



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional**

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**  
**FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**



**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR  
HARINA DE PAPA, HARINA DE TARWI Y HARINA DE  
OCA EN LA ELABORACIÓN DEL PAN MEDIANTE EL  
MÉTODO DE DISEÑO DE MEZCLAS.**

**TESIS:**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE ALIMENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**Bachiller. QUISPE IPURRE, ROSA YANNET**

**ASESORA:**

**DRA. MATILDE TENORIO DOMÍNGUEZ**

**PISCO - ICA**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A un dios inexplicable en su totalidad, para mí son muchas las personas que estuvieron conmigo de alguna u otra manera me demostraron con sus actitudes, acciones y emociones. Que cuando yo más necesitaba siempre estaban ahí que la mejor manera es poder actuar que ir pensando...y aún más el hombre es un dios cuando sueña, solo un mendigo cuando piensa.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco que la universidad me abrió las puertas en la facultad de ingeniería pesquera y de ingeniería de alimentos. Fueron años de esfuerzo que a la larga fui comprendiendo las nociones de la vida que no hay que ir contra corriente sino es hasta dónde quieres llegar y que es lo que quieres lograr. Fui analizando porque a muchos que llegue a conocer en la facultad y en otras universidades de docentes que ya pasaron y enseñan siempre. Quieren lo mejor de ti, agradezco muy gentil desde la primera vez que ingrese fue adoptar a una madre más en la facultad. Es usted doctora Matilde sé que es una madre ejemplar que por nada del mundo dejaría a sus hijos y quiere lo mejor para ellos. Siempre rescatare por su cariño y respeto. Sabe ganarse esa confianza y siga así inculcando esos conocimientos nuevos que usted tiene porque es ahí que da las expectativas al alumno que aprenda el enfoque y se esmere hacia dónde quiere llegar. Siga así demuestra la gran docente que es. Su alumna le agradece por abrir las puertas de su casa por brindarnos a realizar las muestras experimental del laboratorio al ingeniero Vargas gracias por todo por las inquietudes y las dudas que tenía hace 5 años y ahora.

A igual manera agradezco al ingeniero Jordán es buen docente. Se nota la responsabilidad donde quiere llegar en sus expectativas de enseñar y superarse más. Los golpes de la vida le enseñaron a superarse más ahí está en prospectarse más y claro viendo la calidad de docente que quiere alcanzar a pesar que hubo puertas que le cerraron donde que otras les abren y supera conocimientos nuevos. Ser docente no es difícil siempre y cuando te guste y sepas llegar al alumno.

También agradezco por la gran familia que conocí en la facultad son mis grandes amigas y amigos (Cano, Meza, Pari, Huamani, Yarihuaman y Aramburu). Bueno estuvimos ahí con caídas y golpes de la vida. Pero siempre alentando y dándonos ánimos porque aún no terminaba.

Sabemos hasta donde queremos lograr algo. Las inquietudes siempre estaban ahí las dudas siempre de alguna y otra manera nos apoyábamos de quien comprendía y cada quien ayudaba al otro y así se hice nuestra gran amistad. Nuestro equipo siga siempre así unidos más que nunca a pesar de las circunstancias y distancias que retomemos en cada uno de nosotros.

Y más que bendecir a mi gran familia que conocí den todo lo que puedan dar ayudemos porque ahí viene la gran recompensa bien grande que de alguna otra manera será recompensada, gracias...

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue elaborar un pan con 3 tipos de harina. Harina papa, harina de tarwi y harina de oca. El diseño experimental es un diseño de mezclas, con 3 factores de 6 formulas: Fórmula 1, 2, 3 (300g c/u) y Formula 4, 5, 6 mezcla de 2 harinas (150g c/u). La información se obtuvo de las pruebas experimentales, que se realizó en 05 etapas: Se determinó el peso óptimo de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca e incorporar en la elaboración del pan. Se determinó los parámetros de procesamiento (tiempo – temperatura), la caracterización nutricional y la caracterización sensorial (apariencia – textura y sabor). Se determinó la caracterización microbiológica. Se realizó la optimización de la formulación incluyendo una repetición, para ser analizado por la metodología del diseño de mezclas utilizando el paquete estadístico Simplex Lattice donde determinó el peso óptimo de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca: 106g, 14g, y 180g, que produjo la mayor aceptabilidad sensorial del producto.

Palabras claves: pan, harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

## ABSTRACT

The objective of this research was to develop a bread with 3 types of flour. Potato flour, tarwi flour and oca flour. The experimental design is a mixture design, with 3 factors of 6 formulas: Formula 1, 2, 3 (300 g. c/u) and Formula 4, 5, 6 mixture of 2 flours (150 g. c/u). The information was obtained from the experimental tests, which was carried out in 05 stages: The optimum weight of potato flour, tarwi flour and oca flour was determined and incorporated into the bread making process. The processing parameters (time - temperature), nutritional characterization and sensory characterization (appearance - texture and taste) were determined. The microbiological characterization was determined. The optimization of the formulation was carried out including a repetition, to be analyzed by the methodology of the mixture design using the Simplex Lattice statistical package where the optimum weight of potato flour, tarwi flour and oca flour was determined: 106g, 14g, and 180g, which produced the greatest sensory acceptability of the product.

Keywords: bread, potato flour, tarwi flour and oca flour.

## Índice general

	Pg.
<b>CARATULA</b>	
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	ii
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b>	iii
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	iv
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	ix
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	xi
<b>I.INTRODUCCION</b>	1
<b>II.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION</b>	2
2.1. Situación problemática	
2.1.1. Descripción de la realidad problemática	
2.2. Formulación de problemas	3
2.2.1. Problema general	
2.2.2. Problemas específicos	
2.3. Delimitación del problema	
2.3.1. Delimitación espacial o geográfica	
2.3.2. Delimitación temporal	
2.3.3. Delimitación social	4
2.3.4. Delimitación conceptual	
2.4. Justificación e importancia de la investigación	
2.4.1. Justificación	
2.4.2. Importancia	5
<b>III.MARCO TEORICO</b>	
3.1. Antecedentes del problema de investigación	
3.1.1. Antecedentes a nivel internacional	
3.1.2. Antecedentes a nivel nacional	6
3.1.3. Antecedentes a nivel local	
3.2. Bases teóricas de la investigación	7
3.2.1. Pan	8
3.2.1.1. Variedades de pan	
3.2.1.2. Valor nutritivo del pan	9
3.2.2. Harina de trigo	
3.2.2.1 Valor nutricional de harina de trigo	10
3.2.3. Harina de papa	11
3.2.3.1. Valor nutricional de harina de papa	
3.2.4. Harina de oca	13
3.2.4.1. Valor nutricional de harina de oca	14
3.2.5. Harina de tarwi	
3.2.5.1. Valor nutricional de harina de tarwi	15

3.2.6. Diseño de mezclas	16
3.3. Marco conceptual	17
<b>IV.HIPOTESIS Y VARIABLES</b>	<b>18</b>
4.1. Hipótesis de investigación	
4.1.1. Hipótesis general o principal	
4.1.2. Hipótesis específicas	
4.2. Variables de investigación	19
4.2.1. Identificación de variables	
4.2.1.1. Variable independiente (X)	
4.2.1.2. Variable dependiente (Y)	20
4.2.1.3. Variable interviniente (Z)	
4.2.2. Operacionalización de variables	
4.2.2.1. Variable independiente	
4.2.2.2. Variable Dependiente	
<b>V. OBJETIVOS DE INVESTIGACION</b>	<b>20</b>
5.1. Objetivo general	
5.2. Objetivos específicos	
<b>VI. ESTRATEGIA METODOLOGIA</b>	
6.1. Tipo y nivel de investigación	
6.1.1 Tipo de investigación	
6.1.2 Nivel de investigación	
6.2. Diseño de investigación	
6.2.1. Diseño experimental	21
6.3. Población y muestra	
6.3.1. Población de estudio	
6.3.2. Tamaño de la muestra	
6.3.3. Criterios de inclusión y exclusión	
6.4. Técnica de recolección de datos	
<b>VII. METODOLOGIA EXPERIMENTAL</b>	<b>22</b>
7.1. Instrumento de recolección de datos	
7.1.1. Materiales, equipos, instrumentos de medición e ingredientes	
7.1.1.1. Materiales	
7.1.1.2. Equipos, Instrumentos de medición	
7.1.1.3. Ingredientes	
7.2. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos	23
7.2.1. La producción del pan se obtendrá aplicando el siguiente diagrama de proceso de operación del pan	26
7.2.1.1. Descripción del diagrama de proceso se operación del pan con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca	27
<b>VIII. RESULTADO Y DISCUSION</b>	<b>55</b>
8.1. Peso óptimo en la formulación del pan con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.	
8.2. El efecto combinado: Apariencia, Sabor y Textura	62

8.3. Resultados en los parámetros de procesamiento en la elaboración de pan con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca	<b>63</b>
8.4. Resultados del análisis nutricional	<b>64</b>
8.5. Resultados del análisis microbiológico	<b>65</b>
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	<b>66</b>
<b>X. RECOMENDACIONES</b>	<b>67</b>
<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>68</b>
<b>XII. ANEXOS</b>	<b>73</b>

## Índice de Tablas

	<b>Pg.</b>
<b>Tabla 1.</b> Valor nutritivo del pan (cada 100 gramos)	<b>9</b>
<b>Tabla 2.</b> Valor nutricional de harina de trigo (cada 100 gramos)	<b>11</b>
<b>Tabla 3.</b> Valor nutricional de harina de papa (cada 100 gramos)	<b>13</b>
<b>Tabla 4.</b> Valor nutricional de harina de oca (cada 100 gramos)	<b>14</b>
<b>Tabla 5.</b> Valor nutricional de harina de tarwi (cada 100 gramos)	<b>15</b>
<b>Tabla 6.</b> Formula pan control	<b>23</b>
<b>Tabla 7.</b> Diseño experimental: diseño Simplex Lattice para una mezcla de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca	
<b>Tabla 8.</b> Fórmula 1. Código: 124	
<b>Tabla 9.</b> Fórmula 2. Código: 236	<b>24</b>
<b>Tabla 10.</b> Fórmula 3. Código: 328	
<b>Tabla 11.</b> Fórmula 4. Código: 416	
<b>Tabla 12.</b> Fórmula 5. Código: 584	<b>25</b>
<b>Tabla 13.</b> Fórmula 6. Código: 672	
<b>Tabla 14.</b> Sumatoria de puntuaciones para cada tratamiento	<b>55</b>
<b>Tabla 15.</b> Anova para apariencia	<b>56</b>
<b>Tabla 16.</b> Cuadrático resultado de ajuste de modelo para apariencia	
<b>Tabla 17.</b> Resultado de la respuesta optimizada para la apariencia	
<b>Tabla 18.</b> Anova para textura	<b>58</b>
<b>Tabla 19.</b> Cuadrático resultado de ajuste de modelo para textura	
<b>Tabla 20.</b> Resultado de la respuesta optimizada para la textura	<b>59</b>
<b>Tabla 21.</b> Anova de sabor	<b>60</b>
<b>Tabla 22.</b> Cuadrático resultado de ajuste de modelo para sabor	<b>61</b>
<b>Tabla 23.</b> Resultado de la respuesta optimizada para el sabor	
<b>Tabla 24.</b> Valores óptimos de los factores analizados y fórmula general	<b>62</b>
<b>Tabla 25.</b> Formula del pan con los gramos óptimos de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca	<b>63</b>
<b>Tabla 26.</b> Parámetros de procesamiento (temperatura, tiempo) en las formulas: “control” y “optimo”	
<b>Tabla 27.</b> Análisis nutricional de las formulas: “control” y “optimo” (100g. de porción)	<b>64</b>
<b>Tabla 28.</b> Análisis microbiológico de las formulas “control” y “optimo”	<b>65</b>
<b>Tabla 29.</b> Resultado de análisis sensorial: harina de papa, harina de tarwi y harina de oca	
<b>Tabla 30.</b> Código de formula sensorial	<b>76</b>
<b>Tabla 31.</b> Resultado de análisis sensorial de evaluación de apariencia	<b>77</b>
<b>Tabla 32.</b> Resultado de análisis sensorial de evaluación de apariencia	<b>78</b>
<b>Tabla 33.</b> Resultado de análisis sensorial de evaluación de textura	<b>79</b>
<b>Tabla 34.</b> Resultado de análisis sensorial de evaluación de textura	<b>80</b>
<b>Tabla 35.</b> Resultado de análisis sensorial de evaluación de sabor	<b>81</b>
<b>Tabla 36.</b> Resultado de análisis sensorial de evaluación de sabor	<b>82</b>

## Índice de Figuras

	<i><b>Pg.</b></i>
<i><b>Figura 1.</b></i> Pan	7
<i><b>Figura 2.</b></i> Variedades de pan	8
<i><b>Figura 3.</b></i> Harina de trigo	10
<i><b>Figura 4.</b></i> Harina de papa sustituto de harina de trigo informo carolina brescia para foodnewslatam.com	11 12
<i><b>Figura 5.</b></i> Harina de oca	14
<i><b>Figura 6.</b></i> Harina de tarwi	15
<i><b>Figura 7.</b></i> Esquema	16
<i><b>Figura 8.</b></i> Ingredientes	27
<i><b>Figura 9.</b></i> Pesado de ingredientes	
<i><b>Figura 10.</b></i> Mezclado de harina trigo	28
<i><b>Figura 11.</b></i> Amasado de pan	
<i><b>Figura 12.</b></i> Reposo	29
<i><b>Figura 13.</b></i> Pesado	
<i><b>Figura 14.</b></i> Primer fermentado	30
<i><b>Figura 15.</b></i> Segundo fermentado	
<i><b>Figura 16.</b></i> Horneado	
<i><b>Figura 17.</b></i> Enfriado del pan	31
<i><b>Figura 18.</b></i> Control de calidad	
<i><b>Figura 19.</b></i> Ingredientes, fórmula 1, 2,3.	32
<i><b>Figura 20.</b></i> Pesado harina de papa	
<i><b>Figura 21.</b></i> Pesado harina de farsi	33
<i><b>Figura 22.</b></i> Pesado harina de oca	
<i><b>Figura 23.</b></i> Mezclado harina de papa 100%	
<i><b>Figura 24.</b></i> Mezclado harina de tarwi 100%	34
<i><b>Figura 25.</b></i> Mezclado harina de oca 100%	
<i><b>Figura 26.</b></i> Amasado harina de papa 100%	
<i><b>Figura 27.</b></i> Amasado harina de tarwi 100%	35
<i><b>Figura 28.</b></i> Amasado harina de oca 100%	
<i><b>Figura 29.</b></i> Reposo harina de papa 100%	
<i><b>Figura 30.</b></i> Reposo harina de tarwi 100%	36
<i><b>Figura 31.</b></i> Reposo harina de oca 100%	
<i><b>Figura 32.</b></i> Pesado harina de papa 100%	37
<i><b>Figura 33.</b></i> Pesado harina de tarwi 100%	
<i><b>Figura 34.</b></i> Pesado harina de oca 100%	
<i><b>Figura 35.</b></i> Fermentación I harina de papa100%	38
<i><b>Figura 36.</b></i> Fermentación I harina de tarwi 100%	
<i><b>Figura 37.</b></i> Fermentación I harina de oca 100%	
<i><b>Figura 38.</b></i> Fermentado II harina de papa 100%	39
<i><b>Figura 39.</b></i> Fermentado II harina de tarwi 100%	

<i>Figura 40.</i> Fermentado II harina de oca 100%	
<i>Figura 41.</i> Horneado harina de papa 100%	<b>40</b>
<i>Figura 42.</i> Horneado harina de tarwi 100%	
<i>Figura 43.</i> Horneado harina de oca 100%	
<i>Figura 44.</i> Enfriado pan de papa	<b>41</b>
<i>Figura 45.</i> Enfriado pan de tarwi	
<i>Figura 46.</i> Enfriado pan de oca	
<i>Figura 47.</i> Envasado pan de papa	<b>42</b>
<i>Figura 48.</i> Envasado pan de tarwi	
<i>Figura 49.</i> Envasado pan de oca	
<i>Figura 50.</i> Almacenado pan de papa, pan de tarwi y pan de oca	<b>43</b>
<i>Figura 51.</i> Ingredientes, fórmula 4, 5, 6.	
<i>Figura 52.</i> Pesado harina de tarwi y harina de papa	<b>44</b>
<i>Figura 53.</i> Pesado harina de papa y harina de oca	
<i>Figura 54.</i> Pesado harina de tarwi y harina de oca	
<i>Figura 55.</i> Mezclado harina de tarwi y harina de papa con 50% c/u	<b>45</b>
<i>Figura 56.</i> Mezclado harina de papa y harina de oca con 50% c/u	
<i>Figura 57.</i> Mezclado harina de tarwi y harina de oca con 50% c/u	
<i>Figura 58.</i> Amasado harina de tarwi y harina de papa con 50% c/u	<b>46</b>
<i>Figura 59.</i> Amasado harina de papa y harina de oca con 50% c/u	
<i>Figura 60.</i> Amasado harina de tarwi y harina de oca con 50% c/u	
<i>Figura 61.</i> Reposo harina de tarwi y harina de papa con 50% c/u	<b>47</b>
<i>Figura 62.</i> Reposo harina de papa y harina de oca con 50% c/u	
<i>Figura 63.</i> Reposos harina de tarwi y harina de oca con 50% c/u	
<i>Figura 64.</i> Pesado harina de tarwi y harina de papa con 50% c/u	<b>48</b>
<i>Figura 65.</i> Pesado harina de papa y harina de oca con 50% c/u	
<i>Figura 66.</i> Pesado harina de tarwi y harina de oca con 50% c/u	
<i>Figura 67.</i> Fermentación I (harina de tarwi y harina de papa) con 50% c/u	<b>49</b>
<i>Figura 68.</i> Fermentación I (harina de papa y harina de oca) con 50% c/u	
<i>Figura 69.</i> Fermentación I (harina de tarwi y harina de oca) con 50% c/u	
<i>Figura 70.</i> Fermentación II (harina de tarwi y harina de papa) con 50% c/u	<b>50</b>
<i>Figura 71.</i> Fermentación II (harina de papa y harina de oca) con 50% c/u	
<i>Figura 72.</i> Fermentación II (harina de tarwi y harina de oca) con 50% c/u	
<i>Figura 73.</i> Horneado (harina de tarwi y harina de papa) con 50% c/u	<b>51</b>
<i>Figura 74.</i> Horneado (harina de papa y harina de oca) con 50% c/u	
<i>Figura 75.</i> Horneado (harina de tarwi y harina de oca) con 50% c/u	
<i>Figura 76.</i> Enfriado del pan (tarwi y papa)	<b>52</b>
<i>Figura 77.</i> Enfriado del pan (papa y oca)	
<i>Figura 78.</i> Enfriado del pan (tarwi y oca)	
<i>Figura 79.</i> Envasado del pan (tarwi y papa)	<b>53</b>
<i>Figura 80.</i> Envasado del pan (papa y oca)	
<i>Figura 81.</i> Envasado del pan (tarwi y oca)	
<i>Figura 82.</i> Almacenado pan (tarwi y papa), pan (papa y oca) y pan (tarwi y oca)	<b>54</b>
<i>Figura 83.</i> Contorno de la superficie de respuesta estimada (Apariencia).	<b>57</b>

<b>Figura 84.</b> Superficie de respuesta estimada (Apariencia).	
<b>Figura 85.</b> Contorno de la superficie de respuesta estimada (Textura).	<b>59</b>
<b>Figura 86.</b> Superficie de respuesta estimada (Textura).	<b>60</b>
<b>Figura 87.</b> Contorno de la superficie de respuesta estimada (Sabor).	<b>61</b>
<b>Figura 88.</b> Superficie de respuesta estimada (Sabor).	<b>62</b>
<b>Figura 89.</b> Ficha de evaluación de análisis sensorial del pan formulado con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.	<b>73</b>
<b>Figura 90.</b> Muestra de formulación (F1, F2, F3, F4, F5, F6)	<b>74</b>
<b>Figura 91.</b> Muestra de formulación 1	
<b>Figura 92.</b> Muestra de formulación 2	
<b>Figura 93.</b> Muestra de formulación 3	<b>75</b>
<b>Figura 94.</b> Muestra de formulación 4	
<b>Figura 95.</b> Muestra de formulación 5	
<b>Figura 96.</b> Muestra de formulación 6	<b>76</b>
<b>Figura 97.</b> Formulación optimo	<b>83</b>
<b>Figura 98.</b> Pesado harina de trigo	
<b>Figura 99.</b> Pesado harina de papa	
<b>Figura 100.</b> Pesado harina de tarwi	
<b>Figura 101.</b> Pesado harina de oca	<b>84</b>
<b>Figura 102.</b> Mezclado formula óptima	
<b>Figura 103.</b> Amasado formula óptima	
<b>Figura 104.</b> Reposo formula óptima	
<b>Figura 105.</b> Pesado pan optimo	<b>85</b>
<b>Figura 106.</b> Diseño / formado pan optimo	
<b>Figura 107.</b> Fermentación I (pan óptimo)	
<b>Figura 108.</b> Fermentación II (pan óptimo)	
<b>Figura 109.</b> Horneado pan optimo	<b>86</b>
<b>Figura 110.</b> Enfriado pan optimo	
<b>Figura 111.</b> Control de calidad (pan óptimo)	
<b>Figura 112.</b> Envasado (pan óptimo)	
<b>Figura 113.</b> Resultado microbiológico del pan de control	<b>87</b>
<b>Figura 114.</b> Resultado microbiológico de formulación optimo del pan	<b>88</b>
<b>Figura 115.</b> Resultado de análisis nutricional del pan de control	<b>89</b>
<b>Figura 116.</b> Resultado de análisis nutricional de formulación optimo del pan	<b>90</b>

## Índice de Anexos

	<b>Pg.</b>
<b>Anexo 12.1.</b> Ficha de evaluación: aceptabilidad (Apariencia, Textura y Sabor)	<b>72</b>
<b>Anexo 12.2.</b> Resultado de análisis sensorial evaluación: Apariencia, Textura y Sabor	<b>73</b>
<b>Anexo 12.3.</b> Formulación optima de pan (harina de papa, harina de tarwi y harina de oca)	<b>82</b>
<b>Anexo 12.4.</b> Resultado microbiológico del pan control	<b>87</b>
<b>Anexo 12.5.</b> Resultado microbiológico de formulación óptimo de pan	<b>88</b>
<b>Anexo 12.6.</b> Resultado análisis nutricional del pan control	<b>89</b>
<b>Anexo 12.7.</b> Resultado análisis nutricional de formulación óptimo de pan	<b>90</b>

## I.INTRODUCCIÓN:

Esta investigación se elaboró un pan con 3 tipos de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca. Con el método experimental empleado en el presente estudio cuantitativo y cualitativo, cuantitativo porque se llevó a cabo a través de la parte experimental por la elaboración y evaluación sensorial para concluir con la viabilidad o no del pan. Y cualitativo que es cuando se realizó el marco teórico, la justificación, la hipótesis y las variables.

