el pan de molde comercial. Para la elaboración del presente proyecto de tesis se han tenido en cuenta los antecedentes anteriores en el cual se sustenta la necesidad de estudiar cuales serían los niveles de sustitución de la harina panadera por una harina de plátano guayabo, por ello se han contemplado los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar la aceptabilidad, textura de la miga y color de pan de molde al cual se ha sustituido parcialmente la harina de trigo por harina de plátano guayabo.

Objetivos específicos

– Obtener y caracterizar fisicoquímicamente harina de plátano variedad guayabo.

- Realizar la caracterización farinográfica de mezclas de harina de trigo con harina plátano variedad guayabo para la elaboración de pan de molde.
- Evaluar sensorialmente panes de molde elaborados con diferentes proporciones de sustitución de harina obtenida de plátano verde variedad guayabo.
- Evaluar las características texturales del pan de molde.
- Evaluar los parámetros de color de los panes de molde con diferentes formulaciones.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Encarnación y Salinas (2017), indican que *Musa paradisiaca* en estado verde en el proceso de deshidratado se transforma en harina y se aplica en diferentes derivados en la industria alimentaria. Su trabajo de investigación consistió en obtener y caracterizar harina de plátano verde, analizando diferentes

porcentajes de sustitución parcial en pan molde. La harina de plátano fue obtenida con un secado a 90 ° C por 4 horas, obteniéndose un producto con 10,4 % de humedad, 16,7 % de fibra dietética. La cantidad de sustitución más viable fue 29,7 % con 1,16 % de levadura.

Falla y Ramón (2018), utilizaron la cáscara del plátano en estado verde para elaborar harina aplicándolo en la elaboración de galletas que presentaron un color marrón claro, con agradable olor, de sabor dulce y presentó una textura crocante; manifiestan sobre las características del plátano verde, que el carbohidrato es la fuente potencial del almidón, al transformarlo en harina y al mezclarlo con diferentes productos de harinas de soya, trigo entre otros se puede obtener un alto valor nutritivo.

González (2017), en su estudio realizó una evaluación sensorial en pastas elaborados con una harina normal y con harina de plátano verde en los que no hubo diferencia estadística por lo que llega a la conclusión que la harina de banano verde puede ser utilizada en la elaboración de pastas ya que no tuvo rechazo del consumidor y no se percibió sabores provenientes del plátano verde como materia prima.

Hidalgo (2020), estudió sobre la posibilidad de elaborar y comercializar pan de avena con la incorporación de arándanos deshidratados, menciona que el pan de molde integral es el alimento envasado más incorporado en una dieta saludable, esto se debe a que incorporan una menor cantidad de aditivos en su preparación, no usan harinas blancas y la fibra que les proporciona es muy apreciada por el público de interés y que en los hogares sólo había una penetración del 63 % existiendo un nicho a ser llenado por el producto en estudio, concluyen que es posible realizar la producción y comercialización utilizando avena con la incorporación de arándanos.

Pozo (2019), en su estudio incorporó almidón extraído del plátano verde (*Musa paradisiaca*) al pan blanco en diferentes porcentajes de 7, 10, 15

hasta 30 %, el mejor tratamiento presentó 7,76 % de humedad, 1,86 % de ceniza, 2,88 % de proteína, 7,73 % de fibra cruda, 0,52 % de grasa y 86,98 % de carbohidratos.

Montoya et al. (2014), estudiaron la composición fisicoquímica, térmica y reológica de la harina y el almidón del banano grande Michele (*Musa acuminata*) producido en Quindío, Colombia. La harina tuvo un contenido de fibra de 18,82 %, proteína de 1,92 % y grasa de 5,3 %.

Llempen (2020), en su investigación de las características farinográficas de combinaciones de harina de trigo, quinua y chía, encontró con el Desing expert 8,0 que la combinación para la elaboración de pan será el que presente contenidos de 55,98 % de índice de absorción, 264,647 % de desarrollo de masa, 374,76 % de estabilidad al amasado.

2.2. Generalidades del plátano (*Musa paradisiaca*)

2.2.1. Descripción

Musa paradisiaca es una planta que posee gran importancia tanto alimenticia como económica y sociocultural, se cultiva ampliamente en regiones tropicales, después del maíz, arroz y trigo, el cual ocupa el cuarto lugar en producción de alimentos en el mundo, este se siembra en unas 5 029 997 hectáreas, produciendo 30 471 870 toneladas anuales, de las cuales el 73 % se encuentran en países africanos, 3 % en los países asiáticos, 25 % en los países latinoamericanos, dentro de los países que producen mayor cantidad están Colombia, Ecuador, Perú, Panamá y Venezuela (Ancasi-Espejo et al., 2016). El plátano es una fruta que contiene en mayor cantidad almidón, algunas investigaciones realizadas mencionan la importancia de los beneficios para la salud, actuando en la reducción del tiempo de transición intestinal, disminuyendo también la glucosa en sangre, así como reduciendo en forma significativa el colesterol, durante el proceso de digestibilidad del almidón presenta diferentes

comportamientos porque no se absorbe en el intestino beneficiando las bacterias duodenales en la alimentación esto se debe a la presencia de la fibra dietética (Soto, 2010).

2.2.2. Origen

El plátano tiene sus orígenes en el Asia meridional, llegando por primera vez a Canarias en el siglo XV, en América por los años de 1516, comercialmente el cultivo tiene su inicio en las Canarias más o menos a fines del siglo XIX e inicios del XX, los conocidos como plátano macho, plátano bananito se cultivaron en el Sudoeste asiático y se viene desarrollando, extendiéndose por muchas regiones del Centro, Sudamérica y del África subtropical; convirtiéndose en una fuente base para la alimentación de diversas regiones tropicales (Orozco y Picón, 2011). Dentro de los principales países donde se produce el banano están: Brasil, China, Ecuador, Filipinas e India; dentro de los países con mayor exportación se tienen a Colombia, Ecuador, Costa Rica y Filipinas (Montoya et al., 2014).

2.2.3. Variedades de plátano (*Musa paradisiaca*)

Inga (2003), comenta que hay variedades del plátano comestible en las que se encuentran dos especies triploides y una hibridación, entre ellas tenemos:

Grupo 1: Se les conoce los bananos triploides AAA, encontrándose entre éstas, las variedades: Cavendish, seda, y Lacatan.

Grupo 2: Triploides BBB, entre éstas se encuentran: Inguiri, Bellaco y Guayabo.

Grupo 3: Triploides ABB, son los menos conocidos, entre estos se encuentra la variedad Isla.

2.2.4. Contenido de nutrientes de la pulpa de plátano fresco

El contenido de nutrientes de la pulpa de plátano se muestra en la Tabla I.

Tabla 1. Contenido de nutrientes de la pulpa de plátano fresco.

Características	Contenido
Agua	74,91 g
Carbohidratos	22,84 g
Proteínas	1,09 g
Energía	89 Kcal
Grasa	0,33 g
Fibra	2,6 g
Azúcar	12,23 g
Potasio	358 mg

Fuente: Yamamoto (2015).

2.3. Generalidades de harina

Es un polvo que se obtiene a base del trigo siendo la materia prima más común; la presencia del gluten es importante en las harinas, cuando el gluten es bajo, se le conoce como harina con bajo contenido en gluten (sin la presencia del gluten) y cuando contiene alto gluten se le conoce como alto en gluten. La presencia del gluten en la harina es aproximadamente de 12 a 14 %, siendo el más adecuado para la obtención de panes. La harina que contiene bajo

gluten tiene una textura suave y puede ser utilizada para elaborar pasteles de textura suave (Llempen, 2020).

2.3.1. Harina de plátano

Es un alimento más equilibrado que contiene todo el grupo de vitaminas y nutrientes, del mismo modo es un alimento rico en hidratos de carbono, sales minerales, se tiene los siguientes compuestos: potasio, fósforo, calcio orgánico, hierro, cobre, flúor, yodo, magnesio, presencia de las vitaminas A, complejo B y la vitamina C. (Orozco y Picón, 2011). Campuzano et al. (2018) indican que la harina de plátano ha sido reconocida como ingrediente funcional, debido a su patrón nutricional saludable. Sin embargo, las harinas elaboradas con plátano maduro y verde muestran características diferentes, cabe mencionar que se dispone de escasa información sobre los cambios experimentados durante la maduración de este banano.

El plátano presenta aproximadamente 33,54 % de cáscara, 66,46 % de pulpa, en el proceso de elaboración de harina se obtiene 32,5 % de rendimiento, siendo la humedad 5 % (Barrios, 2017).

2.3.2. Elaboración de harina de plátano.

El flujo para el procesamiento de harina de plátano según indica Orozco y Picón (2011) se presenta en la Figura 1, cuyas operaciones se describen a continuación.

Cosecha y/o acopio: Se realiza la recolección del plátano, cortando los racimos que ya están llenos.

Clasificación: La clasificación se realiza mediante la separación de manos y dedos, este proceso se hace manualmente, siendo necesario la utilización de operarios con mucha práctica y velocidad de operación, se emplean cuchillos grandes para esta labor.

Lavado: Se realiza por inmersión con la finalidad de eliminar suciedades y desinfectar la fruta asegurando así la inocuidad del producto final. Para esta operación se utiliza agua en cantidad suficiente para tener el producto a flote, a esta agua se adiciona cloro en concentración de 10 ppm, la operación es realizada en tanques que contienen rejillas o canastillas que permitan retirar el producto, luego se traslada a un tanque de enjuague por medio de la transportadora.

Enjuague y escurrido: Enjuagar la fruta tiene como finalidad eliminar los restos de jabón y/o hipoclorito de sodio que ha quedado en el producto, se utilizan rejillas o bien canastillas que permiten retirar el producto y escurrirlos antes de realizar el corte. Igualmente se trasladan por medio de fajas transportadoras con rejillas para escurrir completamente el producto.

Pelado y rebanado: El pelado se hace en forma manual para el cual se requieren operarios con mucha agilidad y práctica, en esta operación se realiza de forma mecánica para tener la característica de un solo grosor, si el rebanado no es uniforme habrá problemas por la pérdida de energía durante el deshidratado, el corte adecuado es de 2 a 4 mm.

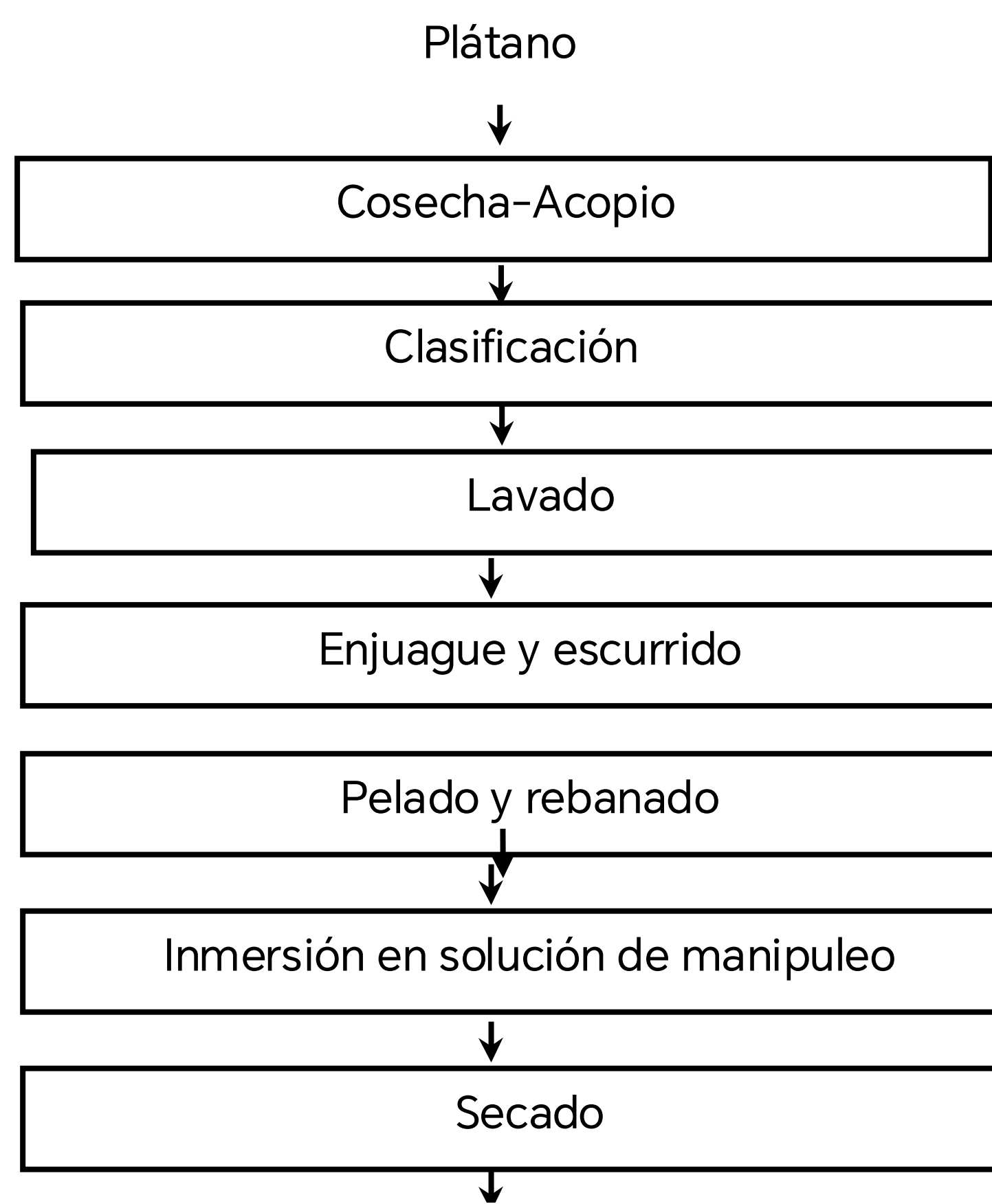


Figura 1. Flujograma de elaboración de harina de plátano.

Inmersión en solución de manipuleo: La inmersión se realiza en una solución acuosa con 1 % de solución de ácido ascórbico y 4 % de ácido cítrico, para impedir la reacción de pardeamiento de los plátanos que modifiquen las características organolépticas de la harina. El proceso de inmersión se lleva a cabo en recipientes, las muestras son extraídas con el uso de rejillas o canastillas, colocándose luego en bandejas para el secado.

Secado: Se ajusta la temperatura de salida a 50 °C durante el secado, luego se pone un ventilador con un gradiente de velocidad de 1 m/s, un espesor de 0,002 m y una velocidad de 9,1 m/s en el proceso de secado de plátanos, utilizando estos parámetros, como pérdida de humedad 0,516 kg agua/kg materia seca en el tiempo anticrítico de 1.34 horas hasta alcanzar una

humedad de equilibrio de 0,053 kg agua/kg materia seca (Figueredo-Rondon y González-Gutiérrez, 2017).

Molienda: El producto seco en forma de rodajas se traslada al molino, alimentándose de muestras secas para la reducción de los trozos del plátano en polvo con partículas finas.

Tamizado: La harina se pasa por un tamiz vibratorio regulado de mayor a menor, por un tiempo de 10 min (Echevarría et al., 2015).

Empacado y rotulado: La harina fortificada que se encuentra en el silo de almacenamiento se traslada a un dosificador micrométrico que dosifica la cantidad de producto que se necesita, envasándose en bolsas de polipropileno. Después del llenado se sellan las bolsas.

Almacenado: Se recomienda mucho cuidado en las condiciones del lugar de almacenamiento del producto envasado antes de su comercialización, ya que la humedad, así como la luz y las altas temperaturas, podrían deteriorar al producto o modificar sus características organolépticas estando empacado en las bolsas, en costales o en los silos.

Comercialización: Es recomendable transportar según las especificaciones técnicas del producto y mantener la cadena hasta su consumo final.

2.3.3. Características fisicoquímicas de la harina de trigo.

Montoya et al. (2014), manifiestan que es de suma importancia el conocer cómo evolucionan las características fisicoquímicas en las frutas, dentro de los que resultan relevantes la humedad, proteína, fibra, cenizas y grasa, que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis fisicoquímico para harina de plátano

Componente (%)	<i>Musa paradisiaca</i>
Humedad	5,72
Proteína	2,84
Fibra	2,3
Cenizas	2,6
Grasa	0,57

Fuente: Montoya et al. (2014)

2.4. Generalidades del farinógrafo

Es un equipo que ayuda a medir la consistencia de una masa según los mecanismos de las fuerzas en el proceso de mezcla a una velocidad invariable mediante la absorción de agua. Durante el proceso de amasado en gran parte el almidón y las proteínas absorben mayor cantidad de agua.

Periodo de desarrollo: El tiempo máximo de formación de la masa en el proceso de amasado es necesario considerar desde el punto de inicio de incorporación de agua hasta lograr la estabilidad más adecuada de la masa. El tiempo de amasado es entre 1 a 4 min en trigo blando donde es de poca elasticidad y 4 min en el trigo duro donde tiene una característica más resistente a la elasticidad y sobre el trigo importado de China su formación 2,3 min en promedio.

Periodo de estabilidad: El tiempo de la curva más óptima es de 500 BU en el desarrollo de la masa, sobre ello la estabilidad de la masa debe tener una característica que refleja buena resistencia a la degradación y tiene el reflejo al enlace de disulfuro en la glutenina con características fuertes y difíciles de romper la masa.

Grado de ablandamiento: Señala el grado de resistencia al manipular la masa, es decir, la capacidad de resistir la agitación mecánica. Cuanto mayor es el grado de ablandamiento (debilitamiento), más débil es el gluten de la harina, y el producto terminado es difícil de moldear y fácil de colapsar.

Hora de llegada: Tiempo que tarda la harina en comenzar a mezclarse con agua hasta que la curva limosa alcanza los 500 BU, también indica la cantidad de tiempo que la harina absorbe agua.

