

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**PORCENTAJE DE REEMPLAZO DE HARINA DE HABA (*Vicia faba*), Y  
EMULSIFICANTE EN LA ELABORACIÓN DE UN BIZCOCHO, EVALUADO  
FISICOQUÍMICAMENTE**

**T E S I S**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL:

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

**JESÚS MARÍA CORAIMA GUEVARA CAMPOS**

ASESORES:

**Mtr. MAX EDWIN SANGAY TERRONES**

**M.Sc. YONER ALITO SALAS PASTOR**


CAJAMARCA – PERÚ

2024

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: JESÚS MARÍA CORAIMA GUEVARA CAMPOS  
DNI: 71853048  
Escuela Profesional/Unidad UNC: INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
2. Asesor:  
Mtr. Max Edwin Sangay Terrones  
Facultad/Unidad UNC: CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller  Título profesional  Segunda especialidad  
 Maestro  Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis  Trabajo de investigación  Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación: "PORCENTAJE DE REEMPLAZO DE HARINA DE HABA (*Vicia faba*), Y EMULSIFICANTE EN LA ELABORACIÓN DE UN BIZCOCHO, EVALUADO FISICOQUÍMICAMENTE"
6. Fecha de evaluación: 24/09/2024
7. Software antiplagio:  TURNITIN  URKUND (ORIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 23%
9. Código Documento: 3117:384754469
10. Resultado de la Evaluación de Similitud: 23%  
 APROBADO  PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 24/09/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

_____ <b>Mtr. Max Edwin Sangay Terrones</b> DNI: 10492305



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"  
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Secretaría Académica



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Cajamarca, a los diecisiete días del mes de setiembre del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente **2H - 204** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 294-2024-FCA-UNC, de fecha 17 de julio del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"PORCENTAJE DE REEMPLAZO DE HARINA DE HABA (*Vicia faba*) Y EMULSIFICANTE EN LA ELABORACIÓN DE UN BIZCOCHO, EVALUADO FISICOQUÍMICAMENTE"**, realizada por la Bachiller **JESÚS MARÍA CORAIMA GUEVARA CAMPOS** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las ocho horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciocho (18); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las ocho horas y cincuenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachín Chávez  
PRESIDENTE

Dr. Jimmy Frank Oblitas  
SECRETARIO

Dr. José Gerardo Salhuana Granados  
VOCAL

Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones  
ASESOR

Ing. Mtr. Yoner Alito Salas Pastor  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.*

*A mi madre, Ydivina Campos, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, esta tesis es el resultado de tu amor, apoyo y sacrificio en mi viaje educativo. Tus palabras de aliento, tu perseverancia y tu ejemplo constante han sido mi inspiración.*

*A mi padre, Dante Guevara, esta tesis es un tributo a tu influencia y apoyo en mi educación. Tu amor y consejos han sido fundamentales en mi búsqueda de conocimiento. Cada sacrificio que hiciste por mi educación es invaluable. Mi éxito académico es un reflejo de tu amor y guía.*

*A mis hermanos, Diego y Roy, por su cariño y el apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Esta tesis es el resultado de años de compartir incontables risas.*

***Recuerda siempre que con Dios lo imposible puede lograrse.***

## **AGRADECIMIENTO**

*Gracias infinitas,*

*A Dios, por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fuerza para perseverar. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y entendimiento en este logro académico.*

*A mis padres, Yduvina y Dante, son tesoros que valoro profundamente. Son mi fuente inagotable de fortaleza y amor en mi búsqueda de conocimiento. A través de sus enseñanzas y cariño, han dejado una huella imborrable en mi vida, y mi éxito académico es un reflejo de su inquebrantable dedicación. Los amo con todo mi corazón y esta tesis es la forma de agradecerles por todo lo que han hecho por mí y por todo el sacrificio realizado para apoyarme en todo momento en mi formación académica. Muchas gracias.*

*A mi alma mater, la Universidad Nacional de Cajamarca, por sus enseñanzas y conocimientos brindados.*

*A mi Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias y a toda la plana docente, por brindarme sus conocimientos, sus experiencias y sabios consejos.*

*A mis Asesores, el Mtr. Max Edwin Sangay Terrones y al M.Sc. Yoner Alito Salas Pastor, por su orientación y apoyo que han sido invaluable en el proceso de esta tesis.*

## INDICE GENERAL

<b>I.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1.Descripción del problema .....	2
1.2.Formulación del problema (pregunta de investigación).....	3
1.3.Justificación.....	3
<b>1.4.OBJETIVO.....</b>	<b>4</b>
1.4.1.Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
<b>1.5.HIPÓTESIS.....</b>	<b>4</b>
1.5.1. Hipótesis general.....	4
1.5.2. Hipótesis específicas.....	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Marco teórico.....	8
2.2.1. Definición de Bizcocho de acuerdo a la NTP 206.002:2018 panadería, pastelería y galletería. Bizcochos. Requisitos.....	8
2.2.2. Tipos de bizcocho.....	9
2.2.3. Formulación base del bizcocho.....	9
2.2.4. Harinas sustitutas de la harina de trigo.....	10
2.2.4.1. Harina de habas.....	10
2.2.4.2. Harina de yuca.....	10
2.2.4.3. Harina de avena.....	11
2.2.4.4. Harina de espelta.....	11
2.2.5. Función tecnológica de los ingredientes del bizcocho.....	11
2.2.6. Función de los ingredientes ligantes del bizcocho.....	14
2.2.6.1. Huevo entero.....	14
2.2.6.2. Clara de huevo.....	14

2.2.6.3. Yema de huevo.....	15
2.2.7. Composición nutricional de los ingredientes.....	15
2.2.7.1. Harina de trigo.....	15
2.2.7.2. Harina de habas.....	16
2.2.7.3. Huevo.....	16
2.2.7.4. Leche.....	16
2.2.7.5. Mantequilla.....	17
2.2.8. Evaluación del color.....	17
2.2.8.1. Diferencias de color.....	17
2.2.9. Evaluación de la textura.....	19
2.2.10. Evaluación de las características texturales (porosidad).....	21
2.2.10.1. Método de análisis 2D con imageJ.....	22
2.3. Definición de términos.....	22
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1. Ubicación.....	25
3.2. Materiales.....	25
3.3. Metodología.....	27
3.3.1. Variables independientes.....	27
3.3.2. Variables dependientes.....	27
3.3.3. Factores en estudio.....	27
3.3.4. Diseño experimental, distribución de tratamientos.....	28
3.3.5. Diagrama de flujo de la harina de haba.....	29
3.3.6. Diagrama de flujo del bizcocho.....	31
3.3.7. Formulación de los tratamientos.....	34
3.3.8. Evaluación del color.....	35
3.3.9. Evaluación de la textura.....	36
3.3.10. Evaluación de las características texturales (porosidad - microscopio).....	37
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>

4.1. Color.....	39
4.1.1. Luminosidad.....	41
4.1.1.1. Queques con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.....	43
4.1.1.2. Queques con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.....	45
4.1.1.3. Queques con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.....	46
4.1.2. a* (+a indica rojo, -a indica verde).....	47
4.1.2.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.....	49
4.1.2.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.....	50
4.1.2.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.....	51
4.1.3. b* (+b indica amarillo, -b indica azul).....	52
4.1.3.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.....	55
4.1.3.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.....	56
4.1.3.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.....	57
4.2. Textura.....	58
4.2.1. Elasticidad .....	58
4.2.1.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.....	61
4.2.1.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.....	62
2.1.1.1. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.....	63
4.2.2. Dureza.....	64
4.2.2.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.....	66
4.2.2.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.....	67
4.2.2.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.....	68
4.2.3. Cohesividad.....	69
4.2.3.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.....	71
4.2.3.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.....	72
4.2.3.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.....	73
4.2.4. Masticabilidad.....	73
4.2.4.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.....	76



4.2.4.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante .....	77
4.2.4.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante .....	78
4.2.5. Gomosidad.....	79
4.2.5.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante .....	81
4.2.5.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante .....	82
4.2.5.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante .....	83
4.3. Porosidad .....	84
4.3.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante .....	86
4.3.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante .....	87
4.3.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante .....	88
4.3.4. Número de poros .....	89
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>95</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>105</b>

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Cantidades para los tratamientos que llevarán huevo entero.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 2. Cantidades para los tratamientos que llevarán clara de huevo.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 3. Cantidades para los tratamientos que llevarán yema de huevo.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 4. Queques elaborados con harina de habas y variación del emulsificante.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 5. Resultados de color de la muestra testigo.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 6. Resultados de <math>\Delta E^*</math>.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 7. Luminosidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante. ....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 8. Análisis de Varianza de <math>L^*</math>.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 9. Comparación de medias de Tukey para la luminosidad.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 10. <math>a^*</math> en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante. ....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 11. Análisis de Varianza de <math>a^*</math>.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 12. Comparación de medias de Tukey para <math>a^*</math>.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 13. <math>b^*</math> en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante. ....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 14. Análisis de Varianza de <math>b^*</math>.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 15. Comparación de medias de Tukey para <math>b^*</math>.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 16. Resultados de la textura de la muestra testigo.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 17. Elasticidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante. ....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 18. Análisis de Varianza de la elasticidad.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 19. Comparación de medias de Tukey para la elasticidad.....</i>	<i>60</i>

<i>Tabla 20. Dureza en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante. ....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 21. Análisis de Varianza de la dureza.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 22. Comparación de medias de Tukey para la dureza.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 23. Resultados de la cohesividad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 24. Análisis de Varianza de la cohesividad.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 25. Comparación de medias de Tukey para la cohesividad.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 26. Resultados de la masticabilidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 27. Análisis de Varianza de la masticabilidad .....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 28. Comparación de medias de Tukey para la masticabilidad .....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 29. Resultados de la gomosidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 30. Análisis de Varianza de la gomosidad .....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 31. Comparación de medias de Tukey para la gomosidad .....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 32. Resultados de la porosidad de la muestra testigo .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 33. Resultados de la porosidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante. ....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 34. Análisis de Varianza de la porosidad .....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 35. Comparación de medias de Tukey para la porosidad.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 36. Número de poros.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 37. Análisis de Varianza del número de poros.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 38. Comparación de medias de Tukey para el número de poros .....</i>	<i>90</i>

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ejemplo de diferencia de color <math>L^* a^* b^*</math>.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2. Mapa de la localización de la investigación.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 3. Diagrama del diseño experimental .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de harina de habas.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de bizcocho .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 6. Luminosidad en los tratamientos T1, T2 y T3.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 7. Luminosidad en los tratamientos T4, T5 y T6.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 8. Luminosidad en los tratamientos T7, T8 y T9.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 9. <math>a^*</math> en los tratamientos T1, T2 y T3.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 10. <math>a^*</math> en los tratamientos T4, T5 y T6.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 11. <math>a^*</math> en los tratamientos T7, T8 y T9.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 12. <math>b^*</math> en los tratamientos T1, T2 y T3.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 13. <math>b^*</math> en los tratamientos T4, T5 y T6.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 14. <math>b^*</math> en los tratamientos T7, T8 y T9.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 15. Elasticidad en los tratamientos T1, T2 y T3 .....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 16. Elasticidad en los tratamientos T4, T5 y T6 .....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 17. Elasticidad en los tratamientos T7, T8 y T9 .....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 18. Dureza en los tratamientos T1, T2 y T3 .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 19. Dureza en los tratamientos T4, T5 y T6 .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 20. Dureza en los tratamientos T7, T8 y T9 .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 21. Cohesividad en los tratamientos T1, T2 y T3.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 22. Cohesividad en los tratamientos T4, T5 y T6.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 23. Cohesividad en los tratamientos T7, T8 y T9.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 24. Masticabilidad en los tratamientos T1, T2 y T3 .....</i>	<i>76</i>

<i>Figura 25. Masticabilidad en los tratamientos T4, T5 y T6 .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 26. Masticabilidad en los tratamientos T7, T8 y T9 .....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 27. Gomosidad en los tratamientos T1, T2 y T3.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 28. Gomosidad en los tratamientos T4, T5 y T6.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 29. Gomosidad en los tratamientos T7, T8 y T9.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 30. Porosidad en los tratamientos T1, T2 y T3.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 31. Porosidad en los tratamientos T4, T5 y T6.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 32. Porosidad en los tratamientos T7, T8 y T9.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 33. Número de poros vs Áreas .....</i>	<i>91</i>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional de Cajamarca, teniendo como objetivo principal la determinación del porcentaje de reemplazo de harina de habas (*Vicia faba*), así como del emulsificante (huevo) en la elaboración de un bizcocho (queque) evaluado fisicoquímicamente. La metodología empleada para este trabajo de investigación fue experimental; se expresó en un Diseño Estadístico Factorial de (3A X 3B). El primer factor (A) % de harina de habas con 3 niveles (30%, 50% y 70%) y el factor B corresponde al emulsificante con 3 niveles (huevo entero, clara y yema), dándonos un total de 9 tratamientos, realizando tres análisis por cada tratamiento obteniendo un total de 27 muestras, estas se evaluaron al día siguiente de su elaboración. Se evaluó instrumentalmente el color, textura (elasticidad, dureza, cohesividad, masticabilidad y gomosidad) y la porosidad. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un Análisis de varianza mediante un diseño factorial (DOE) del paquete del Programa Minitab, y una prueba de comparación de medias de Tukey donde obtuvimos el grado de significancia valor ( $p < 0.05$ ) y se comparó con la muestra testigo, indicándonos que las dos variables influyen significativamente en los resultados finales de color, textura y porosidad, siendo el color el que sufrió más cambios significativos. Los resultados respecto al color en los tratamientos con el 30% de harina de habas (T1, T2 y T3) presentaron una mayor semejanza a la muestra testigo. Para la textura se obtuvo como resultado que el T3 (30% de harina de habas) presenta una semejanza con el testigo en el parámetro de la elasticidad, para la dureza y la masticabilidad solo el tratamiento T8 (70% de harina de habas) presentó una diferencia significativa mientras que el resto de tratamientos son semejantes al testigo y finalmente para la cohesividad y gomosidad el tratamiento T2 (30% de harina de habas) presentó los mejores resultados. Por último, en los resultados de la porosidad los tratamientos que solo llevaron clara de huevo (T2, T5

y T8) presentaron una mayor área porosa. Por lo que se concluyó que la mejor formulación fue el tratamiento T2 que llevó 30% de harina de habas y clara de huevo, ya que este dio resultados semejantes al testigo.

**Palabras claves:** Harina de habas, emulsificante, huevo entero, yema, clara, color, textura, elasticidad, dureza, cohesividad, masticabilidad, gomosidad, porosidad.

## SUMMARY

This research work was developed at the National University of Cajamarca, having as its main objective the determination of the replacement percentage of bean flour (*Vicia faba*), as well as the emulsifier (egg) in the preparation of a sponge cake (cake) evaluated physicochemically. The methodology used for this research work was experimental; It was expressed in a Factorial Statistical Design of (3A X 3B). The first factor (A) % of bean flour with 3 levels (30%, 50% and 70%) and factor B corresponds to the emulsifier with 3 levels (whole egg, egg white and yolk), giving us a total of 9 treatments, carrying out three analyzes for each treatment, obtaining a total of 27 samples, these were evaluated the day after their preparation. Color, texture (elasticity, hardness, cohesiveness, chewiness and gumminess) and porosity were evaluated instrumentally. The results obtained were subjected to an Analysis of variance using a factorial design (DOE) of the Minitab Program package, and a Tukey comparison test of means where we obtained the degree of significance value ( $p < 0.05$ ) and compared it with the control sample, indicating that the two variables significantly influence the final results of color, texture and porosity, with color being the one that suffered the most significant changes. The results regarding color in the treatments with 30% bean flour (T1, T2 and T3) presented a greater similarity to the control sample. For the texture, the result was that T3 (30% bean flour) presents a similarity to the control in the elasticity parameter, for hardness and chewiness, only treatment T8 (70% bean flour) presented a significant difference while the rest of the treatments are similar to the control. And finally for cohesiveness and gumminess, treatment T2 (30% bean flour) presented the best results. Finally, in the porosity results, the treatments that only included egg white (T2, T5 and T8) presented a greater pore area. Therefore, it was concluded that the best formulation



was treatment T2 that included 30% bean flour and egg white, since this gave similar results to the control.

**Keywords:** Bean flour, emulsifier, whole egg, yolk, white, color, texture, elasticity, hardness, cohesiveness, chewiness, gumminess, porosity.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la alimentación saludable es uno de los objetivos principales en las sociedades más avanzadas ya que permite a las personas disfrutar de una vida más saludable. Hoy en día los productos de panificación y panadería son los de mayor consumo por la población, sin embargo, su formulación no es nutritiva por lo que se busca sustituir su principal componente que es la harina de trigo, por insumos que beneficien a la salud del consumidor.

El desarrollo de nuevos productos tomando como base la sustitución de sémola de trigo por leguminosas, contribuye a elevar su valor nutricional al producirse una complementación aminoacídica e incrementarse el contenido de minerales y fibra dietética. Adicionalmente, la extensión de pastas con leguminosas como *Vicia Faba*, rubros que se producen en el país y que forman parte de los hábitos alimenticios de la población peruana, es una alternativa para disminuir la dependencia de materias primas importadas como el trigo. (Granito et al., 2003)

Las habas (de nombre científico *Vicia faba*) son denominadas como las legumbres de los deportistas, esto es así debido a que es una de las legumbres con mayor cantidad de propiedades alimenticias. Fundamentalmente son muy ricas en calorías y proteínas. Con esta haba seca como materia prima se obtiene un producto molido que todos conocemos como la harina de habas, una harina que conserva todas las cualidades alimenticias y proteicas del haba seca. Como es común hoy en día, todos aquellos alimentos que aportan una mayor cantidad de nutrientes y saben suplir muy bien a la harina de trigo, son altamente populares y su producción va en incremento. (Nutraceuticos peruanos, 2021)

Evaluando esta problemática de la alimentación saludable y buscando mejorar la formulación de los productos panificados, el objetivo de la presente investigación fue

determinar el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de haba en la elaboración de un bizcocho, además se evaluó la adición del emulsificante (huevo), utilizando la yema y la clara por separado, obteniendo así un bizcocho con las mejores características fisicoquímicas y además ofrecer a los consumidores un producto que es beneficioso para su salud y que puede ser incluido en su dieta diaria.

### **1.1.Descripción del problema**

Como sabemos la harina de trigo es el ingrediente principal en la mayoría de productos panificados y pastelería, y estos son altamente consumidos en todos los hogares del Perú, desde los más pequeños de la casa hasta los adultos mayores. Además de que las recetas más antiguas no son modificadas con otros ingredientes por el temor de que el producto final no tenga las características deseadas.

El trigo es el segundo cereal que Perú más importa como materia prima para la industria harinera, la cual a su vez se usa para la elaboración de sémola, cerveza y derivados de la harina, como son pastas alimenticias, pan, galletas, pastelería, entre otros. (Ninahuanca, 2023)

La harina de trigo como tal, la blanca, es harina refinada y todo aquello que la contenga es fuente de este ingrediente para nada necesario, por ejemplo: galletas, snacks comerciales, bollería, pan blanco, pastas, pizzas y muchos otros productos más. Las harinas refinadas y sus derivados son alimentos de alto índice glucémico lo que indica que su consumo eleva rápidamente la glucosa en nuestra sangre. La ingesta frecuente de este tipo de alimentos de alto índice glucémico puede inducir cambios metabólicos en nuestro cuerpo que generen entre otras cosas, mayor riesgo de sufrir cardiopatías, obesidad, diabetes, cáncer, e infertilidad. (Alazor Laboratorios, 2022)

Por esto, se planteó la idea de elaborar un bizcocho con la sustitución de su ingrediente principal, harina de trigo, por una harina que mantiene sus propiedades nutritivas

como es la harina de habas, obteniendo así la disminución del uso de las harinas refinadas y ofrecer un producto que es beneficioso para la salud del consumidor.

## **1.2. Formulación del problema (pregunta de investigación)**

¿Cuál es el porcentaje de reemplazo de harina de habas (*Vicia faba*), así como del emulsificante (huevo) en la elaboración de un bizcocho (queque) evaluado físico-químicamente?

## **1.3. Justificación**

En la investigación “Desarrollo de galletas artesanales a base de harina de habas (*Vicia Faba*)”, se concluyó que las galletas elaboradas a 100% harina de habas obtuvo un alto porcentaje de aceptación donde resalto su sabor en un 75% determinando que las características son las adecuadas para una galleta. (Sánchez et al. 2018)

Esta investigación nos sirve como base para poder sustituir la harina de trigo por una harina no tradicional en distintos porcentajes en los productos de panadería y pastelería.

Como se indica anteriormente, la demanda de la harina de trigo para la producción de productos de panificación y pastelería aumenta cada día y esto se debe a que los productores consideran a la harina de trigo como la única que se puede emplear en la elaboración de dichos productos. Por esta razón se elaboró un bizcocho que contenga un alto valor nutritivo para el consumo del ser humano y el incluir la harina de haba en la formulación del bizcocho permitió elevar el valor del producto.

En la presente investigación se buscó elaborar un bizcocho, reemplazando en un 30%, 50% y 70% la harina de trigo por harina de habas, además se agregó el agente emulsificante (huevo) en sus dos componentes por separado (clara y yema), para así aprovechar todas las propiedades de los ingredientes y se logró obtener un producto con mejores características fisicoquímicas y un mejor valor nutritivo.

## **1.4.OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Determinar el porcentaje de reemplazo de harina de habas (*Vicia faba*), así como del emulsificante (huevo) en la elaboración de un bizcocho (queque) evaluado fisicoquímicamente.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Establecer el porcentaje de harina de habas en la elaboración de un bizcocho (queque) evaluando su textura, color y características texturales (porosidad).
- Determinar cuál es el comportamiento de los componentes del emulsificante (huevo) en un bizcocho evaluando su textura, color y características texturales (porosidad).

## **1.5.HIPÓTESIS**

### **1.5.1. Hipótesis general:**

- La sustitución parcial de harina de trigo por harina de haba y la determinación del componente emulsificante, influirá positivamente en las características fisicoquímicas del bizcocho.

### **1.5.2. Hipótesis específicas:**

- No existe diferencia significativa entre los diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de habas.
- El uso de un solo componente del emulsificante (yema) mejora el color del bizcocho. Mientras que el uso del segundo componente (clara de huevo) le da mayor esponjosidad.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

El siguiente trabajo de investigación presenta la formulación de un bizcocho reemplazando la harina de trigo por la harina de habas, así como también evaluando por separado los componentes del emulsificante (huevo), obteniendo un producto con mejores características fisicoquímicas.

Para este trabajo se tomó como referencia algunos estudios de investigación como:

La investigación titulada “Evaluación del efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de haba (*Vicia faba* L.) en la elaboración de magdalenas para usos industriales” se realizó para conocer la influencia y el efecto, del uso de harinas no tradicionales (harina de haba) mezcladas con una harina de uso general (harina de trigo) en productos de pastelería. Se trabajó con 3 niveles de harina de haba (8, 16, 24 %), los cuales fueron evaluados organolépticamente (olor, color, sabor, textura) por un grupo de panelistas, y el análisis estadístico fue mediante el programa SAS versión 8 con el diseño Multinomial de Bloques Completos al Azar (BCAA), no estructurado. Los resultados fueron que el T3 (24% harina de haba), fue el que obtuvo mayor grado de preferencia con un 87.5 %, por parte del panel degustador. (Campero Aguilar, 2022)

Esta investigación nos ayudó a evaluar la elección del porcentaje de sustitución de harina de habas, ya que como el tratamiento con el 24% de harina de haba fue el más aceptado se podrá utilizar un porcentaje igual o mayor a este para la elaboración del bizcocho.

Asimismo, en la investigación “Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de haba (*Vicia faba*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en pan de molde integral” se evaluó el efecto de sustitución de harina de

trigo por harina de haba (10, 20 y 30%) sobre el color, volumen específico, textura, proteína, apariencia y aceptabilidad general en pan de molde integral. La prueba de Duncan determinó que la sustitución de harina de trigo integral (HTI) por harina de haba (HH) al 30%, permitió obtener el mayor contenido de proteína (13.25%) y la mejor textura (2.40 N). Asimismo, la sustitución de harina de trigo integral por harina de haba al 20% permitió obtener la mejor textura (1.80N), mejor color en miga ( $L=50.75$ ,  $a^* = 3.55$ ,  $b^* = 22.18$ ) y corteza ( $L=46.18$ ,  $a^* = 9.30$ ,  $b^* = 30.75$ ). En base a ello, se eligió a este como mejor tratamiento debido a que obtuvo un pan de molde con una miga compacta, húmeda y con una corteza muy fina. (Escobedo Anticona & Escobedo Anticona, 2019)

Con esta investigación se pudo obtener información sobre dos características a evaluar, la textura y el color, la harina de haba a un 30% da por resultado una mejor textura y al 20% un mejor color, lo que nos da a entender que la harina sustituta tiene una gran influencia en estas dos características, además de que los resultados se tomaron como guía para la evaluación de color.

Por otro lado, Alejandra Maribel Encomenderos (2019), determinó el efecto de cuatro sustituciones de harina de trigo por harina de cañihua (0, 15, 20 y 25%) sobre la firmeza, fibra cruda, el contenido de proteínas, compuestos fenólicos y aceptabilidad general en galletas dulces. La prueba de Duncan determinó que la sustitución parcial de 15% presentó la mayor firmeza (30.47 N). Con la sustitución de 25% presentó el mayor contenido de fibra cruda (2.04%), proteínas (10.78%) y compuestos fenólicos (38.51mg AG/100 g). La sustitución del 25% de harina de cañihua tuvo una aceptación con una moda de 8 puntos. Se consideró a la sustitución del 25% como mejor tratamiento al presentar los mayores valores en fibra cruda, proteínas y compuestos fenólicos. (Encomenderos Valdivieso, 2019)

En esta investigación usan otro tipo de harina, harina de cañihua, con la cual también se tuvieron buenos resultados con el mayor porcentaje de sustitución, lo que nos confirmó que la harina de trigo puede ser sustituida por otras harinas y así darles un mayor valor nutritivo a las preparaciones.

Además, Pamela Conde (2019) nos indicó que la composición de harinas compuestas otorga una corteza de hasta en un 10 %, esto quiere decir que la sustitución de la harina de trigo, modifica las características de los productos panificados. El bizcocho con sustitución de harina de trigo por otras harinas no es ajeno a tal afirmación, porque se ha demostrado que con sustituciones mayores del 50% ya no es tan agradable para los panelistas, sin embargo, no existe incidencia significativa entre un bizcocho común y un bizcocho con un sustituto de la harina de trigo. (F. De et al., 2019)

En la investigación “Desarrollo de galletas libres de gluten evaluando sus parámetros fisicoquímicos y sensoriales”, se desarrolló ocho formulaciones diferentes empleando 100% harina de haba, garbanzo, arveja, kiwicha, quinua, lenteja, maíz y frijol. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) y un diseño de bloques completos al azar (DBCAs) a los datos del análisis fisicoquímico y aceptabilidad general respectivamente. Para describir las galletas se usó el método marque todo lo que corresponda (CATA) y se aplicó un análisis de correspondencia (AC). De los resultados obtenidos, la galleta de lenteja presentó la mayor cantidad de proteína y fibra; sin embargo, la menor cantidad de grasa y carbohidratos en comparación a las demás muestras. En cuanto al color la galleta de maíz fue la más clara por presentar mayor luminosidad ( $L^*$ ), pero menor enrojecimiento ( $a^*$ ) y amarillez ( $b^*$ ). Las galletas de maíz y garbanzo tuvieron las puntuaciones de aceptabilidad más altas. (Silva Lizárraga, 2021)



Acerca de la textura, Roxana Chávez (2023) nos dice que el uso del 10% de harina de maíz amarillo duro en la producción de pan semita no genera cambios en el perfil de textura, pero el uso del 20% y 25% altera su perfil de textura. El uso de más del 5% de harina de maíz amarillo duro en la producción de pan semita genera un aumento en la claridad y la tonalidad amarilla tanto en la corteza como en la miga del pan. Esto nos indica que el uso de un porcentaje mayor de la harina sustituta altera significativamente el perfil de textura.(Chávez Cruz, 2023)

## **2.2.Marco teórico**

### **2.2.1. Definición de Bizcocho de acuerdo a la NTP 206.002:2018 panadería, pastelería y galletería. Bizcochos. Requisitos**

Bizcocho: es el producto de consistencia blanda, de sabor dulce obtenido por amasado y horneado de masas fermentadas, preparadas con harina y con uno o más de los siguientes elementos: levadura, leudantes, leche, féculas, huevos, sal, azúcar, agua, mantequilla, grasas comestibles y otros aditivos permitidos. Se considera comprendido en la definición de bizcocho el chancay, pan de dulce, pan de pasas y otros similares.

Clasificación:

Por su forma o preparación los bizcochos se clasifican en:

- **Sin agregados:** Cuando se presentan sin ningún agregado especial en su masa como el chancay y el pan de dulce.
- **Rellenos o agregados:** Cuando tienen un relleno o agregado, añadidos durante el proceso de elaboración, tales como: chocolate, manjar, dulce de frutas, cremas, frutas secas o confitadas entre otros. Ejemplos: pan de pasas, los enrollados (rosca de reyes, enrollados de canela).

- **Revestidos o con cobertura:** Son los bizcochos con o sin agregados a los que se le ha dado un revestimiento o cobertura especial a base de miel, jarabe, azúcar en polvo, chocolate y cremas, o revestimientos o cobertura apropiados posterior al cocido.

*(Norma Técnica Peruana Para Bizcochos, 2018)*

### 2.2.2. Tipos de bizcocho:

**Cocidos al vapor:** Debido a su proceso de cocción pueden tener una consistencia más húmeda y esponjosa, con un sabor único. Se pueden preparar tanto en olla exprés como en otros utensilios diseñados para la cocción al vapor.

**Superligeros:** se cocinan en horno y la mezcla de ingredientes puede ser sencilla; harina, huevo, polvo para hornear, bicarbonato de sodio y otros básicos para crear un postre esponjoso que sirve de base para más postres.

**Ligeros:** no llevan mantequilla u otro tipo de grasa como aceite vegetal, por lo que son más esponjosos, pero a la vez más secos.

**Bizcochos pesados:** Son aquellos en los que se agrega grasa en su composición, este tipo de bizcocho suele llevar dentro de los ingredientes mantequilla, aceite vegetal o manteca. También suele añadirse fruta u otro alimento para darle un sabor en específico.

**Semipesados:** se trata de un bizcocho que lleva una proporción de grasa, la cual no debe superar el 50 por ciento del peso de la harina, su consistencia es más densa que las livianas y maneja un término medio entre lo ligero y pesado. (Daniela Hernández, 2023)

### 2.2.3. Formulación base del bizcocho:

- ❖ **Harina (de trigo):** Es el ingrediente más importante de la repostería ya que todos los demás se mueven en función y proporción a este. Se toma como 100%

- ❖ **Grasa:** Puede variar entre el 100% y el 50% con relación a la cantidad de la harina
- ❖ **Azúcar:** Se utiliza entre el 80% y 100% en relación a la cantidad de la harina
- ❖ **Huevos:** Puede variar entre 50% a 120% en relación al peso de la harina
- ❖ **Polvo de hornear:** Entre 1 – 3 % de harina
- ❖ **Sal:** ½ cucharadita por ½ kilo de harina
- ❖ **Leche:** se usa para balancear los huevos, ½ taza de leche se usa para reemplazar 1 huevo. Se usa entre el 20% y el 50% en relación al peso de la harina.
- ❖ **Bicarbonato de sodio:** por 1 cucharadita de polvo de hornear se emplea ¼ de cucharadita de bicarbonato de sodio.
- ❖ **Esencia de vainilla:** no añadir más del 1% del peso de la harina.