Existe un gran potencial para usar harinas y almidones obtenidos de fuentes no convencionales si sus propiedades fisicoquímicas y funcionales son comparables con las fuentes tradicionales de almidón (es decir, *Oxalis tuberosa*), afirma: “Estas fuentes se pueden utilizar en una variedad de alimentos y otros productos industriales. Esto se refleja en la observación de que el nivel de aceptación del pan hacia el consumidor” (Bernabé & Cancho, 2017, p.11).

“La harina de lupino o sus componentes extraídos, como proteínas o fibra, pueden ser añadido a los alimentos para mejorar su calidad nutricional” (revisado por Villarino et al., 2016, p.359). Estas adiciones aumentan los niveles de proteína en un 46% a 352% y el contenido de fibra en la dieta en un 106% a 346%, con una sustitución de trigo de 30% a 40%.

La papa también es rica en almidón, polisacáridos, vitaminas y minerales, que no son suficientes en los granos de cereales (Zhang et al., 2017) afirma “Además, contienen fitoquímicos, como polifenoles y flavonoides, con propiedades antibacterianas y anticancerígenas (p.5).

La enteropatía sensible al gluten (enfermedad celíaca) es una enfermedad autoinmune que principalmente afecta las vellosidades del intestino delgado y es causada por una intolerancia permanente al gluten en personas genéticamente predispuestas. Es así donde los intestinos de los individuos son afectados y reaccionan produciendo anticuerpos específicos. Estos mismos los anticuerpos dañan la mucosa intestinal causando inflamación y degradando los microvellosidades (células epiteliales), que son responsables de absorber los nutrientes en el cuerpo. (Sánchez et al., 2002, p.30)

De manera simbólica sucede a personas ancianos que ya no pueden deglutir como debe de ser. Se les prohíbe los diversos alimentos que uno puede aprovechar y que cumplan de manera funcional en su cuerpo. Se quiere buscar algo que nos ayude a poder integrar y dar solución a las demás personas que necesitan estos alimentos que en realidad los nutran y no pasen ser desapercibidos. Por lo que la finalidad de esta investigación fue determinar el nivel de sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa, harina de tarwi y harina de oca, en la elaboración del pan mediante el método de diseño de mezclas.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

### 2.1. Situación problemática

#### 2.1.1. Descripción de la realidad problemática

Los productos horneados sobre la base de harina de trigo, son consumidos en forma masiva. Entre ellos, el pan ocupa un lugar preponderante en todo el mundo.

Existe, sin embargo, un grupo poblacional que presenta intolerancia a las prolaminas y gluten presentes no sólo en el trigo, sino también en la avena, la cebada y el centeno, conjunto de cereales identificados como TACC. Este serio síndrome, caracterizado por una mala absorción intestinal es llamado enfermedad celíaca y puede llevar a una severa malnutrición (Sánchez et al., 2002, p.30).

Entre los cereales considerados aptos para ser consumidos por la población que tiene problemas con el gluten (maíz, arroz, sorgo) y que han sido objetos de estudios para intentar sustituir al trigo en la formulación de productos panificados, el arroz es el más utilizado. Esto es debido a que por su bajo contenido en prolaminas. (Gujral y Molina, 2004, p.30), “su carácter hipoalergénico, sabor insípido, bajo contenido en sodio y alto contenido de carbohidratos de fácil digestión, lo transforman en un cereal especialmente apto no sólo para preparar alimentos para celíacos, sino también para intervenir en dietas especiales” (Champagne, 1996; Bryant et al., 2001; Kadan y Pepperman, 2002; Sivaramakrishnan et al., 2004; Hagenimana et al., 2006, p.30).

“El pan es considerado como el más universal de todos los productos horneados y ha sido tan importante en la alimentación humana que se considera como sinónimo de alimento básico en muchas culturas, entre ellas la Europea, Oriental, India y Americana” (Lucas, 2008, p.30).

Este es un producto de gran técnica en su elaboración y puede incorporar una amplia variedad de componentes tales como harina, agua, levadura, sal, azúcar, grasa, leche, huevo, emulsificantes, mejoradores e hidrocoloides, entre otros. Un buen pan debe tener una corteza crujiente, de miga color blanco, de olor apetitoso y con buena conservación; las materias primas que se utilizan tienen una gran influencia en las variaciones de estas características. (Clavel, 2001, p.30)

En estudios realizados por Sánchez et al., (2008); Defloor et al., (1991) y Kim y De Ruitter (1969) afirma:

Sobre la sustitución total de harina de trigo en fórmulas de pan por harinas de harina de arroz extrudidas, ñame y maní desgrasado y por harina de soya respectivamente se reportan resultados muy bajos para el volumen específico, propiedad física importante en el pan. Esto indica, que la harina de trigo debe sustituirse solo parcialmente en la fórmula para lograr productos de propiedades, atributos y calidad aceptable. (p.30), por lo que en esta investigación sustituiremos parcialmente la harina de trigo por harina de papa, harina de oca y harina de tarwi empleado la metodología del diseño de mezclas.

## 2.2. Formulación de problemas

### 2.2.1. Problema general:

- ¿Es posible determinar el nivel de sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa, harina de tarwi y harina de oca en la elaboración del pan mediante el método de diseño de mezclas?

### 2.2.2. Problemas específicos:

- ¿Cuál es la formulación óptima del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca mediante el método de diseño de mezclas?
- ¿Cuáles son los parámetros de procesamiento del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca (temperatura, tiempo)?
- ¿Cuál es la caracterización nutricional (proteína, grasa, humedad, carbohidratos, fósforo y calcio)?
- ¿Cuál es la caracterización sensorial (aparición, sabor y textura) del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca?
- ¿Cuál es la caracterización microbiológica (*Escherichia coli*, aerobios mesófilos, mohos y levadura) del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca?

## 2.3. Delimitación del problema

### 2.3.1. Delimitación espacial o geográfica:

- Papa (*Solanum tuberosum*)  
En el Perú se cultiva la papa en los departamentos de: la libertad, Apurímac, Cusco, Puno, Ayacucho, Arequipa, Huánuco, Junín, Huancavelica, Cajamarca, Ancash.
- Tarwi (*Lupinus mutabilis*)  
En el Perú se cultiva el tarwi en los departamentos de Cajamarca, la libertad, Amazonas, Ancash, Huánuco, Junín, Cusco, Puno, Apurímac, Huancayo y Ayacucho.
- Oca (*Oxalis tuberosa*)  
En el Perú se cultiva la oca en los departamentos de Cusco, Puno y Huancayo.  
Esta investigación se realizó en el departamento de Ica provincia de Pisco, por lo que la harina de papa procede de Ayacucho y Huancavelica, la harina de tarwi de Ayacucho y la harina de oca procede de Cuzco y Puno.

### 2.3.2. Delimitación temporal:

- Papa (*Solanum tuberosum*)

De 2.5 a 4 meses después de la siembra las papas están listas para ser cosechadas.

- Tarwi (*Lupinus mutabilis*)

La planta madura de 5 a 8 meses después de la siembra.

- Oca (*Oxalis tuberosa*)

La oca se cosecha entre las 6 a 8 meses después de la plantación.

Esta investigación tiene un periodo de duración de 12 meses y se realizó en el año 2019.

### 2.3.3. Delimitación social:

- Este pan se elaboró con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca. Es consumido por todo los estratos sociales sin distinción alguna; pero está más direccionado para personas que sufren la enfermedad celiaca, por tener este pan menor contenido de gluten, y para personas con deficiencia de fosforo y calcio.

### 2.3.4. Delimitación conceptual:

- Esta investigación se enfocó en la elaboración de un pan en el que sustituyo parte de la harina de trigo por harina de papa, harina de tarwi y harina de oca. Empleando la metodología del diseño de mezclas para optimizar la sustitución.

## 2.4. Justificación e importancia de la investigación

### 2.4.1. Justificación

En esta investigación elaboro un pan en el que sustituiremos parcialmente la harina de trigo por harina de papa, harina de tarwi y harina de oca ya que:

La harina de oca es fuente de Ácido ascórbico más conocido como la vitamina C, que es un ácido orgánico y un antioxidante perteneciente al grupo de las vitaminas hidrosolubles, además de todo ello contiene algunos minerales (Calcio, Fosforo y Hierro) y finalmente es una fuente de energía. (Cajamarca, 2010, p.67)

La papa es un alimento, muy nutritivo que desempeña funciones energéticas debido a su alto contenido en almidón, así como funciones reguladoras del organismo por su elevado contenido en vitaminas, minerales y fibra. Además, tiene un buen contenido de proteínas, presentando éstas un valor biológico relativamente alto dentro de los alimentos de origen vegetal. (Tapia et al., 2007, p.3)

En comparación a otras leguminosas de Sudamérica así como de fenilalanina, leucina y lisina (aminoácido deficiente en los cereales como el trigo). El tarwi es un alimento sobresaliente a nivel nutricional por su alto contenido de proteínas, superior a la soya. Es necesario resaltar el elevado aporte de aminoácidos azufrados (metionina, cistina) del tarwi y otros componentes nutricionales importantes son los minerales, y en estos destacan metales como el hierro, magnesio y zinc. (Salazar A., 2016, p. 11)

## 2.4.2. Importancia

El pan es rico en hidratos de carbono complejos, siendo su componente más abundante el almidón, aporta buena cantidad de proteínas de origen vegetal, y apenas contiene grasa. (Martín et al., 2007, p.8) Sin embargo el consumo excesivo de carbohidratos es el causante principal de la resistencia a la insulina y diabetes tipo 2. Por lo que en esta investigación se propone elaborar un pan fortalecido con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca, como fuentes de calcio y fosforo.

La morfología, el procesamiento y la composición de las harinas afectan sus propiedades funcionales, por consiguiente, aunque los niveles de lípidos presentes en la harina de trigo son bajos, afectan el poder de hinchamiento y la absorción de agua de este almidón en la elaboración de pan de papa. (Singh et al., 2003, p.202)

El consumo de alimentos nativos como el tarwi con el objeto de aliviar el hambre y la malnutrición agravada entre otros factores, por las dietas y costumbres alimenticias inapropiadas con una tendencia al patrón de consumo inadecuado. Por eso el propósito del presente estudio en la elaboración de un pan enriquecido, elaborado a base de harina de trigo y harina de tarwi en diferentes concentraciones, considerando como una alternativa en la que al consumirlo mejora el aporte de nutrientes y así propiciar y aumentar el consumo del tarwi en esta forma, contribuyendo a los consumidores a una alimentación saludable. (Moraes M., et al., 2006, p.11)

La harina de papa y oca no contienen gluten así que es apta para celíacos (personas con problemas intestinales). Por lo tanto, es muy valiosa a la hora de elaborar pan, galletas, pizzas y entre otros productos. Sabiendo que el gluten es el responsable del ablandamiento en las mismas y que a su vez genera consecuencias en la salud de las personas; recalando así que la harina de papa y harina de oca contiene almidón siendo este favorable para elaborar galletas y elaboración de pan por el bajo costo y contenido de agua que posee. (Desamparados, 2015, p.3)

## III.MARCO TEORICO

### 3.1. Antecedentes del problema de investigación

#### 3.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Villarino et al., (2014), refiere la leguminosa del grano, el lupino dulce australiano (*Lupinus angustifolius*; ASL) está ganando interés internacional como ingrediente alimentario funcional; sin embargo, se ha demostrado que su adición al pan de trigo refinado disminuye el volumen del pan y calidad de textura, cuya extensión está influenciada por la variedad ASL. El presente estudio evaluó los efectos de la incorporación de ASL (20% del total de harina) de las seis variedades comerciales; Belara, Coromup, Gungurru, Jenabillup, Mandelup y Tanjil, en el nivel de composición nutricional, fitoquímica y bioactiva y la calidad de la proteína del pan de harina de trigo

refinado. La proteína, la fibra dietética, el contenido fenólico y carotenoides, la capacidad antioxidante y la puntuación de aminoácidos corregida de la digestibilidad de las proteínas (PDCAAS) fueron mayores ( $p < 0,05$ ), mientras que el nivel de carbohidratos disponibles fue menor ( $p < 0,05$ ) en panes de trigo ASL, independientemente de la variedad ASL utilizada. Además, el péptido bioactivo que disminuye la glucosa en sangre  $\gamma$ -conglutina se detectó en todos los panes de trigo con ASL, pero no en el pan con trigo solo. La variedad de ASL utilizada significativamente ( $p < 0,05$ ) afectó la fibra dietética, las grasas, los carbohidratos disponibles y el nivel de polifenoles, la capacidad antioxidante y el PDCAAS de los panes de trigo ASL. Estos hallazgos demuestran los beneficios nutricionales y para la salud potenciales de agregar ASL al pan de trigo refinado y resaltan la importancia de seleccionar variedades específicas de ASL para maximizar sus atributos nutricionales.

### 3.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Cerón et al., (2010), refiere a la harina de papa, tuvo por objetivo del presente estudio fue determinar el nivel máximo de sustitución de la harina de trigo con harina de papa parda pastusa (*Solanum tuberosum*), como una alternativa para la elaboración de productos de panadería. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, donde se evaluaron las variables de respuesta: color, sabor, y textura. Se utilizó el análisis de varianza para encontrar diferencias significativas entre el producto obtenido con harina de papa y el producto con 100% harina de trigo. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en el color, sabor y textura entre los panes al 10%, 20% y 30% de sustitución. Sin embargo en la prueba de aceptación el pan al 20% evidencia que tiene una buena aceptación y podría ser utilizado comercialmente. No se encontraron diferencias significativas ( $\alpha=0,05$ ) con respecto al porcentaje de sustitución de harina de papa en los panes, sin embargo se determinó que el porcentaje de mayor preferencia de sustitución de la harina de trigo por harina de papa es del 20%. En conclusión no se recomiendan porcentajes de harina de papa parda pastusa superiores al 30%, debido a que se presentan un pan duro poco agradable para el consumo. El pan elaborado con harina de papa tiene mayor contenido proteico que el pan común elaborado con 100% de harina de trigo. Los resultados confirman la posibilidad de utilizar harina de papa de la variedad parda pastusa como sustituto parcial de la harina de trigo en la industria panadera.

### 3.1.3. Antecedentes a nivel local

Poquioma Cruz. (2016), refiere a la presente investigación, tuvo por objetivo determinar la influencia de la sustitución parcial de harina de (*Oxalis tuberosa*)“Oca” por harina de trigo para la elaboración de pan tipo francés; para lo cual se realizó la sustitución en cuatro niveles (10%, 15%, 20% y 25%) y la fermentación en tres tiempos (2, 3 y 4 horas); manejándose entonces 12 tratamientos con tres repeticiones y una muestra testigo de 100% de harina de trigo. La harina de oca se obtuvo mediante secado a 60°C a 2,5 m/s de velocidad del aire, molido y tamizado. El pan se elaboró mediante el cumplimiento de un flujo grama estándar para pan tipo francés donde resalta el amasado, fermentación y horneado. Posteriormente se le sometió al producto a evaluación organoléptica y

fisicoquímica. Se elaboró el pan resultando que el mejor tratamiento es con mezcla de 10% de harina de oca y 4 horas de fermentación caracterizando pH 5,32, acidéz total 0,56%, sólidos solubles 11,30°Brix, humedad 15,26%, fibras 1,33%, cenizas 1,33%, grasa 18,07%, proteínas 30,84% y carbohidratos 34,50%; en lo cual se aprecia su contenido nutricional.

### 3.2. Bases teóricas de la investigación

#### 3.2.1. Pan

El pan es un alimento nutricionalmente balanceado ya que es fuente de energía, proteínas, vitaminas (en particular del complejo vitamínico B), minerales y fibra dietética. “En la Argentina, el 71,3% del trigo destinado al mercado interno en el año 2006 se empleó para la fabricación de pan, y el consumo per cápita/año de este producto en el mismo período fue de 72,5 kg/habitante/año” (Lezcano, 2006, p.64).

Es un producto leudado obtenido gracias a la acción de levaduras que fermentan el azúcar de la harina de trigo producida por la hidrólisis del almidón (por parte de las enzimas naturalmente presentes en la harina).

Durante la fermentación se generan gases como producto de la actividad metabólica de las levaduras. Muchos microorganismos pueden fermentar azúcares para producir dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), pero el organismo más eficiente a tal fin en la masa panaria (*Saccharomyces cerevisiae*). Los principales productos de la fermentación son, en este caso, el CO<sub>2</sub> y el alcohol etílico, resultado de una serie compleja de reacciones controladas por enzimas. El CO<sub>2</sub> es el responsable del aumento de volumen de la masa, mientras que el alcohol colabora en la producción del aroma complejo de estos productos horneados. (Sciarini & León, 2016, p.61-74)



**Figura 1.** Pan

### 3.2.1.1 Variedades de pan

El Código Alimentario Español diferencia dos tipos de pan.

a.- Pan común, se define como el de consumo habitual en el día, elaborado con harina de trigo, sal, levadura y agua, al que se le pueden añadir ciertos coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados. Dentro de este tipo se incluyen:

- Pan bregado, de miga dura, español o candeal, es el elaborado con cilindros refinadores. (Mesas & Alegre, 2002, p.308)
- Pan de flama o de miga blanda, es el obtenido con una mayor proporción de agua que el pan bregado y normalmente no necesita del uso de cilindros refinadores en su elaboración. (Mesas & Alegre, 2002, p.308)

b.- Pan especial, es aquel que, por su composición, por incorporar algún aditivo o coadyuvante especial, por el tipo de harina, por otros ingredientes especiales (leche, huevos, grasas, cacao, etc.), por no llevar sal, por no haber sido fermentado, o por cualquier otra circunstancia autorizada, no corresponde a la definición básica de pan común. Como ejemplos de pan especial tenemos:

- Pan integral, es aquel en cuya elaboración se utiliza harina integral, es decir, la obtenida por trituración del grano completo, sin separar ninguna parte del mismo. (Mesas & Alegre, 2002, p.308)
- Pan de Viena o pan francés, es el pan de flama que entre sus ingredientes incluye azúcares, leche o ambos a la vez. (Mesas & Alegre, 2002, p.308)
- Pan de molde o americano, es el pan de corteza blanda en cuya cocción se emplean moldes. (Mesas & Alegre, 2002, p.308)
- Pan de cereales, es el elaborado con harina de trigo más otra harina en proporción no inferior al 51%. Recibe el nombre de este último cereal. Ejemplo: pan de centeno, pan de maíz, etc. (Mesas & Alegre, 2002, p.308)
- Pan de huevo, pan de leche, pan de miel y pan de pasas, etc., son panes especiales a los que se añade alguna de estas materias primas, recibiendo su nombre de la materia prima añadida. (Mesas & Alegre, 2002, p.308)



**Figura 2.** Variedades de pan

### 3.2.1.2. Valor nutritivo del pan

La importancia de una alimentación rica en fibras se ha acentuado y esta tendencia ha ampliado el consumo de panes integrales. Al respecto un estudio realizado por Chapelle (2007), citado por Piscoya (2002), afirma lo siguiente: “Indicando el valor nutritivo de los panes integrales y del pan blanco, pan francés fortificado con calcio” (p.33).