Hora de salida: Se refiere al tiempo transcurrido desde que la harina se mezcla con agua y la curva limosa sale de la línea 500 BU.

Coefficiente de resistencia mecánica (Índice de tolerancia de mezcla):

Es la diferencia entre el BU en el pico más alto de la curva limosa y el BU en la curva limosa luego de 5 minutos. A menor diferencia, el gluten de la harina es más fuerte.

Tiempo de avería (tiempo de avería): Se refiere al tiempo transcurrido desde la adición de agua y la agitación hasta la disminución de 30 UB en la altura máxima de la curva. Este valor indica que, si continúas revolviendo, el gluten se romperá, es decir, agitación excesiva.

Ancho de curva: Es la distancia vertical de la curva, expresada en BU. El ancho de banda refleja la elasticidad de la masa o su gluten, y cuanto más ancho es, mayor es la elasticidad de la masa.

Valor de evaluación: Muestra el promedio del valor evaluado después de 12 min en una escala de 0 a 100, donde se muestra el índice del tiempo de desarrollo de la masa, teniendo un tiempo y grado de ablandamiento constante (Llempen, 2020).

2.5. Generalidades del pan

2.5.1. Textura

Es el resultado de la prueba de compresión, adecuada por la AACC 74-10a (Asociación Americana de Químicos de Cereales), que se utiliza en los tiempos actuales para el análisis textural y evaluación del estado del pan.

La textura del pan es el resultado del equilibrio entre los distintos constituyentes de la masa y los tratamientos tecnológicos recibidos durante su elaboración (mecánico y térmico). Por otra parte, el envejecimiento del pan es un fenómeno complejo que se atribuye fundamentalmente a la retrogradación del almidón, en el que intervienen otros factores como el traslado del agua, modificación en la firmeza del gluten y las interacciones entre sus componentes. Su repercusión más importante es el aumento de la firmeza del pan (Acosta, 2013).

2.5.2. Color del pan

El color de los alimentos principalmente es característico a la materia prima o algunos compuestos predominantes en color y también se debe al método de procesamiento.

El color es un parámetro muy importante para evaluar físicamente los productos y determinar la calidad de los alimentos, siendo necesario utilizar métodos de medición objetivos para obtener valores de comparación y reproducción. El color se ve afectado por muchos factores, como la iluminación, el propio observador, el espectro visual, los pigmentos o propiedades de la superficie, el tamaño, textura y brillo de la muestra que se analiza (Mathias-Rettig y Ad-Hen, 2014).

2.5.3. Análisis sensorial de pan

Se consideran los siguientes atributos como: color, aroma, sabor y textura siendo estos los criterios más relevantes en la calidad del pan. También menciona que se puede medir con aparatos mecánicos los atributos

mencionados, donde es posible cuantificar con los paneles de catadores (Espinoza y Ludeña, 2018).

2.6. Generalidades del pan de molde

El pan de molde se obtiene cocinando el producto en forma de masa madre, que se coloca en moldes con los siguientes ingredientes: harina, agua, sal, azúcar, levadura, mantequilla y otros aditivos permitidos. El pan de molde, también llamado pan cuadrado, pan de lactato o lactal, y/o pan de caja tiene una textura muy suave porque se hornea en un molde, contando con un tiempo de conservación mayor, comparado con otros panes. Tiene mayor contenido de grasa que un pan común porque tiene como ingrediente mantequilla u otras grasas (NTP 206.004:1988).

2.6.1. Características fisicoquímicas del pan de molde.

Las Características fisicoquímicas del pan de molde según la Norma RM N° 1020-201/MINSA se indican en la Tabla 3.

Tabla 3. Reporte de las características fisicoquímicas del pan de molde.

Producto	Parámetro	Límites Máximos Permisibles
Pan molde (blanco, integral y sus productos tostados)	Humedad	40 %
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	0,5 % (Base seca)
		4,0 % (Base seca)
	Cenizas	

Fuente: Norma RM N° 1020-201/MINSA

2.6.2. Composición nutricional del pan de molde

La composición nutricional del pan de molde según la Tabla de Composición de Alimentos se indica en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición nutricional del pan de molde

Información nutricional	100 g
Energía	317 Kcal
Agua	20.8 g
Proteína	6,8 g
Grasa total	2,5 g
Carbohidratos totales	69,2 g
Carbohidratos disponibles	66,8 g
Fibra dietética	2,4 g
Cenizas	0,7 g
Calcio	13 mg
Hierro	0,40 mg

Fuente: Tabla peruana de composición de alimentos/MINSA (2017)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en la Universidad Nacional Agraria de Selva, Tingo María, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, a 660 metros sobre el nivel del mar, latitud 09° 17' 08" S, longitud 75° 59' 52" O, en una zona tropical. Clima húmedo, con una humedad relativa media del 84 %, presión atmosférica 701,16 mmHg, temperatura media anual de 24 °C, en los laboratorios de análisis sensorial, análisis de alimentos, laboratorio de harinas y sucedáneos y en el laboratorio de análisis por instrumentación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán- Huánuco.

3.2. Materia prima

La materia prima empleada fue plátano verde (*Musa paradisiaca*) de la variedad guayabo, recolectado en la localidad de Tingo María, Afilador en la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco a 660 metros sobre el nivel del mar, latitud 09° 17' 08" S, longitud 75° 59' 52" O, en una zona tropical, clima húmedo,

con una humedad relativa media del 84 %, presión atmosférica 701,16 mmHg, temperatura media anual 24 °C.

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Equipos

Secador industrial, Reometro dough Lab 2500 para harina, texturómetro (Brookfield CT325K), colorímetro análisis digital (Konica Minolta CR 400), Amasadora sobadora (Capacidad 25 Kg, marca Nova), cámara de fermentación (Nova), horno industrial (marca nova modelo max mil), balanza analítica tipo AE 163 (METLER TOLEDO switzerland), estufa tipo ODH6-9240 A (TOMOS HeatingDrying Oven), mufla marca CIMATEC SAC (temperatura graduable entre 0 a 1200° C), Molino industrial, selladora de empaques y tamiz N° 250.

3.3.2. Materiales

– **Vidrio:** Probetas de 50, 100, 250ml, matraz volumétrico de 250, 500 y 1000 ml, pipetas de 2, 5 y 10 ml, placas petri, crisol de porcelana, vaso de precipitación de 50 a 250, campana de vidrio, balones de fondo plano, perlas de vidrio, tubos de ensayo y embudos de vidrio.

– **Plástico:** Baldes de plástico, jarras medidoras de 250 y 500 ml, tabla de picar, platos descartables, vasos descartables.

– **Otros materiales:** Cuchillos de material de acero inoxidable, machete, rodillos de madera, moldes para pan, ollas, mortero, marcadores indelebles, papel toalla, pinzas de metal, mechero Bunsen, soporte universal, papel filtro.

3.3.3. Reactivos

Hidróxido de sodio 0,1 N, fenolftaleína al 1 %, metanol, hipoclorito de sodio al 1 % 10ppm, guayacol 1 %, peróxido de hidrógeno al 1 % y agua destilada.

3.4. Métodos de análisis

- Determinación de humedad: Método A.O.A.C 930.04 (1997).
- Determinación de ceniza: Método A.O.A.C 930.05 (1997).
- Determinación de acidez titulable: Método A.O.A.C. 942.15 (1997).
- Determinación de proteína cruda: Método A.O.A.C 978.04
- Determinación de fibra cruda: NTP 205.003:1980(Revista 2011).
- Análisis farinográfico: con el uso del Reómetro Dough Lab 2500 para harina, según el método del farinograma.
- Análisis sensorial: Utilizando una escala hedónica estructurada de cinco puntos (me gusta - no me gusta), realizando un análisis sensorial de la percepción de cada atributo tal como lo describe Anzaldúa-Morales (1994).
- Análisis de textura: La textura de los panes se determinó en el texturómetro, comprimiendo dos veces las muestras colocadas en el centro a 20 % de su altura y a 1,7 mm/s de velocidad (Güemes et al., 2009).
- El color del pan se determinó según el método de laboratorio CIE utilizando un colorímetro (Konica Minolta CR 400) que evaluó L*, luminosidad, a* (- verde/rojo) y b* (- azul/amarillo). Además de cromaticidad (C*) y ángulo de tonalidad (h°).

3.5. Metodología experimental.

3.5.1. Elaboración de harina de plátano verde de la variedad guayabo.

La harina de plátano verde fue obtenida según las operaciones que se muestran en el diagrama de flujo de la Figura 2.

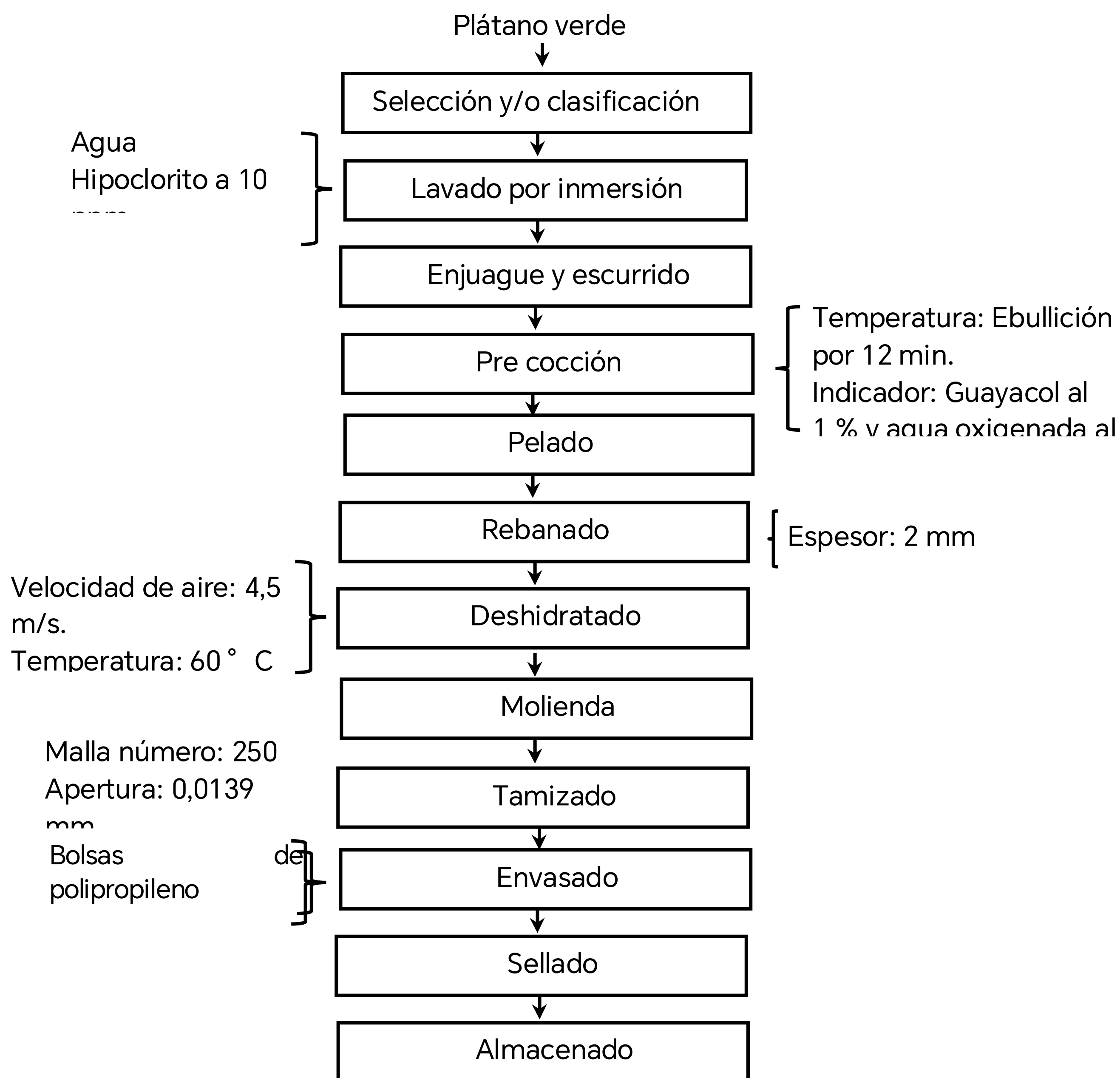


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de plátano verde (Bustos y Marapara, 2016).

Descripción de operaciones:

Selección y/o clasificación: Se seleccionó y/o clasificó plátano verde (*Musa paradisiaca*) de variedad guayabo en buen estado de conservación, teniendo en cuenta la calidad de fruto.

Lavado: Esta operación se realizó por inmersión con la finalidad de eliminar y desinfectar los plátanos verdes (*Musa paradisiaca*) para garantizar la inocuidad del plátano. Se utilizó una concentración de 10 ppm de hipoclorito de sodio 1 % por 10 min.

Enjuague: El enjuague se realizó con el fin de eliminar restos del hipoclorito de sodio que podrían haber quedado en el producto y seguidamente se realiza el escurrido para eliminar el agua para continuar con la siguiente operación.

Pre cocción: Se cortaron los plátanos en trozos de 5 cm de longitud con todo y cascara prosiguiendo se sumergieron en agua a punto de ebullición por 12 min.

Pelado: El pelado se hizo en forma manual, posteriormente se realizó el pesado de la merma.

Rebanado: El rebanado fue manual con un chiflero en forma circular con un diámetro de 2 mm.

Deshidratado: Utilizando un secador de lecho fluidizado colocando las hojuelas en las bandejas de acero inoxidable, se usó una velocidad de aire 4,3 m/s, temperatura de 60 ° C y tiempo de 12 h.

Molienda: El producto seco se lleva a un molino industrial para la obtención de harina en partículas finas.

Tamizado: Se realizó con un tamiz vibratorio industrial. Se obtuvo la harina utilizando una malla número 250 con apertura de 0,0139 mm.

Envasado: Para esta operación se envasó el producto en bolsas de polipropileno.

Sellado: Esta operación se realizó inmediatamente después del envasado y se colocó la fecha de producción.

Almacenado: Se almacenó a temperatura ambiente.

3.5.2. Caracterización fisicoquímica de la harina de plátano verde.

En el estudio realizado se evaluaron las características de humedad, cenizas, acidez titulable, fibra y proteína, se desarrolló según los métodos mostrados en el ítem 3.4.

3.5.3. Caracterización farinográfica de la mezcla de harinas

El análisis se realizó con el Reometro Dough Lab 2500, en la harina de trigo y en las mezclas de las harinas, en las que se determinaron: tiempo de desarrollo, estabilidad, decadencia y elasticidad, para ello se utilizó 300 g de las mezclas de harinas.

3.5.4. Elaboración de pan de molde con diferentes formulaciones

Se realizó según las operaciones indicadas en el flujograma de la Figura 3

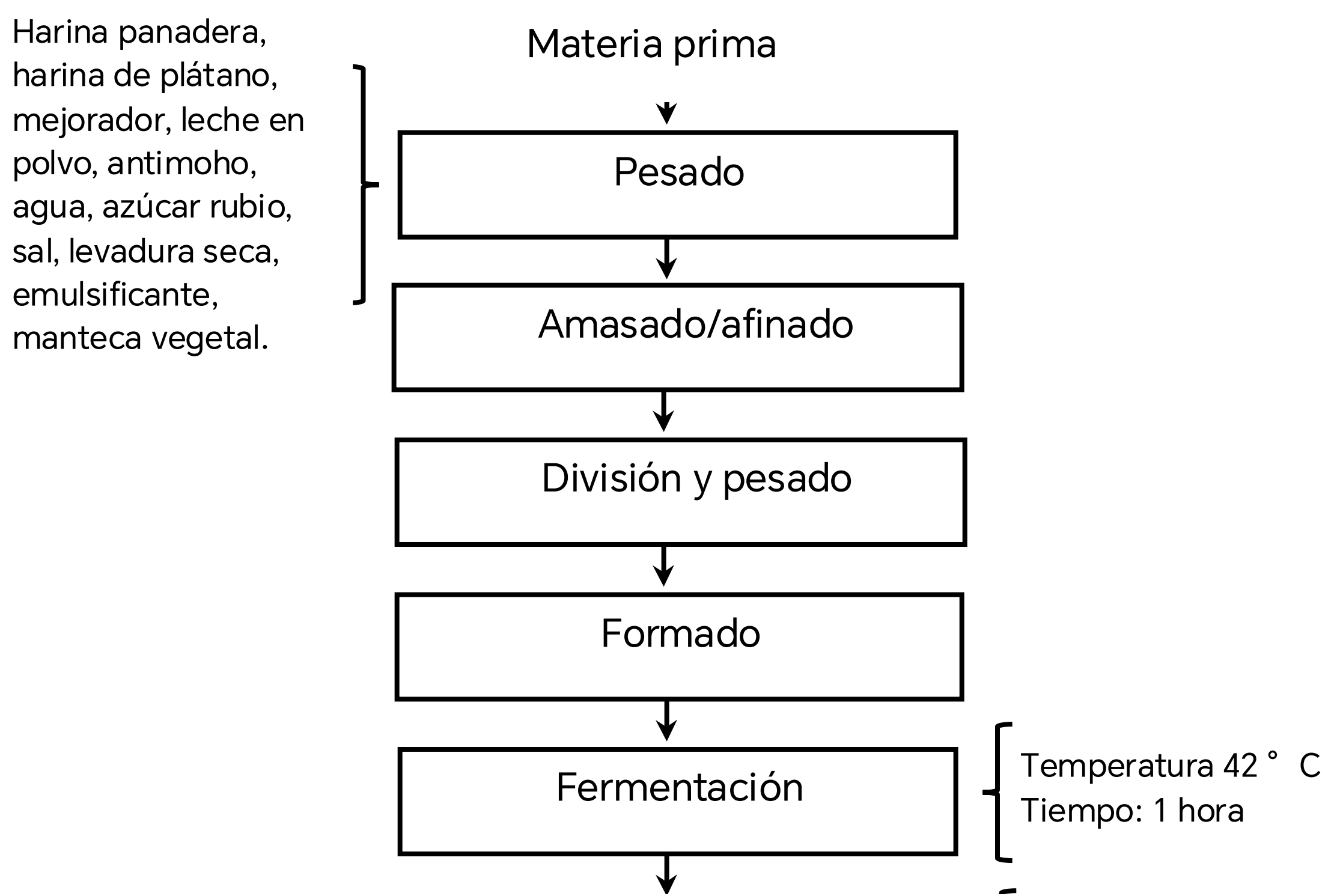


Figura 3. Diagrama elaboración del pan de molde.