(Proporción de Los Ingredientes En Tortas, Tartas o Pasteles - Club de Repostería, 2014)

#### 2.2.4. Harinas sustitutas de la harina de trigo

**2.2.4.1. Harina de habas:** Las habas (*Vicia faba*) son denominadas como las legumbres de los deportistas, esto es así debido a que es una de las legumbres con mayor cantidad de propiedades alimenticias. Fundamentalmente son muy ricas en calorías y proteínas. Con esta haba seca como materia prima se obtiene un producto molido que todo conocemos como la harina de habas, una harina que conserva todas las cualidades alimenticias y proteicas del haba seca. (Harina de habas y su contenido nutricional, 2020)

**2.2.4.2. Harina de yuca:** La yuca se puede procesar para obtener harina de calidad que aminore la dependencia de los granos importados, ya que el método de obtención de la harina de yuca presenta ventajas: es de fácil obtención, puede realizarse de forma artesanal, es considerablemente económica que su contraparte de trigo, es nutritiva, sabrosa al paladar y conserva gran parte de su sabor, color durante

largos periodos. Además, la yuca está disponible en cualquier temporada y durante el proceso de deshidratación tiene una pérdida mínima de sustancias nutritivas, además, puede ser consumida por personas con intolerancia al gluten. (Mata et al., 2014)

**2.2.4.3. Harina de avena:** Es una harina que queda muy bien especialmente en repostería y que puede utilizarse sola si no necesitamos que la masa suba mucho o podemos añadir harina de trigo si queremos hacer panes o bizcochos más esponjosos. Pero además la harina de avena se usa para hacer gachas y recetas dulces como galletas, crepes o madalenas. La avena es un cereal muy nutritivo y su harina integral tiene vitaminas del grupo B y E, minerales como magnesio, calcio, fósforo, zinc y cromo, ácidos grasos esenciales, carbohidratos y fibra. (Eco Agricultor, 2017)

#### **2.2.4.4. Harina de espelta**

La de espelta es la más fácil de digerir debido a la poca presencia de gluten. Es ideal para la preparación de panes bajos y compactos, y cuenta con diversos nutrientes como Omega 3 y 6 y las vitaminas del grupo E. (Aprende Institute, 2023)

#### **2.2.5. Función tecnológica de los ingredientes del bizcocho**

##### **Harina:**

La harina da textura y consistencia, aporta valor nutricional, actúa como agente absorbente (absorbe los líquidos, no los disuelve) y contribuye al sabor.

Funciones de la harina:

- Da estructura a las masas.
- Brinda esponjosidad a toda la preparación.
- Otorga textura y consistencia.

- Actúa como agente absorbente.
- Contribuye en el sabor y el aroma.

(Descamps, 2020)

### **Huevos:**

Son utilizados como aglutinantes o emulsificantes, porque permiten que se ligen los ingredientes sólidos como las grasas, con los líquidos.

Funciones: son agentes de crecimiento y aumentan el volumen. Suavizan la masa y la miga. Mejoran el valor nutritivo. Dan sabor y color. Específicamente, la yema de huevo proporciona sabor y suavidad, además ayuda a retener el líquido, mientras que las claras esponjan y dan volumen. (Oses Ursua, 2021)

### **Grasas:**

Las grasas de repostería son grasas semisólidas que proporcionan una textura tierna a los productos horneados, favorecen la aireación de los productos fermentados, y promueven una textura y sabor agradables. Cubren las proteínas del gluten de la harina que impiden el endurecimiento. Las más usadas en la repostería son la mantequilla, margarina, manteca animal, manteca vegetal y aceites. La mantequilla es la mejor grasa que puedes usar en panadería y repostería. (Fao, 1997)

### **Polvo de hornear**

El polvo para hornear, también conocido como levadura química, es un agente leudante con bicarbonato de sodio y un agente que absorbe la humedad.

Funciones: ampliar las burbujas de aire creadas en la grasa durante el cremado con el azúcar. Hacer que las masas suban. (Rexal, 2023)

**Bicarbonato de sodio**

El bicarbonato tiene más poder que la levadura a la hora de aumentar las masas. Pero no podemos sustituir una receta que contenga levadura por bicarbonato, ya que podríamos alterar la preparación. El bicarbonato en gran cantidad aporta mucho sabor, es por esto que en algunas recetas se usa junto la levadura para neutralizar el sabor del bicarbonato. Sin embargo, el bicarbonato sódico necesita de un elemento ácido para activarse.

Funciones: regula la acidez, es anti humectante, estabilizante, y conservante.  
(Canal Cocina, 2021)

**Sal**

Aunque habitualmente relacionamos los postres y otros dulces con el azúcar, la sal puede ser también una perfecta aliada en la repostería, ya que potencia sabores, texturas y actúa como conservante. También sirve para estabilizar la masa durante el periodo de fermentación, ya que frena la levadura para que ésta no crezca en exceso. (Guía Gastronomika - Noticias, 2016)

**Leche**

La leche tiene varios papeles en la repostería más allá de simplemente humedecer una masa o pasta. Agrega estructura a la masa para que no colapse en el horno y también puede dar a los productos horneados su corteza crujiente.

Funciones: hidrata los ingredientes secos, disuelve el azúcar y la sal, da suavidad, mejora el sabor, hace más ligera la masa, proporciona vapor para el crecimiento y permite que los leudantes reaccionan y produzcan dióxido de carbono.  
(Christensen, 2017)

## **2.2.6. Función de los ingredientes ligantes del bizcocho.**

### **2.2.6.1. Huevo entero:**

Contiene un poder ligante: en el estado líquido el huevo tiene el poder, gracias a las proteínas que contiene, de ligar entre ellas las partículas de harina, para formar una masa homogénea más o menos viscosa. Las proteínas del huevo coagulan con la cocción y forman un gel que aprisiona en sus redes a los componentes de una preparación. Si la coagulación es completa el producto endurece.

Contiene un poder aromatizante: su olor característico se reconoce aún después de mezclarlo con otras sustancias y después de la cocción. Por otra parte, sirve para distribuir y fijar sabores y aromas (vainilla, limón, sal, canela, etc.)

Contiene un poder espesante: cuando una mezcla tiene huevo y se calienta se espesa. Al subir la temperatura aumenta la capacidad de las proteínas de atrapar agua y en consecuencia espesan las preparaciones. (“Propiedades Gastronómicas Del Huevo,” 2023)

### **2.2.6.2. Clara de huevo:**

Parte acuosa y transparente del huevo que rodea la yema. Supone aproximadamente el 60% de su peso y está compuesta por agua (88%) y proteínas (12%), de las cuales la más importante es la ovoalbúmina, que tiene propiedades de interés nutritivo y culinario. Es rica en azufre, sodio, potasio, cloro y selenio. Contiene yodo. La proteína del huevo es la de mayor calidad de entre todos los alimentos y aporta cualidades gelificantes, coagulantes y adhesivas, entre otras, en la cocina. En la clara se encuentran las vitaminas hidrosolubles, sobre todo las del grupo B. Se utiliza en numerosas elaboraciones

culinarias, normalmente en repostería. También es el ingrediente principal de las dietas altas en proteínas. (Clara de Huevo - Diccionario Gastronomía, 2022)

La función principal de la clara cuando la utilizamos sola es Espumar, aportar volumen a la mezcla. Por lo general las claras se utilizan batidas para agregarle aire a la mezcla y esto aporta a su vez volumen y esponjosidad. (Susanita's Cakes: ¿Cuál Es La Función de Los Huevos En La Repostería? – Parte I., 2020)

### **2.2.6.3. Yema de huevo:**

La yema es la tercera parte del peso total del huevo y su función biológica es la de aportar nutrientes y calorías. La yema se diferencia de la clara por su característico color amarillo que se debe a la presencia de carotenoides que a su vez es rico en vitamina A. También contiene vitaminas B, B12, D y K, entre los minerales más importantes están el calcio, sodio, hierro, potasio y ácidos grasos insaturados omega 3 y 9. Adicional a esto, la yema posee colina, luteína, zeaxantina, lecitina y un alto contenido en antioxidantes. (Recetas NESTLÉ, 2021)

Las yemas tienen la capacidad de unir los líquidos y las grasas, creando una emulsión que no permite que se separen. Este proceso, ayuda a crear una mezcla de ingredientes más homogénea, y da una distribución pareja de líquidos y grasas para obtener mezclas suaves y cremosas. (El huevo ¡protagonista en la pastelería! - Huevos Santa Anita, 2020)

## **2.2.7. Composición nutricional de los ingredientes**

**2.2.7.1. Harina de trigo:** El valor energético de la harina de trigo es de 352 calorías por cada 100 gramos. Presenta almidón (70 – 75 %), agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %), El gluten representa el 80% de las proteínas del trigo; además contiene polisacáridos (2 - 3%) y lípidos (2%). También tiene un gran valor antioxidante,



grasas, minerales y una considerable cantidad de vitaminas, concretamente vitaminas A, E, B-3 y B-9. El magnesio, el calcio, el potasio, los ácidos grasos esenciales (como el Omega 3). (Salud y nutrición, 2024)

**2.2.7.2. Harina de habas:** De acuerdo a la tabla peruana de composición de alimentos, 100 gramos de harina extruida de haba aportan 310 kilocalorías. Además, es un alimento bastante completo, debido a que en su composición figuran fibras (12.1 g), calcio (67 mg), fósforo (393 mg), zinc (3.43 mg) y hierro (4.63 mg). Su contenido de proteína es del 28 – 30% de materia seca, además no contiene gluten, por tanto, puede ser consumida por personas celiacas (Qali Warma: Harina de Haba, 2024)

**2.2.7.3. Huevo:** Aporta proteínas de alto valor biológico, lípidos, así como el colesterol, ácidos grasos saturados y especialmente ácidos grasos monoinsaturados, vitaminas, entre las cuales destacan las vitaminas A y D y del grupo B, y minerales como el fósforo, el yodo y el selenio. Además, contiene luteína y zeaxantina y colina. La clara del huevo está compuesta básicamente de agua, que representa un 88%, y alrededor de un 10% de proteínas. La yema se caracteriza por un elevado contenido en lípidos y vitaminas liposolubles, aunque también está compuesta en parte por proteína. El color de la yema depende principalmente del tipo de alimentación de la gallina, pero no refleja el valor nutricional. (Termes Escalé, Mireia; 2024)

**2.2.7.4. Leche:** La composición de la leche puede variar, pero en general se puede decir que contiene 87.1% de agua, 3.3% de proteínas, 3.9% de grasas, 5.0% de carbohidratos, y 0.7% de minerales, y al ser un producto de origen animal carece de fibra. (Gloria Tabla De Composición, 2019)

**2.2.7.5.Mantequilla:** se obtiene a partir de la grasa de la leche. Es un producto altamente calórico, debido a su alto contenido en grasa que, además, aporta cantidades importantes de vitaminas A y D. (Dra. Haro García, Ana; 2024)

### **2.2.8. Evaluación del color:**

El color de los alimentos, y en general de materiales sólidos y semisólidos de diversa naturaleza, se representa tradicionalmente usando el espacio de color CIELAB, un estándar internacional para medición de color adoptado por la Commission Internationale d'Eclairage (CIE) en 1976. El color es una característica de calidad de gran importancia, dado que es el primer aspecto que perciben los consumidores o usuarios, y puede determinar la aceptación o rechazo de un producto y su valor. En esta representación de color,  $L^*$  representa la luminosidad de una muestra,  $a^*$  representa la variación de verde a rojo, y  $b^*$  representa la variación de azul a amarillo. (Goñi & Salvadori, 2015)

La coordenada  $L^*$  representa la luminosidad, tomando valores desde 0 (negro) a 100 (blanco), mientras que las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  expresan la rueda del color, tomando valores de  $+a^*$  (rojo) hasta  $-a^*$  (verde) y de  $+b^*$  (amarillo) hasta  $-b^*$  (azul). De esta manera se pueden calcular las variaciones  $\Delta L^* = L^*_1 - L^*_0$ ,  $\Delta a^* = a^*_1 - a^*_0$  y  $\Delta b^* = b^*_1 - b^*_0$ . Estos valores son usados para hallar el cambio global del color entre dos tintes ( $\Delta E^*_{ab}$ ). La variación  $\Delta E^*_{ab}$ , es calculada como la distancia euclidiana entre los puntos resultantes de su representación en el espacio, por lo que  $\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ . Valores bajos de  $\Delta E^*_{ab}$  se corresponden con pequeñas diferencias de color. (Ingrid et al., 2014)

#### **2.2.8.1.Diferencias de color:**

Konica Minolta nos ayuda a entender el cálculo de las diferencias de color en el Espacio de Color CIE  $L^*A^*B^*$ .

La diferencia de color es definida como la comparación numérica de una muestra con el estándar. Indica las diferencias en coordenadas absolutas de color y se la conoce como Delta ( $\Delta$ ). Deltas por  $L^*$  ( $\Delta L^*$ ),  $a^*$  ( $\Delta a^*$ ) y  $b^*$  ( $\Delta b^*$ ) pueden ser positivas (+) o negativas (-). La diferencia total, Delta E ( $\Delta E^*$ ), sin embargo, siempre es positiva. Éstas son expresadas como:

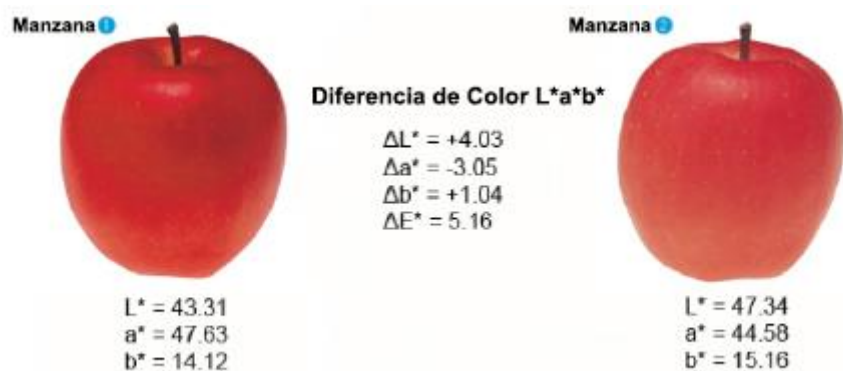
$\Delta L^*$  = diferencia en luz y oscuridad (+ = más luminoso, - = más oscuro)

$\Delta a^*$  = diferencia en rojo y verde (+ = más rojo, - = más verde)

$\Delta b^*$  = diferencia en amarillo y azul (+ = más amarillo, - = más azul)

$\Delta E^*$  = diferencia total de color

**Figura 1. Ejemplo de diferencia de color  $L^*$   $a^*$   $b^*$**



Para determinar la diferencia total de color entre las tres coordenadas, se debe usar la siguiente fórmula:

$$\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$$

Es importante destacar que Delta E sólo indica la magnitud de la diferencia total de color, pero no indica cuán correcta es.

Si ponemos los valores  $\Delta L^* = +4.03$ ,  $\Delta a^* = -3.05$ , y  $\Delta b^* = +1.04$  en la ecuación de diferencia de color, se puede determinar que la diferencia total de color es 5.16.

$$5.16 = [4.03^2 + (-3.05)^2 + 1.04^2]^{1/2} \text{ (Konica Minolta, 2023)}$$

### 2.2.9. Evaluación de la textura

La textura es el conjunto de atributos de un alimento que percibimos a través de diferentes niveles, de masticación (mandíbulas), táctil, visual y auditivo. La textura se evalúa en sus principales propiedades:

- a) **Dureza:** grado de resistencia que posee un material al ser rayado o penetrado por otro material. Por ejemplo, duro como una aceituna o un caramelo y blando como un queso cremoso. (Dr. Torres Guzmán, 2020)
- b) **Cohesividad:** Propiedad relativa al grado de deformación de un producto antes de romperse. Algunos ejemplos: Desmenuzable como un pan; quebradizo como un polvorón; Crujiente como una papa frita o el cereal, etc. (Alfa Editores Tecnicos, 2019)
- c) **Viscosidad:** es la propiedad que se caracteriza por su resistencia a fluir, debida al rozamiento entre sus moléculas. Responde a la fuerza requerida para deformar el alimento y hacer penetrar un objeto en él. Denso o espeso como el chocolate bebible, viscoso como la leche condensada o miel y fluido como el agua. (Ing Mardones & Ing Juanto, 2019)
- d) **Elasticidad:** es la propiedad de un objeto o material que causa que sea restaurado a su forma original, después de la distorsión. Elástico como el chicle y elástico como los calamares o las almejas. (M Olmo R Nave, 2000)
- e) **Adherencia:** es la tendencia que tienen sustancias o materiales diferentes a pegarse y unirse entre sí. En este caso, un adhesivo a un sustrato, debido a una variedad de posibles interacciones. Son fuerzas de atracción de las moléculas que pertenecen a diferentes cuerpos. Adherente como el caramelo de café y glutinosa (a la vez densa y pegajosa). (Miarco, 2018)

- f) Granulosidad:** Propiedad relacionada con la percepción del tamaño y de la forma de las partículas en el producto. Lisa o suave como el yogurt; harinoso como el azúcar glass; arenoso como algunas variedades de pera; grumoso como el requesón, perlado como el Caviar; fina como el caramelo líquido, entre otros.(Puma Iruiza & Núñez Saavedra, 2018)
- g) Estructura:** Propiedad relacionada con el modo en que se enlazan, ordenan y manifiestan sus componentes a distintas escalas de observación. Escamosa o en hojuelas como los cereales; fibroso como el tallo de apio o los espárragos; celular como las mandarinas o como la clara de huevo a punto de nieve; esponjoso como el merengue; cristalino como el azúcar granulado. (Bolívar, 2020)
- h) Humedad:** es una magnitud que expresa la cantidad de agua en un material sólido y se puede representar en términos de una base de masa seca o de una base de masa húmeda. Seca como una galleta salada; húmeda como una manzana; acuosa como una sandía; jugosa como una naranja. (Martines et al. 2010)

Para poder analizar la textura se utiliza un texturómetro que es un avanzado instrumento que ha sido diseñado para caracterizar las propiedades texturales de cualquier tipo de producto. Normalmente trabajan con un paquete de software que se encarga de la programación de los ensayos y de la gestión de los resultados obtenidos en ellos. El funcionamiento de un Texturómetro está diseñado para realizar una deformación controlada a una muestra y medir la respuesta que ésta ejerce a la energía aplicada durante el ensayo.

Los Analizadores de Textura miden las siguientes magnitudes físicas:

- **Fuerza:** Traducida como la resistencia que ejerce el producto a la energía que se le aplica durante el ensayo. En el sistema internacional de unidades, la unidad de medida es el newton, aunque debido a los valores con los que se trabajan normalmente en el análisis de textura moderno, se utilizan unidades del sistema técnico de unidades: el kilogramo fuerza (o kilopondio) y el gramo fuerza.

- **Distancia:** Supone la deformación realizada por la muestra durante la aplicación de energía que se produce en el ensayo. Se mide en milímetros (de nuevo sistema técnico de unidades).

- **Tiempo:** Normalmente medido en segundos.

(Aname Instrumentación Científica, 2021)

#### **2.2.10. Evaluación de las características texturales (porosidad)**

La porosidad también llamada oquedad es la fracción del volumen de una muestra que es ocupada por poro o espacio vacío. Algunas veces esta palabra es usada inadecuadamente. La porosidad no es una medida de la fracción de vacío sino del tamaño del vacío. Dependiendo del medio poroso, la porosidad puede variar de valores cercanos a cero o valores cercanos a uno.

Los tipos de espacios vacíos son importantes para distinguir entre dos tipos de poros o vacíos, uno es el que forma fases continuas con el medio poroso llamados espacios interconectados o efectivos y el otro tipo de materiales consisten en poros no interconectados o aislados sobre un medio disperso. Los vacíos no interconectados no pueden contribuir al transporte a través del medio poroso, sólo los interconectados o efectivos. (Catarina, 2020)

### 2.2.10.1. Método de análisis 2D con imageJ.

ImageJ es una gran herramienta para procesar imágenes y realizar análisis 2D. Como admite una gran cantidad de formatos de imagen diferentes, es un excelente visor de imágenes y permite una gran cantidad de operaciones basadas en píxeles. También admite imágenes con profundidades de bits superiores a 8 o 16 bits por canal. ImageJ puede realizar conteo de estructuras en una imagen bidimensional. El proceso es totalmente dependiente de la configuración que el usuario introduzca para realizar dichos conteos. Los operadores morfológicos utilizados, es decir, la erosión, la dilatación y su combinación, la apertura y el cierre, modifican las imágenes en función del tamaño y la intensidad de las regiones brillantes y oscuras. (Carrera et al., 2020)

### 2.3. Definición de términos

- **Bizcocho:** es una de las masas básicas dentro de la pastelería. Es una masa esponjosa que se consigue por la emulsión por batido del huevo y el azúcar. Es una elaboración a partir de harina, azúcar y huevo, pudiendo añadir otros ingredientes como grasas, chocolate, frutos secos o frutas. El bizcocho puede usarse por sí mismo, pero también puede ser la base para crear tartas y elaboraciones más complejas. (Tipos de Bizcochos: Base Para Postres Increíbles. | Scoolinary Blog, 2022)

- **Color:** es la primera sensación que se percibe y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor. Las preferencias por el color de los alimentos, por ser éste precisamente un factor subjetivo, no son las mismas para cada persona, y varían según las regiones, países o edades. Así, hay quienes prefieren el color moreno al blanco en el azúcar y en la cáscara de los huevos. Sin embargo, y a pesar de estas diferencias,

los criterios tienden a ser concordantes y se aceptan como estándares códigos asociados a determinados estados. (El Color En Los Alimentos | Consumer, 2002)

- **Emulsificante:** Los emulsionantes son aditivos alimentarios utilizados para ayudar a mezclar dos sustancias que normalmente se separan cuando se combinan (p. ej., el aceite y el agua). Los emulsionantes tienen un extremo afín al agua (hidrofilico) y un extremo afín al aceite (hidrofóbico). El emulsionante se ubica de tal manera que su extremo hidrofílico queda orientado hacia la fase acuosa, y el extremo hidrofóbico, hacia la fase oleosa, lo que permite que las dos sustancias se terminen dispersando una en la otra. Al final, el emulsionante crea una emulsión estable, homogénea y uniforme. (Eufic, n.d., 2022)

- **Harina de haba:** De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 205.044, es un producto sucedáneo, a la harina de trigo, obtenida a partir de las semillas de las habas secas, sometidas a un proceso de descascarado mecánicamente y molido. Esta harina posee un alto contenido en lecitina que le proporciona un efecto emulsionante. (Ximena Salazar Ceballos Asesor & Giovanni Torres Mayanquer Ing, 2013)

- **Harina de trigo:** Por harina de trigo se entiende el producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum L.*, o trigo ramificado, *Triticum compactum Host.*, o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituration o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura. (Norma Del Codex Para La Harina de Trigo, 1985)

- **Huevo:** El huevo es un alimento de origen animal y un ingrediente habitual en la alimentación del hombre. Posee grandes propiedades nutricionales y culinarias. Son un alimento muy completo, aunque sus nutrientes están repartidos muy irregularmente, concentrándose la mayoría en la yema que incluye grasas y vitamina A, proteínas, hierro y otros minerales y vitaminas B, D y E. La clara, está constituida



fundamentalmente por agua y proteínas. (El Huevo En Nuestra Cocina | Cocina Con Burruezo, 2020)

- **Porosidad:** La porosidad es la fracción volumétrica de poros del material. Estos poros pueden situarse en su superficie o en su estructura interna. La porosidad está asociada con la densidad del material, y con la naturaleza de sus compuestos y la existencia de espacios vacíos entre ellos. (¿Cómo Medir La Porosidad de Los Materiales? | ATRIA Innovation, 2021)

- **Queque:** Es el producto obtenido por la cocción de masa elaborada con harina de trigo fortificado o harina pastelera, harinas de granos andinos (quinua y/o kiwicha y/o cañihua), y/o harinas de leguminosas (tarwi y/o habas, entre otros), frutas y/u hortalizas, huevo fresco, aceite vegetal, con o sin mantequilla, leche entera en polvo, agua, azúcar, polvo de hornear, con o sin pasas, con o sin nueces, con o sin cocoa, con o sin chocolate, entre otros ingredientes, con o sin fortificación. (Qaliwarma, 2022)

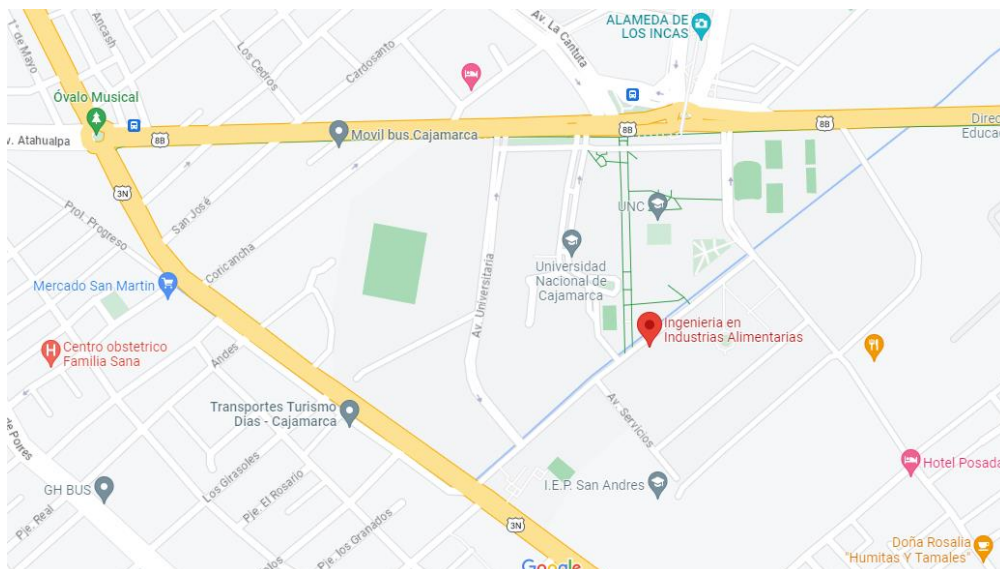
- **Textura:** propiedades capaces de ser percibidas por nuestros sentidos y que incluyen sensaciones como la aspereza, la suavidad, la granulosidad. Esta textura viene determinada por el contenido de agua y grasa, así como por las propiedades de algunas proteínas, fibras o almidones, entre otros componentes del alimento. (Textura de Alimentos | OCU, 2018)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.Ubicación:

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias (segundo piso) pabellón 2 H de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (Distrito, Provincia, y Departamento de Cajamarca). Ubicada a 3.5 km de la ciudad de Cajamarca (78° 3' de longitud y 7° 10' latitud sur), y a 2750 msnm.

**Figura 2. Mapa de la localización de la investigación**



#### 3.2. Materiales

##### a) Materia prima e insumos

- Harina de trigo
- Harina de habas
- Huevos
- Mantequilla
- Azúcar

- Leche entera
- Polvo para hornear
- Bicarbonato de sodio
- Esencia de vainilla
- Sal

**b) Utensilios**

- Jarras medidoras
- Tazas medidoras
- Cucharas medidoras
- Cucharas.
- Espátula
- Batidor de globo
- Envases de plástico
- Guantes, mascarilla, mandil, gorro.
- Molde
- Papel film
- Rejilla
- Mesa de trabajo
- Papel tolla
- Alcohol
- Jabón líquido

**c) Equipos**

- Colorímetro
- Texturómetro
- Microscopio

- Cámara
- Horno
- Batidora
- Balanza analítica y gramera.

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Variables independientes**

- ❖ Harina de haba al 30%, 50% y 70%
- ❖ Huevo entero, clara de huevo y yema de huevo

#### **3.3.2. Variables dependientes**

- ❖ Color instrumental
- ❖ Textura
- ❖ Características texturales (porosidad)

#### **3.3.3. Factores en estudio**

El primer factor en estudio fue: factor A, porcentajes de adición de Harina de Haba (%). Se consideró este factor para determinar el mejor porcentaje de adición de Harina de Haba en la elaboración del bizcocho.

Factor A: % de adición de harina de haba

A1: 30 % Harina de haba

A2: 50 % Harina de haba

A3: 70% Harina de haba

A0: TESTIGO

El segundo factor en estudio fue: factor B, componentes del huevo. Se consideró este factor para determinar el mejor componente del huevo para la elaboración del bizcocho

B1: Yema de huevo

B2: Clara de huevo

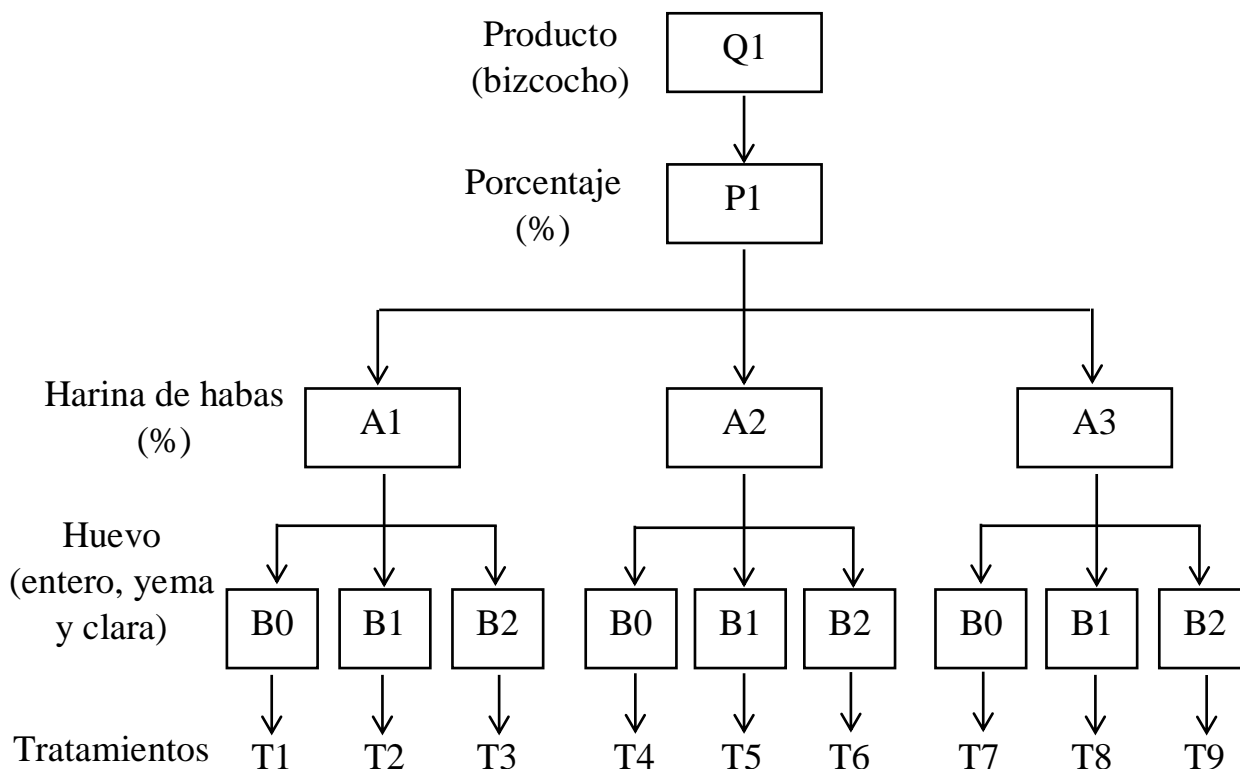
B0: Huevo entero

### 3.3.4. Diseño experimental, distribución de tratamientos

La metodología empleada para este trabajo de investigación es experimental; se expresarán en un Diseño Estadístico Factorial de (3A x 3B). El primer factor A (porcentaje de harina de habas), con 3 niveles y el factor B corresponde al emulsificante (huevo entero, yema y clara) con 3 niveles, que nos daría 9 tratamientos. Se hicieron 3 repeticiones del experimento donde la variable respuesta es la determinación de color instrumental, textura y características texturales (porosidad).