**Tabla 1**

Valor nutritivo del pan (cada 100 gramos)

Contenidos	Pan integral(*)	Pan semi integral(*)	Pan blanco(*)	Pan francés(**)
Agua (g)	37,10	35,0	33,00	23,2
Hidratos de carbono	44,00	51,0	54,50	61,0
Proteínas (g)	12,50	12,0	8,70	10,7
Grasas (g)	1,50	1,2	1,00	2,0
Fibras Alimentarias (g)	6,20	2,7	1,30	0,2
Calorías (cal)	225,00	260,00	323,00	304,0
Sodio (mg)	625,00	710,00	125,00	-
Potasio (mg)	240,00	175,00	125,00	-
Fosforo (mg)	196,00	151,00	108,00	-
Vitamina B1 (mg)	0,23	0,21	0,23	-
Niacina (mg)	1,97	1,35	1,97	-

Fuente: \* Chapelle, 2007

\*\*Piscoya, 2002

### 3.2.2. Harina de trigo

“La harina de trigo posee constituyentes aptos para la formación de masas (proteína - gluten), pues la harina y agua mezclados en determinadas proporciones, producen una masa consistente” (Charley, 1988, p.35).

El gluten se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina de trigo como son: la gliadina y la glutenina. El hinchamiento del gluten posibilita la formación de la masa: unión, elasticidad y capacidad para ser trabajada, retención de gases y mantenimiento de la forma original de las piezas en cuestión. La cantidad de proteína es muy diferente en diversos tipos de harina. Especial influencia sobre el contenido de proteínas y con ello sobre la cantidad de gluten tiene el tipo de trigo, época de cosecha y grado de extracción. A las harinas que contienen menos proteína

- gluten se las llama pobres en gluten, en cambio, ricas en gluten son aquellas cuyo contenido de gluten húmedo es superior al 30 %. Harinas ricas en gluten se prefieren para masas de levadura, especialmente las utilizadas en la elaboración de masas para hojaldre. Para masas secas, es, inconveniente un gluten tenaz y formador de masa. (Charley, 1988, p.35)

La harina le da a la masa su estirabilidad o elasticidad, una característica que les hace retener el gas o los gases esponjantes. La harina también contribuye con estructura o rigidez a los productos horneados. Esta rigidez se debe al gluten, que se coagula por el calor, y al almidón, que se gelatiniza. Las harinas difieren en la calidad y cantidad de gluten que producen y esto, a su vez, afecta la capacidad para fijar o mantener la humedad. (Charley, 1988, p.35)

La sustitución de la harina de trigo con otros tipos de harina con bajo contenido de gluten, sin embargo, altera las propiedades reológicas de la masa y la calidad del producto (Turkut et al., 2016) afirma: “Durante preparaciones de masa, el gluten forma redes que aportan lo esencial viscoelástico” (p.4).



**Figura 3.** Harina de trigo

### 3.2.2.1 Valor nutricional de harina de trigo

Es el polvo que se obtiene del cereal molido (trigo), uno de los elementos nutritivos más importantes es la proteína, la misma que se encuentra contenida en el gluten, este posee plasticidad y elasticidad lo que permite darle una forma determinada a la pasta y, al mismo tiempo, posibilita que la levadura actúe sobre la misma haciendo que esta se hinche, al absorber vapor de agua y aire. (Montoya y José, 2009, p.40)

**Tabla 2**

Valor nutricional de harina de trigo (cada 100 gramos)

Tipo	Integral	Refinada	Reforzada
Agua	10,27 g	11,92 g	11,92 g
Energía	339 Kcal	346 Kcal	364 Kcal
Grasa	1,87 g	0,98 g	0,98 g
Proteína	13,70 g	15,40 g	15,40 g
Hidratos de carbono	72,57 g	76,31 g	76, 31 g
Fibra	12,2 g	2,7 g	2,7 g
Potasio	405 mg	107 mg	107 mg
Fosforo	346 mg	108 mg	108 mg
Hierro	4,64 mg	3,88 mg	4,64 mg
Sodio	5 mg	2 mg	2 mg
Magnesio	138 mg	22 mg	22 mg
Calcio	34 mg	15 mg	15 mg
Cobre	0,38 mg	0,14 mg	0,14 mg
Zinc	2,93 mg	0,70 mg	0,70 mg
Manganeso	3,79 mcg	0,682 mcg	0,682 mcg
Vitamina C	0 mg	0 mg	0 mg
Vitamina A	0 UI	0 UI	0 UI
Vitamina B1	0,4 mg	0,1 mg	0,7 mg
Vitamina B2	0,215 mg	0,04 mg	0,494 mg
Vitamina B3	6,365 mg	0 mg	5, 904 mg
Vitamina B6	0,341 mg	0,044 mg	0,2 mg
Vitamina E	1,23 mg	0,06 mg	0,06 mg
Ácido fólico	44 mcg	0 mcg	128 mcg

Fuente: "Montoya Real, Jose, año 2009."

### 3.2.3. Harina de papa

La harina de papa, se obtiene de la papa cocida entera y mantiene un sabor característico. La industria alimentaria utiliza la harina de papa, que no contiene gluten pero sí abundante almidón, para aglutinar productos compuestos de diversos tipos de carnes e impartir espesor a salsas y sopas. (FAO, 2008, p.21)

#### 3.2.3.1. Valor nutricional de harina de papa

Dentro de los componentes nutritivos el que se encuentra en mayoría es el agua que constituye entorno al 80% del total. Le siguen los carbohidratos que constituyen el 16% entre los que hay que destacar el grupo de los almidones. Las proteínas constituyen el 2% siendo casi exclusivamente globulina, que aunque no supera a la proteína presente en las carnes, si lo hace en verduras, arroz y trigo. El contenido de lípidos es muy bajo siendo aproximadamente el 0.1%. (Vásquez, 1988, p.16)

“También es fuente de vitaminas, especialmente en vitamina C, que se encuentra en un rango de 20-50mg/100g de peso fresco. También se encuentran, en menor cantidad, tiamina (B1), piridoxina (B6) riboflabina (B2), ácido fólico, y trazas de vitamina E y vitamina A” (Vásquez, 1988, p.16).

“Es también fuente de hierro, magnesio, calcio, fósforo, potasio, sodio, zinc, entre otros. La fibra se encuentra principalmente en las paredes del tubérculo” (Zhang et al., 2017) afirma: Además, contienen fitoquímicos, como polifenoles y flavonoides, con propiedades antibacterianas y anticancerígenas (p.5).



**Figura 4.** Harina de papa sustituto de harina de trigo informo carolina brescia para foodnewslatam.com

**Tabla 3**

Valor nutricional de harina de papa (cada 100 gramos)

Composición nutricional	100 g	Valor Diario
Energía	357 kcal	18%
Grasa total	0 g	0%
Carbohidratos	83,1 g	28%
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	55 mg	4%
Agua	6,52 mg	6%
Proteína	6,90 g	12%
Vitamina A	-	-
Vitamina B-6	-	-
Vitamina B-12	-	-
Vitamina C	3,8 mg	6%
Vitamina D	-	-
Vitamina E	-	-
Vitamina K	-	-
Vitamina B-1	-	-
Vitamina B-2	-	-
Vitamina B-3	3,5 mg	18%
Vitamina B-5	-	-
Vitamina B-9	25 mg	6%
Calcio	65 mg	7%
Hierro	1,38 mg	8%
Potasio	1.001 mg	21%
Fosforo	168 mg	17%
Sodio	55 mg	4%
Zinc	-	-
Cobre	-	-
Flúor	-	-
Magnesio	-	-
Selenio	1,1 ug	2%

Fuente: “www.todoalimentos.org-harina de papa”

#### 3.2.4. Harina de oca

O. tuberosa es un tubérculo y, por lo tanto, es una rica fuente de almidón, que tiene una variedad de funciones en la producción de alimentos. Los almidones se utilizaron principalmente para absorber agua y formar viscosos fluidos, pastas o geles, proporcionando así las cualidades de textura deseadas. (Vera, Omara, Manzano, & Hernandez, 2018, p.6)

“Según Palate (2013) afirma: la oca, tiene amplias posibilidades de transformación en harinas, mermeladas, pudiendo conservarse por mucho tiempo mediante la deshidratación y secado al sol” (p.16).

### 3.2.4.1. Valor nutricional de harina de oca

La harina de papa y oca funciona como mejorador de sabor y color, es utilizada como espesante y ha comenzado a irrumpir en los productos de panadería, a su vez en la tabla 3, se muestra la composición química de la harina de papa y oca. A medida que crece el porcentaje de sustitución con otras harinas (plátano, quinua, etc.), en los productos de panadería, las galletas tienden a no presentar fracturas y aumentan su dureza, como en este caso la harina de papa y oca. (Laurencio y Masgo, 2014, p.6)



**Figura 5.** Harina de oca

**Tabla 4**

Valor nutricional de harina de oca (cada 100 gramos)

Componente	Cantidad
Energía	1389 Kj
Agua	10,9 g
Proteína	6,4 g
Grasas totales	0,4 g
Carbohidratos totales	77,1 g
Fibra	5,9 g
Cenizas	5,2 g
Calcio	82 mg
Fosforo	199 mg
Zinc	0,54 mg
Hierro	1,00 mg
Tiamina	0,18 mg
Riboflavina	0,051 mg

Fuente: “Laurencio y Masgo, 2014”

### 3.2.5. Harina de tarwi

“El uso de harina de lupino dulce en el pan es factible, y la tolerancia funcional de la harina de trigo a la harina de lupino dulce es buena” (Campos & El-Dash, 1978, p.627).

“Las semillas de leguminosas *Lupinus angustifolius* (lupino dulce australiano), que son altas en proteínas y DF, son cada vez más importantes como alimento humano” (Foyer et al., 2016, p.5).

### 3.2.5.1. Valor nutricional de harina de tarwi

Se caracterizó por un alto contenido de proteínas, lo que debió ser valioso en la suplementación de harina de trigo para la producción de pan con alto contenido de proteínas. La harina de lupino dulce no solo es baja en alcaloides (0.013%) sino que también está libre de inhibidores de tripsina; Esto elimina la necesidad de tratamiento térmico, que se requiere para la harina de soja. (Campos & El-Dash, 1978, p.621)



**Figura 6.** Harina de tarwi

**Tabla 5**

Valor nutricional de harina de tarwi (cada 100 gramos)

Componentes	Tarwi cocido con cascara	Tarwi crudo sin cascara	Tarwi harina
Energía (Kcal)	151	277	458
Agua (g)	69,7	46,3	37
Proteína (g)	11,6	17,3	49,6
Grasa (g)	8,6	17,5	27,9
Carbohidratos (g)	9,6	17,3	12,9
Fibra (g)	5,3	3,8	7,9
Ceniza (g)	0,6	1,6	2,6
Calcio (mg)	30	54	93
Fosforo (mg)	123	262	440
Hierro (mg)	1,4	2,3	1,38
Tiamina (mg)	0,01	0,6	-
Riboflavina (mg)	0,34	0,4	-
Niacina (mg)	0,95	2,1	-
Ácido ascórbico	-	4,6	-

Fuente: “[www.agualtiplano.net/biodiversidad/cultivos/tarwi.htm](http://www.agualtiplano.net/biodiversidad/cultivos/tarwi.htm)”

### 3.2.6 Diseño de mezclas

Son una clase especial de experimentos de superficie de respuesta en los que el producto objeto de investigación se compone de varios componentes o ingredientes. Los diseños para estos experimentos resultan útiles, porque muchas actividades de diseño y desarrollo de productos en situaciones industriales implican fórmulas o mezclas. En estas situaciones, la respuesta depende de las proporciones de los diferentes ingredientes incluidos en la mezcla. (García & Martin, 2017, p.85)

Existen diferentes diseños y tan solo escogeremos a la que se adecua a la presente investigación.

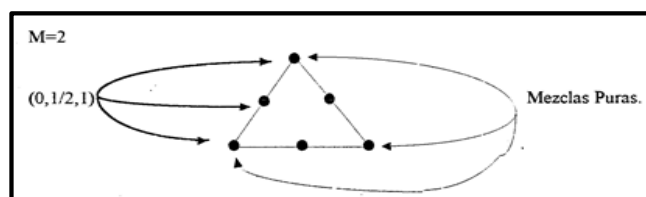
#### - El Diseño Simplex-Lattice

Es para realizar modelos de mezclas multicomponentes se necesita algunos experimentos, para medirles su característica de calidad y posteriormente definir la ecuación polinomial que se ajuste a los resultados y además que puedan estimar las respuestas sobre toda la región Simplex. Esto es, el diseño ajusta una ecuación polinomial para representar la superficie de respuesta sobre la región Simplex. Un diseño natural que esparce los puntos (experimentos) sobre todo el factor espacial Simplex o región Simplex por medio de un arreglo ordenado consistente en distribuir uniformemente espaciados los puntos sobre la región es llamado, Lattice. (Scheffe H., 1958, p.22)

Un diseño Lattice debe contar con una correspondencia especial y única con una ecuación polinomial específica. Por ejemplo, para soportar un modelo polinomial de grado  $m$  en  $q$  componentes sobre la región Simplex, debemos contar con un Lattice  $(q, m)$ , consistente de puntos cuyas coordenadas son definidos por la siguientes combinaciones de proporciones de componentes; las proporciones asumidas para cada componente tomaron espacios iguales de  $m+1$  evaluados de 0 a  $X_i = 0, 1/m, 2/m, \dots, 1$ . (Scheffe H., 1958, p.22)

Por ejemplo, consideremos  $q=3$ , es decir, tenemos una mezcla con tres componentes y podemos representar la región Simplex por medio de un triángulo equilátero. Hacemos a cada componente asumir la proporciones  $x_i = 0, 1/2$  y  $1$ , para  $i = 1, 2$  y  $3$ . Entonces tenemos un  $m = 2$ . Por lo tanto pensaremos utilizar un modelo polinomial de grado dos para representar la superficie de respuesta sobre el triángulo. El diseño Simplex Lattice  $(3,2)$  consistirá de seis puntos sobre los límites del triángulo. (Scheffe H., 1958, p.22)

$$(X_1, X_2, X_3) = (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1), (1/2, 1/2, 0), (0, 1/2, 1/2), (1/2, 0, 1/2)$$



**Figura 7:** Diseño de Simplex Lattice

Los tres puntos que se localizan en los tres vértices del triángulo representan a las mezclas puras (1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1), donde hay, en el primero 100% de proporción del componente uno, en el segundo tenemos 100% de proporción del componente dos y en el tercer vértice tendremos 100% de proporción del componente tres.(Scheffe H., 1958, p.22)

Los puntos restantes  $(1/2, 1/2, 0)$ ,  $(1/2, 0, 1/2)$ ,  $(0, 1/2, 1/2)$  representan mezclas binarias, es decir, mezclas de dos componentes donde los componentes no – cero son proporciones iguales. Ahora, lo que m representa es el número de segmentos que se dividen los lados del triángulo.(Scheffe H., 1958, p.22)

En un Simplex Lattice (3,3) contiene lo siguientes proporciones de componentes de mezclas.

$$(X_1, X_2, X_3) = (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1), (2/3, 1/3, 0), (2/3, 0, 1/3), (1/3, 2/3, 0), (1/3, 0, 2/3), (1/3, 1/3, 1/3), (0, 2/3, 1/3), (0, 1/3, 2/3)$$

Es decir, diez puntos afirma “Donde todos los valores que expresan las proporciones son fracciones y la suma de las fracciones da la unidad” (Scheffe H., 1958, p.22).

“El número de puntos en un Simplex Lattice (q, m) se obtiene por  $(q+m-1 C m)$ . Esto es combinaciones de  $q+m-1$  en m. Por ejemplo, para un Simplex Lattice (3,2), el número de puntos es  $(3+3-1, 3) = 10$  puntos” (Scheffe H., 1958, p.22).

### 3.3 Marco conceptual

- **Diseño de mezclas.-** Son una clase especial de experimentos de superficie de respuesta en los que el producto objeto de investigación se compone de varios componentes o ingredientes. Los diseños para estos experimentos resultan útiles, porque muchas actividades de diseño y desarrollo de productos en situaciones industriales implican fórmulas o mezclas. En estas situaciones, la respuesta depende de las proporciones de los diferentes ingredientes incluidos en la mezcla.(García & Martin, 2017, p.85)
- **Fermentación.-** La fermentación es la formación de CO<sub>2</sub>, para que al ser retenido por la masa ésta se esponje, y mejorar el sabor del pan como consecuencia de las transformaciones que sufren los componentes de la harina.(Chamorro, A., & Mamani, 2011, p.4)
- **Harina de trigo.-** Es el más utilizado y el tradicional que encontramos en todas las panaderías. Esto es así porque es un tipo de pan que tienen muy buena textura y un buen sabor sabroso. Su materia prima es el trigo y puede ser refinado o integral, dependiendo de la calidad de la harina y su elaboración.(Rodríguez, 2013, p.37)
- **Harina de papa.-** Es nutritiva, de sabor agradable, aumenta la humedad y aporta una suavidad notable al pan y otros productos horneados. Afirma: “Sirven

también como espesante y como polvo de harina de alimentos fritos y salteados” (Rodríguez, 2013, p.20).

- **Harina de tarwi.**- Permite una concentración más prolongados del pan, debido a la retrodegradación del almidón, afirma: “ Obteniéndose un mayor volumen por las propiedades emulgentes que tiene la lecitina del tarwi y a su vez por su contenido en grasa” (Coarita, 2017, p.31).
- **Harina de oca.**- La harina de oca funciona como mejorador de sabor y color, es utilizada como espesante y ha comenzado a irrumpir en los productos de panadería. Afirma: “Es de gran calidad y se puede usar como sustituto para harina de trigo” (Bernabé & Cancho, 2017, p.11).
- **Leudar.**- Es un producto leudado obtenido gracias a la acción de levaduras que fermentan el azúcar de la harina de trigo producida por la hidrólisis del almidón (por parte de las enzimas naturalmente presentes en la harina). Es toda sustancia química u organismo que en presencia de agua, con o sin acción de calor, provoca la producción de anhídrido carbónico.(Steffolani M.E., 2010, p.34)
- **Pan.**- se afirma: (Steffolani M.E., 2010) “El pan es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies propias de la fermentación panaria, como *Saccharomyces cerevisiae*” (p.34).

## IV.HIPOTESIS Y VARIABLES

### 4.1. Hipótesis de investigación

#### 4.1.1. Hipótesis general o principal

- Si es posible determinar el nivel de sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa, harina de tarwi y harina de oca en la elaboración del pan mediante el método de diseño de mezclas.

#### 4.1.2. Hipótesis específicas

- Si es posible determinar la formulación óptima del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca mediante el método de diseño de mezclas.
- Si es posible determinar los parámetros de procesamiento del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca (temperatura, tiempo).
- Si es posible determinar la caracterización nutricional (proteína, grasa, humedad, carbohidratos, fósforo y calcio).
- Si es posible determinar la caracterización sensorial (apariencia, sabor y textura) del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

- Si es posible determinar la caracterización microbiológica (*Escherichia coli*, *aerobios mesofilos*, mohos y levadura) del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

## 4.2. Variables de investigación

### 4.2.1. Identificación de variables

#### 4.2.1.1. Variable independiente (X)

X = Nivel de sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa, harina tarwi y harina de oca.

#### 4.2.1.2. Variable dependiente (Y)

Y = Pan

#### 4.2.1.3. Variable interviniente (Z)

Z = - Área geográfica del cultivo de papa, tarwi y oca.  
- Clima

### 4.2.2. Operacionalización de variables

#### 4.2.2.1. Variable independiente

X = Nivel de sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

##### Dimensiones

$X_I$  = Formulación óptima del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi, y harina de oca.

$X_{II}$  = Parámetros del proceso del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

##### Indicadores

$X_1$  = - Formula A: Formula %<sub>1</sub> de harina de papa, %<sub>1</sub> de harina de tarwi, %<sub>1</sub> de harina de oca.

- Formula B: Formula %<sub>2</sub> de harina de papa, %<sub>2</sub> de harina de tarwi, %<sub>2</sub> de harina de oca.

- Formula C: Formula %<sub>3</sub> de harina de papa, %<sub>3</sub> de harina de tarwi, %<sub>3</sub> de harina de oca.

- Formula D: Formula %<sub>4</sub> de harina de papa, %<sub>4</sub> de harina de tarwi, %<sub>4</sub> de harina de oca.