Materia prima: Las materias primas utilizadas fueron harina de trigo y plátano guayabo con las diferentes proporciones que se muestran en la Tabla 5.

Pesado: En este paso se pesan los ingredientes e insumos necesarios para cada formulación de pan de molde mediante una balanza analítica.

Tabla 5. Formulaciones para el proceso de elaboración de pan de molde

Materia prima e insumos	Tratamientos			
	Testigo	Sustitución harina de plátano guayabo		
	T0	T1	T2	T3
Harina panadera (000)	55,94	45,94	40,94	35,94

Harina de plátano	0	10	15	20
Mejorador	0,06	0,06	0,06	0,06
Leche en polvo	1,11	1,11	1,11	1,11
Antimoho	0,16	0,16	0,16	0,16
Agua	31,69	31,69	31,69	31,69
Azúcar rubio	2,79	2,79	2,79	2,79
Sal	0,95	0,95	0,95	0,95
Levadura seca	1,11	1,11	1,11	1,11
Emulsificante	1,11	1,11	1,11	1,11
Manteca	5,03	5,03	5,03	5,03
TOTAL	100 %	100 %	100 %	100 %

Amasado/afinado o sobado: Se realizó en tres etapas; etapa 1: Se colocó en la amasadora industrial: agua, levadura, azúcar rubio, emulsificante, sal y se mezcló por 3 min a primera velocidad. Etapa 2: Se adicionó la harina, leche en polvo, antimoho, mejorador y se batió por 4 a 5 min en primera velocidad. Etapa 3: Se adicionó la manteca vegetal por 2 min a primera velocidad; luego se procedió al afinado a segunda velocidad hasta lograr una masa homogénea (punto liga).

División y pesaje: Una vez mezclado y batido se obtuvo una masa homogénea (punto liga), se realizó la división y el pesaje de 700 gramos por cada molde.

Boleado o formado: Se realizó con una forma de camote, por su parecido y su forma a una barra de pan.

Fermentación: Se llevó a fermentación por 1 hora a 42 ° C

Horneado: Se realizó a 123 ° C por 45 min.

Enfriado: Se realizó por un periodo de 1 hora a temperatura ambiente.

Empaquetado: Se empacó en un empaque de bolsas de polietileno.

Sellado: Esta operación se realizó con el fin de que no se altere el producto y para garantizar el buen estado de conservación e higiene.

Almacenado: Se realizó a temperatura ambiente.

3.5.5. Evaluación sensorial del pan de molde

Se evaluaron las diversas formulaciones en estudio y la muestra control utilizando una escala hedónica de 5 puntos, los valores son los siguientes: me disgusta mucho: 1, me disgusta: 2, ni me gusta ni me disgusta: 3, me gusta: 4, me gusta mucho: 5, calificando los siguientes atributos: color, aroma, textura, sabor y aceptación general. El formato de evaluación de satisfacción se adjunta en el Anexo 1, y en la prueba participaron de 20 a 30 evaluadores semi entrenados (Alvarado y Cerna, 2017).

3.5.6. Evaluación de las características de textura del pan de molde

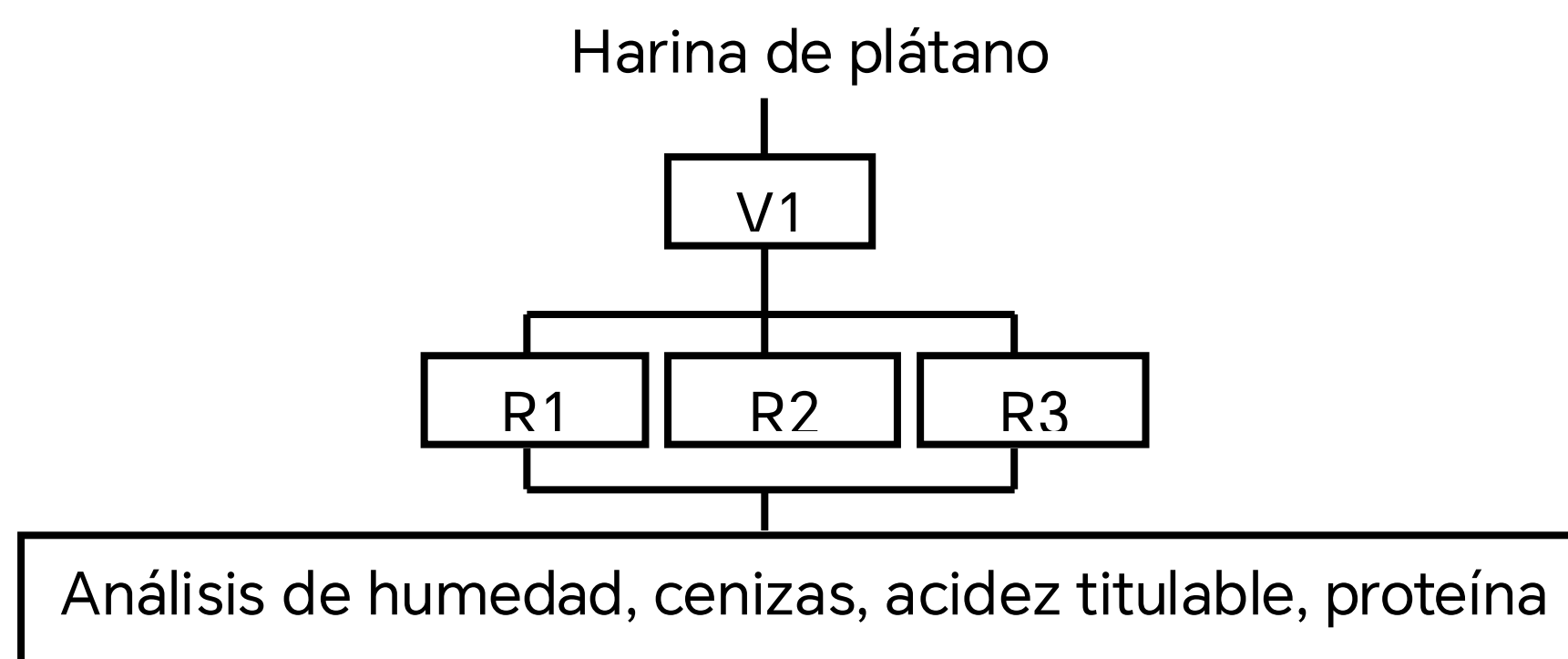
Esto se hizo con un analizador de textura (Brookfield Engineering Lab, Inc.). Durante la punción, se utilizó una sonda TA36 de 7 mm de diámetro, y se trabajó a una velocidad de 2 mm/s hasta una profundidad de 10 mm. Para el análisis del pan se realizaron rebanadas de 20 mm de espesor utilizando una sonda TA4/100 de 25 mm de diámetro, a una velocidad de 5 mm/s hasta alcanzar el 15 % de compresión, dejando 5 s para la segunda compresión (Manobanda, 2017).

3.5.7. Evaluación de los parámetros de color de la miga del pan

El color de las muestras se determinó con el colorímetro (Konica Minolta) con el sistema CIELAB, con los parámetros L^* (luminosidad), a^* (- verde / + rojo) y b^* (- azul / + amarillo) además, la cromaticidad (C^*) y el ángulo de tonalidad (h°).

3.6. Diseño experimental

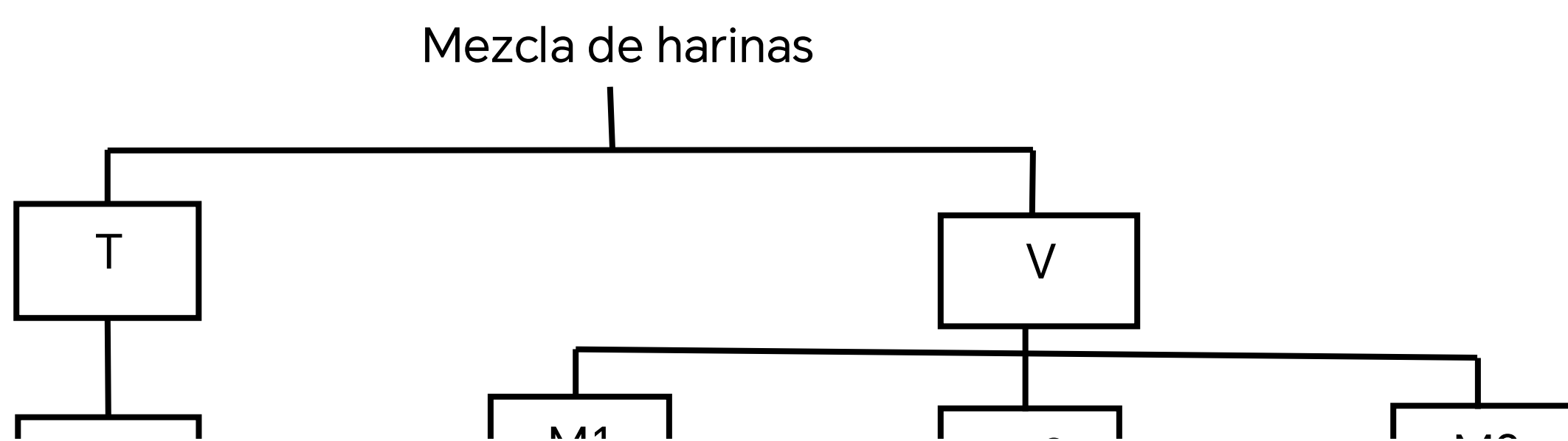
3.6.1. Caracterización fisicoquímica de la harina de plátano



V (1) = Variedad (Guayabo), R = repeticiones

Figura 4. Diseño para evaluar la caracterización fisicoquímica de la harina de plátano.

3.6.2. Caracterización farinográfica de las mezclas de harinas.

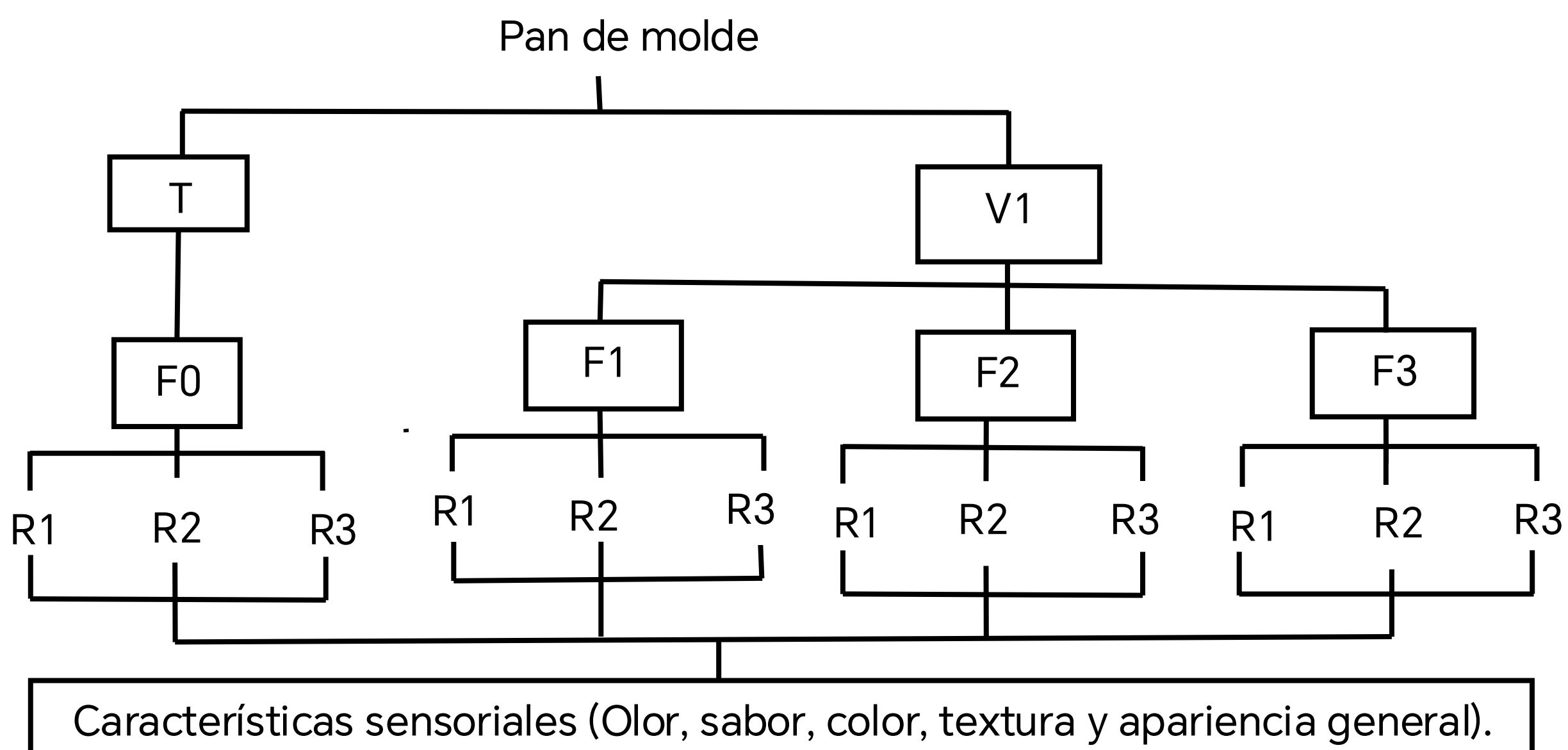


T= Testigo, V: harina de plátano verde (Guayabo), M= mezclas (1,2 y 3)

Ri =repeticiones (1, 2,3).

Figura 5. Diseño para evaluar la caracterización farinográfica de las mezclas de harinas.

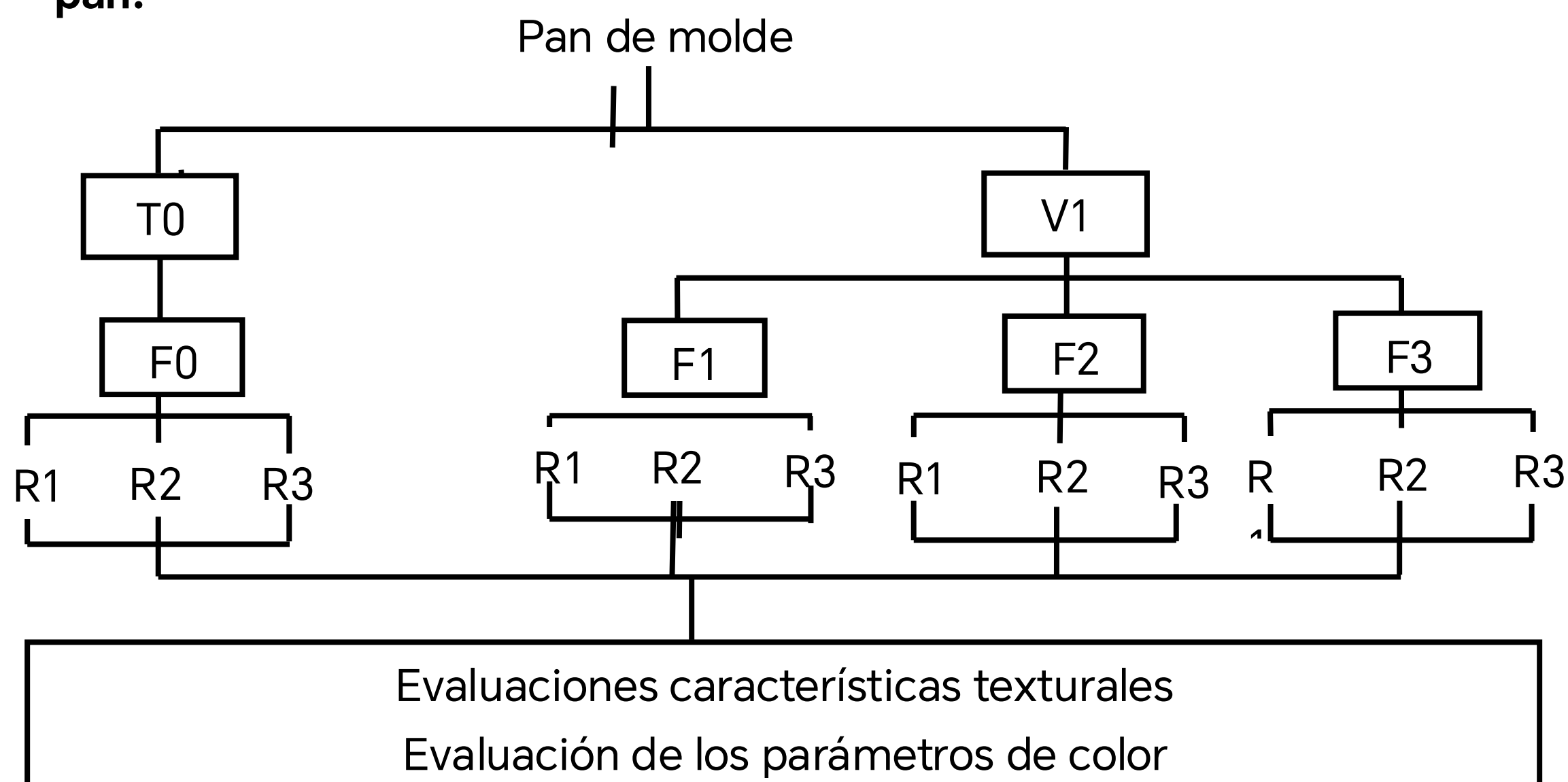
3.6.3. Evaluación sensorial del pan de molde



T= Testigo, V: Variedad de plátano verde (Guayabo), F: Formulaciones (1, 2,3), R= repeticiones (1, 2,3).

