

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROINDUSTRIAL



“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES DEL PAN TIPO MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR PAPA NATIVA (*Solanum tuberosum*) PRECOCIDA”.

Presentado por

Bach. OSMAR GARY URQUIZO CARHUAS

**TRABAJO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS - APURÍMAC – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



Presentado por

Bach. OSMAR GARY URQUIZO CARHUAS

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
Y SENSORIALES DEL PAN TIPO MOLDE CON
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR
PAPA NATIVA (*Solanum tuberosum*) PRECOCIDA”.**

Asesor:

Ing. DAVID JUAN RAMOS HUALLPARTUPA

ANDAHUAYLAS - APURÍMAC - PERÚ

2017

DEDICATORIA

A mis padres Milton E. Urquizo Cortes y Angélica Carhuas Vargas por el apoyo que incondicionalmente que me brindan todos los días impartíendome valores para crecer como persona, hijo y profesional.

A mi hija Mia Anghely Urquizo G. bella princesa que llegó a mi vida para iniciar una vida juntos.

A mis hermanos Max, Evelyn, Milton y Adilton por su apoyo incesante en todo momento.

EPIGRAFE

“El aprendizaje es experiencia,
todo lo demás es información”

Albert Einstein

AGRADECIMIENTO

A la universidad Nacional José María Arguedas, a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, y los docentes que me enseñaron en mi formación profesional con valiosas experiencias.

A toda mi familia en especial a mis padres y hermanos por su apoyo siempre y brindarme consejos para andar en el camino de la vida y buscar siempre la felicidad.

A Mia Urquizo G. por llegar a mi vida y cambiarla por completo, te amo.

Al Ing. Thomas Ancco Vizcarra y Ing. Juan David Ramos Huallpartupa, por su paciencia, consejos, sugerencias y por sobre todo su amistad.

Al Ing. Juvenal Rivas Leguía y Ing. Denis Hernán Gutiérrez Martínez por las sugerencias que ayudaron al mejoramiento del presente trabajo.

INDICE GENERAL

CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 2	2
REVISION DE LITERATURA	2
2.1 PAPAS NATIVAS.....	2
2.1.1 Clasificación taxonómica.....	2
2.1.2 Principales características.....	3
2.2 PAPA NATIVA DE LA VARIEDAD “YAWAR WAYKU”	3
2.2.1 Caracterización morfológica.....	4
2.2.2 Caracterización nutricional	4
2.2.3 Compuestos bioactivos	4
2.2.3.1 Compuestos fenólicos	5
2.2.3.2 Antocianinas	6
2.3 EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN RAICES Y TUBÉRCULOS ANDINOS	6
2.4 EL TRIGO (<i>Triticum vulgare</i>).....	7
2.4.1 Clasificación taxonómica del trigo.....	7
2.4.2 Harina de trigo	7
2.4.2.1 Composición de la harina de trigo.....	8
2.4.2.1.1 Almidón	8
2.4.2.1.2 Proteína.....	10
2.4.2.1.3 Lípidos.....	11
2.4.2.1.4 Agua	11
2.4.2.1.5 Minerales.....	11
2.5 PAN DE MOLDE	12
2.5.1 Clasificación.....	12
2.5.2 Etapas del procesamiento del pan tipo molde.....	13

2.6 PAN A BASE DE PAPA.....	15
2.6.1 Los ingredientes y sus influencias en la elaboración de pan de molde.....	15
2.6.1.1 Harina de trigo.....	15
2.6.1.2 Azúcares.....	16
2.6.1.3 Grasas.....	16
2.6.1.4 Sal.....	17
2.6.1.5 Levadura.....	17
2.6.1.6 Agua.....	18
2.7 CARACTERISTICAS FÍSICAS DE PRODUCTOS DE PANADERIA.....	18
2.7.1 Peso.....	18
2.7.2 Color.....	19
2.7.3 Volumen.....	19
2.7.4 Humedad.....	19
2.8 EL COLOR.....	20
2.8.1 Percepción de color.....	20
2.8.2 Sistema de color CIE.....	20
2.8.3 Cielab (L* a* b*).....	21
2.8.4 Colorímetro.....	21
2.9 PRINCIPIOS BÁSICOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	23
2.10 EVALUACIÓN SENSORIAL.....	25
CAPITULO 3.....	27
MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	27
3.1 EQUIPOS, MATERIALES, REACTIVOS E INSUMOS DE LABORATORIO.....	27
3.1.1 Equipos.....	27
3.1.2 Materiales.....	27
3.1.3 Insumos.....	28

3.1.4	Material vegetal	28
3.1.5	Metodología para la elaboración de papa precocida.....	28
3.1.6	Metodología para la elaboración de pan tipo molde.....	30
3.1.7	Metodología para la evaluación la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.	33
3.1.8	Metodología para evaluación de las características físicas del pan tipo molde.....	35
3.1.8.1	Peso del pan tipo molde.....	35
3.1.8.2	Volumen del pan tipo molde.....	35
3.1.8.3	Humedad del pan tipo molde	36
3.1.8.4	Color de la miga del pan tipo molde	37
3.1.9	Metodología para la evaluación de las características sensoriales del pan tipo molde.....	38
3.1.10	Metodología para el análisis estadístico	39
3.1.10.1	Metodología para el análisis estadístico de las características físicas del pan tipo molde	39
3.1.10.2	Metodología para el análisis estadístico de las características sensoriales del pan tipo molde.....	44
CAPITULO 4		48
RESULTADOS Y DISCUSIONES		48
4.1	EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN DEL PAN TIPO MOLDE	48
4.2	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS FÍSICAS DEL PAN TIPO MOLDE.....	52
4.2.1	Evaluación del peso del pan tipo molde.	52
4.2.2	Evaluación del volumen del pan tipo molde	56
4.2.3	Evaluación de la humedad del pan tipo molde.....	59
4.2.4	Evaluación del color en la miga del pan tipo molde	63
4.2.4.1	Índice de luminosidad (L*) en la miga del pan tipo molde.	63

4.2.4.2	Parámetro (a*) en la miga del pan tipo molde.	66
4.2.4.3	Parámetro (b*) en la miga del pan tipo molde.	69
4.3	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS SENSORIALES DEL PAN TIPO MOLDE	72
4.3.1	Evaluación del color del pan tipo molde.	72
4.3.2	Determinación del olor del pan tipo molde.....	74
4.3.3	Determinación del sabor del pan tipo molde.	76
	CONCLUSIONES	78
	RECOMENDACIONES.....	79
	SUGERENCIAS	80
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 01. Papa nativa de la variedad “Yawar Wayku”.....	3
Figura 02. Grafica de la carta de color en el sistema (L*a*b*).....	22
Figura 03. Diagrama tridimensional de la carta de color del sistema (L*a* b*).....	22
Figura 04. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial	24
Figura 05. Diagrama de bloques para la elaboración de pan tipo molde.	29
Figura 06. Diagrama de bloques para la elaboración de pan tipo molde.	32
Figura 07. Gráfico de efectos principales sobre la temperatura de gelatinización (Tg) del pan tipo molde.	50
Figura 08. Panes tipo molde horneados hasta su temperatura de gelatinización (Tg).	51
Figura 09. Gráfico de efectos principales sobre el peso (g) del pan tipo molde.	53
Figura 10. Estimación de superficie de respuesta para el peso (g) del pan tipo molde.	55
Figura 11. Gráfico de efectos principales sobre el volumen (cm ³) del pan tipo molde.	57
Figura 12. Gráfico de efectos principales sobre la humedad (%) del pan tipo molde.	60
Figura 13. Estimación de superficie de respuesta para la humedad (%) del pan tipo molde.	62
Figura 14. Gráfico del efecto de los factores sobre la luminosidad (L*) en la miga del pan tipo molde.	64
Figura 15. Valores del índice de luminosidad (L*) en la miga del pan tipo molde.	65
Figura 16. Gráfico de los efectos principales sobre el parámetro (a*) en la miga del pan tipo molde.	67

Figura 17. Valores del parámetro (a*) en la miga del pan tipo molde.	68
Figura 18. Gráfico de los efectos principales sobre el parámetro (b*) en la miga del pan tipo molde.	70
Figura 19. Valores del parámetro (b*) en la miga del pan del pan tipo molde.	71
Figura 20. Diagrama de medias de la evaluación sensorial del color pan tipo molde.	72
Figura 21. Diagrama de medias de la evaluación sensorial del olor pan tipo molde.	74
Figura 22. Diagrama de medias de la evaluación sensorial del sabor pan tipo molde.	76
Figura 23: Papa nativa de la variedad Yawar Wayku (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	119
Figura 24: Papa nativa de la variedad Yawar Wayku (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	119
Figura 25: Determinación de la temperatura de gelatinización en harinas.	120
Figura 26: Determinación de la temperatura de gelatinización en panes tipo molde.	120
Figura 27. Evaluación del peso del pan tipo molde.	121
Figura 28: Determinación del volumen del pan tipo molde.	121
Figura 29: Determinación de la humedad del pan tipo molde.	122
Figura 30: Muestras de pan tipo molde dentro del desecador.	122
Figura 31: Determinación del color en la miga del pan tipo molde.....	123
Figura 32: Diferentes tratamientos del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa precocida.....	123

INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Micronutrientes de la papa nativa “Yawar Wayku”.	4
Tabla 02. Composición general de la harina blanca.	8
Tabla 03. Características de almidón de trigo y fécula de papa papa.	10
Tabla 04. Composición nutricional del pan de molde.	12
Tabla 05. Formulación base para pan tipo molde.	30
Tabla 06. Estructura de la escala hedónica de cinco puntos.	39
Tabla 07. Factores independientes para el diseño de experimentos	40
Tabla 08. Matriz de diseño experimental.	41
Tabla 09. Matriz de diseño experimental.	45
Tabla 10. Temperatura de gelatinización del pan tipo molde.	49
Tabla 11. Peso del pan tipo molde.	52
Tabla 12. Volumen de pan tipo molde.	56
Tabla 13. Humedad del pan tipo molde.	59
Tabla 14. Índice de luminosidad (L*) en la miga del pan tipo molde.	63
Tabla 15. Parámetro (a*) en la miga del pan tipo molde.	66
Tabla 16. Parámetro (b*) en la miga del pan tipo molde.	69

INDICE GENERAL

Anexo 01. Temperatura de gelatinización de la harina de trigo (HT) y harina de papa nativa (HPN) por tratamiento.	87
Anexo 02. Gráficos de temperatura de gelatinización de la mezcla de harina de trigo (HT) y harina de papa nativa (HPN)	92
Anexo 03. Gráficos de la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.	97
Anexo 04. Temperatura de gelatinización del pan tipo molde.	102
Anexo 05. Análisis de varianza para la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.	102
Anexo 06. Peso de los panes tipo molde.	103
Anexo 07. Análisis de varianza para el peso del pan tipo molde.	103
Anexo 08. Volumen de los panes tipo molde.	104
Anexo 09. Análisis de varianza para el volumen del pan tipo molde	104
Anexo 10. Humedad de los panes tipo molde.....	105
Anexo11. Análisis de varianza para la humedad del pan tipo molde	105
Anexo 12. Índice de luminosidad (L^*) en la miga de los panes tipo molde	106
Anexo 13. Análisis de varianza para la luminosidad (L^*) en la miga del pan tipo molde	106
Anexo 14. Parámetro (a^*) en la miga de los panes tipo molde.	107
Anexo 15. Análisis de varianza para del parámetro (a^*) en la miga del pan tipo molde	107
Anexo 16. Parámetro (b^*) en la miga de los panes tipo molde.	108
Anexo 17. Análisis de varianza para del parámetro (b^*) en la miga del pan tipo molde	108

Anexo 18. Color de los panes tipo molde.....	109
Anexo 19. Análisis de ANOVA para el color del pan tipo molde.	110
Anexo 20. Tukey para el color del pan tipo molde.	110
Anexo 21. Olor de los panes tipo molde.....	112
Anexo 22. Análisis de ANOVA para el olor del pan tipo molde.	113
Anexo 23. Tukey para el olor del pan tipo molde.	113
Anexo 24. Sabor de los panes tipo molde.....	115
Anexo 25. Análisis de ANOVA para el sabor del pan tipo molde.	116
Anexo 26. Tukey para el sabor del pan tipo molde.....	116
Anexo 27. Tabla de números aleatorios.....	118
Anexo 28. Modelo de ficha para evaluación sensorial.....	118
Anexo 29. Fotografías de la papa nativa de la variedad “Yawar wayku” (<i>Solanum tuberosum</i>).....	119
Anexo 30. Fotografías de la determinación de la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.	120
Anexo 32. Fotografías de la determinación del volumen del pan tipo molde.	121
Anexo 33. Fotografías de la determinación de la humedad del pan tipo molde.	122
Anexo 34. Fotografías de la determinación del color de la miga del pan tipo molde.	123

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Química, Control de Calidad y Panificación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA) de la Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac; con el objetivo evaluar las características físicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa (*Solanum tuberosum*) precocida. Para la evaluación de las características físicas del pan tipo molde se planteó un Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR), teniendo como factores principales a la harina de trigo (HT) y papa nativa precocida (PP) en niveles de sustitución de 70% a 90% y 10% a 30% respectivamente, y según el diseño experimental se estableció 13 tratamientos las cuales fueron: T1 (87.5 %, 12.5 %); T2 (90 %, 10 %); T3 (70 %, 30 %); T4 (75 %, 25 %), T5 (76.71%, 23.29 %), T6 (82.48 %, 17.52 %); T7 (93.18 %, 6.82 %); T8 (70.09 %, 29.91%); T9 (80 %, 20 %); T10 (80 %, 20 %); T11 (80 %, 20 %); T12 (80 %, 20 %) y T13 (80 %, 20 %); y según los resultados obtenidos para la temperatura de gelatinización (°C), el peso (g) y la humedad (%) del pan tipo molde el mejor tratamiento fue T3 (70 % HT, 30 % PP) con 65.25 °C, 73.13 g y 33.20% respectivamente, mientras que para el volumen (cm³) fue T7 (93.18%HT, 6.82%PP) con 273.3 cm³; respecto a la evaluación del color (usando un Colorímetro Konica Monolta CR410) en la miga del pan tipo molde el tratamiento T3 (70 % HT , 30 % PP) presentó los siguientes valores $L^* = 43.49$; $a^* = 15.87$ y $b^* = 6.87$ debido a que la papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” presenta concentraciones de componentes fenólicos (Antocianinas) en su estructura (Fonseca, 2014). Para la evaluación de las características sensoriales del pan tipo molde se planteó un Diseño Completo al Aleatorio (DCA) estableciéndose sólo 09 tratamientos las cuales fueron: T1 (87.5%, 12.5%); T2 (90%, 10%); T3 (70%, 30%); T4 (75%, 25%), T5 (76.71%, 23.29%), T6 (82.48%, 17.52%); T7 (93.18%, 6.82%); T8 (70.09%, 29.91%) y T9 (80%, 20%); y según los resultados el T3 (70%HT, 30%PP) tuvo la mayor aceptación por parte de los 30 jueces evaluadores.

Palabras claves: Pan tipo molde, papa nativa, antocianinas, características físicas y características sensoriales.

ABSTRACT

Research work came true in the chemistry laboratories, quality control and Breadmaking of the Professional School of Agroindustrial Engineering (EPIA) of the National University Jose Maria Arguedas (UNAJMA) of the Province of Andahuaylas, Departament of Apurímac; with the objective evaluating the physical and sensorial characteristics of bread guy mold with partial substitution of wheatmeal for native potato (*Solanum tuberosum*) raedy-cooked. For the evaluation of the physical characteristics of bread guy mold came into question a Desing Compound Main station Rotable (MSR) having like unit factors wheatmeal (HT) and native ready-cooked potato (PP) multi-leveled of substitution of 70 % to 90 % and 10 % to 30 % respectively and according to the experimental design established himself 13 treatments which were: T1 (87.5 %, 12.5 %); T2 (90 %, 10 %); T3 (70 %, 30 %); T4 (75 %, 25 %), T5 (76.71 %, 23.29 %), T6 (82.48 %, 17.52%); T7 (93.18 %, 6.82 %); T8 (70.09 %, 29.91%); T9 (80 %, 20 %); T10 (80 %, 20 %); T11 (80 %, 20 %); T12 (80 %, 20 %) and T13 (80 %, 20 %); and according to the results obtained for the temperature of gelatinization (°C) the weight (g) and humidity (%) of bread guy mold the best treatment was T3 (70 % HT, 30 % PP) with 65.25 °C, 73.13 g and 33.20% respectively, while for volume (cm³) it was T7 (93.18 % HT, 6.82 % PP) with 273.3 cm³. in relation to the evaluation of the color (Using a Colorimeter Konica Monolta CR410) in the soft part of bread guy mold the treatment T3 (70 % HT , 30 % PP) he presented the following values $L^* = 43.49$; $a^* = 15.87$ y $b^* = 6.87$ because the native potato of variety "Yawar Wayku" present concentrations of phenolic components (anthocyanins) in his structure (Fonseca, 2014). For the evaluation of the sensorial characteristics of bread guy the mold came into question one Complete Design to the Aleatory (CDA) establishing oneself only 09 treatments which were: T1 (87.5%, 12.5%); T2 (90%, 10%); T3 (70%, 30%); T4 (75%, 25%), T5 (76.71%, 23.29%), T6 (82.48%, 17.52%); T7 (93.18%, 6.82%); T8 (70.09%, 29.91%); and T9 (80%, 20%); and according to the results the T3 (70 % HT, 30 % PP) he had the bigger acceptance on behalf of the 30 appraising judges.

Passwords: Bred guy mold, native potato, anthocyanins, physical characteristics and sensorial characteristics.

ABREVIATURAS Y UNIDADES

AACC	: Asociación Americana de los Químicos de los cereales.
AT	: Antocianinas totales.
AA	: Actividad antioxidante.
BS	: Base seca.
CFT	: Compuestos fenólicos totales
cm ³	: Centímetro cúbico.
CIE	: Centro Internacional de la Iluminación.
Ho	: Hipótesis nula
HA	: Hipótesis alterna.
HPN	: Harina de papa nativa.
HT	: Harina de trigo.
MS	: Materia seca.
Mpa	: Megapascales.
Mp	: Muestra patrón.
NTP	: Norma Técnica Peruana
PP	: Papa nativa precocida
RTAs	: Raíces y tubérculos andinos.
s	: Segundos.
t	: Tiempo
Tg	: Temperatura de Gelatinización.
Trat.	: Tratamientos.
T1, T2, T3..., T13	: Tratamientos uno, dos, tres..., trece.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

Nuestra provincia es considerada como una zona de mayor producción de papa nativa, y muchas de las variedades como el “Yawar Wayku” contienen en su estructura compuestos fenólicos (antocianinas) que son compuestos antioxidantes que brindan beneficios para la salud (Fonseca *et al.*, 2014), por ello una forma de aprovechar este recurso es introducirlo a la industria de panificación y utilizarlo como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración del pan tipo molde, ya que actualmente se viene perdiendo oportunidades de desarrollo en el sector de la panadería al no ofertar productos nuevos, naturales y de calidad que demanda el mercado; cabe mencionar también que el aprovechamiento de este recurso podría mejorar las condiciones de pobreza de los agricultores como también podría ser una alternativa para diversificar los productos alimenticios en los programas sociales de apoyo alimentario. Además en comparación con otros estudios realizados, en esta investigación se utilizó papa nativa como masa precocida y no como harina, por lo tanto el interés de conocer su comportamiento sobre las características físicas y sensoriales en la elaboración del pan tipo molde.

Por ello el objetivo de la presente investigación fue evaluar las características físicas (temperatura de gelatinización (°C), peso (g), humedad (%), volumen (cm³) y color (usando un colorímetro)) y sensoriales (olor, sabor y color) del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa (*Solanum tuberosum*) precocida, utilizando para ello un Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR) y un Diseño Completo al Azar (DCA) tanto para las características físicas y sensoriales respectivamente.

CAPITULO 2

REVISION DE LITERATURA

2.1 PAPAS NATIVAS

Las papas nativas son un grupo de individuos con características comunes que son el resultado del proceso ancestral de domesticación. Se caracterizan por su gran diversidad de formas, colores de piel y pigmentación en la pulpa (Indecopi, 2010; NTP 001.119), donde los colores rojo se deben a la presencia de compuestos fenólicos (antocianinas) (Peña C. & Restrepo L.), además algunas variedades presentan altas concentraciones de vitamina C, de micronutrientes esenciales (hierro y zinc), siendo estos componentes una importante base para responder a la inseguridad alimentaria, el déficit nutricional y de contribuir a la prevención de ciertas enfermedades crónicas (Fonseca *et al.*, 2014).

2.1.1 Clasificación taxonómica

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Asteridae
Orden	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Género	: Solanum
Especie	: <i>Solanum tuberosum</i>

Nombres comunes: papa, patata.
(Chuquillanqui *et al.*, 2008).

2.1.2 Principales características

Las principales características de las papas nativas es que presentan tolerancia a plagas y enfermedades, tiene un periodo vegetativo desde cortos a largos (4 a 7 meses), buen contenido de proteínas (2 a 5 %), presentan diversos colores y pigmentación en la pulpa, se adaptan a las condiciones alto andinas, algunas variedades contienen propiedades antioxidantes y presentan un alto contenido de vitaminas y minerales (Chuquillanqui *et al.*, 2008).

2.2 PAPA NATIVA DE LA VARIEDAD “YAWAR WAYKU”

Según (Fonseca *et al.*, 2014) indican que el nombre de la variedad de papa nativa “Yawar Wayku” o “Yawar Huaycco”, significa “Flor de papa” y su cultivo llega hasta los 4200 metros sobre el nivel del mar, su pulpa roja es tan intensa como el rojo de la beterraga como se puede ver en la Figura 01.



Figura 01. Papa nativa de la variedad “Yawar Wayku”.

Fuente: (Fonseca *et al.*, 2014).

2.2.1 Caracterización morfológica

La papa nativa de la variedad “Yawar Wayku”, presenta un hábito de crecimiento decumbente, el color su flor es blanco y amarillo pálido en estrella, presenta una forma oblonga, tiene una profundidad de ojos de nivel medio, el color de su piel es rojo-morado y la pulpa de color rojo-violeta (Fonseca *et al.*, 2014).

2.2.2 Caracterización nutricional

La papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” es rica en minerales y compuesto fenólicos (antocianinas) y muy buena capacidad antioxidante teniendo un potencial uso para la industria ligada a la salud. En la Tabla 01, se muestra estos valores en función a la concentración de los siguientes elementos: Vitamina C (Vit. C), hierro (Fe), zinc (Zn), compuestos fenólicos totales (CFT), antocianinas totales (AT) y la actividad antioxidante (AA) y materia seca (MS %) (Fonseca *et al.*, 2014).

Tabla 01. Micronutrientes de la papa nativa “Yawar Wayku”.

Presentación	Unid.	MS %	Vit. C	Fe	Zn	CFT	AT	AA
Cruda	mg/100g BS	24.39	44.28	1.71	0.98	1.697	584	3.41
Cocida	mg/100g BS	26.73	20.83	1.71	0.89	1.796	613	3.14

Fuente: (Fonseca *et al.*, 2014).

2.2.3 Compuestos bioactivos

El termino componente bioactivo en el campo de la alimentación y específicamente en alimentos funcionales, se define como; aquellos compuestos químicos que ejercen un efecto benéfico para alguna función

corporal del individuo, produciendo una mejora en la salud y bienestar o reduciendo un riesgo de enfermedad (Sainz *et al.*, 2006).

Se considera componente bioactivo de un alimento aquel que aporta un beneficio para la salud más allá de las consideraciones propias de la nutrición básica. Estos componentes se encuentran en general en pequeñas cantidades en los productos de origen vegetal. Se puede considerar como componentes bioactivos, tanto a algunas vitaminas y minerales, como a otros compuestos no nutrientes presentes fundamentalmente en plantas (fitoquímicos) que inducen efectos metabólicos derivados de su actividad biológica constatada en modelos de laboratorio, y asociada a efectos beneficiosos sobre la salud humana, como por ejemplo mayoría de funciones fisiológicas o reducción de riesgo de padecer enfermedades (Olmedilla y Granada, 2007).

2.2.3.1 Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos agrupan a un amplio grupo de moléculas caracterizadas por poseer un anillo aromático. Se trata de un grupo de compuestos producto del metabolismo secundario de las plantas. Los compuestos fenólicos o polifenólicos, son las sustancias que poseen un anillo aromático, unidos a uno o más grupos hidroxilo. Las antocianinas y flavonoles son pigmentos importantes en una gran variedad de frutas y verduras. Entre los ingredientes funcionales, el grupo que actualmente está generando mayor interés es el de los compuestos fenólicos, también ampliamente denominados polifenoles, debido a sus propiedades organolépticas y farmacológicas. Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios sintetizados por los vegetales tanto en su desarrollo normal (Morales, 2011).

2.2.3.2 Antocianinas

Las antocianinas son compuestos fenólicos, de la familia de los flavonoides, colorantes naturales ampliamente distribuidos en frutas, bayas y flores, ofreciendo atractivos colores, como naranja, rojo y azul. Estos pigmentos son solubles en agua y esta propiedad facilita su incorporación en numerosos sistemas alimentarios acuosos. Estas cualidades hacen que las antocianinas sean colorantes naturales atractivos. El interés por los pigmentos antociánicos en investigaciones científicas se han incrementado en los últimos años, debido no sólo al color que confieren a los productos que las contienen sino en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes, efectos antiinflamatorios, mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo; estos efectos terapéuticos positivos, están principalmente asociados con sus propiedades antioxidantes (Kong *et al.*, 2012).

2.3 EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN RAICES Y TUBÉRCULOS ANDINOS

El efecto del tratamiento térmico como la cocción es aquella operación transformando de modo físico y/o químico el aspecto, la textura, la composición y el valor nutritivo de un alimento mediante la acción de calor con el fin de convertirlo en algo más digerible, apetecible y sanitariamente seguro (Bello, 1999) y según (Crespo Relucio, 2002) al incrementar el tiempo y temperatura se afecta la estabilidad de las antocianinas, variando sus propiedades funcionales y nutricionales además (Espín *et al.*, 2000) señala que los micro elementos se disminuyen en un 14% y los macro elementos no varían de manera significativa, pero esta pérdida de nutrientes disminuye al no quitar la cáscara antes de la cocción ya que esta actúa como barrera protectora.

2.4 EL TRIGO (*Triticum vulgare*)

El trigo es un producto vegetal más ampliamente cultivada del mundo, es un cereal que produce granos los mimos que son considerados como alimento que contienen nutrientes entre ellos: carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas (Cauvain & Young, 2009).

2.4.1 Clasificación taxonómica del trigo

División	: Cheteriodophitas
Clase	: Monocotiledónea
Subclase	: Angiospermas
Orden	: Cereales
Familia	: Gramínea
Género	: <i>Triticum</i>
Especie	: Vulgare

Nombre científico: *Triticum Vulgare*

Nombres comunes: Trigo

(Quaglia Giovanni, 1991).

2.4.2 Harina de trigo

La harina es el polvo que se obtiene de la molienda del grano de trigo maduro, entero o quebrado, limpio, sano y seco, en el que se elimina gran parte de la cascarilla (salvado) y el germen. La harina contiene entre un 65 y un 70 % de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 9 al 14 % de proteínas; siendo las más importantes la gliadina y la gluteína, además de contener otros componentes como celulosa, grasos y azúcar. La molienda de trigo consiste en separar el endospermo que contiene el almidón de las otras partes del grano. El trigo entero rinde más del 72 % de harina blanca y el resto es un subproducto, en la molienda el grano de trigo se somete a diversos tratamientos antes de convertirlo en harina (Cheftel & Cheftel, 1976).

2.4.2.1 Composición de la harina de trigo

La harina de trigo debe ser: suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños a rancio, moho, amargo o dulce. Debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, libre de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales (Quaglia Giovanni, 1991). En la Tabla 02 se presenta la composición química de la harina de trigo.

Tabla 02. Composición general de la harina blanca.

Componente en la harina (%)	Harina Blanca
Humedad	13.0 – 14.5
Almidón y otros hidratos de carbono	71.0 – 78.0
Proteínas	8.0 – 13.0
Lípidos	1.0 – 1.5
Fibra cruda	2.0

Fuente: (Cauvain & Young, 2006).

2.4.2.1.1 Almidón

Es el componente principal de la harina. Es un polisacárido de glucosa, insoluble en agua fría, pero aumentando la temperatura experimenta un ligero hinchamiento de sus granos. El almidón está constituido por dos tipos de cadena:

- a. **Amilosa:** La amilosa es un polímero lineal que consta de moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos, el número de unidades varía entre los diferentes tipos de almidones pero generalmente se encuentra entre 1000 unidades de glucosa por molécula de amilosa (Aspinal, 1983), y forma una red tridimensional cuando se asocian la moléculas al enfriarse y es la responsable de la gelatinización de las pastas cocidas frías de almidón (Vaclavik, 2002).

Los almidones ricos en amilosa mantienen su forma cuando se moldean; gelifican mientras los almidones sin amilosa espesan pero no gelifican ya que la estructura lineal de la amilosa favorece la formación de películas fuertes, este fenómeno de asociación intermolecular entre las moléculas de amilosa es llamado retrogradación (Aristizábal & Sánchez, 2007).

- b. Amilopectina:** La amilopectina se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de un árbol (Badui, 2006). La porción cristalina está compuesta por estructuras de doble hélice formadas por puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo en las cadenas lineales de las moléculas de amilopectina y por cadenas externas de amilopectina unidas con porciones de amilosa (Meneses *et al.*, 2007). Mientras las regiones amorfas se asocian a la amilosa (Zobel, 1988), estas dan propiedades específicas como la presencia de un cruce en el gránulo ante una observación con luz polarizada y la difracción de los rayos X con tres tipos de espectro (Aristizábal & Sánchez, 2007), estas características se pierden cuando los gránulos alcanzan la gelatinización (Badui, 2006).

❖ **Temperatura de gelatinización**

La temperatura de gelatinización es aquella en la que se alcanza el máximo de viscosidad y se pierde su birrefringencia y el patrón de difracción de rayos X; esta temperatura es en realidad un intervalo, ya que los gránulos tienen diferente composición y grado de cristalinidad aunque provengan de la misma fuente botánica, lo que provoca que unos sean más resistentes que otros. Por esta razón se llega a presentar una diferencia de 8 a 12 °C, teniendo como promedio 10 °C entre la temperatura de gelatinización de los

primeros gránulos y la de los últimos (Badui, 2006) y como se ilustra en la Tabla 03, es en este rango de temperatura muy limitado ocurren fenómenos que inducen la aparición de propiedades viscoelásticas las cuales son inducidos por el hinchamiento del gránulo y la solubilización parcial de los polímeros (Aristizábal & Sánchez, 2007).