- Formula E: Formula %<sub>5</sub> de harina de papa, %<sub>5</sub> de harina de tarwi, %<sub>5</sub> de harina de oca.

- Formula F: Formula %<sub>6</sub> de harina de papa, %<sub>6</sub> de harina de tarwi, %<sub>6</sub> de harina de oca.

$X_2$  = Temperatura y tiempo

#### 4.2.2.2. Variable Dependiente

Y = Pan

Dimensiones

$Y_I$  = Caracterización nutricional del pan

$Y_{II}$  = Caracterización sensorial del pan

$Y_{III}$  = Caracterización microbiológica del pan

Indicadores

$Y_1$  = Proteína, grasas, humedad, carbohidrato, fosforo y calcio.

$Y_2$  = Apariencia, sabor y textura.

$Y_3$  = *Escherichia coli*, *aerobios mesofilos*, mohos y levadura.

## V. OBJETIVOS DE INVESTIGACION

### 5.1. Objetivo general

- Determinar el nivel de sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa, harina de tarwi y harina de oca. En la elaboración del pan mediante el método de diseño de mezclas.

### 5.2. Objetivos específicos

- Determinar la formulación óptima del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca mediante el método de diseño de mezclas.
- Determinar los parámetros del procesamiento del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca (temperatura y tiempo).
- Determinar la caracterización nutricional (proteína, grasa, humedad, carbohidratos, fosforo y calcio).
- Determinar la caracterización sensorial (aparición, sabor y textura) del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.
- Determinar la caracterización microbiológica (*Escherichia coli*, *aerobios mesofilos*, mohos y levadura) del pan con la incorporación de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

## VI. ESTRATEGIA METODOLOGIA

### 6.1 Tipo y nivel de investigación

#### 6.1.1 Tipo de investigación:

Esta investigación de acuerdo al objetivo que persigue es aplicada y de acuerdo a la técnica de contrastación es experimental.

#### 6.1.2 Nivel de investigación:

Corresponde al nivel explicativo, dirigido a suministrar información cuantitativa de las variables de estudio.

## **6.2. Diseño de investigación:**

El diseño de investigación es un “Diseño Experimental”. En este diseño, la variable independiente (causa) es manipulable, mediante la experimentación para observar si la variable dependiente (efecto) varía o no. Es decir, la variable independiente (Nivel de sustitución parcial de harina de trigo por harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.), se manipula, y la variable dependiente (Pan), se controla.

### **6.2.1. Diseño experimental**

El diseño experimental es un diseño de mezclas utilizando 03 factores experimentales: Harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

Para determinar los niveles óptimos de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca, se aplicó la metodología de diseño de mezclas empleando el paquete estadístico Simplex Lattice.

## **6.3. Población y muestra**

### **6.3.1. Población de estudio**

Para la presente investigación se utilizó:

- Harina de papa: 3 kilogramos
- Harina de tarwi: 3 kilogramos
- Harina de oca: 3 kilogramos
- Harina de trigo: 5 kilogramos

### **6.3.2. Tamaño de la muestra**

Cada una de las formulaciones de las muestras fueron, de aproximadamente 1000 gramos.

### **6.3.3. Criterios de inclusión y exclusión**

- Criterio de inclusión:  
En esta investigación se utilizó harina de oca amarilla.  
En esta investigación se utilizó harina de papa amarilla.
- Criterio de exclusión:

En esta investigación no se utilizara la harina de oca roja ni blanca.

## **6.4. Técnica de recolección de datos**

La información se obtuvo de las pruebas experimentales, que se realizó en 5 etapas.

- 1.- Se determinó los porcentajes óptimos de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca. A incorporar en la elaboración del pan, que produce la mayor aceptabilidad sensorial, nutricional del producto, donde se realizó la optimización de la formulación mediante el método de diseño de mezclas empleando el paquete estadístico Simplex Lattice.
- 2.- Se determinó los parámetros del procesamiento del pan. (Temperatura y tiempo)

- 3.- Se determinó la caracterización nutricional del pan (proteína, grasa, humedad, carbohidratos, fosforo y calcio).
- 4.- Se determinó la caracterización sensorial del pan (apariencia, sabor y textura), con un jurado de 30 jueces.
- 5.- Se determinó la caracterización microbiológica del pan (*Escherichia coli*, *aerobios mesofilos*, mohos y levadura), expresados en ufc / g.

## VII. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

### 7.1. Instrumento de recolección de datos

En esta investigación el instrumento de medición de la información es la observación y el experimento. La observación se realizó por medio de los sentidos para la evaluación sensorial de las muestras de pan, con diferentes porcentajes de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca, para lo cual utilizamos fichas de evaluación de aceptación: apariencia, sabor y textura. (Anexo 12.1)

#### 7.1.1. Materiales, equipos, instrumentos de medición e ingredientes

##### 7.1.1.1 Materiales

- Tabla de teflón
- Bolsa celofán
- Cortador plastificado de masa
- Cuchillo de acero inoxidable
- Depósito de acero inoxidable

##### 7.1.1.2 Equipos, Instrumentos de medición

- Cronómetro digital. Marca: Lonix.
- Horno. marca: IMACO. Rango: 100°C a 250°C.
- Amasador. marca: Sunbean. Rango: 12 velocidades.
- Balanza analítica electrónica. Marca: HENKEL. Rango: 1000g / 0.01g.
- Balanza. marca: TH – 500. Rango: 500g x 0.1g.

##### 7.1.1.3 Ingredientes

- Harina de trigo. marca: NICOLINI
- Harina de papa. Elaborada según: (Amajor et al., 2014, p.2), harina de tarwi y harina de oca (marca: FITOMUNDO)
- Leche evaporada LIVE
- Manteca
- Levadura
- Sal
- Azúcar
- Agua

## 7.2. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Se elaboró 07 formulaciones de pan, una de ellas fue la fórmula control. En base a esta formulación se hizo 06 formulaciones con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca. Para lo cual se realizó el siguiente diagrama de proceso de operación.

**Tabla 6.**

Formula pan control

Ingredientes	Gramos (g.)	Porcentajes (%)
Harina de trigo	1000	45.62
Leche	380	17.34
Agua	340	15.51
Azúcar	300	13.69
Sal	12	0.55
Manteca	120	5.47
Levadura seca	40	1.82
<b>Total</b>	<b>2192</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7.**

Diseño experimental: Diseño Simplex Lattice para una mezcla de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

Tratamientos	Harina de papa (g.)	Harina de tarwi (g.)	Harina de oca (g.)
1	300	0	0
2	0	300	0
3	0	0	300
4	150	150	0
5	150	0	150
6	0	150	150

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.**

Fórmula 1. Código: 124

Ingredientes	Gramos (g.)	Porcentajes (%)
Harina de trigo	700	31.93
Harina de papa	300	13.69
Leche	380	17.34
Agua	340	15.51
Azúcar	300	13.69
Sal	12	0.55
Manteca	120	5.47
Levadura seca	40	1.82
<b>Total</b>	<b>2192</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.**

Fórmula 2. Código: 236

Ingredientes	Gramos (g.)	Porcentajes (%)
Harina de trigo	700	31.93
Harina de tarwi	300	13.69
Leche	380	17.34
Agua	340	15.51
Azúcar	300	13.69
Sal	12	0.55
Manteca	120	5.47
Levadura seca	40	1.82
<b>Total</b>	<b>2192</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.**

Fórmula 3. Código: 328

Ingredientes	Gramos (g.)	Porcentajes (%)
Harina de trigo	700	31.93
Harina de oca	300	13.69
Leche	380	17.34
Agua	340	15.51
Azúcar	300	13.69
Sal	12	0.55
Manteca	120	5.47
Levadura seca	40	1.82
<b>Total</b>	<b>2192</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.**

Fórmula 4. Código: 416

Ingredientes	Gramos (g.)	Porcentajes (%)
Harina de trigo	700	31.93
Harina de papa	150	6.84
Harina de tarwi	150	6.84
Leche	380	17.34
Agua	340	15.51
Azúcar	300	13.69
Sal	12	0.55
Manteca	120	5.47
Levadura seca	40	1.82
<b>Total</b>	<b>2192</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.**

Fórmula 5. Código: 584

Ingredientes	Gramos (g.)	Porcentajes (%)
Harina de trigo	700	31.93
Harina de papa	150	6.84
Harina de oca	150	6.84
Leche	380	17.34
Agua	340	15.51
Azúcar	300	13.69
Sal	12	0.55
Manteca	120	5.47
Levadura seca	40	1.82
<b>Total</b>	<b>2192</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13.**

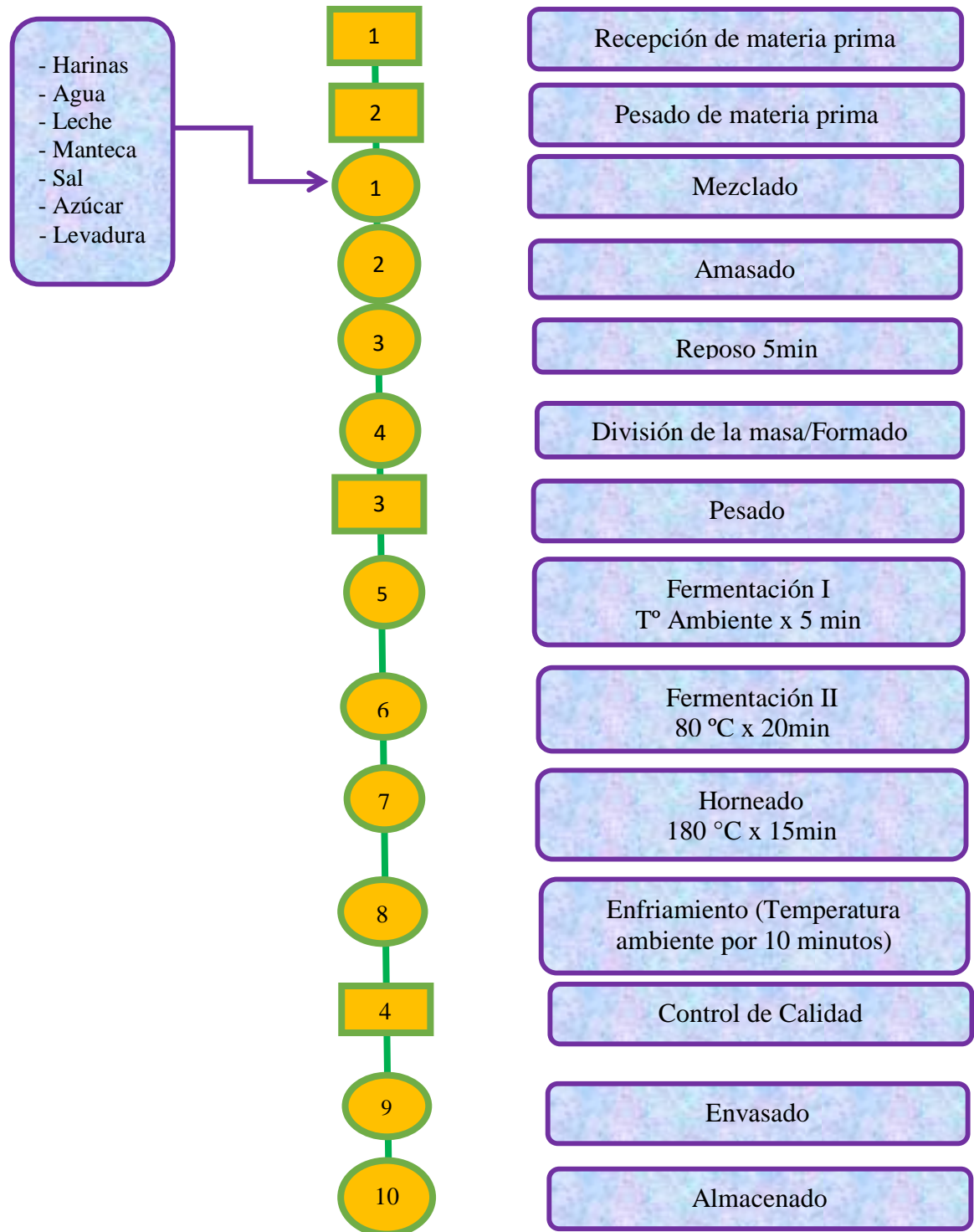
Fórmula 6. Código: 672

Ingredientes	Gramos (g.)	Porcentajes (%)
Harina de trigo	700	31.93
Harina de tarwi	150	6.84
Harina de oca	150	6.84
Leche	380	17.34
Agua	340	15.51
Azúcar	300	13.69
Sal	12	0.55
Manteca	120	5.47
Levadura seca	40	1.82
<b>Total</b>	<b>2192</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

7.2.1 La producción del pan se obtuvo aplicando el siguiente diagrama de proceso de operación del pan.

**Diagrama proceso de operación del pan con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.**

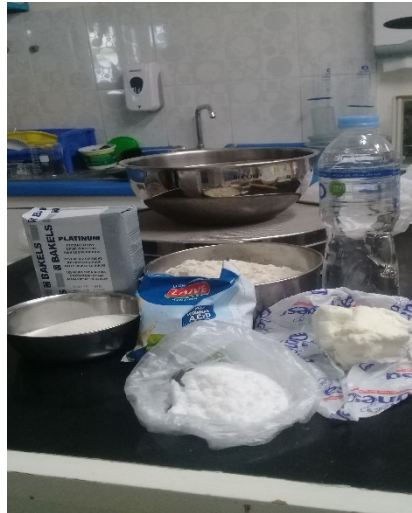


Fuente: Elaboración propia

### 7.2.1.1 Descripción del diagrama de proceso de operación del pan control

#### 1. Recepción de Materia Prima

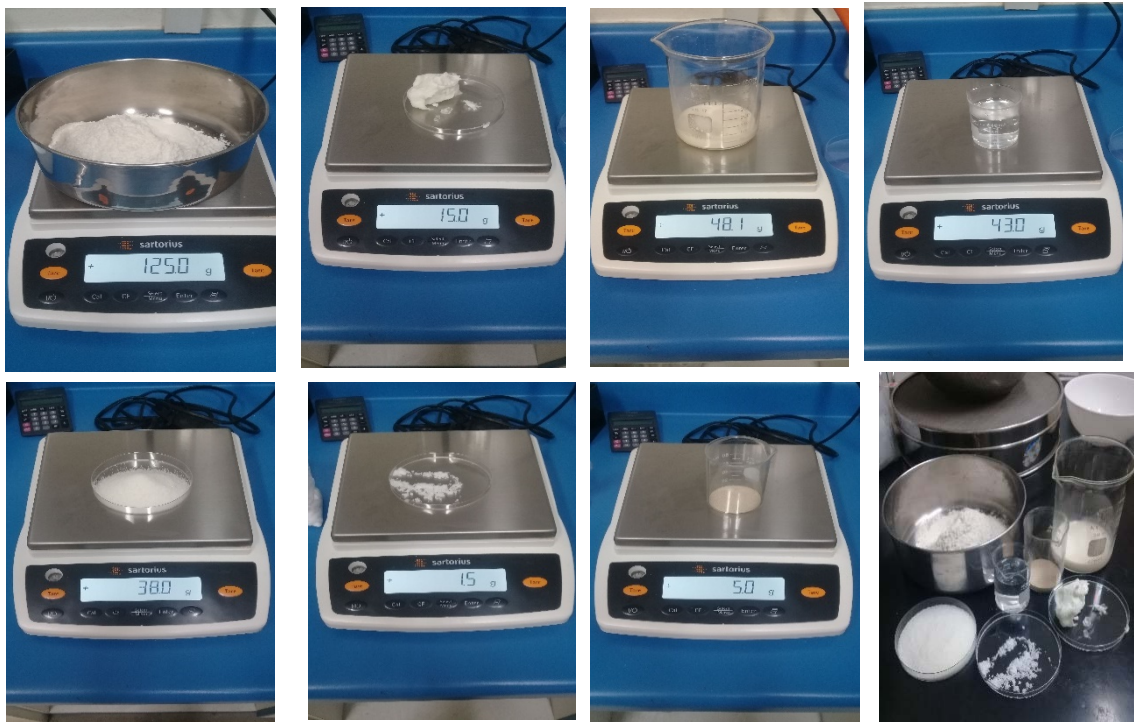
Es todo material sólido (harina trigo, sal, azúcar, levadura, manteca) y líquido (leche y agua). Son verificados desde la recepción.



*Figura 8.* Ingredientes

#### 2. Pesado

Es pesado de todo ingrediente son importantes porque de ello depende la cantidad de masa que deseamos tener para la elaboración de pan.



*Figura 9.* Pesado de ingredientes

### 3. Mezclado

Aquí se mezcló, paso a paso los insumos para la elaboración de pan agregando a la mezcladora: La leche disuelta con la manteca  $T=40^{\circ}\text{C}$  e igual el agua activando la levadura a favor que la harina tenga un buen mezclado añadiendo azúcar y sal se agrega antes de la levadura. Y de poco en poco se agrega la harina de trigo.



*Figura 10:* Mezclado de harina de trigo

### 4. Amasado

Es de mezclar de forma homogénea los ingredientes básicos (agua, harina, sal, azúcar, mantequilla, leche y levadura) hasta formar una masa flexible y elástica. Permite a que la levadura se active con agua y azúcar al momento de mezclarse con la harina se forman azúcar obteniendo la glucosa.



*Figura 11.* Amasado de pan

### 5. Reposo

La masa debe reposar a temperatura ambiente cubierto con bolsa celofán. Así uno percibir en 5' el aumento de la masa está lleno de gas.



**Figura 12:** Reposo

#### 6. División / Formado

Después del fermentado se realizó la división del corte dependiendo de la cantidad de masa deseada en pedazos pequeños y luego el formado circular con las manos para evitar grietas en la elaboración de pan.

#### 7. Pesado

La masa pesada es de 40g en la elaboración de pan es lo que se considera.



**Figura 13.** Pesado

#### 8. Fermentado I

Se prolonga a temperatura ambiente y tiempo 5 minutos. Es donde la masa estará en contacto con el calor y así se fermentara de manera adecuada.



**Figura 14.** Fermentado I

#### 9. Fermentado II

En segundo tiempo se hincha más el pan con un tamaño diferente. Se manifiesta el aroma del pan.

$T = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$   $t = 20'$



**Figura 15.** Fermentado II

#### 10. Horneado

Observamos el cambio de color, quiere indicar que ya está el producto listo para salir del horno.

$T = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$   $t = 15'$



**Figura 16.** Horneado

### 11. Enfriado

Una vez horneado se retira del horno para que pase a envasar pero antes se deja a que enfrié por 10'.



**Figura 17.** Enfriado del pan

### 12. Control de calidad

Verifica si es inocuo para el consumidor desde el inicio y salida del proceso.



**Figura 18.** Control de calidad

### 13. Envasado

Es un producto de calidad libre de microorganismos patógenos es inocuo para el consumidor.

### 14. Almacenado

Este adecuado al producto del pan manteniendo su temperatura.

### 7.2.1.2 Descripción del diagrama de proceso de operación del pan formulado

Fórmula 1. 2.3. Código: (124, 236, 328)

#### 1. Recepción de materia prima

Se revisa la calidad de producto desde que entra para su debida prevención de algún microorganismo o material extraño. Se debe tener en cuenta que son indispensable las harinas para la elaboración de pan. Se trabaja en líquido y sólido como son los ingredientes (leche, agua, sal, azúcar, manteca y levadura).



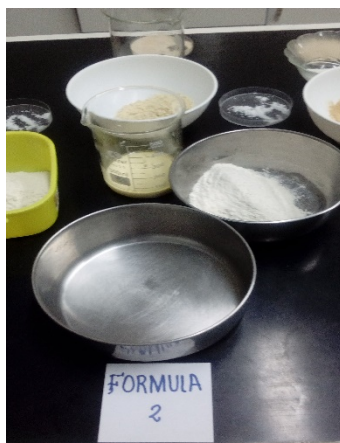
**Figura 19.** Ingredientes, fórmula 1, 2, 3.

#### 2. Pesado

Desde que entra a la recepción se procede al pesado y dando por formulado cuanta cantidad se llega a utilizar promedio a elaborar la masa del pan.