Figura 6. Diseño para evaluar análisis sensorial de pan de molde

3.6.4. Evaluación de las características de textura y color de la miga del pan.



T0= Testigo, V: Variedad de plátano verde (Guayabo), F: Formulaciones (1, 2,3), R= repeticiones (1, 2,3).

Figura 7. Diseño para evaluar las características texturales y de color de la miga de pan de molde

3.7. Análisis estadístico

Se empleó un DCA para determinar los niveles de significación estadística, del diseño experimental de las Figuras 5,6 y 7 con tres repeticiones, se utilizó la prueba de Tukey (Hernández-Monzón et al., 2014).

Variable independiente: Porcentaje de sustitución de harina.

Variable dependiente: Humedad, cenizas, acidez titulable, proteína, fibra, olor, sabor, color, textura, apariencia general. Parámetros de textura y de color, según la ecuación matemática:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Humedad, cenizas, acidez titulable, proteína, fibra, olor, sabor, color, textura y apariencia general. Parámetros de color y de textura

μ = Media general

α_i = Es el efecto del i - ésimo nivel de las formulaciones.

E_{ij} = Error experimental

Los datos fueron evaluados a través de un análisis de varianza (ANVA) y la prueba de significación estadística de Tuckey al 5 % de probabilidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Obtención de la harina de plátano verde variedad guayabo

La harina de plátano de la variedad guayabo fue obtenida según las operaciones que se indican a continuación:

– Recepción de materia prima y clasificación

Se recibió la materia prima en condiciones adecuadas, libre de daño mecánico y se clasificó según tamaño uniforme. Según Martínez (2011), en esta operación se recibe los tubérculos, se clasifican según su tamaño, ya que del buen estado de la materia prima dependerá el rendimiento que se obtendrá.

– Pesado

Esta operación se realizó en una balanza de precisión. Bertinetti (2021) indica que esta operación es de importancia ya que de ello dependerá el cálculo del rendimiento.

– Lavado y escurrido

Esta operación se realizó para eliminar y desinfectar los plátanos a fin de garantizar la inocuidad de la fruta, se utilizó agua con una concentración de 10 ppm de hipoclorito de sodio 1 % por 10 min. Según Bisso (2012) por medio del lavado se elimina todo tipo de material extraño o contaminante que se encuentre adherido a la materia prima.

– Pre cocción

Los plátanos se cortaron en trozos de 5 cm de longitud, luego se llevó a pre cocción por 12 minutos, tomando como indicador de reacción enzimática, guayacol y peróxido de hidrógeno al 1 %. Rosario (2018) menciona que los frutos clasificados se colocan en agua hirviendo, luego se cortan las puntas de ambos extremos del banano con un cuchillo de acero inoxidable y pelarlo con cuidado, evitando manipular mal la pulpa.

– Pelado, rebanado

Se realizaron cortes en rodajas con un espesor de 2 mm de manera manual con un cuchillo y una laminadora manual. Medranda et al. (2019) indica que el corte de la fruta ya sea en rodajas o cubitos ayudan a agilizar los procesos posteriores como es el secado.

- Deshidratado

Se utilizó un secador de lecho fluidizado colocando las hojuelas dentro de la malla del equipo, se usó una velocidad de aire de 4,3 m/s, temperatura de 60 ° C y tiempo de 12 h. Romero (2019) recomienda esparcir la materia prima picada/cortada en redes o charolas, secándolo hasta una concentración final de alrededor del 10 %. Debido al alto costo de este procedimiento, lo más aconsejable sería un secado mixto (secado previo con aire caliente y secado final).

- Molienda

El producto seco se llevó a molienda en un molino de martillo para la obtención de harina en partículas finas. Bertinetti (2021) utilizó un molino de martillo por el que pasan los trozos secos para ser reducidos a partículas pequeñas, obteniéndose así la harina.

- Tamizado

La harina sale del molino con diferentes tamaños de partículas, por lo que conviene pasarla por un tamiz para conseguir un producto uniforme. El proceso antes mencionado se lleva a cabo pasando el material a través de una malla de acero tejida N° 250 o una placa perforada con orificios.

- Envasado y sellado

Para esta operación se envasó el producto en bolsas de polipropileno de espesor 1,5 micras, luego fueron selladas y se colocó en bolsas de papel kraft con ventana, bolsas de pie con cierre hermético para empacar alimentos, para evitar la humedad. Vargas (2014) indica que las bolsas de polipropileno son utilizadas en diversas industrias, en esta investigación se hizo propicio el uso del

envase de polipropileno ya que este tipo de bolsa de alta transparencia y brillo, lo hace especial para empacar, envasar.

- Almacenado

A temperatura ambiente, seco, limpio y bien ventilado, para su conservación hasta la comercialización.

4.1.1. Balance de materia en la obtención de la harina de plátano verde.

En la Figura 8, se muestra el balance de materia del proceso de obtención de la harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) de la variedad guayabo.

Con respecto a los resultados, se puede observar que existe menor pérdida en las operaciones de lavado/escurrido (0,001 %) y molienda (0,004 %). En la pre cocción se incrementa el peso en un 2,37 %, esto debido a que la materia prima es sometida a ebullición en cortes de 5 cm, el cual absorbe agua, hecho por el cual aumenta el peso. De igual manera, se producen mayores pérdidas en las operaciones de pesado y clasificación (30 %), pelado/rebanado (20,34 %) y secado (25,97 %).

El rendimiento por proceso fue de 26 %.

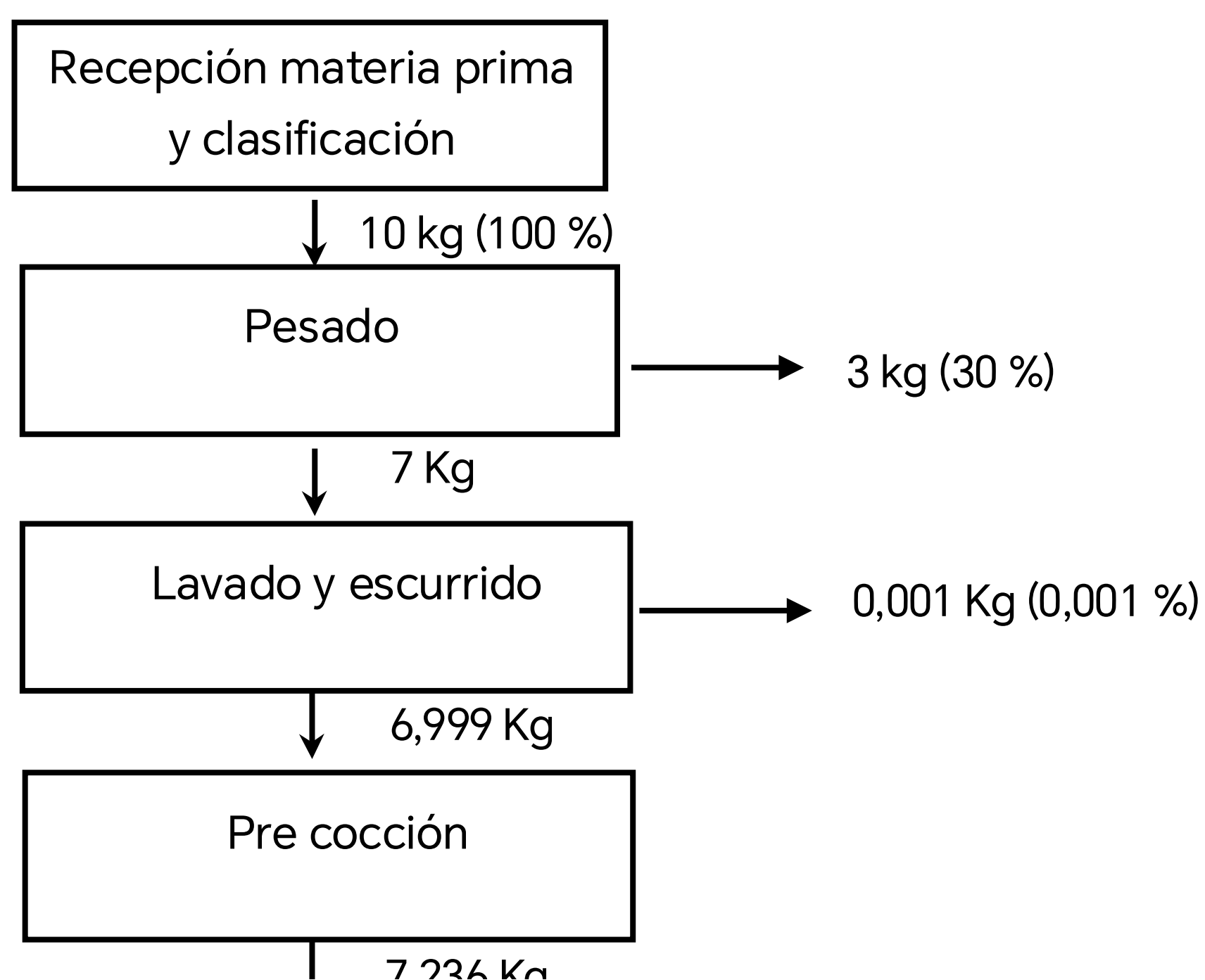


Figura 8. Diagrama de balance de materia en la obtención de harina de plátano verde.

4.2. De la caracterización fisicoquímica de la harina de plátano verde

Los resultados de la evaluación fisicoquímica se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Características fisicoquímicas de la harina de plátano.

Análisis	Resultado
Humedad (%)	8,00
Ceniza (%)	2,00
Acidez (%)	0,24
Fibra cruda (g/100g de muestra)	0,9
Proteína (g/100g de muestra) (factor 6,25)	3,00

Humedad

Según los resultados, la harina de plátano verde presentó 8 % de humedad, evidenciando un valor menor a la investigación de Encarnación y Salinas (2017) quienes obtuvieron 10,4 %, esto podría deberse a la variedad de plátano, tiempo en horas de secado, temperatura, almacenamiento y envasado.

Ceniza

En cuanto al análisis de ceniza se tuvo un valor de 2 %, valor inferior a los estudios de Martínez et al. (2016) Sobre la caracterización fisicoquímica de los cultivares evaluados de plátano y banano de la CCM), de variedad Dominico obtuvieron un valor en ceniza de 2,5 %.

Acidez

Pozo (2019) en su estudio obtuvo 0,10 % de acidez del almidón del plátano verde (*Musa paradisiaca*). El porcentaje de acidez obtenida en la presente investigación fue de 0,24 %, valor superior al dato mencionado anteriormente,

pudiendo deberse a la pérdida por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes.

Fibra cruda

En la investigación de Pozo (2019) se reportó 0,52 % de fibra cruda del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*), en tanto que en el trabajo de Montoya-López et al. (2014) se obtuvo un valor de 0,41 % en fibra de banano Gros Michel (*Musa acuminata* AAA) mientras que en nuestra investigación tuvo un valor de 0,9 g, diferencias que posiblemente se deben al grado de maduración, lugar de producción, variedad de plátano y a las técnicas de extracción.

Proteína

En lo referente a la proteína se tuvo un resultado de 3g/100g de muestra encontrándose este valor aproximado con el reportado en la investigación de Godoy et al. (2016) quienes en harina de plátano (*Musa acuminata*) señalan un contenido de proteína de 2,73g/100g-1, se ve una diferencia mínima en el porcentaje de proteína, posiblemente debido a la variedad y estado de madurez del plátano utilizado.

4.3. Características reológicas de la mezcla de harinas

Los resultados de la evaluación farinográfica se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Análisis farinográfico de las mezclas de harinas.

Mezclas	Absorción de agua (%)	Tiempo de desarrollo (min)	Estabilidad de masa (min)	Ablandamiento de masa (UF)
----------------	------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------

100 % HT	60,9	2,6	12,9	41,0
90 % HT+10 % HP	67,6	2,7	3,8	224,8
85 % HT+15 % HP	70,8	4,0	5,1	345,9
80 % HT+20 % HP	72,6	3,8	4,6	360

HT= harina de trigo HP= harina de plátano

Absorción de agua

La absorción de agua resultó en valores que oscilaron entre 60,9 y 72,6, lo que indica que el porcentaje de absorción de agua de todas las mezclas fue mayor que el de la harina de trigo y se incrementó al aumentar la sustitución, probablemente porque el plátano verde tiene más fibra que tiene la capacidad de absorber agua y también al contenido de gomas y mucílagos. Pacheco y Guisepina (2005) estudiaron el comportamiento farinográfico de las harinas de trigo y plátano, encontraron que al 7% HPV las masas son muy estables siendo resistentes al amasado, la absorción de agua aumenta con la adición de HPV. Mientras que en los estudios de Bertinetti (2021) menciona que el mejor tratamiento de la mezcla de harinas (75 % harina de trigo, 10 % harina de tokosha y 15 % de tarwi) asegura un mayor porcentaje de absorción de agua, alcanzando un valor de 61 a 66 %, así mismo señala que estos valores indican que la masa es duradera y tiene la fuerza para absorber agua.

Tiempo de desarrollo

Magaña et al. (2009) muestra que los tiempos de desarrollo de las variedades evaluadas fueron cortos (<3 min). Núñez (2009) reporta un rango de 1,8 a 2,2 min, mientras que en la presente investigación se obtuvo valores de 2,6 a 3,98 min encontrando resultados similares entre ambas investigaciones donde

muestra que en las sustituciones se alcanzará el punto de máximo de desarrollo en el farinograma antes de lo esperado y concuerdan con las características de trigos suaves.

Estabilidad de masa

En la presente investigación se encontraron valores de T1 (3,8), T2 (5,1), T3 (4,6) y T0 (12,9) min, Magaña et al. (2009) mencionan que la estabilidad es el intervalo donde se mantiene la máxima consistencia de la masa e indica la fuerza de esta. Se considera una masa de buena calidad panadera la que tenga una estabilidad de 10 a 15 min.

Antay (2021), informó que los tiempos estables para el tratamiento de reemplazo de harina de trigo con harina de chía desgrasada: 7,4 min, T8; 6,4 min y para T9; 3,6 min y confirma que la mezcla de harina analizada tiene una resistencia media para hacer pan de molde.

Los valores de estabilidad de las harinas evaluadas en la presente investigación en T1, T2, T3 fueron menores a 10 min y se relacionan con harinas de masas débiles, T0 (HT) presentó mayor estabilidad, en el cual la masa es más fuerte por lo que se relaciona con su alto contenido de gluten seco ya que esta requirió de mayor tiempo para hidratarse.

Ablandamiento de masa

En la Tabla 7 se muestran valores de 41 UF para la harina de trigo y 224,8 a 360 UF para las mezclas de harinas de las diferentes formulaciones Loza (2016) reportó el mayor grado de ablandamiento para el procesamiento con harina de plátano 100 % ($127,30 \pm 0,01$) y el menor para harina 100 % trigo ($88,6 \pm 0,01$), la harina de trigo siempre se ablanda menos que otras harinas de cereales porque contiene más gluten.

4.4. Características sensoriales de los panes de molde

El resultado de la evaluación del análisis sensorial de pan de molde con diferentes niveles de sustitución se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultado de la evaluación sensorial del pan de molde

Tratamientos	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptabilidad general
T0	4,05±0,79 ^{ab}	3,82±0,73 a	3,91± 0,75 ^{ab}	3,86±0,89 ^b	3,95±0,58 ^a
T1	4,23±0,69 ^a	3,95±0,79 a	4,05± 0,65 ^{ab}	4,00±0,82 ^a	4,00±0,62 ^a
T2	4,00±0,76 ^{ab}	3,77±0,75 a	4,14± 0,56 ^a	4,36±0,66 ^a	3,86±0,56 ^a
T3	3,64±0,73 ^b	3,91±0,68 a	3,68± 0,65 ^b	4,00±0,76 ^a	3,91±0,61 ^a

Promedio ±desviación estándar de tres observaciones por cada tratamiento (n=3), ab superíndices con diferentes letras dentro de una fila indican diferencias significativas (p<0,05).

T0= 00 % HT, T1=90 % HT+10 % HP, T2=85 % HT+15 % HP, T3=80 % HT+20 % HP

Color

Según los resultados del análisis sensorial, en color T0, T1 y T2 son estadísticamente iguales, así como T0, T2 y T3. Por otro lado, T1 (10 % de sustitución de harina) tiene el mayor promedio (4,23) calificado entre “me gusta” y “me gusta mucho” ; mientras que el T3 (20 % de sustitución) presentó el valor menor (3,63) entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta” ; se observa también diferencia significativa entre T1 y T3.

Olor

En cuanto al análisis de olor se tuvo valores de 3,95 a 3,77 no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, T1 (10 % de sustitución) presentó el mayor puntaje (3,95).

Textura

En cuanto al atributo textura, el tratamiento que tuvo mayor aceptación es el T2 (T2=85 % HT+15 % HP) con 4,14 y un calificativo de: entre me gusta y me gusta mucho; en los tratamientos T0, T1 y T2 no existe diferencia significativa, así como entre los tratamientos T0, T2 y T3.

Sabor

En cuanto al resultado de sabor T1, T2 y T3 no presentan diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. T2 presenta el mayor puntaje (4,36) calificativo entre “me gusta” y “me gusta mucho” , mientras que el tratamiento T0 (sin sustitución) muestra diferencia significativa con los panes con sustitución, obteniendo el menor puntaje (3,86), conforme aumenta el porcentaje de sustitución de harina de trigo se reduce el nivel de satisfacción del consumidor conforme al sabor.