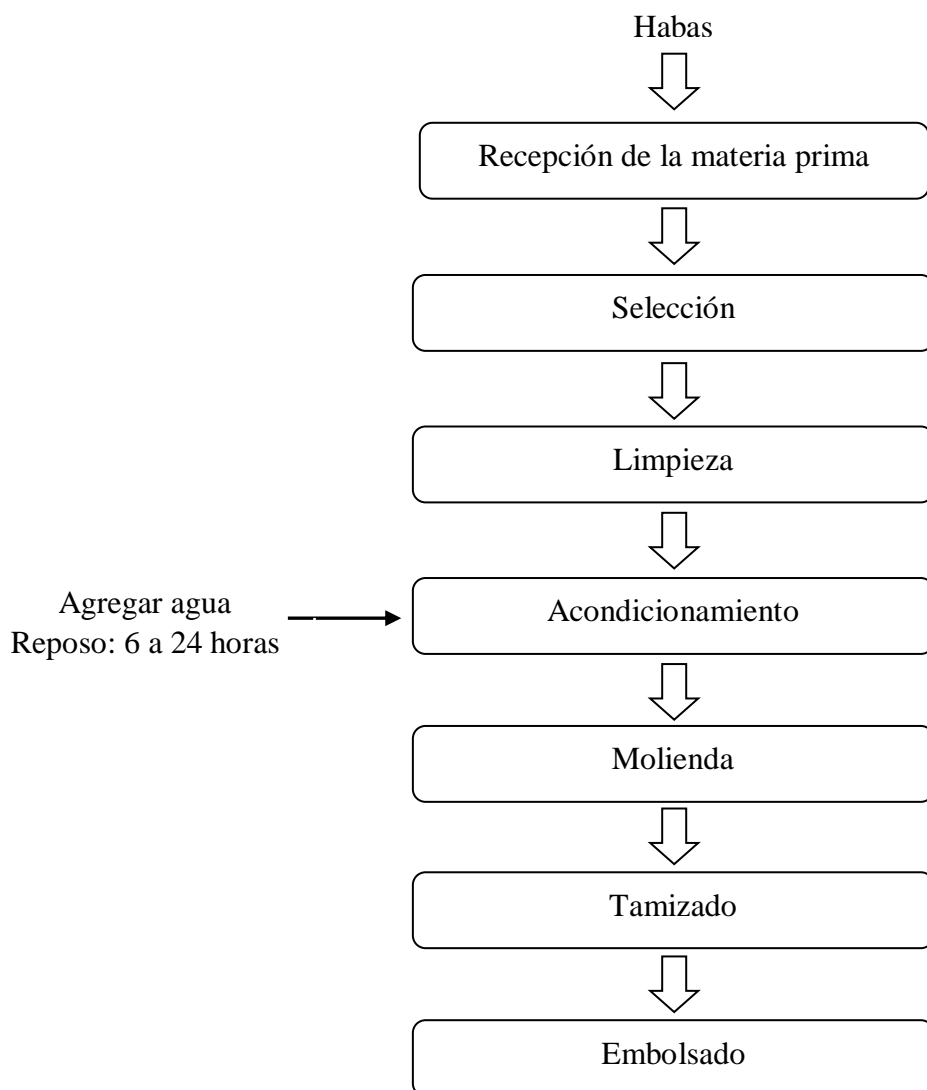
A continuación, se muestra en la figura 3, esquema del diseño experimental

**Figura 3. Diagrama del diseño experimental**



### 3.3.5. Diagrama de flujo de la harina de haba

*Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de harina de habas*



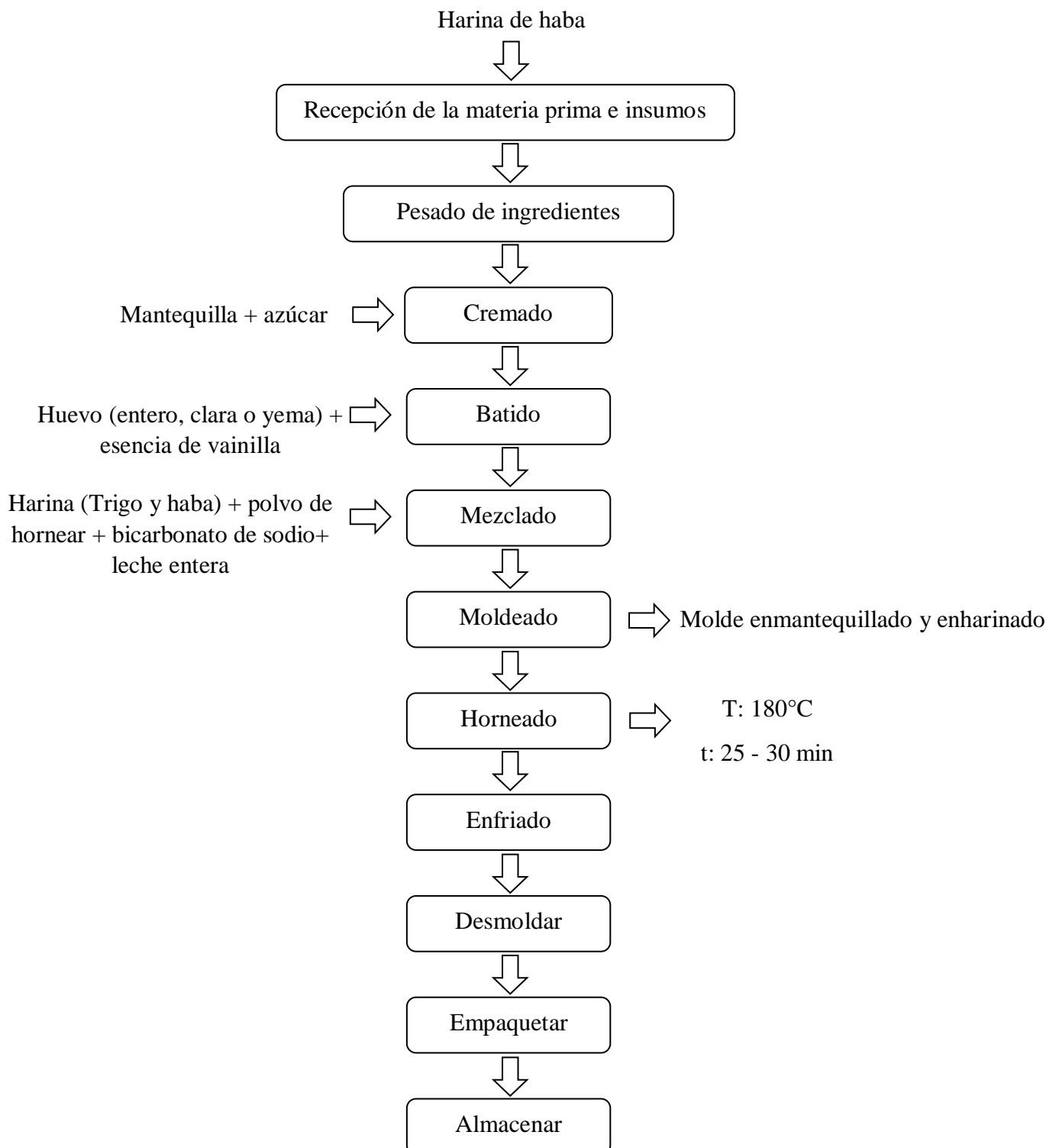
Nota: Adaptado de la autora Huamán Cerquera, Luz Celina, 2019.

- ❖ **Recepción de materia prima:** Los granos de habas son recepcionados en bolsas o sacos evitando al máximo la contaminación proveniente del entorno y de cualquier otra variación física del producto.
- ❖ **Selección:** se determina la cantidad de impurezas, humedad, granos dañados, tipos de granos, etc., y se almacenan en silos en espera del momento de ser procesado.

- ❖ **Limpieza:** las habas se limpian con tres elementos básicos; separados magnético, separadores con cribas y aspiración. Esto permite eliminar desde elementos metálicos hasta elementos livianos como el polvo.
- ❖ **Acondicionamiento:** se agrega agua a las habas y se deja reposar de 6 a 24 horas, esto con un doble propósito, aumentar la correosidad del grano de para permitir una separación más limpia del endospermo, y mejorar el estado físico del grano para aumentar la calidad de la harina.
- ❖ **Molienda:** es un proceso continuo que consta de cuatro etapas, la trituration que separa el endospermo del grano, este proceso consta de 5 o 6 trituciones, luego sigue la separación en donde el producto se separa en diferentes tamaños de partículas, a cada trituration le siguen sucesivas mallas de cernido; en la purificación mediante la combinación de cernido y aspiración se succionan las partículas del grano y finalmente en la compresión se utilizan rodillos lisos y mediante el ajuste de los mismos se producen diferentes grados de finura de la harina.
- ❖ **Tamizado:** Se realiza con mallas con el objetivo de obtener harina con módulo de finura de 0.4mm.
- ❖ **Embolsado:** se envasa en bolsas o sacos, su presentación puede ser en diferentes cantidades.

### 3.3.6. Diagrama de flujo del bizcocho

Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de bizcocho



Nota: Adaptado de la autora Benigna Diaz de Chomba, de su libro titulado

“¿Qué cocinaré hoy?” del año 2002.



- ❖ **Recepción de la materia prima e insumos:** esta operación consistió en la recepción de la harina de haba y la harina de trigo que fueron obtenidas del mercado de Cajamarca, ambas se encontraban perfectamente limpias e inocuas. Además de la recepción de todos los insumos necesarios para la preparación del bizcocho.
- ❖ **Pesado de ingredientes:** las muestras fueron preparadas a partir de la sustitución de la harina de trigo por harina de haba en un 30%, 50% y 75% respectivamente. Para cada nivel de sustitución se elaboró 3 tratamientos, uno con huevo entero, otro con clara de huevo y finalmente con yema de huevo. En esta operación se pesaron todos los ingredientes de acuerdo a las formulaciones establecidas en la tabla 1, tabla 2 y tabla 3.
- ❖ **Cremado:** en esta operación se mezclaron dos ingredientes (mantequilla y azúcar) hasta que estos formaron una mezcla suave, blanca y homogénea. Primero se bate la mantequilla a velocidad media y poco a poco se agregó el azúcar de manera que pueda integrarse de manera uniforme hasta obtener una mezcla cremosa y pálida. El objetivo del cremado es crear pequeñas burbujas de aire que puedan retener los gases que son producidos por el agente leudante.
- ❖ **Batido:** se bate de forma rápida y enérgica para mezclar el emulsificante hasta que espese y aumente su volumen o hasta obtener una preparación homogénea. En esta etapa la mezcla suele retener mayor cantidad de aire. Esta etapa se realizó con una batidora a velocidad media, se agregó el huevo entero, clara de huevo o yema de huevo dependiendo del

tratamiento que se preparó, además de incorporar la esencia de vainilla hasta obtener una mezcla uniforme.

- ❖ **Mezclado:** se agregaron los ingredientes secos (harina de haba, harina de trigo, polvo de hornear y bicarbonato de sodio) y la leche de manera intercalada, esta etapa se realizó de manera manual con la ayuda de un batidor de globo, con movimientos envolventes para evitar que la mezcla pierda el aire que ganó en la etapa previa.
- ❖ **Moldeado:** se tomó un molde y se cubrió con mantequilla todo el interior, luego se espolvoreó harina hasta cubrir por completo el molde, una vez que estuvo listo se vertió la mezcla en el centro del molde para permitir que la mezcla se esparciera uniformemente.
- ❖ **Horneado:** se tuvo el horno previamente recalentado por 15min a 180°C, se tuvo en cuenta la ubicación del molde, ya que la llama del horno se encuentra en la parte inferior, el molde se ubicó lo más pegado a la parte superior del horno para evitar que la parte inferior del bizcocho se queme. El horneado se realizó a la temperatura de 180°C por 25 – 30 min.
- ❖ **Enfriado:** una vez que el bizcocho fue retirado del horno se colocó en una rejilla y se dejó enfriar a temperatura ambiente por unos 15min, esta etapa fue muy importante ya que si desmoldábamos mientras el bizcocho estaba caliente podía romperse en pedazos y si lo dejábamos enfriar demasiado podía pegarse demasiado al molde.
- ❖ **Desmoldar:** esta operación consistió en retirar el bizcocho del molde, con la ayuda de una espátula o cuchillo se pasó por todo el borde del bizcocho para separarlo del molde, se trasladó a una rejilla de manea que no concentre humedad debajo del bizcocho y se dejó reposar 20min.

- ❖ **Empaquetado:** en esta operación el objetivo fue mantener las características del bizcocho por lo que se utilizó papel film transparente, se envolvió de manera que no queden agujeros por los que pudieran ingresar el aire, así evitamos que se seque y pierdan sus propiedades.
- ❖ **Almacenado:** una vez empaquetado el bizcocho fue colocado en un recipiente hermético y se ubicó en un lugar seco y a temperatura ambiente.

### 3.3.7. Formulación de los tratamientos

En las siguientes tablas se muestran las cantidades de los insumos utilizados para cada tratamiento.

*Tabla 1. Cantidades para los tratamientos que llevarán huevo entero*

Tratamiento	Huevo entero (g)	Harina de trigo (g)	Harina de habas (g)	Mantequilla (g)	Azúcar (g)	Leche (g)	Esencia de vainilla (g)	Polvo para hornear (g)	Bicarbonato (g)	Sal (g)
<b>T1</b>	212	175	75	150	230	128,75	1,2	3,7	0,8	0,6
<b>T4</b>	212	125	125	150	230	128,75	1,2	3,7	0,8	0,6
<b>T7</b>	212	75	175	150	230	128,75	1,2	3,7	0,8	0,6

*Tabla 2. Cantidades para los tratamientos que llevarán clara de huevo*

Tratamiento	Clara de huevo (g)	Harina de trigo (g)	Harina de habas (g)	Mantequilla (g)	Azúcar (g)	Leche (g)	Esencia de vainilla (g)	Polvo para hornear (g)	Bicarbonato (g)	Sal (g)
<b>T2</b>	212	175	75	150	230	128,75	1,2	3,7	0,8	0,6
<b>T5</b>	212	125	125	150	230	128,75	1,2	3,7	0,8	0,6
<b>T8</b>	212	75	175	150	230	128,75	1,2	3,7	0,8	0,6

**Tabla 3. Cantidades para los tratamientos que llevarán yema de huevo**

Tratamiento	Yema de huevo (g)	Harina de trigo (g)	Harina de habas (g)	Mantequilla (g)	Azúcar (g)	Leche (g)	Esencia de vainilla (g)	Polvo para hornear (g)	Bicarbonato (g)	Sal (g)
<b>T3</b>	212	175	75	150	230	128,75	1,2	3,7	0,8	0,6
<b>T6</b>	212	125	125	150	230	128,75	1,2	3,7	0,8	0,6
<b>T9</b>	212	75	175	150	230	128,75	1,2	3,7	0,8	0,6

### 3.3.8. Evaluación del color

Como sabemos, el color de los alimentos está influenciado por los cambios químicos, físicos y fisiológicos que ocurren durante el proceso de producción de los alimentos. Por lo tanto, el color es visto como una de las principales características de calidad en la industria alimentaria y para los consumidores al momento de seleccionar un producto, es por esto que Valdés Restrepo (2023) nos dice que con el avance en las investigaciones en la teoría del color y la creciente necesidad de estandarizar la medida del mismo, la Comisión Internacional de la Iluminación – CIE estableció el estándar de medición del color, éste estándar se basa en el espacio de color CIE y en las longitudes de onda de cada color. Estos sistemas de medición han permitido realizar una medida estandarizada del color y han sido usados en diversas investigaciones tecnológicas, permitiendo obtener resultados cuantitativos y logrando así medir el color de una manera no destructiva y objetiva de las tonalidades en los diferentes productos de la industria de alimentos.

Por esta razón, para la determinación del color del bizcocho se utilizó un colorímetro siguiendo el sistema CIE – Lab, determinándose los valores de L\* luminosidad (Negro 0/ Blanco 100), a\* (verde- / rojo+) y b\* (azul- /

amarillo+). Tomándose como referencia la muestra testigo y los valores de los distintos tratamientos. Para la diferencia total de color se utilizó:

$$\Delta E^* = [\Delta L^*2 + \Delta a^*2 + \Delta b^*2]^{1/2}$$

Para el estudio del perfil de color se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) comparando las variables independientes con cada una de las variables dependientes (espacio de color L\*a\*b\* del bizcocho).

El procedimiento que se siguió fue, primero nos aseguramos de que el colorímetro tenga baterías, luego se verificó la calibración según las instrucciones del fabricante. Después se seleccionó el área de la muestra que se deseaba analizar y acercamos el dispositivo a la muestra, se presionó el botón para iniciar la medición y esperamos hasta que el dispositivo procese la muestra y muestre el resultado. Además, se limpió el dispositivo cada vez que se cambiaba de muestra, esto para evitar que los resultados se alteren.

### **3.3.9. Evaluación de la textura**

Al medir la textura utilizando un texturómetro obtenemos información importante sobre la calidad de los alimentos, ya que se pueden cuantificar las propiedades físicas de cualquier producto alimenticio. Al conocer estas propiedades, los ingenieros de alimentos pueden optimizar los productos para aumentar la calidad de estos, Rodríguez Gutierrez (2019) nos dice que la textura es una de las características más apreciadas por el consumidor y sus propiedades relacionadas se caracterizan por ser difíciles de definir ya que son características subjetivas. La finalidad del texturómetro es definir uno o más ensayos que permitan la sustitución de la evaluación sensorial humana como herramienta para cuantificar y correlacionar las mediciones de textura sensorial con mediciones físicas (dureza, elasticidad, masticabilidad,

fracturabilidad y cohesibilidad), estableciendo estándares de calidad, conformidad con los requisitos de calidad, correlación sensorial y un alto nivel de confiabilidad.

Para el análisis de la textura de los distintos tratamientos del bizcocho se usó la ayuda de un texturómetro (Brookfield CT3), texturómetro con el que cuenta la escuela académica profesional de ingeniería en industrias alimentarias de la universidad nacional de Cajamarca. Se analizaron los parámetros mecánicos de textura (dureza, elasticidad, masticabilidad, gomosidad y cohesibilidad), teniendo como referencia la textura de la muestra testigo.

Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) comparando las 2 variables independientes con cada una de las variables dependientes (perfil de textura) en un diseño factorial multinivel.

El procedimiento que se siguió fue, primero preparamos la muestra a analizar, se cortó una muestra del bizcocho y fue colocada en recipientes pequeños, se introdujo la muestra en el equipo, se programó las variantes a analizar, se presionó el botón para iniciar la medición y esperamos hasta que el dispositivo procese la muestra y muestre el resultado.

#### **3.3.10. Evaluación de las características texturales (porosidad - microscopio)**

En los productos de panificación y pastelería la porosidad contribuye a la calidad del producto final, Shehzad (2010) nos dice que el mezclado y el horneado favorecen la distribución homogeneizada de los componentes de la harina, de la creación de asociaciones intermoleculares entre las proteínas del gluten y de la retención de aire, formando así la estructura de los productos finales.

Para esta evaluación se usó un análisis de imagen digital 2D con software ImageJ. Primero se preparó la muestra, se obtuvieron rebanadas de los distintos tratamientos.

Para la adquisición de las imágenes se utilizó la ayuda de un microscopio y una cámara, la imagen a color fue procesada en el software transformándola a escala de grises, para luego aplicar un proceso de umbralización y finalmente el número de poros formados de cada tamaño se estableció en base a una distribución geométrica (área).

La umbralización es uno de los más importantes métodos de segmentación. El objetivo es convertir una imagen en escala de grises a una nueva con sólo dos niveles, de manera que los objetos queden separados del fondo. (La Umbralización, 2020)

Es decir que el objeto de estudio (bizcocho) fue separado del fondo lo cual nos ayudó a medir y contar los espacios vacíos (poros).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el objetivo de determinar el porcentaje de reemplazo de harina de habas (*Vicia faba*) y del emulsificante (huevo) se evaluaron en el estudio, las concentraciones y el modo de añadir el emulsificante. Para esto se determinó el cambio de color de cada uno de los tratamientos utilizando un colorímetro, seguidamente se determinó la textura con la ayuda de un texturómetro y finalmente se calculó la porosidad de los tratamientos, utilizando el software ImageJ, esto con la finalidad de obtener un producto con características similares a un testigo.

En la tabla 4 se muestran los componentes de los diferentes tratamientos.

**Tabla 4. Queques elaborados con harina de habas y variación del emulsificante.**

	Porcentaje de harina de habas		
	30%	50%	70%
<b>Huevo entero</b>	T1	T4	T7
<b>Clara de huevo</b>	T2	T5	T8
<b>Yema de huevo</b>	T3	T6	T9

En la tabla 4 se observan las combinaciones de los 9 tratamientos, el tratamiento 1, 2 y 3 estuvieron compuestos por 30% de harina de habas con huevo entero, clara de huevo y yema de huevo respectivamente. Los tratamientos 4, 5 y 6 llevaron 50% de harina de habas con huevo entero, clara de huevo y yema de huevo respectivamente. Finalmente, los tratamientos 7, 8 y 9 contenían 70% de harina de habas con huevo entero, clara de huevo y yema de huevo respectivamente.

##### 4.1. Color

En la tabla 5 se muestran los resultados del color de la muestra testigo, que fue un queque tradicional, 100% de harina de trigo.



**Tabla 5. Resultados de color de la muestra testigo**

TESTIGO	L*	a*	b*
	51.8	0.17	16.41

En el cuadro anterior se tienen los valores obtenidos de la muestra testigo, donde L\* representa la luminosidad, mientras el valor de este aumente significa que la muestra es más luminosa. También se tiene el valor de a\* que representa los colores de roja a verde, mientras el valor sea mayor el color será más rojo, si el valor es menor el color es verde. Finalmente se tiene el valor de b\* que representa los colores de amarillo a azul, mientras el valor sea mayor el color será más amarillo, si el valor es menor el color es azul.

La evaluación del color es más que una expresión numérica. Generalmente es una evaluación de la diferencia del color (delta) de un estándar conocido, es por esto que CIELAB se usa para comparar los colores de dos objetos. En esta investigación se comparó el color de los nueve tratamientos con el testigo, la figura 6 nos muestra la diferencia de color que existe entre el testigo y cada uno de los tratamientos.

**Tabla 6. Resultados de  $\Delta E^*$** 

TRATAMIENTO	L*	a*	b*	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
TESTIGO	51.80	0.17	16.41	$\Delta E^* = [\Delta L^*2 + \Delta a^*2 + \Delta b^*2]1/2$			
1	48.10	1.83	15.22	-3.70	1.66	-1.19	4.23
2	49.06	2.12	19.33	-2.74	1.95	2.92	4.45
3	46.03	1.21	18.68	-5.77	1.04	2.27	6.29
4	45.84	1.83	15.16	-5.96	1.66	-1.25	6.31
5	47.57	2.17	18.20	-4.23	2.00	1.79	5.01
6	45.63	1.42	17.44	-6.17	1.25	1.03	6.38
7	44.19	2.29	15.25	-7.61	2.12	-1.16	7.98
8	46.64	2.69	16.34	-5.16	2.52	-0.07	5.74
9	44.62	2.13	17.37	-7.18	1.96	0.96	7.50

La tabla 6 nos muestra los resultados de  $\Delta E^*$  que es la distancia total o diferencia total de color entre el testigo y cada uno de los tratamientos, por lo que observamos que los tratamientos T1 y T2 son los que tienen una menor diferencia respecto al testigo. Para interpretar mejor estos resultados se realizó un análisis por cada parámetro.

#### 4.1.1. Luminosidad

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la luminosidad, obtenidos en los diferentes tratamientos.

**Tabla 7. Luminosidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.**

Resultados de L*	
Tratamientos	Promedio
T1	48.10 $\pm$ 1.03
T2	49.06 $\pm$ 1.30
T3	46.03 $\pm$ 0.36
T4	45.84 $\pm$ 0.49
T5	47.57 $\pm$ 0.18
T6	45.63 $\pm$ 0.31
T7	44.19 $\pm$ 0.41
T8	46.64 $\pm$ 0.45
T9	44.62 $\pm$ 0.28

En la tabla 7 tenemos los resultados de los nueve tratamientos respecto a la luminosidad que es la claridad u oscuridad que tiene un color o también se puede determinar como la cantidad de luz que tiene un matiz. Además, observamos la variación de los resultados de todos los tratamientos.

En la tabla 8 se muestran los resultados del análisis de varianza de la luminosidad; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables independientes, % de harina de habas y emulsificante sobre los resultados obtenidos. Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.

**Tabla 8. Análisis de Varianza de L\***

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	29.98	14.9898	36.35	0.000
E	2	26.195	13.0974	31.76	0.000
%Hh*E	4	5.230	1.3076	3.17	0.039
Error	18	7.423	0.4124		
Total	26	68.828			
R-cuad.	89.21%				
R-cuad(ajustado)	84.42%				

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Podemos observar que ambas variables influyen directamente en los resultados de la luminosidad, la interacción de ambas variables también muestra un efecto significativo, pero es menor que al estar por separado, para poder determinar que tratamientos tiene mayor diferencia se realizó la prueba de Tukey.

En la tabla 9 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 9. Comparación de medias de Tukey para la luminosidad**

%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	48.10	A B
T2	3	49.06	A
T3	3	46.03	C D E
T4	3	45.84	C D E F
T5	3	47.57	A B C
T6	3	45.63	D E F
T7	3	44.19	F
T8	3	46.64	B C D
T9	3	44.62	E F
Testigo		51.80	A

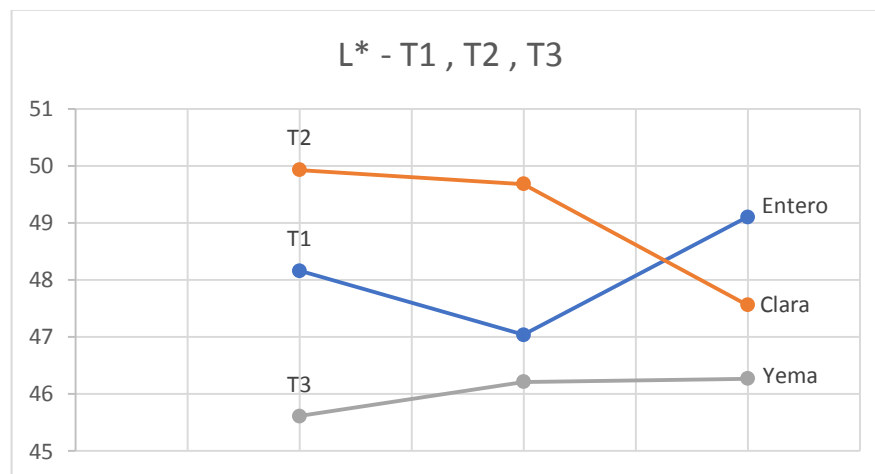
En el caso de la luminosidad, los tratamientos que pertenecen a la letra A se asemejan o tienen una pequeña similitud a la muestra testigo. Podemos observar

que el T1, T4 tienen una similitud al testigo, pero se puede decir que el T2 es equivalente. Para poder identificar que ocasiona estas diferencias y similitudes los tratamientos fueron evaluados en tres grupos, separados por el contenido de habas, el primer grupo que corresponde al tratamiento 1, 2 y 3 tuvieron 30% de harina de habas, los tratamientos 4, 5 y 6 que tuvieron 50% de harina de habas y los tratamientos 7, 8 y 9 que tuvieron 70% de harina de habas.

A continuación, se muestran las gráficas de los tres grupos de tratamientos.

#### 4.1.1.1. Queques con 30% de harina de habas y variación del emulsificante

**Figura 6. Luminosidad en los tratamientos T1, T2 y T3**



Podemos observar que el tratamiento T3 que llevó yema de huevo y 30% de harina de habas es menos luminoso, mientras que el T1 y T2 tienen una pequeña similitud, el tratamiento T2 que solo lleva clara de huevo tiene una mayor luminosidad, mientras que el T1 que lleva el huevo entero está a la mitad de T2 y T3, por lo que podemos decir que la clara le da una mayor luminosidad mientras que la yema oscurece el producto.

Guardado Sánchez (2019) nos dice que en el parámetro luminosidad ( $L^*$ ), el huevo proporciona una menor luminosidad a la masa, esto se relaciona con la capacidad de los huevos de proporcionar un color oscuro a la masa, debido principalmente a

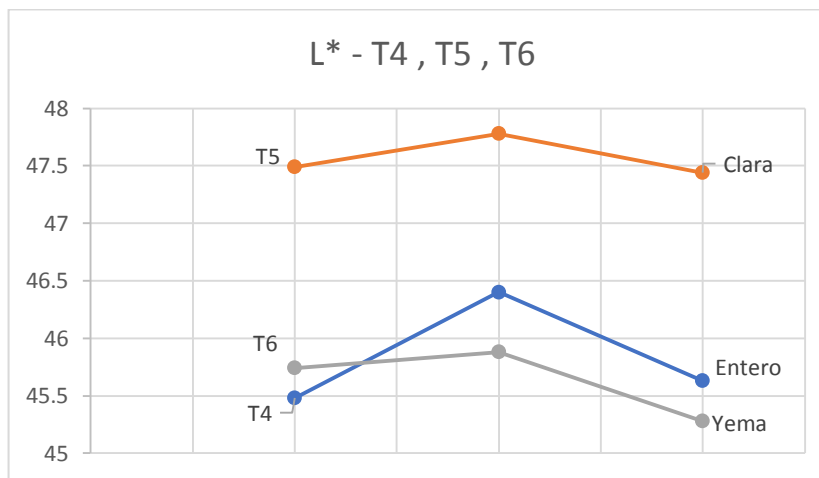
la yema. INPROVO (2019) nos dice que el color de la yema se debe a los carotenoides y xantofilas que contiene, estos son unos pigmentos que provienen de la alimentación de las gallinas.

Además, sabemos que al someter el huevo a altas temperaturas este toma un color oscuro, Miguel A. Lurueña (2021) explica que esto se trata de una reacción química que ocurre al tener el huevo sometido a altas temperaturas, la clara libera sulfuro de hidrógeno, que al reaccionar con el hierro que contiene la yema forma sulfuro ferroso. Pero la clara no es el único componente que libera sulfuro de hidrógeno, Zouhal et al. (2019) indica que los lácteos y las leguminosas son alimentos ricos en azufre, lo que favorece la producción de sulfuro de hidrógeno. Esto aumenta la reacción con el hierro que presenta la yema de huevo dando así un color más oscuro al tratamiento que contiene mayor cantidad de yema (T3).

Esto explica porque en la figura 6 el tratamiento T2 que solo contiene clara de huevo es más luminoso a comparación de los otros tratamientos, ya que al no contener yema de huevo y un menor porcentaje de hierro, el sulfuro de hidrógeno tiene una reacción menor pero no inactiva, puesto que la yema no es el único componente que contiene hierro.

#### 4.1.1.2. Queques con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 7. Luminosidad en los tratamientos T4, T5 y T6**



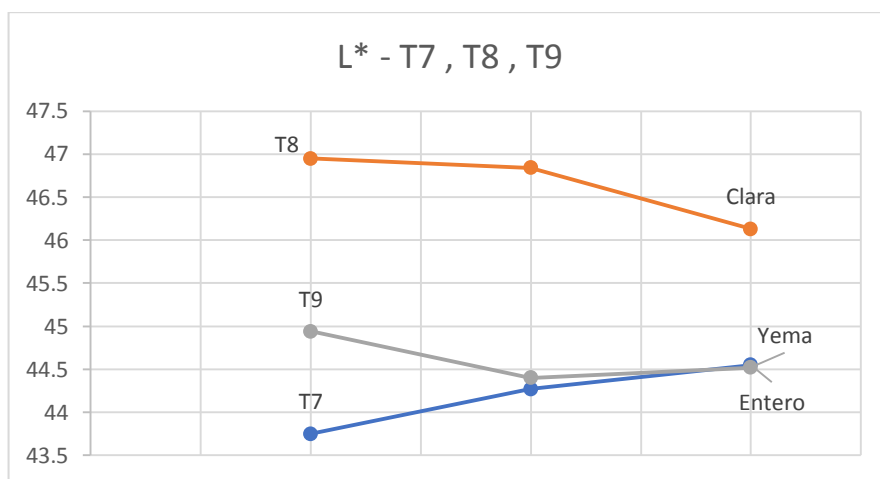
En la figura 7 los tratamientos llevan 50% de harina de habas y se puede observar un comportamiento similar a los tratamientos de la figura 6, el tratamiento T5 que lleva clara de huevo es más luminoso que los otros dos tratamientos, pero en este grupo podemos observar que el T6 y T4 tienen similitud, lo que nos indica que al aumentar la harina de habas y contener yema de huevo la luminosidad disminuye. Pero al igual que en la figura 6 se observa que el que contiene mayor porcentaje de yema (T6) es menos luminoso.

En el artículo de TecnoExplora (2019), nos explica que la composición de la clara del huevo es principalmente agua, pero el resto está compuesto por decenas de proteínas, como las albúminas, estas son las responsables de que la clara del huevo se torne blanca al someterla a temperaturas elevadas. Esto es debido a la desnaturalización, se trata de una reacción química donde la estructura compleja de las proteínas se rompe y da lugar así a composiciones más simples. Rodríguez (2021) también nos dice que mientras el huevo está crudo, sus proteínas se encuentran estables en forma de ovillo y al aplicar calor sobre él, las proteínas pierden esa estabilidad y pasan de estar enrolladas a estirarse. Para volver a ser

estables, las proteínas se van uniendo entre ellas en lo que se conoce como proceso de desnaturalización. Las proteínas se vuelven insolubles, terminan coagulando y es entonces cuando percibimos la clara de color blanco. Es por la desnaturalización de proteínas que las claras ofrecen una mayor luminosidad a las masas y esto se evidencia en el T5 que lleva 50% de harina de habas y clara de huevo, siendo este el más luminoso de este grupo.