**Figura 20.** Pesado harina de papa



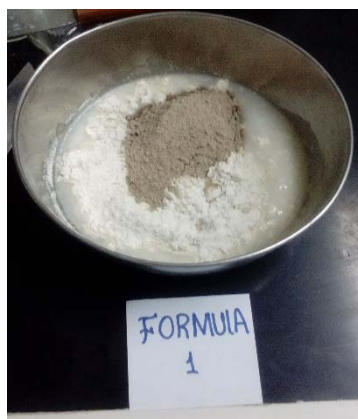
**Figura 21.** Pesado harina de tarwi



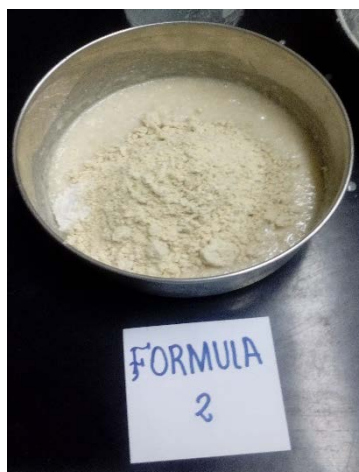
**Figura 22.** Pesado harina de oca

### 3. Mezclado

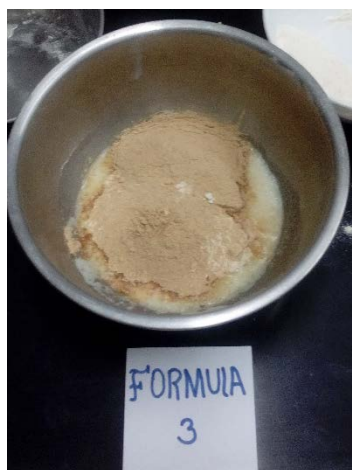
Es formulación de 100% (harina de papa), mezclado con harina de trigo y sus ingredientes. Igual es la formulación 2 con 100% (harina de tarwi) y formulación 3 con 100% (harina de oca).



**Figura 23.** Mezclado harina de papa 100%



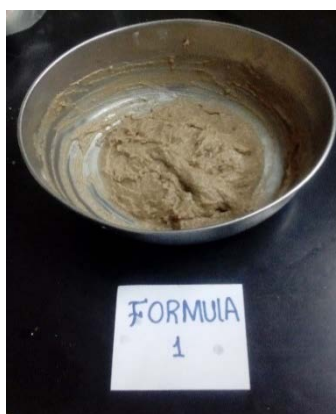
**Figura 24.** Mezclado harina de tarwi 100%



**Figura 25.** Mezclado harina de oca 100%

#### 4. Amasado

Todos los ingredientes y la harina son mezclados para el constante movimiento de amasado hasta formar la elasticidad de la masa. Obteniendo un gluten o azúcar haciendo participe la levadura que estuvo activo desde el inicio.



**Figura 26.** Amasado harina de papa 100%



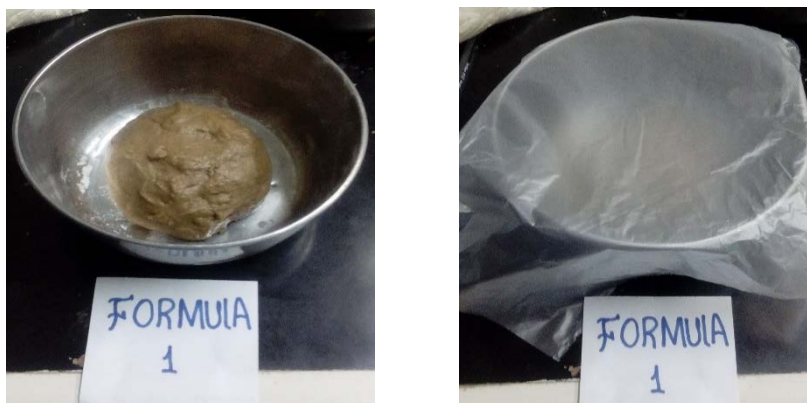
**Figura 27.** Amasado harina de tarwi 100%



**Figura 28.** Amasado harina de oca 100%

## 5. Reposo

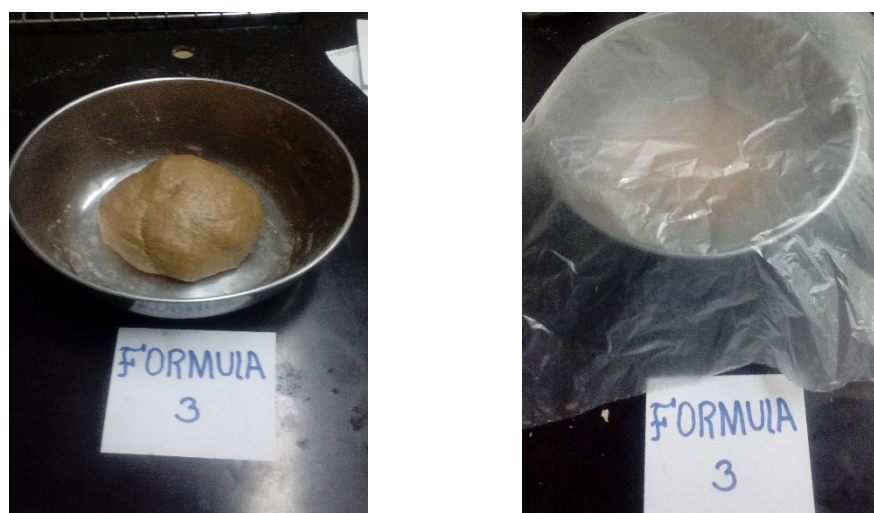
La masa comienza a reposar 5' pero hay que tener en cuenta que la levadura sigue activa. También aumenta el volumen de la masa por el CO<sub>2</sub>.



**Figura 29.** Reposo harina de papa 100%



*Figura 30.* Reposo harina de tarwi 100%



*Figura 31.* Reposo harina de oca 100%

#### 6. División/Formado

Las masas son divididas en pequeños pedazos que tenga cantidad de un pan normal. Y se forma de manera circular como es su presencia a un pan sin manifestar grieta.

#### 7. Pesado

El pan es pesado 40g. Para saber cuántos panes se puede obtener de tal masa que se realizó.



*Figura 32.* Pesado harina de papa 100%



*Figura 33.* Pesado harina de tarwi 100%



*Figura 34.* Pesado harina de oca 100%

## 8. Fermentado I.

Inicia con temperatura ambiente por un tiempo de 5 minutos. Se observa normal la masa porque recién comienza a calentarse desde ahí proceso al segundo fermentado.



**Figura 35.** Fermentación I harina de papa 100%



**Figura 36.** Fermentación I harina de tarwi 100%



**Figura 37.** Fermentación I harina de oca 100%

## 9. Fermentado II.

Es por un tiempo de 20 min. Que comienza a fermentar con una temperatura de 80°C elevando así la masa y presencia de olor que caracteriza al pan.



**Figura 38.** Fermentado II harina de papa 100%



**Figura 39.** Fermentado II harina de tarwi 100%



**Figura 40.** Fermentado II harina de oca 100%

## 10. Horneado

Se fija mucho en el color que cambia cada pan en el momento del horneado. Cada masa en distinta por diferentes harinas uno más oscuro y el otro más claro que las distingue. No se diferencia la temperatura ni el tiempo se mantiene igual con una temperatura de 180° C y tiempo de 15 minutos.



**Figura 41.** Horneado harina de papa 100%



**Figura 42.** Horneado harina de tarwi 100%



**Figura 43.** Horneado harina de oca 100%

## 11. Enfriado

Se enfría por un tiempo de 10 minutos a temperatura ambiente. Para su posterior envasado.



*Figura 44.* Enfriado pan de papa



*Figura 45.* Enfriado pan de tarwi



*Figura 46.* Enfriado pan de oca

## 12. Control de calidad

Verifica si es inocuo para el consumidor desde el inicio y salida del proceso.

## 13. Envasado

El envasado es sumamente importante donde se debe tener en cuidado ya sea en bolsa papel que proteja de la humedad. Y pueda ser llevado en un buen almacenamiento.



**Figura 47.** Envasado pan de papa



**Figura 48.** Envasado pan de tarwi



**Figura 49.** Envasado pan de oca

#### 14. Almacenado

Su almacenamiento no es muy común. Por la cantidad que depende el pedido del consumidor.



*Figura 50.* Almacenado pan de papa, pan de tarwi y pan de oca

#### 7.2.1.3 Descripción del diagrama de proceso de operación del pan formulado

Formulación 4.5.6. Código: (416, 584, 672)

##### 1. Recepción de materia prima

Son verificados los productos desde el inicio que entra con el control debido en realizar la elaboración de pan con cada una de las materias primas indispensables. Se trabaja en líquido y sólido como es la harina (trigo, papa, tarwi y oca) y además leche, azúcar, levadura, agua y sal ya que es un mineral que va de la mano con nuestra materia.



*Figura 51.* Ingredientes, fórmula 4, 5,6.

## 2. Pesado

Todos los productos desde la recepción de la materia prima son pesados. Para determinar la cantidad que se va utilizar en la elaboración del pan.



**Figura 52.** Pesado harina de tarwi y harina de papa



**Figura 53.** Pesado harina de papa y harina de oca



**Figura 54.** Pesado harina de tarwi y harina de oca

### 3. Mezclado

Es formulación 4 cada una con 50% (harina de tarwi y harina de papa), se mezcla con harina de trigo y sus ingredientes. Igual es la formulación 5 con 50% (harina de papa y harina oca) y formulación 6 con 50% (harina de tarwi y harina de oca).



**Figura 55.** Mezclado harina de tarwi y harina de papa con 50% c/u



**Figura 56.** Mezclado harina de papa y harina de oca con 50% c/u



**Figura 57.** Mezclado harina de tarwi y harina de oca con 50% c/u

#### 4. Amasado

Se procede a su mejor elasticidad gracias a la levadura que se alimenta del azúcar y mejorando la calidad del gluten en función de ambas harinas. En donde después se nota el tamaño de la masa por el contante movimiento en el amasado.



**Figura 58.** Amasado harina de tarwi y harina de papa con 50% c/u



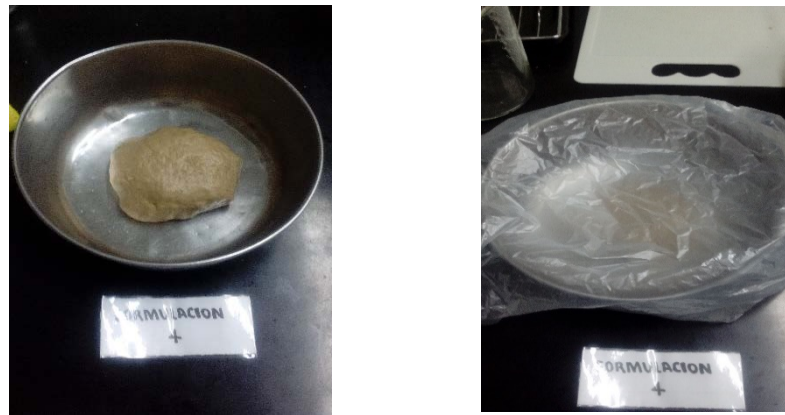
**Figura 59.** Amasado harina de papa y harina de oca con 50% c/u



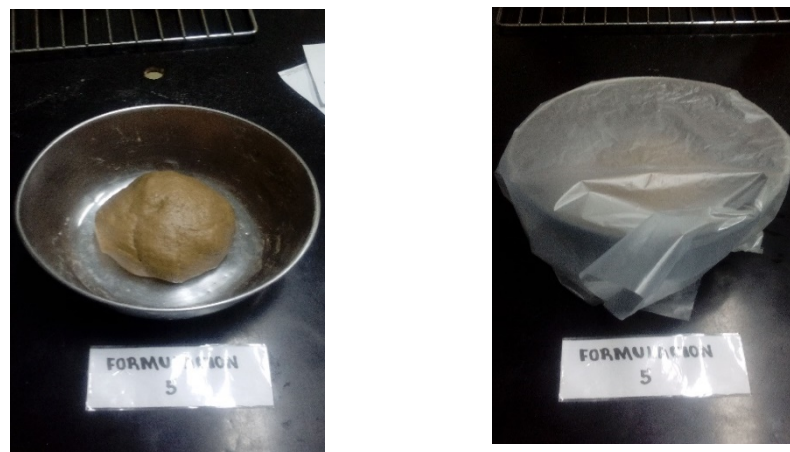
**Figura 60.** Amasado harina de tarwi y harina de oca con 50% c/u

## 5. Reposo

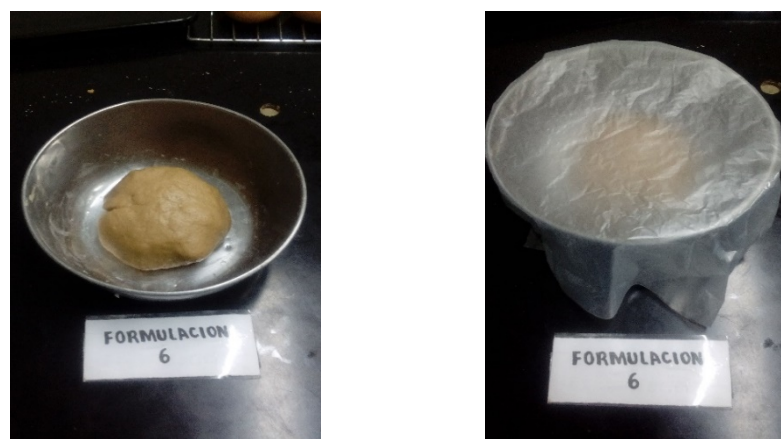
Es un reposo de 5 minutos a la masa por el constante movimiento que ha tenido.



**Figura 61.** Reposo harina de tarwi y harina de papa con 50% c/u



**Figura 62.** Reposo harina de papa y harina de oca con 50% c/u



**Figura 63.** Reposo harina de tarwi y harina de oca con 50% c/u

## 6. División/Formado

Una vez fermentado se realiza la división dependiendo de la cantidad de masa y luego el formado circular para evitar grietas en la elaboración de pan.

## 7. Pesado:

La masa del pan es pesada en 40g. Para calcular que cantidad de masa se elaboró.



**Figura 64.** Pesado harina de tarwi y harina de papa con 50% c/u



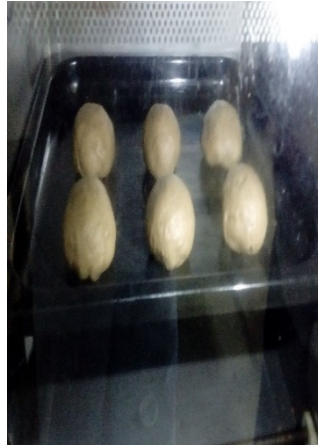
**Figura 65.** Pesado harina de papa y harina de oca con 50% c/u



**Figura 66.** Pesado harina de tarwi y harina de oca con 50% c/u

## 8. Fermentación I

Aun la masa esta en fermentación. Si sabemos claramente que es un azúcar de  $\text{CO}_2 + \text{ALCOHOL}$  a una  $T^\circ$  Ambiente por 5 minutos, la levadura esta activa aún más su aceleración es más rápida.



**Figura 67.** Fermentación I (harina de tarwi y harina de papa) 50% c/u



**Figura 68.** Fermentación I (harina de papa y harina de oca) 50% c/u



**Figura 69.** Fermentación I (harina de tarwi y harina de oca) 50% c/u

## 9. Fermentación II

Se determina los parámetros de tiempo y temperatura que están establecidos. Se tiene en cuenta cada momento en que aumenta el tamaño del pan con un tiempo de 20' a una T80°C.



**Figura 70.** Fermentación II (harina de tarwi y harina de papa) 50% c/u



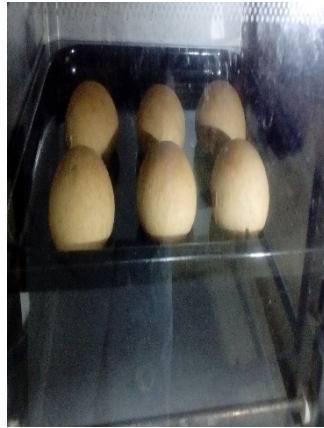
**Figura 71.** Fermentación II (harina de papa y harina de oca) 50% c/u



**Figura 72.** Fermentación II (harina de tarwi y harina de oca) 50% c/u

## 10. Horneado

Sigue fermentación II una vez alcanzado el parámetro y procede al horneado con un tiempo de 15' a T180°C en cada una de las masas de pan. Su diferencia es el color que se distingue en cada uno del pan.



**Figura 73.** Horneado (harina de tarwi y harina de papa) 50% c/u



**Figura 74.** Horneado (harina de papa y harina de oca) 50% c/u



**Figura 75.** Horneado (harina de tarwi y harina de oca) 50% c/u

## 11. Enfriado

Terminado el horneado se retira con cuidado del horno para ser enfriada a temperatura ambiente con un tiempo de 10 minutos. Luego es retirado los panes de la bandeja para el paso del envasado.



**Figura 76.** Enfriado del pan (tarwi y papa)



**Figura 77.** Enfriado del pan (papa y oca)



**Figura 78.** Enfriado del pan (tarwi y oca)

## 12. Control de calidad

Verifica si es inocuo para el consumidor desde el inicio y salida del proceso.

## 13. Envasado

Es cubierto por bolsa de papel que mantiene sus características normales. Antes y después de su elaboración.



**Figura 79.** Envasado del pan (tarwi y papa)



**Figura 80.** Envasado del pan (papa y oca)



**Figura 81.** Envasado del pan (tarwi y oca)

#### 14. Almacenado

Siempre desde el inicio y final del producto se realiza siempre un proceso de control de calidad para que sea un producto inocuo donde se pueda consumir sin determinadas alteraciones hacia al consumidor.



**Figura 82.** Almacenado pan (tarwi y papa), pan (papa y oca), pan (tarwi y oca)

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 8.1. Peso optimo en la formulación del pan con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

En la Tabla 14. Se presentó la sumatoria de las puntuaciones otorgadas por los 30 jueces (consumidores potenciales de pan) (Anexo 12.2) durante el análisis sensorial de los atributos de apariencia, textura y sabor para cada una de las formulaciones generadas (Anexo 12.1), pan de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca: Formula 1, 2, 3 (300g c/u) y fórmula 4, 5, 6 mezcla de 2 harinas (150g c/u), con lo que se determinó el peso óptimo de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca a incorporar en la elaboración del pan, que produce la mayor aceptabilidad sensorial del producto. Se realizó la optimización de la formulación incluyendo una repetición, para ser analizado por la metodología del diseño de mezclas utilizando el paquete estadístico Simplex Lattice.

**Tabla 14**

Sumatoria de puntuaciones para cada tratamiento

Código	H. Papa (g)	H. Tarwi (g)	H. Oca (g)	Indicadores		
				Apariencia	Textura	Sabor
124 <sup>1</sup>	300	0	0	227,9	237,0	239,9
416 <sup>1</sup>	150	150	0	252,1	258,0	261,0
584 <sup>1</sup>	150	0	150	291,0	292,5	293,9
236 <sup>1</sup>	0	300	0	204,0	195,1	222,0
672 <sup>1</sup>	0	150	150	260,9	266,9	270,0
328 <sup>1</sup>	0	0	300	277,6	274,5	278,9
124 <sup>2</sup>	300	0	0	222,0	227,9	245,9
416 <sup>2</sup>	150	150	0	246,0	261,0	264,1
584 <sup>2</sup>	150	0	150	292,6	288,1	290,9
236 <sup>2</sup>	0	300	0	192,0	192,0	210,1
672 <sup>2</sup>	0	150	150	252,1	261,1	275,9
328 <sup>2</sup>	0	0	300	273,1	269,9	275,9

Fuente: Elaboración propia

### Apariencia

En la tabla 16, se presentan los resultados estadísticos de la prueba de aceptabilidad en el atributo de apariencia por parte de 30 jueces (consumidores potenciales de pan). Del análisis estadístico se puede decir que la relación de harina de papa AB, harina de tarwi AC y harina de oca BC por presentar resultados de valor de P de 0.0001, 0.0001 y 0.0043 respectivamente es decir  $P < 0.05$  tiene influencia significativa en la apariencia del pan. Lo cual también se refleja en la figura 83: contorno de la superficie de respuesta estimada. (Apariencia)

Según tabla 17 del resultado de la respuesta optimizada, la fórmula optima en cuanto al atributo de apariencia para peso de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca es 104,639g., 0,000256999g., 195,36g, respectivamente.

**Tabla 15****ANOVA para Apariencia**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo Cuadrático	11522,7	5	2304,55	87,44	0,0000
Error total	158,135	6	26,3558		
Total (corr.)	11680,9	11			

Fuente: Elaboración propia

A un nivel de significancia 5%. Se concluye que existe diferencia significativa entre las componentes (harina papa, harina tarwi y harina de oca) analizados y su apariencia por lo tanto se rechaza.

**Tabla 16**

Cuadrático resultados de ajuste de modelo para apariencia.