Aceptabilidad general

De la evaluación sensorial de aceptabilidad general no se muestran diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos en estudio, sin embargo, T1 (10 % de sustitución) presenta el mayor puntaje (4), me gusta mucho.

Los resultados de la investigación presentan valores similares a los estudios reportados por Guerra (2014) en la elaboración de pan molde con sustituciones parciales de harina de mashua muestra que, según el grado de sustitución se percibe disminución en el nivel de satisfacción del consumidor en los atributos de sabor, color, textura y aceptabilidad.

4.5. Características texturales del pan de molde

El resultado de la evaluación de las características texturales con diferentes niveles de sustitución se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Evaluación de las características texturales del pan de molde

Tratamientos	Ciclo 1 Dureza (g)	Deformación según dureza (mm)	Deformación según dureza (%)	Ciclo 1 de trabajo total (MJ)
T0	1045±241 ^b	9,97±0,06 ^a	498,12±3,0 ^a	69,95±21,47 ^b
T1	1101±278 ^b	9,96±0,04 ^a	497,86±1,8 ^a	74,41±18,16 ^{ab}
T2	1101±189 ^b	9,95±0,07 ^a	497,32±3,5 ^a	73,61±14,73 ^{ab}
T3	1419±452 ^a	9,99±0,02 ^a	499,08±0,9 ^a	95,94±33,31 ^a

Promedio ±desviación estándar de tres observaciones por cada tratamiento (n=3), ab superíndices con diferentes letras dentro de una fila indican diferencias significativas (p<0,05).

T0= 00 % HT, T1=90 % HT+10 % HP, T2=85 % HT+15 % HP, T3=80 % HT+20 % HP.

De la Tabla 9, del análisis de textura se evaluó los componentes y se reportó los siguientes valores: ciclo de dureza de 1045 a 1419 g donde se evidencia diferencia significativa estadísticamente mostrándose que la dureza se vio afectada por la adición de harina de plátano (*Musa Paradisiaca*) de variedad guayabo, sin embargo, este efecto fue más pronunciado en T3, la cual posee la mayor sustitución de harina de plátano (*Musa Paradisiaca*), mientras que en deformación según dureza en (mm) se encontró valores de 9,95 a 9,99 y en (%) valores de 497,32 a 499,08, no se encontró diferencia estadística significativa, en cuanto al ciclo 1 de trabajo total (MJ) tuvo valores de 69,95 a 95,94, donde se observa diferencia estadística significativa. En los resultados de la investigación realizada se encontraron valores cercanos a los estudios de Sacón et al. (2016) donde se evaluó el pan a base de harina de camote con diferentes sustituciones, tuvo resultados de elasticidad (6,24 mm) ideal tanto para la maleabilidad de la masa, como para la frescura del pan y en cuanto a volumen es favorable la

inclusión de harina de camote en la formulación del pan. También, Totoy (2022) en su investigación realizó el análisis de textura de pan de molde con harina de zanahoria y reportó que T3 (sustitución 15 % de harina de zanahoria blanca) obtuvo los siguientes resultados: firmeza 1269 gf y masticabilidad 42,7 mJ, que fue también aceptado sensorialmente.

4.6. Parámetros de color en la miga de pan de molde con diferentes formulaciones

Los resultados de evaluación de los parámetros de color se indican en la Tabla 10.

Tabla 10. Evaluación de los parámetros de color de pan de molde.

Tratamiento					
s	L*	a*	b*	C*	H*
			15,47±	15,51±	94,27±
T0	82,58±1,02 ^a	-1,15±0,10 ^b	0,77 ^c	0,77 ^c	0,45 ^a
			18,73±	18,76±	93,49±
T1	81,56±0,63 ^b	-1,14±0,10 ^b	0,69 ^b	0,68 ^b	0,34 ^b
		-1,05±	20,21±	20,24±	92,96±
T2	80,09±0,62 ^c	0,11 ^{ab}	0,55 ^a	0,55 ^a	0,30 ^c
			20,64±	20,66±	92,68±
T3	77,21±0,92 ^d	-0,96±0,10 ^a	0,65 ^a	0,64 ^a	0,31 ^c

Promedio ±desviación estándar de tres observaciones por cada tratamiento (n=3), ab superíndices con diferentes letras dentro de una fila indican diferencias significativas (p<0,05).

T0= 00 % HT, T1=90 % HT+10 % HP, T2=85 % HT+15 % HP, T3=80 % HT+20 % HP.

De los resultados del color se encontró lo siguiente: En cuanto a la luminosidad (L*), los resultados estuvieron entre 77,21 a 82,58 evidenciando diferencia significativa estadísticamente donde la variación de la luminosidad de L* se muestra en los promedios donde disminuye según el porcentaje de

sustitución que va aumentando esto incitado por las reacciones de Maillard y caramelización de azúcares, por tanto depende de la distribución del agua, la presencia de azúcares reductores y aminoácidos, mientras que cromaticidad C^* tuvo valores 15,51 a 20,66, en a^* de -0,96 a -1,15 y b^* se muestran valores de 15,47 a 20,64 y la tonalidad H^* 92,68 a 94,27, próximos a 90° semejante a un color amarillo, con una leve tendencia al color rojo. En general el color de la miga es congruente con el color de las harinas, estos resultados son aproximados al estudio realizado por Gilbert et al. (2018) en sustitución de harina de trigo por torta extruida de sachá inchi (SI) en 6 diferentes sustituciones en la elaboración de pan de molde y reportó los siguientes resultados ($L^* = 73,13$, $C^* = 16,35$, $h^\circ = 86,70$), Da Silva et al. (2011) utilizó harina de linaza en el proceso de pan con sustitución de 10 y 15 % reportando valores de $L^* 68,40$ y $66,73$. Alvitres (2017) en su investigación evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) (5, 10 y 15 %) por harina de plátano (*Musa acuminata*), variedad Ingiri, el cual con 5 % de sustitución de harina de trigo tuvo los mejores valores: L^* (64,87), a^* (1,59) y b^* (15,78).

V. CONCLUSIONES

-La harina de plátano variedad guayabo presentó las siguientes características fisicoquímicas: Humedad 8 %, ceniza 2 %, acidez 0,24 %, fibra cruda, 0,9 g/100g y proteína 3,00 g/100.

- Las mezclas de harina de trigo con harina de plátano en las diferentes formulaciones tuvieron las siguientes características farinográficas: Absorción de agua de 60,9 a 72,6 %; tiempo de desarrollo de 2,6 a 3,98 min; estabilidad de la masa 3,8 a 12,9 min y ablandamiento de masa de 41 a 360 (UF), teniendo como mejor resultado la mezcla de harina de trigo con 15 % de harina

de plátano verde con parámetros reológicos apropiados para la fabricación de pan de molde.

-El tratamiento T1 (10 % de sustitución) tuvo el mayor puntaje de aceptación, calificado entre “me gusta” y “me gusta mucho” , T3 (20 % de sustitución) presentó el menor puntaje (3,63) calificado como “ni me gusta ni me disgusta” . En olor no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, T1 (10 % de sustitución) presentó el mayor puntaje (3,95). En textura: T2 (15 % de sustitución) presentó el mayor puntaje (4,14) calificado entre “me gusta y “me gusta mucho” , el menor puntaje, T3 (20 % de sustitución) con 3,86 puntos. En sabor: T2 presentó el mayor puntaje (4,36) calificado entre “me gusta” y “me gusta mucho” y T0 (sin sustitución) muestra diferencia significativa con los panes con sustitución, obteniendo el menor puntaje (3,86).

-En las características texturales del pan de molde: en ciclos de dureza no se obtuvo diferencia significativa entre T0, T1 y T2 con valores de 1045 a 1419 g, en deformación según dureza 9,95 a 9,99 mm y en porcentaje 497,32 a 499,08 sin diferencia significativa entre los tratamientos, en ciclo de trabajo total: valores de 69,95 a 95,94 (Mj) donde se observó el aumento de valor según el incremento de la sustitución.

-En los parámetros de color: en luminosidad (L^*), se obtuvo valores de 77,21 a 82,50 con diferencia significativa entre ellos, la luminosidad (L^*) disminuye según el incremento del porcentaje de sustitución, en cromaticidad verde-rojo (a^*) se obtuvo valores de -0,96 a -1,15 y en b^* (azul-amarillo), valores de 15,47 a 20,64; en cromaticidad C^* 15,51 a 20,66; en tonalidad H^* 92,68 a 94,27, color amarillo, con una leve tendencia al color rojo. En general el color de la miga es congruente con el color de las harinas.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Realizar estudios con otras harinas de productos nativos y con diferente porcentaje de sustitución para elaborar panes de molde.
- Aplicar otros métodos de análisis sensorial para optimizar la mejor formulación del pan de molde.
- Incentivar la comercialización del pan de molde con sustitución parcial de harina de trigo por harina de plátano guayabo.

VII. REFERENCIAS

Ancasi-Espejo, E.R., Montero -Tonconi, T.J., Ferreira-Castedo, C.N., Muñoz-Guzmán, G.I. (2016). Determinación un mejor medio de cultivo en la fase de establecimiento para la propagación in vitro de plátano (*Musa paradisiaca L*). *J. Selva Andina Res. Soc.* 7(2).

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942016000200008#:~:text=Los%20resultados%20mostraron%20que%20en,los%20explantes%20fue%20de%2028%25.

Anzaldúa - Morales, A. (1994). *Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Acribia. Zaragoza, España. 198 p.

Alvarado, E.I. y Cerna, E.J. (2017). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de haba (*Vicia faba*) y harina de linaza (*Linum usitatissimum*) en la elaboración de pan de molde*. [Tesis ingeniero agroindustrial. universidad nacional del Santa] Repositorio:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2895/46273.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AOAC. (1997). *Official methods of Analysis of AOAC (Association of Official analytical Chemists)*. International; agricultural Chemicals, Foods, Contaminants and Drugs. V1 y V2 Arlington: A.O.A.C. Inc. 2658 p.

A.O.A.C. (2008). *Métodos Oficiales de Análisis de Alimentos*. Mundi-Prensa. Madrid. España.

Almeida, S.L., Aguilar, T. y Hervert, D. (2014). La fibra y sus beneficios a la salud. *SciELO Analytics*. 27(1) 73-76.

Acosta, V. (2013). *Evaluación de la Textura del Pan, elaborado a partir de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*), con adición de gluten vital*. [Tesis ingeniero en alimentos. Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio.

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6578/1/AL%20517.pdf>

- Antay, W. (2021). *Sustitución parcial de la harina de trigo con harina de frijol palo (Cajanus cajan L.) germinado, en la elaboración de pan de molde* [Tesis ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. Repositorio: <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/257>.
- Alvitres, B. (2017). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de plátano (Musa acuminata) variedad ingiri sobre el color, volumen específico, textura, fibra cruda y aceptabilidad general en el pan de molde integral*. [Tesis ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3155>
- Barrios, L. (2017). *Determinación cuantitativa del contenido energético y de macro nutrientes de dos harinas elaboradas con pulpa y cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca), en Mazatenango, Suchitepéquez*. [Tesis Ingeniero en alimentos. Universidad San Carlos de Guatemala]. <https://core.ac.uk/reader/154906565>
- Bertinetti, Y. (2021). *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum L.) por harina de tocosh de papa (Solanum tuberosum) y pasta de tarwi (Lupinus mutabilis) en panificación*. [Tesis ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1892>
- Bisso, C. 2012. *Efecto de fermentación con Aspergillus niger ATCC 16864 sobre el contenido de compuestos fenólicos y antocianinas en harina con y sin cáscara de papa nativa negra (Solanum tuberosum) variedad serranita*. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Antenor Orrego].
- Bustos, G., Marapara, J. (2016). *Parámetros de secado en bandeja de colocasia esculenta (pituca) para la elaboración de harina y su utilización en galletas*. [Tesis ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonía].

<https://docplayer.es/61002834-Universidad-nacional-de-la-amazonia-peruana-facultad-de-industrias-alimentarias-trabajo-de-final-de-carrera.html>

- Campuzano, A., Rosell, C., Cornejo, F. (2018). Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. *Food Chemistry* 256 (18): 11-17. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.113>.
- Castrillón, G., Cortés, Y. (2011). *Elaboración del manual de buenas prácticas de manufactura y manual de control de calidad para la empresa C.I. Frude del municipio de dos quebradas Risaralda*. [Tesis Químico Industrial. Universidad tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utp.edu.co/items/e6b97b1e-cd52-4e92-89b6-245483c1f6f9>
- Castillo, A. (2021). Consumo de pan en el Perú. [Línea]: ASPAN, (<https://andina.pe/agencia/noticia-colegio-nutricionistas-indica-un-pan-debe-pesar-40-gramos-a-mas>, 16 setiembre del 2021).
- Chirinos, L.W., Vargas, R. 2016. Análisis proximal de galletas de harina de trigo (*Triticum vulgare*): tapirama (*Phaseolus lunatus*) de pueblo nuevo de Paraguaná. *Revista centro azúcar*. Venezuela. 44(2) 10.17. <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v44n2/caz02217.pdf>
- Colina, I.M. (2010). *Deshidratación de Alimentos*. Trad. por Trillas. México, Trillas. 39 p.
- Da Silva, J.; Ribeiro, M.; De Paula, D.; Ramos, D.; Paes, J. (2011). Caracterização Físico-química e Sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. B. *CEPPA* 29: 83-93
- Encarnación, S., Salinas, J. (2017). *Elaboración de harina de plátano verde (Musa paradisiaca) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca*. [Tesis Ingeniero en Agroindustria Alimentaria. Zamora, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano].

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/1a89528b-54d9-4c92-ad3e-def0489ddb99/content>

Echevarría, C., Benavides, Y., Gonzales, K., Siche, R. (2015). Helado sabor a maracuyá (*Passiflora edulis*) de alta aceptabilidad y bajo contenido de grasa a base de plátano (*Musa Paradisiaca L.*) macho y stevia. *Agroindustrial Science*, Trujillo.5(1):77-88.

Espinoza, L. y Ludeña, F. (2018). *Evaluación de la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía (Salvia hispánica L.) desgrasada y sin desgrasar*. [Tesis ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3059/47070.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2017). Producción del plátano en el Perú. [En línea]: FAOSTAT, (<http://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/organic-production-peru/es/>, Datos estadísticos, 19 sep. 18).

Falla, F., Ramón, M. (2018). *Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca)*. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Lambayeque].

<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3970/BC-SES-TMP-2731.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figueredo-Rondón, M., Gonzáles-Gutiérrez, R. (2017). Evaluación del secado de la *Musa Paradisiaca* (plátano) utilizando el aparato de laboratorio SBAN. *Tecnología Química* 37(2):293-304.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445551175013>

Gilbert, R., Avellaneda, S., Pardo, R., Villanueva, E., Aguirre, E. (2018), Pan de molde enriquecido con torta extruida de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*

L.): Química, reología, textura y aceptabilidad. *Scientia Agropecuaria* 9(2): 199 – 208. <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>.

González, L. (2017). *Elaboración de harina a base de banano verde para la formulación de pastas dirigidas a personas con intolerancia al gluten*. [Tesis Licenciatura en Ingeniería en Industria de Alimentos. Universidad Rafael Landívar].

<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/02/07/Gonzalez-Lourdes.pdf>

Godoy, S.P., Lemos, C., Lopez, A.Y. (2016). Disponibilidad proteica de una bebida instantánea a partir de harina de plátano (*Musa paradisiaca L.*) y guandú (*Cajanus cajan L.*) *Rev. Colomb. investig. agroindustriales*. Vol. 3. 2016. p 76-82.

<https://doi.org/10.23850/24220582.344>

Güemes, N., Totosaus, A., Hernandez, J.F., Soto.S., Aquino, E.N. (2009). Propiedades de textura de masa y pan dulce tipo “concha” fortificado con proteínas de suero de leche, *Rev. Sociedad Brasileira de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Brasil.29 (1):70-75.

<https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000100011>

Guerra, A. A. (2014). *Estudio de la utilización de la harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en la obtención del pan de molde*. [Tesis Ingeniero de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial]. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5061>.

Hernández-Monzón, A., Garcia-Pedroso, D., Calle-Domínguez, J., a-Duarte, C. (2014). Desarrollo de una galleta dulce con ajonjolí tostado y molido. *Tecnología Química*. Cuba. 36(3): 197-206. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852014000300003

- Hidalgo, J. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la elaboración y comercialización de pan de avena con arándanos deshidratados en lima metropolitana*. [Trabajo de investigación para la obtención del grado de bachiller en ciencias con mención en ingeniería industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú]. [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18568/HIDALGO_FRANCO_JOS%*c3%89*_ESTUDIO_PREFACTIBILIDAD_ELABORACI%*c3%93*N.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18568/HIDALGO_FRANCO_JOS%c3%89_ESTUDIO_PREFACTIBILIDAD_ELABORACI%c3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Inga, R. (2003). *Determinación del momento de la cosecha de plátano variedad guayabo, en Tingo María*. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la selva] Repositorio: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/208>
- IRAM (Instituto argentino de normalización y certificación). (2000). Norma para análisis farinográfico, Argentina. 2 p.
- Llempen, Y. (2020). *Evaluación del comportamiento reológico de las mezclas de harinas: trigo (*Triticum vulgare*), chía (*salvia hispánica*) y quinua (*Chenopodium quinua willdenow*), para la utilización en productos de panificación*. [Tesis ingeniero agroindustrial y comercio exterior. Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7329/Llempen%20Cruzado%2c%20Yuliana%20Ekaterina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Loza, A. (2016). *Elaboración de galletas saladas con sustitución parcial la harina de trigo por harina de plátano (*Musa Paradisiaca*) y adición de semillas de ajonjolí (*Sesamum Indicum*)*. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1009>.
- Magaña, E., Ramírez, B., Platt, L.C., López, G.A., Torres, P.I, Sánchez, D.I. (2009). Caracterización viscoelástica de masas de variedades de trigos suaves.