#### 4.1.1.3. Queques con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 8. Luminosidad en los tratamientos T7, T8 y T9**



En este grupo de tratamientos se observa el mismo comportamiento que en la figura 6 y la figura 7, el tratamiento T8 que tuvo solo clara de huevo es el más luminoso mientras que T7 y T9 tuvieron cierta similitud, esto es por el contenido de yema, pero además puede ser por el porcentaje de harina de habas ya que en este grupo los tratamientos tuvieron 70% de harina de habas.

García (2017) indica que algunos alimentos de un color verde intenso tienen ese aspecto porque contienen clorofila y la pérdida del color verde en estos alimentos se produce debido a una destrucción o alteración de esas moléculas de clorofila durante la cocción. Xeitosiña (2011) nos dice que el consumo de clorofila resulta beneficioso para nuestro organismo, además es una importante fuente de magnesio,

sin embargo, este pigmento se puede degradar fácilmente durante el proceso de cocción, perdiendo magnesio y haciendo que los alimentos que lo contienen pasen de un característico color verde brillante a un verde oscuro apagado, a veces incluso pardusco. Es por esto que al aumentar el porcentaje de harina de habas la luminosidad de los tratamientos disminuye, y recopilando la información de los grupos de tratamientos anteriores (figura 6 y figura 7), evidenciamos que la harina de habas y la yema de huevo disminuyen la luminosidad mientras que la clara la aumenta.

#### 4.1.2. $a^*$ (+a indica rojo, -a indica verde)

En la siguiente tabla se muestran los resultados de  $a^*$ , obtenidos en los diferentes tratamientos.

**Tabla 10.  $a^*$  en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.**

Resultados de $a^*$	
Tratamientos	Promedio
T1	1.83 ± 0.13
T2	2.12 ± 0.31
T3	1.21 ± 0.47
T4	1.83 ± 0.18
T5	2.17 ± 0.01
T6	1.42 ± 0.21
T7	2.29 ± 0.09
T8	2.69 ± 0.16
T9	2.13 ± 0.07

En la tabla anterior tenemos los resultados de los nueve tratamientos respecto a  $a^*$  que representa las tonalidades rojas y verdes, si el valor aumenta la tonalidad será roja y si disminuye será verde.

En la tabla 11 se muestran los resultados del análisis de varianza para  $a^*$ ; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables independientes, %



de harina de habas y emulsificante, sobre los resultados obtenidos. Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.

**Tabla 11. Análisis de Varianza de  $a^*$**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	2.2551	1.12754	22.68	0.000
E	2	2.4833	1.24164	24.97	0.000
%Hh*E	4	0.1662	0.04156	0.84	0.520
Error	18	0.8951	0.04973		
Total	26	5.7997			
R-cuad.	84.57%				
R-cuad(ajustado)	77.71%				

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Se pudo observar que ambas variables influyen directamente en los resultados de  $a^*$ , mientras que la interacción de ambas variables no muestra un efecto significativo, para identificar que tratamientos presentan una mayor diferencia se realizó la prueba de Tukey.

En la tabla 12 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 12. Comparación de medias de Tukey para  $a^*$**

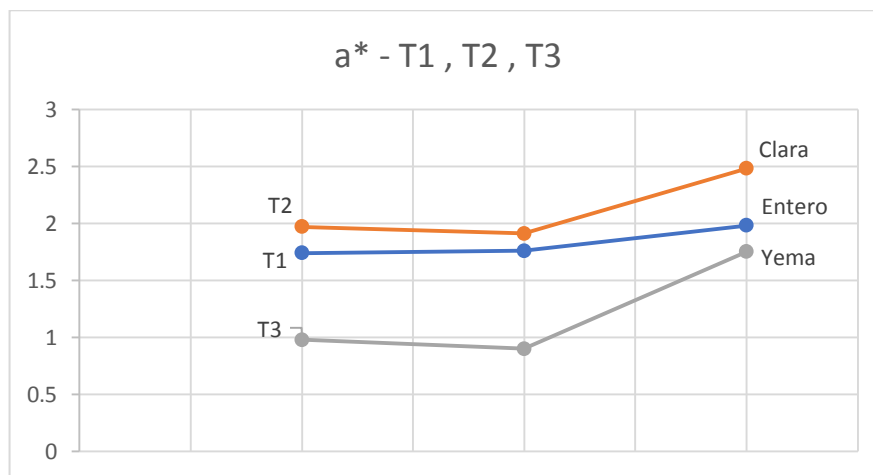
%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	1.827	B C
T2	3	2.120	A B
T3	3	1.210	C
T4	3	1.830	B C
T5	3	2.170	A B
T6	3	1.420	C
T7	3	2.293	A B
T8	3	2.693	A
T9	3	2.127	A B
Testigo		0.17	C D

En el caso de  $a^*$ , la muestra testigo pertenece a CD, los tratamientos que llevan la letra C tienen una pequeña similitud a la muestra testigo. Además, se puede observar que los tratamientos que no llevan yema no tienen ninguna similitud con el testigo, así como tampoco los tienen los tratamientos con el 70% de harina de habas. Para poder explicar estas diferencias los resultados fueron evaluados en tres grupos, el primer grupo que corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3 con 30% de harina habas, el segundo grupo fueron los tratamientos 4, 5 y 6 con 50% de harina de habas y el último grupo los tratamientos 7, 8 y 9 con 70% de harina de habas; cada grupo contiene un tratamiento con huevo entero, uno con clara y uno con yema, respectivamente.

A continuación, se muestran las gráficas de los tres grupos de tratamientos.

#### 4.1.2.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 9.  $a^*$  en los tratamientos T1, T2 y T3**

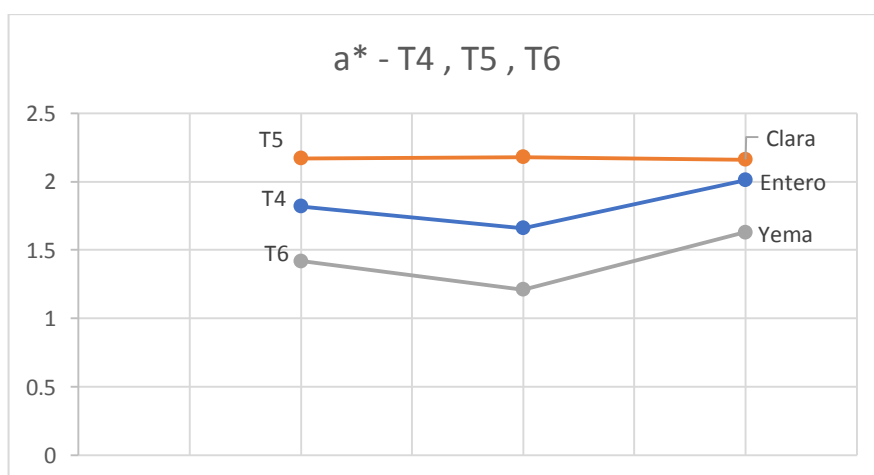


En la figura 9 podemos observar los tratamientos con 30% de harina de habas y evidenciamos que el tratamiento T3 que tuvo yema de huevo tiene una mayor tendencia al color verde, mientras que T1 y T2 que tuvieron clara de huevo presentan tonalidades rojizas, el T2 que solo llevó clara de huevo presenta mayor tendencia al color rojo. Como se vio anteriormente en el parámetro de luminosidad

en las figuras 6, 7 y 8, la yema de huevo cambia de color al exponerlo a altas temperaturas, Nuñez (2023) nos dice a una temperatura demasiado alta, el azufre de la clara se combina con el hierro de la yema y se crea sulfuro ferroso, caracterizado por el peculiar tinte verdoso. Pero como sabemos la clara no es el único componente que posee azufre, para explicar detalladamente Ramírez (2023) reporta que lo que sucede específicamente es que el hierro (Fe), contenido de manera natural en la yema del huevo, y el azufre, proveniente de dos aminoácidos (cisteína y metionina) que conforman las proteínas de la clara y que es liberado en gran parte por la elevación de la temperatura de manera prolongada en forma de sulfuro de hidrógeno, reaccionan entre sí y dan como resultado la formación de sulfuro de hierro, un compuesto verde grisáceo. Es por esta reacción química que las tonalidades verdosas incrementan al tener una mayor concentración de yema de huevo y esto se puede evidenciar en el T3 que solo contiene yema de huevo y es el que tiene una mayor tonalidad verdosa.

#### 4.1.2.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 10.  $a^*$  en los tratamientos T4, T5 y T6**



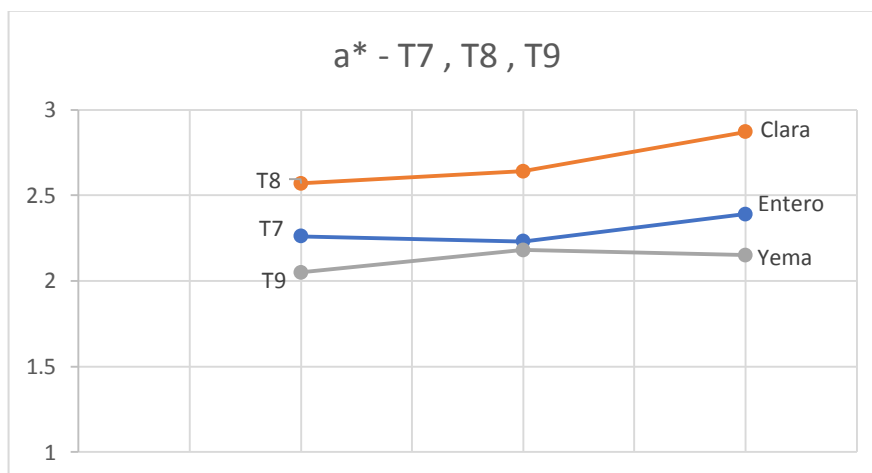
En la figura 10 observamos que el tratamiento T6 que contiene solo yema de huevo tiene una mayor tendencia a las tonalidades verdosas, mientras que el T5 que solo

contiene clara tiene tonalidades rojizas. Como reporta Nuñez (2023) esto se debe a la reacción química del hierro que está presente en la yema, además podemos observar que al aumentar el porcentaje de harina de habas la diferencia que se presente entre cada uno de los tratamientos aumenta de manera progresiva.

Además, las habas tienen un color verde por la presencia de clorofila, la Universidad EAFIT (2015) nos dice que el color con el que percibimos un objeto cualquiera está determinado por el tipo de longitud de onda que ese objeto NO absorbe, partiendo de esto, podemos decir entonces que la clorofila es verde porque precisamente NO absorbe las longitudes de onda del espectro de la luz que corresponden al verde, lo reflejan y al reflejarlo, nosotros lo percibimos como "verde". Al aumentar el porcentaje de harina de habas, se tiene un mayor porcentaje de clorofila en los tratamientos, es por esto que los tratamientos aumentan sus tonalidades verdosas al aumentar el porcentaje de harina de habas, esto lo observamos al aumentar al 50% de harina de habas, ya que en la figura 9 los tratamientos contienen 30% de harina de habas y presentan resultados menores.

#### 4.1.2.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.

*Figura 11.  $a^*$  en los tratamientos T7, T8 y T9*



En la figura 11 los tratamientos tienen el 70% de harina de habas y observamos un comportamiento similar a la figura 10 y figura 9, el tratamiento T8 que lleva clara tiene tonalidades más rojizas, mientras que el tratamiento T9 que lleva yema es más verdoso además el aumento del porcentaje de harina de habas influye más en este grupo de tratamientos. Mejía (2020) reporta que, en la elaboración de galletas a partir de harina de habas, los resultados que se tuvieron fueron un color verde con una tonalidad pastel. Arévalo et al. (2011) reporta que en las galletas de harina de trigo mediante la adición de harina de haba (10%, 20% y 30%) se obtuvo colores oscuros en el producto final, denotando una gran diferencia en los que presentaban mayor porcentaje de harina de habas. Esto también lo podemos evidenciar en este grupo de tratamientos que llevan el 70% de harina de habas.

#### 4.1.3. $b^*$ (+b indica amarillo, -b indica azul)

En la siguiente tabla se muestran los resultados de  $b^*$ , obtenidos en los diferentes tratamientos.

**Tabla 6.  $b^*$  en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.**

Resultados de $b^*$	
Tratamientos	Promedio
T1	15.22 ± 1.11
T2	19.33 ± 0.12
T3	18.68 ± 0.41
T4	15.16 ± 0.22
T5	18.20 ± 0.13
T6	17.44 ± 0.19
T7	15.25 ± 0.25
T8	16.34 ± 0.31
T9	17.37 ± 0.25

En la tabla anterior tenemos los resultados de los nueve tratamientos respecto a  $b^*$  que representa las tonalidades amarillas y azules, si el valor aumenta la tonalidad será amarilla y si disminuye será azul.

En la tabla 14 se muestran los resultados del análisis de varianza para  $b^*$ ; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables independientes, % de harina de habas y emulsificante, sobre los resultados obtenidos. Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.

**Tabla 14. Análisis de Varianza de  $b^*$**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	9.173	4.5866	23.63	0.000
E	2	43.183	21.5916	111.25	0.000
%Hh*E	4	7.766	1.9415	10	0.000
Error	18	3.493	0.1941		
Total	26	63.616			
R-cuad.	94.51%				
R-cuad(ajustado)	92.07%				

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Podemos observar que ambas variables influyen directamente en los resultados de  $b^*$ , al igual que la interacción de ambas variables muestra un efecto significativo.

En la tabla 15 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 15. Comparación de medias de Tukey para b\***

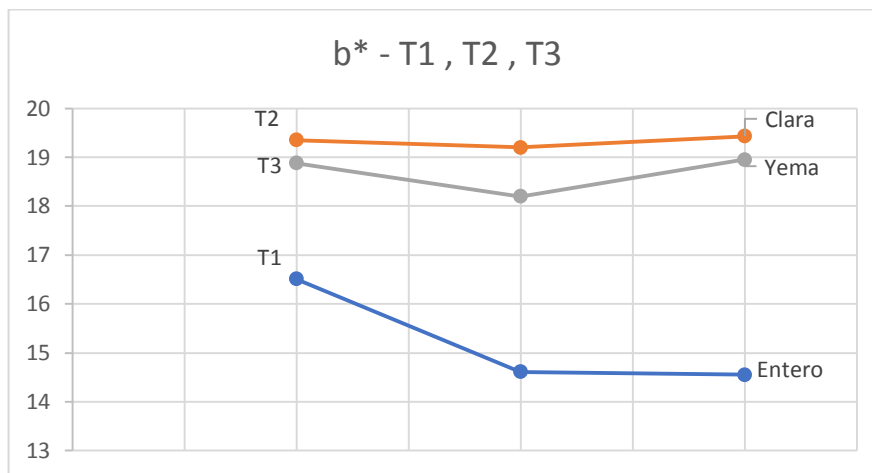
%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	15.223	E
T2	3	19.327	A
T3	3	18.677	A B
T4	3	15.157	E
T5	3	18.200	A B C
T6	3	17.443	B C D
T7	3	15.253	E
T8	3	16.337	D E
T9	3	17.367	C D
Testigo		16.410	C D E

En el caso de b\*, la muestra testigo pertenece a CDE, los tratamientos que llevan las mismas letras del testigo tienen una pequeña similitud a esta. Podemos observar que en la mayoría de tratamientos se tienen al menos una de las letras lo que los hace mínimamente semejantes, para entender las similitudes los resultados fueron evaluados en tres grupos, el primer grupo que corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3 con 30% de harina habas, el segundo grupo los tratamientos 4, 5 y 6 con 50% de harina de habas y el último grupo los tratamientos 7, 8 y 9 con 70% de harina de habas; cada grupo contiene un tratamiento con huevo entero, uno con clara y uno con yema, respectivamente.

A continuación, se muestran las gráficas de los tres grupos de tratamientos.

#### 4.1.3.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.

Figura 12.  $b^*$  en los tratamientos T1, T2 y T3



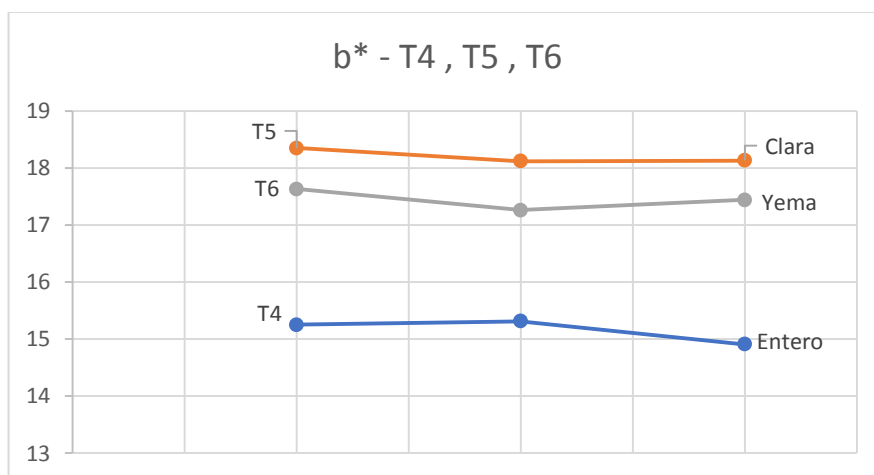
En la figura 12 observamos que los tres tratamientos presentan tonalidades amarillas, el T2 que es el que lleva clara de huevo tiene las tonalidades amarillas más resaltantes, mientras que las tonalidades en el T1 que lleva huevo entero son menores. La tonalidad amarilla la obtenemos de la yema de huevo, Welnia (2022) nos dice que la yema de huevo es amarilla porque en ella se depositan los pigmentos carotenoides, de colores amarillos y rojos, procedentes de la alimentación de las gallinas. Pero la yema no es la única que presenta tonalidades amarillas, Zeratsky et al. (2023) nos mencionan que la mantequilla es amarilla por la cantidad de grasa, ya que es rica en pigmentos betacarotenos. Por otro lado Benavente (2014) nos dice que cuando aplicamos calor sobre un huevo, las proteínas que se encuentran en suspensión en la clara comienzan a agitarse y a chocar entre sí esto rompe los enlaces débiles que las mantienen enrolladas, haciendo que las proteínas se vayan estirando y formen nuevos enlaces, eso es lo que provoca que la clara se vuelva opaca y blanca. Entonces, tenemos dos colores amarillo y blanco, Posca (2021) explica que la gran particularidad del blanco es que es un color neutro que puede ser frío o cálido según su matiz y tiene la capacidad única de resaltar o variar la



intensidad de otro color. Es por esto que el tratamiento T2 que lleva clara de huevo tiene las tonalidades amarillas más resaltantes, el T3 tiene mayor tonalidad de amarillo por el porcentaje de yema, pero al no contar con la clara para intensificar el color su tonalidad es menor al T2.

#### 4.1.3.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 13.  $b^*$  en los tratamientos T4, T5 y T6**



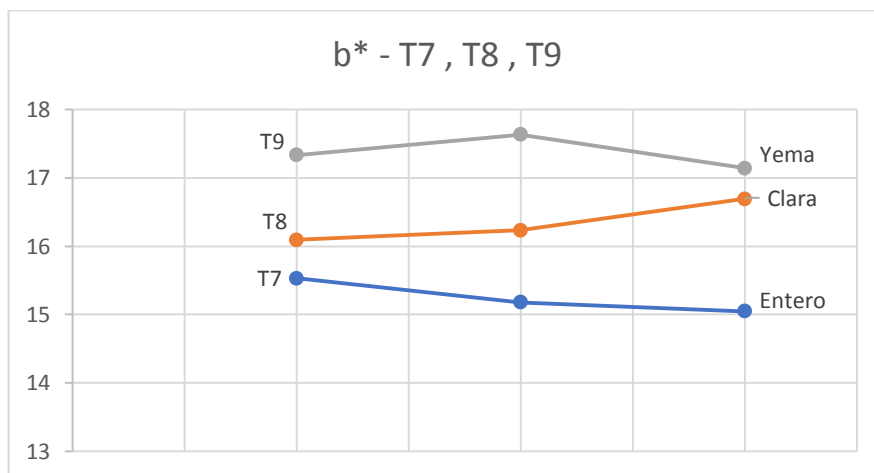
En la figura 13 los tratamientos presentan el 50% de harina de habas y se puede observar el mismo comportamiento que en la figura 12, el T5 que contiene clara de huevo es el que tiene la tonalidad amarilla más resaltante mientras que el T6 es mayor al T4 por la concentración de la yema.

En la Teoría Del Color, Unayta (2018) nos dice que el tono es el color en sí mismo, es la cualidad que define la mezcla de un color con el blanco o con el negro y la saturación constituye la pureza del color respecto al gris, y depende de la cantidad de blanco que presente, cuanto más saturado está un color, más puro es y menos mezcla de gris posee. Esto nos explica porque el T5 tiene la tonalidad amarilla más resaltante ya que al presentar una mayor saturación, es decir, mayor porcentaje de blanco, el color amarillo es más puro. Además, podemos observar que las tonalidades de los tres tratamientos han disminuido gradualmente respecto al grupo

anterior (figura 12), esto se debe al aumento del porcentaje de harina de habas, ya que como se vio anteriormente (figura 11), la harina de habas proporciona una tonalidad verdosa.

#### 4.1.3.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 14.  $b^*$  en los tratamientos T7, T8 y T9**



En la figura 14 se puede observar que el tratamiento T9 que solo lleva yema de huevo es el que tiene la tonalidad amarilla más resaltante, mientras que el T8 que solo lleva clara presenta una tonalidad menor, esto se debe al porcentaje de harina de habas ya que en este grupo el porcentaje es del 70%, lo que nos proporciona tonalidades verdosas. Como se explicó en la figura 11 y como lo explica Elcacho (2020) el color verde se debe a unos pigmentos llamados clorofilas.

Desarrolloweb (2004) nos dice que a medida que a un color se le agrega más negro, se intensifica dicha oscuridad y se obtiene un valor más bajo y a medida que a un color se le agrega más blanco se intensifica la claridad del mismo por lo que se obtienen valores más altos. Es por esto que al tener un mayor porcentaje de tonalidades verdes las otras tonalidades disminuirán ya que el color blanco que proporciona la clara de huevo intensificará el color más prominente, esto es lo que sucede con el tratamiento T8, al no contener yema de huevo su color más

prominente es el verde, mientras que en el T9 el tono más sobresaliente es el amarillo por presentar el mayor porcentaje de yema.

## 4.2. Textura

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la textura de la muestra testigo, que fue un queque tradicional, 100% de harina de trigo.

**Tabla 16. Resultados de la textura de la muestra testigo**

TEXTURA					
TESTIGO	Elasticidad (mm)	Dureza (N)	Cohesividad	Masticabilidad (J)	Gomosidad (N)
	3.66	9.94	0.93	0.03	9.44

La tabla 16 nos muestra los resultados de la textura de la muestra testigo que fue un queque tradicional, donde tenemos como primer parámetro a la elasticidad, que es la capacidad que tiene la muestra de recuperar su forma inicial después de haber ejercido una fuerza sobre ella; seguido tenemos a la dureza, que es la fuerza necesaria para lograr una deformación, el siguiente parámetro es la cohesividad que indica el grado de compresión que soportan los queques antes de desmigajarse. Otro parámetro es la masticabilidad, que es la energía que se necesita para masticar un alimento y por último la gomosidad, que es el producto de la dureza por la cohesividad, y representa la energía necesaria para desintegrar un alimento para que éste pueda ser ingerido.

### 4.2.1. Elasticidad

Propiedad de la textura relativa a la rapidez de recuperación de la deformación después de la aplicación de una fuerza y al grado de dicha recuperación (Alfa editores, 2019).

En la tabla 17 se muestran los resultados de la elasticidad, obtenidos en los diferentes tratamientos.

**Tabla 17. Elasticidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.**

Resultados de la elasticidad	
Tratamientos	Promedio
T1	4.29 ± 0.60
T2	2.76 ± 0.32
T3	3.76 ± 0.16
T4	2.76 ± 0.23
T5	2.46 ± 0.07
T6	4.15 ± 0.57
T7	3.30 ± 0.36
T8	2.54 ± 0.23
T9	8.05 ± 0.20

En la tabla anterior tenemos los resultados de los nueve tratamientos respecto a la elasticidad que representa la capacidad que tienen las muestras de recuperar su forma inicial después de haber ejercido una fuerza sobre ellas.

En la tabla 18 se muestran los resultados del análisis de varianza para la elasticidad; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables independientes, % de harina de habas y emulsificante, sobre los resultados obtenidos. Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.

**Tabla 18. Análisis de Varianza de la elasticidad**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	10.637	5.3185	43.66	0.000
E	2	35.147	17.5734	144.25	0.000
%Hh*E	4	26.815	6.7037	55.03	0.000
Error	18	2.193	0.1218		
Total	26	74.791			
R-cuad.		97.07%			
R-cuad(ajustado)		95.76%			

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Podemos observar que ambas variables influyen directamente en los resultados de la elasticidad, al igual que la interacción de ambas variables muestra un efecto significativo, para evaluar que tratamientos presenta una mayor diferencia se realizó la prueba de Tukey

En la tabla 19 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 19. Comparación de medias de Tukey para la elasticidad**

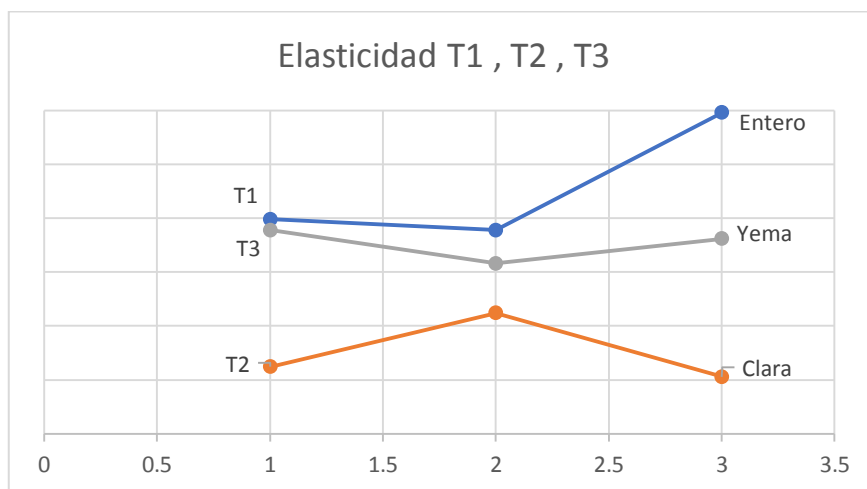
%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	4.29	B
T2	3	2.76	C
T3	3	3.76	B C
T4	3	2.76	C
T5	3	2.46	C
T6	3	4.15	B
T7	3	3.30	B
T8	3	2.54	C
T9	3	8.05	A
Testigo		3.66	B C

En el caso de la elasticidad, la muestra testigo pertenece a BC, además observamos que la mayoría de los tratamientos llevan por lo menos una letra del testigo, lo que nos indica que son mínimamente similares a esta, con excepción del T9 que es significativamente diferente, para explicar esta diferencia los resultados fueron evaluados en tres grupos, el primer grupo que corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3 con 30% de harina habas, el segundo grupo los tratamientos 4, 5 y 6 con 50% de harina de habas y el último grupo los tratamientos 7, 8 y 9 con 70% de harina de habas; cada grupo contiene un tratamiento con huevo entero, uno con clara y uno con yema, respectivamente.

A continuación, se muestran las gráficas de los tres grupos de tratamientos.

#### 4.2.1.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 15. Elasticidad en los tratamientos T1, T2 y T3**

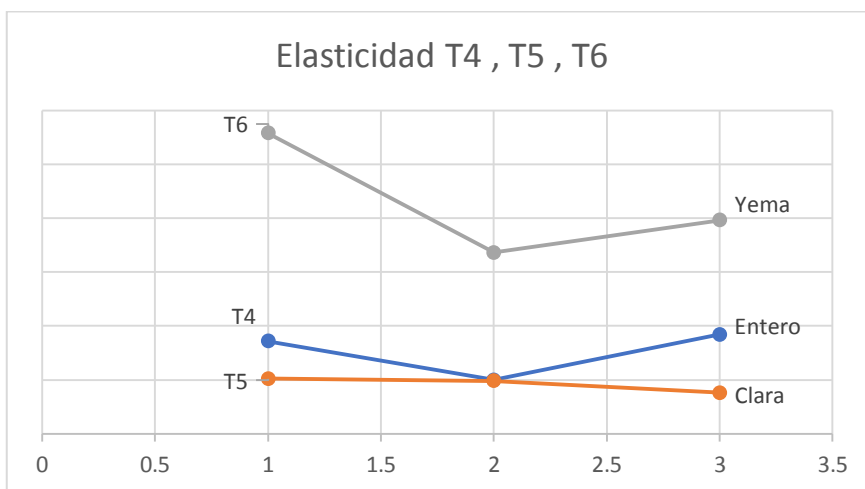


En la figura 15 observamos que el tratamiento que presenta mayor elasticidad es el T1 que lleva 30% de harina de habas y huevo entero, además el T3 también presenta una elasticidad significativa, este tratamiento solo lleva yema de huevo.

Sanchez (2008) menciona que el gluten es responsable de la elasticidad de la masa de harina, lo que permite su fermentación, así como la consistencia elástica de las masas horneadas. Por otro lado Baker Bettie (2022) nos dice que la grasa de las yemas de huevo ayuda a acortar las hebras de gluten en la masa, aumentando la elasticidad del gluten. Además, Oses (2021) también nos menciona que las claras batidas atrapan el aire y crean miles de burbujas, consiguiendo aportar elasticidad a las masas. Es por esto que el T1 es la muestra más elástica ya que contiene los 3 insumos necesarios (harina de trigo, clara y yema) para aportar elasticidad, mientras que el T2 al no contener yema no cuenta con el insumo para acortar las hebras de gluten.

#### 4.2.1.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 16. Elasticidad en los tratamientos T4, T5 y T6**

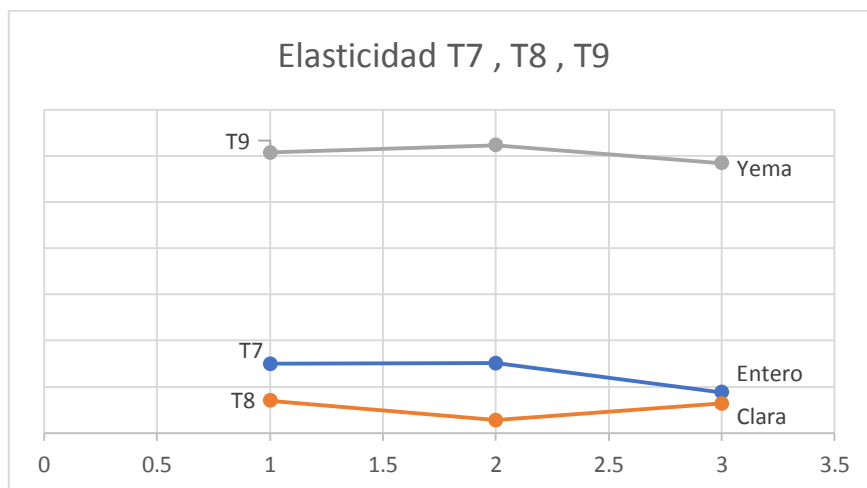


En la figura 16 los tratamientos presentan 50% de harina de habas y podemos observar que el T4 y T5 que llevan huevo entero y clara de huevo respectivamente, no presentan una diferencia significativa, mientras que el T6 que lleva yema de huevo es el tratamiento con mayor elasticidad, como se mencionó anteriormente y como nos menciona Castillo (2016) las yemas aportan elasticidad a la masa y posee un efecto aglutinante gracias a las proteínas; además en la figura 15 se mencionó que el gluten es el que proporciona elasticidad, Carreira (2020) menciona que el gluten de trigo está formado por las proteínas llamadas gluteninas y gliadinas y es el responsable de que la harina de trigo sea panificable, las gluteninas le aportan elasticidad a la masa, de modo que cuando se estira tiende a recuperar su forma original y las gliadinas le proporcionan pegajosidad a la masa, al mismo tiempo que son responsables de su extensibilidad, es decir, que se extiende sin llegar a romperse. Como se mencionó anteriormente la harina de habas no contienen gluten, esto explica porque los tratamientos disminuyen su elasticidad al aumentar el porcentaje de harina de habas, como se evidencia en los tratamientos T4 y T5 que contienen huevo

entero y clara de huevo respectivamente, mientras que el tratamiento T6 que contiene mayor porcentaje de yema es el que presenta una mayor elasticidad.