<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
A:H.Papa	224,95	3,63014		
B:H.Tarwi	198,0	3,63014		
C:H.Oca	275,35	3,63014		
AB	150,3	17,784	8,45143	0,0001
AC	166,6	17,784	9,36798	0,0001
BC	79,3	17,784	4,45907	0,0043

Fuente: Elaboración propia

R-cuadrada = 98,6462 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 97,518 porciento

Error estándar del est. = 5,13379

Error absoluto medio = 3,24167

Estadístico Durbin-Watson = 1,03424

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,439356

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Apariencia} = 224,95 * \text{Papa} + 198,0 * \text{Tarwi} + 275,35 * \text{Oca} + 150,3 * \text{Papa} * \text{Tarwi} + 166,6 * \text{Papa} * \text{Oca} + 79,3 * \text{Tarwi} * \text{Oca}$$

**Tabla 17**

Resultado de la respuesta optimizada para la apariencia

Optimizar respuesta

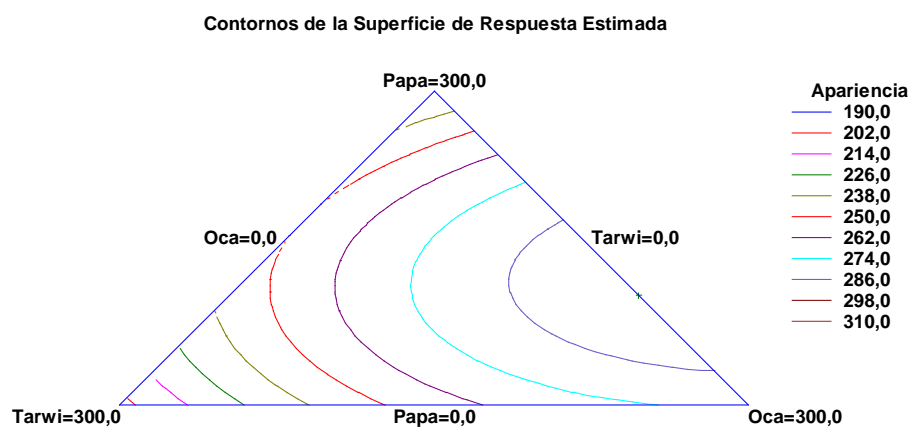
Meta: maximizar apariencia

Valor óptimo = 295,612

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
H. Papa	0,0	300,0	104,639
H. Tarwi	0,0	300,0	0,000256999
H. Oca	0,0	300,0	195,36

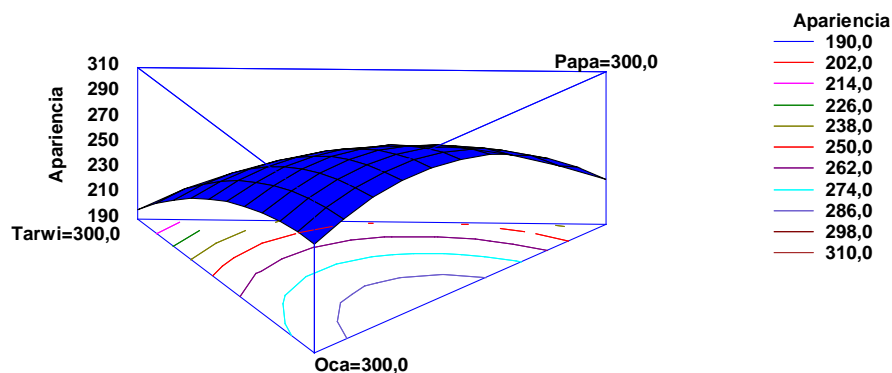
Fuente: Elaboración propia

**Figura 83.** Se tiene 3 factores (harina de papa 105 g., harina de tarwi 0 g. y harina de oca 195 g.), donde se interceptan en un solo punto. Dando como respuesta a su valor óptimo analizado de apariencia.



**Figura 83.** Contornos de la superficie de respuesta estimada (Apariencia).

**Figura 84.** Es una representación tridimensional de las respuestas como resultado a cada uno de estos factores (harina de papa 105 g., harina tarwi 0 g. y harina de oca 195 g.). Las regiones más altas corresponden a puntos óptimos de apariencia (combinaciones de las variables que maximizan la respuesta). Si se presenta de forma plana quiere decir que no hay una región óptima y todos los tratamientos son iguales.



**Figura 84.** Superficie de respuesta estimada (Apariencia).

## Textura

En la tabla 19, se presentan los resultados estadísticos de la prueba de aceptabilidad en el atributo de textura por parte de 30 jueces (consumidores potenciales de pan). Del análisis estadístico se puede decir que la relación de harina de papa AB, harina de tarwi AC y harina de oca BC por presentar resultados de valor de P de 0.0000, 0.0000 y 0.0001 respectivamente es decir  $P < 0.05$  si tiene influencia significativa en la textura del pan. Lo cual también se refleja en la figura 85: contorno de la superficie de respuesta estimada. (Textura).

Según tabla 20 del resultado de la respuesta optimizada, la fórmula optima en cuanto al atributo de textura para peso de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca es 105,725g., 16,872g., 177,403g, respectivamente.

**Tabla 18**

### ANOVA para Textura

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	11747,6	5	2349,51	160,58	0,0000
Cuadrático					
Error total	87,79	6	14,6317		
Total (corr.)	11835,4	11			

Fuente: Elaboración propia

A un nivel de significancia 5%. Se concluye que existe diferencia significativa entre las combinaciones (harina papa, harina tarwi y harina de oca) analizados y su textura por lo tanto se rechaza.

**Tabla 19**

Cuadrático resultados de ajuste de modelo para textura.

<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
A:H.Papa	232,45	2,70478		
B:H.Tarwi	193,55	2,70478		
C:H.Oca	272,2	2,70478		
AB	186,0	13,2507	14,037	0,0000
AC	151,9	13,2507	11,4636	0,0000
BC	124,5	13,2507	9,39576	0,0001

Fuente: Elaboración propia

R-cuadrada = 99,2582 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 98,6401 porciento

Error estándar del est. = 3,82514

Error absoluto medio = 2,5

Estadístico Durbin-Watson = 1,73958

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,0178266

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Textura} = 232,45 \cdot \text{Papa} + 193,55 \cdot \text{Tarwi} + 272,2 \cdot \text{Oca} + 186,0 \cdot \text{Papa} \cdot \text{Tarwi} + 151,9 \cdot \text{Papa} \cdot \text{Oca} + 124,5 \cdot \text{Tarwi} \cdot \text{Oca}$$

### Tabla 20

Resultado de la respuesta optimizada para la textura

Optimizar respuesta

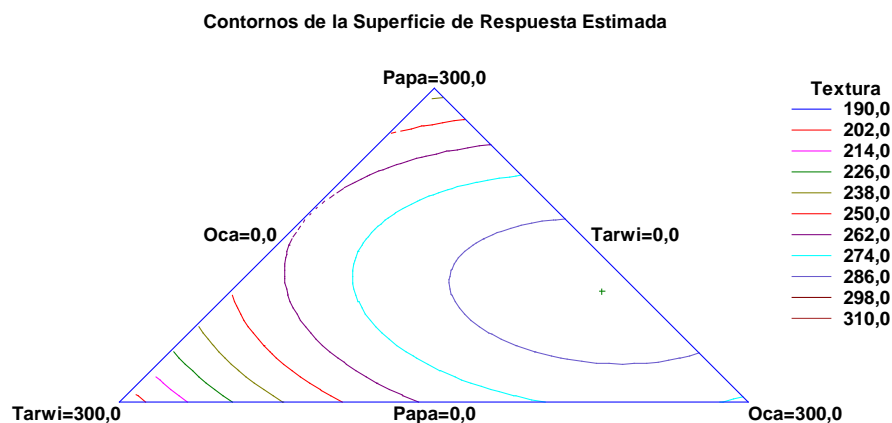
Meta: maximizar textura

Valor óptimo = 293,251

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
H. Papa	0,0	300,0	105,725
H. Tarwi	0,0	300,0	16,872
H. Oca	0,0	300,0	177,403

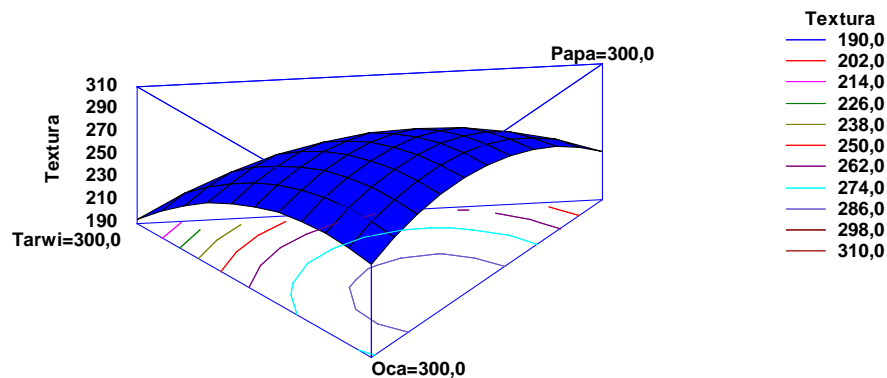
Fuente: Elaboración propia

**Figura 85.** Se tiene 3 factores (harina de papa 106 g., harina de tarwi 17 g. y harina de oca 177 g.), donde se interceptan en un solo punto. Dando como respuesta a su valor optimo analizado de textura.



**Figura 85.** Contornos de la superficie de respuesta estimada (Textura).

**Figura 86.** Es una representación tridimensional de las respuestas como resultado a cada uno de estos factores (harina de papa 106 g., harina tarwi 17 g. y harina de oca 177 g.). Las regiones más altas corresponden a puntos óptimos de textura (combinaciones de las variables que maximizan la respuesta). Si se presenta de forma plana quiere decir que no hay una región óptima y todos los tratamientos son iguales.



**Figura 86.** Superficie de respuesta estimada (Textura).

## Sabor

En la tabla 22, se presentan los resultados estadísticos de la prueba de aceptabilidad en el atributo de sabor por parte de 30 jueces (consumidores potenciales de pan). Del análisis estadístico se puede decir que la relación de harina de papa AB, harina de tarwi AC y harina de oca BC por presentar resultados de valor de P de 0.0001, 0.0002 y 0.0005 respectivamente es decir  $P < 0.05$  si tiene influencia significativa en el sabor del pan. Lo cual también se refleja en la figura 87: contorno de la superficie de respuesta estimada. (Sabor)

Según tabla 23 del resultado de la respuesta optimizada, la fórmula óptima en cuanto al atributo de sabor para peso de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca es 105,497g., 11,1729g., 183,33g, respectivamente.

**Tabla 21**

### ANOVA para Sabor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	7495,45	5	1499,09	74,95	0,0000
Cuadrático					
Error total	120,015	6	20,0025		
Total (corr.)	7615,47	11			

Fuente: Elaboración propia

A un nivel de significancia 5%. Se concluye que existe diferencia significativa entre las combinaciones (harina papa, harina tarwi y harina de oca) analizados y su sabor por lo tanto se rechaza.

**Tabla 22**

Cuadrático resultados de ajuste de modelo para sabor

<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estadístico</i>		
		<i>Estándar</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
A:H.Papa	242,9	3,16248		
B:H.Tarwi	216,05	3,16248		
C:H.Oca	277,4	3,16248		
AB	132,3	15,4929	8,53939	0,0001
AC	129,0	15,4929	8,32639	0,0002
BC	104,9	15,4929	6,77084	0,0005

Fuente: Elaboración propia

R-cuadrada = 98,4241 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 97,1108 por ciento

Error estándar del est. = 4,47242

Error absoluto medio = 2,74167

Estadístico Durbin-Watson = 2,18881

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,141274

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Sabor} = 242,9 \cdot \text{Papa} + 216,05 \cdot \text{Tarwi} + 277,4 \cdot \text{Oca} + 132,3 \cdot \text{Papa} \cdot \text{Tarwi} + 129,0 \cdot \text{Papa} \cdot \text{Oca} + 104,9 \cdot \text{Tarwi} \cdot \text{Oca}$$

**Tabla 23**

Resultado de la respuesta optimizada para el sabor

Optimizar respuesta

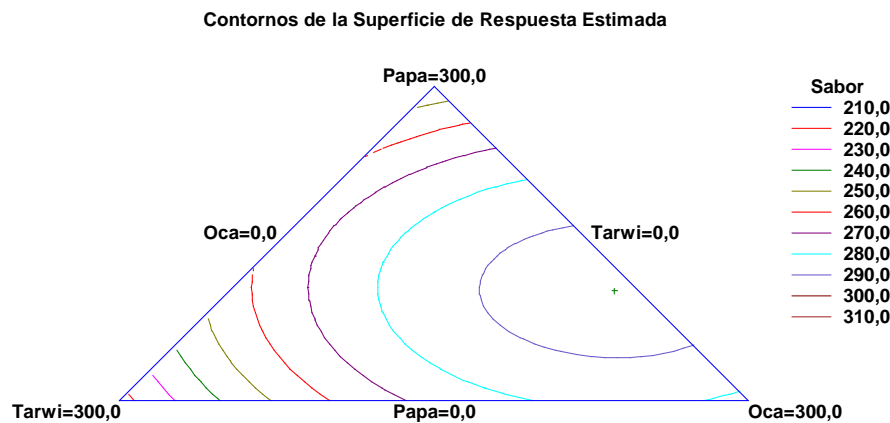
Meta: maximizar sabor

Valor óptimo = 294,825

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
H. Papa	0,0	300,0	105,497
H. Tarwi	0,0	300,0	11,1729
H. Oca	0,0	300,0	183,33

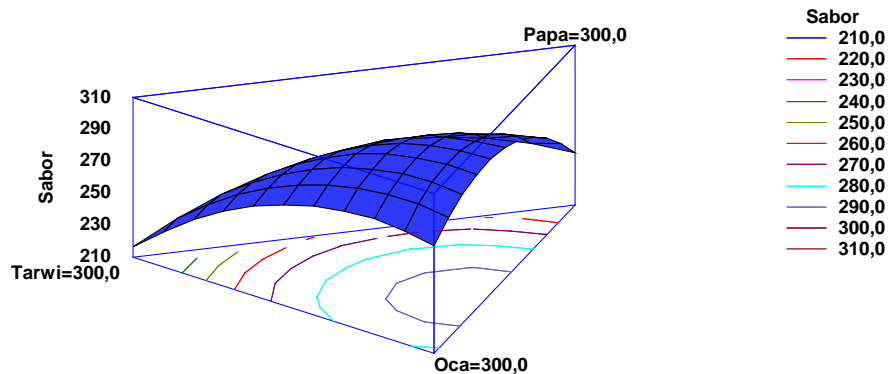
Fuente: Elaboración propia

**Figura 87.** Se tiene 3 factores (harina de papa 106 g., harina de tarwi 11 g. y harina de oca 183 g.), donde se interceptan en un solo punto. Dando como respuesta a su valor óptimo analizado de sabor.



**Figura 87.** Contornos de la superficie de respuesta estimada (Sabor).

**Figura 88.** Es una representación tridimensional de las respuestas como resultado a cada uno de estos factores (harina de papa 106 g., harina tarwi 11 g. y harina de oca 183 g.). Las regiones más altas corresponden a puntos óptimos de sabor (combinaciones de las variables que maximizan la respuesta). Si se presenta de forma plana quiere decir que no hay una región óptima y todos los tratamientos son iguales.



**Figura 88.** Superficie de respuesta estimada (Sabor).

## 8.2. El efecto combinado: Apariencia, Textura y Sabor.

**Tabla 24**

Valores óptimos de los factores analizados y fórmula general

Factores	Indicadores			Promedio ponderado
	Apariencia	Textura	Sabor	
H. Papa (g)	105	106	106	106
H. Tarwi (g)	0	17	11	14
H. Oca (g)	195	177	183	180

Fuente: Elaboración propia

El promedio ponderado se calculó en función a los atributos de Apariencia, Textura y Sabor por ser ellos determinantes sobre la aceptabilidad del pan.

**Tabla 25**

Fórmula del pan con los pesos óptimos de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca

Ingredientes	Gramos (g.)	Porcentaje (%)
Harina de trigo	700	31.93
Harina de papa	106	4.84
Harina de tarwi	14	0.64
Harina de oca	180	8.21
Leche	380	17.34
Agua	340	15.51
Azúcar	300	13.69
Sal	12	0.55
Manteca	120	5.47
Levadura seca	40	1.82
<b>Total</b>	<b>2192</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### 8.3. Resultados en los parámetros de procesamiento en la elaboración de pan con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.

**Tabla 26**

Parámetros de procesamiento (temperatura, tiempo) en las formulas: “control” y “optima”

Parámetros del procesamiento	Fórmula de control	Formula optima
- Temperatura fermentación I	Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Tiempo	5 minutos	5 minutos
-Temperatura fermentación II	80 °C	80 °C
Tiempo	20 minutos	20 minutos
-Temperatura de horneado	180 °C	180 °C
Tiempo	15 minutos	15 minutos

Fuente: Elaboración propia

Se evaluó las muestras en los parámetros de procesamiento de temperatura I es a medio ambiente por tiempo 5 minutos en la fórmula de control y formula optima y de igual forma la temperatura II cambia con una temperatura de 80° C de tiempo 20 minutos.

(Villarino et al., 2015) afirma: “El proceso de horneado de la fórmula de control y formula optima es la misma temperatura 180 °C con un tiempo de 15 minutos” (p.436).

## 8.4. Resultado del análisis nutricional

**Tabla 27**

Análisis nutricional de las formulas: control y optima / 100 gr de porción.

Parámetros	Formula control	Formula optima
Proteínas (g.)	10,7	12,2
Carbohidratos (g.)	67,2	85,6
Grasas (g.)	14,2	15,1
Humedad (g.)	25,0	27,2
Calorías (kcal)	439,4	470
Fosforo (mg)	101	125
Calcio (mg)	35	45,8

Fuente: Elaboración propia

(Laurencio y Masgo, 2014) afirma: “Existe mayor aporte nutricional en la formulación control 10,7 y formulación óptima 12,2 en cada una existe una diferencia de cantidades, en la harina de oca con 6,40g. En su aportación a menor proteína en su valor nutricional anterior (p.6).

A comparación la harina de trigo 0,98g. En su valor mínimo de grasas por tanto hay una gran diferencia con harina de tarwi 27,9g. Y valorando su valor nutricional de formulación control 14,2g. Y formulación optimo 15,1g. Exponiendo así su valor con la cantidad mínima que se añadió a la formulación presenciando su sabor y textura. (Hutton & Campbell, 1981, p.79)

En comparación a la harina de tarwi que hay mucha diferencia con su valor nutricional 12,9 – 42,6g. Como mínimo, en la formulación de control 67,2g. Y formulación optima 85,6g. Se incrementó por que las demás harinas como papa y oca tienen mayor cantidad de carbohidratos. (Campos & El-Dash, 1978, p.621)

En la humedad las distintas harinas es mínimo el valor de harina de papa 0,652g. Y si revisamos en la formulación existe una diferencia mayor donde la fórmula control es 25,0g. Y formula óptima 27,2g. Al añadir la harina de papa para su respectiva elaboración de pan su volumen incrementa, su retención de agua e impide que se ponga duro y permitiendo un pan blando. (Hutton & Campbell, 1981, p.79)

El valor nutricional del componente de fosforo en tipos de harinas que se utilizó para la elaboración de pan. Sostuvo en sus parámetros de formulación de control y optima: 101mg. y 125mg., Se notó que al inicio las harinas tienen otros valores mucho más altos: harina de papa 168mg., harina de tarwi 440mg., harina de oca 199mg. Al final sus valores son mínimos por el diseño experimental que se hizo para su elaboración de pan. (Quinteros A., 2002, p.100)

Los productos andinos siempre están en nuestros platos gastronómicos, su amplio valor en calcio. los tipos de harina tienen en harina de papa 65mg., harina de tarwi 93mg., harina de oca 82mg., nos aporta en su parámetro nutricional de formulación control y formulación optima con valores 35mg., y 45,8mg., siempre y cuando valoremos las cantidades del diseño de elaboración. (Quinteros A., 2002, p.100)

Las calorías son una fuente de energía total de valor nutricional. El parámetro de formulación control y optimo: 439,4 kcal y 470 kcal son porque se elaboró con un diseño de mezcla para su respectiva elaboración de pan. La realidad de las harinas de su valor único son harina de papa 357 kcal, harina de tarwi 458 kcal y harina de oca 332 kcal. (Surco A., 2004, p.32)

### 8.5. Resultado del análisis microbiológico

**Tabla 28**

Análisis microbiológico de las formulas: “control” y “optima”

Parámetros	Formula control	Formula optima	Referencia (*)
Aerobios mesofilos Ufc/g.	890	920	< 10,000 Ufc/g.
Escherichia coli Ufc/g.	0	0	< 10 Ufc/g.
Mohos y levaduras Ufc/g.	< 10	< 10	< 1000 Ufc/g.

Fuente: Elaboración propia

(\*) Límite máximo permisible

Ufc = Unidades formadoras de colonia

Del análisis microbiológico podemos decir que todas las muestras de la fórmula control y optima del pan, se encuentran aptas para el consumo humano ya que de acuerdo a los resultados de los análisis estos representan resultados cero, ausencia o menor a la referencia (\*).