Tabla 03. Características de almidón de trigo y fécula de papa.

Tipo	Amilopectina (%)	Amilosa (%)	Temperatura de gelatinización (°C)
Papa	73 – 77	18 - 27	58 - 67
Trigo	76	24	58 - 64

Fuente: (Badui, 2006).

Y según Quaglia Giovanni (1991) en la composición de la harina de trigo encontramos:

2.4.2.1.2 Proteína

La cantidad de proteínas varía mucho según el tipo de trigo, la época de recolección y la tasa de extracción. El gluten es un complejo de proteínas insolubles en agua, que le confiere a la harina de trigo la cualidad de ser panificable. Está conformada por:

- ✓ **Glutenina:** Es la proteína encargada de la tenacidad de la masa.
- ✓ **Gliadina:** Es la proteína responsable de la elasticidad y extensibilidad de la masa.

La calidad del gluten presente en una harina es lo que determina que la harina sea “fuerte” o “floja”. La harina fuerte es rica en gluten, tiene la capacidad de retener mucha agua, dando masas consistentes y elásticas, panes de buen aspecto, textura y volumen satisfactorios. La harina floja es pobre en gluten, absorbe poca agua, forma masas flojas y con tendencia a fluir durante la fermentación, dando panes bajos y de textura deficiente.

2.4.2.1.3 Lípidos

Las grasas de la harina proceden de los residuos de las envolturas y de partículas del germen. El contenido de grasas depende por tanto del grado de extracción de la harina. Mientras mayor sea su contenido en grasa más fácilmente se enranciará.

2.4.2.1.4 Agua

La humedad de una harina, debe oscilar entre 13-16%, no puede sobrepasar el 16%, es decir que 100 kilos de harina pueden contener como máximo 16 litros de agua. Se debe tener en cuenta que la harina es higroscópica, o sea, que es influida por las variaciones de la humedad atmosférica. Naturalmente la harina puede estar más seca.

2.4.2.1.5 Minerales

Es la cantidad mineral que queda después que las materias orgánicas en la harina han sido quemados; estos minerales son fosfatos de potasio, magnesio, calcio y rastros de hierro y aluminio, procedentes de la parte externa del grano, que se incorporan a la harina según su tasa de extracción.

2.5 PAN DE MOLDE

Según (Indecopi, 1988; NTP 206.004) el pan de molde es el producto obtenido por la cocción en moldes, de una masa fermentada hecha básicamente con harina de trigo, agua, sal, azúcar, levadura y manteca, pudiendo tener otros ingredientes y aditivos permitidos. La composición nutricional del pan molde se muestra en la Tabla 04.

Tabla 04. Composición nutricional del pan de molde.

Información Nutricional	Cantidad
Contenido calórico	65 Cal
Proteínas	1.5 g
Carbohidratos	10.6 g
Grasas	1.20 g
Fibra	0.3 g
Colesterol	0 g
Calcio	3.1 mg
Fósforo	17.9 mg
Hierro	0.2 mg
Tiamina	0.02 mg
Riboflavina	0.01 mg
Niacina	0.2 mg

Fuente: (Indecopi, 1998; NTP 206.004).

2.5.1 Clasificación

Según (Indecopi, 1988; NTP 206.004), según el grado de extracción de la harina utilizada, el pan de molde se clasificara en:

- ✓ Pan integral: Es el pan de molde elaborado con harina integral.

- ✓ Pan blanco: Es el pan de molde elaborado con harina, con un máximo de 82% de extracción.

- ✓ Pan corriente: Es el pan molde elaborado con harina de más de 82% hasta 86% de extracción.
- ✓ Pan tostado de molde: Es el producto que como producto anterior tiene el pan de molde y que ha sido tostado (o sacado) bajo condiciones controladas.

2.5.2 Etapas del procesamiento del pan tipo molde.

El método utilizado es el de masa directa procedimiento reportado por SENA (1985). Las etapas para el procesamiento del pan tipo molde son las siguientes:

- a. **Pesaje y medición:** Se hace de acuerdo con las cantidades establecidas en la formulación para cada producto, este pesaje se debe realizar lo más preciso posible de lo contrario los productos saldrán con muchos defectos.
- b. **Mezcla y amasado:** Los objetivos de este paso son la distribución homogénea de los ingredientes y un adecuado desarrollo del gluten. Los métodos más empleados son el directo en el cual todos los ingredientes se mezclan al mismo tiempo.
- c. **Fermentación:** La masa se coloca en un cuarto temperatura y humedad controlada, en estas condiciones los almidones de la harina se transforman en azúcares y estos en alcohol y gas carbónico el cual hace que el volumen del pan se aumente.
- d. **División o corte:** Luego de la fermentación se divide la masa en tantas porciones como panes se vayan a fabricar. Para ello se emplea una máquina cortada divisora, para obtener un peso similar en cada pan se debe tener en cuenta la pérdida de peso de la masa por deshidratación. Cuando la masa total no sufre una “prefermentación”, simplemente se forman los panes con el tamaño deseado y pasamos los panes al cuarto de fermentación.

- e. **Boleo o redondeo:** Con cada porción de masa se hace una bola compacta. Este paso es generalmente manual y se realiza presionando la masa con la palma de la mano en forma circular. Esto se hace con el fin de que los trozos de masa reposen antes de ser formados por un tiempo de 10 a 20 minutos.
- f. **Moldeado:** Cada bola de masa se extiende con un rodillo y se procede a dar la forma que corresponda al tipo de pan que se está elaborado.
- g. **Leudación (Fermentación final):** Los panes moldeados se colocan nuevamente en el cuarto de fermentación donde crecen aproximadamente el doble de su tamaño a una temperatura de 30 – 35 °C y una humedad entre 80 – 85%.
- h. **Horneado:** Finalmente los panes se colocan en el horno a una temperatura acorde con el tamaño y el tipo de pan. Esta etapa sucede en dos fases:
 - ✓ Cuando el producto adquiere una temperatura interna de 45-50°C la producción de gas se inactiva por la muerte de la levadura y da el volumen final del pan y la miga se expande por la acción del gas; cuando el producto tiene una temperatura interna entre 60-70 °C hay coagulación de proteína y gelatinización de los almidones, el producto pierde su plasticidad y adquiere la forma definitiva del pan.
 - ✓ En la segunda etapa ocurre el secado que forma la corteza y el cocimiento del Pan.
- i. **Enfriamiento y almacenamiento:** Debe de efectuarse a temperatura ambiente, no todos los tipos de pan se empacan pero cuando se hace no se debe empacar panes aun calientes (27 - 30 °C) y no empacar en polietilenos que contengan polímeros tóxicos.

2.6 PAN A BASE DE PAPA

Una forma de brindarle un valor agregado distinto a la producción de papa es introducirlo en la industria de la panificación, la alternativa de utilizar papa precocida o puré de papa como base de incorporación en la elaboración del pan debe permitir un mejor aprovechamiento de este recurso en beneficio de la alimentación de la población, así como mejorar las condiciones de pobreza de los agricultores e introducirlo en programas sociales de apoyo alimentario. El pan de papa se elabora con tubérculos sancochados y prensados antes de ser mezclados con la harina de trigo, en el que se mezclan hasta un 30% de harina de papa y un 70% de harina de trigo fortificado con hierro (Fernández, 2008).

Además al utilizar una masa precocida y no como harina, en la elaboración del pan tipo molde, trae como ventaja la disminución en la pérdida de macro y micronutrientes que se da en el proceso de secado y los costos que involucra la transformación a harina (León *et al.*, 2010). En el proceso de elaboración de pan con harina de papa el nivel más adecuado se encontraron por debajo de 30%, puesto a que a niveles superiores producen panes con características inaceptables (Greene & Bovell-Benjamin, 2004).

2.6.1 Los ingredientes y sus influencias en la elaboración de pan de molde

Según Cauvain y Young (2006) señalan que los ingredientes necesarios para la elaboración del pan son los siguientes:

2.6.1.1 Harina de trigo

La influencia de la harina de trigo en las características de un producto de panadería se expresan comúnmente en base a su composición, proteínas, almidón, contenido en fibra y otras importantes propiedades fisicoquímicas como el tamaño de la partícula y la calidad de la proteína. Las proteínas juegan un papel importante en la formación de una red bien estructurada del gluten y con propiedades reológicas adecuadas, esta formación es esencial para la formación del pan, en consecuencia, un aumento

en el contenido de la proteína conlleva a un incremento en su capacidad de retener gas y, por lo tanto, aumenta el volumen del pan.

2.6.1.2 Azúcares

La sacarosa confiere dulzura y color a los productos de panadería, pero también influye en la formación de la estructura. La concentración de la solución de sacarosa influyen en las características de gelatinización del trigo y de otros almidones, cuanto más alta sea la concentración de sacarosa, más significativo es el retraso en la temperatura de gelatinización del almidón. Los niveles de sacarosa son bajos en el pan y productos fermentados. El incremento del nivel de sacarosa afecta a la capacidad de producción de gas de la levadura de panadería.

El efecto de la sacarosa no es tan grande como el que se puede observar en presencia de sustancias iónicas como la sal. Un papel importante de la sacarosa es su efecto sobre la actividad de agua de un producto horneado. Si aumentamos los niveles de sacarosa, disminuirá la actividad de agua del producto y tendrá efecto en la caducidad y tiempo sin estropearse por hongos.

2.6.1.3 Grasas

La forma cristalina y el tamaño de la grasa influyen en las propiedades de retención de gas de la masa, con tamaños de cristal más pequeños se permite una mayor retención de gas. Aunque el efecto de aumentar el contenido de grasa en una receta es incrementar las propiedades de retención de gas por parte de la masa.

Las principales funciones de la grasa sólida son:

- ✓ La estabilización de las burbujas de gas incorporadas a la masa, que lleva a la mejora de las propiedades de retención de

gas de la masa, la cual se manifiesta normalmente como una mejora en el “empuje” del horno.

- ✓ Inhibición de la unión de las burbujas de gas, lo que lleva a una más fina estructura de la miga en el producto horneado.
- ✓ Contribuye a la suavidad de la miga, más cuanto mayor nivel se adiciona.

2.6.1.4 Sal

La sal se utiliza con diferentes propósitos en la elaboración de productos de panadería. Primero tiene una contribución fundamental al sabor del producto. Es también importante por su naturaleza iónica que contribuye al control en el producto de la actividad de agua, y por lo tanto a su caducidad y su vida libre de mohos. Cuanto menor sea el contenido de sal en la masa, menor será la cantidad de levadura necesaria para mantener un tiempo determinado de fermentación. La sal también tiene una influencia en la formación del gluten en la fase de elaboración de la masa.

2.6.1.5 Levadura

La levadura de panadería, *Saccharomyces cerevisiae*, se usa para la producción de dióxido de carbono en la elaboración del pan y otros productos fermentados. Actúa sobre los azúcares simples produciendo dióxido de carbono y alcohol. El alcohol se elimina durante el horneado y por ello es de importancia relativa en los productos de panadería. El dióxido de carbono es una parte importante en la expansión de los productos de panadería y contribuye significativamente a los cambios en la textura y calidad cuando se come el producto. La reacción es muy sensible a la temperatura y aumenta cuando la temperatura aumenta hasta 40-43 °C. Posteriormente la producción de dióxido de carbono desciende hasta que la levadura es inactivada a 55 °C.

2.6.1.6 Agua

Este elemento juega un papel importante en la cocción u horneado, e influye en la calidad final del producto y su caducidad. El agua está presente en muchos de los ingredientes usados en panadería, como el huevo líquido, o puede ser añadida como un ingrediente por separado. Tiene un papel primordial asociado a la solubilidad y dispersión de los ingredientes durante los procesos de mezclado y la formación de complejos como el gluten en panes y masas fermentadas.

En el caso de la masa del pan los niveles de agua óptimos se asocian a la capacidad de manejo de la masa durante el procesado y las cantidades reales usadas deben ser tan altas como sea posible mientras permanezcan compatibles con las necesidades del procesado. La tentación de reducir la cantidad de agua añadida a la masa de pan debe evitarse, debido a la influencia que esta tiene en el desarrollo de la masa.

2.7 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE PRODUCTOS DE PANADERIA

La calidad de los panes está normalmente definida por su volumen, textura, color y flavor, en donde en éste último se resumen las interacciones entre el aroma y el sabor y es el que más influencia tiene a la hora de renovar la elección del producto (Annet, 2008).

2.7.1 Peso

El peso está relacionado al rendimiento del producto final. En panificación este parámetro se ve influenciado directamente con la pérdida de agua (en forma de vapor) durante el proceso de cocción del pan, esto debido a las temperaturas altas a las que son sometidas los panes (Acosta Granada, 2013).

2.7.2 Color

El color y particularmente la uniformidad del color, tiene un efecto importante en la aceptabilidad del consumidor (Vázquez, 1982).

La estructura alveolar del productos tendrá una gran influencia en la medida del color de la miga del pan, debido a las sombras que producen los alveolos individualmente (Cauvain & Young, 2006).

2.7.3 Volumen

El volumen de la miga es una de las características más importantes de un pan, porque ofrece una medida cuantitativa del proceso de panificación. Además, este parámetro es muy importante para los consumidores, debido a que se relaciona con la percepción de un producto ligero, pero no denso, es decir, características de densidad y de volumen de la miga se asocia con un producto de panadería específico (Hathorn, 2008).

El método al que más recurrimos para medir el volumen de un producto es el de desplazamiento de semillas (Street, 1991). En este caso el lugar del líquido lo ocupa las semillas, normalmente semillas de cáñola o radícula o cebada perlada. El proceso es bastante exacto (Cauvain & Young, 2006).

2.7.4 Humedad

El contenido de agua (humedad) en el producto final contribuye de forma decisiva a la calidad y la caducidad. Las técnicas más comúnmente utilizadas para evaluar el contenido de humedad se basan en la evaporación del agua con calor. La humedad de la muestra se determina basándonos en la pérdida de peso que ocurre cuando un peso conocido de muestra se calienta (Cauvain & Young, 2006).

2.8 EL COLOR

El color es la sensación producida por los rayos luminosos al impresionar los órganos visuales (ojos) en función de la longitud de onda. Es un fenómeno físico asociado a las infinitas combinaciones de la luz, relacionado con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético, que perciben las personas y animales a través de los órganos de la visión, como una sensación que nos permite diferenciar los objetos con mayor precisión (Granville, 2002).

2.8.1 Percepción de color

La percepción del color incluye tres elementos necesarios:

- ✓ **Fuente de Luz:** La luz es una forma de energía y se propaga en forma de ondas electromagnéticas. Todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas electromagnéticas y refleja las restantes, las ondas reflejadas son captadas por el ojo.
- ✓ **Objeto:** Las radiaciones de iluminación son modificadas por el objeto mediante procesos físicos como la transmisión, reflexión, absorción y dispersión.
- ✓ **Observador:** Los detectores comunes de la luz y el color son el ojo, el sistema nervioso y el cerebro (Granville, 2002).

2.8.2 Sistema de color CIE

La CIE o Commission Internationale del Eclairage (que se traduce como Comisión Internacional de la Iluminación) es la institución responsable de las recomendaciones internacionales para la fotometría y colorimetría. En 1931 la CIE estandarizó los sistemas de orden de color especificando las fuentes de luz (o iluminantes), el observador y la metodología usada para encontrar los valores para la descripción del color (Delmoro, 2010).

2.8.3 Cielab (L^* a^* b^*)

Las características cromáticas CIELAB; en la actualidad se está implantando en los ámbitos alimentarios el sistema de coordenadas de color de la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) que permite una medida precisa de la percepción visual del color de un objeto. La Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) estableció en 1986 unas normativas respecto a la medida del color, especificando un espacio de color a utilizar, de tal modo que los resultados numéricos obtenidos se ajustaran en la mayor medida posible a la sensación visual humana. Cuando un color se expresa en CIELAB, la L^* define la claridad, a^* denota el valor rojo/verde y b^* el valor amarillo/azul (Delmoro, 2010), como se puede apreciar en la Figura 02, donde:

- ✓ **El parámetro (a^*):** Considerado índice de rojo, donde los valores positivos indican la cantidad de componente rojo y negativos que equivale al componente verde).
- ✓ **El parámetro (b^*):** Considerado índice de amarillo, donde los valores positivos representan el componente amarillo y los negativos el azul.
- ✓ **El parámetro (L^*):** Representa la luminosidad, donde sólo se obtienen valores positivos y se mide en una escala de 0 – 100. Como se puede apreciar en la Figura 03, el valor de L^* se representa en el eje central. Los ejes a^* y b^* aparecen sobre el plano horizontal.

2.8.4 Colorímetro

Es un instrumento de medición óptica que responde al color de manera similar al ojo humano, filtrando la luz reflejada en sus regiones dominantes de rojo, verde y azul. Pueden utilizarse para medir sólidos, pastas, gránulos, polvos y líquidos. Además que los valores de color son numéricos por lo que puedes diferenciar con facilidad el color de un determinado producto (Huamancondor Paz & Olivos Milla, 2013).

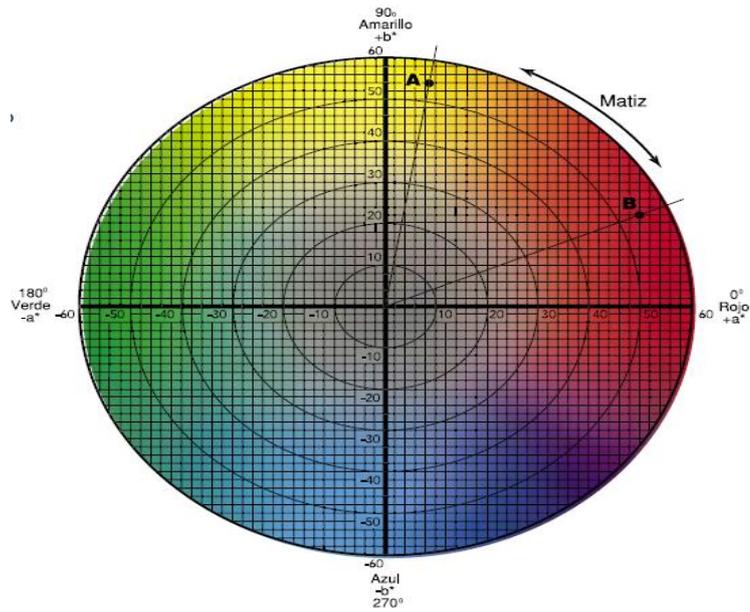


Figura 02. Grafica de la carta de color en el sistema ($L^*a^*b^*$)
Fuente: (Huamancondor Paz & Olivos Milla, 2013).

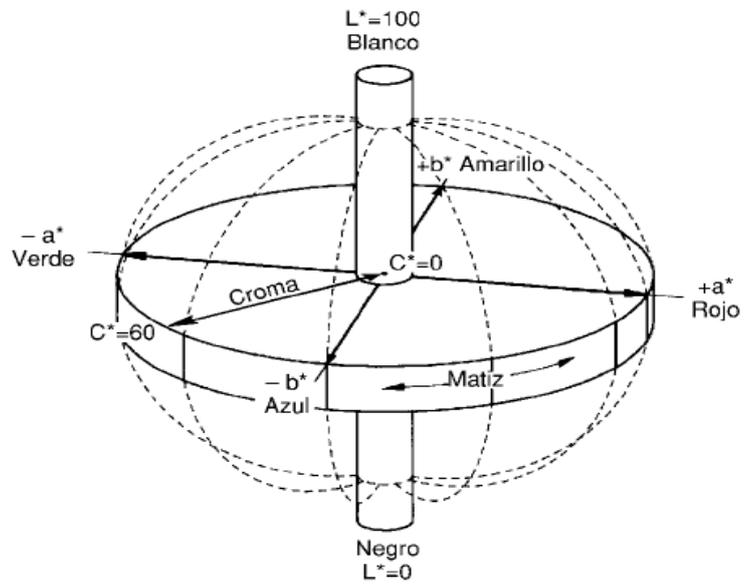


Figura 03. Diagrama tridimensional de la carta de color del sistema ($L^*a^*b^*$).

Fuente: (Huamancondor Paz & Olivos Milla, 2013)

2.9 PRINCIPIOS BÁSICOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

En relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos:

- ✓ Pruebas analíticas.
- ✓ Pruebas afectivas.

Cualquiera que sea la prueba que se vaya emplear, es necesario que los jueces entiendan la necesidad de efectuar la misma de la manera más objetiva posible, demuestren su capacidad para seguir las instrucciones y ejecuten la misma de manera correcta (De la Cruz, 2010).

a. Pruebas analíticas.

Se realizan en condiciones de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente. Las mismas se subdividen en pruebas discriminativas, escalares y descriptivas.

- ✓ Las pruebas discriminativas permiten comparar dos o más productos, e incluso estimar el tamaño de la diferencia. De manera general son sencillas y de gran utilidad práctica.
- ✓ Las pruebas escalares son aquellas en las cuales se mide de manera cuantitativa la intensidad de una propiedad sensorial con la ayuda de una escala. Debido a que las mismas se emplean como herramientas de trabajo en otros métodos sensoriales, algunos autores y especialistas en la temática no la tienen en cuenta dentro de la clasificación de los métodos de evaluación sensorial.
- ✓ Las pruebas descriptivas son de manera general más complejas, mediante las mismas los jueces establecen los descriptores que definen las diferentes características sensoriales de un producto y utilizan dichos descriptores para cuantificar las diferencias existentes entre varios productos (Espinoza, 2007).

b. Pruebas afectivas

Se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados jueces afectivos. Los mismos en la mayoría de los casos se escogen atendiendo a que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos. Los resultados permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles. El mismo no debe ser muy extenso para evitar fatiga en los jueces o rechazo al realizar la prueba, además debe ser fácil de responder, redactarse de manera clara con preguntas de fácil comprensión y con impresión legible (Espinoza, 2007). En la Figura 04 muestra los métodos de evaluación sensorial en forma global.

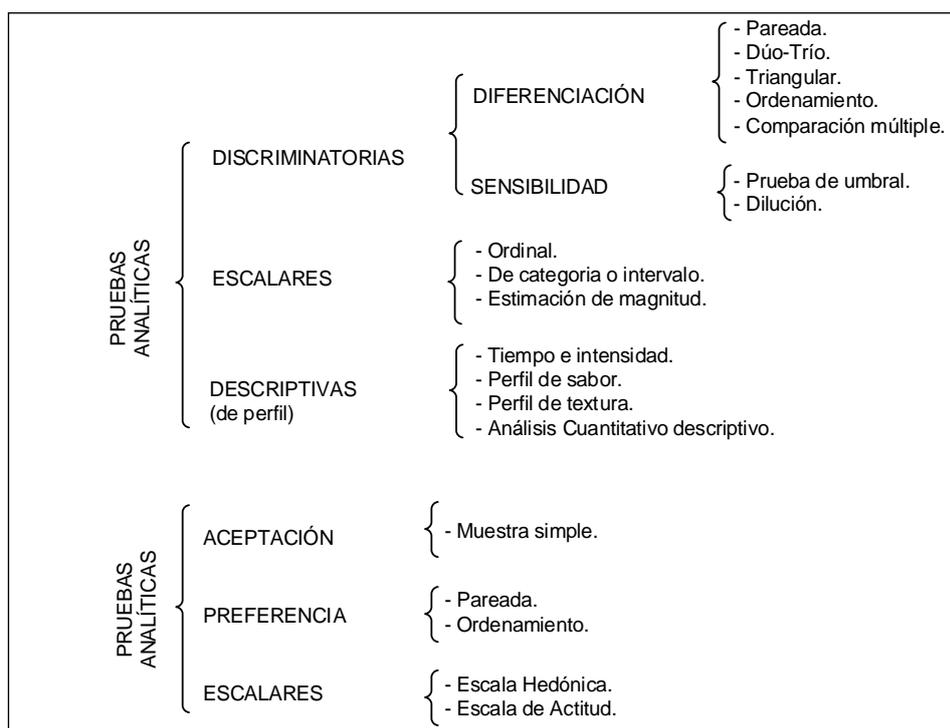


Figura 04. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial

Fuente: (Espinoza, 2007).

2.10 EVALUACIÓN SENSORIAL

Es una disciplina usada para medir, analizar e interpretar reacciones producidas por las características de los alimentos y materiales, como son percibidas por órganos de la vista, gusto, tacto, olfato y oído. También puede ser definida como la disciplina independiente, capaz de producir resultados precisos y reproducibles, tanto sobre aspectos cualitativos como cuantitativos de los alimentos. Actualmente el término que mejor se adapta a la definición mencionada es el de “análisis sensorial”. Debe ser practicado por un grupo de “panel de jueces”. También podemos utilizar el siguiente concepto “la evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos”.

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades (atributos) que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. (Anzaldúa, 1994). A continuación se describen algunos atributos:

a. Sabor

El sabor es una suma de las tres características (aroma, olor y el gusto) y por lo tanto su apreciación y medición son más complejas que las de cada propiedad por separado. El sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no el gusto, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podría juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido. El sabor de los alimentos es el resultado de la percepción de los estímulos gustativos, esta es causada por presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca. El sabor se percibe principalmente por la lengua, aunque también por la cavidad bucal (por el paladar blando pared posterior de la faringe y la epiglotis). Las papilas gustativas de la lengua registran los 4 sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua, así, lo dulce en la punta, lo amargo en el extremo posterior y lo salado y ácido en los bordes (Carrera, 1995).

b. Color

Esta propiedad es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. El color es la cualidad de la sensación provocada en la retina de un observador por ondas luminosas. El cual resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de las características de la luz (Sancho, Bota & De Castro J., 2002).

El color es la única propiedad sensorial que puede ser medida instrumentalmente de manera más efectiva en forma visual. Existen colorímetros especialmente diseñados para alimentos, incluso frutas enteras, granos o alimentos en polvo, pero resultan muy costosos y requieren de un manejo cuidadoso y de mantenimiento especializado (Hernández, 2003).

c. Olor

El olor es la separación, por medio de la nariz de sustancias volátiles liberados en los objetos. Una característica importante del olor es la intensidad o potencia de este. Además, la relación entre el olor y el tiempo es muy importante, ya que el olor es una propiedad sensorial que presenta dos atributos, contradictorios entre sí, en los cuales está involucrado el tiempo. El primero es la persistencia, o sea, que aun después de haberse retirado la sustancia olorosa, la persona continúa percibiendo el olor. Esto se debe a que las fosas nasales y la mucosa que recubre el interior de estas quedan saturadas de la sustancia volátil (Carrera, 1995).

CAPITULO 3

MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1 EQUIPOS, MATERIALES, REACTIVOS E INSUMOS DE LABORATORIO

3.1.1 Equipos

- Horno industrial pequeño.
- Cámara fermentadora.
- Amasadora/Sobadora.
- Estufa.
- Autoclave de acero inoxidable.
- Balanza digital de precisión.
- Baño maría.
- Sistema de adquisición de datos (Software Lawieb 7.5/Data trace).
- Equipo fotográfico (Cámara Nikon 700d).

3.1.2 Materiales

- Moldes para pan tipo molde.
- Rodillo de acero inoxidable.
- Recipientes de plásticos.
- Cuchillos con mango de madera.
- Buretas.
- Bandejas de aluminio.
- Probetas.

- Propipetas.
- Termocuplas.
- Cabina oscura.

3.1.3 Insumos

- Harina de trigo.
- Levadura instantánea.
- Azúcar blanca.
- Sal.
- Manteca vegetal.
- Agua.
- Propionato de calcio.
- Mejorador.

3.1.4 Material vegetal

- Papa nativa de la variedad “Yawar Wayku”.

3.1.5 Metodología para la elaboración de papa precocida

Para la obtención de papa precocida se utilizó la metodología modificada de (Fuentes *et al.*, 2009), de la siguiente forma:

- ✓ **Recepción:** La papa nativa se recolectó del campo en sacos convencionales para ser almacenarlo en un ambiente adecuado.
- ✓ **Selección:** Se retiró del proceso a aquellas papas que no cumplen con las características físicas adecuadas y paralelamente también fueron separadas aquellos tubérculos pequeños.
- ✓ **Lavado:** El lavado se realizó con la finalidad de eliminar impurezas como tierra, arenilla o pajilla que vienen adheridas al tubérculo.
- ✓ **Precocción:** Se realizó con vapor directo en una autoclave de acero inoxidable a una temperatura de 108 ° C a 0.038 MPa, por un tiempo promedio de 15 minutos.

- ✓ **Enfriamiento:** Se realizó con la finalidad de una mejor manipulación y además para no acelerar la fermentación de la masa durante la operación de mezclado. Para ello la temperatura de la papa precocida llegó a temperatura ambiente durante 15 minutos aproximadamente.
- ✓ **Pelado:** Esta operación se hizo manualmente y tuvo como finalidad el retiro de la cáscara, evitando la pérdida de su pulpa.
- ✓ **Prensado:** Para ello se utilizó un prensador manual con la finalidad de reducir el volumen de la papa precocida y obtener una masa pastosa fina y homogénea. En la figura 05, se muestra el diagrama de bloques para la elaboración de papa nativa precocida.

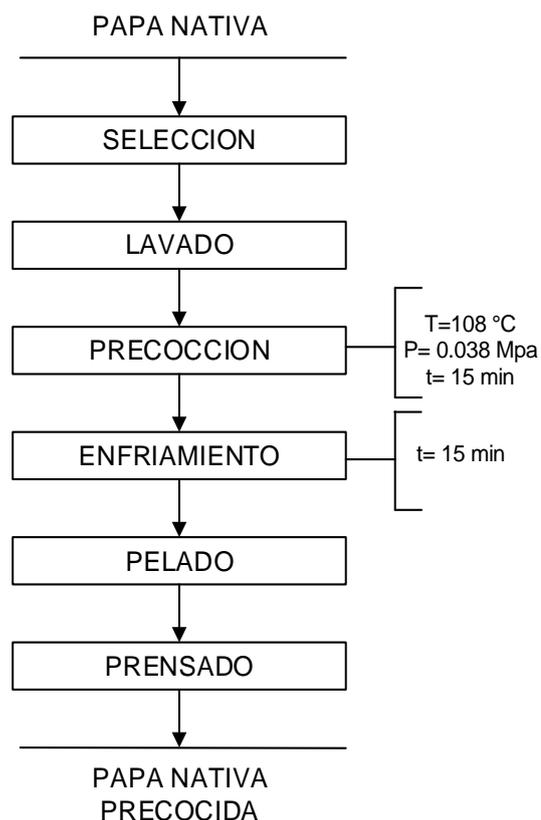


Figura 05. Diagrama de bloques para la elaboración de pan tipo molde.