#### 4.2.1.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 17. Elasticidad en los tratamientos T7, T8 y T9**



En la figura 17 los tratamientos presentan un 70% de harina de habas y se observa el mismo comportamiento que en la figura 16, el tratamiento con mayor porcentaje de yema que es el T9 presenta una mayor elasticidad, mientras que los otros tratamientos disminuyen su elasticidad por el aumento del porcentaje de harina de habas, ya que solo el 30% es harina de trigo y por ende tienen menor porcentaje de gluten. En el artículo de ABMauri (2024) se explica que durante el amasado o mezclado se forma y desarrolla la malla proteica, es decir, la estructura del gluten, este proceso permite transformar las propiedades físico-químicas de la masa, haciéndola mucho más extensible y elástica para poder estirla sin que se desgarre. Es por esta razón que, al contener un mayor porcentaje de harina de habas, que no contiene gluten, la elasticidad de los tratamientos disminuye significativamente en este grupo de tratamientos.



#### 4.2.2. Dureza

Propiedad relativa a la fuerza requerida para deformar el alimento o para hacer penetrar un objeto en él (Alfa editores, 2019).

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la dureza, obtenidos en los diferentes tratamientos.

**Tabla 20. Dureza en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.**

Resultados de la dureza	
Tratamientos	Promedio
T1	9.96 ± 0.00
T2	9.93 ± 0.01
T3	10.00 ± 0.02
T4	9.99 ± 0.01
T5	9.96 ± 0.01
T6	10.00 ± 0.01
T7	9.99 ± 0.02
T8	9.83 ± 0.20
T9	10.83 ± 0.15

En la tabla anterior tenemos los resultados de los nueve tratamientos respecto a la dureza que es la fuerza necesaria para lograr una deformación en las muestras.

En la tabla 21 se muestran los resultados del análisis de varianza para la dureza; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables independientes, % de harina de habas y emulsificante, sobre los resultados obtenidos.

Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.

**Tabla 21. Análisis de Varianza de la dureza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	0.3553	0.177626	24.99	0.000
E	2	0.6985	0.349248	49.14	0.000
%Hh*E	4	1.0518	0.262943	37	0.000
Error	18	0.1279	0.007107		
Total	26	2.2335			
R-cuad.	94.27%				
R-cuad(ajustado)	91.73%				

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Podemos observar que ambas variables influyen directamente en los resultados de la dureza, al igual que la interacción de ambas variables que muestran un efecto significativo, para poder determinar que tratamiento presenta una mayor diferencia o similitud se utilizó la prueba de Tukey.

En la tabla 22 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 22. Comparación de medias de Tukey para la dureza**

%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	9.96	B
T2	3	9.93	B
T3	3	10.00	B
T4	3	9.99	B
T5	3	9.96	B
T6	3	10.00	B
T7	3	9.99	B
T8	3	9.83	B
T9	3	10.83	A
Testigo		9.94	B

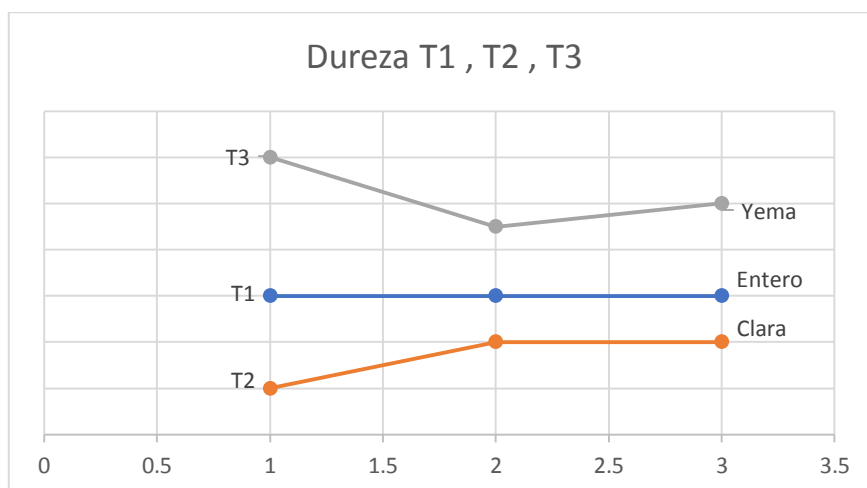
En el caso de la dureza, la muestra testigo pertenece a B, al igual que la mayoría de los tratamientos, a excepción del T9, para poder explicar este comportamiento los

resultados fueron evaluados en tres grupos, el primer grupo que corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3 con 30% de harina habas, el segundo grupo los tratamientos 4, 5 y 6 con 50% de harina de habas y el último grupo los tratamientos 7, 8 y 9 con 70% de harina de habas; cada grupo contiene un tratamiento con huevo entero, uno con clara y uno con yema, respectivamente.

A continuación, se muestran las gráficas de los tres grupos de tratamientos.

#### 4.2.2.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 18. Dureza en los tratamientos T1, T2 y T3**

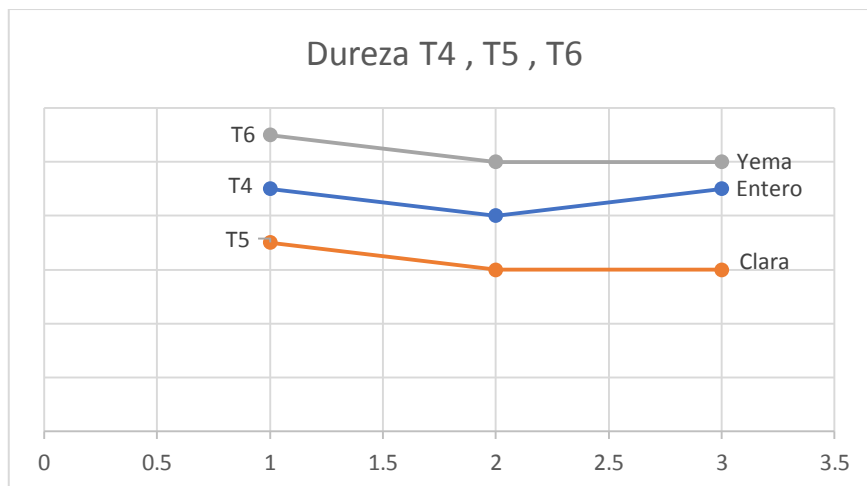


En la figura 18 los tratamientos presentan 30% de harina de habas y observamos que el tratamiento T3 es el que necesita más fuerza para lograr una deformación, este tratamiento presenta yema de huevo, además observamos que el tratamiento T2 que lleva clara de huevo es el que necesita menos fuerza, es decir, el menos duro, mientras que el T1 que lleva huevo entero está a la mitad dando a entender que el huevo tiene influencia en la dureza, Kohrs et al. (2010) observaron un aumento en la dureza de queques debido al uso de proteína, nos dicen que si se aumenta la cantidad de proteína aumenta la dureza de un queque. Como sabemos la harina de habas contiene un alto valor proteico, además, Zurita (2019) nos dice que el 93 por ciento de su contenido de hierro está en la yema. Es por esta razón

que el tratamiento T3 es el que presenta la mayor dureza ya que contiene mayor porcentaje de proteína y hierro.

#### 4.2.2.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.

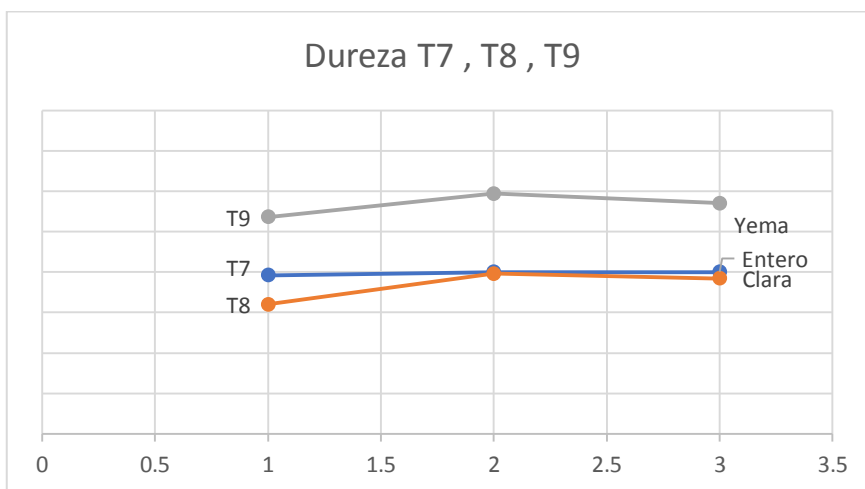
**Figura 19. Dureza en los tratamientos T4, T5 y T6**



En la figura 19 los tratamientos presentan 50% de harina habas y se evidencia que el tratamiento T6 que contiene yema de huevo es el que presenta mayor dureza esto por el alto contenido de proteína, mientras que al T5 que solo presenta clara es el que necesita menos fuerza para lograr una deformación. García (2021) menciona que en las masas el gluten juega un papel clave en la formación de una red flexible y viable, a esto se suma el alto contenido en proteínas y hierro, que endurece la masa, haciéndola menos elástica y más compacta. Además Díaz (2021) nos dice que las habas (*Vicia faba*) es una legumbre que se puede considerar como un alimento proteico debido a su alto contenido en proteína (28-30 % de materia seca), las habas pueden sustituir a harinas proteicas y granos de cereales. Es por esto que la dureza de los tratamientos aumenta al incrementar el porcentaje de harina de habas y al aumentar el porcentaje de yema como se da en el T6.

#### 4.2.2.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 20. Dureza en los tratamientos T7, T8 y T9**



En la figura 20 se puede observar el mismo comportamiento que en las figuras anteriores con la pequeña diferencia de que el T7 y T8 son muy parecidos, esto se debe al incremento de harina de habas y por ende de la proteína, este grupo de tratamientos presenta el 70% de harina de habas. Mondal & Datta (2007) reportaron que la harina afecta principalmente las características de firmeza y miga de los productos, el contenido de proteína de la harina es uno de los principales factores que influye en el comportamiento reológico de las masas. En un artículo de la Universidad de Valencia (2016) se menciona que las proteínas se encargan de formar enlaces de hidrógeno y de disulfuro entre sus cadenas, dotando de una red a toda la masa, que se fortalece cuando se amasa o mezcla, ya que interactúan entre sí reforzando esta unión. Es por esta razón que al presentar un mayor contenido de proteína y hierro los tratamientos necesitarán una mayor fuerza para poder evidenciar deformación. Esto lo pudimos observar al momento de cortar el bizcocho, ya que para los tratamientos con mayor porcentaje de harina de habas se necesitó aplicar una mayor fuerza para realizar un corte.

### 4.2.3. Cohesividad

Propiedad relativa al grado de deformación de un producto antes de romperse. (Alfa editores, 2019)

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la cohesividad, obtenidos en los diferentes tratamientos.

**Tabla 23. Resultados de la cohesividad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.**

Resultados de la cohesividad	
Tratamientos	Promedio
T1	0.87 ± 0.01
T2	0.90 ± 0.01
T3	0.85 ± 0.00
T4	0.87 ± 0.01
T5	0.88 ± 0.01
T6	0.84 ± 0.01
T7	0.79 ± 0.01
T8	0.84 ± 0.01
T9	0.58 ± 0.01

En la tabla anterior tenemos los resultados de los nueve tratamientos respecto a la cohesividad que indica el grado de compresión que soportan antes de desmigajarse.

En la tabla 24 se muestran los resultados del análisis de varianza para la cohesividad; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables independientes, % de harina de habas y emulsificante, sobre los resultados obtenidos.

Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.

**Tabla 24. Análisis de Varianza de la cohesividad**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	0.106452	0.053226	684.33	0.000
E	2	0.065696	0.032848	422.33	0.000
%Hh*E	4	0.053704	0.013426	172.62	0.000
Error	18	0.0014	0.000078		
Total	26	0.227252			
R-cuad.		99.38%			
R-cuad(ajustado)		99.11%			

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Podemos observar que ambas variables influyen directamente en los resultados de la dureza, al igual que la interacción de ambas variables muestra un efecto significativo.

En la tabla 25 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 25. Comparación de medias de Tukey para la cohesividad**

%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	0.87	B C
T2	3	0.90	A
T3	3	0.85	C D
T4	3	0.87	B C
T5	3	0.88	A B
T6	3	0.84	D
T7	3	0.79	E
T8	3	0.84	D
T9	3	0.58	F
Testigo		0.93	A

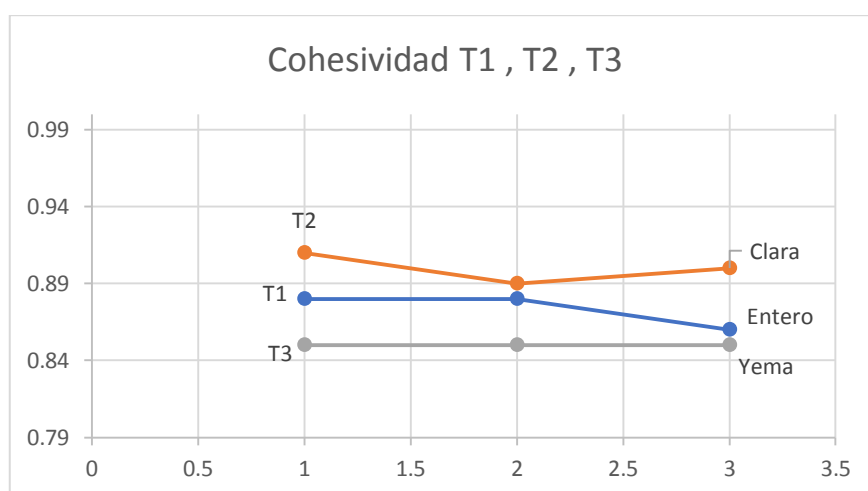
En el caso de la cohesividad, la muestra testigo pertenece a A, al igual que el tratamiento T2 que se encuentra en la misma letra, pero el tratamiento T5 también presenta una similitud al testigo, para explicar esto los resultados fueron evaluados

en tres grupos, el primer grupo que corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3 con 30% de harina habas, el segundo grupo los tratamientos 4, 5 y 6 con 50% de harina de habas y el último grupo los tratamientos 7, 8 y 9 con 70% de harina de habas; cada grupo contiene un tratamiento con huevo entero, uno con clara y uno con yema, respectivamente.

A continuación, se muestran las gráficas de los tres grupos de tratamientos.

#### 4.2.3.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 21. Cohesividad en los tratamientos T1, T2 y T3**

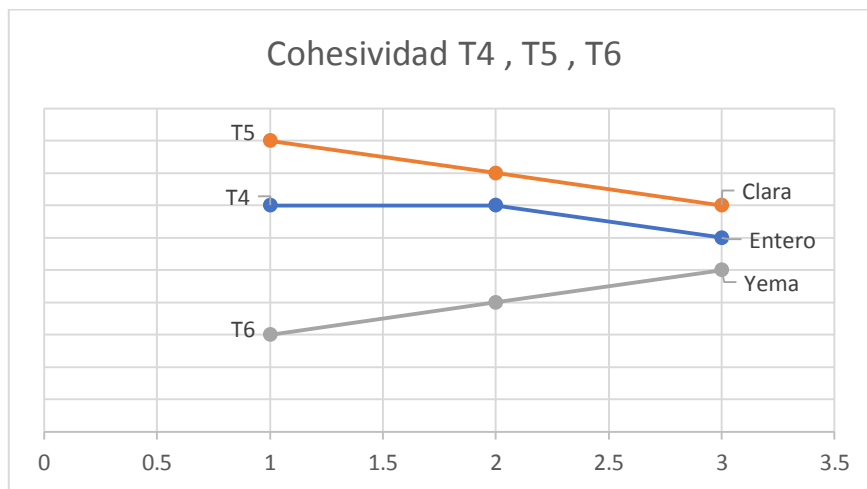


En la figura 21 los tratamientos presentan 30% de harina de habas y se puede evidenciar que el tratamiento T2 es el más cohesivo, es decir que presenta una mayor resistencia antes de desmigajarse, mientras que el tratamiento T3 es el menos cohesivo. Esto se podría relacionar con la función estructural de las proteínas del huevo, las cuales, al desnaturalizarse, contribuyen en el desarrollo de la estructura de los queques (Palav, 2015). Además, las reacciones e interacciones entre las proteínas del huevo y el gluten dan como resultado la formación de una red mixta de proteínas que posiblemente también contribuye a la estructura de los queques (Wilderjans et al., 2013). Por esta razón el T2 es el más cohesivo ya que como sabemos la clara de huevo otorga gran cantidad de proteína dando así una mayor estructura al tratamiento.



#### 4.2.3.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.

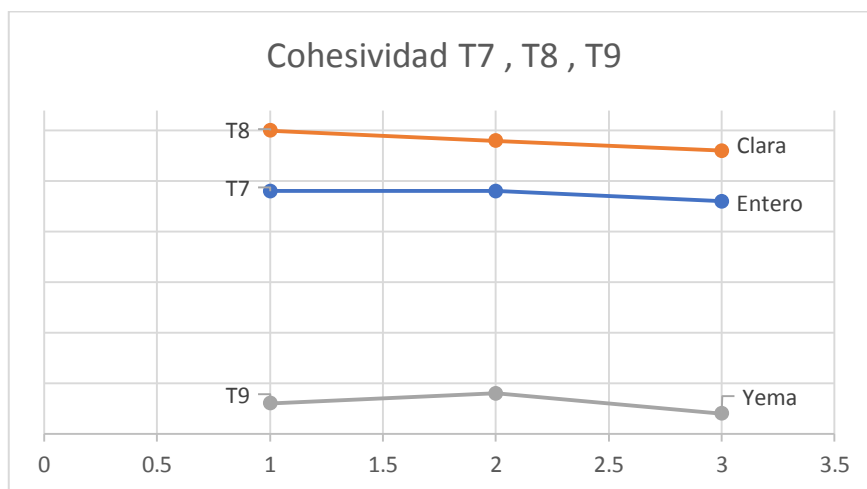
**Figura 22. Cohesividad en los tratamientos T4, T5 y T6**



En la figura 22 los tratamientos presentan 50% de harina de habas y se puede observar el mismo comportamiento que en la figura 21, el tratamiento T5 elaborado con clara de huevo presenta una mayor cohesividad por el alto porcentaje de proteína, mientras que el T6 que solo tiene yema presenta una cohesividad menor. Bigne et al. (2017) argumenta que la cohesividad, conocida como la capacidad interna de la masa para permanecer integrada, tiende a variar al reemplazar el trigo por otras harinas asociándolo al tipo de proteínas presentes. Khoozani et al. (2020) reportó una disminución por encima del 10% de sustitución con harina de plátano mientras que Urcos et al. (2018) reportó que conforme aumente el porcentaje de harina de arracacha mayor será la cohesividad. Esto nos indica que la cohesividad depende del tipo de proteína que se presente, como hemos podido observar la proteína de la clara de huevo aumenta la cohesividad mientras que la proteína de la harina de habas la disminuye, ya que al comparar los tratamientos con la figura 21 se observa una disminución progresiva conforme aumenta el porcentaje de harina de habas.

#### 4.2.3.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 23. Cohesividad en los tratamientos T7, T8 y T9**



En la figura 23 tenemos los tratamientos con 70% de harina de habas y podemos observar un comportamiento similar a los grupos anteriores. El contenido de proteína de la clara aumenta la cohesividad lo cual evidenciamos en el T8, mientras que el porcentaje de proteína de habas la disminuye. Carrera et al. (2019) reportó que la disminución viene dada por los enlaces y uniones de menor fuerza que presenta el almidón de las harinas en comparación a la red formada entre el gluten y el almidón de la harina de trigo. Como se mencionó anteriormente la harina de haba no contiene gluten por lo que la red que forman sus proteínas tiene menos fuerza lo que disminuye la cohesividad de los tratamientos. Esto lo evidenciamos al momento de cortar los bizcochos, los tratamientos con mayor porcentaje de harina de habas presentaron una mayor resistencia al corte, pero una vez realizado se desmigajaron con facilidad, esto se debe a que los tratamientos no forman una red resistente por la falta de gluten.

#### 4.2.4. Masticabilidad

Medida de la energía requerida para masticar un sólido y desintegrarlo hasta que se pueda tragar (Talens Oliag, 2017).

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la masticabilidad, obtenidos en los diferentes tratamientos.

**Tabla 26. Resultados de la masticabilidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.**

Resultados de la masticabilidad	
Tratamientos	Promedio
T1	0.03 ± 0.00
T2	0.03 ± 0.01
T3	0.02 ± 0.00
T4	0.02 ± 0.01
T5	0.03 ± 0.01
T6	0.02 ± 0.00
T7	0.03 ± 0.01
T8	0.10 ± 0.01
T9	0.02 ± 0.00

En la tabla anterior tenemos los resultados de los nueve tratamientos respecto a la masticabilidad que es la energía requerida para masticar un alimento y desintegrarlo hasta que se pueda ingerir.

En la tabla 27 se muestran los resultados del análisis de varianza para la masticabilidad; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables independientes, % de harina de habas y emulsificante, sobre los resultados obtenidos. Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.

**Tabla 27. Análisis de Varianza de la masticabilidad**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	0.002696	0.001348	45.5	0.000
E	2	0.006007	0.003004	101.38	0.000
%Hh*E	4	0.005393	0.001348	45.5	0.000
Error	18	0.000533	0.00003		
Total	26	0.01463			
R-cuad.	96.35%				
R-cuad(ajustado)	94.73%				

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Podemos observar que ambas variables influyen directamente en los resultados de la masticabilidad, al igual que la interacción de ambas variables muestra un efecto significativo.

En la tabla 28 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 28. Comparación de medias de Tukey para la masticabilidad**

%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	0.03	B
T2	3	0.03	B
T3	3	0.02	B
T4	3	0.02	B
T5	3	0.03	B
T6	3	0.02	B
T7	3	0.03	B
T8	3	0.10	A
T9	3	0.02	B
Testigo		0.03	B C

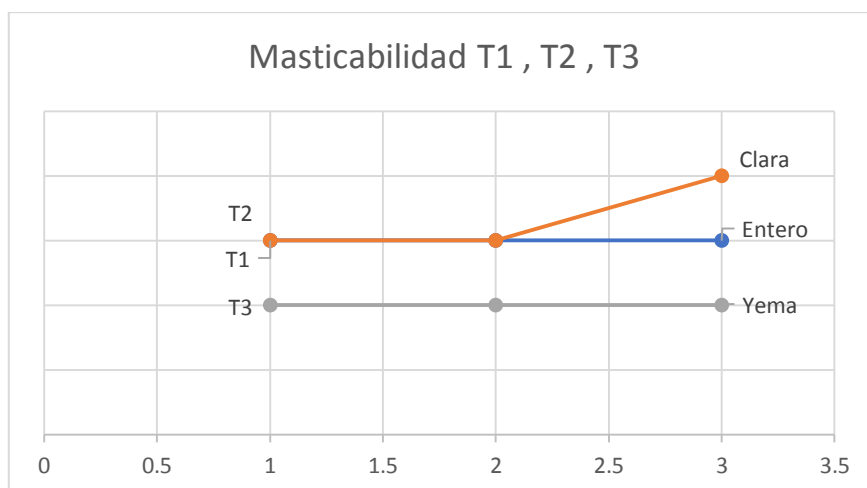
En el caso de la masticabilidad, la muestra testigo pertenece a BC, al igual que la mayoría de tratamientos, con excepción del tratamientos T8, que es significativamente diferente, para explicar este comportamiento los resultados fueron

evaluados en tres grupos, el primer grupo que corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3 con 30% de harina habas, el segundo grupo los tratamientos 4, 5 y 6 con 50% de harina de habas y el último grupo los tratamientos 7, 8 y 9 con 70% de harina de habas; cada grupo contiene un tratamiento con huevo entero, uno con clara y uno con yema, respectivamente.

A continuación, se muestran las gráficas de los tres grupos de tratamientos.

#### 4.2.4.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 24. Masticabilidad en los tratamientos T1, T2 y T3**

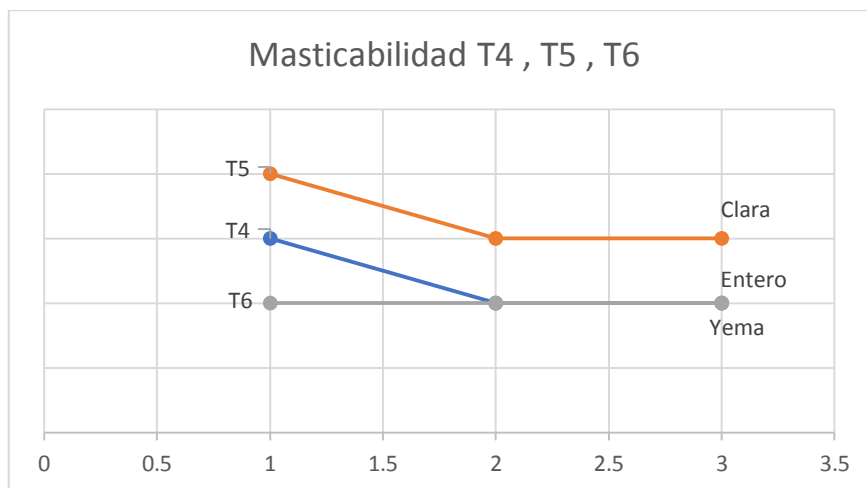


En la figura 24 los tratamientos presentan el 30% de harina de habas, y observamos que el tratamiento que presenta una mayor masticabilidad es el T2. En el artículo La Importancia de La Harina En La Producción de Pan - Redacción Interempresas (2015) se menciona que las masas dependen principalmente de su contenido en proteínas y de la capacidad de estas para formar gluten, la harina floja, también denominada panadera o de repostería, es una harina con un 9% de proteína aproximadamente que es la indicada para masas de bizcochos. Como se mencionó anteriormente la harina de habas tienen un alto contenido de proteína, 27g de proteína aproximadamente en 100g de harina de habas; además Osuna et al. (2013) reportó que la masticabilidad se incrementó al aumentar la adición de harina de lino en los

panes, Navarro (2023) nos dice que en 100g de harina de lino encontramos 37g de proteína. Es por esto que al aumentar la harina de habas los tratamientos presentan una mayor masticabilidad. Pero además se evidencia que al utilizar clara de huevo como es el caso del T2 el tratamiento es más masticable, pero si se usa solo yema de huevo como el T3, el tratamiento es menos masticable. Esto puede ser debido a la albúmina que presenta la clara y al alto contenido de hierro que presenta la yema.

#### 4.2.4.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.

*Figura 25. Masticabilidad en los tratamientos T4, T5 y T6*

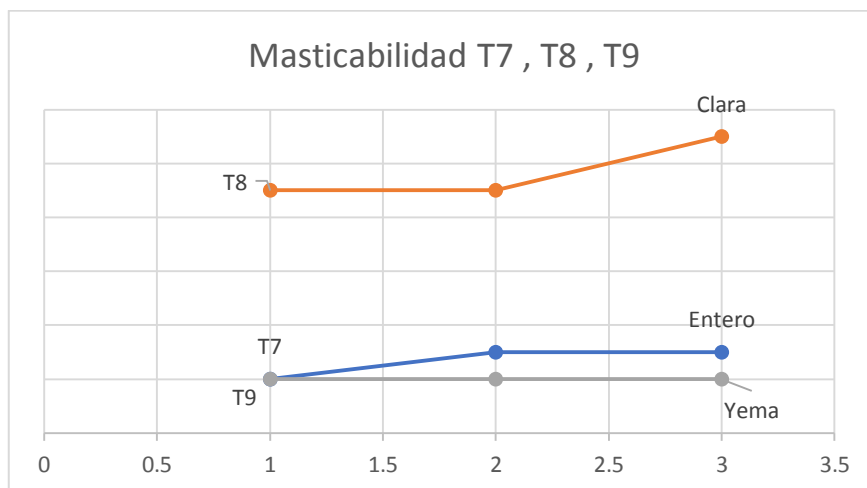


En la figura 25 los tratamientos presentan 50% de harina de habas y se puede observar un comportamiento similar a la figura 24, con la pequeña diferencia de que el tratamiento T4 que lleva huevo entero se asemeja más a al T6 que solo lleva yema, esto puede deberse al incremento del porcentaje de harina de habas. Xevi (2020) menciona que el porcentaje de proteínas entre 9 y 11% es el equilibrio entre tenacidad y extensibilidad y es perfecto para el correcto desarrollo de las masas. Pero al aumentar el porcentaje de habas el porcentaje de proteína aumenta rompiendo el equilibrio que se necesita. Además, Tirso de Molina (2021) reporta que cuando una harina no cuenta con suficiente gluten, es considerada de baja calidad, y lo que se produzca con ella será compacto; y como se mencionó anteriormente la harina de

habas no contiene gluten es por esto que el resultado será un queque más compacto y por ende menos masticable.

#### 4.2.4.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 26. Masticabilidad en los tratamientos T7, T8 y T9**



En la figura 26 tenemos el 70% de harina de habas y observamos que el tratamiento que presenta una mayor masticabilidad es el T8, este tratamiento lleva clara de huevo, mientras que los tratamientos T7 y T9 tienen similitud ya que ambos llevan yema de huevo pero en diferentes porcentajes, T7 lleva huevo entero y T9 solo yema, este comportamiento es similar a la figura 25 y como ya se evidenció se debe al contenido de proteína que contienen los tratamientos Alcalá et al. (2017) reporta que la proteína de huevo es la que más aumento produce en las propiedades de textura, esto debido a que durante el horneado tiene lugar la coagulación de la albúmina del huevo, aumentando la consistencia de la estructura del bizcocho. Es por esto que al aumentar el porcentaje de la albumina, proteína que se encuentra en la clara, el queque aumenta su consistencia y por ende aumenta la masticabilidad.

#### 4.2.5. Gomosidad

Es el producto de la dureza por la cohesividad. Simula la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido para que éste se pueda tragar (González et al., 2015)

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la gomosidad, obtenidos en los diferentes tratamientos.

**Tabla 29. Resultados de la gomosidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.**

Resultados de la gomosidad	
Tratamientos	Promedio
T1	8.74 ± 0.04
T2	8.88 ± 0.14
T3	8.51 ± 0.06
T4	8.33 ± 0.03
T5	8.76 ± 0.08
T6	8.04 ± 0.07
T7	8.42 ± 0.14
T8	11.34 ± 0.28
T9	8.09 ± 0.20

En la tabla anterior tenemos los resultados de los nueve tratamientos respecto a la gomosidad que es el producto de la dureza por la cohesividad, simula la energía que se necesita para desintegrar un alimento para que pueda ser ingerido.

En la tabla 30 se muestran los resultados del análisis de varianza para la gomosidad; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables independientes, % de harina de habas y emulsificante, sobre los resultados obtenidos. Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.



**Tabla 30. Análisis de Varianza de la gomosidad**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	3.7923	1.89614	97.11	0.000
E	2	10.5908	5.29541	271.2	0.000
%Hh*E	4	9.5817	2.39542	122.68	0.000
Error	18	0.3515	0.01953		
Total	26	24.3163			
R-cuad.	98.55%				
R-cuad(ajustado)	97.91%				

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Podemos observar que ambas variables influyen directamente en los resultados de la masticabilidad, al igual que la interacción de ambas variables muestra un efecto significativo en los tratamientos.