## IX. CONCLUSIONES

- La fórmula óptima de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca en la elaboración del pan es de 106g, 14g y 180g.
- Los parámetros de procesamiento del pan de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca son: Fermentación I con temperatura ambiente, tiempo de 5 minutos, fermentación II con temperatura 80°C, tiempo de 20 minutos y horneado con temperatura 180°C, tiempo de 15 minutos.
- Es en cuanto a la caracterización nutricional la fórmula óptima del pan con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca. Presentó los siguientes resultados: Proteínas 12,2g, carbohidratos 85,6g, grasas 15,1g, humedad 27,2g, calorías 470kcal, fosforo 125mg y calcio 45,8mg.
- De la prueba de aceptabilidad en los atributos: Apariencia, textura y sabor realizado por 30 jueces como resultado de la respuesta optimizada. La fórmula óptima en cuanto al atributo apariencia para la harina de papa es 105g, harina de tarwi es 0g y harina de oca es 195g. la fórmula óptima en cuanto al atributo textura para la harina de papa es 106g, harina de tarwi es 17g y harina de oca es 177g. la fórmula óptima en cuanto al atributo sabor para la harina de papa es 106g, harina de tarwi es 11g y harina de oca es 183g.
- En cuanto a la caracterización microbiológica la fórmula óptima del pan con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca. Presentó los siguientes resultados: Escherichia coli 0 Ufc/g, aerobios mesofilos 920Ufc/g, mohos y levadura < 10 Ufc/g.

## **X. RECOMENDACIONES**

- Por todos los nutrientes que tiene la harina tanto en sales minerales, vitaminas, harina de oca, tarwi y papa. Se utilizan en otros productos que no sean necesariamente en panificación.
- Personas que tienen deficiencia de fosforo y calcio es recomendable que consuman leguminosas en diferentes tipos de producto.
- El diseño de mezcla es muy recomendable siempre y cuando tienes la idea de plantear bien. Ahí veras si es viable o no eso depende de elaboración que realices mediante la aceptabilidad de tus jueces.
- Siempre valora lo inocuo que debe ser el producto en su elaboración hacia el consumidor todo depende PHVA.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amajor, J. U., Oti, E., Ekeledo, N., Omodamiro, R., Amajor, E. E., & Aniedu, C. (2014). Studies on the Characteristic Properties of Fermented, Sun-Dried Orange-Fleshed Sweet Potato Flour. *Nigerian Food Journal*, 32(1), 45–53. [https://doi.org/10.1016/s0189-7241\(15\)30095-3](https://doi.org/10.1016/s0189-7241(15)30095-3)
- Bernabé, Y., & Cancho, F. (2017). Caracterización fisicoquímica, fitoquímica y funcional de la harina de Khaya y Oca (*Oxalis tuberosa*) para uso industrial. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú*. Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1221>
- Campos, J. E., & El-Dash, A. A. (1978). Effect of addition of full fat sweet lupine flour on rheological properties of dough and baking quality of bread. *Cereal Chemistry*, 55, 619–627.
- Cajamarca, E. (2010). *Evaluación nutricional de la oca (Oxalis tuberosa - oca) fresca, endulzada y deshidrata en secador de bandejas*. Riobamba: Ecuador.
- Cerón, A. F., Hurtado, A., Osorio, O., y Buchely, M. (2011). Estudio de la formulación de la harina de papa de la variedad parda pastusa (*Solanum tuberosum*) como sustituto parcial de la harina de trigo en panadería. *Rev. Bio. Agro*, vol.9: n°.1 Popayán Jan. /June 2011
- Chamorro, A., & Mamani, I. (2011). *La formacion de masa, la fermentacion y los metodos de proceso en la elaboracion del pan*. UPeu – Lima
- Champagne, E. T. (1996). Current applications of rice starch, *Cereal Foods World*: 41 (11), 833-838.
- Chapelle, M. C. (2007). *Servicio de información agropecuaria del ministerio de agricultura y ganadería del Ecuador*. Guayaquil: Ecuador.
- Charley, H. (1988). *Preparación de Alimentos y su Tecnología*. México: D. F.
- Clavel, R. (2001). *El sabor del pan, Molinería y Panadería*. Recuperado de <http://www.molineria y panaderia.com/> técnica. Accedido: 24 de Abril (2009).
- Coarita, E. M. T. (2017). *Determinación de las propiedades físicas, químicas y nutricionales de harina instantanea de tarwi*. 89.
- De floor, I. C., De Geest, M., Schllekens, A. M., y Elcour, J. (1991). Emulsifiers and/or extruded starch in the production of breads from cassava. *Cereal Chemistry*, 68 (5), 323 - 327.

- Desamparados, C. (2015). Evaluación de los cambios estructurales de galletas elaboradas con sustitutos de grasa. *Revista científica RiuNet UPV. Vol. 4 (2)*. p. 16 -17. Camí de Vera: Valencia.
- FAOSTAT. (2008). *El mundo de la papa. Año Internacional de la Papa*. Recuperado de <http://www.potato2008.org/es/mundo/index.html>.
- Foyer, C. H., Lam, H. M., Nguyen, H. T., Siddique, K. H. M., Varshney, R. K., Colmer, T. D., Considine, M. J. (2016). Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production. *Nature Plants*, 2(8), 16112. Recuperado de: doi: 10.1038/nplants.2016.112
- García, I., & Martín, R. (2017). *Diseño óptimo de experimentos para modelos de mezclas aplicados en la ingeniería y las ciencias experimentales*.
- Gujral, H., y Molina, C. (2004). Improvement of the bread making quality of rice flour by glucose. *Food Research International*. 37 (1): 75 - 81.
- Hulton, C. W., & Campbell, A. M. (1981). Water and fat absorption in Protein functionality in foods; Cherry, J. P., Eds. *American Chemical Society*, Washington, DC, pg. 177-200.
- Kadan, R. S., y Pepperman, A. B. (2002). Physicochemical properties of starch in extruded rice flours. *Cereal Chemistry*: 79 (4), 476 - 480.
- Kim, J., y De Ruiter, D. (1969). Bread from non-wheat flours. *Food Technology*: 22(4), 867–878.
- Laurencio, D., y Masgo, M. (2014). Obtención de harina de papa (*solanum tuberosum*) de descarte utilizando diferentes tiempos de cocción y su efecto en la alimentación de patos criollos (*cairina moschata*). *Revista Alicia UNALM. Vol. 1 (18)*. Lima: PE.
- Lezcano, E. (2006). *Trigo y sus derivados*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Subsecretaría de Agroindustria y Mercados. Dirección Nacional de Alimentos. Ministerio de Economía y Producción. Buenos Aires: Argentina.
- Liu, X. Li., Mu, T. H., Sun, H. N., Zhang, M., Chen, J. W. (2016). Influence of potato flour on dough rheological properties and quality of steamed bread. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(11), 2666–2676.
- Lucas, E. (2008). *Elaboración de pan. Biotecnología de la fermentación*. Recuperado de <http://www.aldeaeducativa.com/panificación/elaboracióndelpan.html>, Acceso: 04 de Abril (2009).

- Martín, E., De Mateo, B., Miján, A., Pérez, A. M., Redondo, P., y Sáenz, I. (2007). *Pan y Cereales*. Dirección General de Salud Pública y Alimentación. Madrid: España.
- Mesas, J. M., & Alegre, M. T. (2002). El Pan Y Su Proceso De Elaboración the Bread and Its Processing O Pan E O Seu Proceso De Elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(5), 307–313. <https://doi.org/10.1080/11358120209487744>
- Moraes, M., Øllgaard, B., Kvist, P., Borchsenius, H., y Balslev, H. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botán Eco And Central*. Vol. (1): 458-482.
- Palate, A. (2013). *Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (Oxalis tuberosa) durante su maduración*. Ecuador: Ambato.
- Piscoya, M. C. (2007). *Formulación, elaboración y prueba de aceptabilidad de pan francés fortificado con Calcio en dos concentraciones diferentes*. (UNMSM) Lima: Perú.
- Poquioma Cruz, Celestino. (2016). *Influencia de la sustentación parcial de oca (Oxalis tuberosa) por harina de trigo, para la elaboración de pan de tipo francés*. Recuperado de <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1022>.
- Quinteros, A. (2002). *Contenidos de calcio, magnesio, hierro, cinc y fósforo en legumbres crudas y sometidas a distintos procesos de cocción*. 102, 97–102.
- Reyes, M. (2009). *La Papa en la Industria Panificadora*. La papa como aliado de la industria panificadora. El Potencial Alimenticio de la Papa. *Revista Panera N° 14*. Ediciones S.A.C. Pág. 11-12. Lima: Perú. Recuperado de <http://peru.grupopanera.com/pages/visor-revistas.php?page=Rev-14>.
- Rodríguez, E. J. B. (2013). *Utilizacion de harina de papa para incrementar las utilidades de la panaderia bermudez E.I.R.L.de aricapampa - cochorco*.
- Sánchez, H. D., González, R. F., Osella, C. A., Torres, R. L., y Torre, M. A. (2008). Elaboración de pan sin gluten con harinas de arroz extrudidas. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*: 6 (2), 109-116.
- Sánchez, H. D., Osella, C. A., y Torre, M. A. (2002). Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour, and cassava starch. *Journal of Food Science*: 67 (1), 416-419.
- Salazar, A. (2010). *Propiedades nutricional y medicinales del tarwi o chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Recuperado de ([http://www.carrerasconfuturo.com/2010/07/08/losuniversitarios-investigan-la-](http://www.carrerasconfuturo.com/2010/07/08/losuniversitarios-investigan-la)

- medicina-tradicional-peruana/. Fecha de acceso 02-01-2016).
- Sciarini, L. S., & León, M. E. (2016). *El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan*. 33(2), 61–74.
- Scheffe, H. (1958). *Diseño de mezclas*. pp.9
- Steffolani, M.E. (2010). *Efecto de las enzimas pentosanasa, glucosa oxidasa y transglutaminasa en productos de panificación*. [https://doi.org/ISBN 978-950-34-0803-2](https://doi.org/ISBN%20978-950-34-0803-2)
- Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Sodhi, N. S., y Gill, B.S. (2003). Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chem.* 81:219-231.
- Surco, A. (2004). Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*) para su aplicación tecnológica. Tesis de grado académico de magister. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
- Tapia, M., Fries, A. M., Mazar, I., y Rosell, C. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. *FAO-Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú*. Lima, PE. p. 209.
- Turkut, G. M., Cakmak, H., Kumcuoglu, S., & Tavman, S. (2016). Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality. *Journal of Cereal Science*, 69, 174-181.
- Vásquez, V. (1988). Mejoramiento Genético de la Papa. *Ediciones Amaru*. Lima. Perú.
- Velásquez, L. R. (2011). *Evaluación de la vida en anaquel de pan con sustitución parcial de harina de oca (Oxalis tuberosa)*. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3370>. (2011-07-26).
- Vera, N. G., Omara, S., Manzano, E., & Hernandez, H. M. H. (2018). Use of *Oxalis tuberosa* in Gluten-free Baked Goods Manufacture. In *Food Control and Biosecurity*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811446-9/00006-X>
- Villarino, C. V., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., & Johnson, S. K. (2014). The effects of bread-making process factors on Australian sweet lupin-wheat bread quality characteristics. *International Journal of Food Science & Technology*, 40, 2373 - 2381.

Villarino, C. B., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., & Johnson, S. (2015). The effects of Australian sweet lupin (ASL) variety on physical properties of flours and breads. *LWT e Food Science and Technology*, *60*(1), 435 - 443.

## XII. ANEXOS

## 12.1. Ficha de evaluación: Aceptabilidad (Apariencia, Textura y Sabor)

## FORMATO DE ACEPTABILIDAD

FICHA DE EVALUACIÓN

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FECHA:

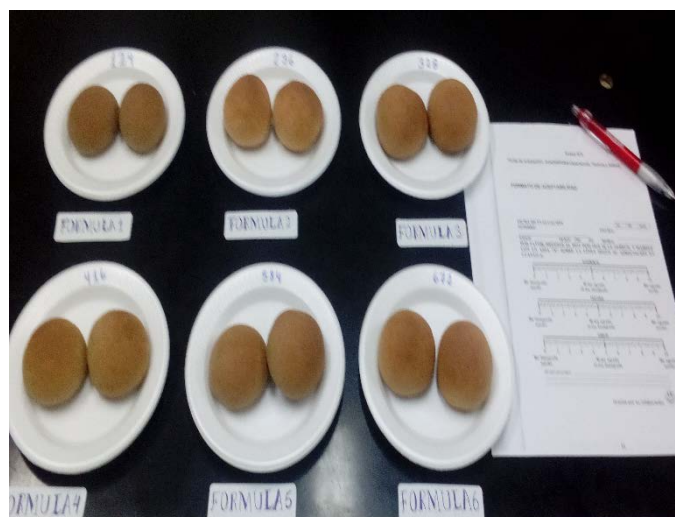
04	09	2019
----	----	------

EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: (M) (F) HORA: \_\_\_\_\_

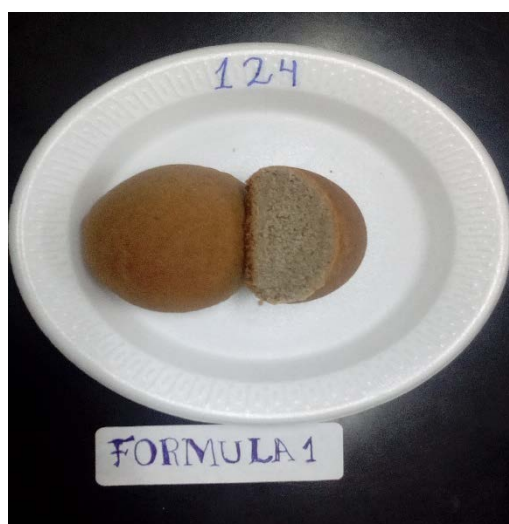
POR FAVOR, DEGUSTE EL PAN QUE SE LE OFRECE, Y MARQUE CON UN ASPA "X" SOBRE LA LÍNEA SEGÚN SU APRECIACIÓN EN CUANTO A:

APARIENCIA		
0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
Me desagrada mucho	Ni me agrada ni me desagrada	Me agrada mucho
TEXTURA		
0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
Me desagrada mucho	Ni me agrada ni me desagrada	Me agrada mucho
SABOR		
0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
Me desagrada mucho	Ni me agrada ni me desagrada	Me agrada mucho
OBSERVACIONES: _____		
_____		
_____		
Gracias por su colaboración		

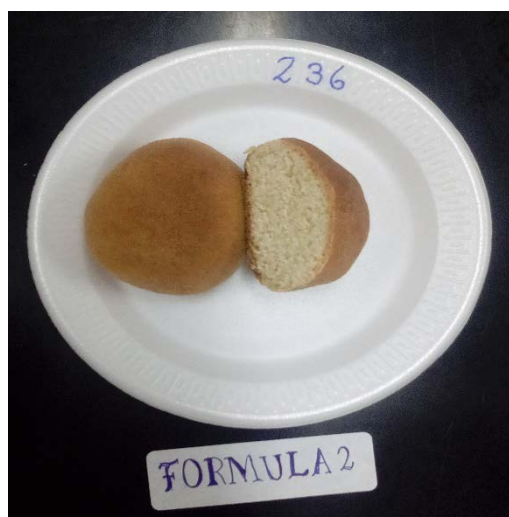
**Figura 89.** Ficha de evaluación de análisis sensorial del pan formulado con harina de papa, harina de tarwi y harina de oca.



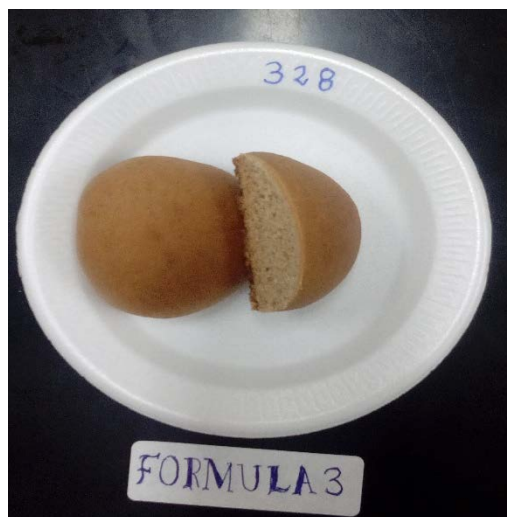
**Figura 90.** Muestra de formulación (F1, F2, F3, F4, F5, F6)



**Figura 91.** Muestra de formulación 1



**Figura 92.** Muestra de formulación 2



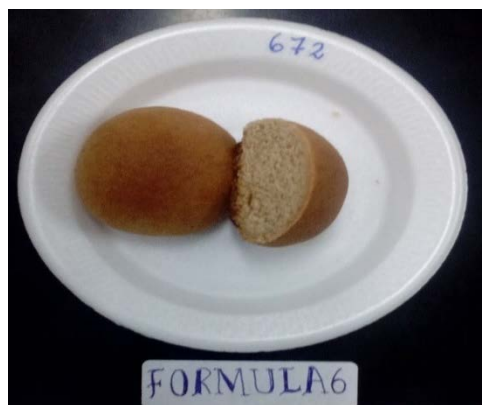
*Figura 93.* Muestra formulación 3



*Figura 94.* Muestra formulación 4



*Figura 95.* Muestra formulación 5



**Figura 96.** Muestra formulación 6

## 12.2. Resultado de análisis sensorial evaluación: Apariencia, textura y sabor

**Tabla 29**

Resultado de análisis sensorial de harina de papa, harina de tarwi y harina de oca

Tratamientos	Harina de papa (g.)	Harina de tarwi (g.)	Harina de oca (g.)	Apariencia	Textura	Sabor
1	300	0	0	227.9	237	239.9
2	0	300	0	204	195.1	222
3	0	0	300	277.6	274.5	278.9
4	150	150	0	252.1	258	261
5	150	0	150	291	292.5	293.9
6	0	150	150	260.9	266.9	270
1	300	0	0	222	227.9	245.9
2	0	300	0	192	192	210.1
3	0	0	300	273.1	269.9	275.9
4	150	150	0	246	261	264.1
5	150	0	150	292.6	288.1	290.9
6	0	150	150	252.1	261.1	275.9

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30**

Código de fórmula sensorial

Formula	Código
F1	124
F2	236
F3	328
F4	416
F5	584
F6	672

Fuente: Formula de códigos

**Tabla 31**

Resultado de análisis sensorial de evaluación de apariencia

Grupo N°1 de evaluación de apariencia							
Jueces	Códigos de las muestras de pan(papa, tarwi y oca)						Total
	124	236	328	416	584	672	
1	7	6.5	8.9	7.8	9.5	8.9	48.6
2	7.5	6.9	9.7	8	9	8.5	49.6
3	7.2	6.7	9.5	8.7	10	8.7	50.8
4	8	6.9	8.8	7.7	10	8	49.4
5	6.8	7	9.6	8.9	9	9.5	50.8
6	8	7.3	8.9	8	9.6	7.8	49.6
7	7.8	7	8.8	8.5	9	8.3	49.4
8	7.8	6.4	9.5	8.7	9.7	7.9	50
9	8	6.1	9	8.9	10	8.5	50.5
10	7.7	6.7	8.9	8.7	9.9	8.6	50.5
11	8	6	9.6	8.7	9.7	8.7	50.7
12	6.6	6.5	8.8	8.9	10	8.9	49.7
13	8	7	9.7	8.8	9.6	8.7	51.8
14	7.7	6.9	9.5	8.9	10	8.9	51.9
15	7.6	6.1	8.8	8.9	9.8	8.7	49.9
16	8	6.6	8.7	8.7	9	8.8	49.8
17	7.8	6.4	9.4	8.9	10	8.9	51.4
18	7.7	7	9.6	7.9	9.9	8.2	50.3
19	7.8	7.5	9.9	7.6	10	9.1	51.9
20	7.7	7	9.7	7.9	10	8.9	51.2
21	6.3	7.1	9.2	8.7	9.9	8.6	49.8
22	7.8	7	9.9	7.8	9	9	50.5
23	6.8	6.5	9.5	7.9	10	8.5	49.2
24	8	6.7	8.7	8.7	9.6	8.9	50.6
25	6.9	7	9.3	7.9	9.8	8.8	49.7
26	8	6.7	8.9	8.7	10	9	51.3
27	7.7	7.5	9.2	7.9	9.9	8.7	50.9
28	8	7.4	9.4	7.7	9.6	8.9	51
29	7.7	7.3	9.3	8.8	10	9.1	52.2
30	8	6.3	8.9	8.9	9.5	8.9	50.5
<b>Total</b>	<b>227.9</b>	<b>204</b>	<b>277.6</b>	<b>252.1</b>	<b>291</b>	<b>260.9</b>	<b>1513.5</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32**