Fuente: Modificada de (Fuentes *et al.*, 2009).

3.1.6 Metodología para la elaboración de pan tipo molde

Para la elaboración del pan tipo molde, se usó la metodología modificada de (SENA, 1985).

Procedimiento

- ✓ **Pesado:** Se realizó de acuerdo a la formulación de la Tabla 05.

Tabla 05. Formulación base para pan tipo molde.

Insumos	Cantidad (g)	Cantidad (%)
Harina de trigo	500.0	53.48
Sal	10.0	1.07
Azúcar blanca	50.0	5.35
Levadura instantánea	15.0	1.60
Manteca vegetal	60	6.42
Agua	300.0	32.09

*Se adicionó 4000 mg/kg de propionato de Calcio y 1000 mg/kg de mejorador.

Fuente: Modificado de (SENA, 1985).

- ✓ **Mezclado:** Se mezcló todos los ingredientes secos (harina de trigo, sal, azúcar blanca y levadura) en la maquina amasadora/sobadora por un minuto.
- ✓ **Primer amasado:** En esta etapa se incorporó la papa nativa precocida en niveles de sustitución parcial según la matriz de diseño experimental (Tabla 08). Luego se incorporó agua y se amasó a velocidad media durante cinco minutos hasta formar una masa homogénea.
- ✓ **Segundo amasado:** Luego se añadió la grasa y se amasó a velocidad alta hasta obtener la elasticidad deseada.
- ✓ **División:** Una vez formada la masa, se procedió a dividir la masa en pesos de 85 g, para cada molde.

- ✓ **Moldeado:** Cada una de las proporciones se aplanaron con un rodillo hasta formar una lámina gruesa de (0,5 a 1 cm de espesor), la cual, se enrolló y se colocó en moldes con las siguientes dimensiones: base 10 cm* 5 cm, alto 5 cm, superior 10 cm* 5 cm.
- ✓ **Fermentación:** Antes de esta operación se acondicionó la cámara de fermentación a una temperatura de 30 °C y 80 %HR. Para luego dejar fermentarlo por 90 minutos.
- ✓ **Horneado:** Ya fermentada la masa, se procedió a hornear el pan tipo molde en el horno a una temperatura de 160 °C por 15 minutos.
- ✓ **Desmoldado y enfriamiento:** Después de 5 minutos se procedió a desmoldar y dejar enfriar sobre rejillas durante 60 minutos, evitando las corrientes de aire para poder determinar sus propiedades físicas.
- ✓ **Envasado:** Cuando el pan tipo molde alcanzó una temperatura interna de 32-35 °C, se procedió a envasar el producto, utilizando bolsas de polietileno de alta densidad.

En la figura 06, se muestra el diagrama de bloques para la elaboración de pan tipo molde.

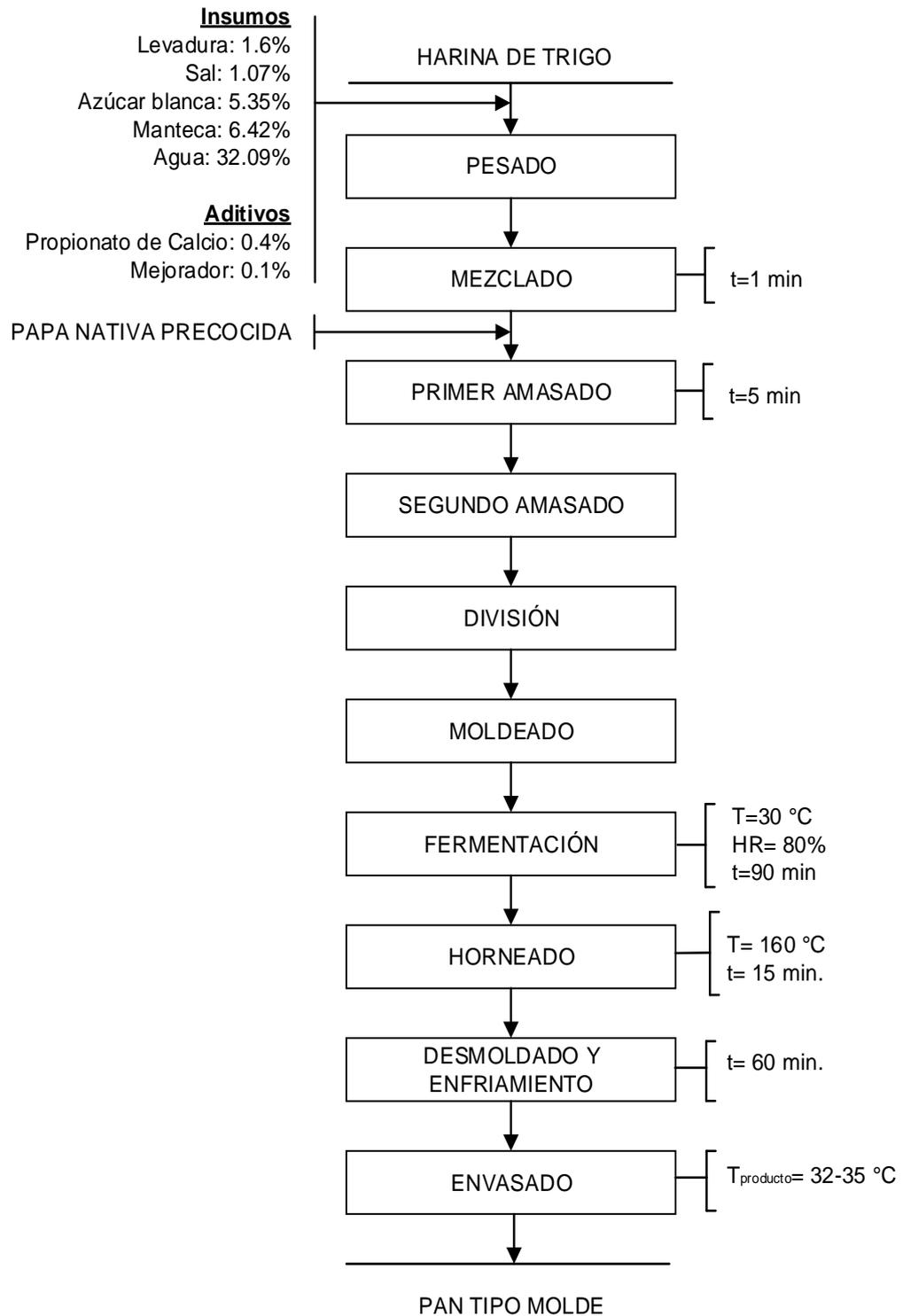


Figura 06. Diagrama de bloques para la elaboración de pan tipo molde.

Fuente: Modificado de (SENA, 1985).

3.1.7 Metodología para la evaluación la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.

Para evaluar la temperatura de gelatinización (Tg) del pan tipo molde se utilizó la metodología modificada descrita por (Grace, 1977).

Fundamento

Cuando los gránulos de almidón son sometidos a tratamientos térmicos, debido a su estado nativo parcialmente cristalino, experimentan distintas transiciones de fase, llamadas gelatinización (Belitz & Grosch, 1999). Como consecuencia de la combinación de calor, humedad y tiempo durante la cocción del pan, los gránulos de almidón se hinchan y gelatinizan, provocando la destrucción irreversible del orden molecular de los gránulos de almidón (Atwell, 1988).

Para evaluar la temperatura de gelatinización (Tg) del pan tipo molde primero se procedió a evaluar la temperatura de gelatinización (Tg) de la harina de trigo y harina de papa nativa para cada tratamiento según la matriz de diseño experimental (Tabla 08). Para obtener harina de papa se utilizó la metodología modificada descrito por Sandoval (2007).

Procedimiento

- ✓ Se procedió a pesar 10 g de muestra según cada tratamiento (harina de trigo y harina de papa) y se disolvió en agua destilada hasta completar a 100 ml.
- ✓ De la suspensión anterior se tomó 50 ml y se colocó en un fiola de 100 ml con tapa acondicionada con una termocupla del tipo "K" en el centro de la suspensión y a la vez conectada al Software Lawieb 7.5/Data instalada a una computadora personal.
- ✓ Luego esta fiola se sometió a baño maría a 85 °C agitándolo ligeramente hasta formar una pasta grumosa, en esta etapa mediante el Software Lawieb 7.5/Data se registró los datos de temperatura (°C) y tiempo (s) de manera digital.

- ✓ La Temperatura de gelatinización (Tg) de cada tratamiento de las harina de trigo y harina de papa nativa se estimó según el método gráfico de la curva generada entre la temperatura (°C) vs. tiempo (s) donde se consideró que la temperatura de gelatinización (Tg) es aquella temperatura que permanece constante por unos segundos según Grace (1977).

Para la evaluación de temperatura de gelatinización (Tg) del pan tipo molde se toma los datos de la temperatura de gelatinización (Tg) reportadas de la harina de trigo y harina de papa nativa anteriormente; el procedimiento es el siguiente:

Procedimiento

- ✓ Se procedió a procesar el pan tipo molde según la matriz experimental de la Tabla 08 y siguiendo la metodología descrita en la Figura 06, sólo hasta la etapa de fermentación.
- ✓ Se acondicionó una termocupla tipo “K” en el molde del pan con la masa ya fermentada, a la vez esta esta termocupla estuvo conectada al Software Lawieb 7.5/Data Trace y a una computadora personal.
- ✓ Luego se llevó al horno para iniciar el registro de temperatura hasta la temperatura de gelatinización (Tg) obtenida de la harina de trigo y harina de papa nativa anteriormente según los tratamientos.

3.1.8 Metodología para evaluación de las características físicas del pan tipo molde

3.1.8.1 Peso del pan tipo molde

En pan tipo molde ya horneado se deja enfriar por 60 minutos evitando las corrientes de aire y así poder determinar su peso (Rodríguez *et al.*, 2012).

Procedimiento

Para la determinación del peso se utilizó una balanza analítica de precisión. El resultado del peso del pan tipo molde se reportó en gramos (g).

- ✓ Una vez que el pan tipo molde se terminó de hornear, se hizo el desmoldado después de cinco minutos para luego dejarlos enfriar sobre una rejilla acondicionada durante una hora, evitando las corrientes de aire.
- ✓ Luego se procedió a registrar el valor de su peso en gramos (g) según cada tratamiento.

3.1.8.2 Volumen del pan tipo molde

Para la determinación del volumen del pan tipo molde se utilizó la metodología descrita por (Street, 1991) con algunas modificaciones.

Fundamento

El volumen de la miga es una de las características más importantes de un pan, porque ofrece una medida cuantitativa del proceso de panificación. Además, este parámetro es muy importante para los consumidores, debido a que se relaciona con la percepción de un producto ligero, pero no denso, es decir, características de densidad y de volumen de la miga se asocia con un producto de panadería específico (Lascano Sumbana, 2010). La

harina procedente de un trigo determinado producirá piezas con un volumen característico que depende de la cantidad y calidad del gluten y de la cantidad de azúcar presente (Cauvain & Young, 2006).

Procedimiento

- ✓ Se colocó semillas de linaza dentro de un recipiente de vidrio transparente y se marcó la altura que ocupó las semillas de linaza con ayuda de un rotulador.
- ✓ Luego se vaciaron todas las semillas de linaza, para colocar dentro del recipiente vacío el pan tipo molde a medir.
- ✓ Después se volvió a colocar las semillas de linaza hasta la altura antes marcada, observándose que algunas semillas quedaron fuera del recipiente de vidrio.
- ✓ Después se procedió a colocar las semillas sobrantes dentro de una probeta.
- ✓ Para luego registrar el volumen de las semillas desplazadas, siendo finalmente este registro el volumen del pan tipo molde.

3.1.8.3 Humedad del pan tipo molde

Para la determinación de la humedad se utilizó la metodología del AACC, 2000 (Asociación Americana de los Químicos de los cereales, procedimiento en una sola etapa) el método 44-15^a.

Fundamento

El contenido de agua (humedad) en el producto final contribuye de forma decisiva a la calidad y la caducidad por ello la necesidad de determinarlo. Además La humedad del pan le da la frescura característica del producto de panadería. El agua funciona como un

plastificante, y cuando la humedad disminuye se acelera la formación de los enlaces almidón-gluten y por lo tanto aumenta la dureza de dicho producto (Sánchez Aceves, 2014).

Procedimiento

- ✓ Se pesó un platillo seco con su tapa (placas Petri con tapa). Se anotó el número de identificación en el platillo y en la tapa.
- ✓ Se pesó 2 g de muestra (pan tipo molde) en el platillo (placas petri) y para luego registrar el peso en conjunto.
- ✓ Luego se acondiciona la estufa a 130 °C; y al llegar a los parámetros deseados se colocaron las muestras por 1 hora, asegurándose de que las tapas o cubiertas estén desplazadas, para permitir la pérdida de agua.
- ✓ Después se retiró de la estufa, se realineo las tapas para cerrarlo y se dejó enfriar hasta la estabilidad de la temperatura ambiente dentro de un desecador.

Cálculo

Cálculo del porcentaje de humedad (m/m):

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{peso de H}_2\text{O en la muestra}}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \dots \dots \dots (01)$$

3.1.8.4 Color de la miga del pan tipo molde

La medición de color de la parte interna (miga) de los panes tipo molde se llevaron a cabo con un colorímetro marca Konica Minolta modelo CR 410 (Tokio, Japón) utilizando el iluminante D₆₅ y el observador 2°. Además se utilizó una placa estándar de color blanco (L* = 97.11; a* = -0.03 y b* = 1.96) como fondo para la calibración del colorímetro.

Fundamento

El análisis de color tiene el objetivo de conocer si existen variaciones visualmente perceptibles en las características físicas de un producto a fin monitorear y controlar el color de los productos, a fin de asegurar la uniformidad en apariencia de un alimento (Sánchez Aceves, 2014).

Procedimiento

- ✓ Se prepararon las muestras de pan, cortándolos en rodajas en tres diferentes partes.

- ✓ Luego se proyectó el colorímetro sobre la miga (color interno del pan) y se obtuvo los valores en función a L^* , a^* y b^* , y se analizaron las diferencia que existen entre los tratamientos y la muestra patrón.

3.1.9 Metodología para la evaluación de las características sensoriales del pan tipo molde.

La evaluación sensorial del pan tipo molde se realizó mediante pruebas afectivas debido a que sólo se evaluará la preferencia de parte de los jueces; donde se utilizó una escala hedónica verbal estructurada con 5 puntos que se muestra en la Tabla 06, en una categoría que va desde “Me gusta mucho” hasta “Me disgusta mucho”.

En el Anexo (27) y Anexo (28) se muestra la cartilla y los códigos aleatorios por cada muestra para la evaluación de cada característica sensorial del pan tipo molde.

Tabla 06. Estructura de la escala hedónica de cinco puntos.

Descripción	Puntaje
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Ni me disgusta Ni me gusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: (Anzaldúa Morales, 1994).

Cabe resaltar que la evaluación sensorial se realizó en cabinas de tecnopor (color blanco) de 01 m² acondicionados a una mesa de trabajo, en un ambiente iluminado con ausencia de olores, sonidos y residuos o cualquier otro estímulo que pueda distraer a los jueces, según lo recomendado por Anzaldúa Morales (1994).

3.1.10 Metodología para el análisis estadístico

3.1.10.1 Metodología para el análisis estadístico de las características físicas del pan tipo molde

En esta investigación se planteó el Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR) del tipo 2² con 5 réplicas en el punto central con resultados de la evaluación de los efectos principales y adicionalmente la presentación gráfica en superficie de respuesta. Por ser rotable permite medir los efectos de los factores de manera independiente y se puede estimar la respuesta con igual varianza independiente de la dirección del centro del diseño.

Las réplicas en el punto central permiten determinar el error experimental. Se empleó para el diseño de experimentos el software STATGRAPHICS Plus 5.0 se tomó las variables de

respuesta a las características físicas del pan tipo molde: Peso (g), Volumen (cm³), Humedad (%) y Color (L*, a* y b*) los mismos que fueron determinados una vez obtenido el pan tipo de molde con sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa precocida.

Donde se tuvo:

A. Factores de estudio/ variables de entrada:

En la Tabla 07 se muestra los principales factores de estudio de la investigación.

Tabla 07. Factores independientes para el diseño de experimentos.

Factor	Niveles	
	Bajo (%)	Alto (%)
Harina de Trigo (HT)	70	90
Papa nativa precocida (PP)	10	30

B. Variables de respuesta:

Las variables de respuesta son las siguientes:

- ✓ Temperatura de gelatinización (°C) y tiempo de cocción* (s) (*dato adicional).
- ✓ Características físicas del pan tipo molde: Peso (g), Volumen (cm³), Humedad (%) y Color (L*, a* y b*).

En la Tabla 08, se muestra la programación de las pruebas experimentales realizadas por el software STATGRAPHICS Plus 5.0, para el diseño de experimentos.

Tabla 08. Matriz de diseño experimental

Trat.	Valores codificados		Valores (%)		Temperatura de gelatinización (Tg) (°C)	Tiempo de gelatinización (s) (*)	Peso (g)	Volumen (cm ³)	Humedad (%)	Color (L*, a*, b*)
	Harina de trigo (HT)	Papa nativa precocida (PP)	Harina de trigo (HT)	Papa nativa precocida (PP)						
T1	-1.000	-1.000	87.5	12.5						
T2	1.000	-1.000	90	10						
T3	-1.000	1.000	70	30						
T4	1.000	1.000	75	25						
T5	-141.421	0.000	76.71	23.29						
T6	141.421	0.000	82.48	17.52						
T7	0.000	-141.421	93.18	6.82						
T8	0.000	141.421	70.09	29.91						
T9	0.000	0.000	80	20						
T10	0.000	0.000	80	20						
T11	0.000	0.000	80	20						
T12	0.000	0.000	80	20						
T13	0.000	0.000	80	20						

(*) Dato complementario.

C. Análisis del Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR)

Para el modelo de segundo orden y para la superficie de respuesta el modelo estadístico está dado por:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \varepsilon \dots\dots\dots(02)$$

Donde:

y = es la variable de respuesta.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ = Son los coeficientes o parámetros desconocidos a determinar referidos a la harina de trigo y papa nativa precocida sobre la variable de respuesta.

ε = es el error aleatorio del estudio.

D. Anova para el Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR)

La Tabla de ANOVA divide la variabilidad de la respuesta (Peso (g), Volumen (cm³), Humedad (%) y Color (L*, a* y b*)) en distintos segmentos separados para cada uno de los efectos. El valor de p ó la relación F son los estadísticos que permiten determinar la magnitud y existencia de efectos sobre las variables de respuesta (Montgomery, 2002).

Hipótesis experimental

Respecto a la temperatura de gelatinización (Tg) del pan tipo molde:

H_0 : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) no origina cambios favorables significativos sobre temperatura de gelatinización del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_A : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) origina cambios favorables significativos sobre temperatura de gelatinización (Tg) del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

Respecto a las características físicas del pan tipo molde:

H_0 : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) no origina cambios favorables significativos sobre el peso (g) del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_A : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) origina cambios favorables

significativos sobre el peso (g) del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_0 : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) no origina cambios favorables significativos sobre el volumen (cm^3) del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_A : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) origina cambios favorables significativos sobre el volumen (cm^3) del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_0 : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) no origina cambios favorables significativos sobre la humedad (%) del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_A : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) origina cambios favorables significativos sobre la humedad (%) del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_0 : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) no origina cambios favorables significativos sobre el color (L^* , a^* y b^*) en la miga del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_A : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores independientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) origina cambios favorables significativos sobre el color (L^* , a^* y b^*) en la miga del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

3.1.10.2 Metodología para el análisis estadístico de las características sensoriales del pan tipo molde.

Muchas comparaciones, se hacen con base en el DCA, que es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, dado que solo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. Este diseño se llama completamente al azar porque todas las corridas experimentales se realizan en orden aleatorio completo. De esta manera, si durante el estudio se hacen en total N pruebas, estas corren al azar, de manera que los posibles efectos ambientales y temporales se vayan repartiendo equitativamente entre los tratamientos (Gutierrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

Se tuvo como variables de entrada o independiente: sólo a nueve tratamientos de pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP): T1, T2,... y T9; y como variables de salida o independientes: las características sensoriales olor, color y sabor del pan tipo molde (Tabla 09).

Se desarrolló una investigación experimental usando un diseño completamente al azar (DCA), considerándose de esta manera solo dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio; además se aplicó comparaciones de rangos múltiples utilizando el método Tukey.

Se contó con nueve tratamientos de las cuales se evaluó, las características sensoriales: Olor, Color y Sabor, los mismos que fueron determinados una vez obtenido el pan tipo de molde con sustitución parcial de harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP).

Tabla 09. Matriz de diseño experimental.

Jueces	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1									
2									
3									
...									
...									
28									
29									
30									

A. Análisis de Diseño Completo al Azar (DCA)

El modelo estadístico para este diseño está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \dots \dots \dots (03)$$

Donde μ es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado media global, τ_i , es un parámetro que mide el efecto del tratamiento i y medición que corresponde al tratamiento i y ε_{ij} es el error atribuible a la medición Y_{ij} . Este modelo implica que en el diseño completamente al azar actuarían a lo más dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. La media global μ de la variable de respuesta no se considera una fuente de variabilidad por ser una constante común a todos los tratamientos, que hace las veces de punto de referencia con respecto al cual se comparan las respuestas medias de los tratamientos. Si la respuesta media de un tratamiento particular μ_1 es “muy diferente” de la respuesta media global μ , es un síntoma de que existe un efecto de dicho tratamientos (Gutierrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

B. Anova para el Diseño Completamente al Azar (DCA)

El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. En este caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error. Cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto, o dicho de otra manera, las medias son diferentes. Cuando los tratamientos no dominan contribuyen igual o menos que el error, por lo que se concluye que las medias son iguales (Gutierrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

Hipótesis experimentales

El objetivo del Análisis de varianza en DCA es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots \dots \dots \mu_k = \mu \dots \dots \dots (04)$$

$$H_A: \mu_1 \neq \mu_j \text{ para algun } i \neq j \dots \dots \dots (05)$$

Por lo cual se estimó las siguientes hipótesis para las dos fuentes de variabilidad (los tratamientos y el error aleatorio)

Respecto a las características sensoriales del pan tipo molde.

H_0 : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores interdependientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) no origina cambios favorables

significativos sobre el Olor del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_A : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores interdependientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) origina cambios favorables significativos sobre el Olor del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_0 : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores interdependientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) no origina cambios favorables significativos sobre el Sabor del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_A : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores interdependientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) origina cambios favorables significativos sobre el Sabor del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_0 : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores interdependientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) no origina cambios favorables significativos sobre el Color del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

H_A : La evaluación del efecto de la sustitución parcial de los factores interdependientes harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) origina cambios favorables significativos sobre el Color del pan tipo molde para un nivel de significancia del 5%.

CAPITULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN DEL PAN TIPO MOLDE

En el Anexo 01 y Anexo 02 se presenta el reporte de datos, gráficos y la identificación de la temperatura de gelatinización (T_g) de las formulaciones parciales de harina de trigo (HT) y harina de papa nativa (HPN) cuando las muestras fueron acondicionadas al sistema de adquisición de datos y sometidos a baño maría, observándose en cada gráfico que la temperatura se mantiene estable por pocos segundos siendo ésta finalmente la temperatura de gelatinización de las muestras según lo mencionan Badui (2002) y Grace (1977). En el Anexo 03 se muestra los gráficos de cada tratamiento del pan tipo molde sometidos a una operación de horneado sólo hasta la temperatura de gelatinización antes encontradas y en el Anexo 04 se presenta el resumen de la lectura de la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.

En la Tabla 10, se presentan los resultados de la temperatura de gelatinización ($^{\circ}\text{C}$) del pan tipo molde respecto a cada tratamiento y en el Anexo 05, el análisis de varianza, observándose diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza para el factor independiente papa nativa precocida (PP), lo que nos da a entender que a mayor nivel de

sustitución parcial de papa nativa precocida (PP) esta influye significativamente ($p < 0.5$) sobre la temperatura de gelatinización (T_g) del pan tipo molde, este efecto posiblemente se atribuya al porcentaje de amilosa que tiene la papa nativa y al proceso de precocción al cual fue sometido ya que según Rodríguez *et al.* (2012) este proceso afecta la estructura de los gránulos de almidón y altera sus características funcionales, pero según menciona Badui (2002) los gránulos tienen diferente composición aunque provenga de la misma fuente botánica, por esta razón se llega a presentar como promedio 10 °C entre la temperatura de gelatinización de los primeros gránulos y la de los últimos. Por lo tanto las temperaturas de gelatinización del pan tipo molde reportadas en esta investigación representan claramente a cada tratamiento.

Tabla 10. Temperatura de gelatinización del pan tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Promedio (°C)	Tiempo (s)
T1	87.5	12.5	63.72	445
T2	90	10	63.67	450
T3	70	30	65.25	450
T4	75	25	64.65	460
T5	76.71	23.29	64.08	440
T6	82.48	17.52	63.30	440
T7	93.18	6.82	63.03	450
T8	70.09	29.91	64.41	440
T9	80	20	64.55	460
T10	80	20	64.28	460
T11	80	20	64.33	445
T12	80	20	64.46	440
T13	80	20	63.13	450

En la Figura 07, se muestra el efecto de los factores de estudio como una función, al pasar desde su nivel más bajo a su nivel más alto, donde se observó que al incrementar el nivel de sustitución parcial de papa nativa precocida (PP) de 10% a 30%, la temperatura de gelatinización (T_g) del pan tipo molde muestra un incremento de $T_2 = 63.67\text{ }^\circ\text{C}$ (90% HT + 10% PP); T_9 (promedio) = $64.15\text{ }^\circ\text{C}$ (80% HT + 20% PP) a $T_3 = 65.25\text{ }^\circ\text{C}$ (70% HT + 30% PP), por lo tanto se elige como mejor tratamiento al T3 con el objetivo de aprovechar el mayor nivel de sustitución de papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” debido a la presencia de compuestos fenólicos (Antocianinas) en su estructura (Fonseca, 2014).

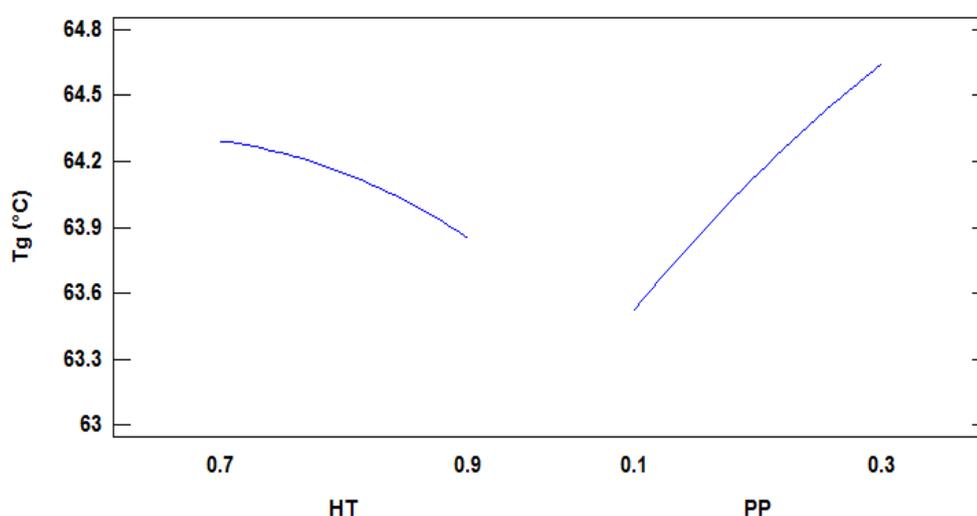


Figura 07. Gráfico de efectos principales sobre la temperatura de gelatinización (T_g) del pan tipo molde.

En la Figura 08, se muestra los panes tipo molde horneados hasta su temperatura de gelatinización (T_g). El tiempo que demoró algunos tratamientos en llegar a su temperatura de gelatinización fueron $T_2 = 450\text{ s}$ (90% HT + 10% PP); $T_9 = 460\text{ s}$ (80% HT + 20% PP) y $T_3 = 450\text{ s}$ (70% HT + 30% PP).

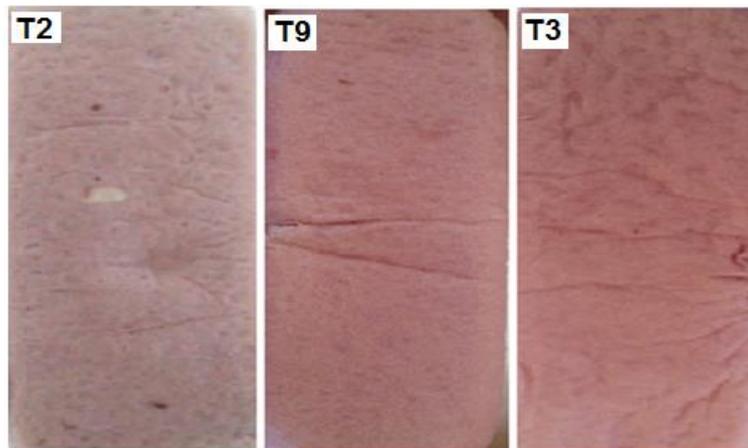


Figura 08. Panes tipo molde horneados hasta su temperatura de gelatinización (Tg).

Además, del estudio se ha logrado generar un modelo matemático para pronosticar valores de la temperatura de gelatinización (Tg) del pan tipo molde en condiciones que estén dentro del intervalo experimental. El modelo estadístico que representa la variable de respuesta para el intervalo experimental del estudio es el siguiente:

$$Tg \text{ (}^\circ\text{C)} = 57.5697 + 12.446*HT + 19.1983*PNP - 7.40619*HT^2 - 14.0*HT*PNP - 6.03114*PNP^2$$

Donde:

Tg = Temperatura de gelatinización.

HT= Harina de trigo.

PP= Papa precocida.

Pero la validez del modelo de la temperatura de gelatinización (Tg) del pan tipo molde se puede corroborar por el análisis del coeficiente de determinación (R^2). Ya que se obtuvo un valor de $R^2 = 49.66 \%$; con un R^2 ajustado = 33.77% según Gutiérrez y De la Vera (2008) indican que modelos adecuados son aquellos que presentan R^2 ajustado mayores a 70% , por lo tanto el modelo no es adecuado para describir los resultados a través de la superficies de respuestas.

4.2 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PAN TIPO MOLDE.