En la tabla 31 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 31. Comparación de medias de Tukey para la gomosidad**

%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	8.74	B C
T2	3	8.88	B
T3	3	8.51	B C D
T4	3	8.33	D E
T5	3	8.76	B C
T6	3	8.04	E
T7	3	8.42	C D E
T8	3	11.34	A
T9	3	8.09	E
Testigo		9.44	B

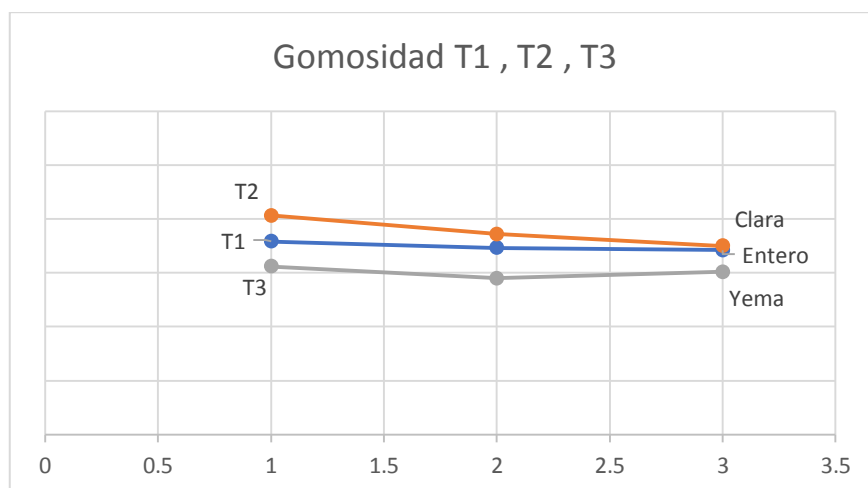
En el caso de la gomosidad, la muestra testigo pertenece a B, los tratamientos que llevan esta letra tienen una pequeña similitud al testigo, además se puede decir que el tratamiento T2 presenta una gomosidad muy semejante al testigo, para poder

explicar estas similitudes los resultados fueron evaluados en tres grupos, el primer grupo que corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3 con 30% de harina habas, el - segundo grupo los tratamientos 4, 5 y 6 con 50% de harina de habas y el último grupo los tratamientos 7, 8 y 9 con 70% de harina de habas; cada grupo contiene un tratamiento con huevo entero, uno con clara y uno con yema, respectivamente.

A continuación, se muestran las gráficas de los tres grupos de tratamientos.

#### 4.2.5.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.

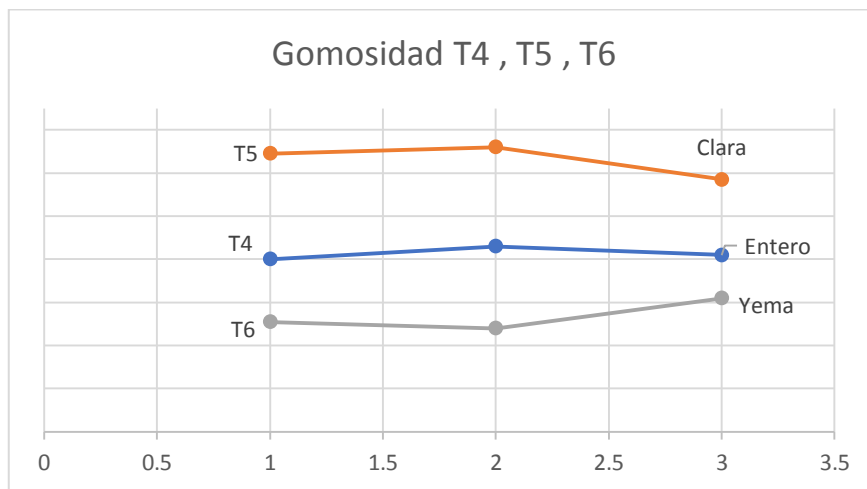
**Figura 27. Gomosidad en los tratamientos T1, T2 y T3**



En la figura 27 los tratamientos llevan 30% de harina de habas y evidenciamos que el tratamiento T2 que es el que lleva clara de huevo es el que presenta mayor gomosidad, mientras que el que lleva solo yema, T3, es menos gomoso; además los resultados de los tres tratamientos están relacionados con la cohesividad. Dado que en el cálculo de la gomosidad están involucrados los parámetros de dureza y cohesividad, es razonable que la gomosidad aumente en forma directamente proporcional con la cohesividad (Gonzales Vidal et al., 2020). El tratamiento T2 es el que contiene un mayor porcentaje de clara de huevo, es por esta razón que presenta una mayor gomosidad y como reporta Devesa (2018), al aumentar la clara de huevo en la repostería se obtienen galletas arenosas o tortas gomosas.

#### 4.2.5.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.

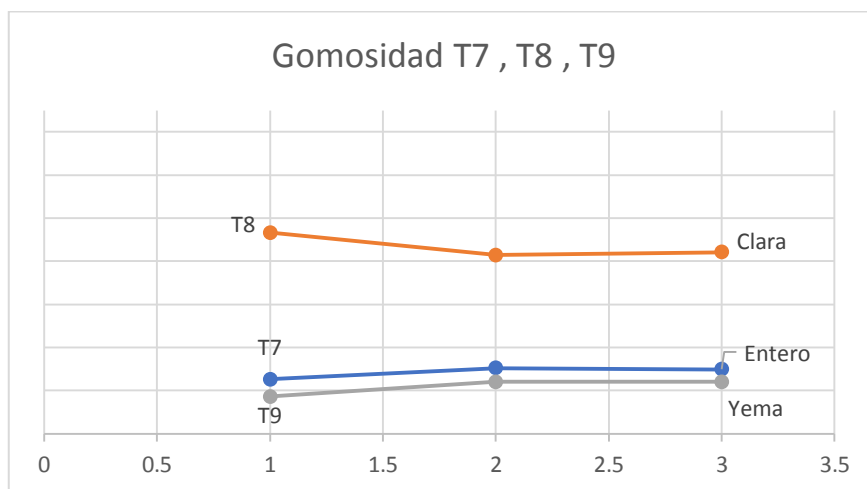
**Figura 28. Gomosidad en los tratamientos T4, T5 y T6**



En la figura 28 tenemos el 50% de harina de habas, y observamos un comportamiento similar a los resultados de la cohesividad, al aumentar el porcentaje de clara la gomosidad aumenta. Bertola (2013) en su investigación “Características texturales y de color en panes con mezclas de harinas” llegó a la conclusión de que la gomosidad presenta el mismo comportamiento que la cohesividad, indicando que a menor cohesividad menor gomosidad. Es por esto que al tener el tratamiento T5 que con clara de huevo presenta una mayor gomosidad, pero al aumentar el porcentaje de harina de habas la gomosidad disminuye.

#### 4.2.5.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 29. Gomosidad en los tratamientos T7, T8 y T9**



En la figura 29 tenemos el 70% de harina de habas y evidenciamos el mismo comportamiento que en la figura 28 y figura 27, al aumentar la clara de huevo aumenta la gomosidad. Además, Coronel et al. (2018) reporta que la incorporación de harina de chia, con 17g de proteína, a los masas aumentó la dureza de los mismos y tuvieron una menor gomosidad y masticabilidad que los panes elaborados únicamente con harinas de trigo. Es por esta razón que al utilizar la harina de habas la gomosidad de los tratamientos disminuye ya que contiene un alto porcentaje de proteínas, adicionalmente Ñaccha (2019) nos dice que la clara de huevo está compuesta por 88% de agua y 12% de proteína, esta proteína también tiene la capacidad de formar geles gomosos, esto se debe a que la estructura que se forma luego que se desnaturaliza la proteína por calor, se estabiliza por uniones disulfuro, que son enlaces covalentes y por lo tanto, la energía que se necesitaría para romperlos es mayor. Esto lo observamos en el tratamiento T8 que es el que lleva mayor porcentaje de clara.

### 4.3.Porosidad

La porosidad se define como el área de espacios vacíos que hay en la muestra. En la siguiente tabla se muestran los resultados de la porosidad de la muestra testigo, que fue un queque tradicional, 100% de harina de trigo.

**Tabla 32. Resultados de la porosidad de la muestra testigo**

<b>POROSIDAD</b>	
<b>TESTIGO</b>	<b>ÁREA (mm<sup>2</sup>)</b>
	111.14

La tabla 32 nos muestra los resultados de la porosidad de la muestra testigo que fue un queque tradicional.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la porosidad, obtenidos en los diferentes tratamientos.

**Tabla 33. Resultados de la porosidad en los queques elaborados con reemplazo de harina de habas y variación del emulsificante.**

<b>Resultados del área porosa</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>
<b>T1</b>	154.67 ± 8.49
<b>T2</b>	180.18 ± 8.00
<b>T3</b>	90.62 ± 8.25
<b>T4</b>	142.76 ± 5.35
<b>T5</b>	149.63 ± 5.43
<b>T6</b>	97.84 ± 3.03
<b>T7</b>	96.00 ± 6.11
<b>T8</b>	132.62 ± 3.23
<b>T9</b>	80.08 ± 5.53

En la tabla anterior tenemos los resultados de los nueve tratamientos respecto a la porosidad, estos resultados se obtuvieron con el software ImageJ, el cual mide el área vacía que dejan los poros.

En la tabla 34 se muestran los resultados del análisis de varianza para la porosidad; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables

independientes, % de harina de habas y emulsificante, sobre los resultados obtenidos. Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.

**Tabla 34. Análisis de Varianza de la porosidad**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	7218.5	3609.27	92.95	0.000
E	2	19307.4	9653.7	248.61	0.000
%Hh*E	4	2585.1	646.28	16.64	0.000
Error	18	699	38.83		
Total	26	29810			
R-cuad.	97.66%				
R-cuad(ajustado)	96.61%				

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Podemos observar que ambas variables influyen directamente en los resultados de la porosidad, al igual que la interacción de ambas variables muestra un efecto significativo en los tratamientos.

En la tabla 35 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 35. Comparación de medias de Tukey para la porosidad**

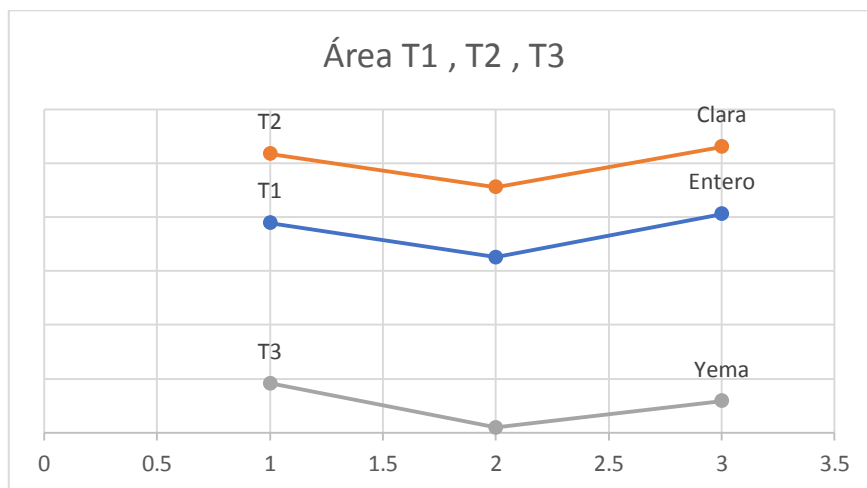
%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	154.67	B
T2	3	180.18	A
T3	3	90.62	D
T4	3	142.76	B C
T5	3	149.63	B C
T6	3	97.84	D
T7	3	95.67	D
T8	3	132.62	C
T9	3	80.08	D
Testigo		111.14	C E

En el caso de la porosidad, la muestra testigo pertenece a DE, se observa que algunos tratamientos presentan una pequeña similitud, estos se encuentran el T5 y T8 que llevan clara de huevo y 50% y 70% de harina de habas respectivamente, otro tratamiento que tiene similitud es el T4 que lleva huevo entero y 50% de harina de habas, mientras que los demás tratamientos son significativamente diferentes, para explicar esto, los resultados fueron evaluados en tres grupos, el primer grupo que corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3 con 30% de harina habas, el segundo grupo los tratamientos 4, 5 y 6 con 50% de harina de habas y el último grupo los tratamientos 7, 8 y 9 con 70% de harina de habas; cada grupo contiene un tratamiento con huevo entero, uno con clara y uno con yema, respectivamente.

A continuación, se muestran las gráficas de los tres grupos de tratamientos.

#### 4.3.1. Queque con 30% de harina de habas y variación del emulsificante.

*Figura 30. Porosidad en los tratamientos T1, T2 y T3*

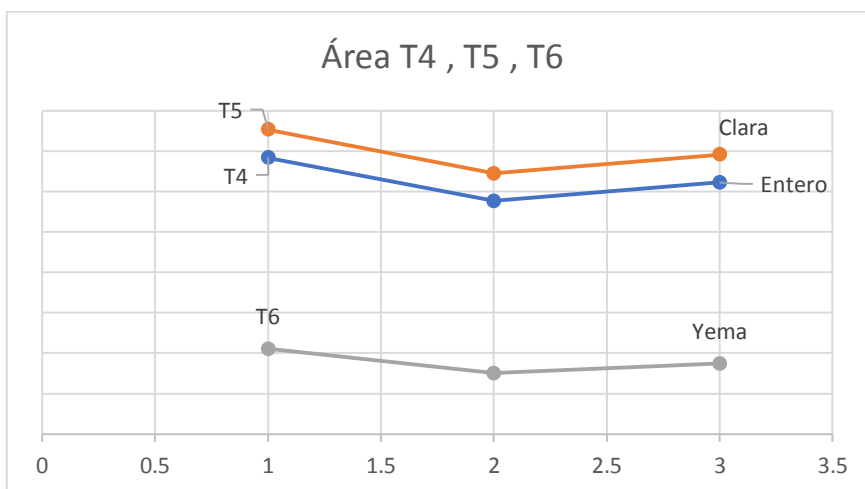


En la figura 30 tenemos los tratamientos con 30% de harina de habas y observamos que el que tiene mayor porosidad es el T2 que lleva clara de huevo, mientras que el T3 que solo lleva yema es el menos poroso, el T1 que lleva huevo entero se encuentra a la mitad. Duero (2021) indica que en cuanto una harina entra en contacto con agua, sus proteínas forman una malla de gluten que será la que de

origen a la masa. Cuanto más gluten tenga, más esponjosa será la masa. Harinas sin gluten darán lugar a masas densas y compactas. Además Montesol (2022) nos dice que, para las masas batidas, el huevo es fundamental para obtener una buena miga dar mayor emulsión y aumentar el volumen, obtener una textura más esponjosa. Especialmente las claras ya que por acción del batido tienen la capacidad de atrapar y retener el aire y durante la cocción las burbujas crecen hasta que el calor es suficiente para coagular las paredes y fijar la estructura (Dominguez, 2020). A esto se debe que el tratamiento T2 presenta una mayor porosidad ya que al contener mayor porcentaje de clara y contenido de gluten por la harina de trigo las burbujas formadas en la etapa del batido son mayores.

#### 4.3.2. Queque con 50% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 31. Porosidad en los tratamientos T4, T5 y T6**



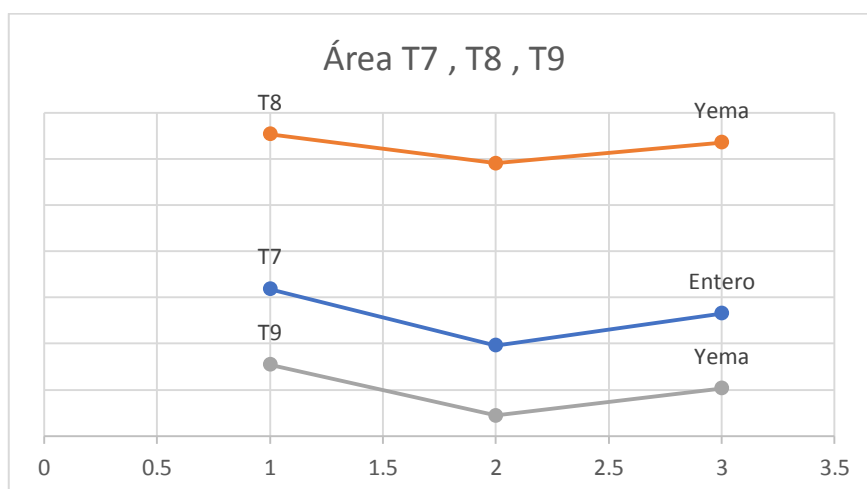
En la figura 31 tenemos los tratamientos con 50% de harina de habas donde observamos que los tratamientos que llevan clara de huevo que son el T5 y T4 presentan una mayor área de porosidad, mientras que el tratamiento T6 que llevó yema es menos poroso, también podemos observar que al incrementar el porcentaje de harina de habas la porosidad disminuye. El gas que gana la masa en la etapa de batido genera una presión en la red conformada por las proteínas del gluten, que



hace que la masa se expanda y se esponje. En las burbujas formadas se inicia propiamente la expansión, que va en aumento a medida que los gases se calientan e incrementan su presión; para obtener la textura porosa, es muy importante que las burbujas sean muy abundantes, pequeñas y que estén distribuidas homogéneamente. (Vergara, 2022). En estos tratamientos el porcentaje de gluten es menor por lo que se puede presentar un menor número de burbujas que puede ser compensado con la adición de clara de huevo como es en el caso del tratamiento T5. Además, esto también se evidencia en el T4 que al llevar huevo entero presenta una porosidad similar al T5, mientras que el T6 que solo lleva yema es el menos poroso.

#### 4.3.3. Queque con 70% de harina de habas y variación del emulsificante.

**Figura 32. Porosidad en los tratamientos T7, T8 y T9**



En la figura 32 tenemos los tratamientos con 70% harina de habas y observamos que el tratamiento T8 que es el que lleva clara de huevo es el más poroso, además evidenciamos que aun porcentaje mayor de harina de habas la porosidad disminuye esto puede ser por el bajo contenido de gluten. Adetunji (2023) reporta que las masas que contienen gluten son las más esponjosas y porosas, ya que tienen la capacidad de retener más gas, en forma de dióxido de carbono y este es el responsable de formar

los orificios característicos. Entonces al incrementar la harina de habas disminuirá la porosidad, pero si se aumenta la clara aumenta la porosidad ya que las claras batidas atrapan el aire y crean miles de burbujas (Oses, 2021).

#### 4.3.4. Número de poros

Con el software ImageJ también pudimos obtener el número de poros de cada tratamiento, en la tabla 36 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 36. Número de poros**

<b>Resultados de número de poros</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>
T1	182 ± 10.02
T2	204 ± 9.07
T3	111 ± 10.07
T4	188 ± 7.02
T5	194 ± 7.02
T6	136 ± 4.51
T7	110 ± 7.02
T8	148 ± 3.61
T9	109 ± 7.51
Testigo	133

En la tabla 37 se muestran los resultados del análisis de varianza para la porosidad; donde nos muestra el grado de significancia que existe entre las variables independientes, % de harina de habas y emulsificante, sobre los resultados obtenidos. Teniendo como dato los valores de  $p < 0.05$ , para cada una de las variables y para la interacción de estas.

**Tabla 37. Análisis de Varianza del número de poros**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
%Hh	2	13367	6683.44	115.31	0.000
E	2	18694	9346.78	161.25	0.000
%Hh*E	4	4627	1156.72	19.96	0.000
Error	18	1043	57.96		
Total	26	37731			
R-cuad.	97.23%				
R-cuad(ajustado)	96.01%				

\*%Hh = porcentaje de harina de habas

\*E = emulsificante (huevo entero, clara, yema)

\*%Hh\*E= interacción de variables

Podemos observar que ambas variables influyen significativamente en los tratamientos, al igual que la interacción de estas, para poder identificar que tratamiento es más parecido a la muestra testigo se realizó la prueba de Tukey.

En la tabla 38 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, que nos permite distinguir si los resultados obtenidos son significativamente diferentes o no, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 38. Comparación de medias de Tukey para el número de poros**

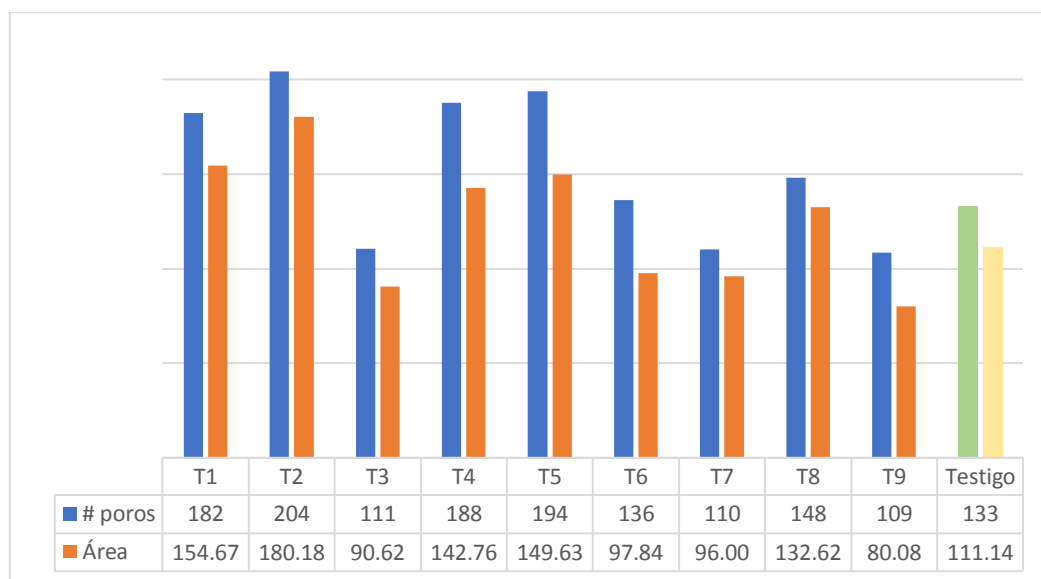
%Hh*E	N	Media	Agrupación
T1	3	182	B
T2	3	204	A
T3	3	111	D
T4	3	188	A B
T5	3	194	A B
T6	3	136	C
T7	3	110	D
T8	3	148	C
T9	3	109	D
Testigo		133	C D

En la tabla 38 podemos observar que los tratamientos que se asemejan al testigo son el T3 con un 30% de harina de habas y yema de huevo y los tratamientos T7, T8 y

T9 que llevan 70% de harina de habas con huevo entero, clara de huevo y yema de huevo respectivamente.

Para poder comparar mejor los tratamientos se utilizó una gráfica de barras con los datos de las áreas y número de poros de todos los tratamientos.

**Figura 33. Número de poros vs Áreas**



Como lo mencionó Montesol (2022) la clara de huevo aumenta el volumen, esto lo observamos en los tratamientos T2, T5 y T8 que llevan clara de huevo y que presentan mayor número de poros. Además, observamos que al aumentar el porcentaje de habas la cantidad de poros disminuye, esto es por la falta de gluten, como lo reporta Osés (2021) al incrementar la harina de habas disminuirá la porosidad, pero si se aumenta la clara aumenta la porosidad. Pero se debe tener en cuenta que a un mayor número de poros no se obtiene un queque con la porosidad adecuada ya que como se observa en los tratamientos T2, T5 y T8, tienen un mayor número de poros, pero una menor área lo que nos indica que los poros no crecen lo suficiente o que crecen demasiado y como lo mencionó Vergara (2022), para obtener la textura porosa, es muy importante que las burbujas sean muy abundantes, pequeñas y que estén distribuidas homogéneamente.

## V. CONCLUSIONES

- Al evaluar la textura, color y características texturales (porosidad) de los nueve tratamientos con reemplazo de harina de habas (30%, 50% y 70%) llegamos a la conclusión de que en cuanto al color los tratamientos que llevan el 30% de harina de habas (T1, T2 y T3) tienen una mayor semejanza a la muestra testigo ya que al tener un menor porcentaje de harina de habas el pigmento de esta no oscurece a los tratamientos. En cuanto a la textura, al comparar los tratamientos con el testigo se pudo determinar que al aumentar el porcentaje de harina de habas no se genera una diferencia significativa en los parámetros de elasticidad, masticabilidad, y gomosis, pero si se tiene una pequeña diferencia en la dureza y cohesividad ya que al aumentar el porcentaje de harina de habas la dureza de los tratamientos aumenta y se desmigajan fácilmente. Finalmente, para la porosidad se evidenció que al aumentar el porcentaje de harina de habas los poros son de menor tamaño esto se debe a la falta de gluten, ya que la red que se forma es débil y se rompe fácilmente, lo que no permite que los poros se expandan. Es por esto que se determinó al 30% de harina de habas como el mejor porcentaje de sustitución.
- Al evaluar la textura, color y características texturales (porosidad) de los nueve tratamientos con la variación del emulsificante (huevo entero, clara y yema) llegamos a la conclusión que en cuanto al color los tratamientos que llevaron clara de huevo (T2, T5 y T8) tienen resultados más cercanos a la muestra testigo, esto porque la clara de huevo ayuda a mantener el color característico de un bizcocho. Con respecto a la textura los tratamientos que llevaron clara de huevo (T2, T5 y T8) tienen los resultados más semejantes a la muestra testigo en todos los parámetros evaluados (elasticidad, dureza, cohesividad, masticabilidad y gomosis), dando a entender que la yema de huevo varía significativamente la

textura de los tratamientos. Finalmente, para la porosidad los tratamientos T2, T5 y T8 tienen una mayor área porosa, esto gracias a la clara de huevo que permite la formación de burbujas en la etapa del batido y durante la cocción las burbujas crecen hasta que el calor es suficiente para coagular las paredes y fijar la estructura, por lo que llegamos a la conclusión de que el mejor componente para utilizar en los queques es la clara de huevo ya que hace que los tratamientos se asemejen al testigo incluso cuando se aumenta el porcentaje de harina de habas. Obteniendo como resultado final que el tratamiento con las características más semejantes al testigo es el T2.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- De las formulaciones analizadas se recomienda evaluar un aumento del porcentaje de harina de habas, en un 35% a 40%, para así mejorar el valor nutricional y disminuir el contenido de gluten de los queques, además es posible mejorar el color adicionando colorantes naturales (por ejemplo, betacaroteno) para una mejor imitación del color de la masa de un queque.
- También se recomienda evaluar el uso de un edulcorante natural, como la Stevia, para así disminuir el uso del azúcar, pero se deberá evaluar el comportamiento de este ya que el azúcar es utilizado en la etapa del cremado.
- Aunque la adición de harina de habas en un porcentaje mayor o igual al 50% afecta significativamente en el color de los queques, no se descarta la posibilidad de que su uso sea favorable. Por lo que se recomienda realizar pruebas con otro tipo de harinas, que contengan alto valor proteico u otro tipo de beneficio.
- Finalmente se recomienda realizar una evaluación sensorial de todos los tratamientos ya que como se pudo observar el parámetro más afectado es el color, pero algunas personas se rigen más al valor nutricional que les puede ofrecer un alimento, por lo que el color no tendría mucha significancia.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ *Teoría del color: Guía básica del color | Unayta.* (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from <https://unayta.es/teoria-del-color/>
- 12 harinas para repostería bajas en hidratos de carbono.* (n.d.). Retrieved May 17, 2024, from [https://www.cuerpomente.com/alimentacion/harinas-bajas-hidratos-carbono\\_7871](https://www.cuerpomente.com/alimentacion/harinas-bajas-hidratos-carbono_7871)
- A qué se debe el color de la yema y otras dudas sobre el huevo.* (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from <https://www.welnia.com/consejo-farmaceutico/dietetica-nutricion/composicion-nutricional-huevo-y-beneficios-nutricionales.html>
- Alfa Editores Tecnicos. (2019). *Las 9 propiedades principales en la evaluación de la textura de un alimento.* <https://www.alfa-editores.com.mx/las-9-propiedades-principales-en-la-evaluacion-de-la-textura-de-un-alimento/>
- Amini Khoozani, A., Kebede, B., & El-Din Ahmed Bekhit, A. (2020). Rheological, textural and structural changes in dough and bread partially substituted with whole green banana flour. *LWT*, 126, 109252. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109252>
- Aname Instrumentación Científica. (2021). *ANALIZADOR DE TEXTURA PARA ALIMENTOS Y MATERIALES - Texturometro y Consistómetros - Técnica.* <https://www.analisisdetextura.com/index.php/es/industrias/texturometro-alimentos/itemlist/category/28-teoria-y-tecnica-analisis-instrumental-de-textura>
- ¿Anemia? Estos siete alimentos ricos en hierro ayudan a combatirla.* (n.d.). Retrieved May 26, 2024, from [https://www.diariodesevilla.es/salud/nutricion-bienestar/alimentos-ricos-hierro-combatir-anemia\\_0\\_1337566530.html](https://www.diariodesevilla.es/salud/nutricion-bienestar/alimentos-ricos-hierro-combatir-anemia_0_1337566530.html)
- Aprende Institute. (2023). *Guía: tipos de harina, usos y características | Aprende Institute.* <https://aprende.com/blog/gastronomia/reposteria/tipos-de-harina/>
- Bigne, F., Puppo, M. C., & Ferrero, C. (2017). Mesquite (*Prosopis alba*) flour as a novel ingredient for obtaining a “panettone-like” bread. Applicability of part-baking technology. *LWT - Food Science and Technology*, 89, 666–673. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.029>
- Bolívar, G. (2020, June 25). *Estructura de los materiales: concepto y ejemplos.* <https://www.lifeder.com/estructura-de-los-materiales/>
- CAMPERO AGUILAR, J. (2022). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) POR HARINA DE HABA (*Vicia faba* L.) EN LA ELABORACIÓN DE MADALENAS PARA USOS INDUSTRIALES.*
- Canal Cocina. (2021). *Truco de los Dulces con Alma: Diferencia entre el bicarbonato sódico y la levadura es más fácil en Canal Cocina - Canal Cocina.* <https://canalcocina.es/sabias-que/trucos-y-consejos/truco-de-los-dulces-con-alma-diferencia-entre-el-bicarbonato-sodico-y-la-levadura>



- Carrera, Leonor, Lady, Ortega, V., Luis, I., & Astudillo, A. E. (2020). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN*.
- Catarina. (2020). *EVALUACIÓN DE LA POROSIDAD EN LAS PARTÍCULAS*.
- Chávez Cruz, R. (2023). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ROXANA EURIDES CHÁVEZ CRUZ*.
- Christensen, J. (2017). *¿Qué hace la leche en la repostería? |*  
[https://www.muyfitness.com/leche-reposteria-info\\_25189/](https://www.muyfitness.com/leche-reposteria-info_25189/)
- Cinco maneras de aumentar el consumo de proteínas*. (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from <https://www.holmesplace.com/es/es/blog/nutricion/cinco-maneras-aumentar-consumo-proteinas>
- clara (de huevo) - Diccionario Gastronomía*. (2022).  
<https://diccionariodegastronomia.com/word/clara-de-huevo/>
- Cómo cocinar las verduras para mantener sus propiedades | Frutería online Froitas Xeitosiña - Vigo*. (n.d.). Retrieved April 28, 2024, from <http://www.froitasxeitosina.com/blog/posts/como-cocinar-las-verduras-para-mantener-sus-propiedades>
- Cómo conservar el color de las verduras al cocinarlas*. (n.d.). Retrieved April 28, 2024, from [https://www.cuerpamente.com/blogs/gastronomia-consciente/como-conservar-color-verduras-cocinarlas\\_915](https://www.cuerpamente.com/blogs/gastronomia-consciente/como-conservar-color-verduras-cocinarlas_915)
- ¿Cómo medir la porosidad de los materiales? | ATRIA Innovation*. (2021).  
<https://www.atriainnovation.com/como-medir-la-porosidad-de-los-materiales/>
- CONICET | Buscador de Institutos y Recursos Humanos*. (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from [https://www.conicet.gov.ar/new\\_scp/detalle.php?keywords=&id=42348&congresos=yes&detalles=yes&congr\\_id=9258999](https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=42348&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=9258999)
- Coronel, E. B., Guiotto, E. N., Capitani, M. I., Tomás, M. C., & Nolasco, S. M. (n.d.). *52RA. Elaboración y caracterización de panes libres de gluten a base de harina de trigo sarraceno y chía*.
- ¿Cuál es el propósito del huevo en el pan?* (n.d.). Retrieved April 12, 2024, from <https://es.ciapps.eu/questions/4699-what-is-the-purpose-of-egg-in-bread.html>
- ¿Cuántas calorías tiene la harina de trigo? - Pastas Gallo : Pastas Gallo*. (n.d.). Retrieved September 7, 2024, from <https://www.pastasgallo.es/cuantas-calorias-tiene-la-harina-de-trigo/>
- Daniela Hernández. (2023). *¿Cuántos tipos de bizcochos existen y cómo aprender a diferenciarlos? - Gastrolab*.