Instituto mexicano de ingenieros químicos A.C. México, 24(1):12-22.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48212169004>

Manobanda, N. (2017). *Formulación y caracterización de un pan libre de gluten elaborado a partir de cultivos nativos del Ecuador*. [Tesis Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26312/1/AL%20641.pdf>

Martínez, C., Cayón, G., Ligarreto, G. (2016) Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(2) 217: 220-221.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449946469006>.

Martínez, V. (2011). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo, por dos tipos de harina de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza), en la calidad de la pasta*. [Tesis Ingeniero en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato]

Repositorio:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/840/3/AL454%20Ref.%203403.pdf>

Mathias-Rettig, K. y Ad-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Rev. Cienc. Agrosur, Chile*, 42(2):57-59. DOI:10.4206/agrosur.2014.v42n2-07.

Medranda, J.M. Soledispa, P.L. (2019). *Producción de harina de banano orgánico y comercialización hacia España*. [Tesis Ingeniero en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe. Guayaquil-Ecuador. Universidad católica de Guayaquil].

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12324/1/T-UCSG-PRE-ES-P-CFI-511.pdf>

MINSA (Ministerio de Salud del Perú), (2011). *Norma sanitaria para la elaboración y Expendio de productos de panificación. galletería y pastelería.*

Repositorio:

<http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>, 25 sep.2018.

Montoya-López, J., Quintero-Castaño, V., Lucas-Aguirre, J. (2014).

Caracterización de harina y almidón de frutos de banano Gros Michel (*Musa acuminata* AAA). *Acta agronómica*, Colombia. 64(1): 11-21.

<http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n1.38814>

Monzombique, L. (2019). *Caracterización botánica y evaluación preliminar del rendimiento en tres ecotipos de Musa paradisiaca.* [Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio:

<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3601/AGRONOMIA%20-%20Liz%20Anel%20Marisol%20Mozombite%20Tello.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Núñez, D.A. (2009). *Estudio de la factibilidad Técnica y económica de una sustitución parcial de Harina de otros cereales aplicado en la industria galletera.* [Tesis Ingeniero en Alimentos. Escuela superior politécnica del litoral Guayaquil-Ecuador].

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13639/3/Estudio%20de%20la%20Factibilidad%20T%C3%A9cnica%20y%20Econ%C3%B3mica%20de%20una%20Sustit.pdf>.

Orozco, A., Picón, J. (2011). *Plan de exportación de harina de plátano de la empresa Brito Vaca Cia. Ltda. molino el Fénix de la ciudad de Riobamba al mercado de Estados Unidos ciudad de Miami.* [Tesis Ingeniero en Comercio Exterior. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1790/1/52T00199.pdf>

- Pacheco, E., Guisepina, T. (2005). Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *SciELO Analytics*, Venezuela. 30(5). 300-304.
- Pozo, L. (2019). *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*. [Tesis Ingeniero en Alimentos. Universidad Politécnica Estatal del Carchi].
[http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/869/1/001%20Extracci%
cci%
c3%
b3n%
20y%
20caracterizaci%
c3%
b3n%
20del%
20almid%
c3%
b3n%
20de%
20pl%
c3%
a1tano.pdf](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/869/1/001%20Extracci%c3%b3n%20y%20caracterizaci%c3%b3n%20del%20almid%c3%b3n%20de%20pl%c3%a1tano.pdf)
- Roman, L. (2018). Role of starch gelatinization and fragmentation in extruded flour functionality. [Tesis doctor en Ciencia e Ingeniería Agroalimentaria y de Biosistemas. Universidad de Valladolid].
<file:///C:/Users/yorat/Downloads/Tesis1429-181008.pdf>
- Romero, V. (2019). *Deshidratación de la papa (Solanum tuberosum) de descarte del mercado mayorista de Piura para la obtención de papa seca para uso alimenticio*. [Tesis Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Piura].
- Rosario, D.H. (2018). *Elaboración de un sistema HACCP para la producción de chifles embolsados a base de plátano en la empresa La hojuela*. [Tesis Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Piura].
- Sacón, E.F., Rivadeneira, G.F., Dueñez, A.A., Alcivar, U.E., Zambrano, J.F., López, N. (2016). Evaluación de las propiedades elásticas y mecánicas de una masa de pan con sustitución de harina de camote (*Ipomoea batata*). *Revista Centro Azúcar-Ecuador*. Vol.43. 42 p.

- Soto, A.S. (2010). Resistencia en harina de plátano verde (*Musa cavendishii*) y banana verde (*Musa paradisiaca*). *Revista Boliviana de Química Bolivia*. 27(2):94.99. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339674004>.
- Tabara, F. (2015). *Comprobación de la norma sanitaria RM N° 1020-2010/MINSA en la elaboración de pan de molde comercializado en la ciudad de Sullana*. [Tesis Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/701/IND-TAV-TIN-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres-Oblitas, K., Sancho, A. M., Gozzi, M. S. (2018). Caracterización fisicoquímica de harina obtenida a partir de cáscaras de banana (*Musa paradisiaca*) y su aceptabilidad en budines sin gluten. *Ciencia y tecnología de Alimentos*, 28(2), 22- 29. Recuperado a partir de <https://www.revcitecal.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/59>.
- Totoy, M.R. (2022). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza b.*) y la aplicación de pigmentos de ají (*Capsicum frutescens l.*) en la elaboración de pan tipo molde*. [Tesis Ingeniero Agrícola. Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TOTOY%20IZA%20MILTON%20ROLANDO.pdf>.
- Vargas, F. (2014). *Elaboración de mazamorra morada a partir de harina sucedánea de sachapapa morada (*Dioscórrea trifida*)*. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4492/%e2%80%9cELABORACI%c3%93N%20DE%20MAZAMORRA%20MORADA%20A%20PARTIR%20DE%20HARINA%20SUCED%c3%81NEA%20DE%20>

%20SACHAPAPA%20MORADA%20%28Diosc%c3%b3rea%20Tr2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

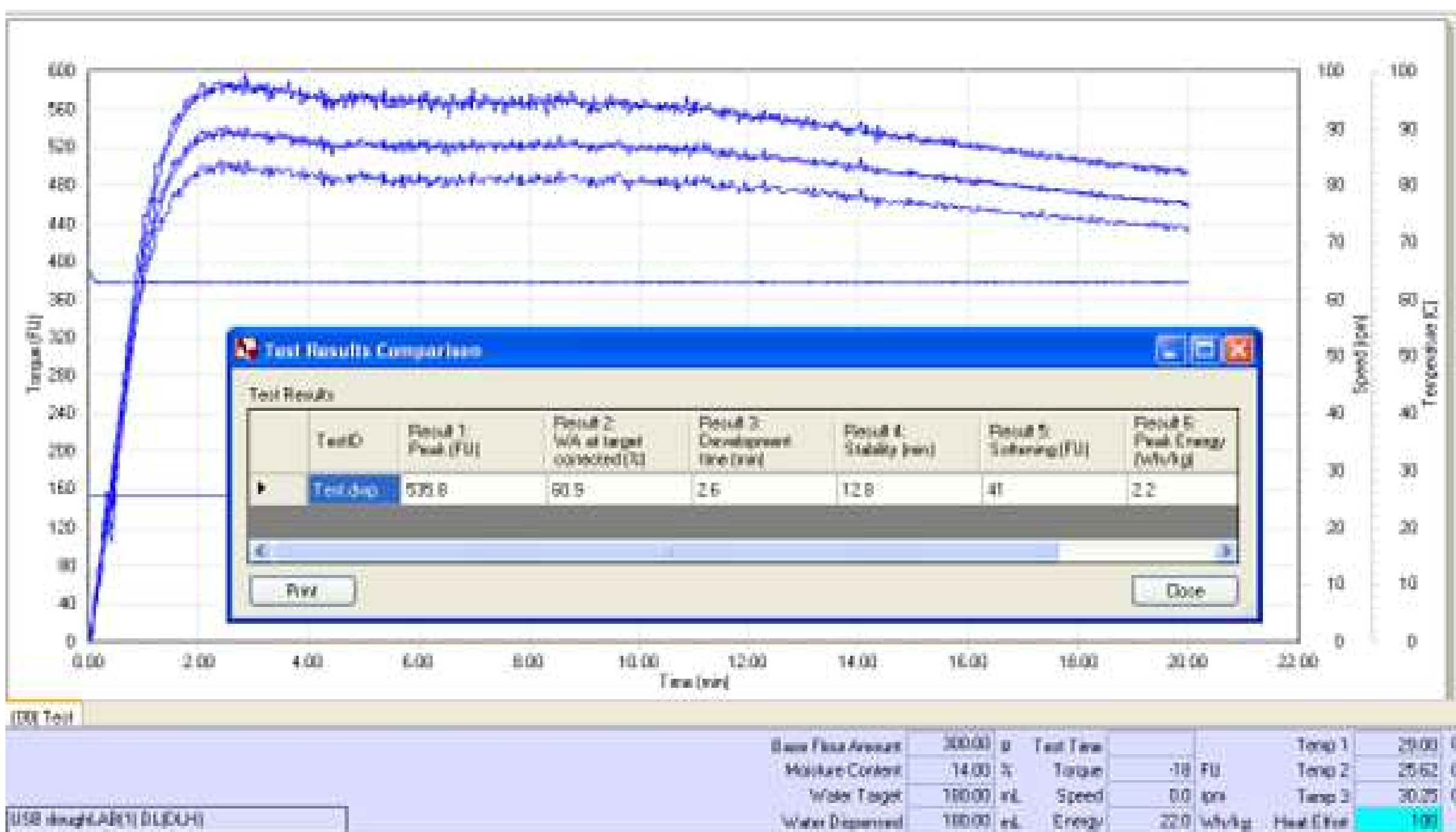
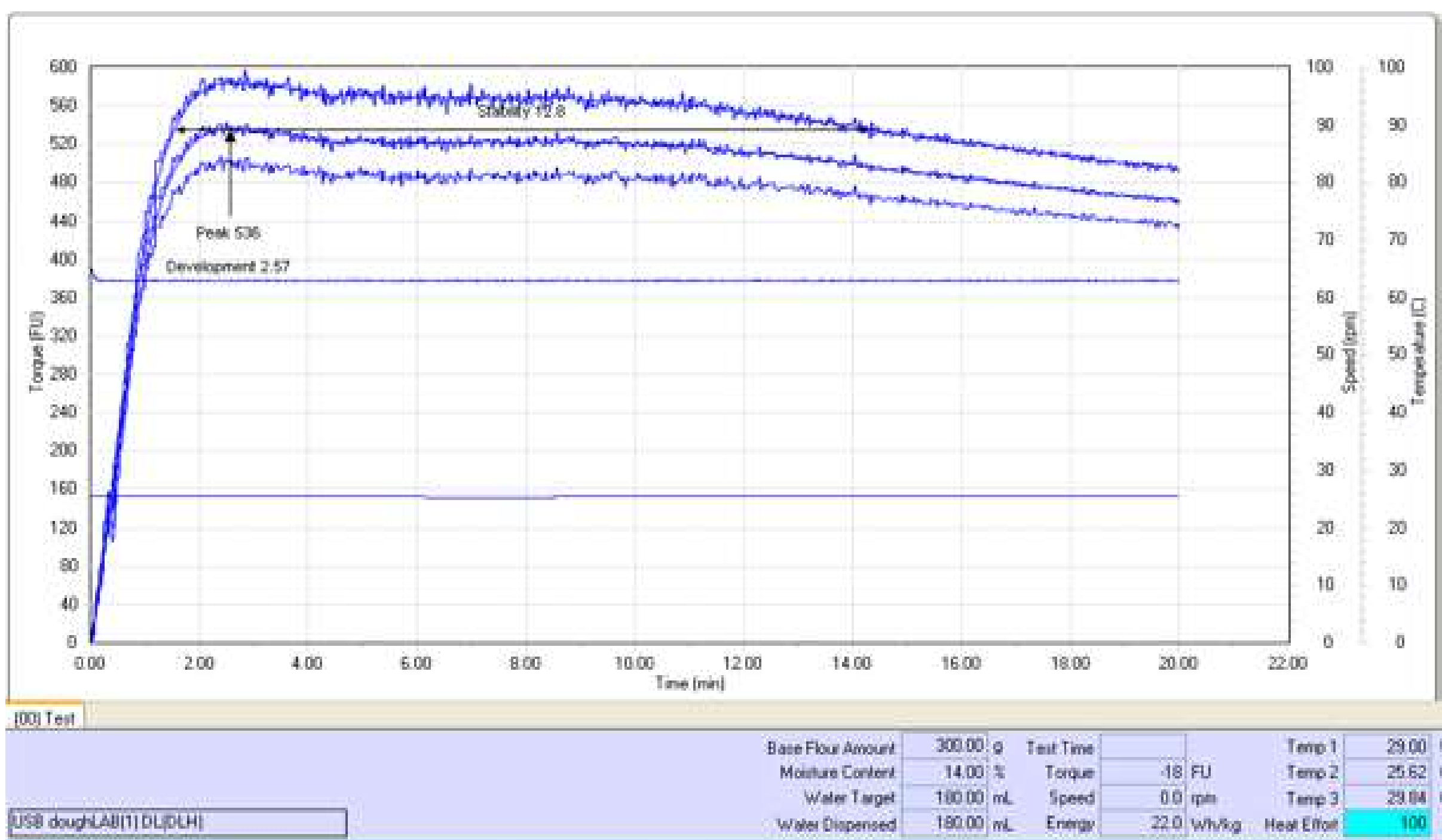
Yamamoto, M. (2015). *Estructura productiva-económica, comercial, competitiva y marketing del banano orgánico de Piura durante el periodo 2000 - 2013*. [Tesis maestría en Agronegocios. Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2029/E16-Y3-T.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Zambrano-Herrera, W. (2020). Reología de polímeros. *Rev. Cienc. Tecno. Agrollanía, Venezuela*.19 (1):47-53.