4.2.1 Evaluación del peso del pan tipo molde.

En la Tabla 11, se presentan los resultados del peso (g) y en el Anexo 06 las lecturas del peso (g) del pan tipo molde respecto a cada tratamiento. En el Anexo 07, se muestra el análisis de varianza determinándose en ella que se evidenciaron diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza para el factor independiente papa nativa precocida (PP), lo que nos da a entender que a mayor porcentaje de sustitución parcial empleado influyen significativamente ($p < 0.5$) e independientemente sobre el peso (g) del pan tipo molde.

Tabla 11. Peso del pan tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Promedio (g)
T1	87.5	12.5	72.237
T2	90	10	72.164
T3	70	30	73.220
T4	75	25	73.187
T5	76.71	23.29	72.770
T6	82.48	17.52	72.853
T7	93.18	6.82	72.052
T8	70.09	29.91	73.153
T9	80	20	72.600
T10	80	20	72.763
T11	80	20	72.803
T12	80	20	72.763
T13	80	20	72.733

En la Figura 09, se muestra el efecto de la variación del peso (g) del pan, estimada como una función de cada factor experimental, donde al incrementar el nivel de sustitución del factor (PP) de 10 a 30%, el peso del pan aumenta significativamente de T2 = 72.16 g (90 % HT + 10 % PP); T9 (promedio) = 72.73 g (80 % HT + 20 % PP) a T3 = 73.22 g (70 % HT + 30 % PP) por lo tanto el factor (PP) tiene un efecto mayor, además dicho efecto también fue observado por Pineda Muñoz y Vázquez Chávez (2010); Montoya Rea y Román Paillacho (2010); Rodríguez-Sandoval *et al.* (2012); atribuyendo este efecto al tamaño del gránulo de almidón y a la capacidad de retención de agua que presentan los almidones de la papa. Además se elige como mejor tratamiento al T3 por presentar el mayor peso y con el objetivo de aprovechar el mayor nivel de sustitución de papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” debido a la presencia de compuestos fenólicos (Antocianinas) en su estructura (Fonseca, 2014).

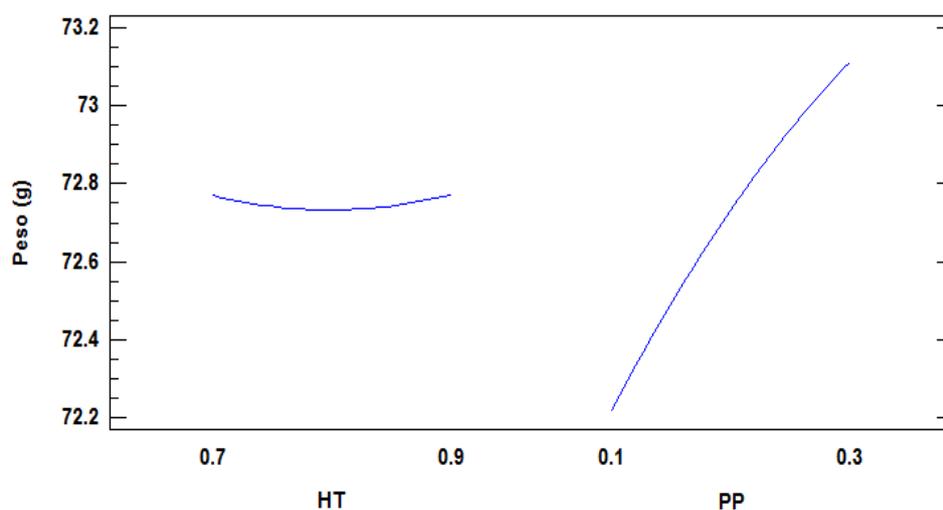


Figura 09. Gráfico de efectos principales sobre el peso (g) del pan tipo molde.

Además, del estudio se ha logrado generar un modelo matemático para pronosticar valores del peso (g) del pan tipo molde en condiciones que estén dentro del intervalo experimental.

El modelo estadístico que representa la variable de respuesta para el intervalo experimental del estudio es el siguiente:

$$\text{Peso (g)} = 74.1635 - 6.28645*HT + 6.32338*PP + 3.81667*HT^2 + 0.975*HT*PP - 6.62497*PP^2$$

Donde:

HT= Harina de trigo.

PP= Papa precocida.

La validez del modelo del peso del pan tipo molde se puede corroborar por el análisis del coeficiente de determinación (R^2). Ya que se obtuvo un valor de $R^2 = 80.13 \%$; con un R^2 ajustado = 75.64% según Gutiérrez y De la Vera (2008) indican que modelos adecuados son aquellos que presentan R^2 ajustado mayores a 70% , por lo tanto el modelo es adecuado para describir los resultados a través de la superficies de respuestas.

En la Figura 10, se visualiza de manera global el efecto de los factores harina de trigo (HT) y papa nativa precocida (PP) sobre el peso (g) del pan tipo molde. Donde se observa que a medida que se incrementa el nivel papa nativa precocida (PP) de 10% a 30% y se reduce el nivel de harina de trigo (HT) de 90% a 70% el peso (g) del pan tipo molde aumenta en rangos de 72.16 g a 74.22 g . Pineda Muñoz y Vázquez Chávez (2010); Montoya Rea y Román Paillacho (2010); Rodríguez-Sandoval *et al.* (2012); atribuyen este efecto al tamaño del gránulo de la fécula de papa y a su capacidad de retención de agua.

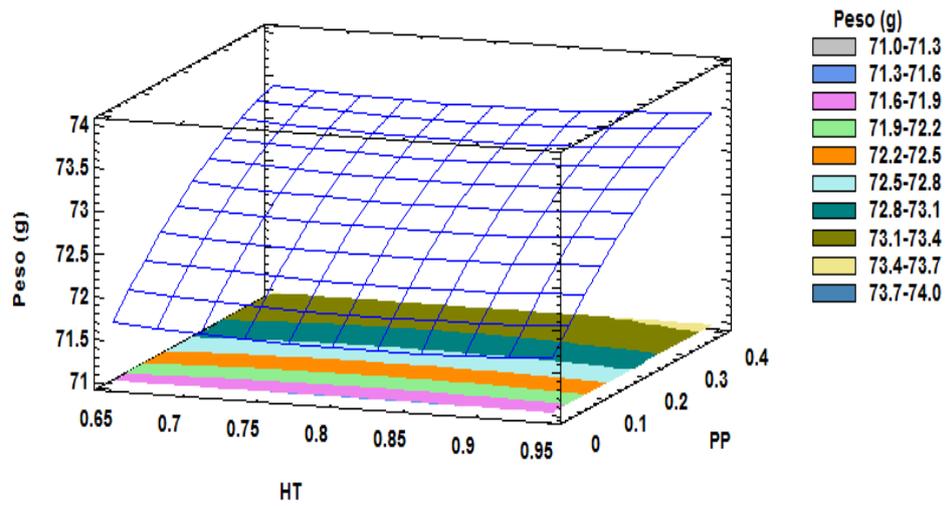


Figura 10. Estimación de superficie de respuesta para el peso (g) del pan tipo molde.

4.2.2 Evaluación del volumen del pan tipo molde

En la Tabla 12, se presentan los resultados del volumen (cm³) y en el Anexo 08 las lecturas del volumen (cm³) del pan tipo molde respecto a cada tratamiento. En el Anexo 09, se muestra el análisis de varianza determinándose en ella que se evidenciaron diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza para el factor independiente papa nativa precocida (PP), dándonos a entender que a mayor porcentaje de sustitución parcial de papa nativa precocida (PP) influye significativamente ($p < 0.5$) sobre el volumen (cm³) del pan tipo molde.

Tabla 12. Volumen de pan tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Promedio (cm³)
T1	87.5	12.5	270.0
T2	90	10	271.7
T3	70	30	265.0
T4	75	25	266.7
T5	76.71	23.29	268.3
T6	82.48	17.52	268.3
T7	93.18	6.82	273.3
T8	70.09	29.91	266.7
T9	80	20	266.7
T10	80	20	270.0
T11	80	20	268.3
T12	80	20	266.7
T13	80	20	266.7

En la Figura 11, se muestra el efecto de la variación del volumen (cm^3) del pan tipo molde, estimada como una función de cada factor experimental, donde al incrementar el nivel de sustitución del factor (HT) de 70 a 90% el volumen del pan incrementa sutilmente, mientras que al incrementar el factor (PP) de 10 a 30% el volumen (cm^3) del pan disminuye significativamente de T2 = 271.7 cm^3 (90 % HT + 10 % PP); T9 (promedio) = 267.7 cm^3 (80 % HT + 20 % PP) a T3 = 265 cm^3 (70 % HT + 30 % PP) por lo tanto, este factor (PP) causa el mayor efecto sobre el volumen del pan tipo molde, dicho efecto también fue determinado por Montoya Rea y Román Paillacho (2010); Rodríguez-Sandoval *et al.* (2012); Cerón *et al.* (2010); Pineda Muñoz y Vázquez Chávez (2010). Este efecto se atribuye a una disminución del índice de gluten generando que la proteína (glutelinas) que no permite una retención adecuada de CO_2 , trayendo como consecuencia una reducción del volumen (Guerra Ludeña, 2014). Además se elige como mejor tratamiento al T7 = 273.3 cm^3 (93.18 % HT + 6.83 % PP) por presentar el mayor volumen del pan tipo molde.

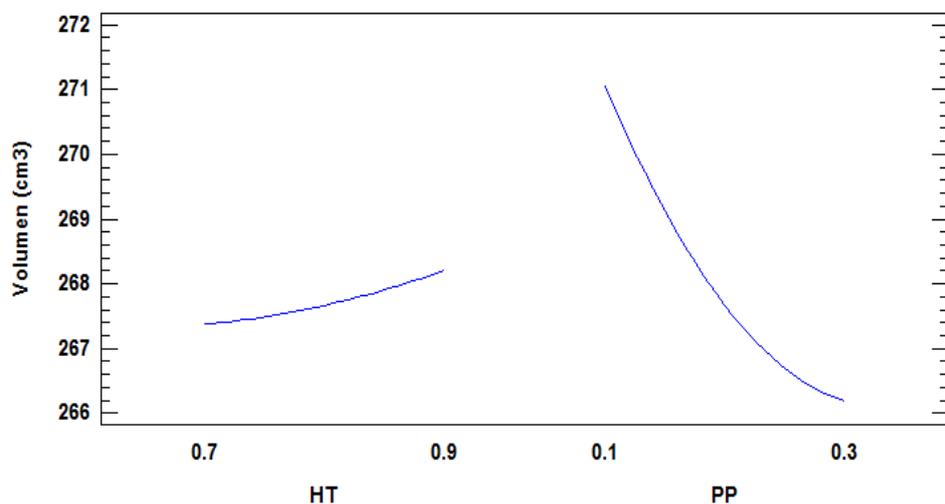


Figura 11. Gráfico de efectos principales sobre el volumen (cm^3) del pan tipo molde.

Además, del estudio se ha logrado generar un modelo matemático para pronosticar valores del volumen (cm^3) del pan tipo molde en condiciones que estén dentro del intervalo experimental. El modelo estadístico que representa la variable de respuesta para el intervalo experimental del estudio es el siguiente:

$$\text{Volumen (cm}^3\text{)} = 281.024 - 15.8332*HT - 62.6184*PP + 12.4999*HT^2 + 0.0*HT*PP + 95.8332*PP^2$$

Donde:

HT= Harina de trigo.

PP= Papa precocida.

Pero la validez del modelo del volumen (cm^3) del pan tipo molde se puede corroborar por el análisis del coeficiente de determinación (R^2). Ya que se obtuvo un valor de $R^2 = 39.88 \%$; con un R^2 ajustado = 26.30% según Gutiérrez y De la Vera (2008) indican que modelos adecuados son aquellos que presentan R^2 ajustado mayores a 70% , por lo tanto el modelo no es adecuado para describir los resultados a través de la superficies de respuestas.

4.2.3 Evaluación de la humedad del pan tipo molde.

En la Tabla 13, se presentan los resultados de la humedad (%) y en el Anexo 10 los reportes del volumen (%) del pan tipo molde respecto a cada tratamiento. En el Anexo 11, se muestra el análisis de varianza determinándose en ella que se evidenciaron diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza para los factores independientes (HT) y (PP) dándonos a entender que el porcentaje de sustitución de ambos factores influyen significativamente ($p < 0.5$) e independientemente sobre la humedad (%) del pan tipo molde.

Tabla 13. Humedad del pan tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Promedio (%)
T1	87.5	12.5	28.70
T2	90	10	27.68
T3	70	30	33.20
T4	75	25	32.17
T5	76.71	23.29	31.92
T6	82.48	17.52	28.18
T7	93.18	6.82	26.79
T8	70.09	29.91	33.04
T9	80	20	29.29
T10	80	20	29.07
T11	80	20	29.06
T12	80	20	28.95
T13	80	20	29.67

En la Figura 12, se muestra el efecto de la variación del humedad (%) del pan tipo molde estimada como una función de cada factor experimental, donde al incrementar el nivel de sustitución del factor (HT) de 70 a 90%, la humedad (%) del pan disminuye, mientras que al incrementar el nivel de sustitución del factor (PP) de 10 a 30%, la humedad (%) del pan se incrementa significativamente de T2 = 27.7 % (90 % HT + 10 % PP); T9 (promedio) = 29.21 % (80 % HT + 20 % PP) a T3 = 33.2 % (70 % HT + 30 % PP) siendo este factor (PP) de mayor efecto impacto sobre la humedad (%) del pan tipo molde, dicho efecto también fue determinado por Montoya Rea y Román Paillacho (2010); Obregón *et al.* (2013) y Pineda Muñoz y Vázquez Chávez (2010); y según Lascano Sumbano (2010) y Rodríguez-Sandoval *et al.* (2012) este efecto es relacionado al daño que sufre los gránulos de la fécula de papa gracias a la precocción y por ende los cambios en las características funcionales, además Fennema (2000) menciona que de los gránulos de fécula de papa son excelentes retenedores de agua.

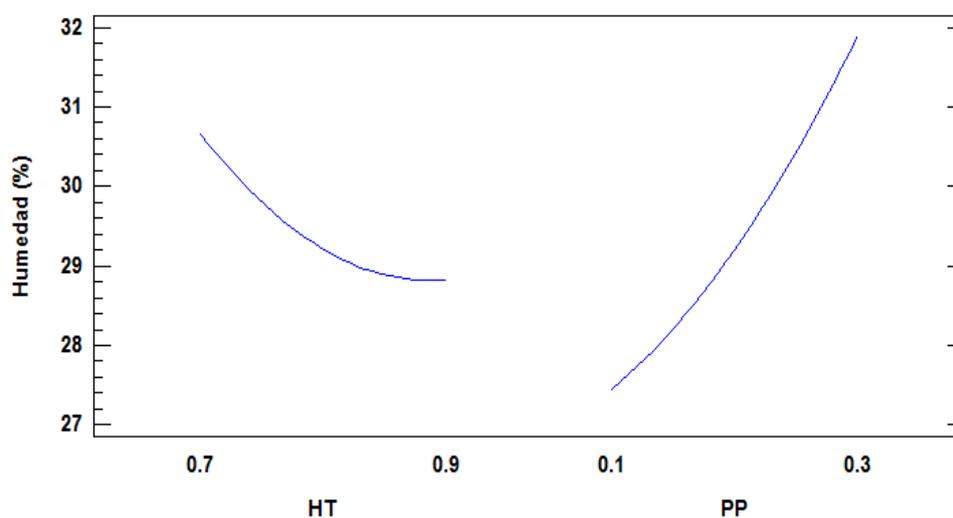


Figura 12. Gráfico de efectos principales sobre la humedad (%) del pan tipo molde.

Según la Norma Sanitaria Peruana (RM N° 1020-2010/MINSA) la humedad para cualquier tipo de pan de molde será como máximo

permitido 40%, por lo tanto todos los 13 tratamientos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos. Además se elige al tratamiento tres (T3) con el objetivo de aprovechar el mayor nivel de sustitución de papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” debido a la presencia de compuestos fenólicos (Antocianinas) en su estructura (Fonseca, 2014).

Además, del estudio se ha logrado generar un modelo matemático que pronostica los valores de la humedad (%) del pan tipo molde en condiciones que estén dentro del intervalo experimental. El modelo estadístico que representa la variable de respuesta para el intervalo experimental del estudio es el siguiente:

$$\text{Humedad (\%)} = 68.1708 - 94.7414*HT + 3.74537*PP + 53.5078*HT^2 - 0.22*HT*PP + 46.8028*PP^2$$

Donde:

HT= Harina de trigo

PP= Papa precocida

Pero la validez del modelo del volumen (cm³) del pan tipo molde se puede corroborar por el análisis del coeficiente de determinación (R²). Ya que se obtuvo un valor de R² = 91.81 %; con un R² ajustado = 89.96 % según Gutiérrez y De la Vera (2008) indican que modelos adecuados son aquellos que presentan R² ajustado mayores a 70 %, por lo tanto el modelo es adecuado para describir los resultados a través de la superficies de respuestas.

En la Figura 13, se visualiza de manera global el efecto de la sustitución parcial de los factores harina de trigo (HT) y papa nativa precocida (PP) sobre la humedad (%) del pan tipo molde, donde al aumentar el nivel de papa nativa precocida (PP) de 10 % a 30 % y aumentar el nivel de harina de trigo (HT) de 70 % a 90 % la humedad del pan tipo molde aumenta en rangos de 27.68 % a 33.2 %.

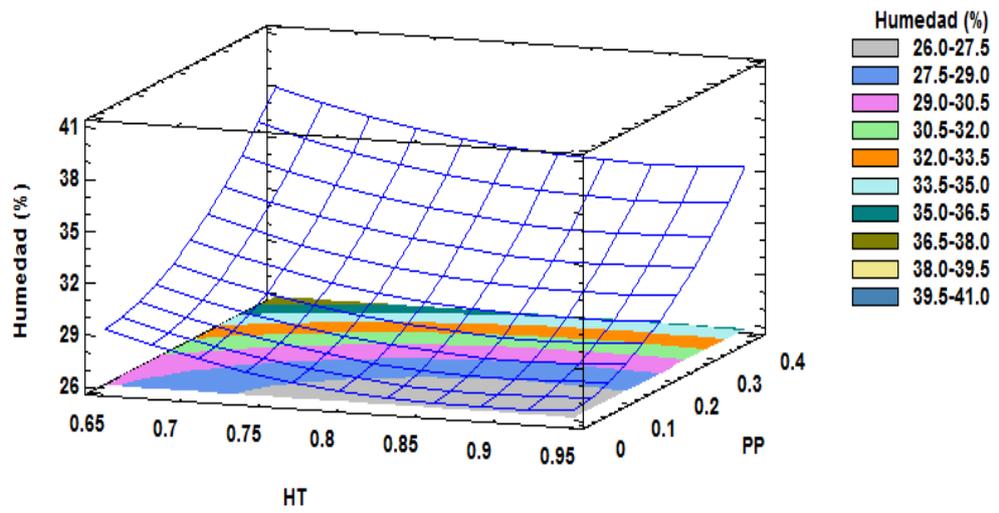


Figura 13. Estimación de superficie de respuesta para la humedad (%) del pan tipo molde.

4.2.4 Evaluación del color en la miga del pan tipo molde

4.2.4.1 Índice de luminosidad (L*) en la miga del pan tipo molde.

En la Tabla 14, se presentan los resultados del índice de Luminosidad (L*) y en el Anexo 12 las lecturas del índice de luminosidad (L*) en la miga del pan tipo molde respecto a cada tratamiento. En el Anexo 13, se muestra el análisis de varianza observándose diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza para las dos factores independientes, harina de trigo (HT) y papa nativa precocida (PP), lo que nos da a entender que los porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa precocida influyen significativamente ($p < 0.5$) sobre la luminosidad (L*) en la miga del pan tipo molde.

Tabla 14. Índice de luminosidad (L*) en la miga del pan tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Promedio
T1	87.5	12.5	59.23
T2	90	10	60.79
T3	70	30	43.94
T4	75	25	45.09
T5	76.71	23.29	50.76
T6	82.48	17.52	56.60
T7	93.18	6.82	62.63
T8	70.09	29.91	46.16
T9	80	20	52.57
T10	80	20	52.12
T11	80	20	53.13
T12	80	20	53.69
T13	80	20	52.37

En la Figura 14, se muestra el efecto de la variación del índice de luminosidad (L^*) en la miga del pan tipo molde estimada como una función de cada factor experimental, donde se observó que al incrementar el nivel de sustitución del factor (HT) de 70 a 90%, y el nivel de sustitución del factor (PP) de 10 a 30%, el valor del índice de luminosidad (L^*) en la miga del pan tipo molde disminuye significativamente de $T_2 = 60.79$ (90 % HT + 10 % PP); T_9 (promedio) = 52.77 (80 % HT + 20 % PP) a $T_3 = 43.94$ (70 % HT + 30 % PP) siendo este factor (PP) el de mayor impacto, además este efecto es debido a que la papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” tiene un valor de índice de luminosidad (L^*) = 25.66 ya que presenta en su pulpa un color rojo con intenso como de la beterraga debido a la presencia de compuestos fenólicos (Antocianinas) (Fonseca, 2014), y según Domene y Segura, (2014) la coordenada del índice de luminosidad (L^*) toma valores desde 00 negro hasta 100 blanco, es decir está referida al componente blanco-negro; por lo tanto el color de la miga del pan tipo molde está referida hacia el color negro.

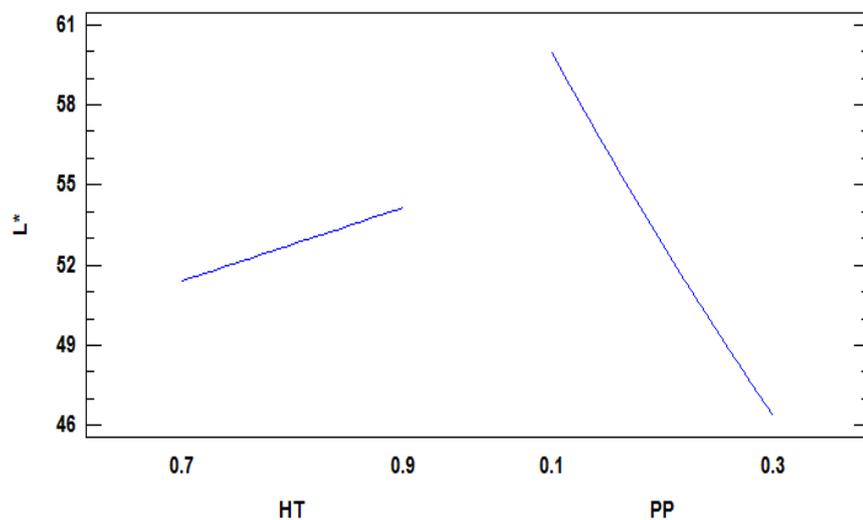


Figura 14. Gráfico del efecto de los factores sobre la luminosidad (L^*) en la miga del pan tipo molde.

En la Figura 15, se muestra la imagen de la miga de los panes tipo molde y los valores del índice de luminosidad (L^*) donde la Muestra Patrón (Mp) $L^* = 70.97$ (100%HT); T2: $L^* = 60.79$ (90 % HT + 10 % PP); T9 (promedio): $L^* = 52.77$ (80 % HT + 20 % PP) y T3: $L^* = 43.49$ (70 % HT + 30 % PP).

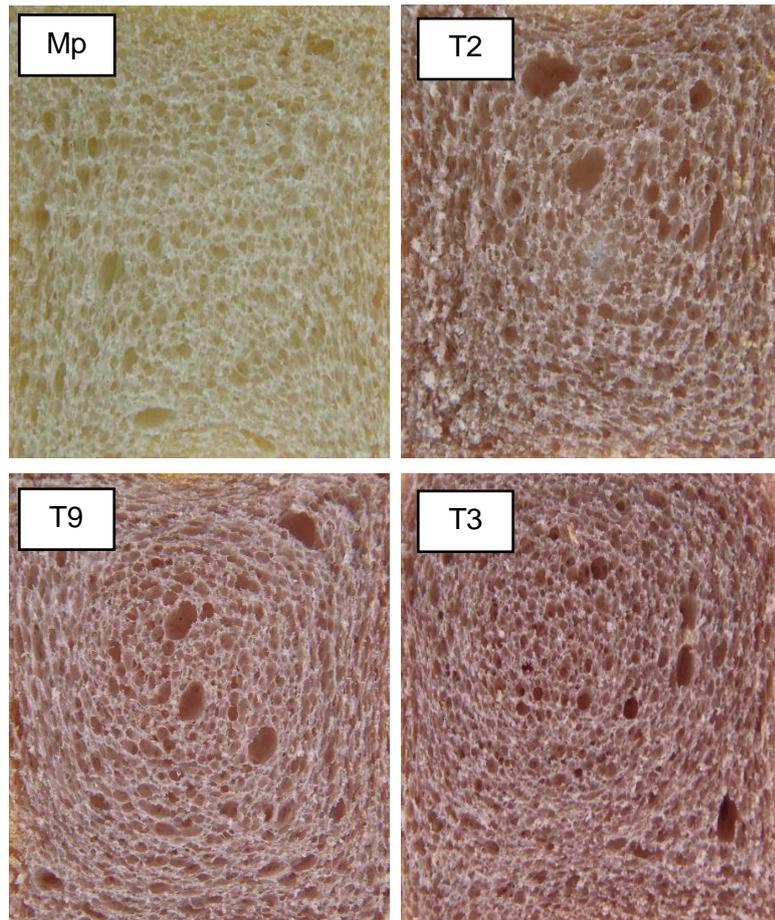


Figura 15. Valores del índice de luminosidad (L^*) en la miga del pan tipo molde.

4.2.4.2 Parámetro (a*) en la miga del pan tipo molde.

En la Tabla 15, se presentan los resultados del parámetro (a*) y en el Anexo 14, los reportes del parámetro (a*) en la miga del pan tipo molde. En el Anexo 15, se muestra el análisis de varianza, observándose diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza para los factores independientes harina de trigo (HT) y papa nativa precocida (PP), lo que nos da a entender que los porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa precocida influyen significativamente ($p < 0.5$) sobre color respecto al parámetro (a*) en la miga del pan tipo molde.

Tabla 15. Parámetro (a*) en la miga del pan tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Promedio
T1	87.5	12.5	9.96
T2	90	10	7.08
T3	70	30	15.87
T4	75	25	15.15
T5	76.71	23.29	15.18
T6	82.48	17.52	15.18
T7	93.18	6.82	5.08
T8	70.09	29.91	15.15
T9	80	20	12.20
T10	80	20	12.79
T11	80	20	12.25
T12	80	20	12.44
T13	80	20	12.27

En la Figura 16, se muestra el efecto de la variación del parámetro (a^*) en la miga del pan tipo molde estimada como una función de cada factor experimental, donde se observó que al incrementar el nivel de sustitución del factor (HT) de 70 a 90%, y el nivel de sustitución del factor (PP) de 10 a 30%, el valor del parámetro (a^*) en la miga del pan tipo molde se incrementa significativamente de T2: $a^* = 7.08$ (90 % HT + 10 % PP); T9 (promedio): $a^* = 12.39$ (80 % HT + 20 % PP) a T3: $a^* = 15.87$ (70 % HT + 30 % PP) siendo este factor (PP) el de mayor impacto, además este efecto es debido a que la papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” tiene un valor del parámetro (a^*) = 19.55 esto debido al color rojo intenso que presenta en su estructura gracias a la presencia de compuestos fenólicos (Antocianinas) (Fonseca, 2014). y según (Domene & Segura, 2014) el parámetro (a^*) indica el componente rojo-verde donde el componente rojo representa los valores positivos y el verde los valores negativos; por lo tanto el color de la miga del pan tipo molde está referida hacia el color rojo.

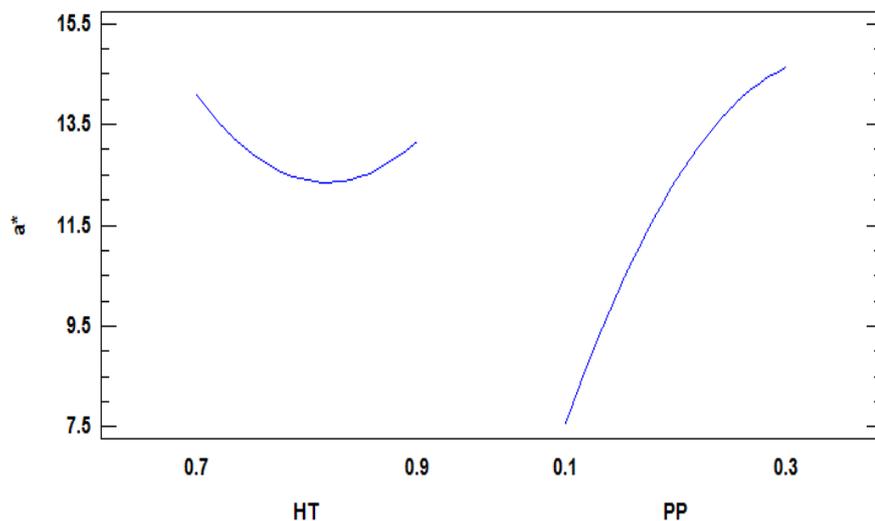


Figura 16. Gráfico de los efectos principales sobre el parámetro (a^*) en la miga del pan tipo molde.

En la Figura 17, se muestra la imagen de la miga de los panes tipo molde y los valores del parámetro (a^*) donde la Muestra Patrón (Mp): $a^* = -8.66$ (100%HT); T2: $a^* = 7.08$ (90 % HT + 10 % PP); T9 (promedio): $a^* = 12.39$ (80 % HT + 20 % PP) y T3: $a^* = 15.87$ (70 % HT + 30 % PP).