<https://www.gastrolabweb.com/postres/2023/3/18/cuantos-tipos-de-bizcochos-existen-como-aprender-diferenciarlos-34457.html>

De, C. (n.d.). *UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ELABORACIÓN DE UNA GALLETA A PARTIR DE HARINA DE HABA (Vicia faba), TRIGO(Triticum)Y ZANAHORIA BLANCA (Arracacia xanthorrhiza).*

De, C., Leonor, Lady, Ortega, V., Luis, I., & Astudillo, A. E. (n.d.). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN.*

De, F. (n.d.). *UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE DEFENSA DE TESIS.*

De, F., Agrarias, C., Quino, S., Aurora, C., David, A., & Bardales, N. (2018). *UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO OBTENCIÓN DE BIZCOCHOS CON DIFERENTES PORCENTAJES DE HARINA DE ARRACACHA (Arracacia xanthorrhiza) TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO AGROINDUSTRIAL TESISISTAS: CORDOVA URCOS, Bet Sadith.*

De, F., Agropecuarias, C., Pamela, B., & Conde Pumarimay, P. (2019). *UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA TESIS.*

Descamps, B. (2020). *Función de los ingredientes en la repostería - Enmicasa.com.*  
<https://enmicasa.com/recetas/reposteria/tips-reposteria/funcion-de-los-ingredientes-en-la-reposteria>

Dr. Torres Guzmán, J. C. (2020). *Dirección de Metrología de Fuerza y Presión.*  
<https://www.cenam.mx/FYP/Dureza/Dur1.aspx>

ECO AGRICULTOR. (2017, March 20). *Pregon Agropecuario :: 20 TIPOS DE HARINAS, USOS Y PROPIEDADES NUTRICIONALES - Editoriales y Columnas - Columnas y artículos varias.* <https://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=9310>

Eddy, A. :, Alcalá, A., Tutores, P., Gómez, M., Marta, P., & Carabaza, S. (n.d.). *ESTUDIO DE ENRIQUECIMIENTO PROTEICO DE BIZCOCHOS LAYER TRABAJO FIN DE MÁSTER.*

*El color en los alimentos | Consumer.* (2002). <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/el-color-en-los-alimentos.html>

*El gluten - Cooperativa Simbiosis.* (n.d.). Retrieved May 15, 2024, from <https://cooperativasimbiosis.com/el-gluten/>

*El huevo como ingrediente en la panadería y la pastelería - Montesol.* (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from <https://www.montesol.es/blog/el-huevo-como-ingrediente-en-la-panaderia-y-la-pasteleria/>

*El huevo en nuestra cocina | Cocina con Burruezo.* (2020).  
<https://cocinaconburruezo.es/huevo-nuestra-cocina-como-prepararlos/>

*EL HUEVO ¡PROTAGONISTA EN LA PASTELERÍA! - Huevos Santa Anita.* (2020, June 4). Santa Anita. <https://www.huevossantaanita.com/el-huevo-es-protagonista/>

ENCOMENDEROS VALDIVIESO, A. M. (2019). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces.*

ENCYCLOPEDIA OF FOOD GRAINS *Second Edition*. (n.d.).

Escobedo Anticona, M. I., & Escobedo Anticona, M. I. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de haba (*Vicia faba*) variedad mayor sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en pan de molde integral. *Universidad Privada Antenor Orrego*.

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4946>

Fao. (1997). *Capítulo 6 - Selección de usos de las grasas y de los aceites en la alimentación*. <https://www.fao.org/3/v4700S/v4700s0a.htm>

Gloria Tabla De Composición, L. S. (n.d.). *NUTRICIONAL DE PRODUCTOS*.

Goñi, S. M., & Salvadori, V. O. (2015). *Purlis y Salvadori*.

González, A., Alvis, A., & Arrázola, G. (2015). Efecto del Recubrimiento Comestible en las Propiedades de Trozos de Batata (*Ipomoea Batatas* Lam) Fritos por Inmersión: Parte 1: Textura. *Información Tecnológica*, *26*(1), 95–102.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000100011>

Granito, M., Torres, A., & Guerra, M. (2003). Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. *Interciencia*, *28*(7), 372–379.

[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442003000700004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

GUARDADO SANCHEZ, F. S. (2019). *EFECTO DE DIFERENTES SUSTITUTOS DE HUEVO, LA APLICACIÓN DE AIREACIÓN, LA ADICIÓN DE LECITINA Y EL ALMACENAMIENTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES DE UN QUEQUE LIBRE DE HUEVO*.

<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/80501/Fani%20Guardado%20Tesis%20Maestr%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guía Gastronomika - Noticias. (2016). *Sal en repostería | Noticias | Noticias*.

<http://guiagastronomika.diariovasco.com/noticias/sal-tambien-reposteria-201603291129.php?ref=http%3A%2F%2Fguiagastronomika.diariovasco.com%2F>

*Harina de fuerza: ¿Qué es y para qué se utiliza?* - Tirso de Molina. (n.d.). Retrieved May 17, 2024, from <https://mercadotirsodemolina.es/harina-de-fuerza/>

*HARINA DE HABAS Y SU CONTENIDO NUTRICIONAL*. (2020, May 26).

<https://energygreen.pe/salud/harina-de-habas-y-su-contenido-nutricional/>

*Hoy, huevo*. (n.d.). Retrieved April 27, 2024, from <https://hoyhuevo.es/el-color-de-la-yema-de-un-huevo/>

- Huevo: composición nutricional, recomendaciones de ingesta y mitos.* (n.d.). Retrieved September 7, 2024, from <https://escolasalut.sjdhospitalbarcelona.org/es/consejos-salud/alimentacion/huevo-composicion-nutricional-recomendaciones-ingesta-mitos>
- Huevos: su función en repostería - Disfrutando sin Gluten.* (n.d.-a). Retrieved May 15, 2024, from <https://www.disfrutandosingluten.es/recetas/cocinar-sin-gluten/huevos-su-funcion-en-reposteria/>
- Huevos: su función en repostería - Disfrutando sin Gluten.* (n.d.-b). Retrieved May 18, 2024, from <https://www.disfrutandosingluten.es/recetas/cocinar-sin-gluten/huevos-su-funcion-en-reposteria/>
- Ing Mardones, L., & Ing Juanto, S. (2019). *Laboratorio: Medida de viscosidad.*
- Ingredientes Básicos y Diferencias entre las masas Friables | Diario de pastelería.* (n.d.). Retrieved May 15, 2024, from <https://diariodepasteleria.wordpress.com/2016/11/24/ingredientes-basicos-y-diferencias-entre-las-masas-friables/>
- Ingrid, J., Blasi, P.-D., Martínez-Torres, J., Santiago Pozo-Antonio, J., Iglesias-Comesaña, C., Cuesta, L., Taboada-Castro, J., Gajino-Núñez, P., & Tresaco-Vidaller, E. (2014). Development of an application for quick comparison of pigments from their colorimetric coordinates Desarrollo de una aplicación para la comparación rápida de pigmentos a partir de sus coordenadas colorimétricas. *DYNA*, *81*(184), 49–54. <http://dyna.medellin.unal.edu.co/>
- Kohrs, D., Herald, T. J., Aramouni, F. M., & Abughoush, M. (2010). Evaluation of egg replacers in a yellow cake system. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *22*(5), 340–352. <https://doi.org/10.9755/EJFA.V22I5.4822>
- Konica Minolta. (2023). *Entendiendo El Espacio de Color CIE L\*A\*B\* - Konica Minolta Sensing.* Entendiendo El Espacio de Color CIE L\*A\*B\*. <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- La curiosa razón por la que hay huevos cocidos con la yema verde.* (n.d.). Retrieved April 29, 2024, from <https://www.businessinsider.es/curiosa-razon-hay-huevos-cocidos-yema-verde-1241960>
- La física de los huevos.* (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-04-01/la-fisica-de-los-huevos\\_109872/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-04-01/la-fisica-de-los-huevos_109872/)
- La importancia de la harina en la producción de pan - Alimentación.* (n.d.). Retrieved May 17, 2024, from <https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/132722-La-importancia-de-la-harina-en-la-produccion-de-pan.html>

- La mantequilla es un alimento de gran versatilidad.* (n.d.). Retrieved September 7, 2024, from <https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/m/mantequilla>
- La química, imprescindible hasta para hacer pan.* (n.d.). Retrieved May 16, 2024, from <https://www.uv.es/uvweb/master-quimica/es/blog/quimica-imprescindible-hacer-pan-1285949128883/GasetaRecerca.html?id=1285954980691>
- La umbralización.* (2020). [https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_03\\_04/sonificacion/cabroa\\_archivos/umbralizacion.html](https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_03_04/sonificacion/cabroa_archivos/umbralizacion.html)
- Las 9 propiedades principales en la evaluación de la textura de un alimento.* (n.d.). Retrieved May 26, 2024, from <https://www.alfa-editores.com.mx/las-9-propiedades-principales-en-la-evaluacion-de-la-textura-de-un-alimento/>
- LOS BLANCOS - Posca - Posca.* (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from <https://www.posca.com/pe/los-blancos/>
- M Olmo R Nave. (2000). *Elasticity, Periodic Motion.* <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/permot2.html>
- Martines, E., & Lira, L. (2010). *ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LAS EXPRESIONES DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN SÓLIDOS.*
- Mata, M., Vázquez, M., Mata, M., Vázquez, M., Ramos, M., & Aguilera, V. (2014). *Caracterización de harina de Yuca (Manihot esculenta) como materia prima para la elaboración de Pastel.* 1–12.
- Mero Sánchez, D. M., & Cruz Villacís, J. K. (2018). *TESIS Gs. 293 - galletas artesanales a base de harina de habas.*
- Miarco. (2018, June 12). *¿Qué son la adhesión y la cohesión? - Blog de bricolaje y material industrial - Miarco.* <https://www.miarco.com/blog/que-son-la-adhesion-y-la-cohesion/>
- Mondal, A., & Datta, A. K. (2007). *Bread baking-A review.* <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.11.014>
- No, V. (n.d.). *ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ALIMENTOS QUE FORMAN PARTE DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO ALIMENTARIO 2022 DEL PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR QALI WARMA.*
- Norma del codex para la harina de trigo.* (1985).
- Norma técnica peruana para bizcochos.* (2018). <https://studylib.es/doc/8969877/norma-t%C3%A9cnica-peruana-para-bizcochos>
- NOTICIA: EL HUEVO ¡PROTAGONISTA EN LA PASTELERÍA!* (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from <https://www.dulceslaly.es/blog/noticia-el-huevo-protagonista-en-la-pasteleria>

- Nutraceuticos peruanos. (2021). *Habas*. [www.agrostore.com](http://www.agrostore.com)
- Oses Ursua, H. (2021). *Huevos: su función en repostería - Disfrutando sin Gluten*. <https://www.disfrutandosingluten.es/recetas/cocinar-sin-gluten/huevos-su-funcion-en-reposteria/>
- Por qué casi todas las plantas son verdes: el secreto de la fotosíntesis*. (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from <https://www.lavanguardia.com/natural/20200626/481954230593/todas-plantas-son-verdes-secreto-fotosintesis.html>
- ¿Por qué la clara de huevo se vuelve blanca cuando la cocinamos?* (n.d.). Retrieved April 28, 2024, from [https://www.lasexta.com/tecnologia-tecnoploraciencia/que-clara-huevo-vuelve-blanca-cuando-cocinamos\\_2021120961c5d72220b19a0001275261.html](https://www.lasexta.com/tecnologia-tecnoploraciencia/que-clara-huevo-vuelve-blanca-cuando-cocinamos_2021120961c5d72220b19a0001275261.html)
- ¿Por qué la clara de los huevos se vuelve blanca después de cocinarla si es transparente?* (n.d.). Retrieved April 28, 2024, from [https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20211127/clara-huevos-vuelve-blanca-despues-cocinarla-transparente/630187810\\_0.html](https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20211127/clara-huevos-vuelve-blanca-despues-cocinarla-transparente/630187810_0.html)
- ¿Por qué la hierba es verde? - Unininos / Red de las preguntas / Plantas - Universidad EAFIT*. (n.d.). Retrieved April 29, 2024, from <https://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/plantas/Paginas/hierba-es-verde.aspx>
- ¿Por qué la yema de los huevos duros se torna color verde o gris? La respuesta te sorprenderá – Enséñame de Ciencia*. (n.d.). Retrieved April 29, 2024, from [https://ensedeciencia.com/2023/05/10/por-que-la-yema-de-los-huevos-duros-se-torna-color-verde-o-gris-la-respuesta-te-sorprendera/#google\\_vignette](https://ensedeciencia.com/2023/05/10/por-que-la-yema-de-los-huevos-duros-se-torna-color-verde-o-gris-la-respuesta-te-sorprendera/#google_vignette)
- ¿Por qué la yema del huevo cocido se pone gris? Descubre la razón*. (n.d.). Retrieved April 27, 2024, from <https://www.20minutos.es/gastronomia/productos/que-ocurre-yema-huevo-cocado-gris-5123270/>
- PROPIEDAD GELIFICANTE DE LAS PROTEÍNAS | Química de los Alimentos*. (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from <http://blog.pucp.edu.pe/blog/quimicaalimentos/2019/10/14/propiedad-gelificante-de-las-proteinas/>
- Propiedades de los colores*. (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from <https://desarrolloweb.com/articulos/1503.php>
- Propiedades gastronómicas del huevo*. (2023). *Universidad Nacional de La Plata*, 1–14.
- Proporción de los Ingredientes en Tortas, Tartas o Pasteles - Club de Repostería*. (2014). <https://clubdereposteria.com/proporcion-de-los-ingredientes-en-las-tortas/>
- Publitec*. (n.d.-a). Retrieved May 17, 2024, from [http://www.publitec.com.ar/system/noticias.php?id\\_prod=414](http://www.publitec.com.ar/system/noticias.php?id_prod=414)

- Publitech*. (n.d.-b). Retrieved May 18, 2024, from [http://www.publitech.com.ar/system/noticias.php?id\\_prod=414](http://www.publitech.com.ar/system/noticias.php?id_prod=414)
- Puma Isuiza, G. G., & Núñez Saavedra, C. (2018). Determinación del perfil de textura sensorial de dos muestras experimentales de hot-dog de pollo (*Gallus gallus*) obtenidas por Ingeniería Kansei Tipo II. *Anales Científicos*, 79(1), 210. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1165>
- Purchase Ingredient functionality in batter type cake making | ScienceDirect*. (n.d.). Retrieved May 16, 2024, from <https://www.sciencedirect.com/getaccess/pii/S0924224413000083/purchase>
- Qali Warma: Harina de haba, producto nutritivo para el consumo de los escolares*. (n.d.). Retrieved September 7, 2024, from <https://elperuano.pe/noticia/196438-qali-warma-harina-de-haba-producto-nutritivo-para-el-consumo-de-los-escolares>
- ¿Qué diferencias hay entre la mantequilla y la margarina?* (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from <https://mychocolatisimostore.com/blogs/noticias/que-diferencias-hay-entre-la-mantequilla-y-la-margarina>
- ¿Qué es el gluten y como se forma? | Chokolatisimo*. (n.d.). Retrieved May 15, 2024, from <https://chokolatisimo.com/que-es-el-gluten-y-como-se-forma/>
- ¿Qué factores influyen en el amasado de pan? | AB Mauri*. (n.d.). Retrieved May 15, 2024, from <https://abmauri.es/blog/factores-amasado-de-pan/>
- ¿Qué son los emulsionantes y cuáles son algunos de los que se utilizan con mayor frecuencia en los alimentos? | Eufic*. (n.d.). Retrieved September 7, 2024, from <https://www.eufic.org/es/que-contienen-los-alimentos/articulo/que-son-los-emulsionantes-y-cuales-son-algunos-de-los-que-se-utilizan-con-mayor-frecuencia-en-los-alimentos/>
- Recetas NESTLÉ. (2021, December 16). *Cómo aprovechar las yemas de huevo | Recetas Nestlé*. <https://www.recetasnestlecam.com/escuela-de-sabor/ingredientes/yema-de-huevo>
- Rexal. (2023). *¿Qué es el polvo para hornear y para qué sirve? - Rexal*. <https://rexal.com/que-es-el-polvo-para-hornear-y-para-que-sirve/>
- ¿Sabemos cómo se elabora un pan esponjoso?* (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from <https://theconversation.com/sabemos-como-se-elabora-un-pan-esponjoso-201884>
- Sabores salados en pasteles, la innovadora propuesta de Laboratoire PYC*. (n.d.). Retrieved May 16, 2024, from <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/pasteles-con-sabores-salados-ricos-en-proteina/>
- Shehzad, A., Chiron, H., Della Valle, G., Kansou, K., Ndiaye, A., & Réguerre, A. L. (2010). Porosity and stability of bread dough during proofing determined by video image

- analysis for different compositions and mixing conditions. *Food Research International*, 43(8), 1999–2005. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2010.05.019>
- Silva Lizárraga, R. R. (2021). *Desarrollo de galletas libres de gluten evaluando sus parámetros fisicoquímicos y sensoriales*.
- Susanita's Cakes: ¿Cuál es la función de los Huevos en la Repostería? – Parte I. (2020, February 3). Susanita's Cakes. <https://susanitascake.blogspot.com/2020/02/cual-es-la-funcion-de-los-huevos-en-la.html>
- Talens Oliag, nombre. (n.d.). *Caracterización de las propiedades mecánicas de alimentos mediante análisis de perfil de textura*.
- Textura de alimentos | OCU*. (2018). <https://www.ocu.org/alimentacion/alimentos/noticias/textura-alimentos>
- Texturometro Listo | PDF | Laboratorios | Alimentos*. (n.d.). Retrieved September 7, 2024, from <https://www.scribd.com/document/400820134/Texturometro-Listo>
- Tipos de bizcochos: Base para postres increíbles. | Scoolinary Blog*. (2022). <https://blog.scoolinary.com/tipos-de-bizcochos-base-para-postres-increibles/>
- Tipos de harina: Cuales hay y para que utilizar cada una. | Scoolinary Blog*. (n.d.). Retrieved May 17, 2024, from <https://blog.scoolinary.com/tipos-de-harina-cuales-hay-y-para-que-utilizar-cada-una>
- Tipos de Harina para hacer Pan | Cómo elegir*. (n.d.). Retrieved May 12, 2024, from <https://www.alfareriaduero.es/blog/tipos-de-harina-para-hacer-pan-como-elegir-n97>
- Uso de habas como fuente alternativa de proteína y almidón*. (n.d.). Retrieved May 16, 2024, from <https://dellait.com/es/uso-de-habas-como-fuente-alternativa-de-proteina-y-almidon/>
- Valdes Restrepo, M., Delgado Ospina, J., Londoño-Hernández, L., & Rodríguez Restrepo, R. A. (2023). Sistema de medición del color como parámetro de calidad en la industria de alimentos. *Temas Agrarios*, 28(1), 69–81. <https://doi.org/10.21897/RTA.V28I1.3200>
- Vista de Desarrollo y caracterización de panquecas a base de harina de trigo (Triticum) y harina de yuca (Manihot esculenta) | I+D Tecnológico*. (n.d.). Retrieved May 16, 2024, from <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/2094/3531>
- Ximena Salazar Ceballos ASESOR, M., & Giovanni Torres Mayanquer Ing, F. (2013). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO*.
- Zouhal, H., Sellami, M., Saeidi, A., Slimani, M., Abbassi-Daloui, A., Khodamoradi, A., El Hage, R., Hackney, A. C., & Abderrahman, A. Ben. (2019). Effect of physical



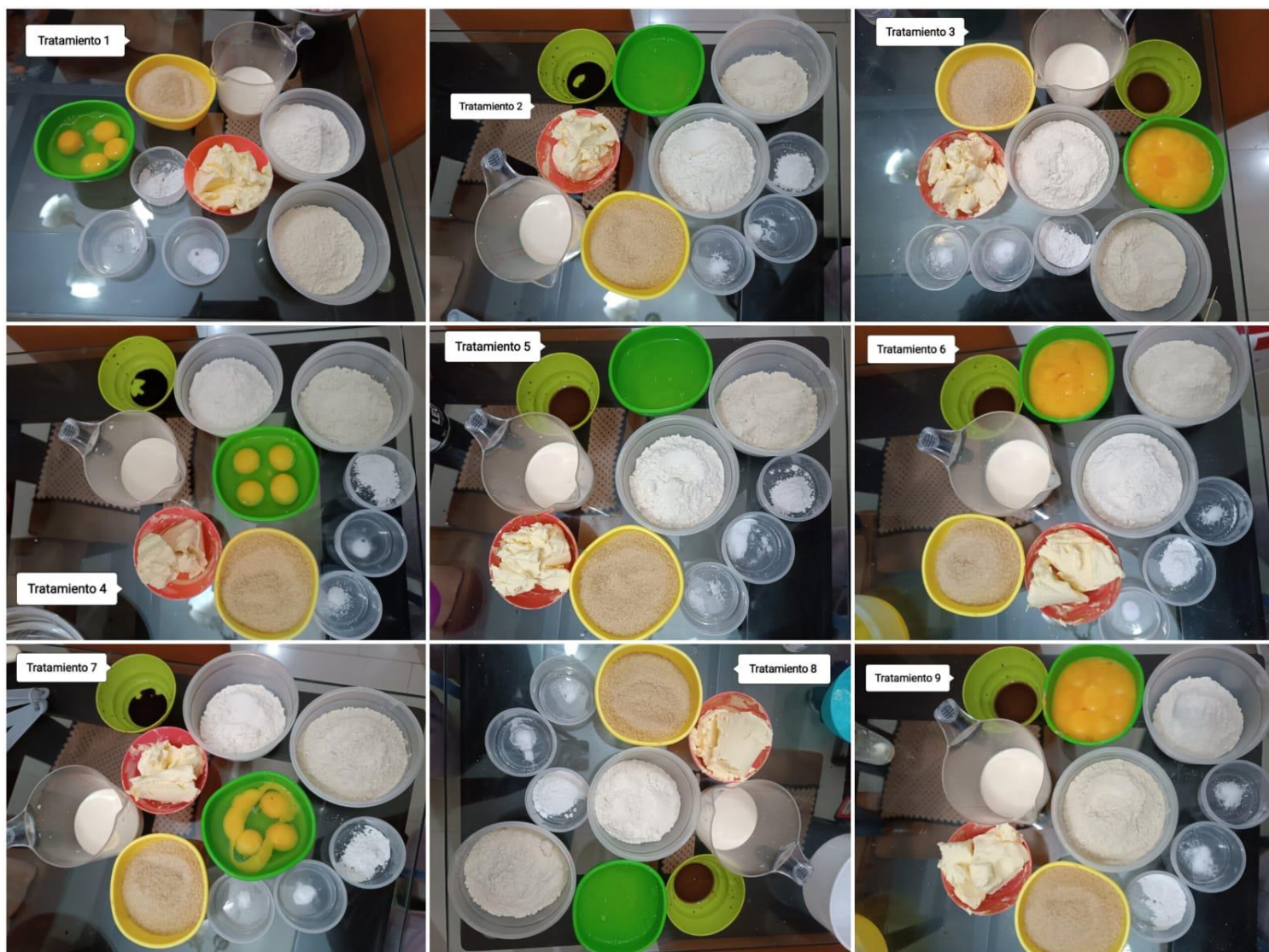
exercise and training on gastrointestinal hormones in populations with different weight statuses. *Nutrition Reviews*, 77(7), 455–477.

<https://doi.org/10.1093/NUTRIT/NUZ005>

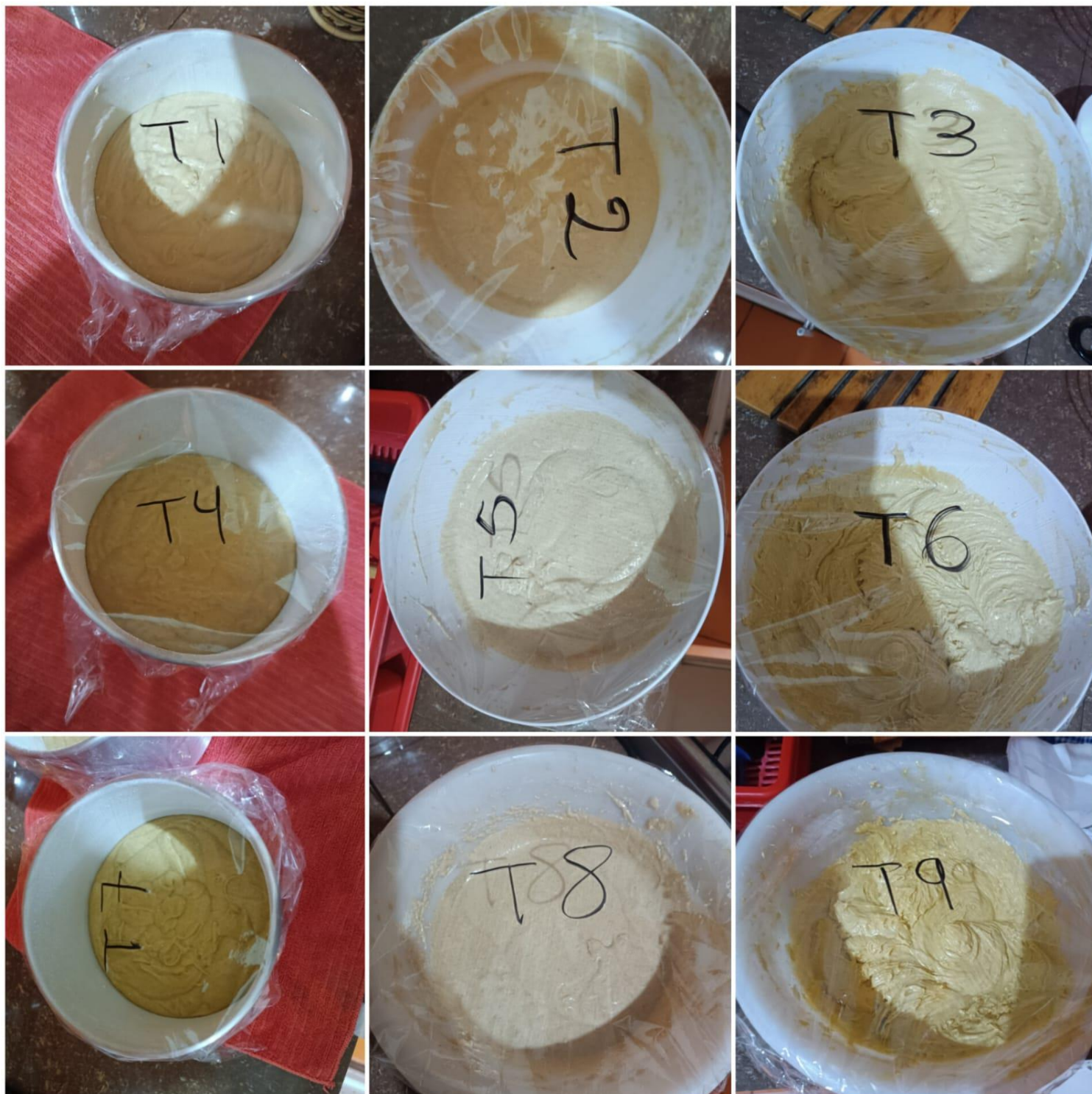
## ANEXOS

## ANEXO 1. Elaboración de los tratamientos

## a. Materia prima e insumos





**b. Preparación de las masas**

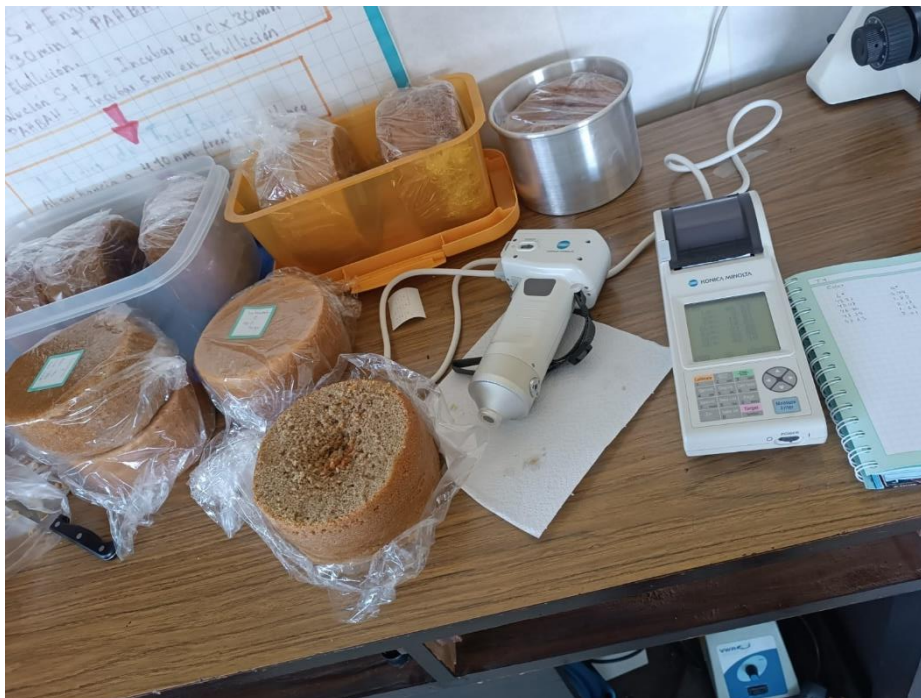


c. Horneado



## Anexo 2. Toma de datos

### a. Toma de datos del color



### b. Datos de L\*

Los datos sombreados son los que fueron eliminados ya que no tenían una relación con los demás

Resultados de L*				
Tratamientos	Repeticiones			
	1	2	3	4
Testigo	51.8	-	-	-
T1	48.16	45.16	47.04	49.1
T2	49.93	49.68	47.2	47.56
T3	45.61	47.84	46.21	46.27
T4	45.48	46.4	47.59	45.63
T5	46.22	47.49	47.78	47.44
T6	44.79	45.74	45.88	45.28
T7	43.75	46	44.27	44.55
T8	43.59	46.95	46.84	46.13
T9	44.94	44.4	44.52	43.80

**c. Datos de a\***

Los datos sombreados son los que fueron eliminados ya que no tenían una relación con los demás

<b>Resultados de a*</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>T1</b>	2.02	1.74	1.76	1.98
<b>T2</b>	1.97	1.91	2.48	2.56
<b>T3</b>	1.92	0.98	0.9	1.75
<b>T4</b>	1.82	2.17	1.66	2.01
<b>T5</b>	2.17	2.18	3.14	2.16
<b>T6</b>	1.42	1.93	1.21	1.63
<b>T7</b>	2.26	2.11	2.23	2.39
<b>T8</b>	3.28	2.05	2.18	3.08
<b>T9</b>	2.57	2.64	2.36	2.87

**d. Datos de b\***

Los datos sombreados son los que fueron eliminados ya que no tenían una relación con los demás

<b>Resultados de b*</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>T1</b>	16.51	14.61	14.55	17.98
<b>T2</b>	19.35	17.45	19.2	19.43
<b>T3</b>	18.88	17.09	18.2	18.95
<b>T4</b>	15.25	16.45	15.31	14.91
<b>T5</b>	18.35	18.12	18.13	15.78
<b>T6</b>	17.63	17.26	15.53	17.44
<b>T7</b>	15.53	15.18	14.17	15.05
<b>T8</b>	17.7	16.09	16.23	16.69
<b>T9</b>	17.33	17.63	17.03	17.14



### e. Toma de datos de la textura



### f. Datos de la elasticidad

Los datos sombreados son los que fueron eliminados ya que no tenían una relación con los demás

Resultados de la elasticidad				
Tratamientos	Repeticiones			
	1	2	3	4
T1	3.99	2.5	4.98	3.89
T2	2.62	3.12	2.53	3.9
T3	4	3.58	3.81	3.89
T4	2.86	2.5	2.92	3.65
T5	2.51	2.49	3.12	2.38
T6	2.1	3.68	3.98	4.79
T7	3.5	2.11	2.88	3.51
T8	2.7	2.28	2.64	3.21
T9	8.07	8.23	7.84	2.28

### g. Datos de la dureza

Los datos sombreados son los que fueron eliminados ya que no tenían una relación con los demás

Resultados de la dureza				
Tratamientos	Repeticiones			
	1	2	3	4
T1	9.96	9.96	9.96	10
T2	9.92	10	9.94	9.94
T3	9.91	9.99	10	10.02
T4	9.99	9.98	9.96	9.99
T5	10	9.96	9.96	9.97
T6	10.01	10	10	9.95
T7	9.96	10	10	9.94
T8	9.6	10	9.92	9.98
T9	10.68	10.97	10.85	10.05

### h. Datos de la cohesividad

Los datos sombreados son los que fueron eliminados ya que no tenían una relación con los demás

Resultados de la cohesividad				
Tratamientos	Repeticiones			
	1	2	3	4
T1	0.88	0.79	0.86	0.88
T2	0.85	0.89	0.9	0.91
T3	0.85	0.85	0.9	0.85
T4	0.87	0.87	0.86	0.89
T5	0.89	0.91	0.87	0.88
T6	0.83	0.84	0.85	0.87
T7	0.8	0.79	0.78	0.79
T8	0.85	0.88	0.83	0.84
T9	0.58	0.59	0.57	0.6



### i. Datos de la masticabilidad

Los datos sombreados son los que fueron eliminados ya que no tenían una relación con los demás