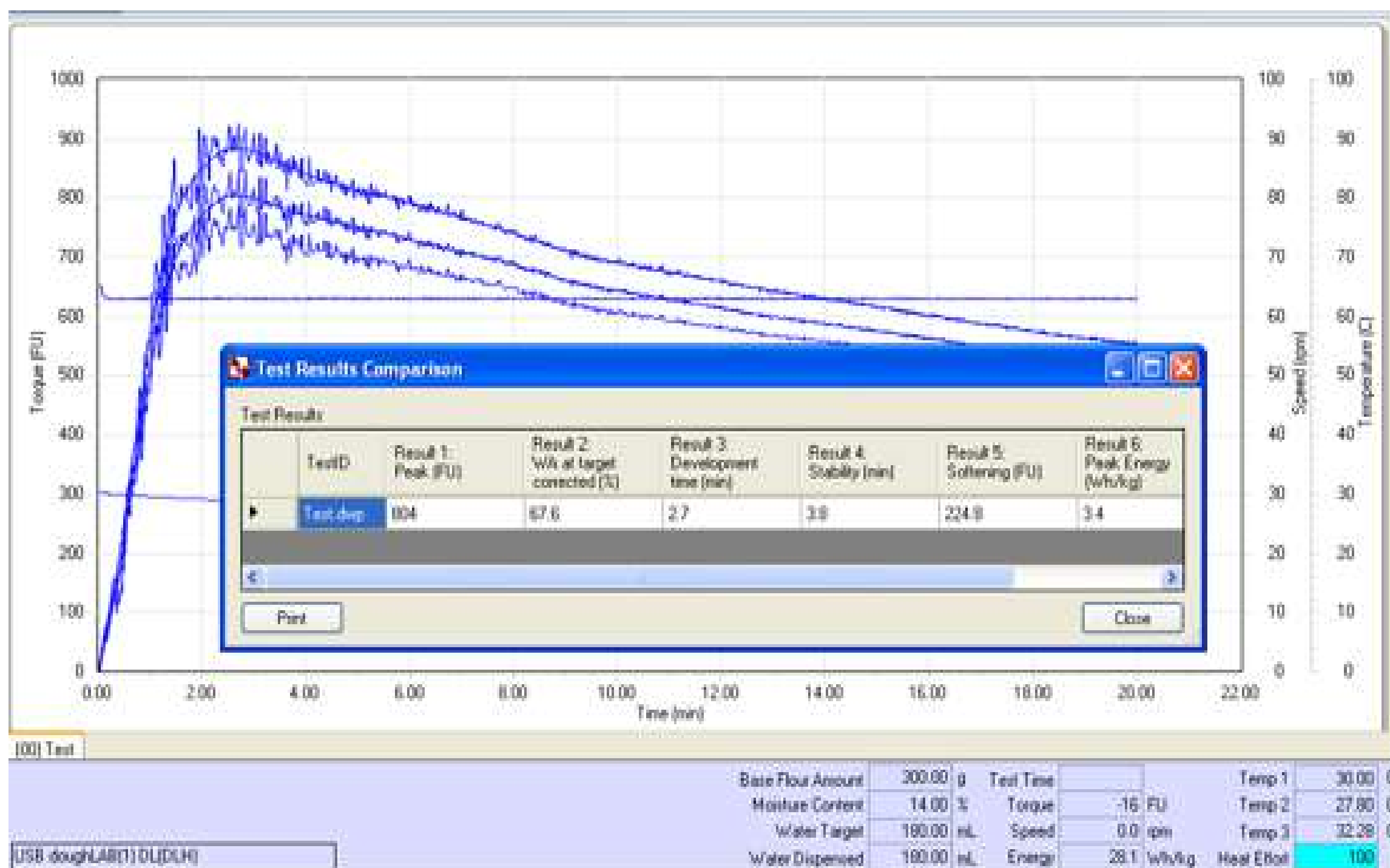
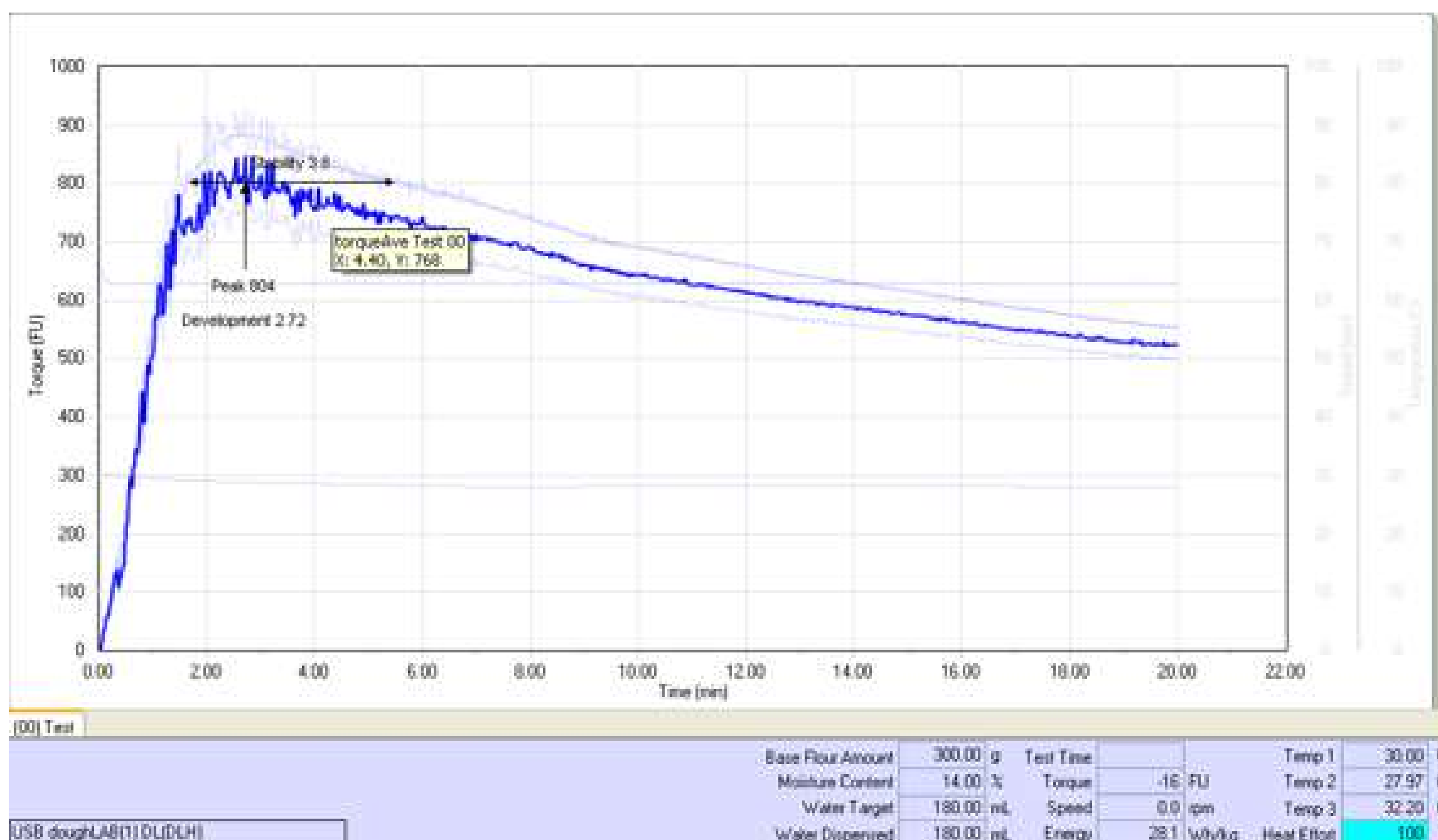
ANEXOS

Anexo 1. Del análisis farinográfico

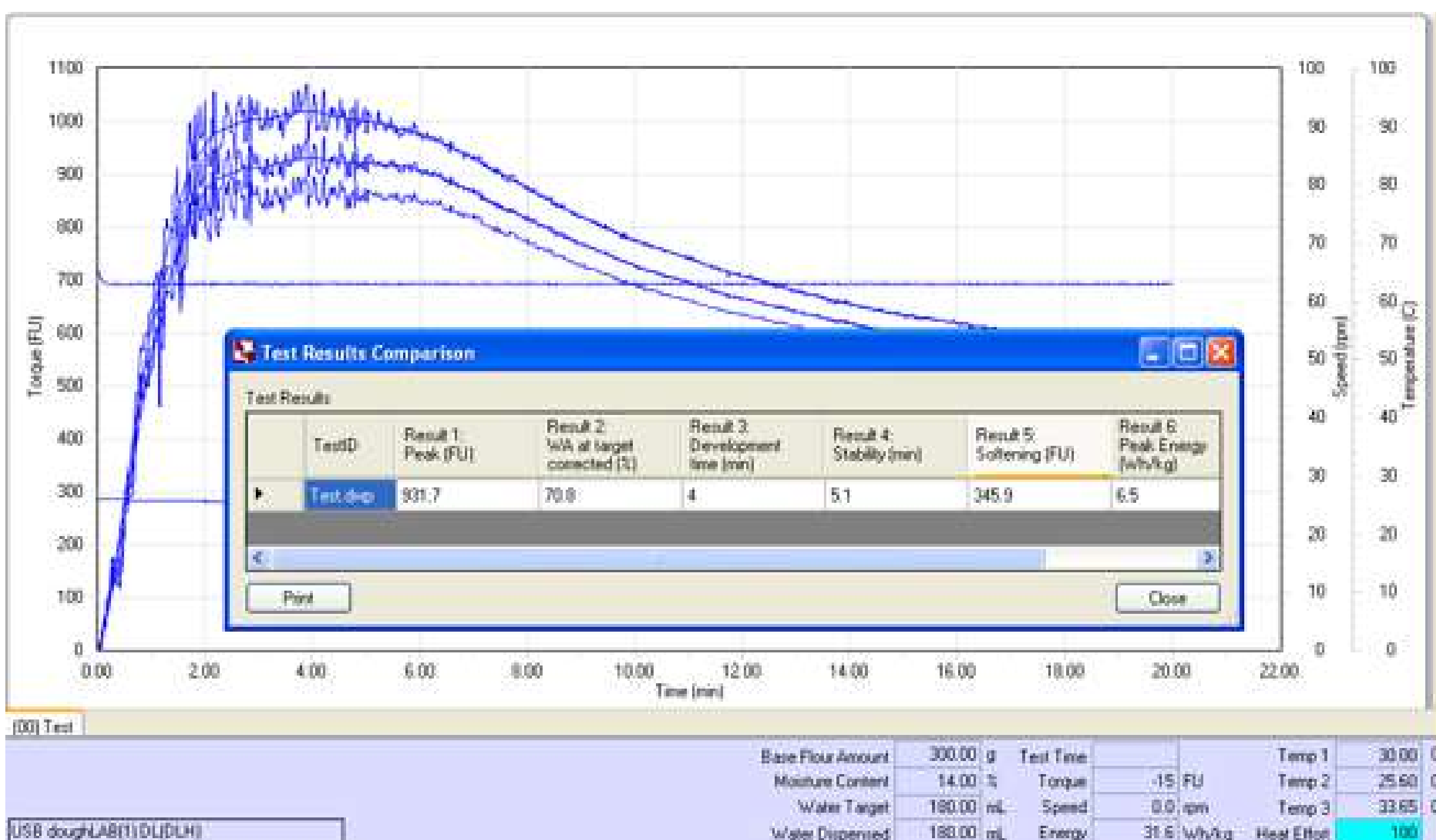
TESTIGO (Muestra: 300 g de harina de trigo)



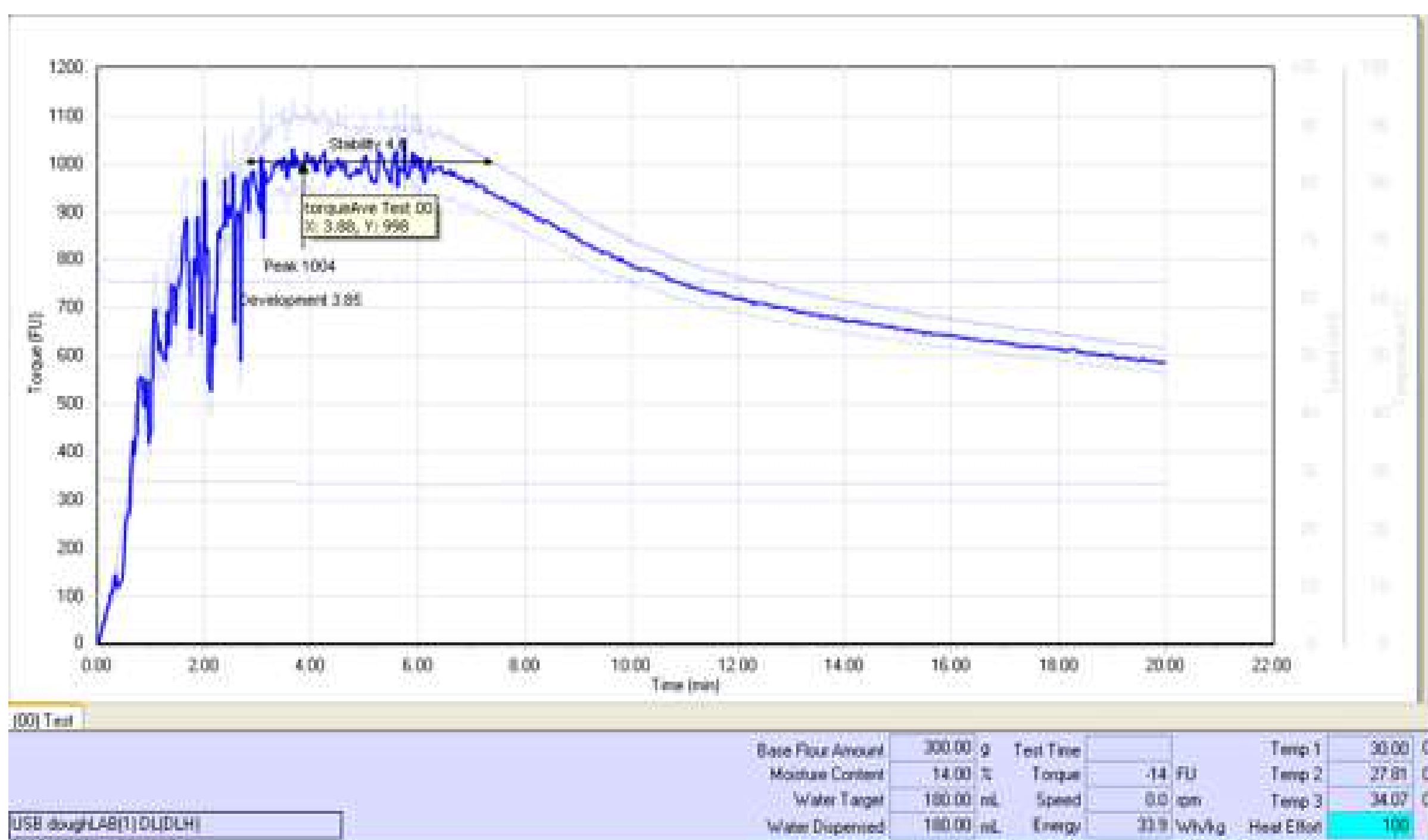
Muestra 1: 270 g de harina de trigo y 30 g de harina de plátano verde variedad guayabo

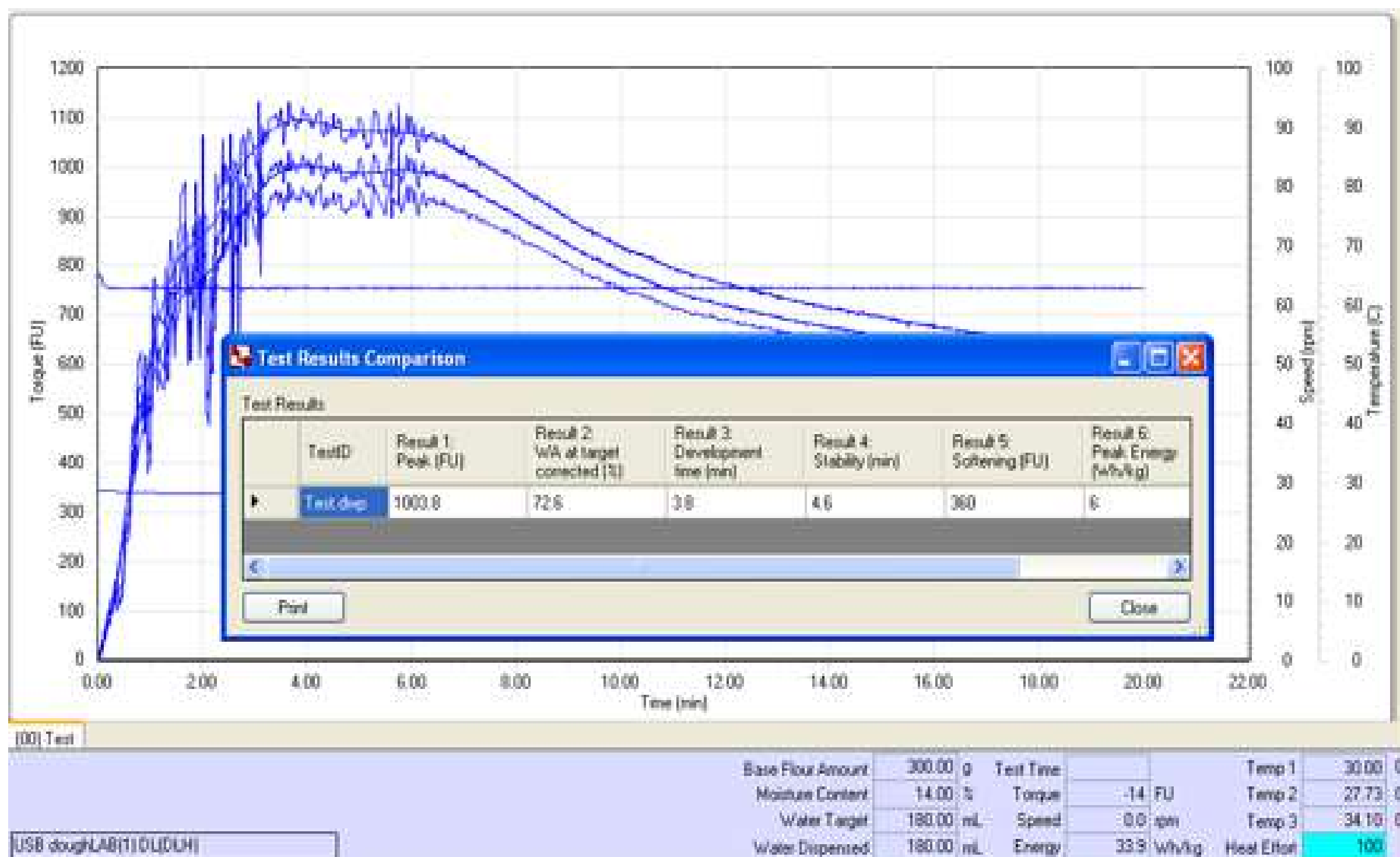


Muestra 2: 255 g de harina de trigo y 45 g de harina de plátano verde variedad guayabo



Muestra 3: 240 g de harina de trigo y 60 g de harina de plátano verde variedad guayabo





Anexo 2. Formato de evaluación sensorial.

Nombres y

apellidos:-----

-----**Edad:**-----

Fecha:-----

Hora:-----

INDICACIONES:

Ud. Evaluará un pan de molde en cuanto a los atributos de color, olor (aroma), textura, sabor y aceptabilidad general en el orden indicado. Marca en la escala con una X.

PUNTOS	ESCALA	167 (T0)					855 (T1)					128 (T2)					773 (T3)				
		C	O	T	S	AG	C	O	T	S	AG	C	O	T	S	AG	C	O	T	S	AG
5	ME GUSTA MUCHO																				
4	ME GUSTA																				
3	NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA																				
2	ME DISGUSTA																				
1	ME DISGUSTA MUCHO																				

C: Color.

O: Olor.

T: Textura.

S: Sabor.

AG: Aceptabilidad General.

Anexo 3. Resultados de la evaluación sensorial.