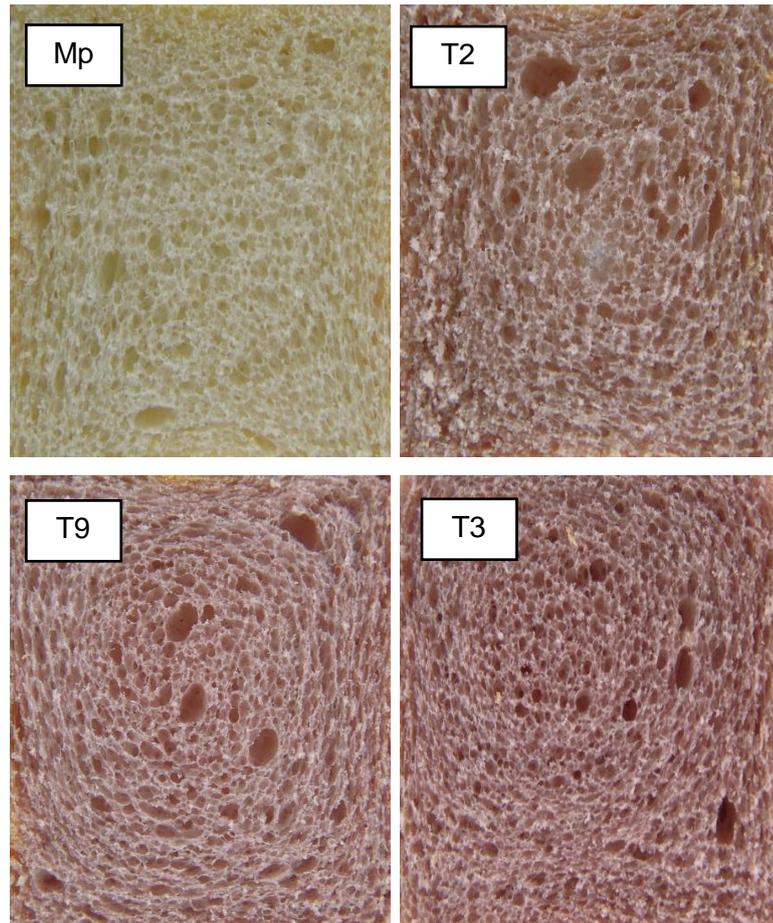


Figura 17. Valores del parámetro (a^*) en la miga del pan tipo molde.

4.2.4.3 Parámetro (b*) en la miga del pan tipo molde.

En la Tabla 16, se presentan los resultados del parámetro (b*) y en el Anexo 16, los reportes del parámetro (b*) en la miga de los panes tipo molde. Anexo 17, se muestra el análisis de varianza observándose diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza para el factor independiente papa nativa precocida (PP), lo que nos da a entender que los porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa precocida influyen significativamente ($p < 0.5$) sobre color respecto al parámetro (b*) en la miga del pan tipo molde.

Tabla 16. Parámetro (b*) en la miga del pan tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Promedio
T1	87.5	12.5	9.55
T2	90	10	9.86
T3	70	30	6.87
T4	75	25	6.95
T5	76.71	23.29	8.52
T6	82.48	17.52	8.55
T7	93.18	6.82	10.17
T8	70.09	29.91	6.68
T9	80	20	8.00
T10	80	20	8.31
T11	80	20	7.98
T12	80	20	8.11
T13	80	20	8.00

En la Figura 18, se muestra el efecto de la variación del parámetro (b^*) en la miga del pan tipo molde estimada como una función de cada factor experimental, donde se observó que al incrementar el nivel de sustitución del factor (HT) de 70 a 90%, y el nivel de sustitución del factor (PP) de 10 a 30%, el valor del parámetro (b^*) en la miga del pan tipo molde disminuye significativamente de T2: $b^* = 9.86$ (90 % HT + 10 % PP); T9 (promedio): $b^* = 8.08$ (80 % HT + 20 % PP) a T3: $b^* = 6.87$ (70 % HT + 30 % PP) siendo este factor (PP) el de mayor impacto, además este efecto es debido a que la papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” tiene un valor del parámetro (b^*) = 4.9 esto debido al color rojo intenso que presenta en su estructura gracias a la presencia de compuestos fenólicos (Antocianinas) (Fonseca, 2014). y según (Domene & Segura, 2014) el parámetro (b^*) indica el componente amarillo-azul donde el componente amarillo representa los valores positivos y el azul los valores negativos; por lo tanto el color de la miga del pan tipo molde está referida hacia el color amarillo.

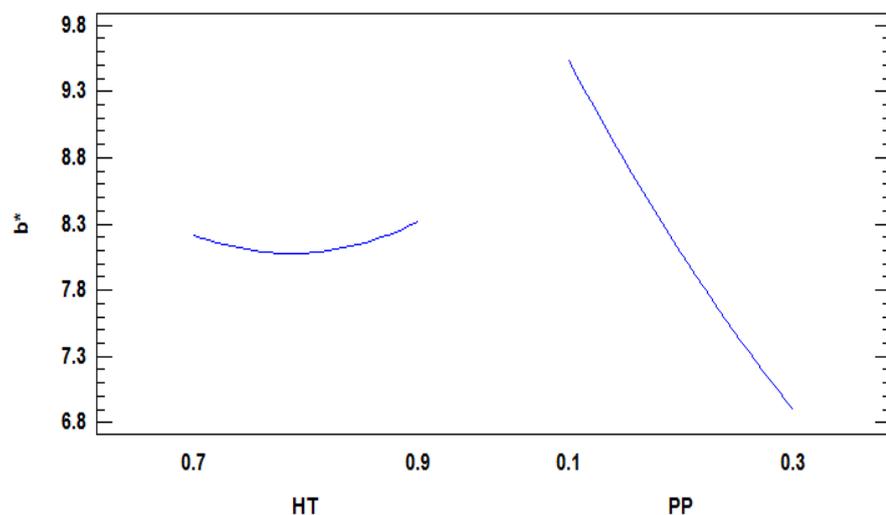


Figura 18. Gráfico de los efectos principales sobre el parámetro (b^*) en la miga del pan tipo molde.

En la Figura 19, se muestra la imagen de la miga de los panes tipo molde y los valores del parámetro (b^*) donde la Muestra Patrón (Mp): $b^* = 12.98$ (100%HT); T2: $a^* = 9.86$ (90 % HT + 10 % PP); T9 (promedio): $a^* = 8.08$ (80 % HT + 20 % PP) y T3: $b^* = 6.87$ (70 % HT + 30 % PP).

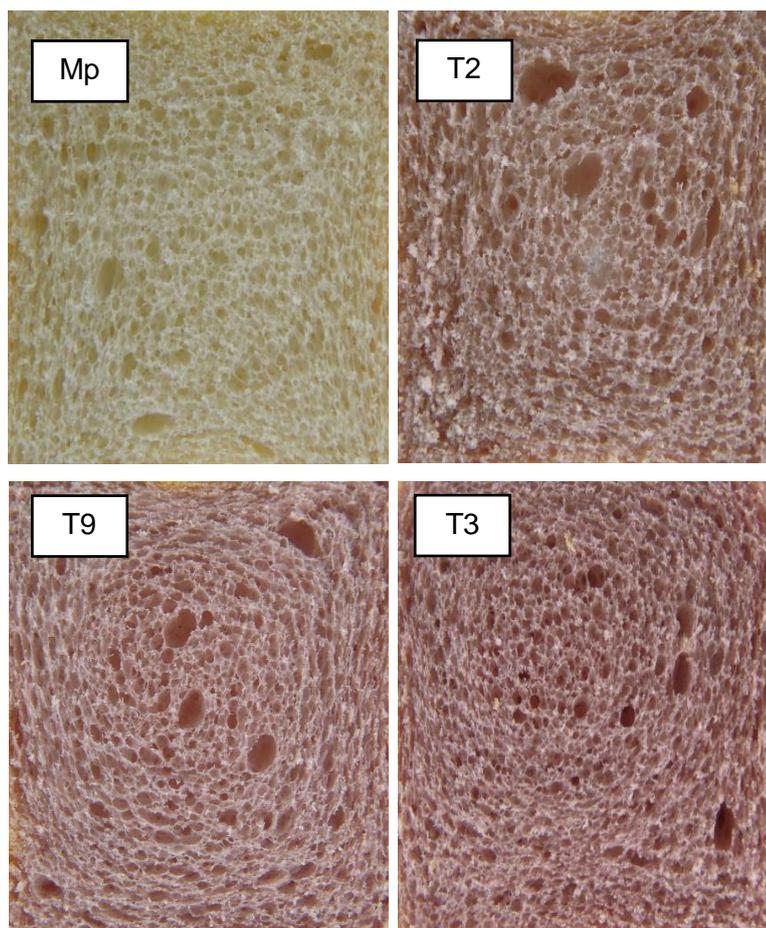


Figura 19. Valores del parámetro (b^*) en la miga del pan del pan tipo molde.

4.3 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL PAN TIPO MOLDE

4.3.1 Evaluación del color del pan tipo molde.

En el Anexo 18, se muestran los resultados sobre la evaluación sensorial del color del pan tipo molde y en el Anexo 19, el análisis de varianza, determinándose en ella que existe diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza, lo que nos da a entender que los porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) influyen significativamente ($p < 0.5$) sobre el color del pan tipo molde.

En la Figura 20, se muestra el diagrama de medias de la evaluación sensorial de color del pan tipo molde de los nueve tratamientos (T1, T2,...y T9) y la muestra patrón (Mp).

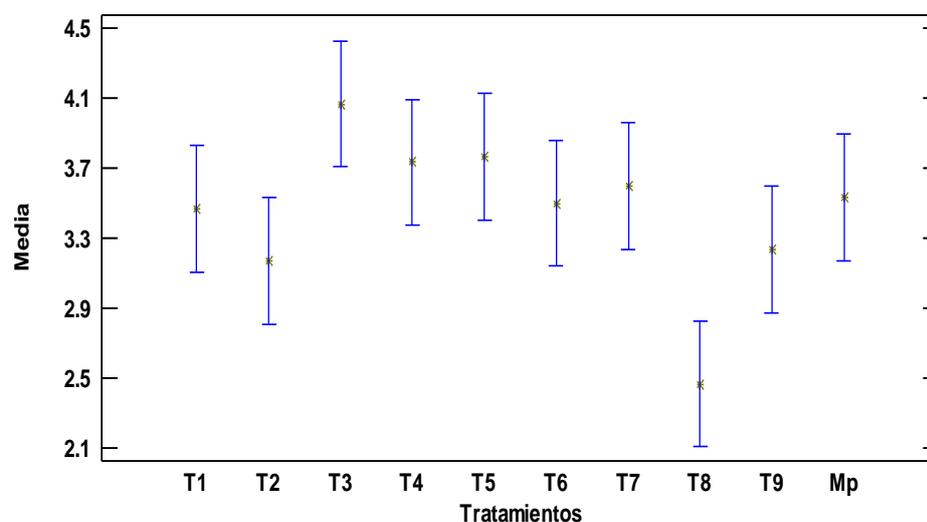


Figura 20. Diagrama de medias de la evaluación sensorial del color pan tipo molde.

De las puntuaciones que cada juez determinó para el atributo color el tratamiento que tiene mayor puntaje en la escala hedónica es el T3 (HT: 70 % y PP: 30 %) con una media de 4.06 puntos y calificado

como “Me gusta” a comparación de la Mp (HT: 100%) que tuvo una media de 3.53 y calificado como “Ni me disgusta, ni me gusta”; por lo tanto se elige como mejor muestra al tratamiento T3 por obtener el mayor puntaje y por las características funcionales (Antocianinas) que tiene la papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” y los beneficios funcionales de los compuestos fenólicos (Antocianinas) de este tubérculo (Fonseca, 2014).

4.3.2 Evaluación del olor del pan tipo molde.

En el Anexo 21 se muestran los resultados sobre la evaluación sensorial del olor del pan tipo molde y en el Anexo 22 el análisis de varianza, determinándose en ella que existe diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza lo que nos da a entender que los porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) influyen significativamente ($p < 0.5$) sobre el olor del pan tipo molde.

En la Figura 21, se muestra el diagrama de medias de la evaluación sensorial del olor del pan tipo molde de los nueve tratamientos (T1, T2,...y T9) y la muestra patrón (Mp).

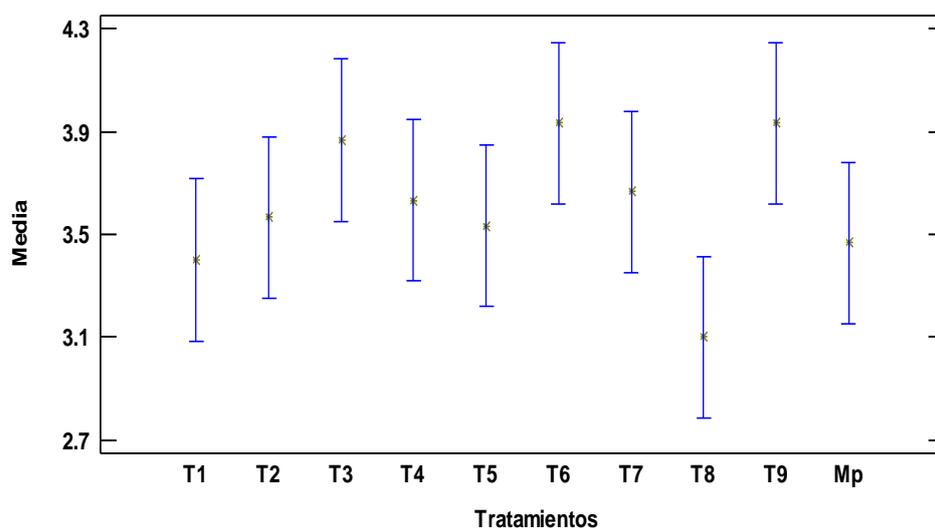


Figura 21. Diagrama de medias de la evaluación sensorial del olor pan tipo molde.

De las puntuaciones que cada juez determinó para el atributo olor el tratamiento que tiene mayor puntaje en la escala hedónica es el T9 (HT: 80% y PP: 20%) con una media de 3.93 puntos y calificado como “Ni me disgusta, ni me gusta” a comparación de la Mp (HT: 100%) que tuvo una media de 3.46 y calificado también como “Ni me disgusta, ni me gusta”.

Para establecer diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza entre los tratamientos y la muestra patrón, se realizó una prueba de rangos múltiples con el método Tukey (Anexo 23), donde se observó que los tratamientos (T3=T6=T9) son iguales estadísticamente para un nivel de significancia del 5%, por lo tanto se puede elegir como mejor muestra al tratamiento tres (T3= 70%HT + 30%PP) por las características funcionales (Antocianinas) que tiene la papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” y sus beneficios a la salud del consumidor (Fonseca, 2014).

4.3.3 Evaluación del sabor del pan tipo molde.

En el Anexo 24 se muestran los resultados sobre la evaluación sensorial del sabor del pan tipo molde y en el Anexo 25 el análisis de varianza, determinándose en ella que existen diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza, lo que nos da a entender que los porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo (HT) por papa nativa precocida (PP) influyen significativamente ($p < 0.5$) sobre el sabor del pan tipo molde.

En la Figura 22, se muestra el diagrama de medias de la evaluación sensorial del sabor del pan tipo molde de los nueve tratamientos (T1, T2, ..., y T9) y la muestra patrón (Mp).

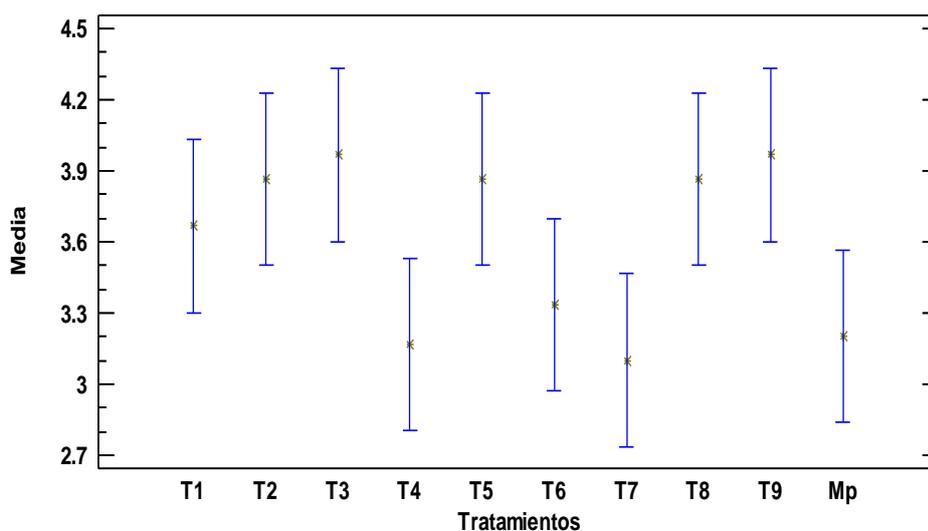


Figura 22. Diagrama de medias de la evaluación sensorial del sabor pan tipo molde.

De las puntuaciones que cada juez determinó para el atributo sabor el tratamiento que tiene mayor puntaje en la escala hedónica es el T9 (HT: 80% y PP: 20%) con una media de 3.96 puntos y calificado como “Ni me disgusta, ni me gusta” a comparación de la Mp (HT: 100%) que tuvo una media de 3.20 y calificado también como “Ni me disgusta, ni me gusta”.

Para establecer diferencias estadísticas significativas al 95% de nivel de confianza entre los tratamientos y la muestra patrón, se realizó una prueba de rangos múltiples con el método Tukey (Anexo 26), donde se observó que los tratamientos (T9=T3) presentan igual puntaje de evaluación sensorial para un nivel de significancia del 5%, por lo tanto se puede elegir como mejor muestra al tratamiento tres (T3= 70%HT + 30%PP) por las características funcionales (Antocianinas) que tiene la papa nativa de la variedad “Yawar Wayku” y los posibles beneficios a la salud del consumidor (Fonseca, 2014).

CONCLUSIONES

- La temperatura de gelatinización (T_g) del pan tipo molde se ve influenciada por los niveles de sustitución parcial de la papa nativa precocida (*Solanum tuberosum*) de la variedad "Yawar Wayku".
- La evaluación de las características físicas del pan tipo molde con niveles de sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa precocida (*Solanum tuberosum*) de la variedad "Yawar Wayku", se vieron reflejados en el aumento del peso y humedad siendo el tratamiento tres (T3) el de mayor valor; respecto al volumen el tratamiento que presenta el mayor valor es el tratamiento siete (T7); mientras que para la evaluación del color en la miga del pan tipo molde el tratamiento tres (T3) presentó un mayor valor del parámetro (a^*) (componente rojo-verde) en comparación de los demás tratamientos y la muestra patrón.
- El porcentaje de humedad del pan tipo molde elaborado en todos los tratamientos se encuentra dentro del parámetro establecido por la Norma Sanitaria Peruana (RM N° 1020-2010/MINSA).
- Según la evaluación de las características sensoriales del pan tipo molde el tratamiento T3 tuvo mayor aceptación por parte de los jueces evaluadores; además el atributo "color" tiene mejor preferencia, en cambio para los atributos sabor y olor presentaron la misma preferencia que la muestra patrón.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar la calidad nutritiva de los panes tipo molde con sustitución parcial harina de trigo por papa nativa precocida (*Solanum tuberosum*) de la variedad “Yawar Wayku”.
- Realizar estudios reológicos en la masa a diferentes niveles de sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa precocida (*Solanum tuberosum*) de la variedad “Yawar Wayku”.
- Realizar estudio de almacenamiento del pan tipo molde con sustitución parcial harina de trigo por papa nativa precocida (*Solanum tuberosum*) de la variedad “Yawar Wayku”, para establecer la vida útil en función al color en la miga del pan tipo molde.
- Se recomienda realizar estudios de textura y porosidad del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa precocida (*Solanum tuberosum*) de la variedad “Yawar Wayku”.
- Para la evaluación sensorial se recomienda utilizar la cantidad de jueces adecuados y el tiempo que tomará dicha evaluación con el objetivo de evitar hostigamiento de parte de jueces.

SUGERENCIAS

- Se sugiere utilizar un equipo (horno) ideal para investigaciones en productos de panadería.
- Utilizar otro sistema de adquisición de datos para realizar la evaluación de la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.
- Se sugiere probar otras formulaciones panaderas para la elaboración del pan tipo molde.
- Se sugiere utilizar un método distinto para la evaluación del volumen del pan tipo molde.
- Realizar una evaluación del análisis sensorial del pan tipo molde con jueces entrenados y conocedores en temas del área de panificación.
- Se sugiere realizar estudio de evaluación de las características físicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo con diferentes variedades de papa nativa.
- Proponer planes de desarrollo en el cultivo de la papa nativa variedad "Yawar Wayku".
- Desarrollar productos agroindustriales con valor agregado en la industria de la panificación utilizando papa nativa de la variedad "Yawar Wayku".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Granada, V. (2013). Evaluación de la textura del pan, elaborado a partir de harina de trigo nacional (*Triticum Vulgare*), con adición de gluten vital. Ambato-Ecuador.
- Anzaldúa, M. (1994). En La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica: en lengua española. Zaragoza: Acriba S.A.
- Aspinal, G.O. (1983). The Polysaccharides. Vol.3. New York, Estados Unidos de America. Academic Press.
- Aristizábal J. & Sánchez T. (2007). Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Roma.
- Annet, L., Muralidharan, V., Boxall, P., Cash, S., & Wismer, W. (2008). Influence of health and environmental information on hedonic evaluation of organic and conventional bread. *Journal of Food Science*, 73(4), 50-55.
- Atwell, W., Lineback, D., Varriano-Marston, E., & Zobel, H. (1988). The terminology and methodology associated with basic starch phenomena. *Cereal Foods World*, 306-311.
- Badui, D.S. (2006). Química de los alimentos. México: Pearson Educación.
- Bello, J. (1999). Ciencia y tecnología culinaria. Ed. Díaz de Santos. Madrid, España.
- Belitz, H., & Grosch, W. (1999). Polysaccharides. *Food Chemistry*, 2, 237-318.
- Carrera, P. (1995). Sustitución de harina de trigo por quinua *Chenopodium quinua* precocida en la elaboración de pan (tesis de pregrado) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Cauvain, S., & Young, L. (2006). En Productos de panadería. Ciencia, Tecnología y Práctica. ZARAGOZA (España): ACRIBA, S.A.
- Cerón, A., Hurtado, A., Osorio, O., & Buchely, M. (2010). Estudio de la Formulación de la harina de papa de la variedad parda pastusa (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de la harina de trigo en panadería. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9, 116-121.
- Chuquillanqui, C., Hidalgo, O., Muller, G., Tenorio, J., & Barker, I. (2008). Seed systems for native potatoes characterized in Perú.

- Cheftel, J., & Cheftel, H. (1976). *Introducción a la bioquímica de los alimentos*. Zaragoza - España: Acriba S.A.
- Delmoro, J., Muños, D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. (2010). Determinación de color en mieles. *El color en alimentos*, 145-152.
- De la Cruz, W. (2009). *Coplementación protéica de harina de trigo *Tricum aestivum* L. por harina de quinua *Chenopodium quinoa* Willd y suero en pan molde y tiempo de vida útil*. (tesis de maestria) Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- Espín, S., Villacrés, E., & Brito, B. (s.f.). *Caracterización Físico - Química, Nutricional y Funcional de Raices y Tubérculos Andinos*. Raices y Tubérculos Andinos, 97-99.
- Espinoza Atencia, E. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Tacna, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
- Fonseca, C., Burgos, G., Rodríguez, F., Muñoa, L., & Ordinola, M. (2014). CATÁLOGO DE VARIEDADES DE PAPA NATIVA con el potencial para la seguridad alimentaria y nutricional de Apurímac y Huancavelica, 1(1) 6-13 y 37.
- Fernández J.L. (2008). *Revista Agronegocios*. Facultad de Economía y Planificación. PAPAPAN con sustituto parcial de harina de trigo por puré de papa de la variedad Canchan. 2(3), 23-27.
- Fuentes, C., Adachi, L., Meléndez, R., Pajares, D., Vera, L., & Vidal, C. (2009). *Planta de puré instantáneo de papas antivas en Cajamarca*. Esan Ediciones(1), 118.
- Gutierrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2008). *análisis y diseño de experimentos (2da. ed.)*. México: MacGraw-Hill Interameriaca.
- Greene, J., & Bovell-Benajmin, A. (2004). *Macroscopic and sensory evaluation of bread suPPlmented with sweet-potato flour*. J. Food Sci.
- Graville, M. (2002). *Guía para entender la comunicación del color*. X-Rite, 03-18.
- Hathorn, C., Biswas, M., Gichuhi, P., & Bovell-Benajmina, A. (2008). *Comparison of chemical physical, micro-structural, and microbial properties of breads suplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers*. . LWT Food Sci. Techn., 803-815.
- Huamancondor Paz, Y. M., & Olivos Mila, J. A. (2013). *Evaluación de la capacidad antioxidante de los polifenoles totales de la piel, casco y semillas*

líoofilizadas del maracuya *Passiflora edulis*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Santa, Chimbote.

- Hernández Hernández, E. (2003). Evaluación del efecto de harina de nopal *Opuntia spp.* Natural y libre de clorofila en la elaboración de tortilla de maíz (tesis de pregrado) Universidad de Buenavista Santillo, Mexico.
- Indecopi (2010). Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad intelectual. Norma Técnica Peruana – NTP 011.119. Papa. Definiciones y Requisitos, 1(1), 3.
- Indecopi (1988). Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad intelectual. Norma Técnica Peruana - NTP 206.004. Pan de Molde: Pan Blanco, Pan Integral y sus productos tostados, 1(1).
- Kong A., Fuenzalida C., Hess S., Contreras A., Vega A., Lemus R. (2012). Antioxidant capacity and total phenolic compounds of twelve selected potato landrace clones grown in southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(1), 3-9. (http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-58392012000100001&script=sci_arttext).
- León Marroú, M. E., & Villacorta Gonzáles, M. Y. (2010). Valor nutritivo de pan con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) fortificado. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 11(1), 244-261.
- Lascano Sumbana, A. (2010). Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: Cebada, Maiz, Quinoa, Trigo y tubérculo: Papa Nacionales con trigo importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en alimentos.
- Morales P. (2011). *Vegetales silvestres de uso alimentario: determinación de compuestos bioactivos y valoración de la capacidad antioxidante*. Tesis de doctor no publicada. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Meneses, J., Corrales, C., & Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. *Revista EIA*, 57-67.
- Montgomery, D. (2002). *Diseño y análisis de experimentos*. Editorial Limusa S.A.
- Montoya Rea, J., & Román Paillacho, G. (2010). Estudio de la incidencia de incorporación de masa de papa de variedad superchola (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de harina de trigo en el proceso de

- elaboración de pan. Ibarra-Ecuador: Universidad del Norte. Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias y Ambientales.
- Obregón, A., Contreras, E., Muñoz, A., Ayquipa, R., & Fernández, W. (2013). Evaluación sensorial y fisicoquímica de panes con sustituto parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de maíz (*Zea Mays*) y papa (*Solanum tuberosum*). *Ciencia e Investigación - Facultad de Farmacia y Bioquímica-UNMSM*, 2(16), 74-76.
- Olmedilla B., Granada F. (2007). Componentes bioactivos. Alimentos funcionales: aproximación a una nueva alimentación. *Revista Chilena de Nutrición*, 28(2), 368-380.
- Peña, C., & Restrepo, L. (2013). Actualización en nutrición. Compuestos Fenólicos y Carotenoides en la papa, 14(1), 25-30.
- Pineda, M., & Vazqués, C. (2010). Evaluación fisicoquímica y sensorial de pan suplementado con diferentes concentraciones de harina de papa. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato-México: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa México D.F.
- Rodríguez-Sandoval, E., Lascano, A., & Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*(15 (1)), 199-207.
- Sainz T., Drago M., López M. (2006). Componentes bioactivos de los alimentos funcionales de origen vegetal. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 37(4), 58-68.
(<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57937408>).
- Sancho Valls, J., Bota, J., & De Castro J., J. (2002). Introducción al análisis de los alimentos. España, Edición de la Universidad de Barcelona.
- SENA. (1985). Manual sobre el Proceso de Panificación. Servicio Nacional de Aprendizaje Subdirección Técnico-Pedagógica.
- Sandoval G. A. (2007). Elaboración de harina precocida de papa (*Solanum tuberosum* L.) en autoclave, con las variedades Superchola y Gabriela, para consumo humano. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Sánchez Aceves, L. (2014). Inclusión de proteína de chíchero en el desarrollo de alimentos funcionales de panificación (Pan de caja). Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Vaclavik, V. (2002). En Fundamento de Ciencia de los alimentos. Zaragoza (España): ACRIBA S.A.

Zobel, H. (1988). Molecules to granules: A comprehensive starch review. Starch. 40(2): 44-50.