Resultado de análisis sensorial de evaluación de apariencia

Grupo N°2 de evaluación de apariencia							
Jueces	Códigos de las muestras de pan(papa, tarwi y oca)						Total
	124	236	328	416	584	672	
1	7.4	6.1	8.7	7.6	10	8.1	47.9
2	6.4	6.4	9.7	8.5	9.5	7	47.5
3	7.9	6	8.8	8.6	9	8.1	48.4
4	7	6.2	9.8	8.5	9.6	8	49.1
5	6.8	6.4	9.6	7.5	9.9	8.7	48.9
6	7.8	6.3	8.7	8.7	9.7	9	50.2
7	7.5	7	8.4	8.3	10	8.6	49.8
8	7.4	6	9.5	7.5	9.7	9	49.1
9	7.9	6.3	9	8.4	9.8	8.5	49.9
10	6.4	6.4	8.6	8.9	9.9	8.4	48.6
11	7.1	6.8	9.5	8.7	9.8	8.7	50.6
12	7.8	6.1	8.3	7.5	9.7	8.6	48
13	7	6.6	9.5	8.6	10	8.5	50.2
14	7.6	6	8.8	8.5	9.7	8.5	49.1
15	7.3	6.4	9.1	8.7	9.4	8.4	49.3
16	7.5	6.4	8.7	7.7	9.9	8	48.2
17	7.3	6	8.5	8	10	8.3	48.1
18	7.8	6	8.9	8.4	9.8	9	49.9
19	7.3	7	9.6	7.9	9.7	8.2	49.7
20	7.1	6.4	8.7	7.8	9.6	8.3	47.9
21	7.7	6.3	9	8	9.9	8.6	49.5
22	7.9	6.2	9.5	8.3	10	8.4	50.3
23	6.8	6.6	8.5	8.2	9.6	8.3	48
24	7.5	6.9	9.6	8.4	9.7	8.3	50.4
25	7.9	6.1	8.4	8.4	9.9	8.5	49.2
26	6.9	6.8	9.5	7.9	9.5	8.3	48.9
27	7.9	6.6	9.7	8.5	9.8	8.1	50.6
28	7.8	6.5	9.2	8.1	9.6	8.4	49.6
29	7.4	6.2	9.5	8.1	9.9	8.6	49.7
30	7.9	7	9.8	7.8	10	8.7	51.2
<b>Total</b>	<b>222</b>	<b>192</b>	<b>273.1</b>	<b>246</b>	<b>292.6</b>	<b>252.1</b>	<b>1477.8</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33**

Resultado de análisis sensorial de evaluación de textura

Grupo N°1 de evaluación de textura							
Jueces	Códigos de las muestras de pan(papa, tarwi y oca)						Total
	124	236	328	416	584	672	
1	8	7	9.5	8.4	10	9	51.9
2	7.9	6.2	9	8.6	9.8	8.9	50.4
3	7.6	6.1	8.9	8.7	9.6	8.6	49.5
4	7.9	6.2	9.4	8.7	9.8	8.9	50.9
5	8	6.5	9	9.1	9.5	8.7	50.8
6	7.9	7	9.6	8.6	9.9	8.9	51.9
7	7.8	6.3	9.4	8.2	9.5	8.8	50
8	7.9	6.4	9.6	8.6	10	8.9	51.4
9	8	6.3	9.6	9	9.9	8.8	51.6
10	7.9	7	9.8	8.1	9.7	9.2	51.7
11	8	6.9	9.8	8.5	9.4	9	51.6
12	8	6.2	9.4	8.4	9.5	8.9	50.4
13	7.9	6.7	9.5	9.3	9.6	9	52
14	8	6.4	9.4	8.4	9.9	8.6	50.7
15	7.9	7	8.9	8.8	10	9	51.6
16	7.8	6.7	8.7	8.6	9.5	8.9	50.2
17	8	6.6	8.9	8.4	9.6	9	50.5
18	7.8	7	9.2	8.6	9.6	8.9	51.1
19	7.7	6.2	8.5	8.4	9.8	9.2	49.8
20	8	6.2	9	8.3	9.7	8.6	49.8
21	7.9	6.3	9.5	8.4	9.9	8.9	50.9
22	7.9	6.5	8.6	8.5	10	9	50.5
23	7.8	6.5	8.8	8.7	9.7	8.8	50.3
24	8	7	9.2	8.8	10	8.9	51.9
25	7.9	6.4	8.6	8.5	9.8	9	50.2
26	8	6.5	9.3	8.6	9.7	8.5	50.6
27	7.8	6.5	8.9	8.8	10	9	51
28	8	6.4	8.7	8.9	9.8	8.8	50.6
29	7.9	6.1	8.6	8.4	9.5	9	49.5
30	7.8	6	9.2	8.7	9.8	9.2	50.7
<b>Total</b>	<b>237</b>	<b>195.1</b>	<b>274.5</b>	<b>258</b>	<b>292.5</b>	<b>266.9</b>	<b>1524</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34**

Resultado de análisis sensorial de evaluación de textura

Grupo N°2 de evaluación de textura							
Jueces	Códigos de las muestras de pan(papa, tarwi y oca)						Total
	<b>124</b>	<b>236</b>	<b>328</b>	<b>416</b>	<b>584</b>	<b>672</b>	
1	7	6.8	9	8.6	9.6	8.9	49.9
2	7.6	6.3	8.8	8.8	9.8	8.9	50.2
3	7.5	6.9	9	9	9.7	8.9	51
4	7.7	6.4	8.7	8.5	9.4	8.6	49.3
5	7.5	6.8	8.6	8.6	9.6	8.9	50
6	7.9	7	8.9	8.5	9.7	8.5	50.5
7	7.8	6.1	9	9	8.9	8.6	49.4
8	7.6	6.2	8.5	8.5	9.8	9	49.6
9	7.4	6.6	9.1	9.1	9.5	8.7	50.4
10	7.5	6.1	8.6	8.6	9.5	8.7	49
11	7.8	6.6	8.9	8.9	9.8	8.6	50.6
12	7.4	6	9.2	9.2	9.3	8.7	49.8
13	7.5	6.1	9.6	8.9	9.6	8.9	50.6
14	7.8	6.4	8.5	8.5	9.7	8.5	49.4
15	8	6.3	9.8	8.9	10	8.9	51.9
16	7.9	6.1	8.7	8.3	9.4	8.7	49.1
17	7.7	6.6	9.8	9.2	9.7	8.4	51.4
18	7.4	6	8.8	8.6	9.8	8.8	49.4
19	7.7	6.2	8.8	8.2	10	8.9	49.8
20	8	6.1	8.1	8.1	9.9	8.7	48.9
21	7.6	6.2	9.8	8.9	9.5	8.6	50.6
22	8	6.7	9.2	8.8	9.8	8.4	50.9
23	7.5	6.3	9.6	9	10	8.9	51.3
24	7.6	6.3	8.5	8.5	9.2	9	49.1
25	8	6.1	8.9	8.4	9.7	9.1	50.2
26	6.8	6.7	8.8	8.8	9.4	8.7	49.2
27	6.5	6.8	8.9	8	9.5	8.3	48
28	8	6.6	8.6	8.6	9.6	8.5	49.9
29	7.2	6.4	9.5	8.9	9.7	8.5	50.2
30	8	6.3	9.7	9.1	9	8.3	50.4
<b>Total</b>	<b>227.9</b>	<b>192</b>	<b>269.9</b>	<b>261</b>	<b>288.1</b>	<b>261.1</b>	<b>1500</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35**

Resultado de análisis sensorial de evaluación de sabor

Grupo N°1 de evaluación de sabor							
Jueces	Códigos de las muestras de pan (papa, tarwi y oca)						Total
	<b>124</b>	<b>236</b>	<b>328</b>	<b>416</b>	<b>584</b>	<b>672</b>	
1	8.2	7	8.9	9	10	9	52.1
2	8	6.6	9.5	8.6	9.9	9.8	52.4
3	8.1	8	8.9	8.9	10	9	52.9
4	8.2	6.1	9	9	10	9.8	52.1
5	8	7	9	7.5	9.9	9	50.4
6	7.9	6	9.8	8.6	10	9.7	52
7	8	8	8.9	9	9	9.8	52.7
8	8.2	7.8	9	8.9	10	8.5	52.4
9	8	7.9	8	9	9.9	9	51.8
10	7.8	7	9.6	7.9	10	8.7	51
11	8	7	9.4	9	9	8	50.4
12	7.9	8	8.9	8.5	10	9.5	52.8
13	8	8.1	9.2	9	9.9	8.9	53.1
14	7.9	7.4	9.5	8.9	10	8	51.7
15	8	8	9	9	9	8.7	51.7
16	8.2	7.1	9.8	8.7	10	9.7	53.5
17	7.9	7.3	9	8.4	10	9	51.6
18	8	8.1	9.5	9	9	8	51.6
19	7.9	7.3	9.7	8.9	10	8.9	52.7
20	8	7.2	9.6	8.8	9.9	9.5	53
21	7.9	8	9.8	9	9.9	9	53.6
22	8	7.4	9	8.6	10	9.7	52.7
23	8.1	7	9.5	8.5	9.4	8.6	51.1
24	7.8	7.9	9.6	9	10	9	53.3
25	8.1	8.1	9.5	7.5	9.9	8.8	51.9
26	8	7.3	9.6	9	10	8.9	52.8
27	7.9	8.3	9.4	8.9	9.3	9	52.8
28	8	7	9.5	9	10	8.7	52.2
29	7.9	7.1	9.4	7.9	9.9	8.8	51
30	8	7	9.4	9	10	9	52.4
<b>Total</b>	<b>239.9</b>	<b>222</b>	<b>278.9</b>	<b>261</b>	<b>293.9</b>	<b>270</b>	<b>1565.7</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36**

Resultado de análisis sensorial de evaluación de sabor

Grupo N°2 de evaluación de sabor							
Jueces	Códigos de las muestras de pan (papa, tarwi y oca)						Total
	<b>124</b>	<b>236</b>	<b>328</b>	<b>416</b>	<b>584</b>	<b>672</b>	
1	8.1	8	8.9	9	9.9	9	52.9
2	8.2	6.7	9	8.7	10	8.9	51.5
3	8	7	9.7	8.9	9.9	8.7	52.2
4	8.1	7	9.3	8.8	10	9.3	52.5
5	8	7.6	9.4	9	9.9	9.6	53.5
6	8.1	7.1	9.7	8.9	10	9	52.8
7	8.1	7	9.4	9	9.9	8.7	52.1
8	8.2	6.9	9.3	8.9	10	8.8	52.1
9	8	7.2	9.4	9	9.9	9	52.5
10	8.1	7.4	9	8.5	10	8.8	51.8
11	8.2	7	9.4	9	9.9	9.3	52.8
12	8.1	7.2	9.5	8.7	10	9.7	53.2
13	8.2	6.9	9.4	9	9.9	9	52.4
14	8.1	7	9.5	8.5	10	8.7	51.8
15	8.2	6.2	9	9	9.9	9.3	51.6
16	8.1	6.5	9.4	8.7	10	9	51.7
17	8.5	7.1	9.2	9	9.9	8.6	52.3
18	8.2	6.9	9.5	8.9	10	8.9	52.4
19	8.4	7	9.4	8	9.9	9.7	52.4
20	8.1	6.9	9	9	10	9.5	52.5
21	8.2	7.1	9.2	8.6	9.6	9.8	52.5
22	8.2	7	9	9	9.9	8.9	52
23	8.1	6.4	9.1	8.8	8	8.7	49.1
24	8.5	7.1	8	9	9.5	9.8	51.9
25	8.2	8	9.5	8.7	8	8.9	51.3
26	8.4	6.4	9.1	8.8	9.3	9.5	51.5
27	8.2	7.1	9	8.8	9	9.6	51.7
28	8.5	6.7	9.2	8	9.8	9.9	52.1
29	8.2	7.6	9.4	8.9	9.8	9.5	53.4
30	8.4	6.1	8	9	9	9.8	50.3
<b>Total</b>	<b>245.9</b>	<b>210.1</b>	<b>275.9</b>	<b>264.1</b>	<b>290.9</b>	<b>275.9</b>	<b>1562.8</b>

Fuente: Elaboración propia

### 12.3. Formulación óptima de pan (harina de papa, harina de tarwi y harina de oca)



*Figura 97.* Formulación óptimo



*Figura 98.* Pesado harina de trigo



*Figura 99.* Pesado harina de papa



*Figura 100.* Pesado harina de tarwi



*Figura 101.* Pesado harina de oca



*Figura 102.* Mezcla formula óptima



*Figura 103.* Amasado formula óptimo



*Figura 104.* Reposo formula óptimo



*Figura 105.* Pesado pan optimo



*Figura 106.* División/ formado pan optimo



*Figura 107.* Fermentación I (Pan óptimo)



*Figura 108.* Fermentación II (Pan óptimo)



**Figura 109.** Horneado pan optimo



**Figura 110.** Enfriado pan optimo



**Figura 111.** Control de calidad (pan óptimo)



**Figura 112.** Envasado (pan óptimo)

## 12.4. Resultado microbiológico del pan control

**MICROBAC** Laboratorio EIRL  
**Consultoría y Servicio de Análisis Microbiológico de Alimentos y Aguas Industriales**

**INFORME DE ENSAYO No. 0018 - 006 / 019 LAB**

Solicitante: ROSA YANNET QUISPE IPURRE  
Dirección: Pisco - Ica

**DESCRIPCIÓN**


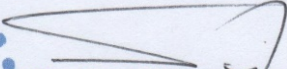
Muestra(s): **FORMULACION CONTROL DE PAN**  
Cantidad, tipo de envases: UNO (01) x 100 g.  
Fecha de recepción: 21 - 06 - 2019  
Resultados: 27 - 06 - 2019

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO**

Muestra(s)	Aerobios mesofilos Ufc/g	Escherichia coli Ufc /g	Mohos y Levaduras Ufc/g
PAN			
Formulación control	890	0	< 10

Referencia  
Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano NTS No. 071 - MINSa / DIGESA - V.01 - 2010

Aerobios mesofilos < 10,000 ufc/g  
Escherichia coli < 10 ufc / g  
Mohos y Levaduras < 1000 ufc / g


   
**Blgo. Roberto Vargas Quintana**  
**Col. Biol. del Perú No. 1910**

---

Residencial Las Palmeras E -18 San Andrés - Pisco robertvq@hotmail.com  
Celular 958 579230

**Figura 113.** Resultado microbiológico del pan control

## 12.5. Resultado microbiológico de formulación óptima de pan



Laboratorio EIRL

**Consultoría y Servicio de Análisis Microbiológico de Alimentos y Aguas Industriales**

**INFORME DE ENSAYO No. 0018 - 009 / 019 LAB**

Solicitante: ROSA YANNET QUISPE IPURRE  
Dirección: Pisco - Ica

**DESCRIPCIÓN**

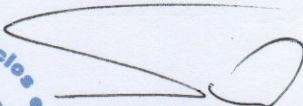
Muestra(s): **FORMULACION CONTROL Y OPTIMA DE PAN**  
Cantidad, tipo de envases: DOS (02) x 100 g.  
Fecha de recepción: 15 - 09 - 2019  
Resultados: 20 - 09 - 2019

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO**

Muestra(s) PAN	Aerobios mesofilos Ufc/g	Escherichia coli Ufc /g	Mohos y Levaduras Ufc/g
Formulación control	890	0	< 10
Formulación Optima	920	0	< 10

Referencia  
Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano NTS No. 071 - MINSA / DIGESA - V.01 - 2010

Aerobios mesofilos < 10,000 ufc/g  
Escherichia coli < 10 ufc / g  
Mohos y Levaduras < 1000 ufc / g



**Blgo. Roberto Vargas Quintana**  
Col. Biol. del Perú No. 1910

Residencial Las Palmeras E -18 San Andrés - Pisco  
Celular 958 579230

robertvq@hotmail.com

**Figura 114.** Resultado microbiológico de formulación óptima del pan

## 12.6. Resultado análisis nutricional del pan control

**MICROBAC** Laboratorio EIRL  
**Consultoría y Servicio de Análisis Microbiológico de Alimentos y Aguas Industriales**

**INFORME DE ENSAYO No. 0018 - 006 / 019 LAB**


Solicitante: ROSA YANNET QUISPE IPURRE  
Dirección: Pisco - Ica

**DESCRIPCIÓN**

Muestra(s): FORMULACION PAN CONTROL  
Cantidad, tipo de envases: UNO (01) x 100 g  
Fecha de recepción: 21-06-2019  
Resultados: 27-06-2019

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ENSAYO QUIMICO**  
(Composición por 100 g de porción comestible)

Muestra(s)	Proteínas (g)	Carbohidratos (g)	Grasas (g)	Humedad (g)	Calorías (Kcal)	Fosforo (mg)	Calcio (mg)
PAN	10,7	67,2	14,2	25,0	439,4	101	35
MUESTRA PAN CONTROL							

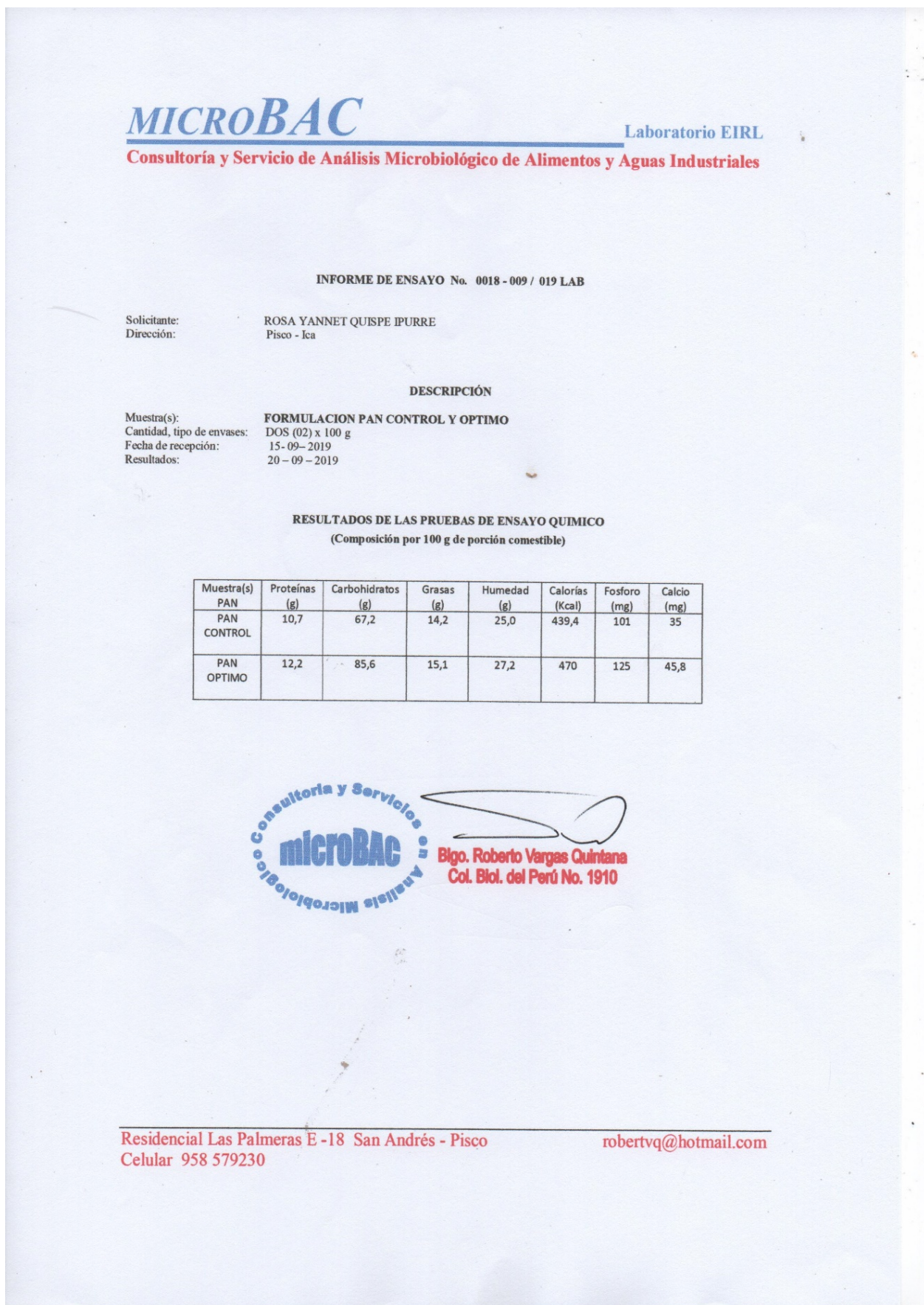
  
**microBAC** Bigo. Roberto Vargas Quintana  
Col. Biol. del Perú No. 1910

---

Residencial Las Palmeras E -18 San Andrés - Pisco robertvq@hotmail.com  
Celular 958 579230

**Figura 115.** Resultado análisis nutricional del pan control

## 12.7. Resultado análisis nutricional de formulación óptimo de pan



**Figura 116.** Resultado análisis nutricional de formulación óptimo de pan