Panelistas	167 (T0)					855 (T1)					128 (T2)					773 (T3)				
	Color	Olor	Textura	Sabor	AG	Color	Olor	Textura	Sabor	AG	Color	Olor	Textura	Sabor	AG	Color	Olor	Textura	Sabor	AG
1	4	3	5	3	4	3	2	5	5	4	5	3	3	4	3	3	4	2	4	3
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	3	3	4	4
3	2	3	3	3	3	5	4	4	3	3	3	4	5	5	4	3	3	4	5	4
4	4	3	3	4	4	4	3	3	2	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4
5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4	3	3	4	5	4
6	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3
7	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	5	5	4	4	3	4	4	4
8	5	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5
11	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	3	5	4	5	4
12	5	5	3	4	4	5	5	3	3	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4
13	4	3	5	2	3	4	5	5	4	3	5	5	4	5	4	5	5	3	5	5
14	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3
15	4	4	5	4	4	5	5	3	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
16	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	5	4	3	4	5
17	4	5	3	3	4	3	4	4	4	4	2	3	4	5	4	3	4	4	3	4
18	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4
19	3	4	3	5	3	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	2	4	4	4	4
20	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	3	3	5	5	4	4	5	4	2	3
21	4	3	4	3	4	4	4	4	5	4	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3

22	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
Promedio	4.05	3.82	3.91	3.86	3.95	4.23	3.95	4.05	4.00	4.00	4.00	3.77	4.14	4.36	3.86	3.64	3.91	3.68	4.00	3.91
DS	0.79	0.73	0.75	0.89	0.58	0.69	0.79	0.65	0.82	0.62	0.76	0.75	0.56	0.66	0.56	0.73	0.68	0.65	0.76	0.61

Anexo 4. Reporte de análisis estadístico de la evaluación sensorial con la prueba de Friedman ($p > 0.05$)

A. COLOR:

T0	T1	T2	T3	T ²	p
2.59	2.84	2.55	2.02	2.47	0.0698

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 13.588

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media(Ranks)	n
T1	62.50	2.84	22 a
T0	57.00	2.59	22 ab
T2	56.00	2.55	22 ab
T3	44.50	2.02	22 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

B. OLOR:

T0	T1	T2	T3	T ²	p
2.43	2.68	2.32	2.57	0.45	0.7199

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 14.734

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T1	59.00	2.68	22 a
T3	56.50	2.57	22 a
T0	53.50	2.43	22 a
T2	51.00	2.32	22 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

C. TEXTURA:

T0	T1	T2	T3	T ²	p
2.36	2.64	2.89	2.11	2.50	0.0677

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 13.162

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
T2	63.50	2.89	22 a
T1	58.00	2.64	22 ab
T0	52.00	2.36	22 ab
T3	46.50	2.11	22 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

D. SABOR:

T0	T1	T2	T3	T ²	p
2.34	2.39	2.84	2.43	1.17	0.3296

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 13.255

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
-------------	-------------	--------------	---

T2	62.50	2.84	22	a
T3	53.50	2.43	22	a
T1	52.50	2.39	22	a
T0	51.50	2.34	22	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

E. APARIENCIA GENERAL:

T0	T1	T2	T3	T ²	p
2.55	2.61	2.41	2.43	0.24	0.8671

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 12.202

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
T1	57.50	2.61	22 a
T0	56.00	2.55	22 a
T3	53.50	2.43	22 a
T2	53.00	2.41	22 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Anexo 5. Resultados de evaluación de las características texturales del pan de molde

A. TESTIGO (0 % de sustitución)

TexturePro CT V1.6 Build		Brookfield Engineering Labs. Inc.					
INFORME ESTADISTICO							
#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	Ciclo 1 de Trabajo Total	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra	g	mm	%	
						mJ	
1	PAN DE MOLDE	T0	2	1020	9.78	489.0	70.4
2	PAN DE MOLDE	T0-1	1	1430	9.98	498.5	98.9
3	PAN DE MOLDE	T0-2	1	758	9.98	498.5	47.5
4	PAN DE MOLDE	T0-2-1	1	1250	9.93	496.5	93.7
5	PAN DE MOLDE	T0-3	1	774	10.00	500.0	50.9
6	PAN DE MOLDE	T0-3-1	1	1228	9.98	498.5	86.2
7	PAN DE MOLDE	T0-3-1	2	794	10.00	500.0	50.4
8	PAN DE MOLDE	T0-3-1	3	1246	10.00	500.0	91.7
9	PAN DE MOLDE	T0-4-1	1	1208	9.94	497.0	84.1
10	PAN DE MOLDE	T0-5	1	764	10.00	499.5	44.6
11	PAN DE MOLDE	T0-5-1	1	1150	9.99	499.0	83.4
12	PAN DE MOLDE	T0-6	1	770	10.00	500.0	36.5
13	PAN DE MOLDE	T0-6-1	1	1196	9.99	499.0	71.1
			Mínimo	758	9.78	489.0	36.5
			Máximo	1430	10.00	500.0	98.9
			Promedio	1045	9.97	498.1	70.0
			Desviación Estandar	241	0.06	3.0	21.5

B. FORMULACIÓN CON 10 % DE SUSTITUCIÓN

TexturePro CT V1.6 Build

Brookfield Engineering Labs. Inc.

INFORME ESTADISTICO

#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	Ciclo 1 de Trabajo Total	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra	g	mm	%	mJ
1	PAN DE MOLDE	T1-1	1	988	9.99	499.0	63.7
2	PAN DE MOLDE	T1-1-1	1	1606	9.98	498.5	89.6
3	PAN DE MOLDE	T1-2	1	874	10.00	499.5	58.3
4	PAN DE MOLDE	T1-2-2	1	1586	9.92	496.0	108.2
5	PAN DE MOLDE	T1-3	1	892	9.99	499.0	54.3
6	PAN DE MOLDE	T1-3-1	1	1168	9.99	499.0	87.7
7	PAN DE MOLDE	T1-4	1	798	9.98	498.5	50.4
8	PAN DE MOLDE	T1-4-1	1	1278	9.98	498.5	91.7
9	PAN DE MOLDE	T1-5	1	808	9.92	496.0	59.4
10	PAN DE MOLDE	T1-5-1	1	1106	9.99	499.0	81.1
11	PAN DE MOLDE	T1-6	1	796	9.98	498.5	54.8
12	PAN DE MOLDE	T1-6-1	1	1048	9.92	496.0	77.2
13	PAN DE MOLDE	T1-7	1	1076	9.87	493.5	70.8
14	PAN DE MOLDE	T1-7-1	1	1402	9.99	499.0	94.6
			Mínimo	796	9.87	493.5	50.4
			Máximo	1606	10.00	499.5	108.2
			Promedio	1102	9.96	497.9	74.4
			Desviación Estandar	277	0.04	1.8	18.2

C. FORMULACIÓN CON 15 % DE SUSTITUCIÓN

TexturePro CT V1.6 Build			Brookfield Engineering Labs. Inc.				
INFORME ESTADISTICO							
#	Descripción	Resulta	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	Ciclo 1 de Trabajo Total	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra	g	mm	%	mJ
1	PAN DE MOLDE	T2-2	1	982	9.90	494.5	57.6
2	PAN DE MOLDE	T2-2-1	1	1466	9.98	498.5	88.1
3	PAN DE MOLDE	T2-3	1	948	9.99	499.0	62.3
4	PAN DE MOLDE	T2-3-1	1	1304	10.00	500.0	92.9
5	PAN DE MOLDE	T2-4	1	846	9.74	486.5	59.5
6	PAN DE MOLDE	T2-4-1	1	1232	9.94	497.0	96.0
7	PAN DE MOLDE	T2-5	1	934	10.00	499.5	64.4
8	PAN DE MOLDE	T2-5-1	1	1232	10.00	500.0	90.6
9	PAN DE MOLDE	T2-6	1	992	9.99	499.0	64.3
10	PAN DE MOLDE	T2-6-1	1	1240	9.95	497.5	83.3
11	PAN DE MOLDE	T2-7	1	1004	9.98	498.5	70.0
12	PAN DE MOLDE	T2-7-1	1	1098	9.99	499.0	72.7
13	PAN DE MOLDE	T2-8	1	862	9.95	497.5	50.0
14	PAN DE MOLDE	T2-8-1	1	1270	9.92	496.0	78.9
			Mínimo	846	9.74	486.5	50.0
			Máximo	1466	10.00	500.0	96.0
			Promedio	1101	9.95	497.3	73.6
			Desviación Estandar	189	0.07	3.5	14.7

D. FORMULACIÓN CON 20 % DE SUSTITUCIÓN

TexturePro CT V1.6 Build			Brookfield Engineering Labs. Inc.				
INFORME ESTADISTICO							
#	Descripción	Resultado	Ciclo 1 Dureza	Deformación según Dureza	%Deformación según dureza	Ciclo 1 de Trabajo Total	
	Nombre Producto	Nombre de lote	Muestra	g	mm	%	mJ
1	PAN DE MOLDE	T3-2	1	914	10.00	499.5	59.7
2	PAN DE MOLDE	T3-2-1	1	1634	10.00	500.0	109.2
3	PAN DE MOLDE	T3-3	1	1036	9.99	499.0	65.1
5	PAN DE MOLDE	T3-3	2	1032	9.98	498.5	65.4
6	PAN DE MOLDE	T3-3-1	1	1990	9.98	498.5	130.2
7	PAN DE MOLDE	T3-3-1	2	1618	9.99	499.0	114.7
8	PAN DE MOLDE	T3-4	1	1084	9.98	498.5	73.7
9	PAN DE MOLDE	T3-4-1	1	1924	9.94	497.0	135.0
10	PAN DE MOLDE	T3-5	1	1044	10.00	500.0	64.5
11	PAN DE MOLDE	T3-5-1	1	2014	10.00	500.0	133.7
12	PAN DE MOLDE	T3-6	1	912	9.99	499.0	62.4
13	PAN DE MOLDE	T3-6-1	1	1828	10.00	500.0	137.7
			Mínimo	912	9.94	497.0	59.7
			Máximo	2014	10.00	500.0	137.7
			Promedio	1419	9.99	499.1	95.9
			Desviación Estandar	452	0.02	0.9	33.3

Anexo 6. Reporte de análisis estadístico de las características texturales con la prueba de Tukey ($p > 0.05$)

A. CICLO 1 DUREZA (g)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Ciclo 1 Dureza (g)	53	0.20	0.15		25.90

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1074808.70	3	358269.57	3.97	0.0130
Tratamientos	1074808.70	3	358269.57	3.97	0.0130
Error	4418001.19	49	90163.29		
Total	5492809.89	52			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=310.87995

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	1419.17	12	86.68 a
T1	1101.21	14	80.25 b
T2	1100.71	14	80.25 b
T0	1045.23	13	83.28 b

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

B. DEFORMACIÓN SEGÚN DUREZA (mm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Deformación según dureza (mm)	53	0.06	2.3E-03	0.52

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	3	2.7E-03	1.04	0.3829

Tratamientos	0.01	3	2.7E-03	1.04	0.3829
Error	0.13	49	2.6E-03		
Total	0.14	52			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05318

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	9.99	12	0.01 a
T0	9.97	13	0.01 a
T1	9.96	14	0.01 a
T2	9.95	14	0.01 a

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

C. DEFORMACIÓN SEGÚN DUREZA (%)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Deformación según dureza (%)	53	0.06	0.01	0.51

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20.82	3	6.94	1.09	0.3615
Tratamientos	20.82	3	6.94	1.09	0.3615
Error	311.51	49	6.36		
Total	332.33	52			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.61046

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	499.08	12	0.73 a
T0	498.12	13	0.70 a
T1	497.86	14	0.67 a
T2	497.32	14	0.67 a

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

D. CICLO 1 DE TRABAJO TOTAL (mJ)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ciclo 1 de trabajo total(mJ)	53	0.17	0.12	28.87

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5153.74	3	1717.91	3.39	0.0252
Tratamientos	5153.74	3	1717.91	3.39	0.0252
Error	24840.94	49	506.96		
Total	29994.67	52			

Test Tukey Alfa=0.05 DMS=23.31115

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	95.94	12	6.50 a
T1	74.41	14	6.02 ab
T2	73.61	14	6.02 ab
T0	69.95	13	6.24 b

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

Anexo 7. Resultados de la evaluación de color de pan de molde.

Tratamientos	L*	a*	b*	C*	h°
Standard	79.62	-0.61	21.62	21.63	91.62
T0	80.55	-1.02	13.70	13.74	94.27
T0	82.86	-1.16	15.94	15.98	94.17
T0	81.29	-1.15	15.74	15.79	94.17
T0	82.38	-1.13	15.68	15.72	94.12
T0	82.16	-1.07	15.76	15.80	93.88
T0	83.59	-1.06	16.43	16.47	93.69
T0	83.35	-1.21	15.56	15.61	94.46
T0	83.01	-1.28	14.81	14.86	94.95
T0	82.79	-1.34	15.05	15.11	95.07
T0	83.78	-1.10	15.99	16.03	93.94
T1	81.54	-1.21	18.03	18.07	93.85
T1	81.11	-1.09	18.99	19.02	93.29
T1	80.50	-1.21	19.78	19.82	93.51
T1	81.65	-1.11	19.27	19.30	93.30
T1	81.66	-1.22	18.47	18.51	93.77
T1	81.82	-1.04	17.71	17.74	93.36
T1	81.53	-1.21	18.30	18.34	93.80
T1	82.06	-1.11	18.39	18.43	93.45
T1	82.78	-1.25	18.66	18.70	93.83
T1	80.91	-0.95	19.67	19.69	92.78

T2	80.11	-1.13	20.88	20.91	93.09
T2	79.24	-1.28	19.95	19.99	93.68
T2	80.17	-0.89	19.25	19.27	92.65
T2	80.74	-1.10	20.47	20.50	93.09
T2	79.54	-1.02	20.31	20.34	92.87
T2	80.77	-1.00	20.03	20.05	92.86
T2	79.78	-0.97	20.11	20.14	92.75
T2	80.69	-0.98	19.56	19.58	92.87
T2	79.23	-1.07	20.87	20.89	92.92
T2	80.66	-1.03	20.66	20.69	92.86
T3	76.45	-0.84	21.36	21.38	92.26
T3	77.46	-1.05	20.56	20.59	92.93
T3	78.09	-0.94	20.09	20.11	92.67
T3	78.59	-1.06	19.45	19.48	93.13
T3	76.70	-0.79	20.78	20.80	92.18
T3	77.55	-0.99	20.84	20.87	92.73
T3	76.18	-0.92	20.97	20.99	92.51
T3	75.77	-0.96	21.27	21.29	92.58
T3	77.94	-0.98	19.84	19.87	92.83
T3	77.39	-1.10	21.20	21.22	92.98

Anexo 8. Reporte de análisis estadístico de las características de color con la prueba de Tukey ($p > 0.05$)

A. LUMINOSIDAD (L*)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L*	40	0.87	0.86	1.01

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	163.22	3	54.41	82.41	<0.0001
Tratamientos	163.22	3	54.41	82.41	<0.0001
Error	23.77	36	0.66		
Total	186.99	39			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.97864

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T0	82.58	10	0.26 a
T1	81.56	10	0.26 b
T2	80.09	10	0.26 c
T3	77.21	10	0.26 d

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

B. PARÁMETRO DE COLOR a^*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a^*	40	0.39	0.34	9.32

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.23	3	0.08	7.79	0.0004
Tratamientos	0.23	3	0.08	7.79	0.0004
Error	0.36	36	0.01		
Total	0.60	39			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12071

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	-0.96	10	0.03 a
T2	-1.05	10	0.03 ab
T1	-1.14	10	0.03 b
T0	-1.15	10	0.03 b

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

C. PARÁMETRO DE COLOR b^*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b^*	40	0.91	0.90	3.55

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	164.71	3	54.90	123.56	<0.0001
Tratamientos	164.71	3	54.90	123.56	<0.0001
Error	16.00	36	0.44		
Total	180.70	39			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.80287

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	20.64	10	0.21 a

T2	20.21	10	0.21	a
T1	18.73	10	0.21	b
T0	15.47	10	0.21	c

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

D. CROMATICIDAD (C*)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C*	40	0.91	0.90	3.54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	163.40	3	54.47	123.15	<0.0001
Tratamientos	163.40	3	54.47	123.15	<0.0001
Error	15.92	36	0.44		
Total	179.33	39			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.80101

Error: 0.4423 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	20.66	10	0.21 a
T2	20.24	10	0.21 a
T1	18.76	10	0.21 b
T0	15.51	10	0.21 c

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

E. PARÁMETRO DE COLOR h*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
h*	40	0.77	0.75	0.37

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14.69	3	4.90	40.31	<0.0001
Tratamientos	14.69	3	4.90	40.31	<0.0001
Error	4.37	36	0.12		

Total	19.06	39
-------	-------	----

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41976

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T0	94.27	10	0.11 a
T1	93.49	10	0.11 b
T2	92.96	10	0.11 c
T3	92.68	10	0.11 c

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

Anexo 9. Panel fotográfico del desarrollo de la investigación.



Materia prima



Pesado de materia prima



Lavado



Picado



Pre cocción



Picado en hojuela

Pelado



Muestra de reacción enzimática



Deshidratado



Molienda



Tamizado



Empacado



Evaluación de la acidez



Evaluación de la humedad



Evaluación de ceniza



Análisis farinográfico



Formulación (pesado de insumos)



Mezclado y batido



Formado



Fermentado



Horneado



Enfriado



Cortado



Empacado



Evaluación sensorial



Evaluación sensorial



Análisis sensorial



Análisis sensorial

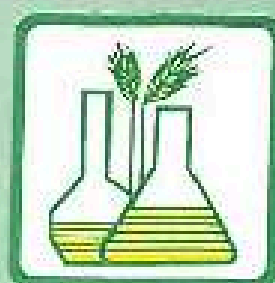


Evaluación del color del pan



Evaluación de la textura.

Anexo 10. Análisis de fibra proteína



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 005157-2022

SOLICITANTE : DAMARIS PRICILIANA EUGENIO CONDEZO
DIRECCIÓN LEGAL : JIRON PROCERES CUADRA 2 S/N MOLINOS PACHITEA HUANUCO
 RUC : 47473982 Teléfono : 973 195 937
PRODUCTO : HARINA DE PLATANO VERDE; VARIEDAD GUAYABO
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 332,4 g de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en empaque sellado.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 003290 -2022
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 04/10/2022
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : 1 Mes, a partir de la fecha de recepción

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Proteína (g/100 g de muestra original) (Factor:6,25)	3,0	2,93	3,02
2.- Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	0,9	0,85	0,91

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1.- AOAC 978.04(A) Cap. 3, Pág. 28, 21st Edition 2019
- 2.- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 05/10/2022 Al 14/10/2022.

ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 14 de Octubre de 2022.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Lourdes Beroo
 Biol. Lourdes Margarita Beroo Saldaña
 Directora Técnica (e)
 GBP - N° 01232

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina/Lima - Perú

Tel.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794

E-mail: lmcti.ventas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal

la molina calidad total