ANEXOS

Anexo 01. Temperatura de gelatinización de la harina de trigo (HT) y harina de papa nativa (HPN) por tratamiento.

t (s)	T1			T2			T3		
	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)
0	18.980	16.320	17.65 ±1.88	17.507	17.654	17.58 ±0.10	19.296	18.182	18.74 ±0.79
10	16.802	16.786	16.79 ±0.01	17.036	16.046	16.54 ±0.70	16.373	14.920	15.65 ±1.03
20	19.454	19.999	19.73 ±0.39	22.031	19.039	20.54 ±2.12	18.476	18.241	18.36 ±0.17
30	25.127	25.336	25.23 ±0.15	31.722	25.820	28.77 ±4.17	24.670	25.226	24.95 ±0.39
40	33.547	30.827	32.19 ±1.92	41.682	33.369	37.53 ±5.88	30.775	27.393	29.08 ±2.39
50	39.869	37.039	38.45 ±2.00	47.656	40.642	44.15 ±4.96	36.916	34.859	35.89 ±1.45
60	45.196	43.025	44.11 ±1.54	52.600	47.580	50.09 ±3.55	42.759	43.330	43.04 ±0.40
70	50.105	48.076	49.09 ±1.44	56.601	52.125	54.36 ±3.16	47.866	47.958	47.91 ±0.06
80	55.853	52.566	54.21 ±2.32	60.025	56.877	58.45 ±2.23	52.126	51.357	51.74 ±0.54
90	58.115	56.494	57.31 ±1.15	62.153	60.616	61.39 ±1.09	55.262	53.429	54.35 ±1.30
100	60.301	59.371	59.84 ±0.66	63.772	63.567	63.67 ±0.15	57.706	55.439	56.57 ±1.60
110	61.923	61.776	61.85 ±0.10	63.784	64.109	63.95 ±0.23	61.234	58.423	59.83 ±1.99
120	62.030	61.952	61.99 ±0.06	66.623	66.036	66.33 ±0.41	62.369	59.821	61.10 ±1.80
130	63.658	63.783	63.72 ±0.09	67.574	66.117	66.85 ±1.03	62.869	61.825	62.35 ±0.74
140	63.529	63.547	63.54 ±0.01	67.736	66.779	67.26 ±0.68	63.600	63.399	63.50 ±0.14
150	65.072	65.701	65.39 ±0.44	69.505	67.929	68.72 ±1.11	63.727	63.883	63.81 ±0.11
160	67.220	66.789	67.00 ±0.30	70.379	69.708	70.04 ±0.47	64.522	64.381	64.45 ±0.10
170	68.228	68.807	68.52 ±0.41	70.468	70.803	70.64 ±0.24	64.046	65.711	64.88 ±1.18
180	69.906	70.025	69.97 ±0.08	71.414	72.524	71.97 ±0.79	64.843	65.660	65.25 ±0.58
190	70.141	71.082	70.61 ±0.67	72.074	72.969	72.52 ±0.63	64.960	65.466	65.21 ±0.36
200	70.508	71.936	71.22 ±1.01	72.986	72.645	72.82 ±0.24	64.563	66.218	65.39 ±1.17
210	71.390	73.016	72.20 ±1.15	74.895	71.544	73.22 ±2.37	65.084	68.858	66.97 ±2.67
220	71.534	74.089	72.81 ±1.81	74.680	72.092	73.39 ±1.83	65.933	69.486	67.71 ±2.51
230	71.662	74.066	72.86 ±1.70	75.041	72.761	73.90 ±1.61	67.266	70.144	68.71 ±2.03
240	71.708	74.556	73.13 ±2.01	75.393	73.105	74.25 ±1.62	69.749	71.480	70.62 ±1.22
250	70.662	74.726	72.69 ±2.87	75.370	74.026	74.70 ±0.95	70.772	70.759	70.77 ±0.01

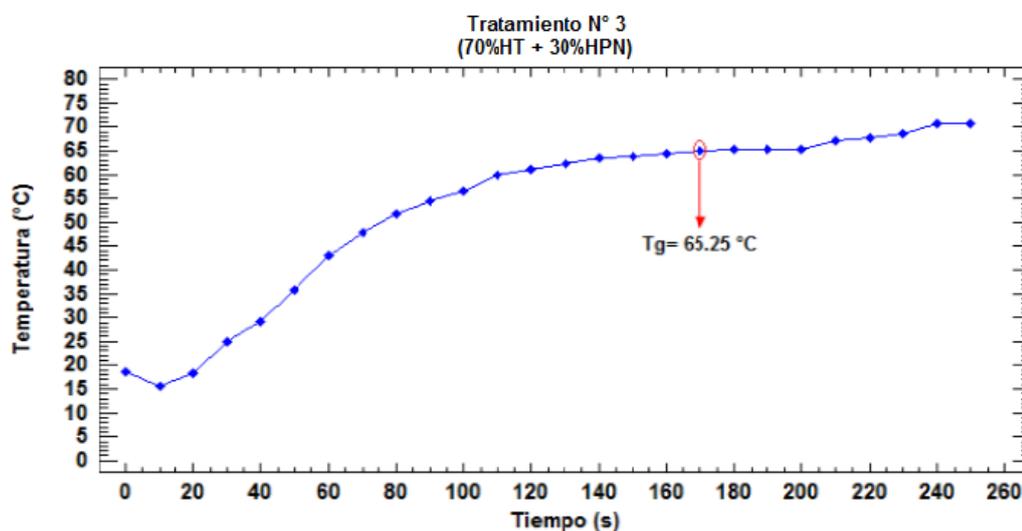
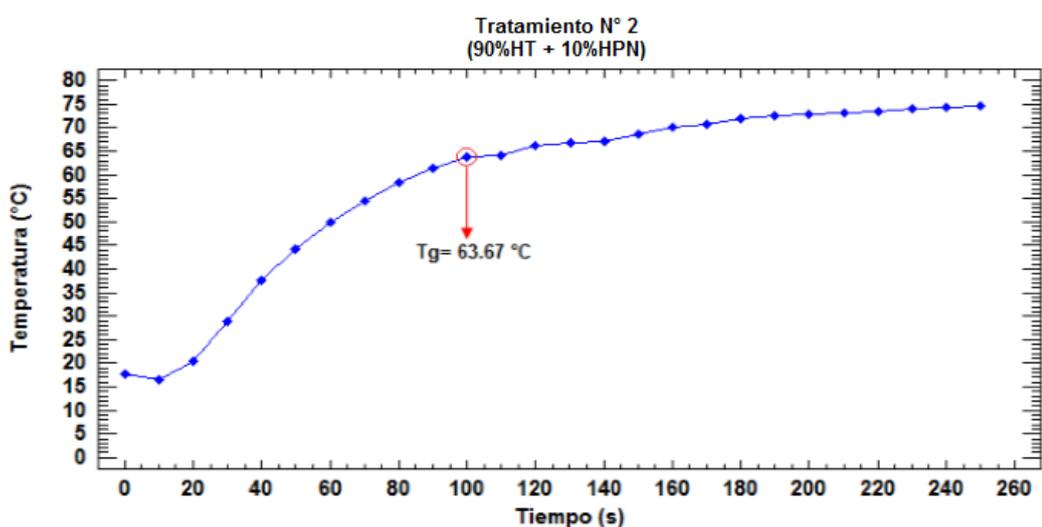
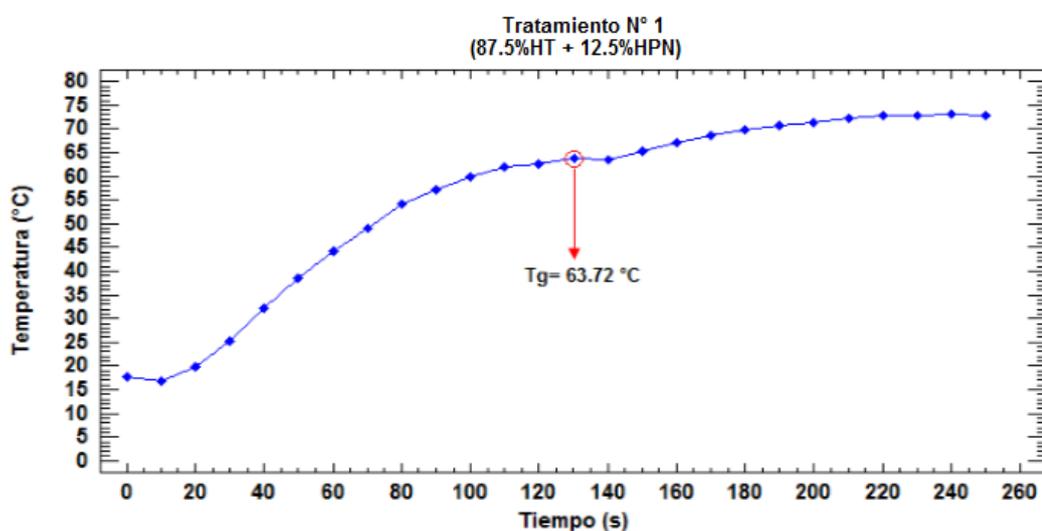
t (s)	T4			T5			T6		
	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)
0	17.540	17.440	17.49 ±0.07	13.438	17.800	15.62 ±3.08	17.429	19.335	18.38 ±1.35
10	15.446	16.048	15.75 ±0.43	17.668	16.860	17.26 ±0.57	16.966	17.132	17.05 ±0.12
20	17.799	18.143	17.97 ±0.24	20.502	18.255	19.38 ±1.59	20.700	20.187	20.44 ±0.36
30	23.090	23.602	23.35 ±0.36	25.457	22.578	24.02 ±2.04	25.881	29.460	27.67 ±2.53
40	32.163	26.726	29.44 ±3.84	27.720	31.862	29.79 ±2.93	31.995	33.062	32.53 ±0.75
50	40.164	33.341	36.75 ±4.82	36.023	37.224	36.62 ±0.85	38.379	39.651	39.02 ±0.90
60	42.905	37.278	40.09 ±3.98	41.099	43.446	42.27 ±1.66	42.863	44.416	43.64 ±1.10
70	44.619	42.835	43.73 ±1.26	46.105	48.507	47.31 ±1.70	47.217	49.408	48.31 ±1.55
80	47.149	48.042	47.60 ±0.63	50.983	53.220	52.10 ±1.58	53.624	54.007	53.82 ±0.27
90	49.312	52.172	50.74 ±2.02	54.578	56.960	55.77 ±1.68	56.447	57.499	56.97 ±0.74
100	53.281	54.987	54.13 ±1.21	56.257	59.645	57.95 ±2.40	58.400	59.489	58.95 ±0.77
110	56.821	57.782	57.30 ±0.68	58.066	62.052	60.06 ±2.82	62.606	62.803	62.71 ±0.14
120	58.937	60.358	59.65 ±1.00	60.007	63.025	61.52 ±2.13	63.152	63.451	63.30 ±0.21
130	60.574	62.162	61.37 ±1.12	61.264	64.158	62.71 ±2.05	63.910	63.533	63.72 ±0.27
140	62.427	63.230	62.83 ±0.57	63.973	64.192	64.08 ±0.15	64.628	64.567	64.60 ±0.04
150	64.872	64.419	64.65 ±0.32	64.188	65.167	64.68 ±0.69	65.870	65.896	65.88 ±0.02
160	64.757	65.212	64.98 ±0.32	65.410	65.627	65.52 ±0.15	65.950	68.104	67.03 ±1.52
170	64.833	65.997	65.42 ±0.82	66.033	67.402	66.72 ±0.97	66.272	68.376	67.32 ±1.49
180	66.111	67.589	66.85 ±1.04	66.651	68.860	67.76 ±1.56	67.544	68.970	68.26 ±1.01
190	67.172	68.287	67.73 ±0.79	67.415	70.176	68.80 ±1.95	68.473	67.904	68.19 ±0.40
200	68.580	69.684	69.13 ±0.78	68.396	71.653	70.03 ±2.30	69.547	68.624	69.09 ±0.65
210	69.025	70.218	69.62 ±0.84	69.229	71.938	70.58 ±1.92	69.810	70.214	70.01 ±0.29
220	68.804	70.941	69.87 ±1.51	69.455	72.101	70.78 ±1.87	70.261	71.384	70.82 ±0.79
230	69.999	71.199	70.60 ±0.85	70.305	73.187	71.75 ±2.04	70.925	71.466	71.20 ±0.38
240	70.406	71.346	70.88 ±0.66	70.690	73.619	72.16 ±2.07	71.388	72.018	71.70 ±0.45
250	71.676	71.974	71.83 ±0.21	71.479	73.540	72.51 ±1.46	72.589	73.468	73.03 ±0.62

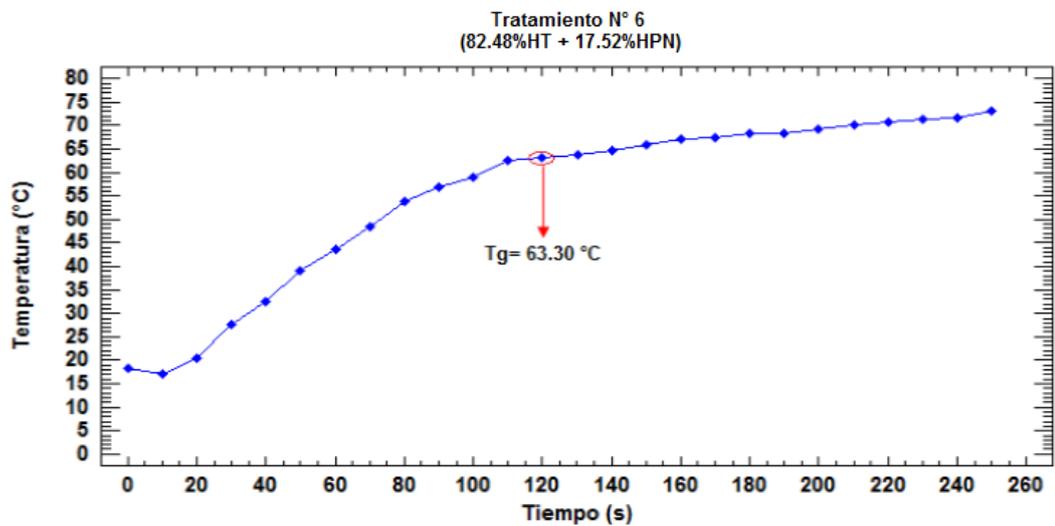
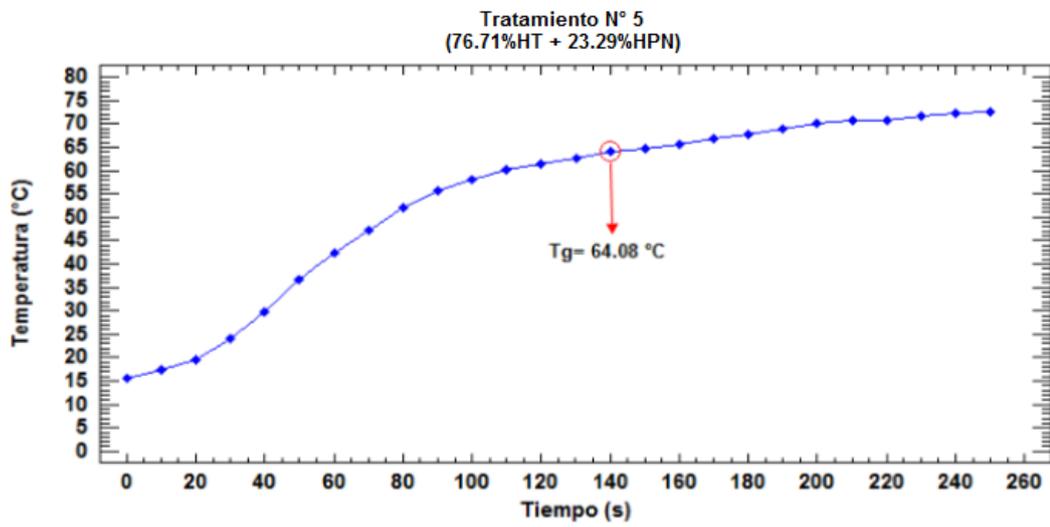
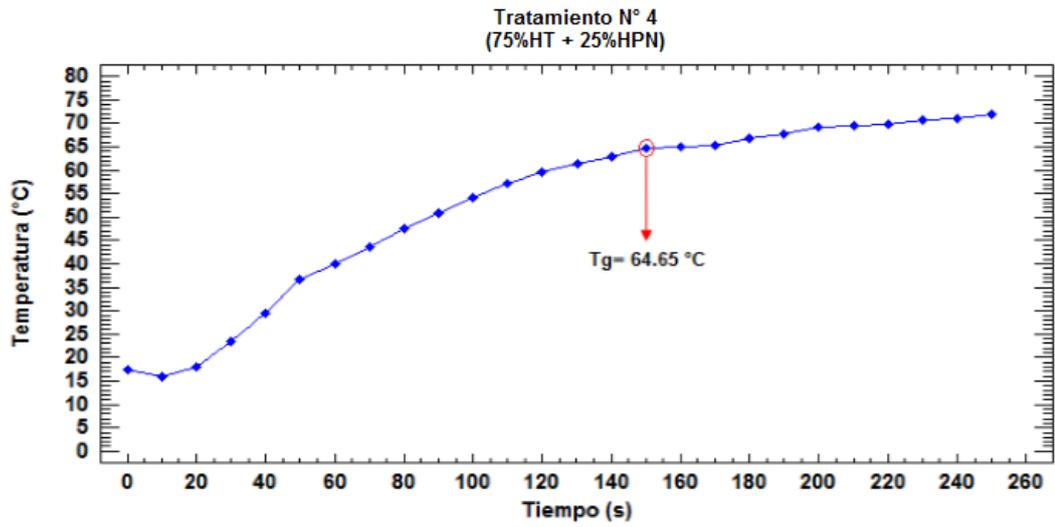
t (s)	T7			T8			T9		
	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)
0	18.301	19.960	19.13 ±1.17	19.331	19.765	19.55 ±0.31	19.680	19.835	19.76 ±0.11
10	18.143	19.018	18.58 ±0.62	17.507	16.722	17.11 ±0.55	19.015	18.573	18.79 ±0.31
20	23.333	26.176	24.75 ±2.01	21.241	20.460	20.85 ±0.55	23.499	23.788	23.64 ±0.20
30	32.652	35.664	34.16 ±2.13	29.629	31.304	30.47 ±1.18	30.836	31.802	31.32 ±0.68
40	39.794	44.964	42.38 ±3.66	37.317	36.717	37.02 ±0.42	37.035	39.790	38.41 ±1.95
50	46.636	52.955	49.80 ±4.47	44.005	37.620	40.81 ±4.51	42.540	47.532	45.04 ±3.53
60	55.005	58.964	56.99 ±2.80	50.041	50.063	50.05 ±0.02	47.799	52.020	49.91 ±2.98
70	63.236	62.823	63.03 ±0.29	54.771	57.079	55.93 ±1.63	53.239	55.393	54.32 ±1.52
80	63.532	63.788	63.66 ±0.18	58.319	60.417	59.37 ±1.48	57.603	58.706	58.16 ±0.78
90	64.920	64.981	64.95 ±0.04	61.076	60.810	60.94 ±0.19	61.345	61.974	61.66 ±0.44
100	66.482	67.626	67.05 ±0.81	64.710	64.118	64.41 ±0.42	64.902	64.196	64.55 ±0.50
110	67.741	69.143	68.44 ±0.99	64.886	64.287	64.59 ±0.42	65.069	64.248	64.66 ±0.58
120	69.230	71.141	70.19 ±1.35	67.400	66.747	67.07 ±0.46	68.993	68.013	68.50 ±0.69
130	70.226	72.954	71.59 ±1.93	70.159	68.907	69.53 ±0.89	70.127	72.483	71.31 ±1.67
140	71.672	73.394	72.53 ±1.22	71.290	69.683	70.49 ±1.14	71.060	73.315	72.19 ±1.60
150	72.450	74.161	73.31 ±1.21	72.194	69.166	70.68 ±2.14	71.786	74.279	73.03 ±1.76
160	73.805	75.175	74.49 ±0.97	73.119	70.532	71.83 ±1.83	72.721	75.080	73.89 ±1.68
170	74.623	75.920	75.27 ±0.92	74.086	73.263	73.67 ±0.58	73.976	76.171	75.05 ±1.58
180	75.642	75.770	75.71 ±0.09	74.889	74.589	74.74 ±0.21	74.738	76.347	75.54 ±1.14
190	75.976	76.383	76.18 ±0.29	74.842	74.561	74.70 ±0.20	75.270	76.542	75.91 ±0.90
200	76.744	76.947	76.85 ±0.14	75.199	75.293	75.25 ±0.07	75.755	76.54	76.15 ±0.56
210	77.213	77.409	77.31 ±0.14	75.265	75.693	75.48 ±0.30	76.750	76.913	76.83 ±0.11
220	77.813	77.287	77.55 ±0.37	75.780	75.716	75.75 ±0.05	77.442	77.358	77.40 ±0.06
230	78.042	77.224	77.63 ±0.58	75.982	75.405	75.69 ±0.41	77.816	77.072	77.44 ±0.53
240	78.544	77.645	78.10 ±0.64	76.095	76.191	76.14 ±0.07	78.596	77.525	78.06 ±0.76
250	78.648	77.672	78.16 ±0.69	76.451	75.725	76.09 ±0.51	78.773	77.430	78.10 ±0.95

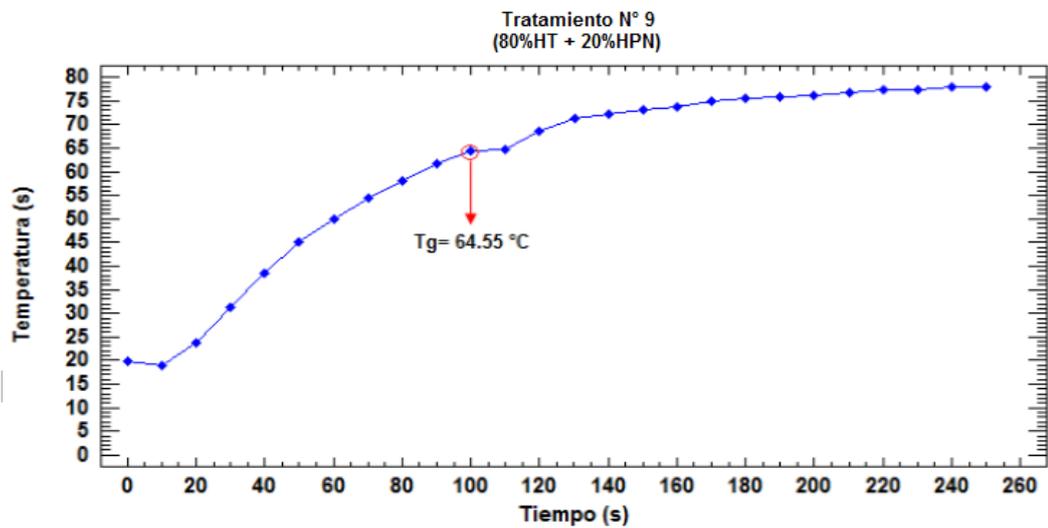
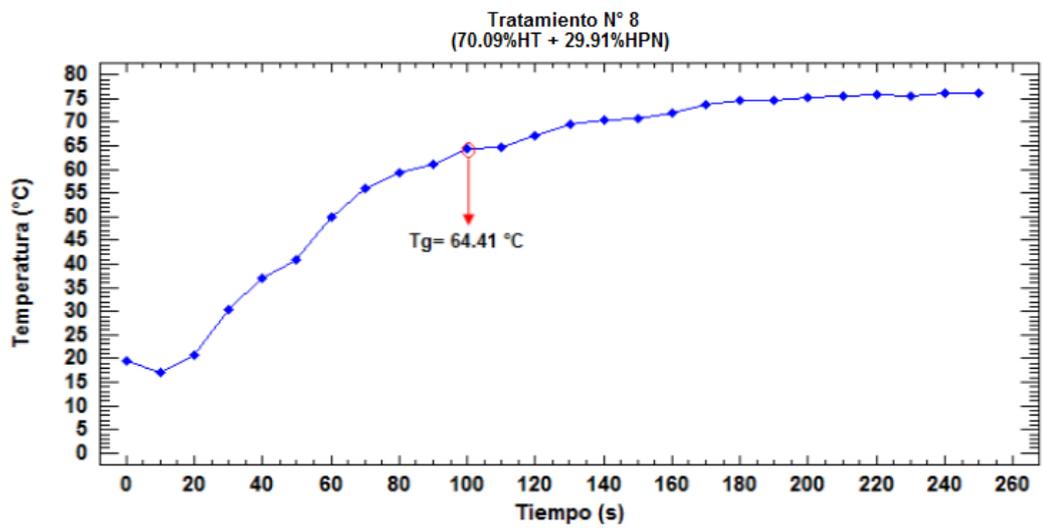
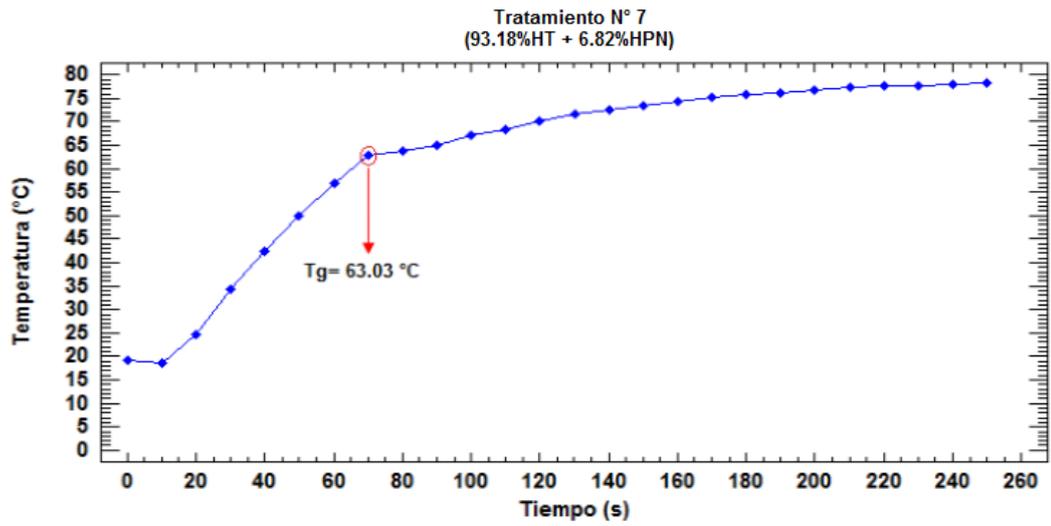
t (s)	T10			T11			T12		
	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)
0	19.296	18.182	18.74 ±0.79	18.301	20.682	19.49 ±1.68	17.5076	19.335	18.42 ±1.29
10	16.373	14.920	15.65 ±1.03	18.143	17.420	17.78 ±0.51	17.036	17.132	17.08 ±0.07
20	18.476	18.241	18.36 ±0.17	22.318	20.741	21.53 ±1.11	22.031	20.187	21.11 ±1.30
30	24.670	25.226	24.95 ±0.39	30.152	27.726	28.94 ±1.72	30.014	29.460	29.74 ±0.39
40	30.775	27.393	29.08 ±2.39	37.294	30.512	33.90 ±4.80	39.182	33.062	36.12 ±4.33
50	36.916	34.859	35.89 ±1.45	44.136	39.859	42.00 ±3.02	45.156	39.651	42.40 ±3.89
60	42.759	43.330	43.04 ±0.40	52.505	48.330	50.42 ±2.95	50.100	44.416	47.26 ±4.02
70	47.866	47.958	47.91 ±0.06	56.736	52.958	54.85 ±2.67	54.101	49.408	51.75 ±3.32
80	52.126	51.357	51.74 ±0.54	60.032	56.357	58.19 ±2.60	57.525	54.007	55.77 ±2.49
90	55.262	53.429	54.35 ±1.30	62.420	58.429	60.43 ±2.82	59.653	57.499	58.58 ±1.52
100	57.706	55.439	56.57 ±1.60	63.982	60.439	62.21 ±2.51	61.272	59.489	60.38 ±1.26
110	61.034	58.423	59.73 ±1.85	64.241	64.423	64.33 ±0.13	61.284	62.593	61.94 ±0.93
120	63.985	59.821	61.90 ±2.94	64.730	64.821	64.78 ±0.06	64.123	64.791	64.46 ±0.47
130	64.419	61.825	63.12 ±1.83	67.726	66.825	67.28 ±0.64	65.074	65.533	65.30 ±0.32
140	64.784	63.769	64.28 ±0.72	69.172	67.769	68.47 ±0.99	65.236	66.567	65.90 ±0.94
150	64.277	64.583	64.43 ±0.22	69.950	68.583	69.27 ±0.97	67.005	68.896	67.95 ±1.34
160	64.52	64.381	64.45 ±0.10	71.305	69.381	70.34 ±1.36	67.879	69.104	68.49 ±0.87
170	65.984	65.711	65.85 ±0.20	72.123	70.711	71.42 ±1.00	67.968	68.376	68.17 ±0.29
180	66.844	66.660	66.75 ±0.13	73.142	71.660	72.40 ±1.05	68.914	68.970	68.94 ±0.04
190	66.960	66.466	66.71 ±0.35	73.476	71.466	72.47 ±1.42	69.574	67.904	68.74 ±1.18
200	66.563	66.218	66.39 ±0.24	74.244	71.218	72.73 ±2.14	70.486	68.624	69.55 ±1.32
210	67.084	68.858	67.97 ±1.25	74.713	73.858	74.29 ±0.60	72.989	70.214	71.60 ±1.96
220	67.240	69.486	68.36 ±1.59	75.313	74.486	74.90 ±0.58	74.680	71.384	73.03 ±2.33
230	67.266	70.144	68.71 ±2.03	75.542	75.144	75.34 ±0.28	75.041	71.466	73.25 ±2.53
240	69.749	71.480	70.62 ±1.22	76.044	76.480	76.26 ±0.31	75.393	72.018	73.71 ±2.39
250	70.772	70.759	70.77 ±0.01	76.148	75.759	75.95 ±0.28	75.370	73.468	74.42 ±1.34