Resultados de la masticabilidad				
Tratamientos	Repeticiones			
	1	2	3	4
T1	0.03	0.02	0.03	0.03
T2	0.03	0.03	0.01	0.04
T3	0.02	0.02	0.02	0.03
T4	0.03	0.02	0.04	0.02
T5	0.04	0.02	0.03	0.03
T6	0.02	0.02	0.02	0.03
T7	0.02	0.03	0.03	0.05
T8	0.06	0.09	0.11	0.09
T9	0.02	0.02	0.02	0.03

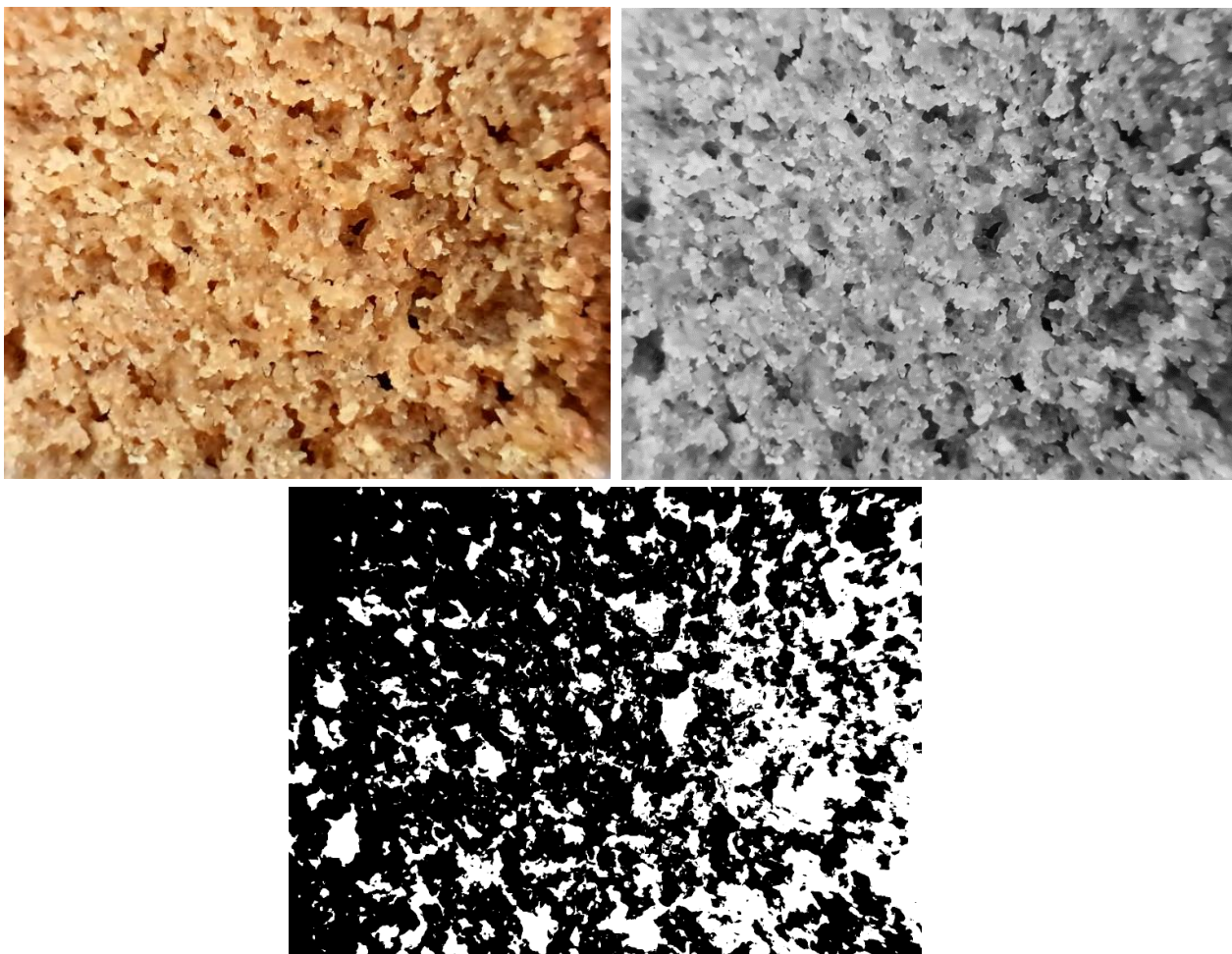
### j. Datos de la gomosidad

Los datos sombreados son los que fueron eliminados ya que no tenían una relación con los demás

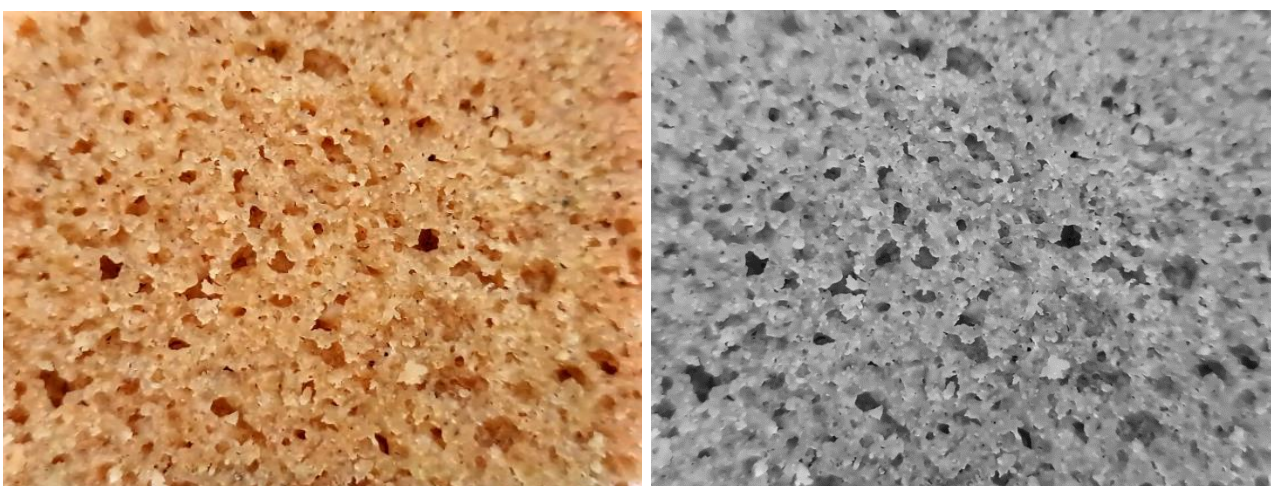
Resultados de la gomosidad				
Tratamientos	Repeticiones			
	1	2	3	4
T1	8.79	8.55	8.71	8.73
T2	8.52	8.86	8.75	9.03
T3	8.56	8.45	8.51	8.85
T4	8.3	8.36	8.32	8.43
T5	8.79	8.99	8.67	8.82
T6	7.81	7.98	8.12	8.01
T7	8.26	8.52	9.25	8.49
T8	10.98	11.14	11.21	11.66
T9	7.86	8.2	8.2	7.56

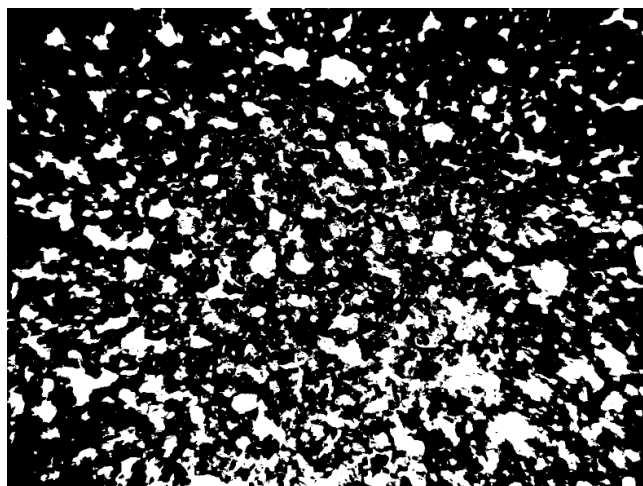
**k. Toma de datos para la porosidad con el software ImageJ**

## TRATAMIENTO 1

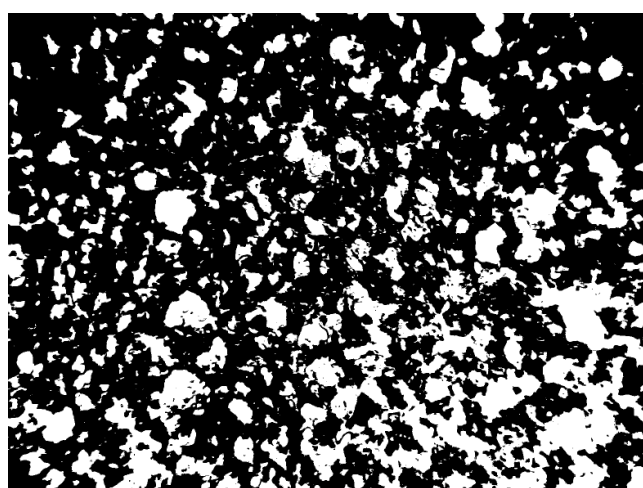
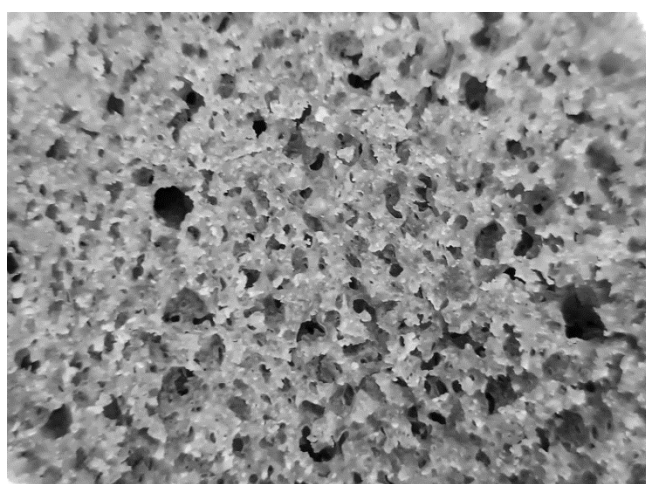


## TRATAMIENTO 2



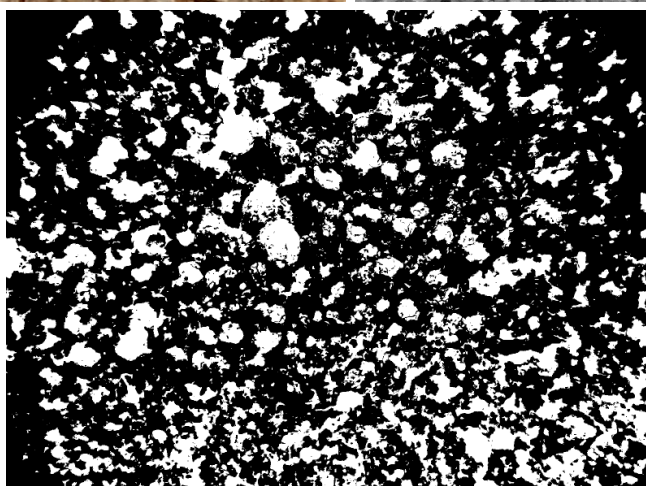
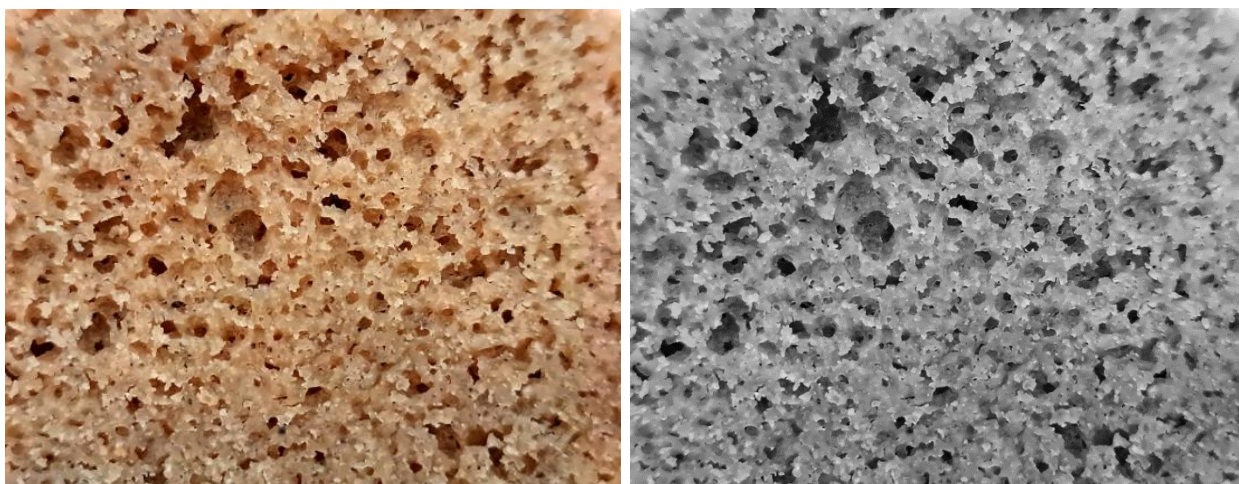


TRATAMIENTO 3

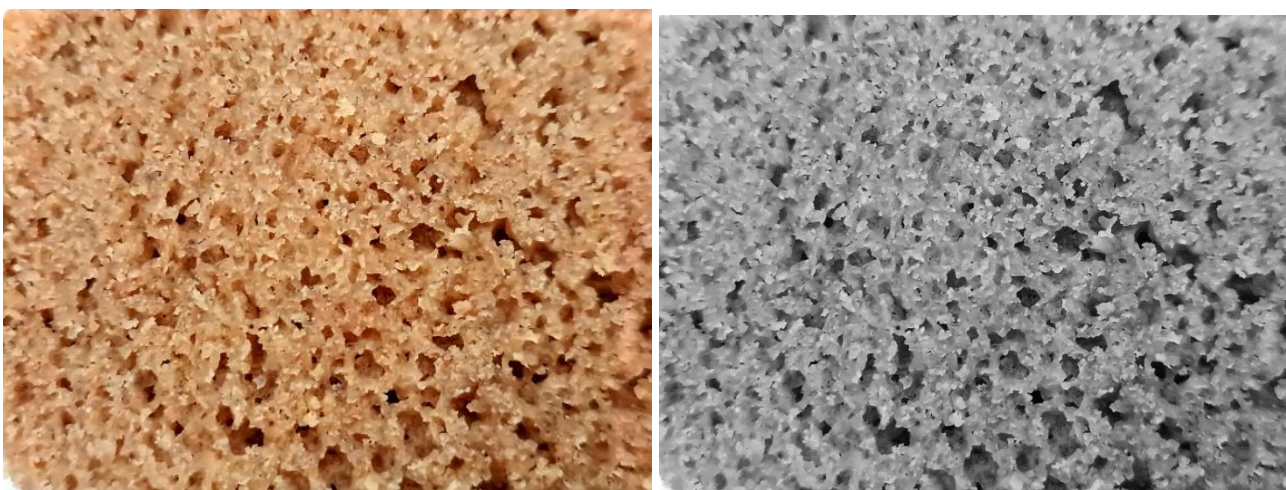


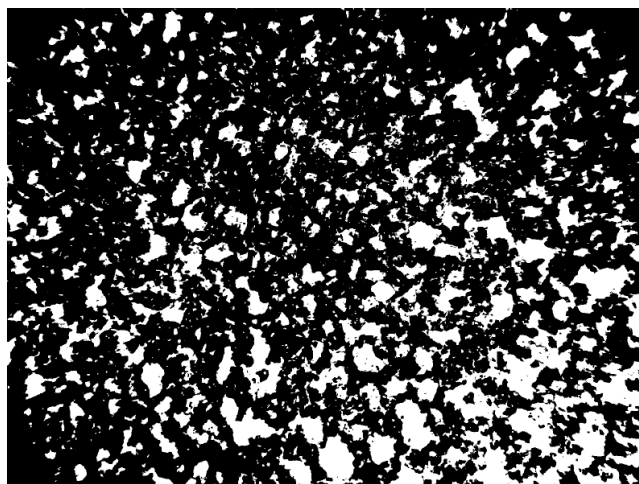


## TRATAMIENTO 4

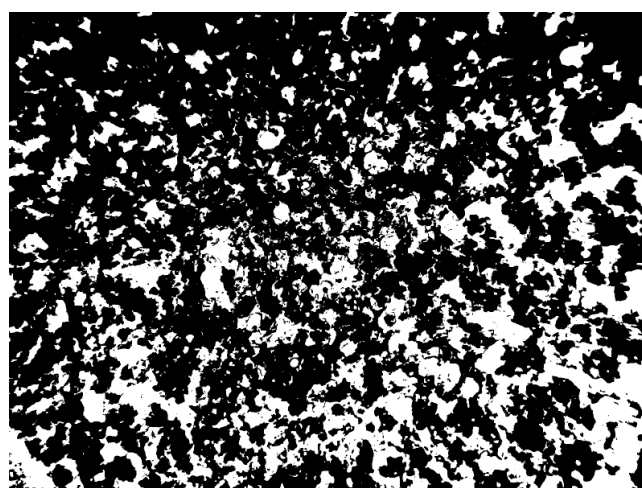
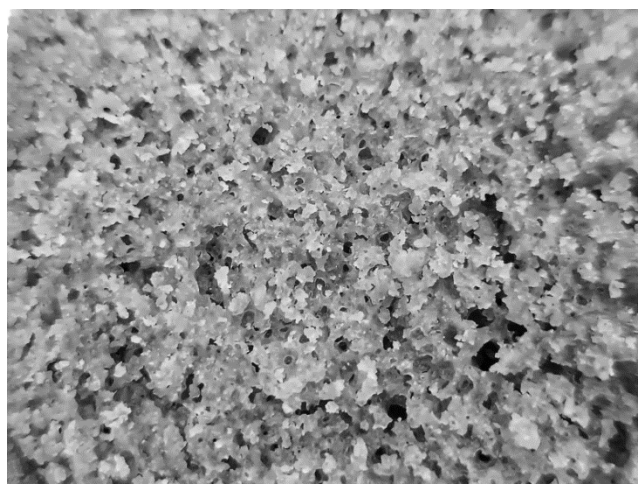


## TRATAMIENTO 5



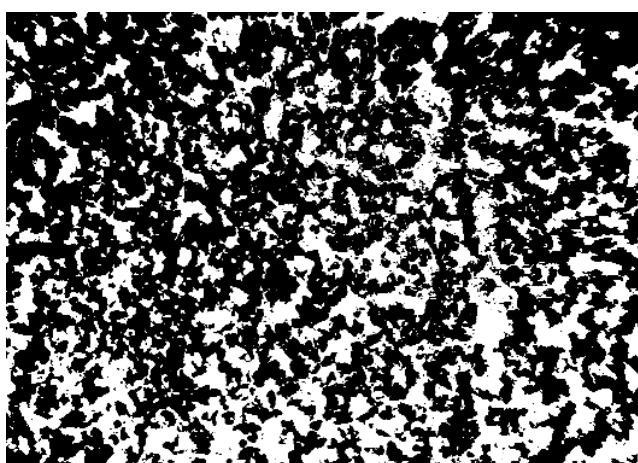
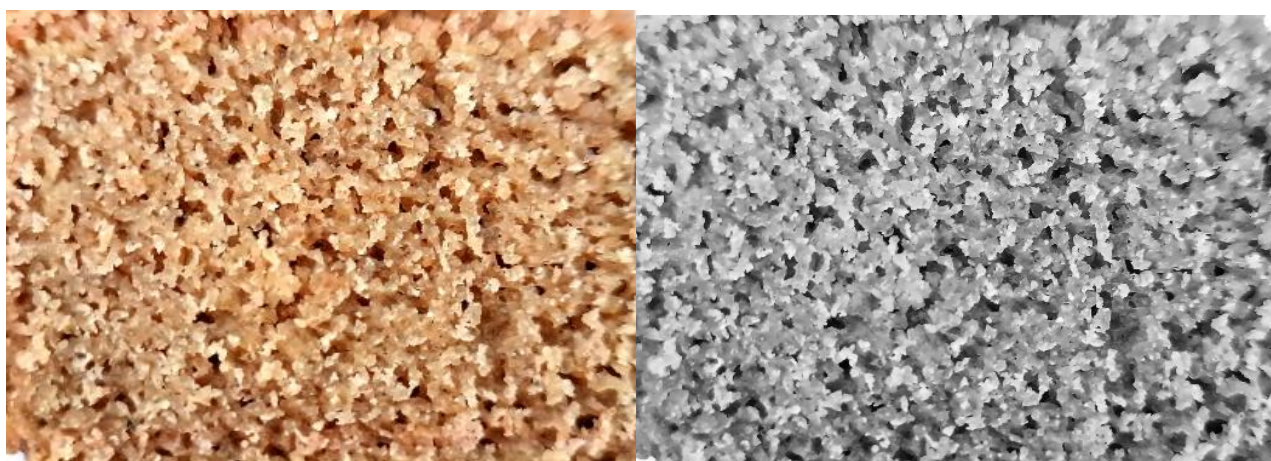


TRATAMIENTO 6



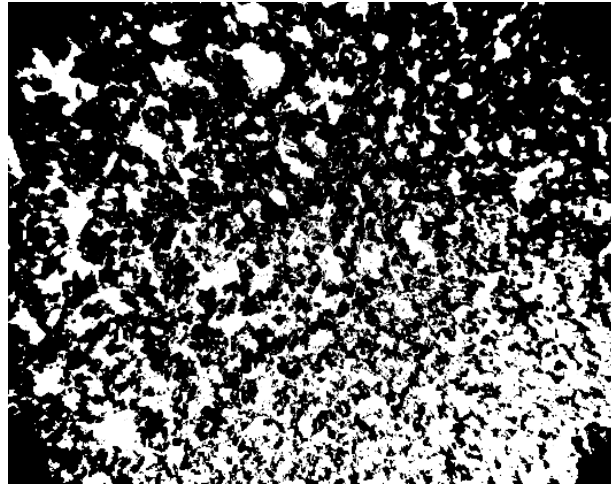


## TRATAMIENTO 7

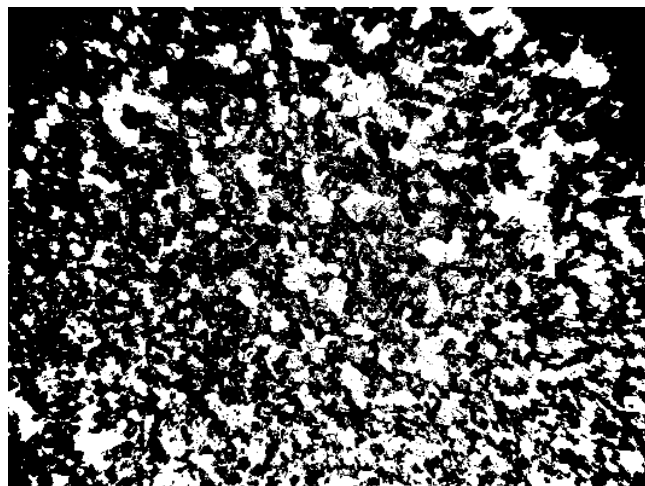
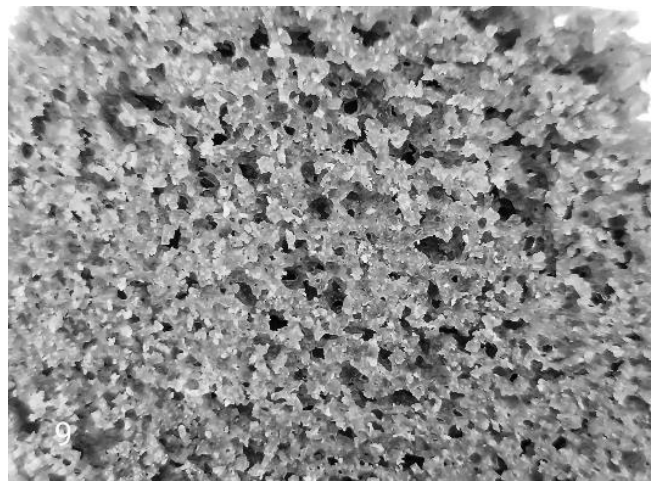


## TRATAMIENTO 8





TRATAMIENTO 9



**l. Datos del área porosa**

<b>Resultados del área porosa</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>T1</b>	157.78	145.06	161.17
<b>T2</b>	183.41	171.07	186.06
<b>T3</b>	98.26	81.88	91.71
<b>T4</b>	148.34	137.68	142.25
<b>T5</b>	155.30	144.48	149.12
<b>T6</b>	101.05	95.02	97.45
<b>T7</b>	101.81	89.63	96.56
<b>T8</b>	135.31	129.04	133.52
<b>T9</b>	85.48	74.43	80.32

**m. Datos del número de poros**

<b>Resultados de número de poros</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>T1</b>	186	171	190
<b>T2</b>	208	194	211
<b>T3</b>	120	100	112
<b>T4</b>	195	181	187
<b>T5</b>	201	187	193
<b>T6</b>	141	132	136
<b>T7</b>	117	103	111
<b>T8</b>	151	144	149
<b>T9</b>	116	101	109



### Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLES	DEFINICIÓN		DIMENSIÓN	INDICADOR
	CONCEPTUAL	OPERACIONAL		
<b>INDEPENDIENTES</b>				
<b>HARINA DE HABAS</b>	Méndez (2005) menciona que a partir del haba seca como materia prima se obtiene la harina de haba, la cual mantienen las cualidades alimenticias y proteicas del haba seca, por lo que se convierte en un producto ideal para el consumo en panadería, galletas, fideos, repostería y sopas. El agregado de harina de haba en las harinas de trigo permite obtener una harina compuesta con mejor calidad nutritiva que la harina de trigo común para obtener productos con mayor y mejor calidad de proteínas.	La harina de haba se utilizará como reemplazo de la harina de trigo en la elaboración de un bizcocho que será evaluado físicoquímicamente	$\frac{\text{harina de habas}}{\text{harina total}} \times 100$	%
<b>HUEVO ENTERO</b>	El huevo es fuente de proteínas de gran valor, además aporta cantidades significativas de vitaminas (como la vitamina A, vitaminas del complejo B, vitamina D y vitamina E) y minerales (como el fósforo, hierro, zinc, entre otros) que contribuyen a cubrir gran parte de las ingestas diarias de nutrientes. Es un ingrediente básico en la alimentación, su gran versatilidad lo hace un alimento apto para numerosas preparaciones culinarias (tanto dulces como saladas). Puede prepararlo, por ejemplo: Sancochado, en tortilla, revueltos, frito o escalfado. Si lo consume frito le recomendamos utilizar poca cantidad de aceite. (NESTLE)	En la elaboración del bizcocho, el huevo será utilizado como un agente de crecimiento, aumentará el volumen, suavizará la masa y la miga y mejorará el valor nutritivo. Además de dar color y sabor al producto final.	$\frac{\text{huevo entero(g)}}{\text{Insumos totales(g)}} \times 100$	%

<p><b>YEMA DE HUEVO</b></p>	<p>La yema tiene forma circular, con colores rojizos anaranjados y está compuesta por proteínas y lípidos, los cuales representan el 30% del peso del huevo. La importancia de la yema en repostería, sobre todo, es que la yema contiene una sustancia emulsionante, la lecitina, y su función es facilitar las mezclas de agua y grasa y aportar textura a las elaboraciones. (Lolita pastelera)</p>	<p>Las yemas tienen la capacidad de unir los líquidos y las grasas, creando una emulsión que no permite que se separen. Este proceso, ayudará a crear una mezcla de ingredientes más homogénea, y dará una distribución pareja de líquidos y grasas para obtener una mezcla suave y cremosa.</p>	$\frac{\text{yema de huevo(g)}}{\text{Insumos totales(g)}} \times 100$	<p>%</p>
<p><b>CLARA DE HUEVO</b></p>	<p>La clara de huevo es el nombre común que hace referencia al líquido semitransparente que contienen los huevos. Se trata de su citoplasma y consiste, principalmente, en un 15% de proteínas disueltas en agua. Su función natural primaria es la de proteger la yema de huevo y proveer nutrientes adicionales para el crecimiento del embrión, debido a sus altos valores nutricionales. A diferencia de la yema del huevo, contiene una cantidad insignificante de grasa. La clara de huevo posee muchos usos para los humanos, especialmente culinarios. (Química del huevo)</p>	<p>La clara del huevo aportará una estructura densa o ligera y espumosa a los postres. Además, será usada como anticoagulante, lo que dará esponjosidad y volumen al producto.</p>	$\frac{\text{clara de huevo(g)}}{\text{Insumos totales(g)}} \times 100$	<p>%</p>
<p><b>DEPENDIENTE</b></p>				

<p><b>COLOR</b></p>	<p>En los alimentos la apariencia externa, particularmente el color, como propiedad física y sensorial es un atributo muy importante. En el ámbito de la tecnología su importancia radica como un factor de calidad que influye en la aceptación y rechazo por el consumidor. Esta propiedad puede medirse utilizando un colorímetro triestímulo, y generalmente se cuantifica en el espacio de color <math>L^*a^*b^*</math> (Gómez y Pardo, 1996). El espacio de color tridimensional de las unidades de <math>L^*a^*b^*</math> se abrevia como CIElab, y es un estándar internacional para las medidas de color, adoptado por la Comisión Internacional d' Eclairage (CIE) en 1976. El eje <math>L^*</math> es el componente de la luminosidad, que se extiende a partir del 0 (negro) al 100 (blanco); el eje <math>a^*</math> de verde (-a) al rojo (+a) y el eje <math>b^*</math> de azul (-b) al amarillo (+b). Estos dos últimos son los componentes cromáticos, que se extienden desde -120 a 120 (Corróns et al., 2007)</p>	<p>desde la vista del ser humano el color puede variar dependiendo de quien lo evalúe, ya que cada persona puede expresar el color con palabras totalmente diferentes, es por esto que se utiliza instrumentos como el colorímetro para evaluar el color y así tener una medida exacta y además, también nos aseguramos que la muestra cumpla con un estándar, ya que cómo sabemos el color influye en la decisión de consumo de las personas.</p>	<p>*L *a *b</p>	<p>Luminosidad</p>
<p><b>TEXTURA</b></p>	<p>La textura incluye un número de sensaciones físicas diferentes, siendo más conveniente utilizar el término propiedades texturales que textura. Las propiedades texturales de un alimento son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material, se perciben por el sentido del tacto, se relacionan con la deformación, desintegración y flujo por la aplicación de una fuerza, y se miden objetivamente como una función de masa, tiempo y distancia. Bourne, M. C. (1982)</p>	<p>Se utilizará un Analizador de Textura, que es un avanzado instrumento que ha sido diseñado para caracterizar las propiedades texturales de cualquier tipo de producto, este realizará una deformación controlada a una muestra y medirá la respuesta que ésta ejerce a la energía aplicada durante el ensayo. Normalmente trabajan con un paquete de software.</p>	<p>Fracturabilidad Dureza Cohesividad Adhesividad Gomosidad Elasticidad Masticabilidad</p>	<p>Fuerza * Newton Unidades de fuerza (N ó Kgms-2) Adimensional (&lt;1) Kg m<sup>2</sup> s<sup>-2</sup> Kg m/s<sup>-2</sup> Adimensional (&lt;1) Gramos</p>

<p><b>POROSIDAD</b></p>	<p>La porosidad es la relación entre el volumen de los poros y el volumen aparente del poroso. Los productos alimentarios, como los alimentos horneados, extruidos, inflados, secos y congelados tienen una microestructura porosa inherente que da al producto su textura característica medida en términos de propiedades físicas como la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión y la rigidez (Stasiak y Jamroz 2009). Las imágenes se obtuvieron con cámara digital Panasonic Lumix, modelo DMC-TZ3 con iluminación fija e igual en cada ensayo. Las fotografías se tomaron sin flash, sin zoom, con autodisparador, en modo macro y con ajuste en "modo fino". Se colocó una regla milimetrada que sirvió como referencia para calibrar las imágenes y convertir píxeles en centímetros. Las imágenes RGB en formato de archivo JPG se analizaron con el programa ImageJ versión 1.49.</p>	<p>Para la adquisición de las imágenes se utilizará la ayuda de un microscopio y una cámara, la imagen a color será procesada en el software transformándola a escala de grises, para luego aplicar un proceso de umbralización y finalmente el número de poros formados de cada tamaño se establecerá en base a una distribución geométrica (área).</p>	<p>Área</p>	<p>mm<sup>2</sup></p>
-------------------------	---	--	-------------	-----------------------