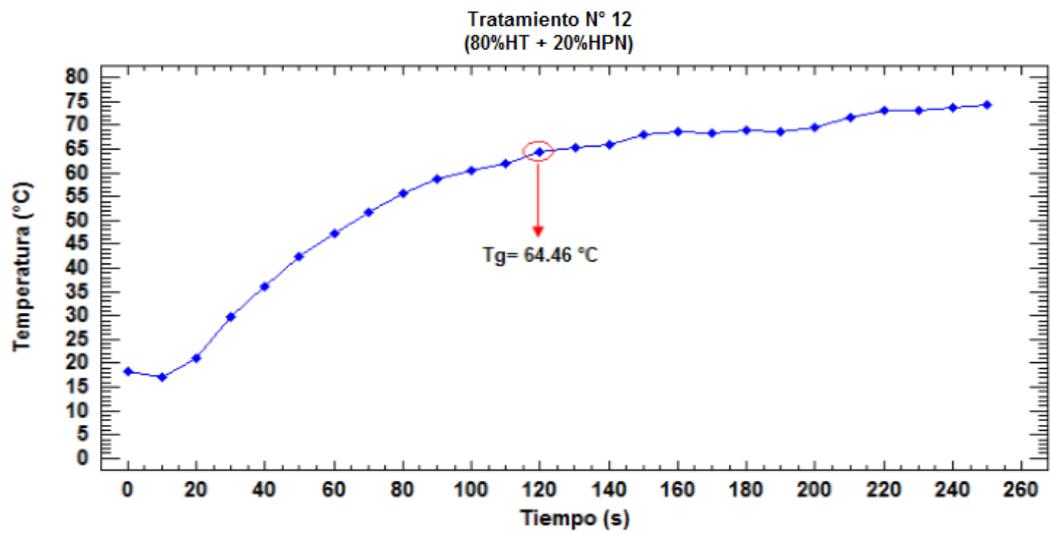
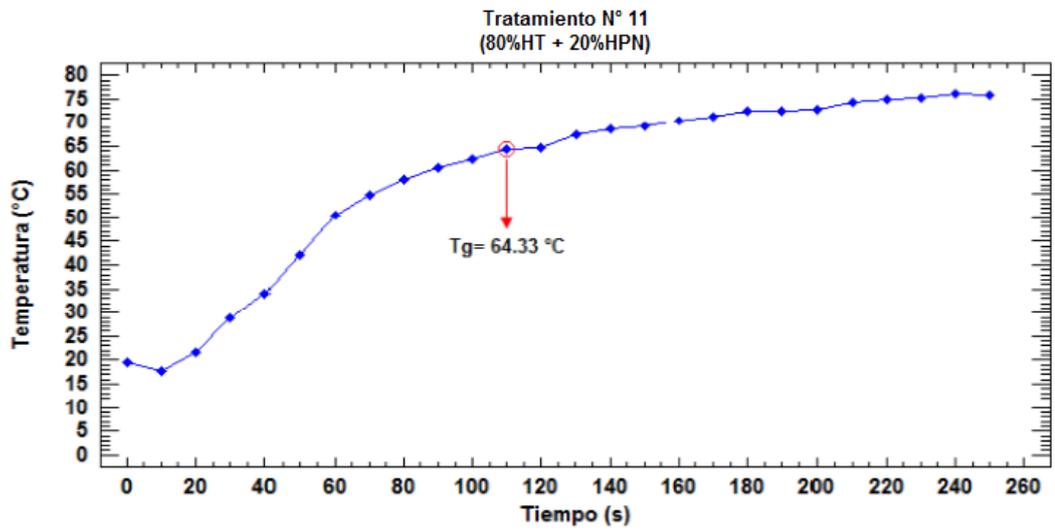
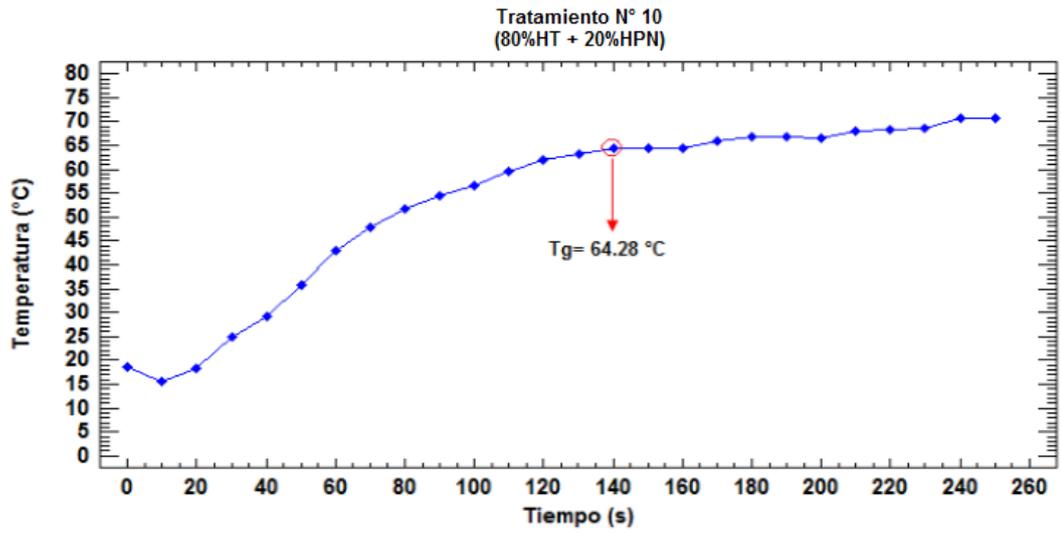
T13			
t (s)	R1 (°C)	R2 (°C)	($\bar{X} \pm S$)
0	13.438	16.319	14.88 ±2.04
10	17.668	16.786	17.23 ±0.62
20	20.502	19.999	20.25 ±0.36
30	25.457	25.336	25.40 ±0.09
40	27.720	30.827	29.27 ±2.20
50	36.023	37.039	36.53 ±0.72
60	41.099	43.025	42.06 ±1.36
70	46.105	48.076	47.09 ±1.39
80	50.983	52.566	51.77 ±1.12
90	55.390	56.494	55.94 ±0.78
100	58.257	59.371	58.81 ±0.79
110	60.066	60.836	60.45 ±0.54
120	63.007	62.952	62.98 ±0.04
130	63.264	63.403	63.33 ±0.10
140	64.973	64.547	64.76 ±0.30
150	66.688	65.701	66.19 ±0.70
160	67.410	66.789	67.10 ±0.44
170	68.033	68.807	68.42 ±0.55
180	68.651	70.025	69.34 ±0.97
190	69.415	71.082	70.25 ±1.18
200	70.396	71.936	71.17 ±1.09
210	71.229	73.016	72.12 ±1.26
220	71.455	74.089	72.77 ±1.86
230	72.305	74.066	73.19 ±1.24
240	72.690	74.556	73.62 ±1.32
250	73.479	74.726	74.10 ±0.88

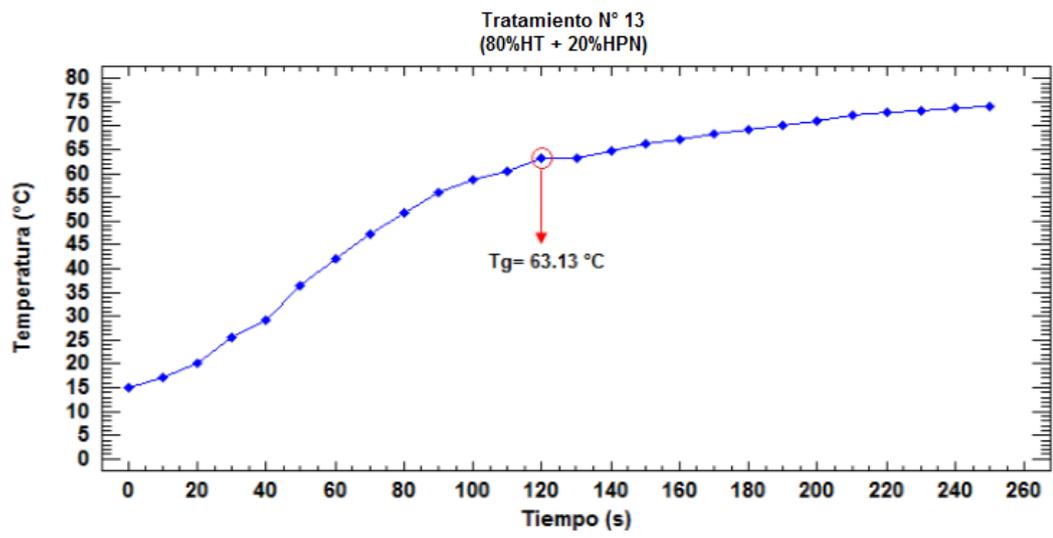
Anexo 02. Gráficos de temperatura de gelatinización de la mezcla de harina de trigo (HT) y harina de papa nativa (HPN)





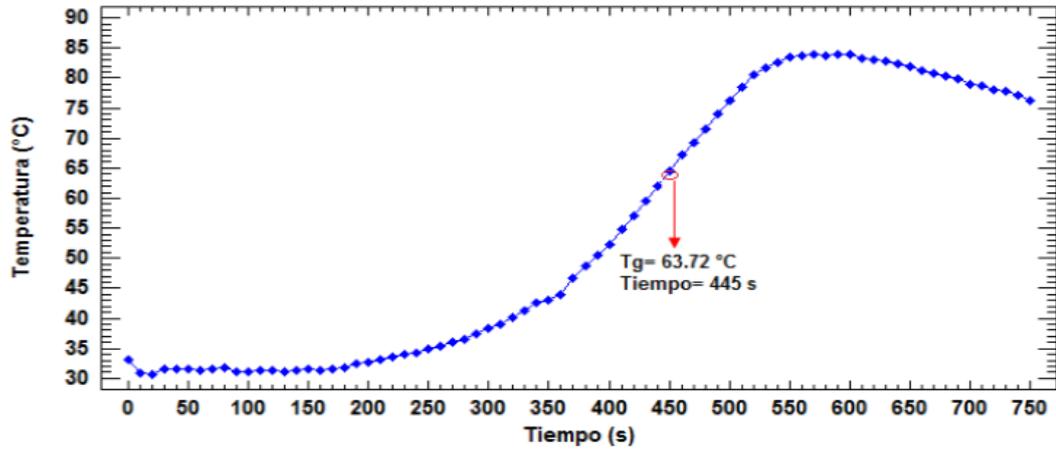




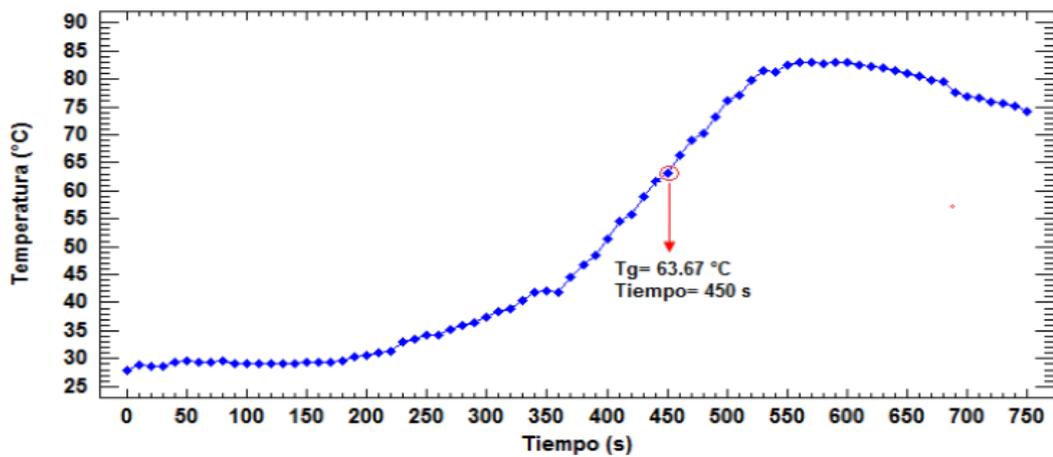


Anexo 03. Gráficos de la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.

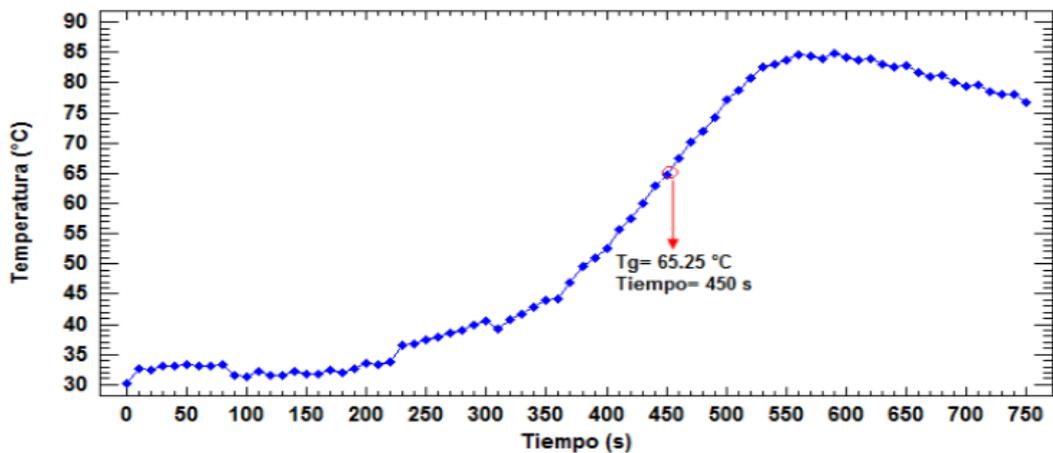
Tratamiento N° 1
(87.5% HT + 12.5% PP)



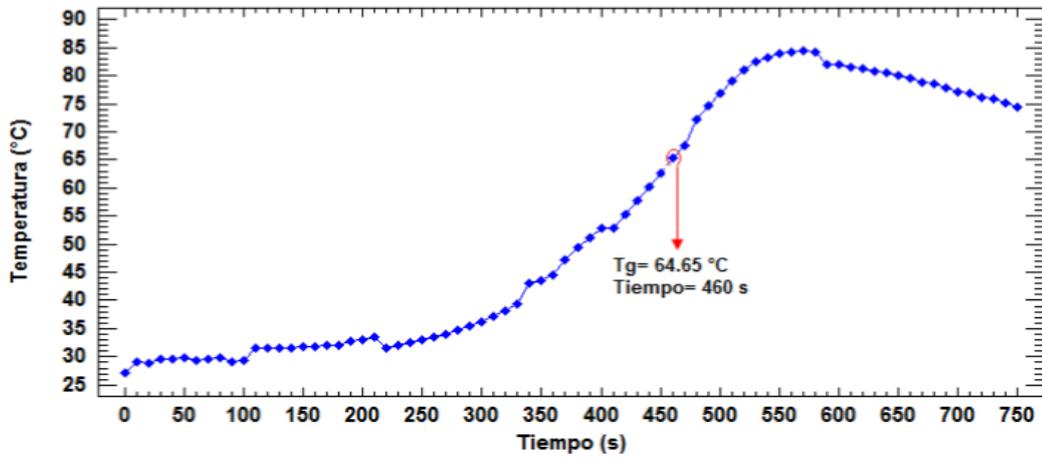
Tratamiento N° 2
(90% HT + 10% PP)



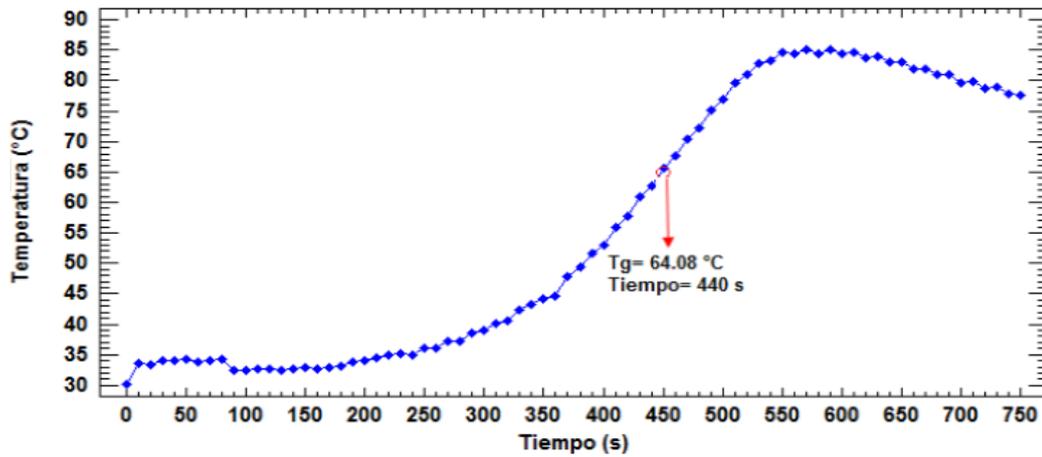
Tratamiento N° 3
(70% HT + 30% PP)



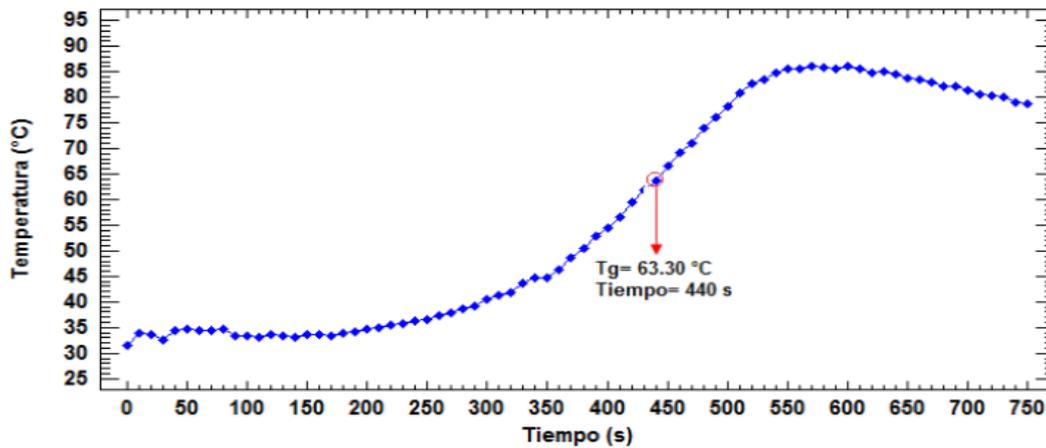
Tratamiento N° 4
(75% HT + 25% PP)



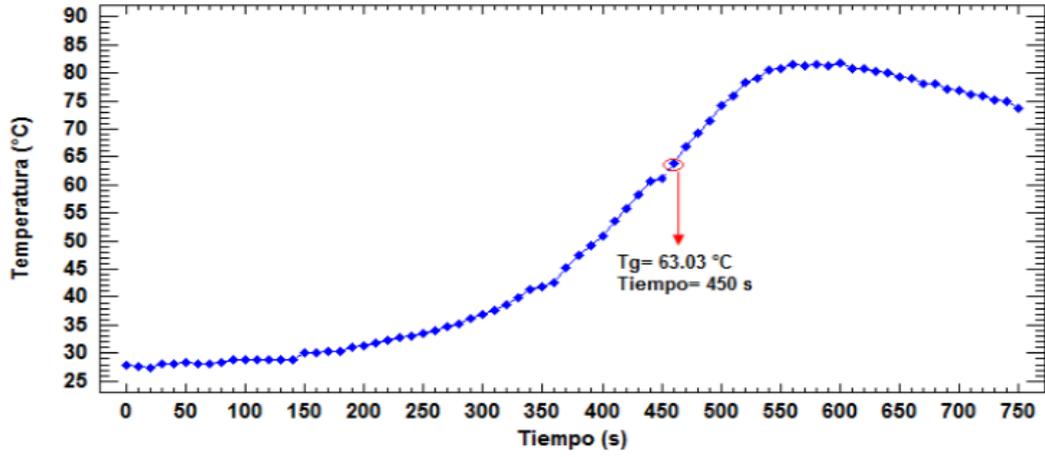
Tratamiento N° 5
(76.71% HT + 23.29% PP)



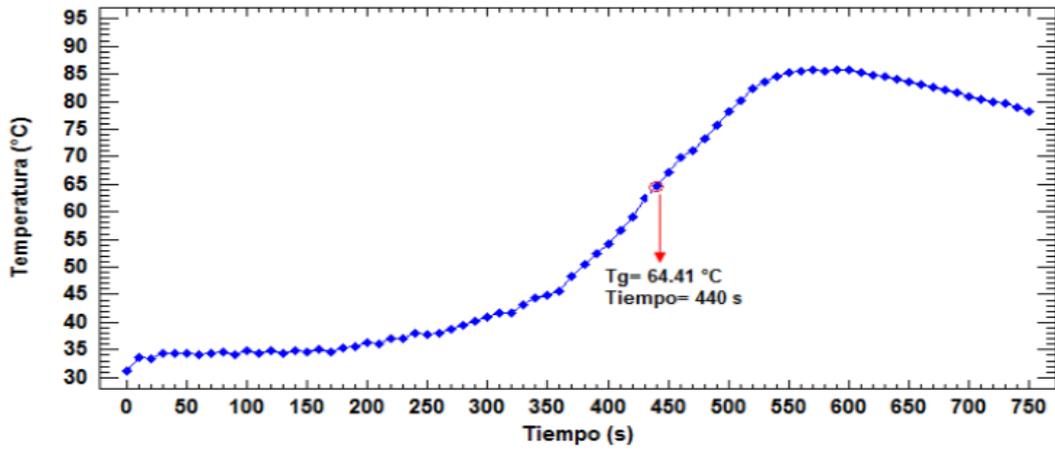
Tratamiento N° 6
(82.48% HT + 17.52% PP)



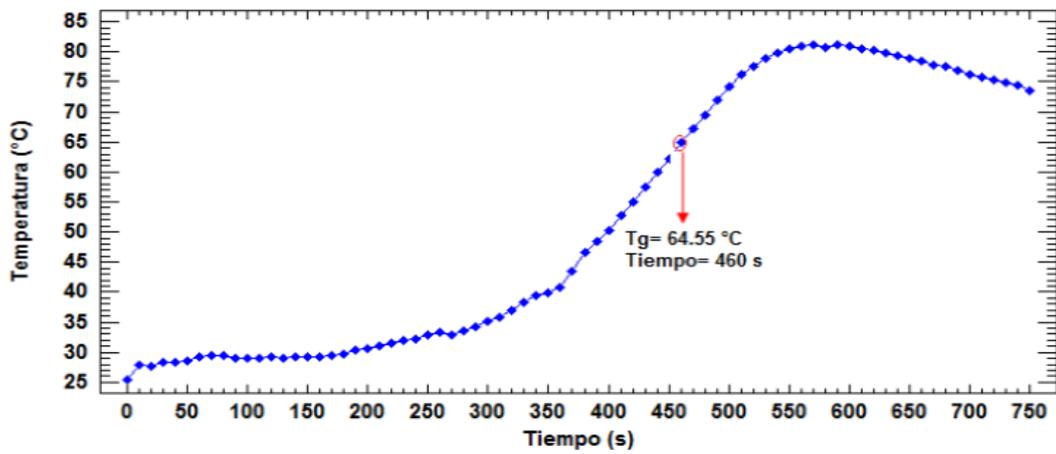
Tratamiento N° 7
(93.18% HT + 6.82% PP)



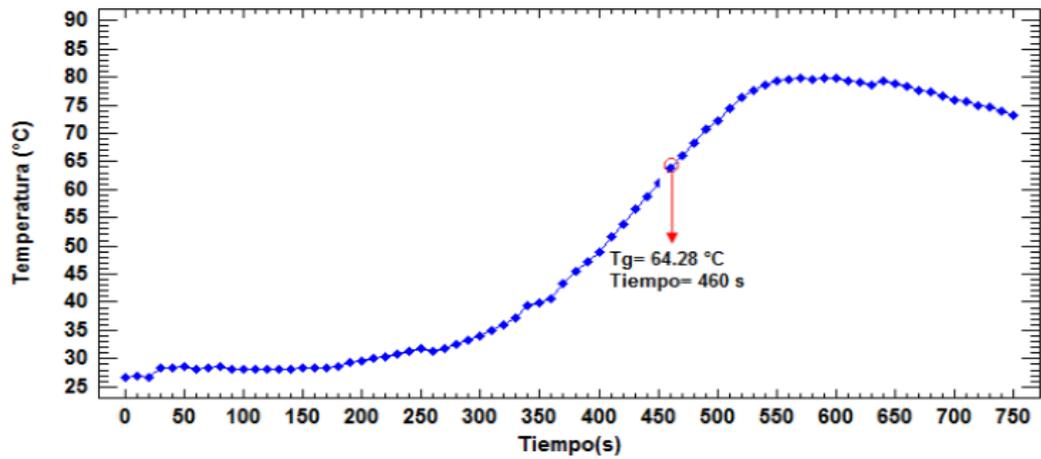
Tratamiento N° 8
(70.09% HT + 29.91% PP)



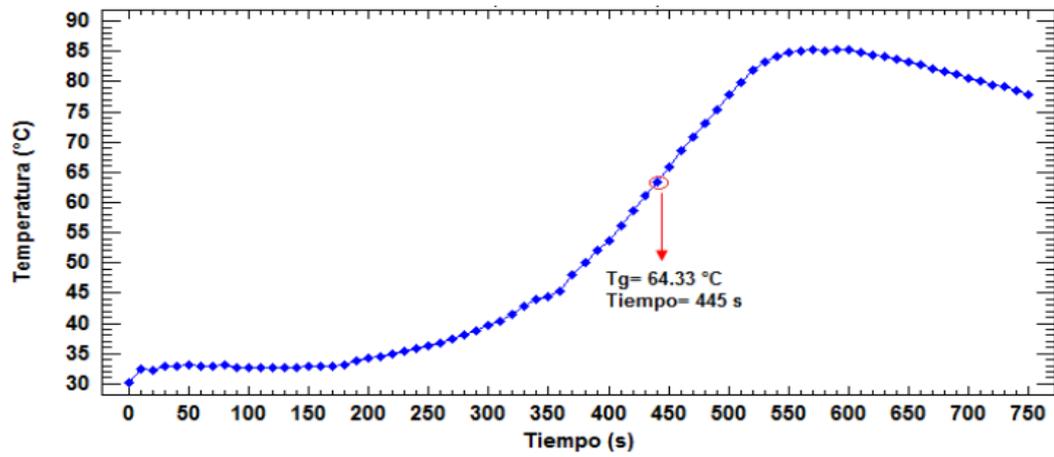
Tratamiento N° 9
(80% HT + 20% PP)



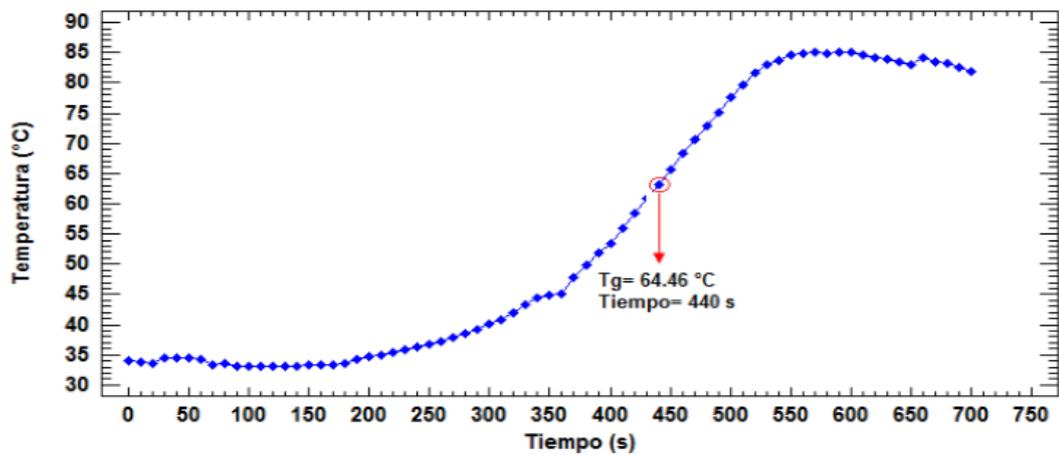
Tratamiento N° 10
(80% HT + 20% PP)



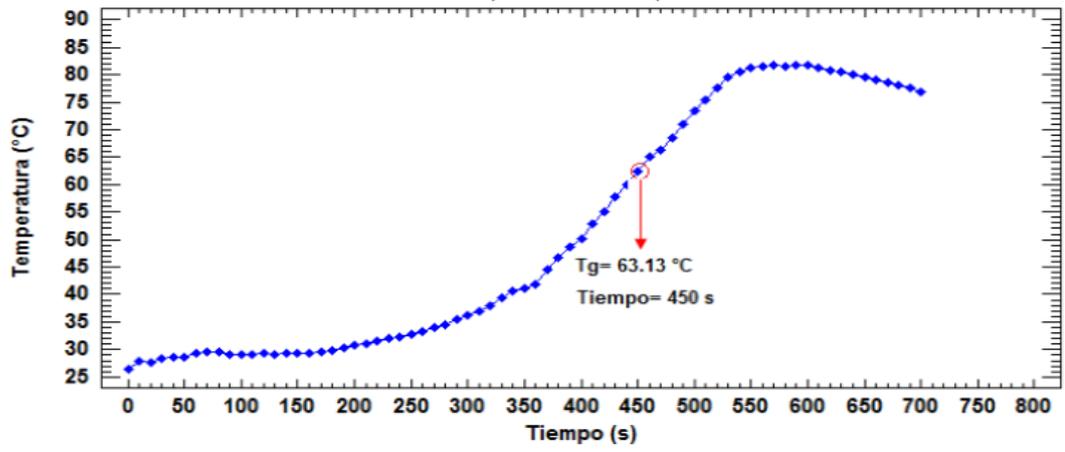
Tratamiento N° 11
(80% HT + 20% PP)



Tratamiento N° 12
(80% HT + 20% PP)



Tratamiento N° 13
(80% HT + 20% PP)



Anexo 04. Temperatura de gelatinización del pan tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Tg (°C)		$(\bar{X} \pm S)$	Tiempo* (s)
			Lectura	Lectura		
			1	2		
T1	87.5	12.5	63.65	63.78	63.72 0.09	445
T2	90	10	63.77	63.56	63.67 0.15	450
T3	70	30	64.84	65.66	65.25 0.58	450
T4	75	25	64.87	64.41	64.65 0.32	460
T5	76.71	23.29	63.97	64.19	64.08 0.15	440
T6	82.48	17.52	63.15	63.45	63.30 0.21	440
T7	93.18	6.82	63.23	62.82	63.03 0.29	450
T8	70.09	29.91	64.71	64.11	64.41 0.42	440
T9	80	20	64.90	64.19	64.55 0.37	460
T10	80	20	64.78	63.76	64.28 0.72	460
T11	80	20	64.24	64.42	64.33 0.13	445
T12	80	20	64.12	64.79	64.46 0.47	440
T13	80	20	63.00	63.25	63.13 0.17	450

*Dato complementario.

Anexo 05. Análisis de varianza para la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HT	0.777	1	0.777	2.40	0.137
B:PP	4.992	1	4.992	15.43	0.001
AA	0.076	1	0.076	0.24	0.633
AB	0.156	1	0.156	0.48	0.495
BB	0.050	1	0.051	0.16	0.697
bloques	0.027	1	0.027	0.08	0.775
Error total	6.147	19	0.323		
Total (corr.)	12.213	25			

$R^2 = 49.67\%$.

Anexo 06. Peso de los panes tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	PESO (g)			Promedio ($\bar{X} \pm S$)
			Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	
T1	87.5	12.5	72.000	72.130	72.580	72.237 0.304
T2	90	10	72.175	72.179	72.139	72.164 0.022
T3	70	30	73.230	73.540	72.890	73.220 0.325
T4	75	25	73.070	73.710	72.780	73.187 0.476
T5	76.71	23.29	72.590	72.820	72.900	72.770 0.161
T6	82.48	17.52	72.920	72.830	72.810	72.853 0.059
T7	93.18	6.82	72.065	72.074	72.018	72.052 0.030
T8	70.09	29.91	73.220	73.310	72.930	73.153 0.199
T9	80	20	72.590	72.520	72.690	72.600 0.085
T10	80	20	72.760	72.720	72.810	72.763 0.045
T11	80	20	72.690	72.810	72.910	72.803 0.110
T12	80	20	72.750	72.620	72.920	72.763 0.150
T13	80	20	72.520	72.790	72.890	72.733 0.191

Anexo 07. Análisis de varianza para el peso del pan tipo molde.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HT	0.0001	1	0.0001	0.00	0.970
B:PP	4.759	1	4.759	119.43	0.000
AA	0.030	1	0.030	0.76	0.389
AB	0.001	1	0.001	0.03	0.866
BB	0.091	1	0.091	2.30	0.139
bloques	0.083	2	0.041	1.05	0.362
Error total	1.235	31	0.039		
Total (corr.)	6.218	38			

$R^2 = 80.13\%$

Anexo 08. Volumen de los panes tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	VOLUMEN (cm ³)			Promedio ($\bar{X} \pm S$)
			Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	
T1	87.5	12.5	270	270	270	270.000 0.000
T2	90	10	270	270	275	271.667 2.887
T3	70	30	265	265	265	265.000 0.000
T4	75	25	265	270	265	266.667 2.887
T5	76.71	23.29	270	265	270	268.333 2.887
T6	82.48	17.52	270	270	265	268.333 2.887
T7	93.18	6.82	275	275	270	273.333 2.887
T8	70.09	29.91	265	265	270	266.667 2.887
T9	80	20	270	265	265	266.667 2.887
T10	80	20	270	270	270	270.000 0.000
T11	80	20	265	265	275	268.333 5.774
T12	80	20	265	270	265	266.667 2.887
T13	80	20	270	265	265	266.667 2.887

Anexo 09. Análisis de varianza para el volumen del pan tipo molde

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HT	4.166	1	4.166	0.52	0.478
B:PP	141.544	1	141.544	17.52	0.0002
AA	0.326	1	0.326	0.04	0.842
AB	0.000	1	0.000	0.00	1.000
BB	19.166	1	19.166	2.37	0.134
bloques	1.282	2	0.641	0.08	0.924
Error total	250.507	31	8.081		
Total (corr.)	416.667	38			

$R^2 = 39.88\%$

Anexo 10. Humedad de los panes tipo molde.

Trat.	Harina de	Papa nativa	HUMEDAD			Promedio ($\bar{X} \pm S$)
	Trigo	precocida	(%)			
	(%) (HT)	(%) (PP)	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	
T1	87.5	12.5	28.091	29.379	28.635	28.702 0.65
T2	90	10	27.858	27.177	28.001	27.679 0.44
T3	70	30	32.770	33.305	33.538	33.205 0.39
T4	75	25	32.614	31.778	32.126	32.173 0.42
T5	76.71	23.29	32.294	31.638	31.824	31.919 0.34
T6	82.48	17.52	28.831	27.438	28.277	28.183 0.70
T7	93.18	6.82	26.180	26.357	27.841	26.793 0.91
T8	70.09	29.91	32.634	32.738	33.749	33.041 0.62
T9	80	20	28.968	29.175	29.747	29.297 0.40
T10	80	20	28.488	29.373	29.354	29.072 0.51
T11	80	20	28.890	28.768	29.521	29.060 0.40
T12	80	20	28.062	29.704	29.073	28.947 0.83
T13	80	20	29.034	29.153	30.817	29.668 1.00

Anexo11. Análisis de varianza para la humedad del pan tipo molde

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HT	20.194	1	20.194	46.34	0.000
B:PP	119.248	1	119.248	273.65	0.000
AA	5.975	1	5.975	13.71	0.001
AB	0.00005	1	0.00005	0.00	0.991
BB	4.571	1	4.571	10.49	0.003
bloques	2.686	2	1.343	3.08	0.060
Error total	13.508	31	0.435		
Total (corr.)	164.98	38			

$R^2 = 91.81\%$

Anexo 12. Índice de luminosidad (L*) en la miga de los panes tipo molde

Trat.	Harina de Trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Índice de luminosidad (L*)			Promedio ($\bar{X} \pm S$)	
			Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
			1	2	3		
T1	87.5	12.5	56.74	60.69	60.25	59.23	2.16
T2	90	10	62.49	58.91	60.96	60.79	1.80
T3	70	30	44.45	44.80	42.56	43.94	1.21
T4	75	25	45.22	44.88	45.17	45.09	0.18
T5	76.71	23.29	49.76	51.30	51.23	50.76	0.87
T6	82.48	17.52	53.79	58.65	57.37	56.60	2.52
T7	93.18	6.82	63.53	60.79	63.58	62.63	1.60
T8	70.09	29.91	46.62	44.78	47.07	46.16	1.21
T9	80	20	50.15	53.28	54.27	52.57	2.15
T10	80	20	50.56	54.59	51.22	52.12	2.16
T11	80	20	51.12	54.59	53.69	53.13	1.80
T12	80	20	53.28	53.21	54.59	53.69	0.78
T13	80	20	50.15	53.28	53.69	52.37	1.94

Anexo 13. Análisis de varianza para la luminosidad (L*) en la miga del pan tipo molde

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HT	45.147	1	45.147	11.90	0.002
B:PP	1105.2	1	1105.2	291.27	0.000
AA	0.001	1	0.001	0.00	0.985
AB	0.124	1	0.124	0.03	0.857
BB	2.761	1	2.760	0.73	0.400
bloques	14.681	2	7.340	1.93	0.161
Error total	117.625	31	3.794		
Total (corr.)	1285.58	38			

R²= 90.85%

Anexo 14. Parámetro (a*) en la miga de los panes tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Parámetro (a*)			Promedio ($\bar{X} \pm S$)	
			R1	R2	R3		
T1	87.5	12.5	10.32	9.81	9.75	9.96	0.31
T2	90	10	7.30	7.22	6.73	7.08	0.31
T3	70	30	15.01	17.11	15.49	15.87	1.10
T4	75	25	15.13	15.60	14.71	15.15	0.45
T5	76.71	23.29	14.65	15.66	15.23	15.18	0.51
T6	82.48	17.52	14.65	15.66	15.23	15.18	0.51
T7	93.18	6.82	5.42	4.82	5.00	5.08	0.31
T8	70.09	29.91	14.73	16.60	14.11	15.15	1.30
T9	80	20	12.22	12.40	11.99	12.20	0.21
T10	80	20	13.89	12.17	12.31	12.79	0.96
T11	80	20	12.38	12.17	12.19	12.25	0.12
T12	80	20	12.40	12.74	12.17	12.44	0.29
T13	80	20	12.22	12.40	12.19	12.27	0.11

Anexo 15. Análisis de varianza para del parámetro (a*) en la miga del pan tipo molde

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HT	4.860	1	4.860	9.51	0.004
B:PP	298.421	1	298.421	583.70	0.000
AA	31.955	1	31.955	62.50	0.000
AB	3.477	1	3.477	6.80	0.014
BB	35.048	1	35.048	68.55	0.000
bloques	2.035	2	1.017	1.99	0.153
Error total	15.848	31	0.511		
Total (corr.)	401.688	38			

R²= 96.05%

Anexo 16. Parámetro (b*) en la miga de los panes tipo molde.

Trat.	Harina de trigo (%) (HT)	Papa nativa precocida (%) (PP)	Parámetro (b*)			Promedio ($\bar{X} \pm S$)	
			Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
			T1	87.5	12.5	9.78	9.74
T2	90	10	10.08	9.89	9.60	9.86	0.24
T3	70	30	6.68	7.20	6.74	6.87	0.28
T4	75	25	6.59	7.17	7.08	6.95	0.31
T5	76.71	23.29	8.18	8.91	8.48	8.52	0.37
T6	82.48	17.52	8.76	8.62	8.27	8.55	0.25
T7	93.18	6.82	10.35	9.96	10.21	10.17	0.20
T8	70.09	29.91	6.50	7.07	6.48	6.68	0.34
T9	80	20	8.02	8.13	7.85	8.00	0.14
T10	80	20	8.76	8.14	8.04	8.31	0.39
T11	80	20	7.94	8.14	7.86	7.98	0.14
T12	80	20	8.13	8.07	8.14	8.11	0.04
T13	80	20	8.02	8.13	7.86	8.00	0.14

Anexo 17. Análisis de varianza para del parámetro (b*) en la miga del pan tipo molde

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HT	0.064	1	0.064	0.99	0.328
B:PP	41.545	1	41.545	637.37	0.000
AA	0.703	1	0.703	10.79	0.002
AB	0.039	1	0.039	0.61	0.441
BB	0.349	1	0.349	5.36	0.027
bloques	0.455	2	0.227	3.49	0.042
Error total	2.020	31	0.065		
Total (corr.)	45.065	38			

$R^2 = 95.51\%$

Anexo 18. Color de los panes tipo molde.

COLOR										
Jueces	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Mp
1	2.0	3.0	4.0	2.0	5.0	4.0	5.0	3.0	4.0	2.0
2	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	4.0
3	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0
4	4.0	4.0	3.0	5.0	5.0	4.0	5.0	2.0	3.0	4.0
5	4.0	4.0	5.0	4.0	2.0	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0
6	2.0	2.0	5.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	4.0	2.0
7	4.0	3.0	2.0	3.0	4.0	3.0	2.0	2.0	3.0	4.0
8	5.0	3.0	4.0	4.0	5.0	3.0	5.0	2.0	3.0	5.0
9	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	5.0	2.0	3.0	2.0	3.0
10	5.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	2.0	3.0	5.0
11	3.0	3.0	4.0	5.0	3.0	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0
12	5.0	4.0	5.0	5.0	3.0	4.0	3.0	3.0	5.0	5.0
13	4.0	2.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0
14	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0
15	4.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0
16	4.0	3.0	5.0	5.0	4.0	3.0	5.0	2.0	4.0	4.0
17	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0	2.0	4.0	2.0	4.0	3.0
18	4.0	3.0	5.0	2.0	2.0	4.0	3.0	3.0	2.0	4.0
19	5.0	3.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.0	4.0	5.0
20	3.0	4.0	4.0	3.0	5.0	4.0	5.0	3.0	3.0	3.0
21	5.0	4.0	5.0	5.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	5.0
22	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0
23	4.0	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	2.0	4.0	4.0
24	2.0	4.0	5.0	5.0	4.0	2.0	4.0	2.0	4.0	2.0
25	2.0	3.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.0	4.0	2.0
26	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0
27	2.0	4.0	5.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0
28	3.0	3.0	4.0	3.0	5.0	4.0	4.0	2.0	3.0	3.0
29	4.0	2.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	2.0	3.0	4.0
30	2.0	4.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	2.0	4.0	2.0

Anexo 19. Análisis de ANOVA para el color del pan tipo molde.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	50.613	9	5.623	7.29	0.000
Dentro de los grupos	223.733	290	0.771		
Total (Corr.)	274.347	299			

Anexo 20. Tukey para el color del pan tipo molde.

Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Trat.	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T8	30	2.466	c
T2	30	3.166	cb
T9	30	3.233	b
T1	30	3.466	ba
T6	30	3.5	ba
Mp	30	3.533	ba
T7	30	3.6	ba
T4	30	3.733	ba
T5	30	3.766	ba
T3	30	4.066	a

Contraste	Sig.	Diferencia +/-	Límites
T1 - T2		0.3	0.723
T1 - T3		-0.6	0.723
T1 - T4		-0.266	0.723
T1 - T5		-0.3	0.723
T1 - T6		-0.033	0.723
T1 - T7		-0.133	0.723
T1 - T8	*	1.0	0.723

T1 - T9		0.233	0.723
T1 - Mp		-0.066	0.723
T2 - T3	*	-0.9	0.723
T2 - T4		-0.566	0.723
T2 - T5		-0.6	0.723
T2 - T6		-0.333	0.723
T2 - T7		-0.433	0.723
T2 - T8		0.7	0.723
T2 - T9		-0.066	0.723
T2 - Mp		-0.366	0.723
T3 - T4		0.333	0.723
T3 - T5		0.3	0.723
T3 - T6		0.566	0.723
T3 - T7		0.466	0.723
T3 - T8	*	1.6	0.723
T3 - T9	*	0.833	0.723
T3 - Mp		0.533	0.723
T4 - T5		-0.033	0.723
T4 - T6		0.233	0.723
T4 - T7		0.133	0.723
T4 - T8	*	1.266	0.723
T4 - T9		0.5	0.723
T4 - Mp		0.2	0.723
T5 - T6		0.266	0.723
T5 - T7		0.166	0.723
T5 - T8	*	1.3	0.723
T5 - T9		0.533	0.723
T5 - Mp		0.233	0.723
T6 - T7		-0.1	0.723
T6 - T8	*	1.033	0.723
T6 - T9		0.266	0.723
T6 - Mp		-0.033	0.723
T7 - T8	*	1.133	0.723
T7 - T9		0.366	0.723
T7 - Mp		0.066	0.723
T8 - T9	*	-0.766	0.723
T8 - Mp	*	-1.066	0.723
T9 - Mp		-0.3	0.723

* indica una diferencia significativa.

Anexo 21. Olor de los panes tipo molde.

OLOR										
Jueces	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Mp
1	4.0	4.0	4.0	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.0
2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0
3	5.0	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0
4	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0	2.0	4.0	3.0
5	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0
6	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0
7	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	3.0	4.0	4.0
8	4.0	5.0	4.0	3.0	4.0	5.0	4.0	2.0	4.0	3.0
9	4.0	3.0	3.0	2.0	4.0	3.0	5.0	3.0	4.0	4.0
10	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0
11	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0
12	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	3.0	3.0	4.0	4.0
13	2.0	4.0	4.0	2.0	2.0	4.0	1.0	4.0	2.0	4.0
14	3.0	3.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	2.0	4.0	4.0
15	3.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0
16	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	2.0
17	4.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0
18	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.0
19	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0
20	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0
21	3.0	4.0	4.0	5.0	2.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0
22	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.0
23	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	3.0	3.0	4.0	3.0
24	2.0	4.0	4.0	2.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0
25	3.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0
26	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0
27	2.0	4.0	4.0	2.0	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	4.0
28	3.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	2.0	4.0	4.0
29	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0
30	3.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	2.0	4.0	4.0

Anexo 22. Análisis de ANOVA para el olor del pan tipo molde.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	18.336	9	2.037	3.50	0.0004
Dentro de los grupos	169.033	290	0.582		
Total (Corr.)	187.37	299			

Anexo 23. Tukey para el olor del pan tipo molde.

Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Trat.	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T8	30	3.1	b
T1	30	3.4	ba
Mp	30	3.46667	ba
T5	30	3.53333	ba
T2	30	3.56667	ba
T4	30	3.63333	ba
T7	30	3.66667	ba
T3	30	3.86667	a
T6	30	3.93333	a
T9	30	3.93333	a

Contraste Sig. Diferencia +/- Límites

T1 - T2	-0.166	0.628
T1 - T3	-0.466	0.628
T1 - T4	-0.233	0.628
T1 - T5	-0.133	0.628
T1 - T6	-0.533	0.628
T1 - T7	-0.266	0.628
T1 - T8	0.3	0.628
T1 - T9	-0.533	0.628
T1 - Mp	-0.066	0.628
T2 - T3	-0.3	0.628

T2 - T4	-0.066	0.628
T2 - T5	0.033	0.628
T2 - T6	-0.366	0.628
T2 - T7	-0.1	0.628
T2 - T8	0.466	0.628
T2 - T9	-0.366	0.628
T2 - Mp	0.1	0.628
T3 - T4	0.233	0.628
T3 - T5	0.333	0.628
T3 - T6	-0.066	0.628
T3 - T7	0.2	0.628
T3 - T8	* 0.766	0.628
T3 - T9	-0.066	0.628
T3 - Mp	0.4	0.628
T4 - T5	0.1	0.628
T4 - T6	-0.3	0.628
T4 - T7	-0.033	0.628
T4 - T8	0.533	0.628
T4 - T9	-0.3	0.628
T4 - Mp	0.166	0.628
T5 - T6	-0.4	0.628
T5 - T7	-0.133	0.628
T5 - T8	0.433	0.628
T5 - T9	-0.4	0.628
T5 - Mp	0.066	0.628
T6 - T7	0.266	0.628
T6 - T8	* 0.833	0.628
T6 - T9	0	0.628
T6 - Mp	0.466	0.628
T7 - T8	0.566	0.628
T7 - T9	-0.266	0.628
T7 - Mp	0.2	0.628
T8 - T9	* -0.833	0.628
T8 - Mp	-0.366	0.628
T9 - Mp	0.466	0.628

* indica una diferencia significativa.

Anexo 24. Sabor de los panes tipo molde.

SABOR										
Jueces	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Mp
1	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	5.0	2.0	5.0	3.0	4.0
2	3.0	2.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	4.0	3.0
3	2.0	2.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0
4	4.0	5.0	3.0	3.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0	2.0
5	4.0	3.0	4.0	3.0	5.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0
6	4.0	4.0	2.0	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	4.0	3.0
7	3.0	5.0	3.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	2.0
8	4.0	5.0	2.0	4.0	5.0	4.0	4.0	2.0	3.0	3.0
9	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	2.0	3.0	4.0	2.0	3.0
10	3.0	2.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0
11	4.0	3.0	5.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0
12	5.0	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0
13	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	5.0	2.0
14	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	5.0
15	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	2.0	4.0	4.0	5.0	3.0
16	4.0	3.0	5.0	3.0	4.0	2.0	4.0	3.0	5.0	3.0
17	3.0	3.0	4.0	2.0	4.0	2.0	3.0	3.0	4.0	3.0
18	4.0	3.0	5.0	4.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0
19	5.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	4.0	4.0	5.0	4.0
20	4.0	5.0	3.0	3.0	2.0	5.0	2.0	5.0	5.0	2.0
21	3.0	5.0	4.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.0
22	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0	4.0	5.0	3.0	3.0
23	4.0	5.0	5.0	3.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0	3.0
24	4.0	3.0	4.0	3.0	5.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0
25	3.0	5.0	4.0	2.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.0
26	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	2.0	2.0	4.0	5.0	3.0
27	4.0	5.0	5.0	3.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0	3.0
28	3.0	5.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	5.0
29	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.0	2.0	5.0	3.0	4.0
30	3.0	5.0	4.0	2.0	4.0	5.0	2.0	5.0	5.0	3.0

Anexo 25. Análisis de ANOVA para el sabor del pan tipo molde.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	34.666	9	3.851	4.91	0.000
Dentro de los grupos	227.333	290	0.783		
Total (Corr.)	262.0	299			

Anexo 26. Tukey para el sabor del pan tipo molde.

Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Trat. Casos Media Grupos Homogéneos

T7	30	3.1	c
T4	30	3.166	cb
Mp	30	3.2	cb
T6	30	3.333	cba
T1	30	3.666	cba
T5	30	3.866	ba
T8	30	3.866	ba
T2	30	3.866	ba
T3	30	3.966	a
T9	30	3.966	a

Contraste Sig. Diferencia +/- Límites

T1 - T2	-0.2	0.728
T1 - T3	-0.3	0.728
T1 - T4	0.5	0.728
T1 - T5	-0.2	0.728
T1 - T6	0.333	0.728
T1 - T7	0.566	0.728
T1 - T8	-0.2	0.728
T1 - T9	-0.3	0.728
T1 - Mp	0.466	0.728
T2 - T3	-0.1	0.728
T2 - T4	0.7	0.728

T2 - T5		0	0.728
T2 - T6		0.533	0.728
T2 - T7	*	0.766	0.728
T2 - T8		0	0.728
T2 - T9		-0.1	0.728
T2 - Mp		0.666	0.728
T3 - T4	*	0.8	0.728
T3 - T5		0.1	0.728
T3 - T6		0.633	0.728
T3 - T7	*	0.866	0.728
T3 - T8		0.1	0.728
T3 - T9		0	0.728
T3 - Mp	*	0.766	0.728
T4 - T5		-0.7	0.728
T4 - T6		-0.166	0.728
T4 - T7		0.066	0.728
T4 - T8		-0.7	0.728
T4 - T9	*	-0.8	0.728
T4 - Mp		-0.033	0.728
T5 - T6		0.533	0.728
T5 - T7	*	0.766	0.728
T5 - T8		0	0.728
T5 - T9		-0.1	0.728
T5 - Mp		0.666	0.728
T6 - T7		0.233	0.728
T6 - T8		-0.533	0.728
T6 - T9		-0.633	0.728
T6 - Mp		0.133	0.728
T7 - T8	*	-0.766	0.728
T7 - T9	*	-0.866	0.728
T7 - Mp		-0.1	0.728
T8 - T9		-0.1	0.728
T8 - Mp		0.666	0.728
T9 - Mp	*	0.766	0.728

* indica una diferencia significativa.

Anexo 27. Tabla de números aleatorios.

TRAT.	CODIGO
T1	9512
T2	8389
T3	9265
T4	5770
T5	7686
T6	4158
T7	6007
T8	6814
T9	7390
Mp	6224

Anexo 28. Modelo de ficha para evaluación sensorial.

Muestra: Pan tipo molde			
Por favor, pruebe la muestra e indique su nivel de agrada marcando con una "X" en la escala que mejor describe su preferencia.			
Muestra: 9512			
	Olor	Sabor	Color
Me gusta mucho	_____	_____	_____
Me gusta	_____	_____	_____
Ni me gusta Ni me disgusta	_____	_____	_____
Me gusta	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____
			Muchas gracias...

**Anexo 29. Fotografías de la papa nativa de la variedad “Yawar wayku”
(*Solanum tuberosum*).**



Figura 23: Papa nativa de la variedad Yawar Wayku (*Solanum Tuberosum*).

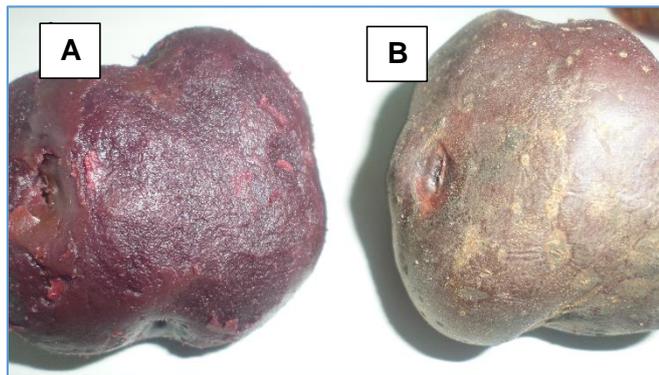


Figura 24: Papa nativa de la variedad Yawar Wayku (*Solanum Tuberosum*).

A: Papa nativa precocida y B: Papa nativa cruda.

Anexo 30. Fotografías de la determinación de la temperatura de gelatinización del pan tipo molde.

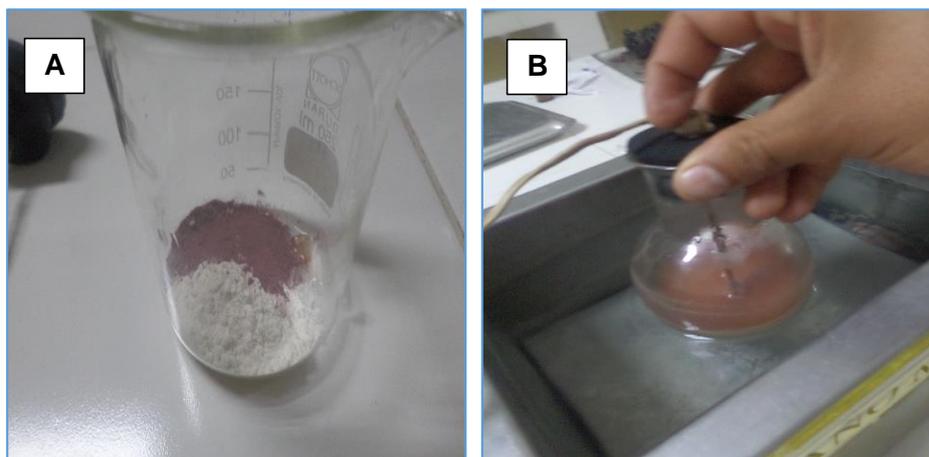


Figura 25: Determinación de la temperatura de gelatinización en harinas.
A: Harina de trigo y harina de papa nativa de la variedad “Yawar Wayku”.
B: Acondicionamiento de termocuplas y Sistema de adquisición de datos (Software Lawieb 7.5/Data trace).

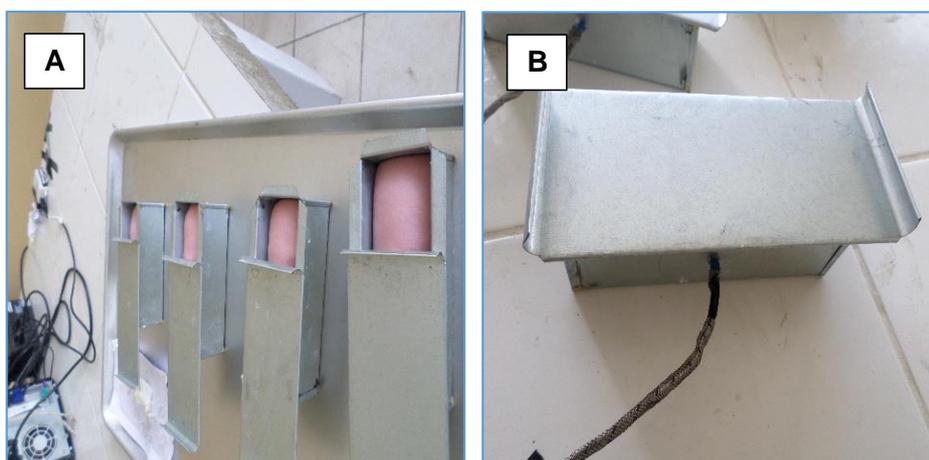


Figura 26: Determinación de la temperatura de gelatinización en panes tipo molde.
A: Panes tipo molde fermentados.
B: Acondicionamiento de termocuplas y Sistema de adquisición de datos (Software Lawieb 7.5/Data trace) al pan tipo molde fermentado.

Anexo 31. Fotografías de la determinación del peso del pan tipo molde.



Figura 27. Evaluación del peso del pan tipo molde.

Anexo 32. Fotografías de la determinación del volumen del pan tipo molde.

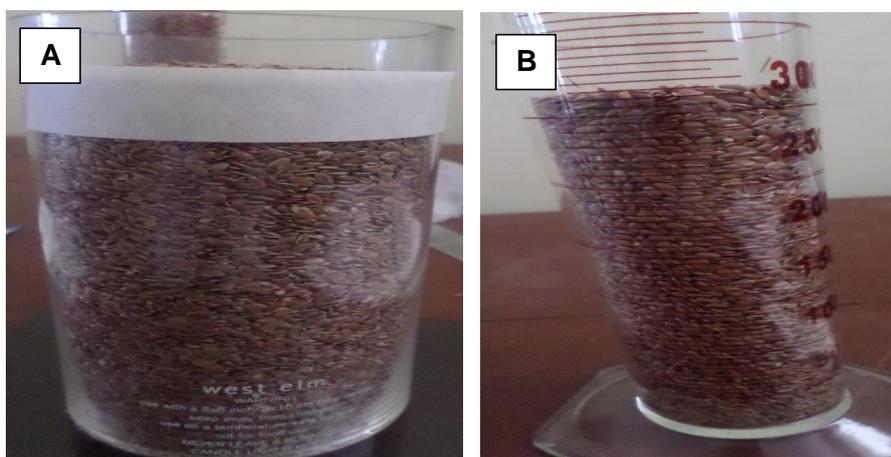


Figura 28: Determinación del volumen del pan tipo molde.

A: Altura de las semillas de linaza.

B: Desplazamiento de las semillas de linaza al introducir el pan tipo molde.

Anexo 33. Fotografías de la determinación de la humedad del pan tipo molde.

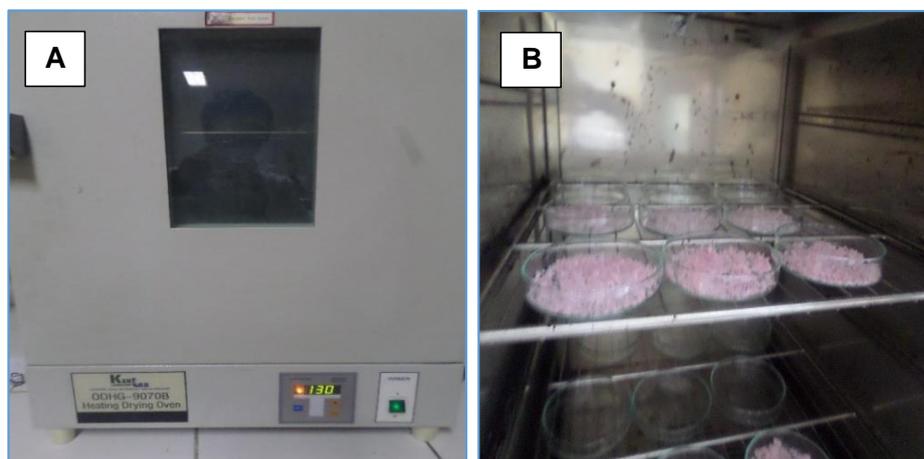


Figura 29: Determinación de la humedad del pan tipo molde.
A: Estufa.
B: Muestras del pan tipo molde dentro de la estufa.



Figura 30: Muestras de pan tipo molde dentro del desecador.

Anexo 34. Fotografías de la determinación del color de la miga del pan tipo molde.



Figura 31: Determinación del color en la miga del pan tipo molde.

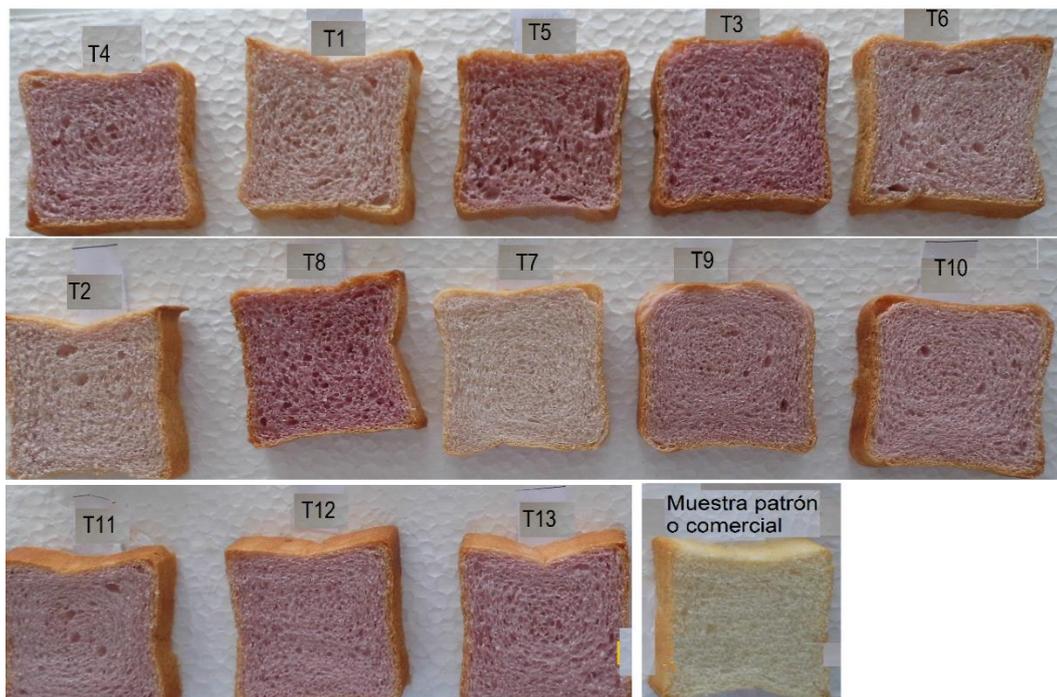


Figura 32: Diferentes tratamientos del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa precocida (*Solanum tuberosum*).